Copyright© M.Alirezaei
تغییرات عمده بین ویرایش ۹۲ و ۹۹
مبحث نهم از مقررات ملی
Significant Changes to the INBC#9 V99 Edition
مدرس: مهدی علیرضایی
دکترای عمران - زلزله، دانش آموخته پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله و هیئت علمی دانشگاه آزاد
M.Alirezaei@iiees.ac.ir
www.M-Alirezaei.com
All rights reserved.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان
m-alirezaei.com
Translate Page
Edit Frontpage (Advanced Layout Builder)
تنظیمات قالب
mehdi alirezaei
خانه
سوابق
سوالات متداول سازه‌ای
دروس
فروشگاه
آموزش
Email: M.Alirezaei@iiees.ac.ir
Telegram ID: @MehdiAlirezaei
Telegram Channel: @AlirezaeiChannel
Instagram ID: @Mehdi_Alirezaei
Web: www.M-Alirezaei.com
مهدی علیرضایی
Assistant Professor of Earthquake Engineering
www.M-Alirezaei.com
معرفی
دکترای مهندسی عمران - گرایش زلزله، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله 1395
کارشناسی ارشد مهندسی عمران - گرایش زلزله - دانشگاه تربیت مدرس تهران 1388
کارشناسی مهندسی عمران - ساختمان از دانشگاه شهید چمران اهواز 1385
ناظر عالی پروژه های ساختمانی و صنعتی
بیش از 15 سال سابقه کار مداوم
زمینه‌های تحقیقاتی: مطالعات آزمایشگاهی سازه‌ها، مهندسی زلزله، تحلیل‌های کامپیوتری، سازه‌های فولادی و بتنی و اتصالات تحت بارهای لرزه‌ای، تحلیل‌های غیرخطی
صفحه ۲
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

نسخه انتشار: پاییز ۹۹ **Version: 2.1**

این جزوه برای استفاده در کلاس‌های طراحی ساختمان‌های بتنی و مباحث مرتبط تهیه شده است و استفاده تنها از آن، ممکن است چندان گویا نباشد.

این جزوه به مرور تکمیل خواهد شد.

سعی شده در این جزوه مباحث مهم در ارتباط با تغییرات عمده مبحث نهم ویرایش ۹۹ بحث شود. در صورت وجود خطا در این نوشتار، لطفاً با اطلاع رسانی، بنده را در بهبود کیفیت آموزشی آن همراهی نمایید.

انتشار غیرتجاری این جزوه با ذکر منبع بلامانع است.

برای دریافت آخرین نسخه از این جزوه و سایر آموزش‌ها می‌توانید عضو کانال تلگرامی @AlirezaeiChannel شوید.

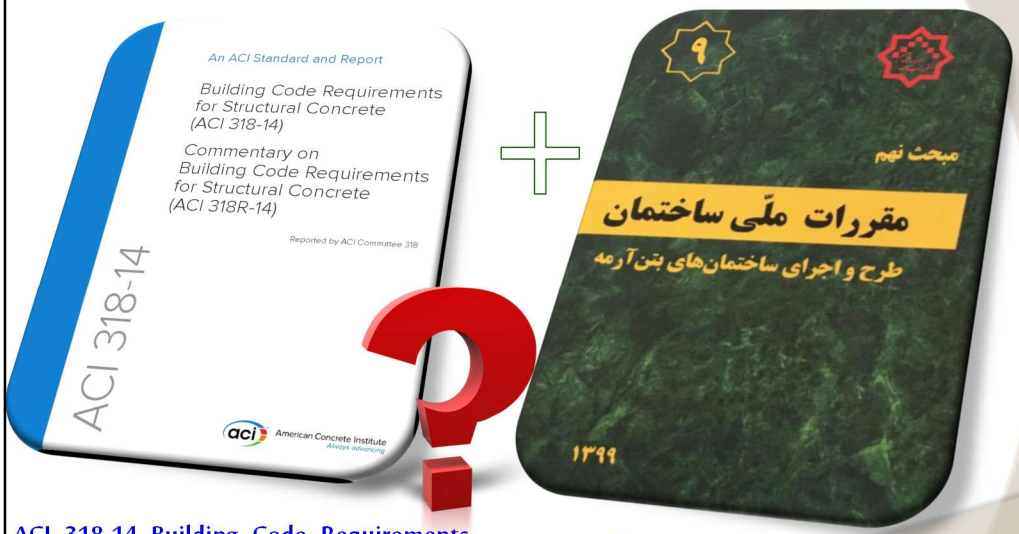
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

معرفی چند منبع مهم

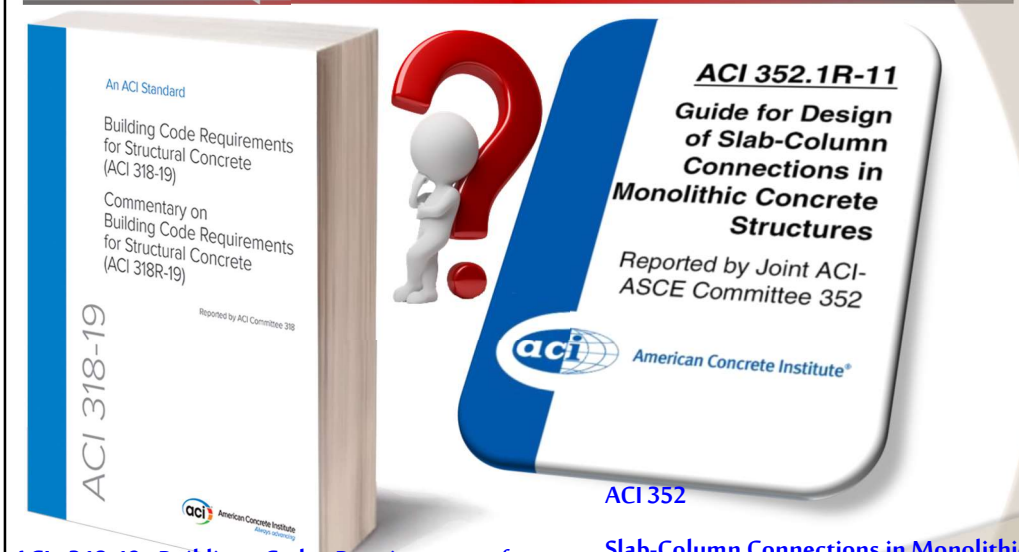


ACI 318-14 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary

Subject 9

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



ACI 318-19 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary

ACI 352

Slab-Column Connections in Monolithic Concrete Structures

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مقدمه

در نهایت بعد از چند سال، ویرایش جدید مبحث نهم تهیه و ابلاغ شد. ویرایش ۹۹ مبحث نهم دارای تغییرات عمده‌ای نسبت به ویرایش قبلی است. در این دوره به برخی از مهمترین تغییرات اعمال شده پرداخته خواهد شد.

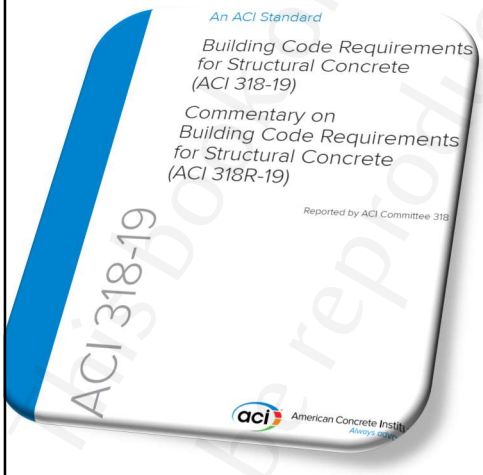
به سبب اینکه ویرایش قبلی براساس آیین نامه کانادا نگارش یافته بود، در برخی موارد طراح دچار ابهاماتی می‌شد که خوشبختانه این مشکل در ویرایش جدید از بین رفته و تا حدود زیادی مباحث آن با به روزترین مباحث طرح سازه‌های بتنی و ACI318-19 منطبق شده است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

تغییرات عمده مبحث نهم

آیین‌نامه بتن آمریکا بنام ACI یکی از مهمترین و پرکاربردترین آیین‌نامه‌ها برای طراحی سازه‌های بتنی، در سطح جهان می‌باشد، این آیین‌نامه بصورت آماده در نرم‌افزار ETABS نسخه‌های ۲۰۱۵ و بالاتر جای گرفته است. در حال حاضر آخرین نسخه این آیین‌نامه، مربوط به سال ۲۰۱۹ است. نسخه ۲۰۱۹ این آیین‌نامه میراث‌دار ACI318-71 است. بعد از آن ۹ ویرایش در سال‌های ۱۹۷۷، ۱۹۸۳، ۱۹۸۹، ۱۹۹۵، ۱۹۹۹، ۲۰۰۲، ۲۰۰۵، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۱ برای آن انجام شد. ویرایش بعدی این آیین‌نامه که در سال ۲۰۱۴ انجام شد به لحاظ پیکربندی مطالب، تغییرات عمده‌ای داشت. نسخه ۲۰۱۹ تا حدود زیادی به مانند نسخه ۲۰۱۴ است.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

تغییر پیکربندی آیین‌نامه از رفتار محور به عضو محور

ویرایش‌های قبل مبحث نهم براساس رفتار محور نگارش می‌شدند. یعنی مثلا یک فصل مربوط به خمش بود، یک فصل مربوط به برش و ...، اما در ویرایش ۹۹، پیکربندی آیین‌نامه براساس عضو محور است. مثلا یک فصل برای تیرها، یک فصل برای ستون‌ها و ...

از سال ۲۰۱۴ نگارش آیین‌نامه ACI براساس عضو محور شد که تقریبا همان پیکربندی در ویرایش جدید مبحث نهم حفظ شده است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

در جدول زیر، مقایسه فصل‌های مبحث نهم ویرایش ۹۲ و ۹۹ صورت گرفته است.

مبحث نهم ۹۹		مبحث نهم ۹۲	
عنوان فصل	توصیف	عنوان فصل	توصیف
۱- کلیات	مقدمات	۱- کلیات	مقدمات
۲- علائم و تعاریف		۲- شرایط کلی ارائه و تائید مدارک فنی و مستندسازی	
۳- مشخصات مکانیکی بتن	مصالح و ساخت	۳- مصالح و اجزای بتن	مصالح و ساخت
۴- مشخصات آرماتورها		۴- میلگردهای مصرفی	
۵- الزامات سیستم‌های سازهای	دیگر	۵- مقاومت بتن	
۶- تحلیل سیستم‌ها		۶- پایایی (دوام) بتن و میلگردهای فولادی	
۷- ضریب‌های بار و ترکیب‌های بارگذاری – ضریب‌های کاهش مقاومت	ابزار	۷- اجرای بتن	
۸- ارزیابی مقاومت مقطع در خمش، بارمحوری، برش، پیچش و برش اصطکاک	رفتار محور	۸- اجرای بتن در شرایط غیر متعارف	
		۹- بتن‌های ویژه	
		۱۰-ارزیابی و کنترل کیفیت و بازرسی بتن و مصالح مصرفی	

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

در جدول زیر، مقایسه فصل‌های مبحث نهم ویرایش ۹۲ و ۹۹ صورت گرفته است.

مبحث نهم ۹۹		مبحث نهم ۹۲	
عنوان فصل	توصیف	عنوان فصل	توصیف
۹- دال‌های یک طرفه	عضو محور	۱۱- ضوابط فولادگذاری	ابزار
۱۰- دال‌های دو طرفه		۱۲- ضوابط قالب بندی در بتن، لوله‌ها و مجراهای مدفون و درزهای بتن	مصالح و ساخت
۱۱- تیرها		۱۳- اصول تحلیل و طراحی	دیگر
۱۲- ستون‌ها		۱۴- خمش و بارهای محوری	رفتار محور
۱۳- دیوارها		۱۵- برش و پیچش	
۱۴- دیافراگم‌ها		۱۶- اثر لاغری و کمانش	
۱۵- شالوده‌های بتن‌آرمه		۱۷- تغییرشکل و ترک‌خوردگی	
۱۶- ناحیه اتصال تیر به ستون و دال به ستون	اتصالات	۱۸- طراحی دال	عضو محور
۱۷- اتصالات اعضای سازه ای به یکدیگر		۱۹- طراحی دیوار	
۱۸- مهار به بتن		۲۰- طراحی شالوده	
۱۹- الزامات بهره برداری	ابزار	۲۱- مهار و وصله آرماتور	اتصالات

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

در جدول زیر، مقایسه فصل‌های مبحث نهم ویرایش ۹۲ و ۹۹ صورت گرفته است.

مبحث نهم ۹۹		مبحث نهم ۹۲	
عنوان فصل	توصیف	عنوان فصل	توصیف
۲۰- ضوابط ویژه برای طراحی در برابر زلزله	دیگر	۲۲- ضوابط ویژه طراحی در برابر آتش‌سوزی	دیگر
۲۱- جزئیات آرماتورگذاری	ابزار	۲۳- ضوابط ویژه برای طراحی در برابر زلزله	
۲۲- مدارک طرح، الزامات ساخت و نظارت	ساخت	۲۴- طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده	ابزار
۲۳-ارزیابی مقاومت سازه های موجود	دیگر		
پیوست ۱- دوام بتن و آرماتور	مصالح و ساخت		
پیوست ۲- طراحی در برابر آتش	دیگر		
پیوست ۳- روش خرپایی (روش بست و بند)	ابزار		

برخی موارد در مبحث نهم ۹۹، بصورت جدید اضافه شده است. مثلا فصل طراحی دیافراگم و سه پیوست در انتها که قبلا وجود نداشت.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

Change

حذف عمده مطالب مرتبط با تکنولوژی بتن از ویرایش جدید

در ویرایش ۹۹ مبحث نهم عمده مطالب مربوط به تکنولوژی بتن از آن حذف و به آبا واگذار شده است.

تکنولوژی بتن مبحث نهم

آیین‌نامه بتن ایران
جلد اول
تحلیل و طراحی

آیین‌نامه بتن ایران
جلد دوم
مصالح و اجرا
حدود ۳۰۰ صفحه

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

اضافه شدن برخی فصول به آیین‌نامه

NEW

فصل‌های جدید آیین‌نامه جدید مبحث نهم:

فصل ۵، الزامات سیستم‌های سازه‌ای

فصل ۱۴، دیافراگم‌ها

فصل ۱۶، ناحیه اتصال تیر به ستون و دال به ستون

فصل ۱۷، اتصالات اعضای سازه‌ای به یکدیگر

فصل ۱۸، مهار به بتن

فصل ۲۳، ارزیابی مقاومت سازه‌های موجود

پیوست پ۴، جمع شدگی و خزش بتن

پیوست پ۶، روش طراحی ساده ساختمان‌های بتنی

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

Change

حذف شدن برخی فصول از آیین‌نامه

فصل‌های زیر از آیین‌نامه جدید مبحث نهم حذف شده‌اند.

فصل ۳، مصالح و اجزای بتن

فصل ۷، اجرای بتن

فصل ۸، اجزای بتن در شرایط غیرمتعارف

فصل ۹، بتن‌های ویژه

فصل ۱۲، ضوابط قالب‌بندی در بتن، لوله‌ها و مجراهای مدفون و درزهای بتن

فصل ۲۴، طرح و اجرای قطعات پیش تنیده

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

Change

کاربرد راحت‌تر و فهم بهتر

در ویرایش ۹۹ مبحث نهم شکل‌هایی جهت فهم بهتر مطالب به نقل از ACI318-19 ترسیم شده که بیان مفهوم بندهای متن را راحت‌تر می‌کند.

همچنین با توجه به اینکه برنامه ETABS از آیین نامه ACI318-14 پشتیبانی می‌کند و این برنامه در کشور بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، کنترل‌های ضوابط خیلی راحت‌تر و یکپارچه‌تر شده است. مثلا برنامه وقتی آیین‌نامه کانادا مورد استفاده قرار گیرد، پیچش تیرها را کنترل نمی‌کند.

Concrete Frame Design Preferences for ACI 318-14

	Item	Value
01	Design Code	ACI 318-14
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Number of Interaction Curves	24
04	Number of Interaction Points	11

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

از چه نسخه ای از **ETABS** استفاده کنیم که ضوابط جدید را پوشش دهد؟

ETABS 2018

Concrete Frame Design Preferences for ACI 318-14

	Item	Value
01	Design Code	ACI 318-14
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Number of Interaction Curves	24
04	Number of Interaction Points	11
05	Consider Minimum Eccentricity?	Yes
06	Design for B/C Capacity Ratio?	Yes
07	Seismic Design Category	D

ETABS 9.7.4

Concrete Frame Design Preferences

Design Code	ACI 318-08/IBC 200
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

ETABS 2019

Concrete Frame Design Preferences for ACI 318-19

	Item	Value
01	Design Code	ACI 318-19
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Number of Interaction Curves	24
04	Number of Interaction Points	11

ETABS 2016

Concrete Frame Design Preferences for ACI 318-14

	Item	Value
01	Design Code	ACI 318-14
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Number of Interaction Curves	24
04	Number of Interaction Points	11

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

تغییر روش طراحی بر مبنای ضریب بار و مقاومت به روش طراحی مقاومت نهایی

در ویرایش ۹۹ مبحث نهم روش طراحی برمبنای ضریب بار و مقاومت (LRFD) کنار گذاشته شده و در ویرایش جدید، روش طراحی مقاومت نهایی استفاده شده است.

اگرچه سطوح بار و فلسفه طراحی در هر دو روش تقریباً یکسان است، لیکن در ویرایش ۹۲ مبحث نهم، ضریب کاهش مقاومت برای بتن و فولاد متفاوت بود. مثلا ضریب کاهش مقاومت بتن برابر ϕ_c=0.65 و برای فولاد ϕ_s=0.85 بود. در ویرایش ۹۹ مبحث نهم، همگام با روش ACI 318 ضریب کاهش مقاومت به کل مقاومت اسمی مقطع به صورت یکجا زده می‌شود.

design strength ≥ required strength

$$\varphi S_n \geq U$$

Load and Resistance Factor Design → **Strength Design Method**

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

4.6.1 Design strength of a member and its joints and connections, in terms of moment, shear, torsional, axial, and bearing strength, shall be taken as the nominal strength S_n multiplied by the applicable strength reduction factor ϕ.

4.6.2 Structures and structural members shall have design strength at all sections, ϕS_n, greater than or equal to the required strength U calculated for the factored loads and forces in such combinations as required by this Code or the general building code.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission. All rights reserved.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

تغییر در ترکیب بارهای طراحی

طبق ویرایش ۹۹ مبحث نهم: **بهتر آن بود که ترکیب بارها در مبحث نهم داده نمی‌شد.**

براساس جدول ۹-۷-۱ ترکیب بارهای طراحی، مبحث نهم بصورت زیر است:

1. 1.4D
2. 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r or S or R)
3. 1.2D + 1.6(L_r or S or R) + (L or 0.5(1.6W))
4. 1.2D + 1.0(1.6W) + L + 0.5(L_r or S or R)
5. 1.2D + 1.0E + L + 0.2S
6. 0.9D + 1.0(1.6W)
7. 0.9D + 1.0E

۹-۷-۳-۲-۲) ضرایب بار مربوط به **L** در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را میتوان به **0.5** کاهش داد، مگر در بارگذاری پارکینگ‌ها، بارگذاری محل‌های ازدحام عمومی و محل‌هایی که میزان بار زنده آنها بیشتر از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع باشد. استفاده از ضریب **0.5** مورد اشاره در کنار بارهای زنده کاهش یافته نیز مجاز است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

طبق ویرایش ۹۸ مبحث ششم:

براساس بند ۶-۲-۳-۲ مبحث ششم ویرایش ۹۸ برای طراحی به روش ضرایب بار و مقاومت داریم:

1. 1.4D
2. 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r or S or R)
3. 1.2D + 1.6(L_r or S or R) + (L or 0.5(1.6W))
4. 1.2D + 1.0(1.6W) + L + 0.5(L_r or S or R)
5. 1.2D + 1.0E + L + 0.2S
6. 0.9D + 1.0(1.6W)
7. 0.9D + 1.0E

۶-۲-۳-۲-الف) ضرایب بار مربوط به **L** در ترکیب بارهای ۳، ۴ و ۵ را برای کاربری‌هایی که مقدار L_0 آنها کمتر از ۵ کیلونیوتن بر متر مربع است، به استثنای کف پارکینگ‌ها یا محل‌های اجتماع عمومی می‌توان برابر **0.5** منظور نمود. مشروط به آنکه طبق ضوابط بند ۶-۵-۵ کاهش بارهای زنده در محاسبه بار **L** منظور نشده باشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

طبق ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

براساس مبحث ششم ۹۲، ترکیب بارهای طراحی، سازه بتنی بصورت زیر بود:

1. $1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
2. $D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.2(W \text{ or } 0.7E)$
3. $0.85D + 1.2(W \text{ or } 0.7E)$
4. $1.25D + 1.5L + 1.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.5(H \text{ or } 0.84F)$
5. $0.85D + 1.5(H \text{ or } 0.84F)$
6. $D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S) + T$
7. $1.25D + 1.5T$
8. $D + 1.2L + 1.2(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + 1.2((W + 1.67F_a) \text{ or } 0.7E)$
9. $0.85D + 1.2((W + 1.67F_a) \text{ or } 0.7E)$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

- این ترکیب بارهای ۹۲ برای سازه بتنی، دارای ایرادات زیادی بودند. از جمله آنکه ضریب نیروی زلزله کمتر از یک بدست می‌آمد. مقدار آن برابر **0.84** بود.

- ضریب بار باد در ترکیب بارهای جدید از **1.2** به **1.6** تغییر یافته است.

- در اعمال ضریب **0.5** برای بارهای زنده، در ترکیب بارهای شامل بارهای زلزله و باد، اختلاف نظری بین محبث نهم و ششم وجود دارد. در مبحث نهم استفاده همزمان ضریب کاهش **0.5** و استفاده از بارهای زنده کاهش یافته داده شده ولی در مبحث ششم اجازه استفاده همزمان این دو داده نشده است.

ASCE7-16:

The load factor on L in combinations 3 and 4 is permitted to equal 0.5 for all occupancies in which Lo in Chapter 4, Table 4.3-1, is less than or equal to 100 psf (4.78 kN/sq m), with the exception of garages or areas occupied as places of public assembly.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

تغییر رده بندی بتن

مبحث نهم ویرایش ۹۹: طبق بند ۹-۳-۴-۱ رده بندی بتن بر اساس مقاومت مشخصهی آن معمولا به ترتیب زیر است:

C10 C12 C16 C20 C25 C30 C35 C40 C45 C50
C55 C60 C65 C70

مبحث نهم ویرایش ۹۲: طبق بند ۹-۵-۳-۱ رده‌بندی بتن بر اساس مقاومت فشاری مشخصه آن به ترتیب زیر است:

C6 C8 C10 C12 C16 C20 C25 C30 C35 C40
C45 C50 C55 C60 C65 C70 C75 C80 C85 C90
C95 C100 C110 C120

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

ضوابطی برای حداقل مقاومت فشاری بتن

❊ مبحث نهم برای مقاومت فشاری بتن محدودیت‌هایی به صورت زیر قرار داده است:

۱- مقدار حداقل و حداکثر مقاومت مشخصه بتن باید بین ۲۰ تا ۵۰ مگاپاسکال باشد.

$20\ MPa \leq f'_c \leq 50\ MPa$

۲- در سازه بلندتر از ۲۰ طبقه از روی شالوده به شرط پیش بینی تدابیر ویژه برای کنترل کیفیت بتن در اجرا، می‌توان حداکثر مقاومت را در بتن‌های معمولی را تا ۷۰ مگاپاسکال افزایش داد.

۳- در سازه با شکل‌پذیری ویژه، حداقل مقدار مقاومت مشخصه بتن برای بتن معمولی ۲۵ مگاپاسکال و حداکثر آن برای بتن های سبک ۳۵ مگاپاسکال است.

۴- در کلیه موارد مقدار مقاومت مشخصه بایستی ضوابط دوام بتن (پیوست ۹-پ-۱) را اقناع نماید.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

حداقل مقاومت مشخصه بتن طبق ACI318-19 چقدر است؟

مقدار مقاومت مشخصه بتن باید براساس محدودیت‌های زیر تعیین شود:

الف) براساس حداقل مقاومت‌های داده شده در جدول زیر:

حداقل مقاومت برحسب مگاپاسکال	کاربرد
17	عمومی
17	فونداسیون برای طبقه بندی لرزه‌ای A، B و C
17	فونداسیون برای ساختمان‌های مسکونی و عمومی با سیستم دیوار باربر تا حداکثر دو طبقه یا کمتر در طبقه‌بندی لرزه‌ای D، E و F
21	فونداسیون در طبقه‌بندی لرزه‌ای D، E و F به غیر از ساختمان‌های مسکونی و عمومی با سیستم دیوار باربر تا حداکثر دو طبقه یا کمتر
21	قاب‌های خمشی ویژه
21	دیوارهای برشی ویژه با میلگرد رده 420 و 550
35	دیوارهای برشی ویژه با میلگرد رده 690

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ب) براساس معیار دوام (مطابق جدول 19.3.2.1 این آیین نامه)

پ) مقاومت مورد نیاز سازه

ت) مقدار مقاومت مشخصه بتن برای بتن سبک در قاب خمشی ویژه، دیوار برشی ویژه و فونداسیون های آنها نبایستی بیشتر از ۳۵ مگاپاسکال در نظر گرفته شود.

در ویرایش ۲۰۱۴ آیین‌نامه و در جدول 19.2.1.1، مقدار حداکثر و حداقلی برای مقاومت مشخصه ۲۸ روزه بتن معرفی شده بود که در نسخه ۲۰۱۹ تنها مقدار حداقل مقاومت مشخصه برای اجزای سازه معرفی شده است و ستون مربوط به حداکثر مقاومت بتن از آن حذف شده است. تنها برای بتن سبک استفاده شده در قاب‌های خمشی با شکل‌پذیری ویژه مقدار حداکثر مقاومت به ۳۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع محدود شده است. البته در متن آیین‌نامه بسته به مورد طراحی، محدودیت‌هایی برای حداکثر مقاومت مشخصه بتن نیز لحاظ شده است. در اکثر روابط طراحی مقدار مقاومت مشخصه بتن به ۷۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع محدود شده است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

تغییر میزان کرنش بتن در دورترین تار فشاری از 0.0035 به 0.003

در ویرایش ۹۲ مبحث نهم، طبق بند ۹-۱۴-۳-۲، مقدار کرنش بتن در دورترین تار فشاری ε_{cu} برای بتن‌های با رده کمتر از C50، برابر 0.0035 داده شده بود.

در ویرایش ۹۹ مبحث نهم، طبق بند ۹-۸-۲-۲-۳، مقدار کرنش بتن در دورترین تار فشاری ε_{cu} برابر 0.003 داده شده است.

مقدار این عدد نقش مهمی در فرمولاسیون روابط طراحی دارد.

ACI318-19:

22.2.2.1 Maximum strain at the extreme concrete compression fiber shall be assumed equal to 0.003.

Maximum strain at the extreme concrete=0.0035 → Maximum strain at the extreme concrete=0.003

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

تغییراتی در طبقه بندی آرماتورها از نظر شکل پذیری

مبحث نهم ویرایش ۹۹: طبق بند ۹-۴-۴-۱ آرماتورهای فولادی از نظر شکل پذیری به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف- فولاد نرم (S240) که منحنی تنش - کرنش آن دارای پله‌ی تسلیم مشهود است.

ب- فولاد نیمه سخت (S420, S400, S350, S340) که منحنی تنش - کرنش آن دارای پله‌ی تسلیم بسیار محدود است.

پ- فولاد سخت (S520, S500) که منحنی تنش - کرنش آن فاقد پله‌ی تسلیم است.

مبحث نهم ویرایش ۹۲: طبق بند ۹-۴-۱-۳ میلگردهای فولادی بر اساس مقاومت مشخصه آنها تقسیمبندی میشوند.

۱) فولاد نرم (S240) که منحنی تنش - تغییر شکل نسبی آن دارای پله تسلیم مشهود است.

۲) فولاد نیم‌سخت (S340 و S400) که منحنی تنش- تغییر شکل نسبی آن دارای پله تسلیم بسیار محدود است.

۳) فولاد سخت (S500) که منحنی تنش - تغییر شکل نسبی آن فاقد پله تسلیم است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

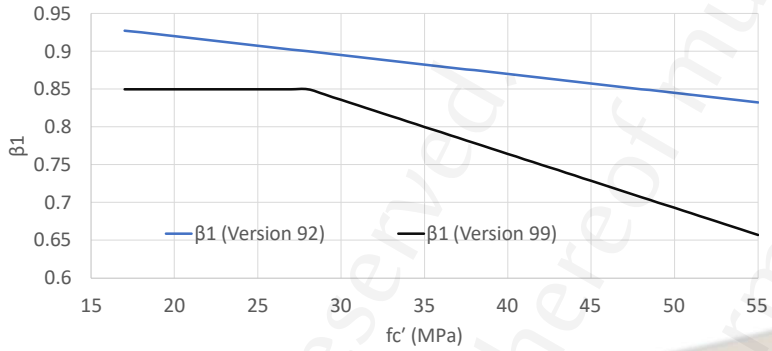
تغییر رابطه β_1 یا همان ضریب عمق بلوک مستطیلی معادل تنش فشاری بتن

رابطه مبحث نهم ۹۲: $\beta_1 = 0.97 - 0.0025 f_c$

رابطه مبحث نهم ۹۹:

$17 \le f_c' \le 28\ MPa \quad \rightarrow \quad \beta_1 = 0.85$

$f_c' \ge 28\ MPa \quad \rightarrow \beta_1 = 0.85 - \dfrac{0.05(f_c' - 28)}{7} \ge 0.65$



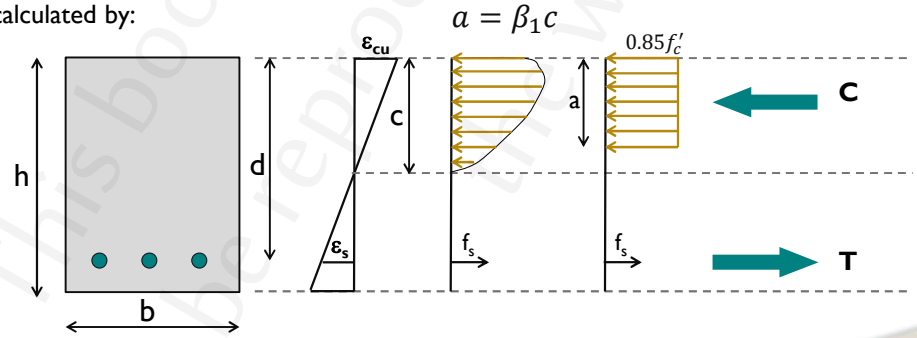
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

* طبق ACI318-19 و مبحث نهم ۹۹، توزیع تنش در بتن بصورت یک مستطیل معادل، در ناحیه فشاری معادل 0.85fc′ در ارتفاعی به میزان a از دورترین تار فشاری در نظر گرفته می‌شود.

22.2.2.4.1 Concrete stress of 0.85fc′ shall be assumed uniformly distributed over an equivalent compression zone bounded by edges of the cross section and a line parallel to the neutral axis located a distance a from the fiber of maximum compressive strain, as calculated by:

$$a = \beta_1 c$$



22.2.2.4.2 Distance from the fiber of maximum compressive strain to the neutral axis, c, shall be measured perpendicular to the neutral axis.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

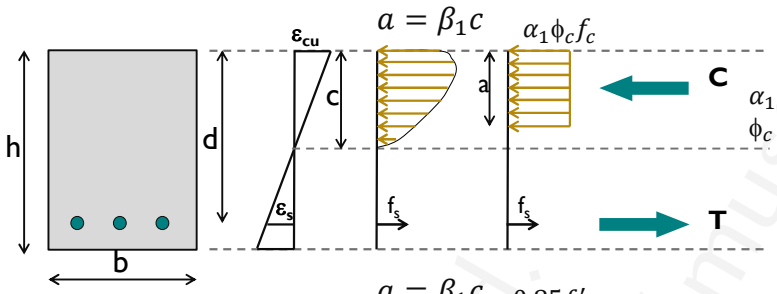
Change

تغییر شدت توزیع یکنواخت بلوک تنش فشاری بتن:

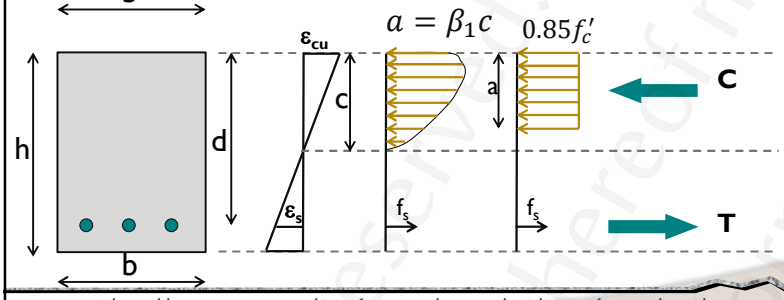
طبق مبحث نهم ۹۲:

$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015 f_c$

$\phi_c = 0.65$



طبق مبحث نهم ۹۹:



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

تغییر رابطه مدول گسیختگی بتن

طبق مبحث نهم ۹۲: $f_r = 0.6\lambda\sqrt{f_c}$

طبق مبحث نهم ۹۹: $f_r = 0.62\lambda\sqrt{f_c'}$

تغییر مقدار ضریب پواسون بتن

طبق مبحث نهم ۹۲: برای بتن معمولی 0.15 و برای بتن پرمقاومت برابر 0.2

$$\vartheta = \begin{cases} 0.15 \\ 0.2 \end{cases}$$

طبق مبحث نهم ۹۹: برای بتن معمولی 0.2 و با استفاد از آزمایش

$$\vartheta = 0.2$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

تغییر رابطه ضریب ارتجاعی بتن

طبق مبحث نهم ۹۲:

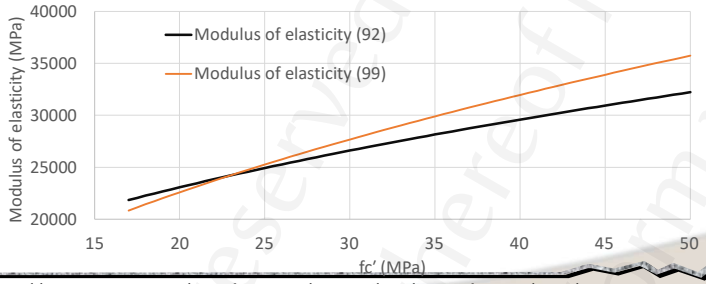
$$E_c = \left(3300\sqrt{f_c} + 6900\right)\left(\frac{\gamma_c}{23}\right)^{1.5} \quad (N, mm)$$

طبق مبحث نهم ۹۹:

$$E_c = w_c^{1.5} 0.14\sqrt{f_c'} \quad (kg, cm) \qquad E_c = w_c^{1.5} 0.043\sqrt{f_c'} \quad (N, mm)$$

این رابطه برای بتن معمولی با چگالی ۲۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب بصورت زیر است:

$$E_c = 15100\sqrt{f_c'} \quad (kg, cm) \qquad E_c = 4700\sqrt{f_c'} \quad (N, mm)$$



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مقدار چگالی بتن را چقدر بگیریم؟؟؟

طبق مبحث ششم، چگالی بتن ۲۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.

طبق مبحث نهم ویرایش ۹۹، چگالی بتن معمولی ۲۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.

۹-۳-۲-۱ چگالی بتن معمولی در محاسبات برابر با ۲۳۰۰ کیلو گرم در متر مکعب منظور می‌شود. چگالی بتن سبک سازه‌ای باید بر اساس نتایج آزمایش تعیین شود؛ ولی مقدار آن نباید کمتر از ۱۴۰۰ کیلو گرم بر متر مکعب باشد.

$$\frac{(E_c)_{250}}{(E_c)_{2300}} = \frac{2500^{1.5} \times 0.043\sqrt{f_c'}}{2300^{1.5} \times 0.043\sqrt{f_c'}} = 1.13$$

همانطور که دیده می‌شود، اگر چگالی بتن ۲۵۰۰ در نظر گرفته شود، وزن سازه و ضریب ارتجاعی بیشتر برآورد می‌شود.

پیشنهاد می‌شود، از چگالی ۲۵۰۰ (بتن آرمه) برای وزن سازه و از چگالی ۲۳۵۰ تا ۲۴۰۰ برای تعیین ضریب ارتجاعی بتن استفاده نمایید.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

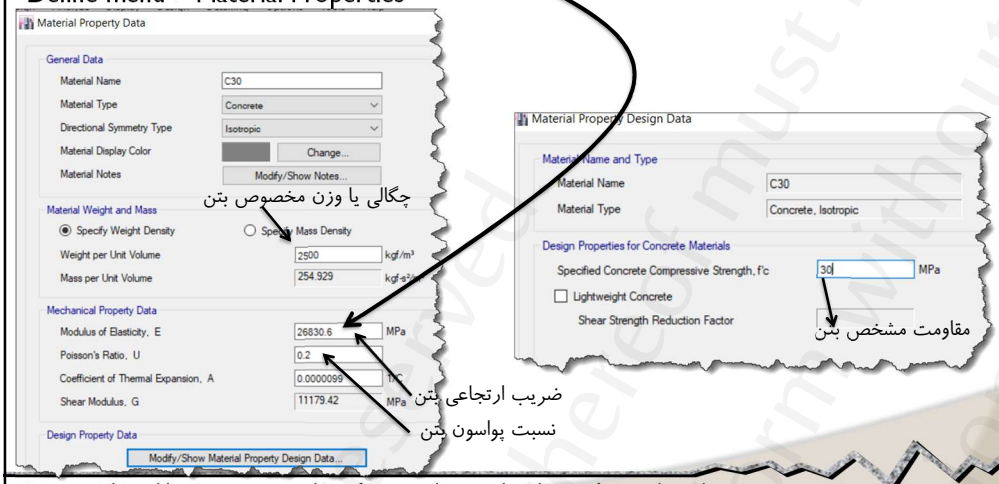
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

به عنوان مثال برای بتن با مقاومت مشخصه ۳۰ مگاپاسکال، داریم:

$$E_c = w_c^{1.5} 0.043\sqrt{f_c'} \quad (N, mm)$$

$$E_c = 2350^{1.5} \times 0.043\sqrt{30} = 26830.6\ MPa$$

Define menu > Material Properties



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

محدودیت استفاده از میلگرد A4 در سیستم سازه‌ای با شکل‌پذیری ویژه برداشته شده است.

* طبق اصلاحیه شماره یک مبحث نهم ۹۲ استفاده از میلگردهای A4 با تنش تسلیم ۵۰۰ و ۵۲۰ مگاپاسکال به جز در دیوارهای برشی ویژه و قاب‌های خمشی ویژه، در صورت احراز شرایط (شکل‌پذیری روی ۵ برابر قطر حداقل ۱۶٪ باشد و در تولید آن از شمش با کربن بالا استفاده نشده باشد) مجاز بود.

* طبق جدول ۹-۴-۴ مبحث نهم ۹۹، استفاده از میلگردهای با تنش تسلیم حداکثر ۵۵۰ مگاپاسکال در قاب‌های لرزه‌ای ویژه (خمش، نیروی محوری، حرارت، برش) مجاز است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مبحث نهم ویرایش ۹۹: طبق بند ۹-۴-۸-۹ در آرماتورهای طولی آجدار در قاب‌های ویژه و دیوارهای لرزه‌ای ویژه و اجزای آنها از جمله دیوار پایه‌ها و تیرهای همبند که تحت اثر لنگر خمشی، نیروی محوری، و یا هر دو به صورت توام قرار می‌گیرند، باید سه شرط زیر ارضا شوند:

الف- تنش تسلیم اندازه گیری شده در آزمایشگاه از تنش حد تسلیم در محاسبات، f_y بیش از ۱۲۵ مگاپاسکال فراتر نرود.

ب- نسبت تاب کششی اندازه گیری شده در آزمایشگاه به تنش حد تسلیم اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه از 1.25 کمتر نباشد.

پ- حداقل درصد ازدیاد طول گسیختگی در طول آزمون ۲۰۰ میلی‌متری برای آرماتورهای به قطر ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر برابر با ۱۴ درصد، برای آرماتورهای به قطر ۲۲ تا ۳۵ میلی‌متر برابر ۱۲ درصد، و برای آرماتورهای به قطر بزرگتر از ۳۵ میلی‌متر و تا ۵۷ میلی‌متر برابر ۱۰ درصد باشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

S400

S340

S500

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

در استاندارد ASTM، میلگرد زیر بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

Grade 40: fy : 40 ksi ≈ 2800 kg/cm^2

Grade 60: fy : 60 ksi ≈ 4200 kg/cm^2

Grade 80: fy : 80 ksi ≈ 5600 kg/cm^2

Grade 100: fy : 100 ksi ≈ 7030 kg/cm^2

گرید ۴۰ در پروژه‌های کوچک بیشتر استفاده می‌شود و گرید ۶۰ در پروژه‌های بزرگتر.

در استاندارد ASTM، میلگردها با علامت # نشان داده میشود و عدد بعد از آن تقسیم بر ۸، برابر قطر میلگرد بر حسب اینچ است. به عنوان مثال:

diameter of a #10 bar is 10×(1/8)=1.25 in.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ASTM Standard Bar Sizes and Areas

Bar	Diameter (in)	Diameter (cm)	Area (in^2)	Area (cm^2)
#3	0.375	0.95	0.11	0.71
#4	0.5	1.27	0.20	1.27
#5	0.625	1.59	0.31	1.98
#6	0.75	1.91	0.44	2.85
#7	0.875	2.22	0.60	3.88
#8	1	2.54	0.79	5.06
#9	1.125	2.86	0.99	6.41
#10	1.25	3.18	1.23	7.91
#11	1.375	3.49	1.48	9.58
#14	1.75	4.45	2.40	15.51
#18	2.25	5.72	3.97	25.64

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

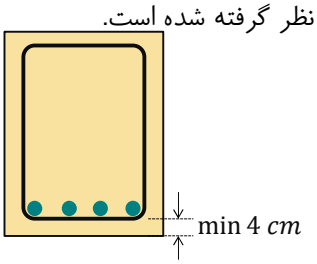
All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

Change

تغییر مقدار کاور میلگرد

* طبق ویرایش ۹۲ مبحث نهم، مقدار حداقل کاور میلگردها در شرایط محیطی متوسط برای تیرها و ستون‌ها ۴۵، برای دال‌ها و تیرچه‌ها ۳۰، برای دیوارها و پوسته‌ها ۲۵ و برای شالوده ۵۰ میلیمتر بود.

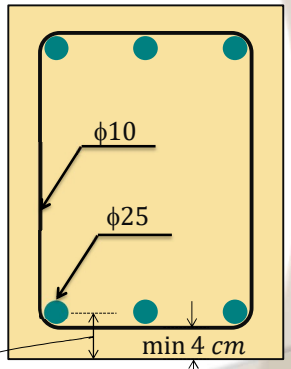
* طبق ویرایش ۹۹ مبحث نهم، مقدار حداقل کاور میلگردها برای بتن که در تماس با هوا و یا خاک نیست، برای تیرها، ستون‌ها، ستون پایه‌ها و اعضای کششی ۴۰ میلیمتر و برای دال‌ها، تیرچه‌ها و دیوارها (برای میلگردهای با قطر ۳۴ و کمتر) برابر ۲۰ میلیمتر در نظر گرفته شده است.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

شرایط محیطی سازه بتنی	نوع عضو	میلگردها	پوشش روی میلگردها، میلیمتر
بتن در تماس دائم با خاک است	تمام اعضا	تمام میلگردها	۷۵
بتن در تماس با هوا و یا تماس غیردائم با خاک است.	تمام اعضا	میلگردهای به قطر ۱۸ تا ۵۸ میلیمتر	۵۰
		میلگردها و سیم های 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 کمتر	۲۰
	تیرها، ستون‌ها، ستون‌های پایه‌ها و اعضای کششی	آرماتورهای طولی، خاموت ها، بست‌ها، دورپیچ‌ها و تنگ‌ها	۴۰

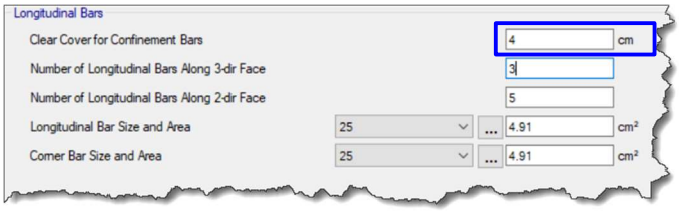


min 6.25 cm

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Define menu >Section Properties > Frame Sections



تعریف مقطع ستون

تعریف مقطع تیر

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۹ مبحث نهم: طبق بند ۹-۴-۹-۵-۲ برای گروه میلگردها، ضخامت پوشش بتنی روی آنها، نباید از کوچکترین دو مقدار (الف) و (ب) زیر کمتر باشد:

الف- قطر معادل گروه میلگردها؛

ب- ۷۵ میلیمتر برای مواردی که بتن بر روی خاک ریخته شده و با آن در تماس دائمی است؛ و ۵۰ میلی متر برای مواردی که بتن در تماس با خاک ریخته نشده است.

20.5.1.3.5 For bundled bars, specified concrete cover shall be at least the smaller of (a) and (b):

(a) The equivalent diameter of the bundle

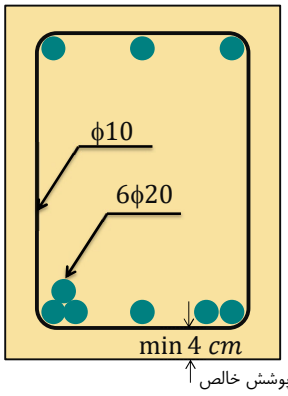
(b) 50 mm and for concrete cast against and permanently in contact with ground, the specified cover shall be 75 mm.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission. All rights reserved.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) مقدار کاور بتن چقدر باشد؟



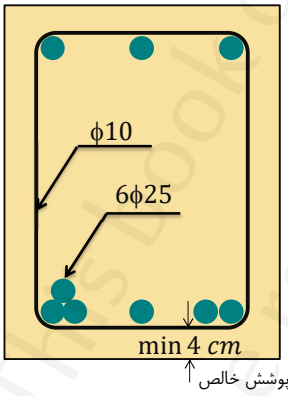
$$\text{Cover: min}\begin{cases}50\ mm\\ 3\times\dfrac{\pi\times 2^2}{4}=\dfrac{\pi\times d^2}{4}\end{cases}\rightarrow d=\sqrt{3\times 2^2}=3.46\ cm$$

بنابراین با احتساب ۱ سانتیمتر قطر خاموت، همان مقدار ۴ سانتیمتر کافی است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) مقدار کاور بتن چقدر باشد؟



$$\text{Cover: min}\begin{cases}50\ mm\\ 3\times\dfrac{\pi\times 2.5^2}{4}=\dfrac{\pi\times d^2}{4}\end{cases}\rightarrow d=\sqrt{3\times 2.5^2}=4.3\ cm$$

بنابراین با احتساب ۱ سانتیمتر قطر خاموت، همان مقدار ۴ سانتیمتر کافی است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

مراحل گام به گام ارزیابی مقاومت بتن ساخته شده:

مبحث نهم ویرایش ۹۲: اگر x_1، x_2 و x_3 نتایج سه نمونه برداری متوالی باشند:

گام یک: چنانچه تمام آزمایش‌ها مقاومت بیشتری از مقاومت فشاری مورد نظر در محاسبات داشتند، بتن قابل قبول تلقی می‌شود.

$$x_{min} = min(x_1, x_2, x_3) \geq f_c'$$

در صورت عدم تحقق رابطه فوق، گام دوم بررسی می‌شود.

گام دوم: اگر هر دو رابطه زیر همزمان برقرار باشند، بتن قابل قبول است:

$$x_m = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} \geq f_c' + 1.5\ Mpa$$

$$x_{min} \geq f_c' - 4\ MPa$$

در صورت عدم تحقق به گام سوم بروید.

گام سوم: اگر هر دو یا یکی از دو رابطه زیر برقرار باشد، بتن غیرقابل قبول شناخته می‌شود، در غیراینصورت بتن عدم پذیرش قطعی شناخته می‌شود:

$$x_{min} < f_c' - 4\ MPa$$

$$x_m = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} < f_c'$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مبحث نهم ویرایش ۹۹: طبق بند ۹-۲۲-۱۱-۳ داریم:

الف) نمونه گیری از بتن باید مطابق استاندارد ملی شماره‌ی ۱-۳۲۰۱ باشد. ساخت و عمل آوری آزمونه‌های بتنی در کارگاه باید مطابق استاندارد ملی شماره‌ی ۳۲۰۵ یا ۲-۱۶۰۸ و آزمایش آنها مطابق استاندارد ۳-۱۶۰۸ یا ۶۰۴۸ باشند.

ب) مقاومت فشاری بتن هنگامی قابل قبول است که شرایط (۱) و (۲) زیر برقرار باشند:

۱- میانگین مقاومت هر سه نمونه‌ی متوالی برابر یا بیشتر از f_c' باشد.

۲- مقاومت هیچ یک از نمونه‌ها کمتر از $0.9f_c'$ نباشد.

پ- در مواردی که تنها شرط زیر بند (۱) از بند "ب" بالا برآورده نشود، می‌توان بتن را از نظر سازه‌ای پذیرفت؛ ولی چنان چه شرط زیر بند (۲) از بند "ب" بالا برآورده نشود، باید اقداماتی به عمل آیند تا میانگین نتایج مقاومت در آزمایشهای بعدی افزایش یابد.

ت- در مواردی که شرط زیر بند (۲) از بند "ب" بالا برآورده نشود، باید الزامات بررسی نتایج بتن کم مقاومت، موضوع بند ۹-۲۲-۱۱-۴ به اجرا گذاشته شوند.

ث- در مواردی که از آزمونه‌های مکعبی به ابعاد ۱۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌متر برای تعیین مقاومت فشاری استفاده می‌شود، می‌توان طبق ضوابط ارایه شده در آئین نامه (آبا) این نتایج را به نتایج استوانه‌ای تبدیل نمود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

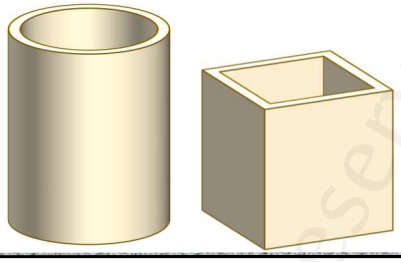
حذف نمونه های مکعبی برای بتن در مبحث نهم جدید

مبحث نهم ویرایش ۹۲: نمونه‌گیری از بتن با دو قالب استوانه‌ای و مکعبی انجام می‌شود. در نمونه استوانه‌ای ارتفاع، ۲ برابر قطر است. از نظر آیین‌نامه، نمونه استوانه‌ای 150x300 mm، استاندارد است.

نمونه‌های استوانه‌ای: 100x200 – 150x300 – 200x400 – 250x500 – 300x600

نمونه‌های مکعبی: 100 – 150 – 200 – 250 – 300

مبحث نهم ویرایش ۹۹: طبق بند ۹-۳-۳-۱ مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن، f'_c بر اساس آزمایش‌های ۲۸روزه بر روی حداقل دو نمونه‌ی استوانه‌ای به قطر ۱۵۰ و ارتفاع ۳۰۰ میلی‌متر یا حداقل سه نمونه‌ی استوانه‌ای به قطر ۱۰۰ و ارتفاع ۲۰۰ میلی‌متر تعیین شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

تبدیل مقاومت بین نمونه‌های مکعبی و استوانه‌ای:

برای تبدیل مقاومت نمونه‌های استوانه‌ای به یکدیگر از جدول زیر استفاده می‌شود:

a×2a	100×200	150×300	200×400	250×500	300×600
r_1	1.02	1.0	0.97	0.95	0.91

برای تبدیل مقاومت نمونه‌های مکعبی به یکدیگر نیز از جدول زیر استفاده می‌شود:

b	100	150	200	250	300
r_2	1.05	1.0	1.0	0.95	0.9

برای تبدیل مقاومت نمونه‌های مکعبی به بعد 200 mm به نمونه‌های استوانه‌ای استاندارد، از جدول زیر استفاده می‌شود:

مقاومت نمونه مکعبی (MPa)	≤25	30	35	40	45	50	55
r_3	1.25	1.2	1.17	1.14	1.13	1.11	1.1
مقاومت نمونه استوانه‌ای (MPa)	1.25	25	30	35	40	45	50

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

برای تبدیل مقاومت نمونه بتنی از روند زیر استفاده می‌شود:

- نمونه استوانه‌ای غیر استاندارد
- نمونه استوانه‌ای استاندارد 150x300
- نمونه مکعبی با بعد 200
- نمونه مکعبی با بعد دلخواه

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) در صورتی که مقاومت فشاری ۲۸ روزه یک نمونه مکعبی به ابعاد ۳۰۰ میلیمتر برابر 27 Mpa باشد، مقاومت ۲۸ روزه نظیر یک نمونه استوانه‌ای 250x500 چقدر است؟

۱) ابتدا نمونه مکعبی غیراستاندارد را به استاندارد تبدیل میکنیم. با استفاده از ضریب r_2 داریم:

$$\text{مقاومت نمونه مکعبی به بعد ۲۰۰ میلیمتر} = \frac{27}{0.90} = 30\ MPa$$

۲) تبدیل مقاومت مکعبی استاندارد ۲۰۰ به استوانه‌ای استاندارد: با استفاده از جدول برای مقاومت ۳۰ مگاپاسکال نمونه مکعبی، مقدار مقاومت استوانه‌ای استاندارد برابر ۲۵ مگاپاسکال است.

۳) تبدیل مقاومت استوانه‌ای استاندارد به نمونه استوانه‌ای 250x500: با استفاده از ضریب r_1 داریم:

$$\text{مقاومت نمونه استوانه‌ای 250x500} = 0.95 \times 25 = 23.75\ MPa$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) در صورتی که مقاومت فشاری ۲۸ روزه یک نمونه استوانه‌ای استاندارد ۳۵ مگاپاسکال است. مقاومت فشاری نمونه مکعبی به ابعاد ۲۵۰ میلیمتر چقدر است؟

۱) ابتدا نمونه استوانه‌ای استاندارد را به مکعبی با بعد ۲۰۰ تبدیل میکنیم. با استفاده از ضریب r_3 یا جدول مربوطه، مقدار مقاومت نمونه مکعبی با بعد ۲۰۰ برابر ۴۰ مگاپاسکال خواهد شد.

۲) تبدیل مقاومت مکعبی استاندارد ۲۰۰ به مکعبی با بعد ۲۵۰ میلیمتر: با استفاده از ضریب r_2 داریم:

مقاومت نمونه مکعبی به بعد ۲۵۰ میلیمتر $= 0.95 \times 40 = 38\ MPa$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

حذف تاثیر نوع سیمان بر مقاومت فشاری بتن در ویرایش جدید

مبحث نهم ویرایش ۹۲: سیمان نوع ۱ در سن ۲۸ روز به عنوان مبنا قرار می‌گیرد:

نوع سیمان	مقاومت فشاری			
	۱ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه	۹۰ روزه
سیمان نوع I	0.3	0.66	1.0	1.2
سیمان نوع II	0.23	0.56	0.9	1.2
سیمان نوع III	0.57	0.79	1.1	1.2
سیمان نوع IV	0.17	0.43	0.75	1.2
سیمان نوع V	0.2	0.5	0.85	1.2

مثلا با استفاده از جدول فوق، مقاومت ۷ روزه بتن ساخته شده از سیمان نوع ۲ حدود **0.56** برابر مقاومت ۲۸ روزه بتن با سیمان نوع ۱ در سن ۲۸ روز است.

مقاومت ۹۰ روزه بتن برای تمام بتن‌ها **1.2** برابر مقاومت بتن با سیمان نوع یک است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved
This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) مقاومت ۷ روزه بتن ساخته شده با سیمان نوع ۲، حدوداً چند برابر مقاومت ۷ روزه بتن ساخته شده با سیمان نوع پنج است؟

$$= \frac{0.56}{0.5} = 1.12$$

مثال) مقاومت فشاری ۲۸ روزه یک نمونه با سیمان نوع ۲ برابر ۲۵ مگاپاسکال است. اگر بخواهیم پس از گذشت یک روز از زمان بتن ریزی به مقاومت ۱۵ مگاپاسکال برسیم، باید از چه نوع سیمانی استفاده شود؟

ابتدا به مقاومت سیمان نوع ۱ تبدیل میشود:

$$= \frac{25}{0.9} = 27.7$$

حال اگر از سیمان نوع ۳ استفاده شود، برای یک روزه داریم:

$$27.7 \times 0.57 = 15.8 > 15\ MPa \quad Ok$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

تواتر نمونه برداری از میلگرد مصرفی (تفاوت خاصی ایجاد نشده)

مبحث نهم ویرایش ۹۲: طبق بند ۹-۱۰-۷-۱ تعداد و تواتر نمونه‌ها باید به گونه‌ای باشد که نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی آن‌ها معرف کیفیت کل آرماتور مصرفی و حداقل به میزان ذکر شده در سه بند زیر باشند:

الف) به ازای هر ۵۰ تن وزن میلگرد و کسر آن یک سری نمونه

ب) از هر قطر یک سری نمونه

پ) از هر نوع فولاد یک سری نمونه

مبحث نهم ویرایش ۹۹: طبق بند ۹-۲۲-۱۲-۱-۱ تعداد و تواتر نمونه‌ها باید به گونه‌ای باشند که نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی آنها معرف کیفیت کل آرماتورها باشند. هر سری نمونه‌ی آزمایشی تعداد ۵ آزمونه را در بر می‌گیرد. تواتر نمونه برداری حداقل برابر مقادیری است که در بندهای (الف) تا (پ) زیر آورده شده‌اند:

الف- به ازای هر ۵۰۰ کیلو نیوتن وزن و کسر آن یک سری،

ب- از هر قطر یک سری،

پ- از هر نوع فولاد یک سری

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

مشخصات هندسی میلگردها (تفاوتی وجود ندارد)

مبحث نهم ویرایش ۹۲: قطر اسمی میلگردهای ساده یا آجدار، از رابطه زیر به دست می آید:

$$d_b = 2\sqrt{\frac{M}{0.00785\pi L}}$$

که L طول یک قطعه میلگرد، بر حسب میلیمتر و M جرم یک قطعه میلگرد بر حسب گرم است

جدول ۹-۱۰-۲۰ ضوابط و الزامات قطرهای: اسمی، زمینه و خارجی انواع میلگردها

قطر اسمی میلگردهای ۳۴۰ (d_b) (mm)	میلگردهای S۳۴۰ و S۴۰۰ (با آج دوکی)			میلگردهای S۳۴۰ و S۴۰۰ (با آج یکنواخت)			میلگردهای S۵۰۰ (با آج دوکی)		
	قطر اسمی (d_b) (mm)	قطر زمینه (d_1) (mm)	حداکثر ارتفاع برجستگی طولی (mm)	قطر اسمی (d_b) (mm)	قطر زمینه (d_1) (mm)	قطر خارجی (d_2) (mm)	قطر اسمی (d_b) (mm)	قطر زمینه (d_1) (mm)	قطر خارجی در بلندترین نقطه آج عرضی و یا آج طولی (d_2) (mm)
۶	۶	۵/۷۰	۰/۶	۶	۵/۷۵	۶/۷۵	-	-	-
۸	۸	۷/۶۰	۰/۸	۸	۷/۵۰	۹/۰۰	-	-	-
۱۰	۱۰	۹/۵۰	۱/۰	۱۰	۹/۳۰	۱۱/۳۰	-	-	-
۱۲	۱۲	۱۱/۴۰	۱/۲	۱۲	۱۱/۰۰	۱۳/۵۰	-	-	-
۱۴	۱۴	۱۳/۴۰	۱/۴	۱۴	۱۳/۰۰	۱۵/۵۰	۱۴	۱۳/۲۰	۱۵/۷۰
۱۶	۱۶	۱۵/۳۰	۱/۶	۱۶	۱۵/۰۰	۱۸/۰۰	۱۶	۱۵/۲۰	۱۸/۲۰
۱۸	۱۸	۱۷/۳۰	۱/۸	۱۸	۱۷/۰۰	۲۰/۰۰	۱۸	۱۷/۲۰	۲۰/۲۰
۲۰	۲۰	۱۹/۲۰	۲/۰	۲۰	۱۹/۰۰	۲۲/۰۰	۲۰	۱۹/۲۰	۲۲/۲۰
۲۲	۲۲	۲۱/۲۰	۲/۲	۲۲	۲۱/۰۰	۲۴/۰۰	۲۲	۲۱/۲۰	۲۴/۲۰
۲۵	۲۵	۲۴/۰۳	۲/۵	۲۵	۲۴/۰۰	۲۷/۰۰	۲۵	۲۴/۲۰	۲۷/۲۰
۲۸	۲۸	۲۶/۹۰	۲/۸	۲۸	۲۶/۵۰	۳۰/۵۰	۲۸	۲۶/۸۰	۳۰/۸۰
۳۲	۳۲	۳۰/۷۸	۳/۲	۳۲	۳۰/۵۰	۳۴/۵۰	-	-	-
۳۶	۳۶	۳۴/۸۰	۳/۶	۳۶	۳۴/۵۰	۳۹/۵۰	-	-	-
۴۰	۴۰	۳۸/۵۰	۴/۰	۴۰	۳۸/۵۰	۴۳/۵۰	-	-	-

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مبحث نهم ویرایش ۹۹: ۹-۲۲-۱۲-۲ الزامات قطر اسمی انواع میلگردهای ساده و آجدار، قطر زمینه میلگردهای آجدار بدون در نظر گرفتن آج آنها، d_1 و قطر خارجی میلگردهای آجدار با احتساب کامل آج آنها، d_2 بر اساس استاندارد مطابق جدول ۹-۲۲-۷ می‌باشند.

جدول ۹-۲۲-۷ ضوابط و الزامات قطرهای اسمی، زمینه و خارجی انواع میلگردها

قطر اسمی میلگردهای S۳۴۰، d_b میلی متر	میلگردهای S۳۴۰ و S۴۰۰ (با آج دوکی)			میلگردهای S۳۴۰ و S۴۰۰ (با آج یکنواخت)			میلگردهای S۵۰۰ (با آج دوکی)		
	قطر اسمی d_b، میلی متر	قطر زمینه d_1، میلی متر	حداکثر ارتفاع برجستگی طولی، میلی متر	قطر اسمی d_b، میلی متر	قطر زمینه d_1، میلی متر	قطر خارجی d_2، میلی متر	قطر اسمی d_b، میلی‌متر	قطر زمینه d_1، میلی متر	قطر خارجی در بلندترین نقطه‌ی آج عرضی و یا آج طولی d_2، میلی متر
۶	۶	۵/۷۰	۰/۶	۶	۵/۷۵	۶/۷۵	-	-	-
۸	۸	۷/۶۰	۰/۸	۸	۷/۵۰	۹/۰۰	-	-	-
۱۰	۱۰	۹/۵۰	۱/۰	۱۰	۹/۳۰	۱۱/۳۰	-	-	-
۱۲	۱۲	۱۱/۴۰	۱/۲	۱۲	۱۱/۰۰	۱۳/۵۰	-	-	-
۱۴	۱۴	۱۳/۴۰	۱/۴	۱۴	۱۳/۰۰	۱۵/۵۰	۱۴	۱۳/۲۰	۱۵/۷۰
۱۶	۱۶	۱۵/۳۰	۱/۶	۱۶	۱۵/۰۰	۱۸/۰۰	۱۶	۱۵/۲۰	۱۸/۲۰
۱۸	۱۸	۱۷/۳۰	۱/۸	۱۸	۱۷/۰۰	۲۰/۰۰	۱۸	۱۷/۲۰	۲۰/۲۰
۲۰	۲۰	۱۹/۲۰	۲/۰	۲۰	۱۹/۰۰	۲۲/۰۰	۲۰	۱۹/۲۰	۲۲/۲۰
۲۲	۲۲	۲۱/۲۰	۲/۲	۲۲	۲۱/۰۰	۲۴/۰۰	۲۲	۲۱/۲۰	۲۴/۲۰
۲۵	۲۵	۲۴/۰۳	۲/۵	۲۵	۲۴/۰۰	۲۷/۰۰	۲۵	۲۴/۲۰	۲۷/۲۰
۲۸	۲۸	۲۶/۹۰	۲/۸	۲۸	۲۶/۵۰	۳۰/۵۰	۲۸	۲۶/۸۰	۳۰/۸۰
۳۲	۳۲	۳۰/۷۸	۳/۲	۳۲	۳۰/۵۰	۳۴/۵۰	-	-	-
۳۶	۳۶	۳۴/۸۰	۳/۶	۳۶	۳۴/۵۰	۳۹/۵۰	-	-	-
۴۰	۴۰	۳۸/۵۰	۴/۰	۴۰	۳۸/۵۰	۴۳/۵۰	-	-	-

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

ضوابط پذیرش میلگردها

مبحث نهم ویرایش ۹۲: میلگردها زمانی از نظر مکانیکی قابل قبول هستند که یکی از شرایط (۱) یا (۲) و بطور همزمان همه شرایط بندهای (۳) تا (۵) را برآورده نمایند.

شرط ۱) در تمامی ۵ آزمونه میلگرد انتخابی باید رابطه زیر برقرار باشد:

$$\underbrace{\left(f_{y,obs}\right)_i}_{} \geq \underbrace{f_{yk}}_{} \qquad i = 1 \dots 5 \qquad (1)$$

مقاومت مشخصه میلگردهای فولادی یا همان تنش تسلیم طراحی (Mpa).

تنش تسلیمی که در آزمایش کشش بر روی میلگردهای مصرفی مورد نظر عملا بدست آمده است (Mpa).

صفحه ۶۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

شرط ۲) در صورتی که تمام یا بخشی از شرط (۱) برآورده نشود، ۵ آزمونه دیگر انتخاب شده و نتایج ۱۰ آزمونه مذکور در شرط (۱) و (۲) باید در رابطه (۲) صدق کند:

$$f_{y,obs,m} \geq f_{yk} + 0.6\underbrace{s}_{} \qquad (2)$$

انحراف معیار برای آزمونه‌های میلگرد.

$$f_{y,obs,m} = \frac{\sum_{i=1}^{10}\left(f_{y,obs}\right)_i}{10} \qquad (3)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10}\left[\left(f_{y,obs,m}\right) - \left(f_{y,obs}\right)_i\right]^2}{9}} \qquad (4)$$

صفحه ۶۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

شرط ۳) در هر یک از آزمونه‌های مذکور در شرط (۱) و (۲) باید تمامی روابط زیر برقرار باشد:

$$\underbrace{f_{su}}_{\text{تنش نهایی طراحی (Mpa)}} \geq 1.18\left(f_{y,obs}\right)_i \qquad (5)$$

$$\left(f_{su,obs}\right)_i \geq 1.25 f_{yk} \qquad (6)$$

$$\left|\left(f_{y,obs}\right)_i - f_{yk}\right| \leq 125\ MPa \qquad (7)$$

$$\left(f_{su,obs}\right)_i \geq 1.25\left(f_{y,obs}\right)_i \qquad (8)$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

شرط ۴) به عنوان ضابطه شکل پذیری، کرنش دو طول معیار، یکی به طول ۱۰ برابر و دیگری به طول ۵ برابر قطر میلگرد باید حداقل برابر مقادیر مندرج در جدول زیر باشد:

حداقل مجاز ازدیاد طول نسبی میلگردهای فولادی در آزمایش کشش

	S240	S340	S400	S500
حداقل مقدار مجاز ε_{10}	0.18	0.15	0.12	0.08
حداقل مقدار مجاز ε_5	0.25	0.18	0.16	0.1

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission. All rights reserved.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

شرط ۵) به عنوان ضابطه شکل پذیری، میلگردها باید با مشخصات و اندازه‌های مندرج در جدول زیر، تحت آزمون خمش قرار گیرند.

زاویه خمش و نسبت قطر خمش به قطر اسمی میلگردها در آزمایش خمش

رده	زاویه خمش (درجه)		نسبت قطر فک خمش به قطر اسمی میلگرد
	خمش سرد	خمش مجدد	
S240	180	90	2
S340	180	90	3
S400	180	90	5
S500	90	90	6

آزمون خمش به دو صورت خمش سرد و خمش مجدد صورت می‌گیرد. آزمون خمش سرد بر روی نمونه‌هایی با طول حداقل ۲۵ سانتیمتر که مستقیما از خط تولید به دست آمده و هیچ گونه عملیات مکانیکی (از جمله تراشکاری) بر روی آن اعمال نشده است انجام می‌شود. در آزمون خمش مجدد، نمونه‌های آزمون که مشابه نمونه‌های خمش سرد است به میزان ۹۰ درجه در دمای محیط خم و سپس نمونه به مدت حداقل نیم ساعت تا دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس گرم می‌شود. پس از آنکه نمونه سرد شده و به دمای محیط رسید آن را با نیروی پیوسته و یکنواخت به میزان ۲۰ درجه بر می‌گردانند. میلگرد زمانی از نظر هریک از آزمون‌های خمش قابل قبول تلقی می‌شود که پس از خمش، هیچ گونه ترک شکستگی یا سایر عیوب (مطابق استانداردهای ملی مربوطه) در آن ایجاد نگردد و مشاهده نشود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مبحث نهم ویرایش ۹۹: طبق بند ۹-۲۲-۱۲-۳-۱: مقاومت آرماتورها

الف) مقاومت تسلیم مشخصه‌ی آرماتور، f_y و مقاومت گسیختگی مشخصه‌ی آن، f_{su} در صورتی قابل قبول هستند که نتایج آزمایش‌ها ضوابط (ب) و (پ) زیر را تامین نمایند.

ب) مقاومت تسلیم هر یک از ۵ آزمونه بزرگتر یا مساوی مقاومت مشخصه‌ی تسلیم باشد.

$$\underbrace{(f_{y,obs})_i}_{\text{تنش تسلیمی که در آزمایش کشش بر روی میلگردهای مصرفی مورد نظر عملا بدست آمده است (Mpa).}} \geq \underbrace{f_y}_{\text{مقاومت مشخصه میلگردهای فولادی یا همان تنش تسلیم طراحی (Mpa).}} \qquad i = 1 \dots 5 \qquad (1)$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

چنان چه تمام یا قسمتی از رابطه‌ی فوق تامین نشوند، باید یک سری نمونه‌ی دیگر انتخاب و نتایج ۱۰ آزمونه‌ی این دو سری رابطه‌ی زیر را تامین نمایند:

$$f_{y,obs,m} \geq f_{yk} + 0.6s \qquad (2)$$

انحراف معیار برای آزمونه‌های میلگرد.

$$f_{y,obs,m} = \frac{\sum_{i=1}^{10}\left(f_{y,obs}\right)_i}{10} \qquad (3)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10}\left[\left(f_{y,obs,m}\right) - \left(f_{y,obs}\right)_i\right]^2}{9}} \qquad (4)$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

در هر یک از دو حالت مذکور در بند "ب" فوق، باید تمامی روابط زیر برقرار باشند:

$$\left(f_{su,obs}\right)_i \geq 1.25 f_y \qquad (5)$$

$$\left|\left(f_{y,obs}\right)_i - f_{yk}\right| \leq 125\ MPa \qquad (6)$$

$$\left(f_{su,obs}\right)_i \geq 1.25\left(f_{y,obs}\right)_i \qquad (7)$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

۹-۲۲-۱۲-۳-۲ کرنش گسیختگی آرماتورها، به عنوان ضابطه‌ی شکل پذیری آنها، در دو طول آزمون A10 و A5، به ترتیب مساوی ۱۰ و ۵ برابر قطر آرماتور، ε_{10} و ε_5 باید حداقل برابر با مقادیر مندرج در جدول ۹-۲۲-۸ باشد. برای آرماتورهای طولی واقع در قاب‌ها و یا دیوارهای ویژه ضوابط بند ۹-۴-۸-۹(پ) باید برآورده شود.

جدول ۹-۲۲-۸ حداقل کرنش گسیختگی آرماتورها در آزمایش کشش

	S240	S340	S400	S500
حداقل مقدار مجاز ε_{10}	0.18	0.15	0.12	0.08
حداقل مقدار مجاز ε_5	0.25	0.18	0.16	0.1

۹-۴-۸-۹پ: حداقل درصد ازدیاد طول گسیختگی در طول آزمون ۲۰۰ میلی‌متری برای آرماتورهای به قطر ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر برابر با ۱۴ درصد، برای آرماتورهای به قطر ۲۲ تا ۳۵ میلی‌متر برابر ۱۲ درصد، و برای آرماتورهای به قطر بزرگتر از ۳۵ میلی‌متر و تا ۵۷ میلی‌متر برابر ۱۰درصد باشد

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

۹-۲۲-۱۲-۳-۳ آزمایش خم کردن آرماتور

الف- آزمایش خم کردن آرماتورها به عنوان ضابطه‌ی دیگری برای شکل پذیری انجام می‌شود؛ و در آن، آرماتورها به دور یک فک خمشی به اندازه‌ی زاویه‌ای خاص خم می‌شوند. در این آزمون درروبه‌ی خارجی آرماتور نباید هیچ گونه ترک، شکستگی، یا عیب دیگری مشاهده شود.

رده	زاویه خمش (درجه)		نسبت قطر فک خمش به قطر اسمی میلگرد
	خمش سرد	خمش مجدد	
S240	180	90	2
S340	180	90	3
S400	180	90	5
S500	90	90	5

آزمون خمش به دو صورت خمش سرد و خمش مجدد صورت می‌گیرد. آزمون خمش سرد بر روی نمونه‌هایی با طول حداقل ۲۵ سانتیمتر که مستقیما از خط تولید به دست آمده و هیچ گونه عملیات مکانیکی (از جمله تراشکاری) بر روی آن اعمال نشده است انجام می‌شود. در آزمون خمش مجدد، نمونه‌های آزمون که مشابه نمونه‌های خمش سرد است به میزان ۹۰ درجه در دمای محیط خم و سپس نمونه به مدت حداقل نیم ساعت تا دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس گرم می‌شود. پس از آنکه نمونه سرد شده و به دمای محیط رسید آن را با نیروی پیوسته و یکنواخت به میزان ۲۰ درجه بر می‌گردانند. میلگرد زمانی از نظر هریک از آزمون‌های خمش قابل قبول تلقی می‌شود که پس از خمش، هیچ گونه ترک شکستگی یا سایر عیوب (مطابق استانداردهای ملی مربوطه) در آن ایجاد نگردد و مشاهده نشود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

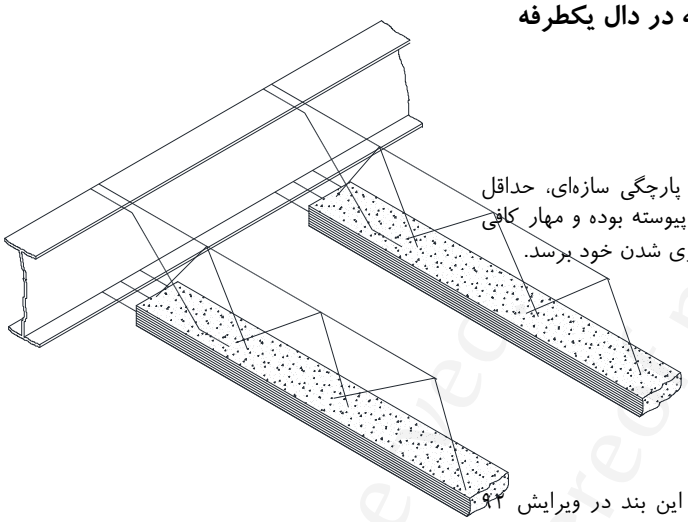
Change

لزوم مهار میلگرد پایینی تیرچه در دال یکطرفه

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۱۱-۷ سیستم تیرچه‌ی یکطرفه

۹-۱۱-۷-۲-۳ به منظور تأمین یک پارچگی سازه‌ای، حداقل یک آرماتور در پایین هر تیرچه باید پیوسته بوده و مهار کافی داشته باشد تا در تکیه‌گاه به تنش جاری شدن خود برسد.



ویرایش ۹۲ مبحث نهم: معادل این بند در ویرایش ۹۲ وجود ندارد.

نحوه اتصال تیرچه به تیر اصلی

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

حذف دیوار برشی با شکل پذیری متوسط

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۲۰-۲-۱-۲ سیستم‌های سازه‌ای که به عنوان بخشی از سیستم باربر جانبی در نظر گرفته می‌شوند، باید یکی از سیستم‌های توصیه شده در مقررات ملی ساختمان باشند. در این سیستم‌ها باید ضوابط عنوان شده در جدول ۹-۲۰-۱ رعایت شوند.

جدول ۹-۲۰-۱ ضوابط مربوط به سطوح شکل پذیری سیستم‌های بتن‌آرمه

نوع سیستم	سطوح شکل پذیری		
	کم (معمولی)	متوسط	زیاد (ویژه)
قاب های خمشی	بند ۹-۲۰-۴	بند ۹-۲۰-۵	بند ۹-۲۰-۶
دیوارهای سازه‌ای	بند ۹-۲۰-۴	-	بند ۹-۲۰-۷
دیافراگم و خرپا	-	بند ۹-۲۰-۸	بند ۹-۲۰-۸
شالوده	بند ۹-۲۰-۹		

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: دیوار برشی متوسط وجود داشت.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

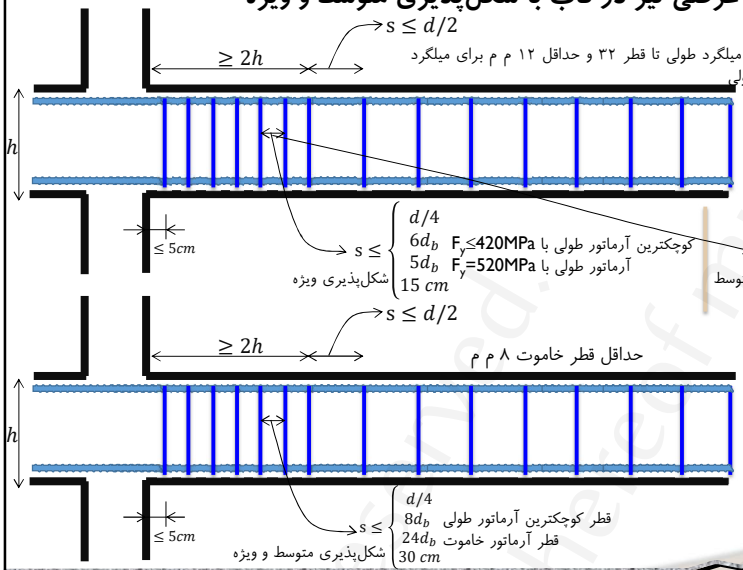
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

Change

حداقل ضوابط آرماتورهای عرضی تیر در قاب با شکل‌پذیری متوسط و ویژه

در قاب متوسط: حداقل قطر خاموت ۸ م م

در قاب ویژه: حداقل قطر خاموت ۱۰ م م برای میلگرد طولی تا قطر ۳۲ و حداقل ۱۲ م م برای میلگرد طولی به قطر ۳۴ و بیشتر و یا گروه میلگردهای طولی



* ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

* ویرایش ۹۲ مبحث نهم

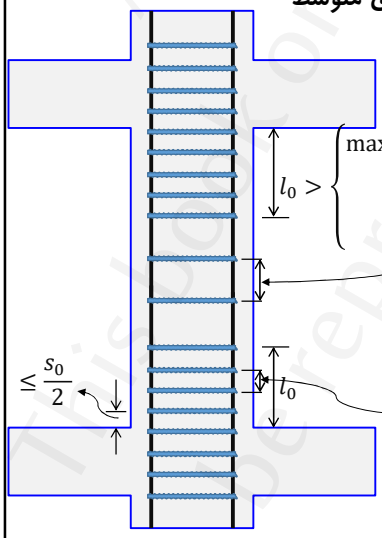
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

Change

حداقل ضوابط آرماتورهای عرضی ستون در قاب با شکل‌پذیری متوسط

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:



حداقل قطر آرماتور عرضی ستون ۱۰ م م

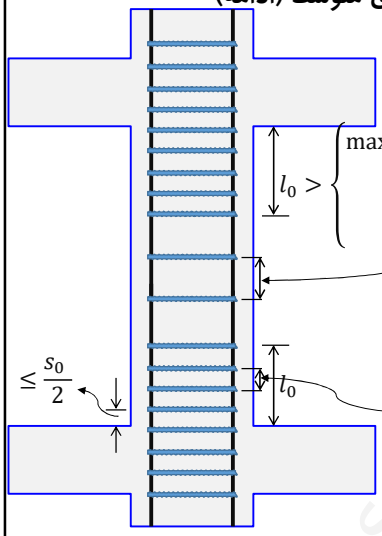
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

حداقل ضوابط آرماتورهای عرضی ستون در قاب با شکل‌پذیری متوسط (ادامه)

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

حداقل قطر آرماتور عرضی ستون برابر ۸ میلیمتر یا یک سوم قطر میلگرد طولی ستون

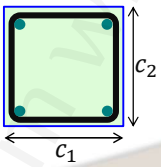


$$l_0 > \begin{cases} \max(C_1 \text{ or } C_2) \\ \frac{1}{6}\, l_n \\ 45\ cm \end{cases}$$

$$s \le \begin{cases} min(c_1 or c_2) \\ 12d_b \text{ آرماتور طولی} \\ 36d_b \text{ آرماتور خاموت} \\ 25\ cm \end{cases}$$

$$\le \frac{s_0}{2}$$

$$s_0 \le \begin{cases} min\left(\frac{c_1}{2} \text{ or } \frac{c_2}{2}\right) \\ 8d_b \text{ کوچکترین آرماتور طولی} \\ 24d_b \text{ آرماتور خاموت} \\ 30\ cm \end{cases}$$



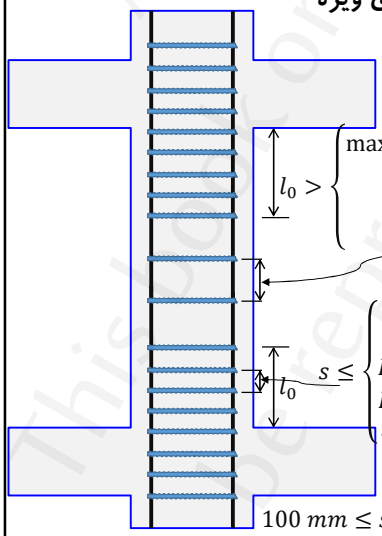
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

حداقل ضوابط آرماتورهای عرضی ستون در قاب با شکل‌پذیری ویژه

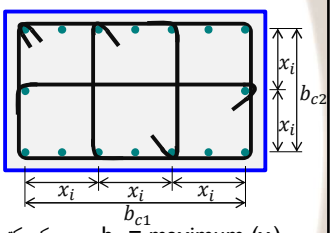
ویرایش ۹۹ مبحث نهم:



حداقل قطر آرماتور عرضی ستون = $\begin{cases} \text{اگر قطر آرماتور طولی کمتر مساوی ۳۲ باشد } \varnothing 10 \\ \text{اگر قطر آرماتور طولی بیشتر مساوی ۳۴ باشد } \varnothing 12 \end{cases}$

$$l_0 > \begin{cases} \max(C_1 \text{ or } C_2) \\ \frac{1}{6}\, l_n \\ 45\ cm \end{cases}$$

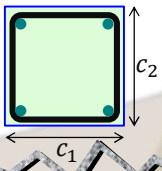
$$s \le \begin{cases} F_y \le 420\ Mpa \begin{cases} 6d_b \\ 15cm \end{cases} \\ F_y = 520\ Mpa \begin{cases} 5d_b \\ 15cm \end{cases} \end{cases}$$



h_x = maximum (x_i)

$$s \le \begin{cases} min\left(\frac{c_1}{4} \text{ or } \frac{c_2}{4}\right) \\ F_y \le 420\ Mpa \rightarrow 6d_b \text{ کوچکترین آرماتور طولی} \\ F_y = 520\ Mpa \rightarrow 5d_b \text{ کوچکترین آرماتور طولی} \\ s_0 \end{cases}$$

$$100\ mm \le s_0 = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3}\right) \le 150\ mm$$



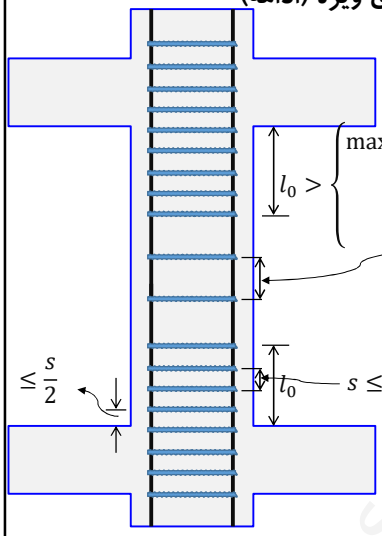
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

حداقل ضوابط آرماتورهای عرضی ستون در قاب با شکل‌پذیری ویژه (ادامه)

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

حداقل قطر آرماتور عرضی ستون برابر ۸ میلیمتر یا یک سوم قطر میلگرد طولی ستون



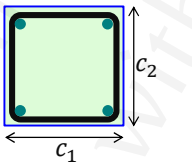
$$l_0 > \begin{cases} \max(C_1 \text{ or } C_2) \\ \frac{1}{6}\, l_n \\ 45\ cm \end{cases}$$

$$s \le \begin{cases} min\left(\frac{c_1}{2} \text{ or } \frac{c_2}{2}\right) \\ 6d_b \text{ آرماتور طولی} \\ 20\ cm \end{cases}$$

$$\le \frac{s}{2}$$

$$l_0$$

$$s \le \begin{cases} min\left(\frac{c_1}{4} \text{ or } \frac{c_2}{4}\right) \\ 6d_b \text{ کوچکترین آرماتور طولی} \\ 12.5\ cm \end{cases}$$



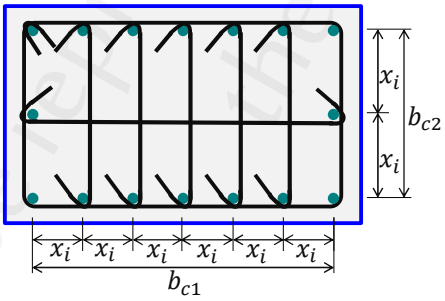
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

تشدید محصور شدگی برای ستون پرفشار

ویرایش ۹۹ مبحث نهم: طبق بند ۹-۲۰-۶-۳-۳-۲ج، در مواردی که در ستون‌ها از دورگیرهای با خطوط مستقیم استفاده شده و $P_u > 0.3A_g f_c'$ و یا $f_c' \ge 70\ MPa$ است، کلیه‌ی آرماتورهای تکی و یا گروه آرماتورهای طولی در پیرامون هسته‌ی ستون باید به گوشه‌های دورگیرها و یا یک قلاب لرزه‌ای متکی بوده و مقدار h_x از ۲۰۰ میلی‌متر بیشتر نشود. مقدار P_u بزرگ‌ترین نیروی محوری فشاری در ترکیب‌های بارگذاری است که شامل زلزله هستند.



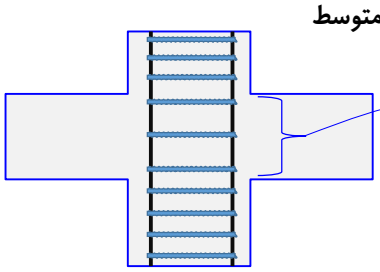
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

Change

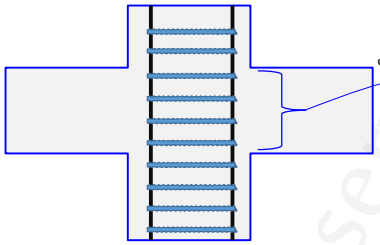
فاصله آرماتور عرضی در ناحیه چشمه اتصال قاب خمشی متوسط

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:



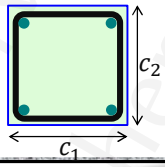
مقدار آرماتور عرضی نباید کمتر از دو سوم مقدار آرماتور عرضی در ناحیه L_0 ستون باشد. همچنین فاصله سفره‌های این آرماتورها از یکدیگر نباید بیشتر از یک و نیم برابر فاصله سفره‌های نظیر در ناحیه L_0 اختیار شود.

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:



مشابه ناحیه بحرانی ستون

$$s \le \begin{cases} \min\left(\frac{c_1}{2} \text{ or } \frac{c_2}{2}\right) \\ F_y \le 420\ Mpa \begin{cases} 8d_b \text{ آرماتور طولی} \\ 20cm \end{cases} \\ F_y \ge 520\ Mpa \begin{cases} 6d_b \text{ آرماتور طولی} \\ 15cm \end{cases} \end{cases}$$



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

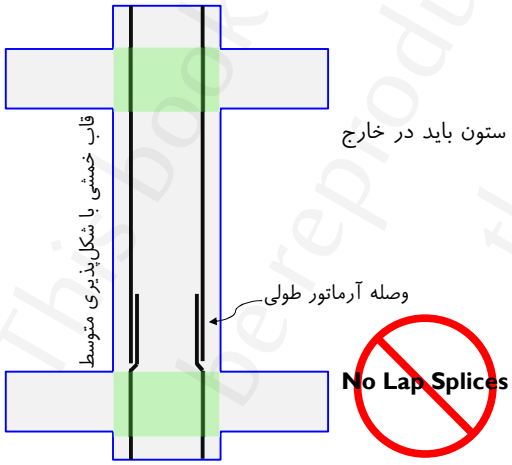
Change

محل وصله آرماتور طولی ستون قاب خمشی متوسط

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: هیچ توصیه‌ای در این زمینه ندارد.

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

طبق بند ۹-۲۰-۵-۳-۲-۲، محل وصله آرماتورهای طولی ستون باید در خارج از ناحیه اتصال تیر به ستون باشد.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

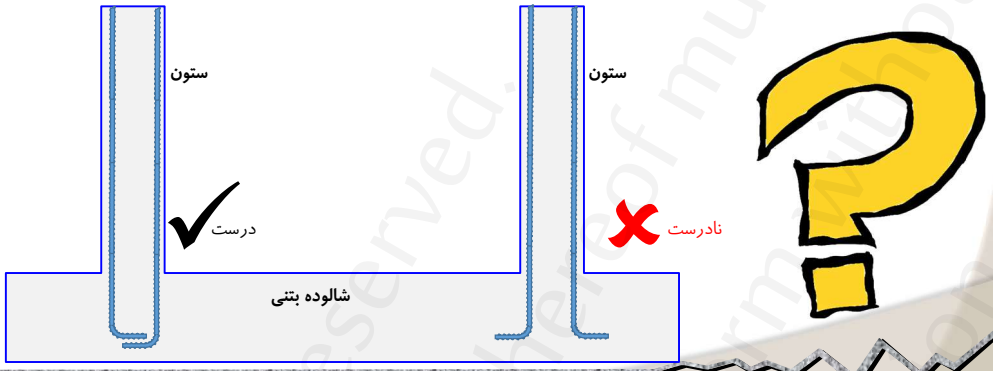
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

الزام خم میلگرد طولی ستون در پی به سمت مرکز ستون در قاب ویژه و متوسط

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: هیچ توصیه‌ای در این زمینه ندارد.

ویرایش ۹۹ مبحث نهم: طبق بند ۹-۲۰-۹-۲-۳، در ستون‌هایی که برای اتصال گیردار به شالوده طراحی شده‌اند، در صورت نیاز به مهاری قلابدار، انتهای آرماتورهای طولی تعبیه شده برای تحمل خمش باید دارای قلاب‌های با خم ۹۰ درجه رو بطرف مرکز ستون در نزدیک قسمت تحتانی شالوده باشند.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

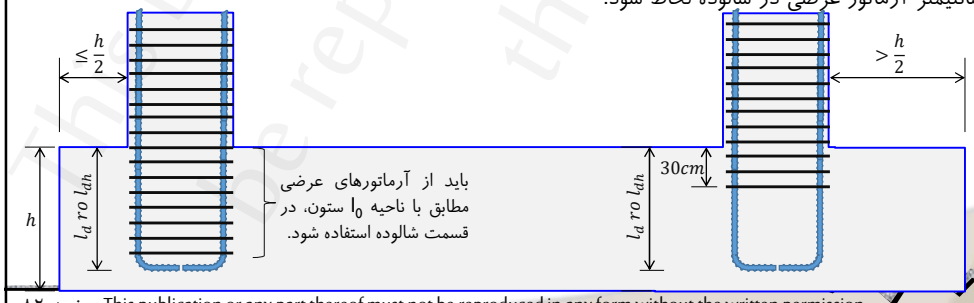
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

الزام امتداد آرماتورهای عرضی ستون گوشه در شالوده و در قاب ویژه و متوسط

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: طبق بند ۹-۲۳-۳-۲-۷، در محل اتصال ستون به شالوده، آرماتور طولی ستون که به داخل شالوده برده شده است باید در طول حداقل برابر با ۳۰۰ میلیمتر با آرماتور عرضی تقویت گردد.

ویرایش ۹۹ مبحث نهم: طبق بند ۹-۲۰-۹-۲-۴، در ستون‌ها یا اجزاء لبه دیوارهای سازه‌ای ویژه که فاصله لبه آنها از لبه شالوده از نصف ضخامت شالوده کمتر باشد، باید از آرماتورهای عرضی مطابق با ناحیه l_0 ستون، در قسمت شالوده استفاده شود. این آرماتورها باید از روی شالوده به اندازه طول مهاری آرماتورهای طولی ستون و یا جزء لبه دیوار برشی ویژه که برای تنش f_y محاسبه شده است، در درون شالوده ادامه یابند. همچنین برای بقیه ستون‌ها به اندازه ۳۰ سانتیمتر آرماتور عرضی در شالوده لحاظ شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

تغییر الزامات طول گیرایی آرماتور در کشش

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

$$l_d = \left[\frac{\psi_t \psi_e \psi_s \psi_g}{\lambda\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b}\right)} \times \frac{0.9 f_y}{\sqrt{f_c'}}\right] d_b > 30\ cm$$

مقدار ψ_t (ضریب موقعیت میلگردها) برای میلگردهای افقی که حداقل ۳۰ سانتیمتر بتن تازه در زیر آنها، در ناحیه طول گیرایی، ریخته می‌شود برابر 1.3 و برای سایر میلگردها برابر یک است.

مقدار ψ_e یا ضریب اندود میلگرد، برای میلگردهای با اندود اپوکسی یا با اندود دو گانه‌ی اپوکسی و روی، با پوشش بتن کمتر از سه برابر قطر میلگرد، و یا فاصله‌ی آزاد بین میلگردها کمتر از شش برابر قطر میلگرد برابر 1.5، برای سایر میلگردهایی که با ماده اپوکسی اندود شده‌اند برابر 1.2 و برای میلگردهایی که اندود اپوکسی نشده‌اند برابر یک است.

مقدار ψ_s یا ضریب قطر میلگرد برای میلگردهای با قطر کمتر از ۲۰ میلیمتر برابر 0.8 و برای میلگردهای با قطر برابر یا بیش از ۲۰ میلیمتر برابر یک است.

مقدار ψ_g یا ضریب رده میلگرد برای میلگردهای S500 و S520 برابر 1.15 و برای سایر میلگردها برابر یک در نظر گرفته می‌شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مقدار جمله محصور شدگی رابطه یا $\frac{c_b+k_{tr}}{d_b}$ نباید بیشتر از 2.5 در نظر گرفته شود. همچنین

$$k_{tr} = \frac{40 A_{tr}}{sn}$$

که در آن A_{tr} سطح مقطع کل آرماتورهای عرضی قرار گرفته با فاصله s از یکدیگر در امتداد عمود بر سفره میلگردهایی که مهار یا وصله می‌شوند. همچنین n تعداد میلگردهایی است که در یک محل وصله یا مهار می‌شوند. همچنین c_b کوچکترین فاصله‌ی مرکز میلگرد یا سیمی که مهار می‌شود تا نزدیکترین رویه‌ی بتن، و یا نصف فاصلهی مرکز تا مرکز میلگردها و یا سیم‌هایی که مهار می‌شوند، است.

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

$$l_d = \left[\frac{\alpha \beta \gamma \lambda}{\left(\frac{c + k_{tr}}{d_b}\right)} \times \frac{0.86 f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}}\right] d_b > 30\ cm$$

در این رابطه مقدار α مشابه ψ_t، مقدار β مشابه ψ_e، مقدار γ مشابه ψ_s، (با این تفاوت که در ویرایش ۹۲ برای میلگرد ۲۰ هم مقدار آن یک بود) و λ برای بتن سبک برابر 1.3 و برای بتن معمولی برابر یک است. همچنین:

$$k_{tr} = \frac{0.12 A_{tr} f_{yd}}{sn}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نسبت طول گیرایی آرماتور در ویرایش ۹۹ به ۹۲ چقدر است؟

$$\frac{(l_d)_{99}}{(l_d)_{92}} = \frac{\left[\frac{\psi_t\psi_e\psi_s\psi_g}{\lambda\left(\frac{c_b+k_{tr}}{d_b}\right)} \times \frac{0.9f_y}{\sqrt{f_c'}}\right] d_b}{\left[\frac{\alpha\beta\gamma\lambda}{\left(\frac{c+k_{tr}}{d_b}\right)} \times \frac{0.86f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}}\right] d_b} = \frac{\frac{0.9f_y}{\sqrt{f_c'}}}{\frac{0.86 \times 0.85f_y}{0.806\sqrt{f_c'}}} \cong 1.0$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

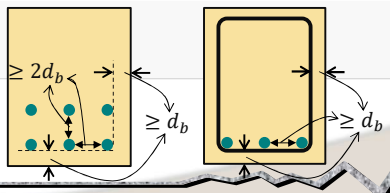
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

روش ساده شده برای طول گیرایی آرماتور در کشش

ویرایش ۹۹ مبحث نهم: جدول ۹-۲۱-۴ طول گیرایی میلگرد بصورت ساده شده را بصورت زیر پیشنهاد می‌دهد:

فاصله آزاد و پوشش	قطر میلگرد: کمتر از ۲۰ میلیمتر	قطر میلگرد: برابر یا بیشتر از ۲۰ میلیمتر
فاصله‌ی آزاد میلگردها یا سیم‌ها در طول گیرایی یا وصله، حداقل برابر با قطر میلگرد بوده؛ و خاموت یا تنگ حداقل آیین نامه‌ای در طول گیرایی تامین شده‌اند؛ یا فاصله‌ی آزاد میلگردها یا سیم‌ها در طول گیرایی یا وصله، حداقل دو برابر قطر میلگرد بوده؛ و پوشش روی میلگرد حداقل برابر با قطر میلگرد است.	$\frac{\psi_t\psi_e\psi_g}{2.1\lambda} \times \frac{f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b$	$\frac{\psi_t\psi_e\psi_g}{1.7\lambda} \times \frac{f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b$
سایر موارد	$\frac{\psi_t\psi_e\psi_g}{1.4\lambda} \times \frac{f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b$	$\frac{\psi_t\psi_e\psi_g}{1.1\lambda} \times \frac{f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b$



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: طبق بند ۹-۲۱-۲-۴-۱، برای سهولت در محاسبات، چنانچه فاصله آزاد میلگردها و پوشش روی آنها کمتر از d_b نباشد و حداقل آماتور برشی مطابق رابطه (۹-۱۵-۱۳) در ناحیه طول گیرایی به کار برده شده باشد و یا اینکه فاصله آزاد میلگردها کمتر از $2d_b$ و پوشش روی آنها کمتر از d_b نباشد، $\left(\frac{c+k_{tr}}{d_b}\right)$ را می‌توان برابر با 1.5 در نظر گرفت.

در واقع ویرایش ۹۹ مبحث نهم هم از همان روش ساده سازی محاسبه طول L_d که در ویرایش قبلی پیشنهاد می‌شد، استفاده کرده است و البته به شکل راحتتر توسط یک جدول بیان نموده است. مثلا برای قطر میلگرد کمتر از ۲۰ میلیمتر داریم:

$$l_d = \left[\frac{\psi_t\psi_e\psi_s\psi_g}{\lambda\left(\frac{c_b+k_{tr}}{d_b}\right)} \times \frac{0.9f_y}{\sqrt{f_c'}}\right] d_b \approx \left[\frac{\psi_t\psi_e \times 0.8 \times \psi_g}{\lambda \times 1.5} \times \frac{0.9f_y}{\sqrt{f_c'}}\right] d_b = \frac{\psi_t\psi_e\psi_g}{2.1\lambda} \times \frac{f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بطور خلاصه از جدول زیر می‌توان طول گیرایی میلگرد بر حسب قطر را به ازای مقاومت مشخصه‌های مختلف براساس روش تقریبی مبحث نهم ویرایش ۹۹ تعیین نمود. به عنوان مثال برای بتن C30 و میلگرد AIII طول گیرایی میلگرد بالایی تیر با قطر ۲۰ برابر $56d_b$ است.

طول گیرایی میلگرد از نوع S400 به ازای قطر میلگرد				
آرماتور بالایی تیر بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای برابر یا بیشتر از ۲۰	آرماتور بالایی تیر بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای کمتر از ۲۰	آرماتور پایینی تیر یا آرماتور ستون یا دیوار بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای برابر یا بیشتر از ۲۰	آرماتور پایینی تیر یا آرماتور ستون یا دیوار بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای کمتر از ۲۰	fc (Mpa)
61	50	47	38	25
56	45	43	35	30
52	42	40	32	35
48	39	37	30	40
46	37	35	28	45
43	35	33	27	50

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

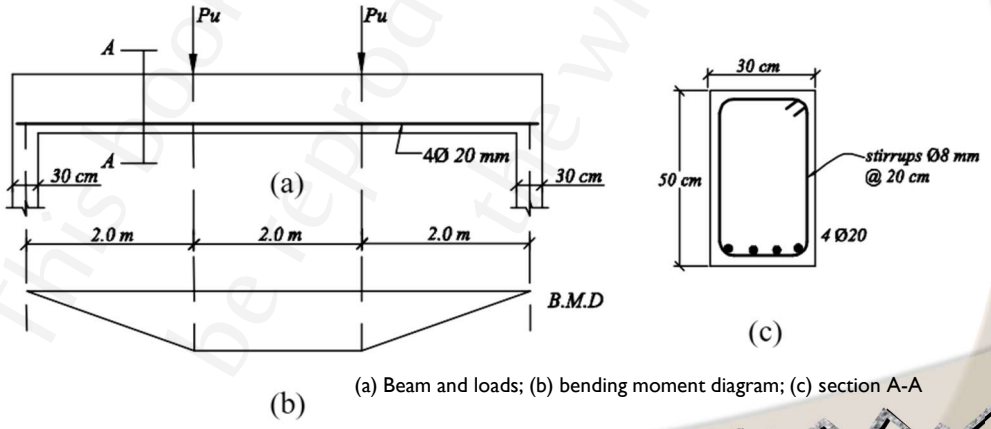
طول گیرایی میلگرد از نوع S340 به ازای قطر میلگرد				
fc (Mpa)	آرماتور پایینی تیر یا آرماتور ستون یا دیوار بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای کمتر از ۲۰	آرماتور پایینی تیر یا آرماتور ستون یا دیوار بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای برابر یا بیشتر از ۲۰	آرماتور بالایی تیر بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای کمتر از ۲۰	آرماتور بالایی تیر بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای برابر یا بیشتر از ۲۰
25	32	40	42	52
30	30	37	38	47
35	27	34	36	44
40	26	32	33	41
45	24	30	31	39
50	23	28	30	37

طول گیرایی میلگرد از نوع S500 به ازای قطر میلگرد				
fc (Mpa)	آرماتور پایینی تیر یا آرماتور ستون یا دیوار بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای کمتر از ۲۰	آرماتور پایینی تیر یا آرماتور ستون یا دیوار بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای برابر یا بیشتر از ۲۰	آرماتور بالایی تیر بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای کمتر از ۲۰	آرماتور بالایی تیر بر حسب قطر میلگرد برای قطرهای برابر یا بیشتر از ۲۰
25	55	68	71	88
30	50	62	65	80
35	46	57	60	74
40	43	53	56	70
45	41	50	53	66
50	39	48	50	62

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) یک تیر دو سر ساده مطابق شکل زیر دارای 4ϕ20mm بدون پوشش و اندود اپوکسی است. انتهای میلگردها ۴ سانتیمتر تا انتهای تیر قطع می‌شوند. شرایط طول مهاری میلگردها را بررسی نمایید. مقاومت مشخصه بتن ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و تنش تسلیم میلگردها ۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته شود.



(a) Beam and loads; (b) bending moment diagram; (c) section A-A

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

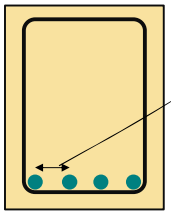
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

داریم:

$$l_d = \left[\frac{\psi_t\psi_e\psi_s\psi_g}{\lambda\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b}\right)} \times \frac{0.9f_y}{\sqrt{f_c'}}\right] d_b > 30\ cm$$

چون میلگردها در پایین است، ψ_t برابر یک است. چون میلگردها بدون اندود هستند، ψ_e برابر یک است. چون قطر میلگردها برابر ۲۰ میلیمتر است، $\psi_s = 1.0$ است. همچنین ضریب λ چون بتن با وزن معمولی استفاده شده، برابر یک است. مقدار c بصورت زیر تعیین می‌شود.

$$c_b = min\left(\begin{array}{c} 4.0 + 0.8 + 1.0 = 5.8\ cm \\ \frac{30 - 4 \times 2 - 2 \times 0.8 - 2.0}{3 \times 2} = 3.07\ cm \end{array}\right) = 3.07\ cm$$



$$k_{tr} = \frac{40A_{tr}}{sn} = \frac{40 \times \overbrace{2(\pi \times 0.8^2 \times 0.25)}^{\text{مساحت دو ساق خاموت}}}{\underbrace{20 \times 4}_{\text{فاصله خاموت در تعداد میلگرد}}} = 0.5$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بنابراین:

$$\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = \frac{3.07 + 0.5}{2} = 1.785$$

$$l_d = \left[\frac{\psi_t\psi_e\psi_s\psi_g}{\lambda\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b}\right)} \times \frac{0.9f_y}{\sqrt{f_c'}}\right] d_b = l_d$$

$$= \left[\frac{1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0}{1.0 \times 1.785} \times \frac{0.9 \times 420}{\sqrt{25}}\right] 20 = 84.7\ cm > 30\ cm$$

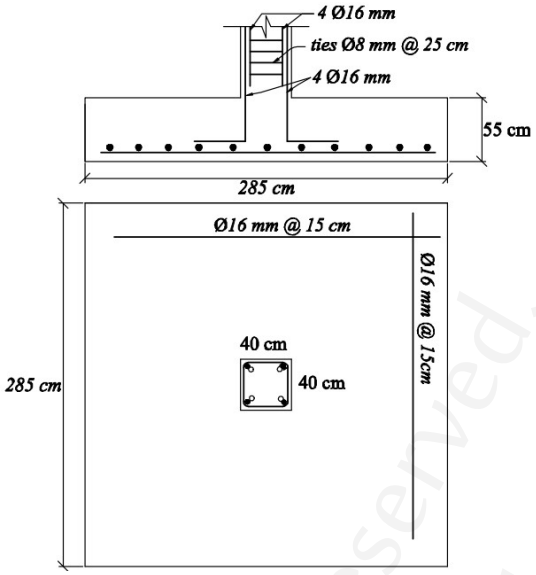
طول مهاری موجود:

Available development length = 200 + 15 – 4 = 211 cm > 84.7 cm O.K

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) برای پی منفرد نشان داده شده در شکل، شرایط طول مهاری میلگردها را بررسی نمایید. مقدار کاور بتن 7.5 cm، مقاومت مشخصه بتن ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و تنش تسلیم میلگردها ۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

چون میلگردها در پایین است، ψ_t برابر یک است. چون میلگردها بدون اندود هستند، ψ_e برابر یک است. چون قطر میلگردها برابر ۱۶ میلیمتر است، $\psi_s = 0.8$ است. همچنین ضریب λ چون بتن با وزن معمولی استفاده شده، برابر یک است. مقدار c_b بصورت زیر تعیین می‌شود.

$$c_b = min\begin{pmatrix} 7.5 + 0.8 = 8.3\ cm \\ \frac{15}{2} = 7.5\ cm \end{pmatrix} = 7.5\ cm$$

چون خاموتی استفاده نشده است، $K_{tr}=0$ در نظر گرفته می‌شود.

$$\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = \frac{7.5 + 0}{1.6} = 4.68 > 2.5 \quad \Longrightarrow \quad \frac{c + k_{tr}}{d_b} = 2.5$$

$$l_d = \left[\frac{\psi_t \psi_e \psi_s \psi_g}{\lambda\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b}\right)} \times \frac{0.9 f_y}{\sqrt{f_c'}}\right] d_b = \left[\frac{1.0 \times 1.0 \times 0.8 \times 1.0}{1.0 \times 2.5} \times \frac{0.9 \times 420}{\sqrt{25}}\right] 16$$

$$= 387\ mm > 300\ mm$$

طول مهاری موجود:

$$Available\ length\ = \frac{285 - 40}{2} - 7.5 = 115\ cm > 38.7\ cm \qquad Ok$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

طول گیرایی میلگردها در فشار

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: طول گیرایی میلگردها در فشار کمتر از مقدار طولی گیرایی میلگردها در کشش است. این طول با l_{dc} نمایش داده می‌شود. طول گیرایی یک میلگرد در فشار باید حداقل برابر ۲۰ سانتیمتر یا مقدار بدست آمده از رابطه زیر باشد:

$$l_{dc} = \frac{0.24 f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}} d_b \geq 0.05 f_{yd} d_b > 20\ cm$$

ویرایش ۹۹ مبحث نهم: طبق بند ۹-۲۱-۳-۸-۱ طول گیرایی میلگردهای آجدار و سیم‌های آجدار در فشار، l_{dc} نباید از هیچ یک از مقادیر زیر کمتر در نظر گرفته شود:

الف)

$$l_{dc} = \max\left\{\frac{\psi_r}{\lambda}\frac{0.24 f_y}{\sqrt{f'_c}} d_b, 0.043 \psi_r d_b\right\}$$

ب) ۲۰۰ میلیمتر

در این روابط ضریب محصور شدگی ψ_r برای محصور شدگی توسط دورپیچ، تنگ دایروی پیوسته با قطر بیش از ۶ میلیمتر و گام کمتر از ۱۰۰ میلیمتر، تنگ سیمی به قطر بیش از ۱۲ میلیمتر و فواصل کمتر از ۱۰۰ میلیمتر و دورگیر طبق ضوابط بند ۹-۲۱-۶-۴ با فواصل کمتر از ۱۰۰ میلیمتر، برابر با 0.75؛ و برای سایر حالات برابر با 1.0 در نظر گرفته می‌شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

طول گیرایی آرماتور با قلاب استاندارد در کشش

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

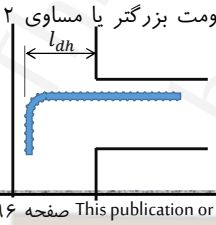
$$l_{dh} = \frac{\psi_e \psi_r \psi_o \psi_c}{\lambda}\frac{0.043 f_y}{\sqrt{f'_c}} d_b^{1.5} > 15\ cm \quad or \quad 8 d_b$$

مقدار ψ_e (ضریب پوشش) برای میلگردهای با اندود اپوکسی یا با اندود دو گانه‌ی اپوکس و روی برابر 1.2، برای میلگردهای بدون اندود و میلگردهای با اندود روی (گالوانیزه) برابر یک است.

مقدار ψ_r (ضریب آرماتور محصورکننده) برای میلگردهای با قطر کوچکتر یا مساوی ۳۴ میلی‌متر با $A_{th} \geq 0.4 A_{hs}$ و یا با فاصله‌ی میلگردهای مهار شونده بیش از شش برابر قطر میل‌گرد برابر یک و برای سایر موارد برابر 1.6.

مقدار ψ_o (ضریب محل مهار) برای میلگردهای با قطر کوچکتر یا مساوی ۳۴ میلی‌متر و مهار شده در هسته‌ی ستون و با پوشش جانبی عمود بر صفحه‌ی قلاب بیش از ۶۵ میلی‌متر و یا با پوشش جانبی عمود بر صفحه‌ی قلاب بیش از شش برابر قطر میلگرد برابر یک و برای سایر موارد برابر 1.25.

مقدار ψ_c برای بتن با مقاومت کمتر از ۴۲ مگاپاسکال برابر $f'_c/105+0.6$ و برای بتن با مقاومت بزرگتر یا مساوی ۴۲ مگاپاسکال برابر یک در نظر گرفته شود.

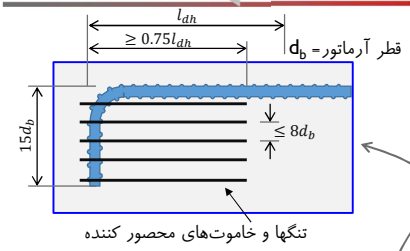


پارامتر A_{hs} مساحت کل آرماتورهای مهار شده با قلاب است.

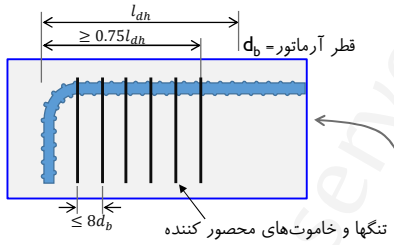
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

پارامتر A_{th} مساحت کل تنگ‌ها و خاموت‌های محصور کننده‌ی میلگرد مهار شده با قلاب، که حداقل طولی معادل $0.75l_{dh}$ از انتهای خم را در امتداد l_{dh} محصور کرده‌اند، شامل موارد باشند:



الف- تنگ‌ها و خاموت‌های محصور کننده‌ی قلاب (حداقل دو تنگ یا خاموت) موازی طول l_{dh} با فاصله‌ی مساوی در طول انتهای آزاد خم. فاصله‌ی این تنگ‌ها و خاموتها باید کمتر از هشت برابر قطر میلگرد بوده و در طول پانزده برابر قطر میلگرد، اندازه‌گیری شده از قسمت مستقیم میلگرد مهار شده واقع باشند.



ب- تنگ‌ها و خاموت‌های محصور کننده‌ی قلاب (حداقل دو تنگ یا خاموت) عمود بر طول l_{dh} با فاصله‌ی مساوی در امتداد طول مستقیم. فاصله‌ی این تنگها و خاموت‌ها باید کمتر از هشت برابر قطر میلگرد باشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

$$l_{dh} = \left[0.24k_1k_2\beta\lambda\frac{f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}}\right]d_b > 15\ cm \quad or \quad 8d_b$$

مقدار β یا ضریب اندود میلگرد، برای میلگردهایی که با ماده اپوکسی اندود شده اند و در آنها ضخامت پوشش بتنی روی میلگردها کمتر از $3d_b$ و فاصله آزاد میلگردها کمتر از $6d_b$ است، برابر 1.5 و برای سایر میلگردهایی که با ماده اپوکسی اندود شده‌اند برابر 1.2 و برای میلگردهایی که اندود اپوکسی نشده‌اند برابر یک است.

مقدار λ یا ضریب نوع بتن، برای بتن سبک برابر 1.3 و برای بتن معمولی برابر یک است.

ضریب k_1 در تمامی موارد برابر یک منظور می‌شود مگر در مواردی که در قلاب‌های با خم ۱۸۰ درجه پوشش بتنی روی قلاب، در امتداد عمود بر صفحه قلاب، مساوی یا بیشتر از ۶۵ میلیمتر و در قلاب های با خم ۹۰ درجه پوشش بتن روی قلاب در امتداد عمود بر صفحه قلاب و پوشش در صفحه قلاب به ترتیب مساوی یا بیشتر از ۶۵ و ۵۰ میلیمتر باشد. در این موارد این ضریب را میتوان برابر 0.7 در نظر گرفت.

ضریب k_2 در تمامی موارد برابر یک بوده مگر در مواردی که میلگردها در طول گیرایی با خاموت های با فاصله مساوی یا کمتر از $3d_b$ محصور شده باشند که در این حالت می‌توان آن را برابر 0.8 در نظر گرفت.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نسبت طول گیرایی آرماتور قلابدار کششی در ویرایش ۹۹ به ۹۲ چقدر است؟

با فرض $\psi_e = \psi_c = \psi_o = k_2 = \beta = \lambda = 1.0$ و $k_1 = 0.7$ و $\psi_r = 1.0$ و $f_c' = 30$

و برای یک رده میلگرد:

$$\frac{(l_{dh})_{99}}{(l_{dh})_{92}} = \frac{\frac{\psi_e\psi_r\psi_o\psi_c}{\lambda}\frac{0.043f_y}{\sqrt{f_c'}}d_b^{1.5}}{\left[0.24k_1k_2\beta\lambda\frac{f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}}\right]d_b} = \frac{0.886\times\frac{0.043f_y}{\sqrt{f_c'}}d_b^{1.5}}{0.24\times0.7\frac{0.85f_y}{0.806\sqrt{f_c'}}d_b} \cong 0.215\sqrt{d_b}$$

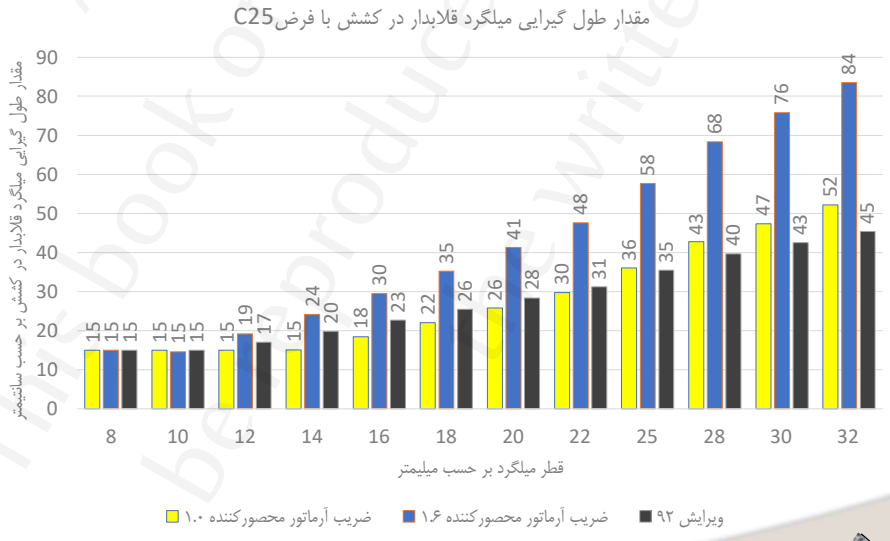
با فرض $\psi_e = \psi_c = \psi_o = k_2 = \beta = \lambda = 1.0$ و $k_1 = 0.7$ و $\psi_r = 1.6$ و $f_c' = 30$

و برای یک رده میلگرد:

$$\frac{(l_{dh})_{99}}{(l_{dh})_{92}} = \frac{\frac{\psi_e\psi_r\psi_o\psi_c}{\lambda}\frac{0.043f_y}{\sqrt{f_c'}}d_b^{1.5}}{\left[0.24k_1k_2\beta\lambda\frac{f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}}\right]d_b} = \frac{0.886\times1.6\times\frac{0.043f_y}{\sqrt{f_c'}}d_b^{1.5}}{0.24\times0.7\frac{0.85f_y}{0.806\sqrt{f_c'}}d_b} \cong 0.34\sqrt{d_b}$$

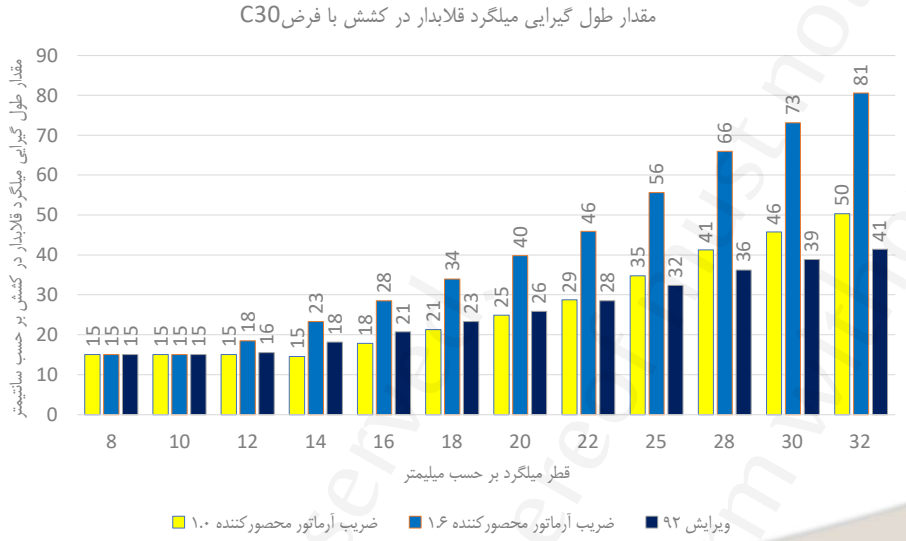
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



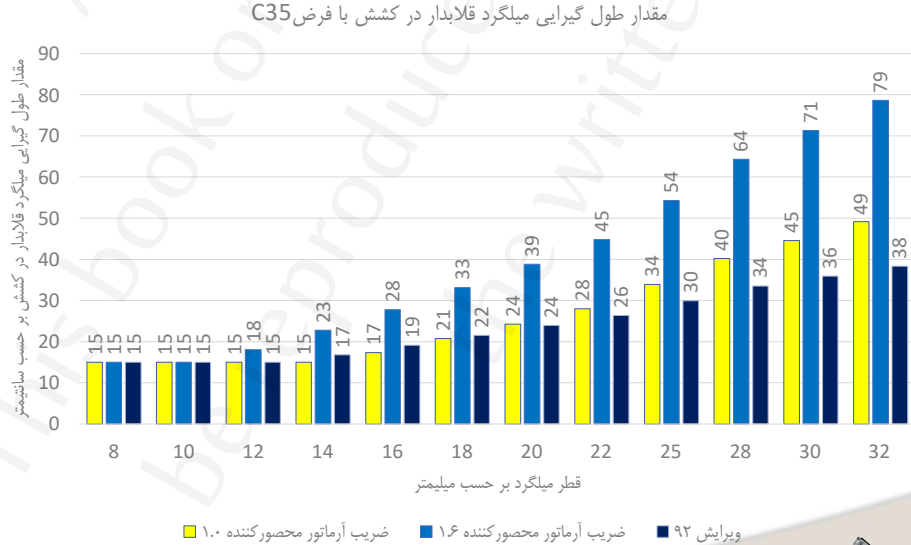
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



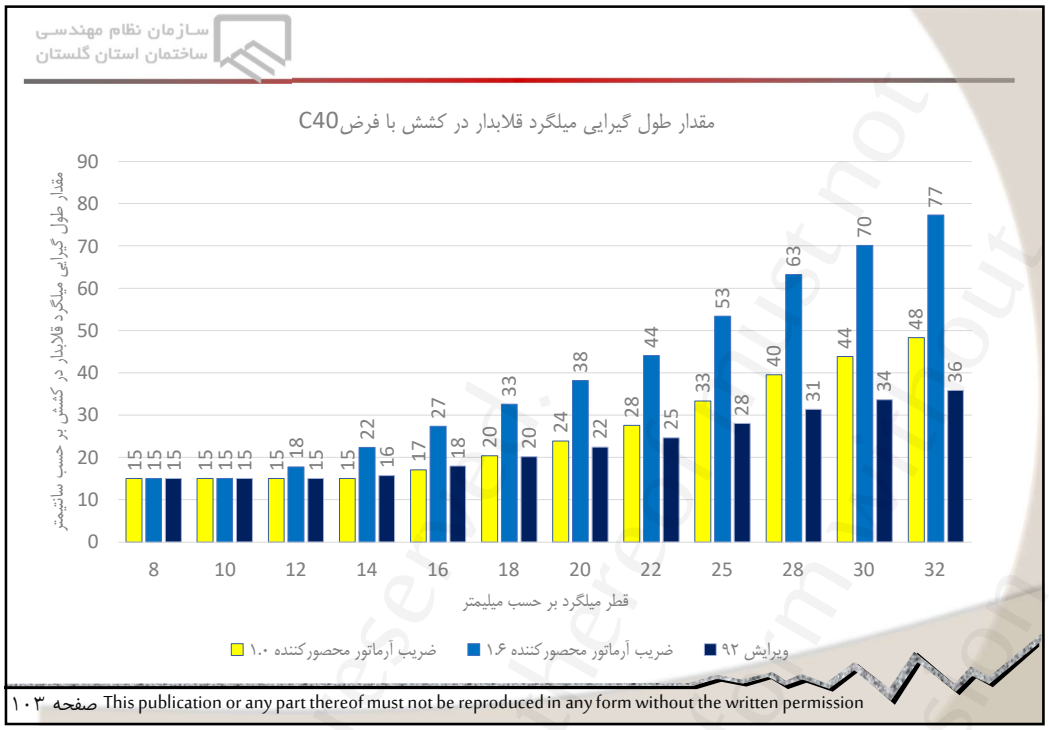
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

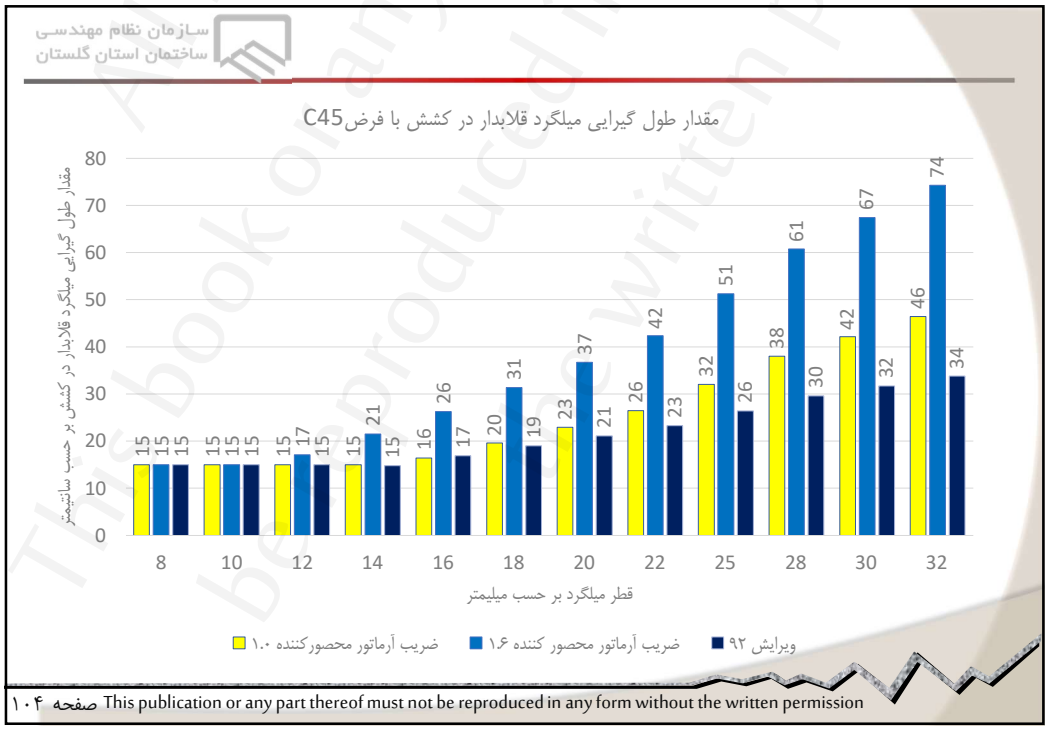
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

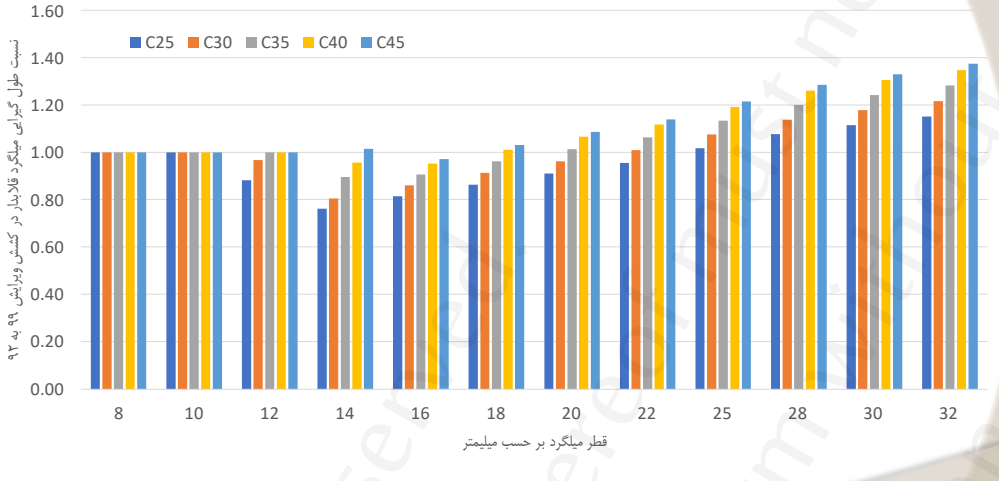
All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.


سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان
مقدار طول گیرایی میلگرد قلابدار در کشش با فرض C40
مقدار طول گیرایی میلگرد قلابدار در کشش بر حسب سانتیمتر
قطر میلگرد بر حسب میلیمتر
ضریب آرماتور محصورکننده ۱.۰
ضریب آرماتور محصورکننده ۱.۶
ویرایش ۹۲
صفحه ۱۰۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission


سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان
مقدار طول گیرایی میلگرد قلابدار در کشش با فرض C45
مقدار طول گیرایی میلگرد قلابدار در کشش بر حسب سانتیمتر
قطر میلگرد بر حسب میلیمتر
ضریب آرماتور محصورکننده ۱.۰
ضریب آرماتور محصور کننده ۱.۶
ویرایش ۹۲
صفحه ۱۰۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

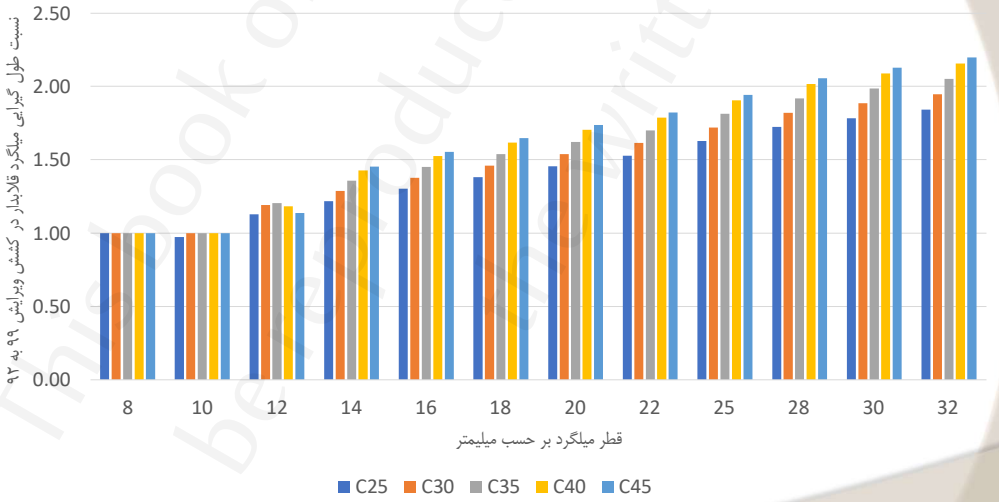
نسبت طول گیرایی میلگرد قلابدار در کشش ویرایش ۹۹ به ۹۲ با فرض ضریب آرماتور محصور کننده ۱.۰



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نسبت طول گیرایی میلگرد قلابدار در کشش ویرایش ۹۹ به ۹۲ با فرض ضریب آرماتور محصور کننده ۱۶



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نسبت طول گیرایی میلگرد قلابدار در کشش ویرایش ۹۹ به ۹۲ با فرض ضریب آرماتور محصور کننده ۱.۶

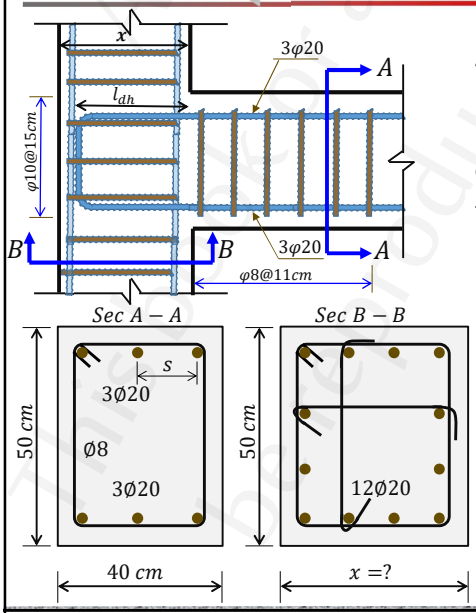
ϕ	C25	C30	C35	C40	C45
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00
12	1.13	1.19	1.20	1.18	1.14
14	1.22	1.29	1.36	1.43	1.45
16	1.30	1.38	1.45	1.52	1.55
18	1.38	1.46	1.54	1.62	1.65
20	1.46	1.54	1.62	1.70	1.74
22	1.53	1.61	1.70	1.79	1.82
25	1.63	1.72	1.81	1.91	1.94
28	1.72	1.82	1.92	2.02	2.06
30	1.78	1.88	1.99	2.09	2.13
32	1.84	1.95	2.05	2.16	2.20

نسبت طول گیرایی میلگرد قلابدار در کشش ویرایش ۹۹ به ۹۲ با فرض ضریب آرماتور محصور کننده ۱.۰

ϕ	C25	C30	C35	C40	C45
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	0.88	0.97	1.00	1.00	1.00
14	0.76	0.80	0.89	0.96	1.01
16	0.81	0.86	0.91	0.95	0.97
18	0.86	0.91	0.96	1.01	1.03
20	0.91	0.96	1.01	1.07	1.09
22	0.95	1.01	1.06	1.12	1.14
25	1.02	1.08	1.13	1.19	1.21
28	1.08	1.14	1.20	1.26	1.28
30	1.11	1.18	1.24	1.30	1.33
32	1.15	1.22	1.28	1.35	1.37

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



مثال) حداقل بعد ستون چقدر باشد؟ بتن از نوع C30، میلگردها از نوع AIII (بدون اپکسی) و کاور بتن ۴ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

مقدار ψ_e (ضریب پوشش) با توجه به اینکه میلگرد بدون پوشش استفاده شده، برابر یک است. برای مقدار ψ_r (ضریب آرماتور محصورکننده) داریم:

$$A_{th} = 2 \times 3\left(\pi \frac{10^2}{4}\right) = 471\ mm^2$$

$$0.4A_{hs} = 0.4 \times 3\left(\pi \frac{20^2}{4}\right) = 377\ mm^2$$

$$A_{th} > 0.4A_{hs} \quad Ok$$

$$s = \frac{400 - 2 \times 40 - 2 \times 8 - 1 \times 20}{2} = 142\ mm$$

$$s = 142\ mm > 6d_b = 6 \times 20 = 120\ mm$$

در این مثال، هم $A_{th} \geq 0.4A_{hs}$ و هم فاصله‌ی میلگردهای مهار شونده بیش از شش برابر قطر میلگرد است. اگر یکی از این دو شرط هم برقرار بود، مقدار مقدار ψ_r برابر یک بود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

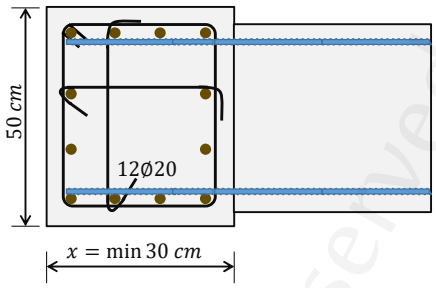
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

$$l_{dh} = \frac{\psi_e \psi_r \psi_o \psi_c}{\lambda} \frac{0.043 f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b^{1.5} > 15\ cm \quad or \quad 8d_b$$

$$l_{dh} = \frac{1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times \left(\frac{30}{105} + 0.6\right)}{1.0} \frac{0.043 \times 400}{\sqrt{30}} \times 20^{1.5} = 250\ mm$$

$$> 150\ mm\ or \quad 8d_b = 160\ mm$$

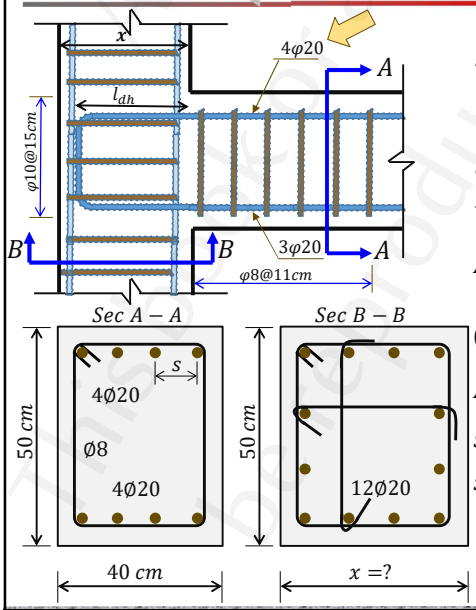
بنابراین حداقل بعد ستون باید ۳۰ سانتیمتر لحاظ شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) حداقل بعد ستون چقدر باشد؟ بتن از نوع C30، میلگردها از نوع AIII (بدون اپکسی) و کاور بتن ۴ سانتیمتر در نظر گرفته شود.



مقدار ψ_e (ضریب پوشش) با توجه به اینکه میلگرد بدون پوشش استفاده شده، برابر یک است. برای مقدار ψ_r (ضریب آرماتور محصورکننده) داریم:

$$A_{th} = 2 \times 3 \left(\pi \frac{10^2}{4}\right) = 471\ mm^2$$

$$0.4A_{hs} = 0.4 \times 4 \left(\pi \frac{20^2}{4}\right) = 502\ mm^2$$

$$A_{th} < 0.4A_{hs} \quad Not\ Ok!$$

$$s = \frac{400 - 2 \times 40 - 2 \times 8 - 1 \times 20}{3} = 94\ mm$$

$$s = 94\ mm < 6d_b = 6 \times 20 = 120\ mm\ Not\ OK$$

در این مثال، هم $A_{th} < 0.4A_{hs}$ و هم فاصله‌ی میلگردهای مهار شونده کمتر از شش برابر قطر میلگرد است. بنابراین ضریب آرماتور محصور کننده برابر 1.6 است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

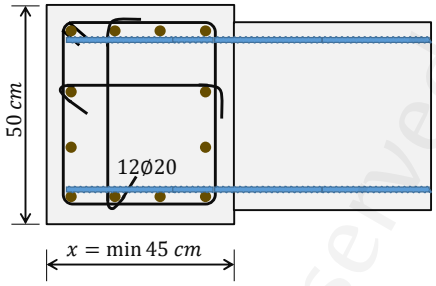
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

$$l_{dh} = \frac{\psi_e \psi_r \psi_o \psi_c}{\lambda} \frac{0.043 f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b^{1.5} > 15\ cm \quad or \quad 8d_b$$

$$l_{dh} = \frac{1.0 \times 1.6 \times 1.0 \times \left(\frac{30}{105} + 0.6\right)}{1.0} \frac{0.043 \times 400}{\sqrt{30}} \times 20^{1.5} = 400\ mm$$

$$> 150\ mm\ or \quad 8d_b = 160\ mm$$

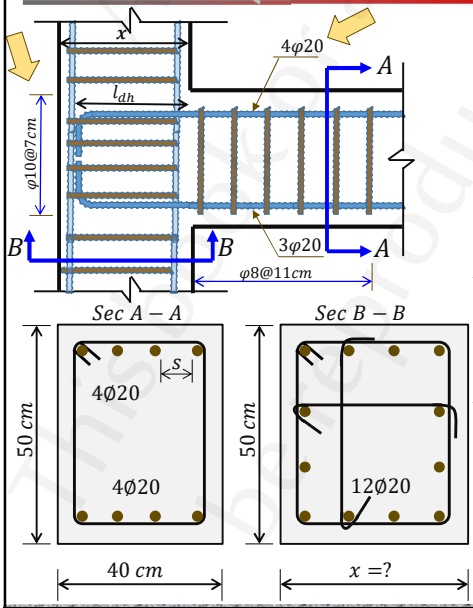
بنابراین حداقل بعد ستون باید ۴۵ سانتیمتر لحاظ شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) حداقل بعد ستون چقدر باشد؟ بتن از نوع C30، میلگردها از نوع AIII (بدون اپکسی) و کاور بتن ۴ سانتیمتر در نظر گرفته شود.



مقدار ψ_e (ضریب پوشش) با توجه به اینکه میلگرد بدون پوشش استفاده شده، برابر یک است. برای مقدار ψ_r (ضریب آرماتور محصورکننده) در این حالت که در طول قلاب ۴ خاموت داریم:

$$A_{th} = 2 \times 4 \left(\pi \frac{10^2}{4}\right) = 628\ mm^2$$

$$0.4A_{hs} = 0.4 \times 4 \left(\pi \frac{20^2}{4}\right) = 502\ mm^2$$

$$A_{th} > 0.4A_{hs} \quad Ok$$

$$s = \frac{400 - 2 \times 40 - 2 \times 8 - 1 \times 20}{3} = 94\ mm$$

$$s = 94\ mm < 6d_b = 6 \times 20 = 120\ mm\ Not\ OK$$

در این مثال، $A_{th} > 0.4A_{hs}$ ولی فاصله‌ی میلگردهای مهار شونده کمتر از شش برابر قطر میلگرد است. بنابراین ضریب آرماتور محصورکننده برابر 1.0 است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

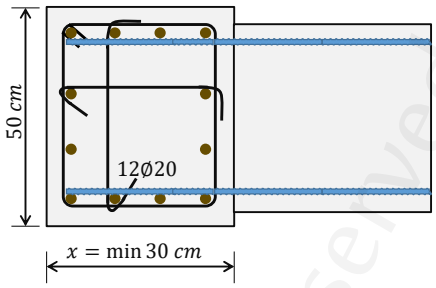
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

$$l_{dh} = \frac{\psi_e \psi_r \psi_o \psi_c}{\lambda} \frac{0.043 f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b^{1.5} > 15\ cm \quad or \quad 8d_b$$

$$l_{dh} = \frac{1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times \left(\frac{30}{105} + 0.6\right)}{1.0} \frac{0.043 \times 400}{\sqrt{30}} \times 20^{1.5} = 250\ mm$$

$$> 150\ mm\ or \quad 8d_b = 160\ mm$$

بنابراین حداقل بعد ستون باید ۳۰ سانتیمتر لحاظ شود.

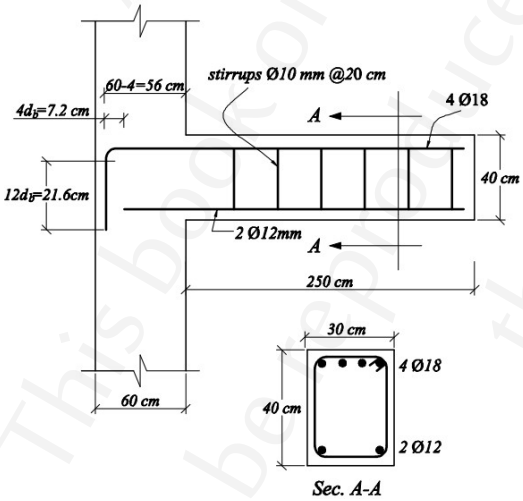


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) برای اتصال نشان داده شده در شکل روبرو، آرماتورهای بالا برای تنش خمشی بَر ستون طراحی شده‌اند. مهار آرماتورهای فوقانی با قلاب ۹۰ درجه را تعیین نمایید.

مقاومت مشخصه بتن ۲۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و تنش تسلیم میلگردها ۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مقدار ψ_e (ضریب پوشش) با توجه به اینکه بدون بدون اندود است، برابر یک است.

$$l_{dh} = \frac{\psi_e \psi_r \psi_o \psi_c}{\lambda} \frac{0.043 f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b^{1.5} > 15\ cm \quad or \quad 8d_b$$

مقدار ψ_r (ضریب آرماتور محصورکننده) چون میلگرد طولی مهار شوند در آرماتورهای عرضی مهار نشده برابر 1.6

مقدار ψ_o (ضریب محل مهار) برابر یک (با پوشش جانبی عمود بر صفحه‌ی قلاب بیش از ۶۵ میلی‌متر)

مقدار ψ_c برای بتن با مقاومت کمتر از ۴۲ مگاپاسکال برابر $f'_c/105+0.6$ و برای بتن با مقاومت بزرگتر یا مساوی ۴۲ مگاپاسکال برابر یک در نظر گرفته شود.

$$l_{dh} = \frac{\psi_e \psi_r \psi_o \psi_c}{\lambda} \frac{0.043 f_y}{\sqrt{f_c'}} d_b^{1.5} > 15\ cm \quad or \quad 8d_b$$

$$l_{dh} = \frac{1.0 \times 1.6 \times 1.0 \times \left(\frac{25}{105} + 0.6\right)}{1.0} \frac{0.043 \times 420}{\sqrt{25}} \times 18^{1.5} = 370\ mm$$

$$> 150\ mm\ or \quad 8d_b = 160\ mm$$

طول مهاری تامین شده ۵۶ سانتیمتر بوده که کافی است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

طول گیرایی آرماتور با قلاب استاندارد در کشش در قاب خمشی متوسط و ویژه

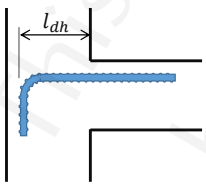
ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

طبق بند ۹-۲۰-۵-۴-۳ آرماتور طولی که در ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون قطع می‌شوند، باید تا وجه دورتر هسته‌ی ناحیه‌ی اتصال ادامه داشته، و طول گیرایی آنها برای کشش مطابق بند ۹-۲۰-۶-۵-۵- برای فشار مطابق بند ۹-۲۱-۳-۸ باشد:

طبق بند ۹-۲۰-۶-۵-۵ طول گیرایی میلگردها که به قلاب استاندارد ختم شده‌اند، باید با استفاده رابطه زیر محاسبه شود؛ ولی نباید کمتر از ۸ برابر قطر میلگرد و ۱۵۰ میلی‌متر باشد.

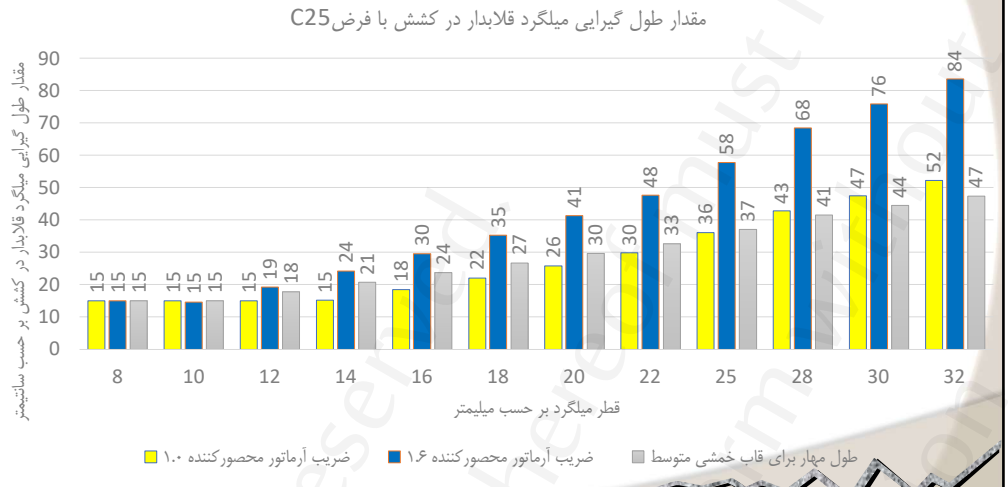
$$l_{dh} = f_y d_b / \left(5.4\lambda\sqrt{f_c'}\right) > 150\ mm \quad or \quad 8d_b$$

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: توصیه‌ای در این زمینه ندارد.

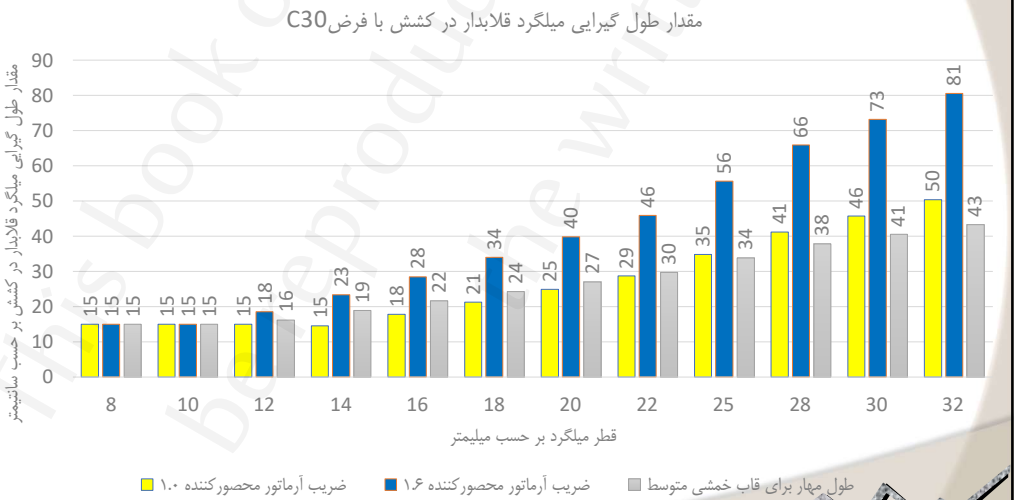


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

همانطور که دیده می‌شود، برای میلگردهای بزرگتر از قطر ۲۲ ضابطه داده شده برای قاب های خمشی کمتر از ضابطه طول مهاری غیرلرزه‌ای است. در تمام حالات نیز طول مهاری میلگرد قلابدار در کشش با ضریب آرماتور محصور کننده برابر 1.6 حاکم است.



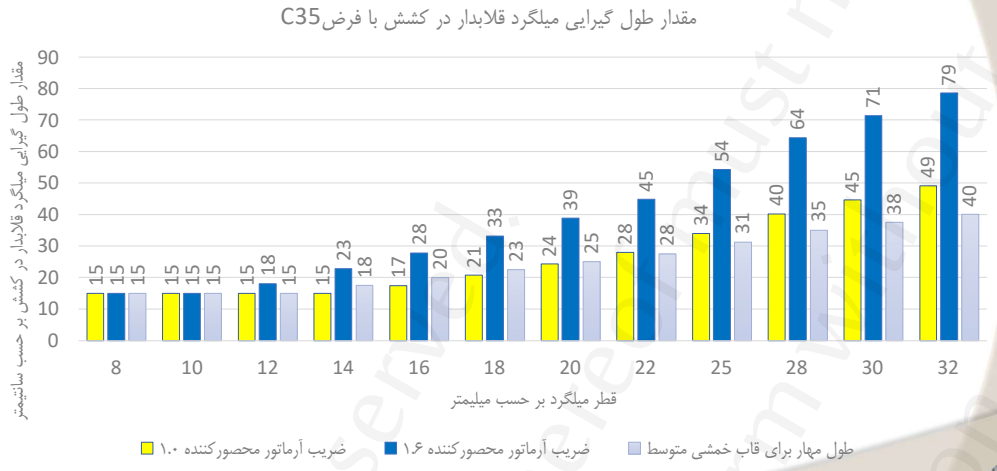
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

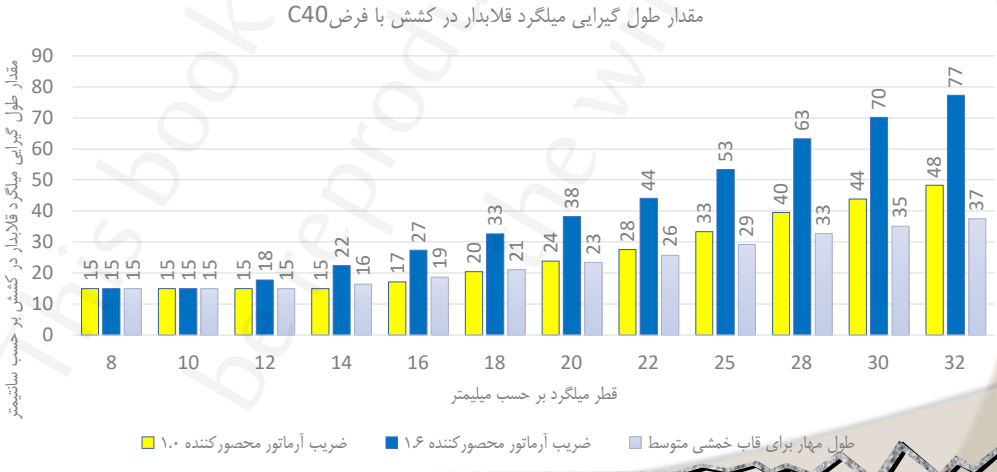
All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

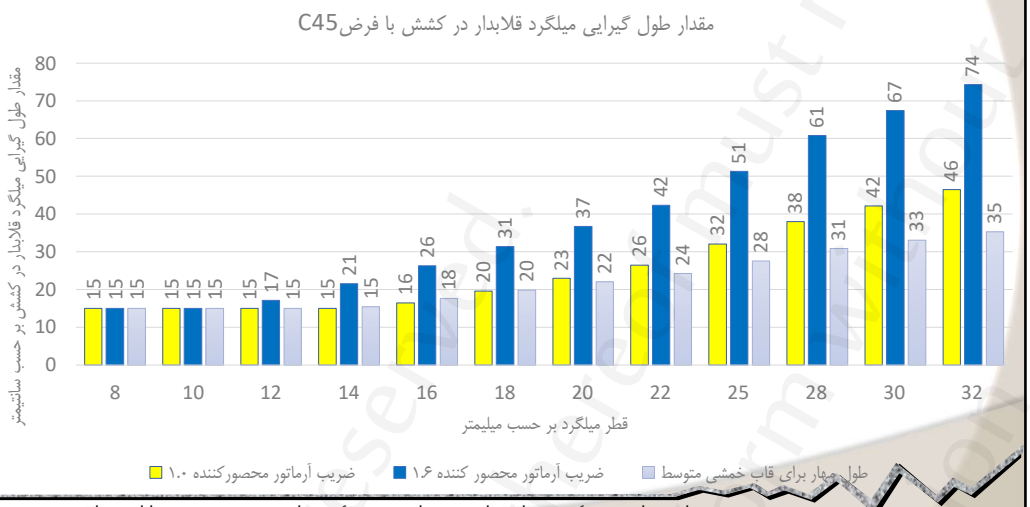
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

اثر اضافه آرماتور در طول گیرایی بدون قلاب و با قلاب

مبحث نهم ویرایش ۹۲: در مواردی که آرماتور بکار رفته در مقطع بیشتر از آرماتور لازم براساس تحلیل سازه باشد، می‌توان روابط ارائه شده برای طول گیرایی برای کشش l_d و رابطه طول گیرایی با قلاب در کشش l_{dh} را در نسبت آرماتور لازم به آرماتور مصرفی ضرب نمود. این ضریب در مورد ساختمان‌های با شکل‌پذیری ویژه باید برابر یک منظور شود.

مبحث نهم ویرایش ۹۹: طبق بند ۹-۳-۲۱-۹ طولهای گیرایی محاسبه شده برای l_d، l_{dt} و l_{dc} را بـــه جـز مواردی کـــه در بند ۲-۹-۳-۲۱-۹ ذکر شده‌اند، می‌توان به نسبت میلگرد مورد نیاز به میلگرد تامین شده کـاهش داد. طول گیرایی اصلاح شده در هر صـورت نبایـد از حـداقل طـول گیرایـی تعریـف شـده برای موارد فوق کمتر باشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

۹-۲۱-۳-۹-۲ کاهش طول گیرایی در موارد زیر مجاز نیست:

الف- در تکیه‌گاه غیر ممتد؛

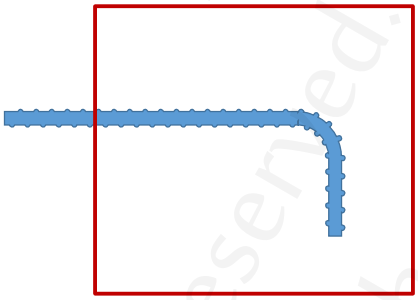
ب- در محل‌هایی که مهار یا گیرایی برای تامین تنش تسلیم لازم است؛

پ- در مواردی که میلگردها باید پیوسته باشند؛

ت- در سیستم‌های باربر لرزه‌ای در سازه‌های با شکل پذیری متوسط و زیاد؛

ث- برای میلگردهای آجدار سردار یا مهار شده با قلاب و یا دارای مهار مکانیکی؛

ج- مهار آرماتور شمع در سر شمع



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

مدلسازی چشمه اتصال در قاب خمشی

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

طبق بند ۹-۶-۳-۲-۱-ب، طول موثر برای عضوی که با تکیه‌گاه‌های خود پیوسته است، با توجه به مقاومت و سختی نسبی اعضاء در محل اتصال و با قضاوت مهندسی تعیین گردیده و درصدی از طول انتهایی عضو که در ناحیه اتصال واقع شده است صلب منظور می شود. همچنین طبق بند ۹-۶-۵-۲-۳ به منظور ساده کردن تحلیل، استفاده از هر یک از روش‌های (الف) و (ب) زیر و یا هر دوی آنها مجاز است:

الف) استفاده از بند ۹-۶-۳-۲-۱-ب،

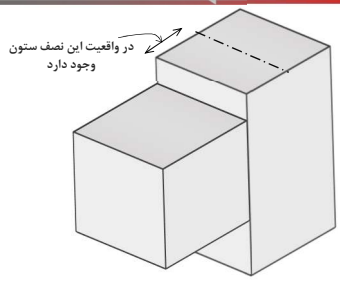
ب) در قاب‌ها و یا ساخت و سازهای پیوسته، می‌توان چشمه‌ی اتصال را صلب فرض نمود.

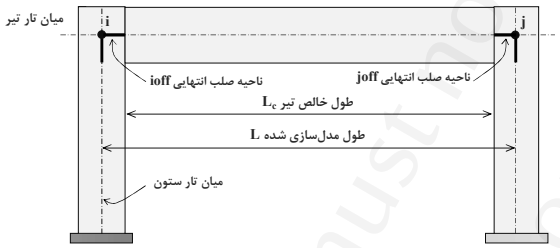
ویرایش ۹۲ مبحث نهم: توصیه‌ای در این زمینه ندارد.

* صلب فرض کردن چشمه اتصال چه اثری در طراحی دارد؟

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان





وقتی توسط برنامه ETABS اقدام به مدل‌سازی تیر، ستون و یا مهاربند می‌شود، این اجزای قابی، توسط عضوهای Beam مدل‌سازی می‌شوند. عضو Beam تنها دارای طول بوده و فاقد بُعد است. به این صورت که مثلا برای مدل‌سازی ستونی با عرض ۲۰ سانتیمتر، باید از یک عضو (المان) میله‌ای بدون بُعد که دقیقا در مرکز ستون قرار گرفته، استفاده شود. بر همین اساس در حالتی که یک تیر و یک ستون توسط این عضو مدل‌سازی می‌شوند، با توجه به اینکه ستون در محل محور (آکس) مدل‌سازی شده است، طول تیر اندکی بزرگتر از واقعیت مدل خواهد شد. این مورد در سازه‌های بتنی که تیرها و ستون‌ها دارای ابعاد به نسبت بزرگتری هستند، بیشتر اهمیت خواهد داشت. برای رفع مشکل و از بین بردن ناحیه‌ای از عضو که بیش از مقدار واقعی مدل شده است، می‌توان از قابلیتی که در برنامه تحت عنوان ناحیه صلب انتهایی (End Offset) پیش‌بینی شده است استفاده نمود. برنامه قادر به در نظر گرفتن نواحی صلب انتهایی ioff و joff در دو انتهای عضو قابی، متناظر با گره‌های i و j می‌باشد.

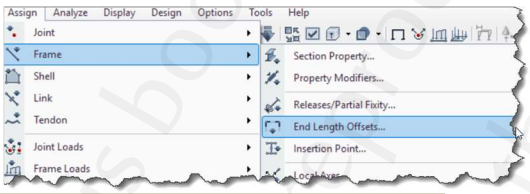
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

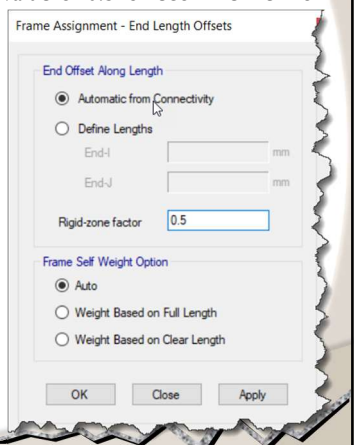
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

FEMA 451: Members were modeled using centerline dimensions without rigid end offsets. This allows, in an approximate but reasonably accurate manner, deformations to occur in the beam-column joint region.

در FEMA 451 نیز مقداری برای درصد ناحیه چشمه اتصال ارائه نشده است

CSI Help: Concrete frames should never use a fully rigid zone. A value of 0.5 is recommended for concrete frames, where 50% of the actual offset is considered rigid.



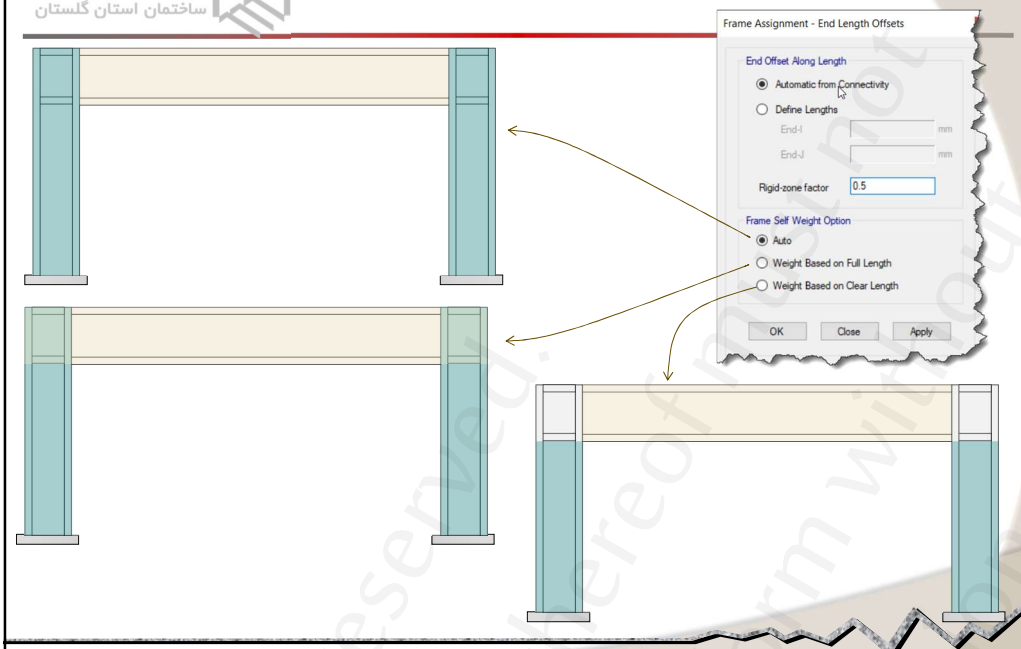


وزن تیر بدون لحاظ کردن ناحیه صلب انتهایی براساس طول خالص و وزن ستون براساس طول کل محاسبه میشود.

وزن تیر و ستون بدون لحاظ کردن ناحیه صلب انتهایی براساس طول کل محاسبه میشود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

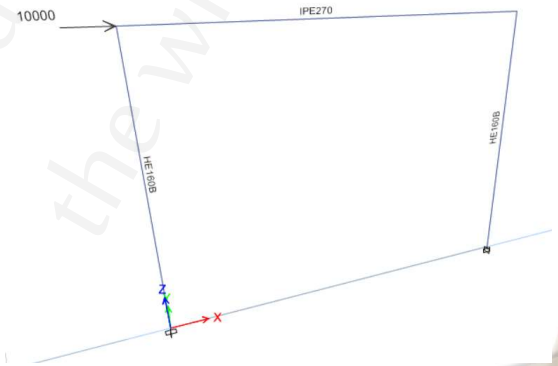
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) قاب دوبعدی نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. پای ستون‌ها گیردار، مقطع تیر IPE270، مقطع ستون IPB160 و بار جانبی ۱۰ تن به بالای قاب اعمال شده است. در حالت‌های مختلف، اثر چشمه اتصال بررسی شود. عرض دهانه ۴ متر و ارتفاع ۳ متر در نظر گرفته شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

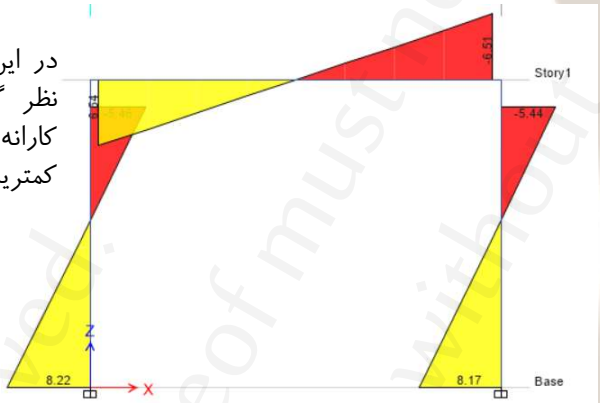
This book is all rights reserved. It may not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Model 1: Rigid zone factor = 0, No panel zone

Maximum deflection: Δx = 3.05 cm

در این مدل که ناحیه صلب انتهایی صفر در نظر گرفته جابجایی زیاد رخ داده (محافظه کارانه) و مقدار لنگرهای ایجاد شده در اعضا کمترین هستند (غیر محافظه کارانه)



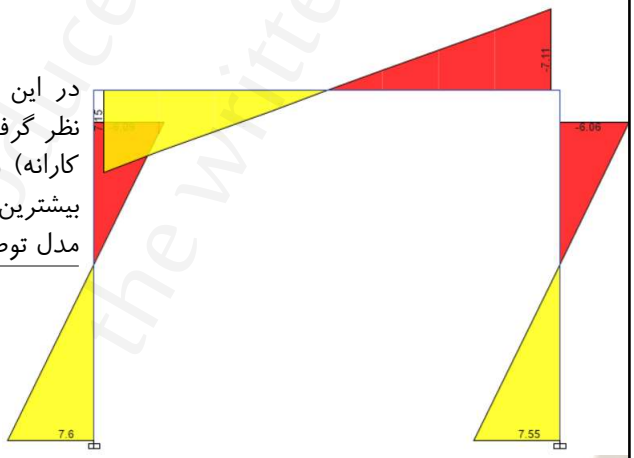
صفحه ۱۲۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Model 2: Rigid zone factor = 1.0, No panel zone

Maximum deflection: Δx = 2.52 cm

در این مدل که ناحیه صلب انتهایی یک در نظر گرفته جابجایی کمی رخ داده (غیر محافظه کارانه) و مقدار لنگرهای ایجاد شده در اعضا بیشترین هستند (محافظه کارانه). بنابراین این مدل توصیه نمی‌شود.



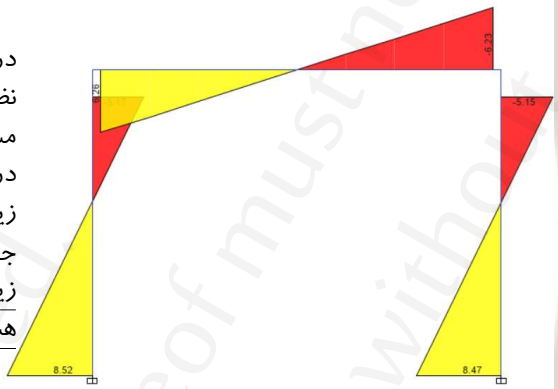
صفحه ۱۳۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Model 3: Rigid zone factor = 0, Panel zone from column

Maximum deflection: Δx = 3.31 cm

در این مدل که ناحیه صلب انتهایی صفر در نظر گرفته و چشمه اتصال با استفاده از مشخصات هندسی ستون مدلسازی شده است. در این مدل گره ها انعطاف پذیر بوده و دوران زیادی در آنها رخ میدهد که باعث ایجاد جابجایی زیاد میگردد. این مدل توصیه نمی‌شود زیرا مقادیر لنگرها در آن غیرمحافظه کارانه هستند.



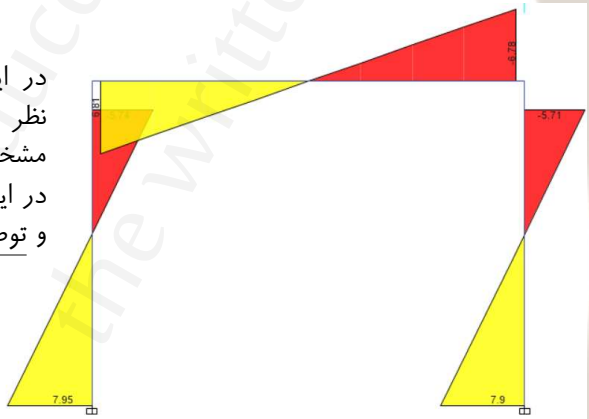
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Model 4: Rigid zone factor 1.0, Panel zone from column

Maximum deflection: Δx = 2.83 cm

در این مدل که ناحیه صلب انتهایی یک در نظر گرفته و چشمه اتصال با استفاده از مشخصات هندسی ستون مدلسازی شده است. در این مدل انعطاف پذیری گره‌ها واقعیتر بوده و توصیه می‌شود از این مدل استفاده گردد.

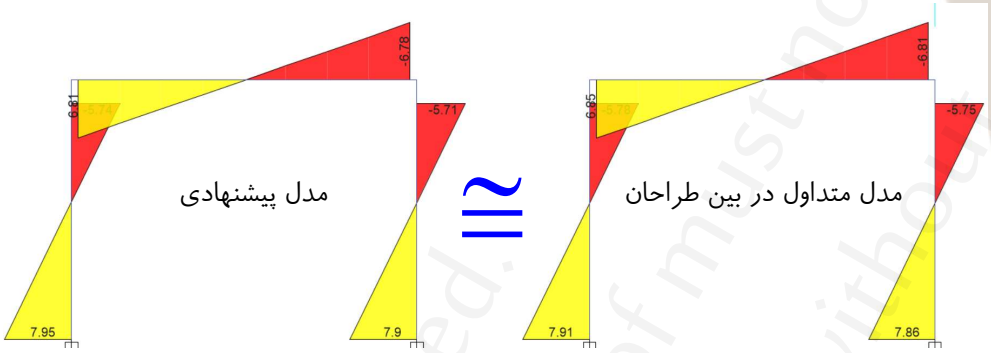


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission. All rights reserved.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مقایسه مدل ۴ (توصیه شده) و مدل متداول بین طراحان:



Rigid zone factor 1.0, Panel zone from column

Maximum deflection: Δx = 2.83 cm

Rigid zone factor 0.5, No panel zone

Maximum deflection: Δx = 2.77 cm

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

ضریب ترک خوردگی اعضای بتنی

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

طبق بند ۹-۶-۵-۳-۱-۱، مشخصات مقطع شامل ممان اینرسی و سطح مقطع اعضا باید بر اساس جدول ۹-۶-۲-الف یا ۹-۶-۲-ب محاسبه شوند؛ مگر آن که بتوان آنها را از تحلیل‌های دقیقتری به دست آورد. در صورت وجود بارهای جانبی دائمی، ممان اینرسی ستون‌ها و دیوارها را باید بر ضریب $(1+\beta_{ds})$ تقسیم نمود. مقدار β_{ds} برابر با نسبت برش دائمی در کل طبقه به حداکثر برش کل طبقه در همان ترکیب بار می‌باشد. ممان اینرسی ناخالص تیرهای T شکل با منظور کردن عرض موثر بال محاسبه می‌شود؛ و یا دو برابر ممان اینرسی ناخالص مقطع مستطیلی جان منظور می‌گردد.

طبق بند ۹-۶-۵-۳-۱-۲، در تحلیل برای بارهای جانبی ضریبدار می‌توان ممان اینرسی کلیه‌ی اعضا را برابر $0.5I_g$ در نظر گرفت؛ یا میتوان ممان اینرسی اعضا را با استفاده از روش‌های دقیقتری که سختی موثر همه اعضای تحت بار را منظور می‌نمایند، محاسبه نمود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

جدول ۹-۶-۲-الف ممان اینرسی و سطح مقطع مجاز اعضا در تحلیل الاستیک برای بارهای ضریبدار

عضو و شرایط آن		ممان اینرسی	سطح مقطع برای تغییر شکل محوری	سطح مقطع برای تغییر شکل برشی
ستون‌ها		$0.7I_g$	$1.0A_g$	b_wh
دیوارها	ترک نخورده	$0.7I_g$		
	ترک خورده	$0.35I_g$		
تیرها		$0.35I_g$		
دال‌های تخت و دال‌های قارچی		$0.25I_g$		

جدول ۹-۶-۲-ب مقادیر دقیقتر ممان اینرسی اعضا در تحلیل الاستیک برای بارهای ضریبدار

عضو	مقادیر ممان اینرسی		
	حداقل	I	حداکثر
ستون‌ها و دیوارها	$0.35I_g$	$\left(0.8+25\frac{A_{st}}{A_g}\right)\left(1-\frac{M_u}{P_uh}-0.5\frac{P_u}{P_0}\right)I_g$	$0.875I_g$
تیرها، دال‌های تخت و دال‌های قارچی	$0.25I_g$	$(0.10+25\rho)\left(1.2-0.2\frac{b_w}{d}\right)I_g$	$0.5I_g$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

طبق بند ۹-۱۳-۸-۴، در تحلیل سازه باید سختی خمشی و پیچشی اعضای ترک خورده به نحو مناسب محاسبه و منظور گردد. اثر ترک خوردگی باید با توجه به تغییر شکل‌های محوری و خمشی و آثار دراز مدت محاسبه شود. در غیاب محاسبات دقیق برای منظور کردن اثر ترکخوردگی می‌توان:

- در قاب‌های مهار نشده سختی خمشی تیرها و ستون‌ها را به ترتیب معادل ۰/۳۵ و ۰/۷برابر سختی خمشی مقطع ترک نخورده آنها منظور نمود.

- در قاب‌های مهار شده سختی خمشی تیرها و ستونها را به ترتیب معادل ۰/۵ و ۱برابر سختی خمشی مقطع ترک نخورده آنها منظور نمود.

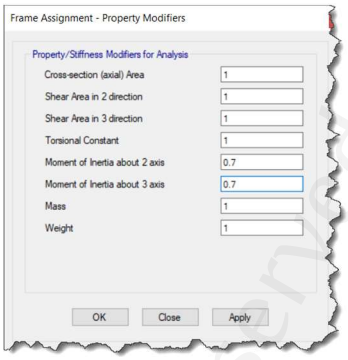
سختی خمشی دیوارها در هر دو جهت را در صورتی که ترک خورده باشند ۰/۳۵و در غیر این صورت ۰/۷برابر سختی خمشی مقطع کل منظور نمود.

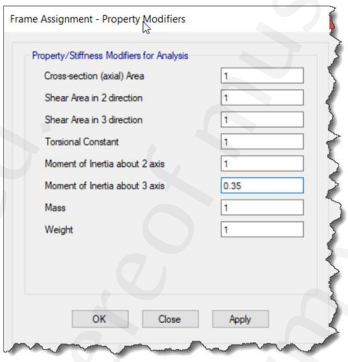
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

در ویرایش ۹۹ مبحث نهم مقدار ضریب ترک خوردگی تیرها و ستون‌ها در تمام سازه‌ها (حتی آنهایی که دارای دیوار برشی هستند، به ترتیب **0.35** و **0.7** داده شده است.

همچنین در ویرایش ۹۹ مبحث نهم، میتوان ضریب ترک خوردگی برای تمامی اعضا را برابر **0.5** در نظر گرفت.



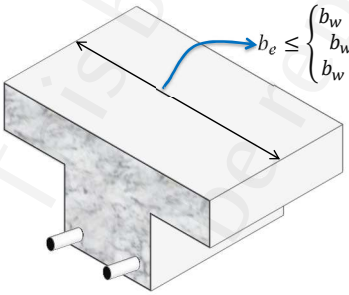


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

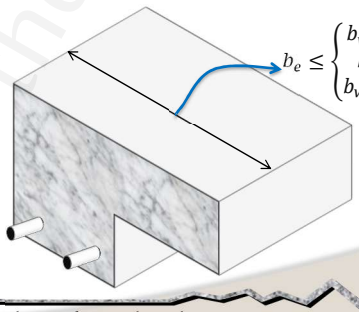
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

جدول ۹-۶-۱ مبحث نهم ویرایش ۹۹

وضعیت		عرض موثر بال، از بر جان تیر
بال در دو طرف جان	کمترین:	8h
		$s_w/2$
		$l_n/8$
بال در یک طرف جان	کمترین:	6h
		$s_w/2$
		$l_n/12$



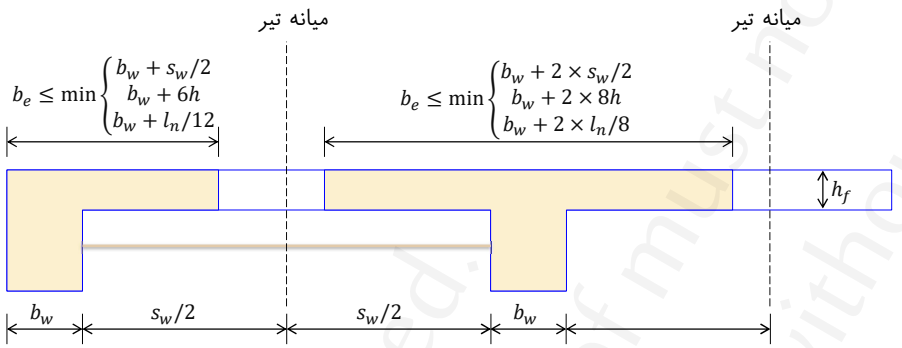
$$b_e \le \begin{cases} b_w + 2 \times s_w/2 \\ b_w + 2 \times 8h \\ b_w + 2 \times l_n/8 \end{cases}$$



$$b_e \le \begin{cases} b_w + s_w/2 \\ b_w + 6h \\ b_w + l_n/12 \end{cases}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



در روابط فوق l_n طول خالص دهانه تیر است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

طبق آیین‌نامه نیوزلند، در محاسبه ممان اینرسی موثر مقطع T و L باید نصف مقادیر فوق در نظر گرفته شوند:

NZS 3101: Part 1:2006

9.3.1.3 Effective moment of inertia in T-beams and L-beams

In calculating the effective moment of inertia of cracked sections, the effective width of the overhanging parts of flanged members shall be one-half of that given by either 9.3.1.2(a) or (b).

9.3.1.2 Effective width resisting compression of T-beams and L-beams

In T and L beam construction where the slab and web are built integrally, or where they are effectively bonded together, the outstanding portion of slab acting as part of a flange on one or on both sides of a web may be assumed to act with the web in resisting flexural forces.

The maximum width of flange to one side of a beam that is effective in resisting flexural forces shall be equal to the smaller of:

(a) One-eighth of the span of the beam;

(b) Eight times the minimum thickness of the slab within the effective flange;

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

طبق آیین‌نامه ACI318-19 و ویرایش ۹۹ مبحث نهم، اگر ممان اینرسی متفاوتی در تیر یکسره داشته باشیم، از میانگین آنها استفاده شود. طبق بند ۹-۱۹-۲-۲-۳ در تیرها و دال‌های یک طرفه‌ی پیوسته، ممان اینرسی موثر برابر با مقدار متوسط وزن‌دار ممان اینرسی‌های مؤثر عضو در وسط دهانه، I_{em}، و در بر تکیه‌گاه‌ها، I_{er} و، I_{el} و با استفاده از رابطه‌ی (۹-۱۹-۲) تعیین می‌گردد.

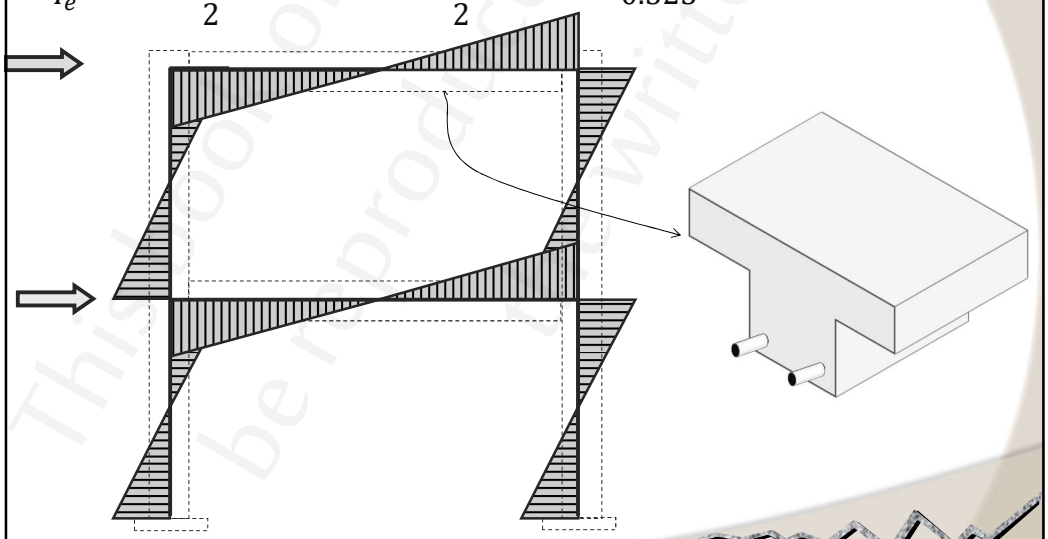
ACI318-19:

24.2.3.6 For continuous one-way slabs and beams, I_e shall be permitted to be taken as the average of values obtained from Table 24.2.3.5 for the critical positive and negative moment sections.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

$$I_e = \frac{I_{e,pos} + I_{e,neg}}{2} = \frac{2\,(0.35) + (0.35)}{2} = 0.525$$



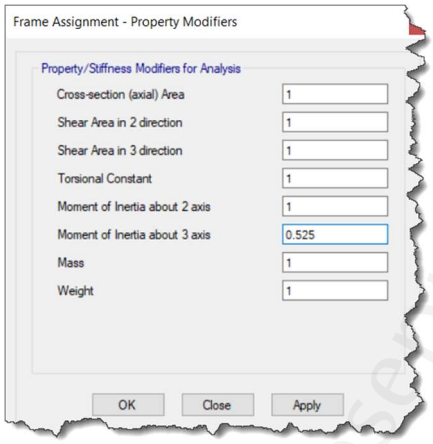
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بنابراین برای اعمال ضریب ترک خوردگی برای تیر T شکل در برنامه ETABS با انتخاب تیرهای T شکل داریم:

Assign menu > Frame > Property Modifiers



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نکته: ضریب ترک خوردگی دال‌های بدون تیر، وقتی به عنوان سیستم لرزه بر استفاده قرار می‌گیرند، توصیه میشود برابر 0.25 در نظر گرفته شود.

طبق بند ۹-۶-۵-۳-۱-۳ در تحلیل دال‌های دو طرفه‌ی بدون تیر که جزئی از سیستم باربر جانبی زلزله منظور می‌شوند، ممان اینرسی I برای دال‌ها را باید بر اساس مدلی که با نتایج آزمایش‌ها و تحلیل‌ها مطابقت قابل قبولی داشته باشند، به دست آورد. I برای سایر اعضا باید بر اساس بندهای۹-۶-۵-۳-۱-۱ و ۹-۶-۵-۳-۱-۲ محاسبه شود.

R6.6.3.1.3 Analysis of buildings with two-way slab systems without beams requires that the model represents the transfer of lateral loads between vertical members. The model should result in prediction of stiffness in substantial agreement with results of comprehensive tests and analysis. Several acceptable models have been proposed to accomplish this objective (Vanderbilt and Corley 1983; Hwang and Moehle 2000; Dovich and Wight 2005).

ACI 421.3R-15: When the analysis is used to determine design drifts or moment magnifications caused by wind or earthquake-induced forces, lower-bound slab stiffnesses should be assumed. When the analysis is used to study interactions of slabs with other framing elements, such as structural walls, it is appropriate to consider a range of slab stiffnesses so that the relative importance of slabs on those interactions can be assessed. For nonprestressed slabs, it is normally appropriate to reduce slab bending stiffness to between one-half and one-fourth of uncracked stiffness values based on gross section properties or based on limits prescribed in ACI 318-14, Section 6.6.3.1.1

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

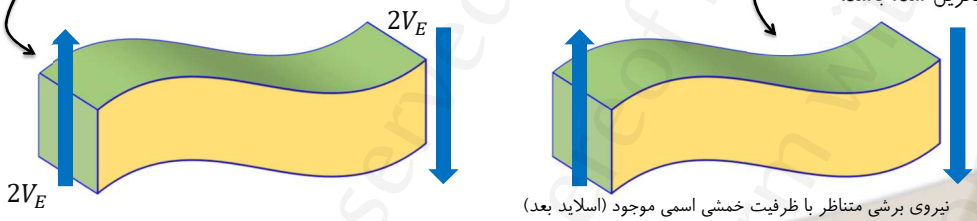
اعمال ضریب اضافه مقاومت در طراحی برخی اجزاء

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

طبق بند ۹-۲۰-۵-۲-۴-۱، مقاومت برشی تیر، ϕV_n، نباید از کوچکترین دو مقدار (الف) و (ب) زیر کمتر در نظر گرفته شود:

الف- مجموع نیروی برشی ایجاد شده در تیر در اثر بارهای ثقلی ضریبدار و مولفه‌ی قائم زلزله و نیروی برشی متناظر با ظرفیت خمشی اسمی موجود در دو انتهای مقید تیر با منظور نمودن انحنای خمشی دو جهته در بر تکیه گاه‌ها؛

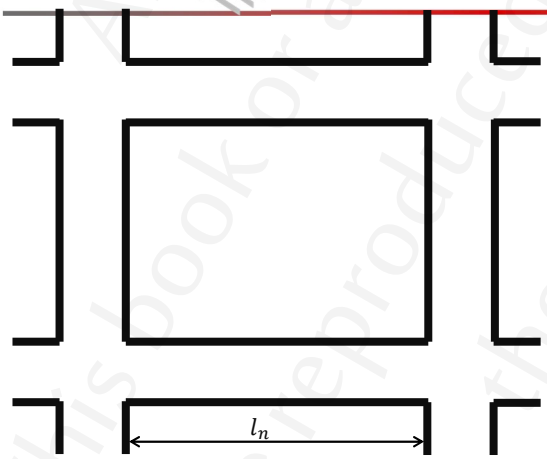
ب- حداکثر برش به دست آمده از ترکیب‌های بارگذاری که در آنها به جای برش ناشی از زلزله‌ی E مقدار 2E جایگزین شده باشد.

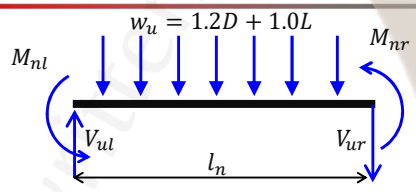


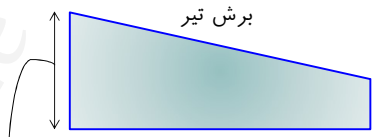
نیروی برشی متناظر با ظرفیت خمشی اسمی موجود (اسلاید بعد)

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان







$$V_e = \frac{M_{nl} + M_{nr}}{l_n} \pm \frac{w_u l_n}{2}$$

ACI318-19: 18.4.2.3 φVn shall be at least the lesser of (a) and (b):

(a) The sum of the shear associated with development of nominal moment strengths of the beam at each restrained end of the clear span due to reverse curvature bending and the shear calculated for factored gravity loads

(b) The maximum shear obtained from design load combinations that include E, with E taken as twice that prescribed by the general building code

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

۹-۲۳-۳-۵ طراحی برای برش در اعضای قاب‌ها

۹-۲۳-۳-۵-۱ در اعضای تحت خمش و تحت نیروی محوری و خمش در قابها، کنترل حالت حدی نهایی مقاومت در برش باید براساس رابطه (۹-۱۵-۱) صورت گیرد. مقدار V_u در این رابطه نباید از یکی از دو مقدار (الف) و (ب) این بند کمتر در نظر گرفته شود:

الف- مجموع نیروی برشی ایجاد شده در عضو در اثر بارهای قائم نهایی و نیروی برشی همساز با لنگرهای خمشی اسمی موجود در مقاطع انتهایی با انحنای خمشی مضاعف، با فرض تشکیل مفصل‌های پلاستیکی

ب- نیروی برشی به دست آمده از تحلیل ساختمان زیر اثر بارهای نهایی ناشی از بارهای قائم و نیروی جانبی زلزله با فرض آنکه نیروی زلزله مؤثر به ساختمان دو برابر مقدار تعیین شده در مبحث ششم مقررات ملّی ساختمان منظور شود.

این بخش طراحی برشی تیرها بین دو نسخه ۹۲ و ۹۹ یکسان است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

طبق بند ۹-۲۰-۵-۳-۴، **برش در ستون‌های با شکل پذیری متوسط**

۹-۲۰-۵-۳-۴-۱ در ستون‌ها مقاومت برشی مقطع، ϕV_n، نباید از کوچکترین دو مقدار (الف) و (ب) زیر کمتر در نظر گرفته شود:

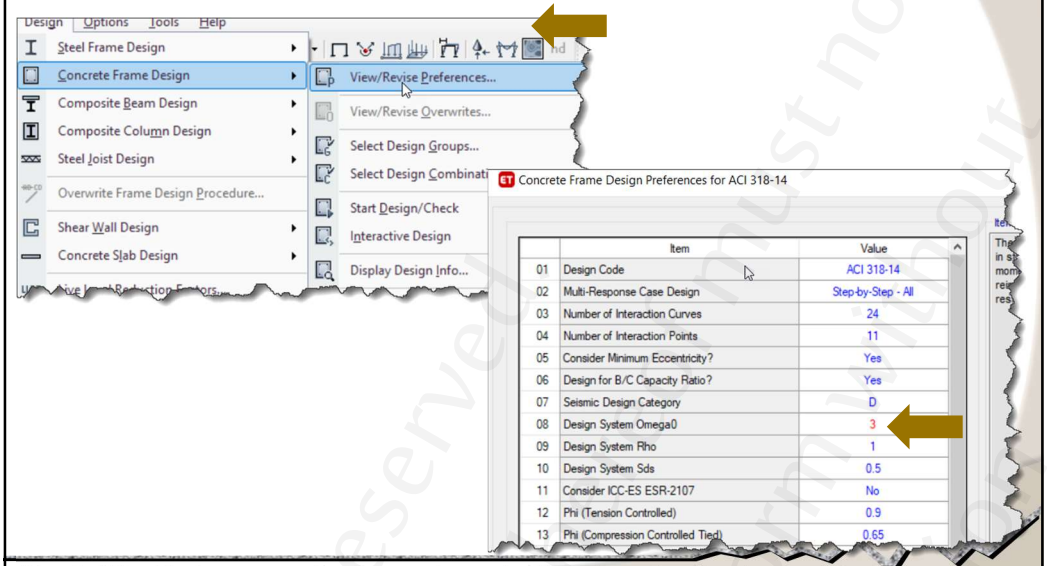
الف- نیروی برشی ایجاد شده در ستون در اثر بارهای ثقلی ضریبدار و نیروی برشی متناظر با لنگرهای خمشی اسمی موجود در مقاطع انتهایی با انحنای خمشی دو جهته، در هر امتداد. بار محوری ضریبدار باید از ترکیبی در بارگذاری ستون انتخاب شود که بیشترین لنگر خمشی اسمی متناظر با آن حاصل گردد.

ب- حداکثر برش به دست آمده از ترکیب‌های بارگذاری ضریبدار شامل زلزله که در آنها به جای برش ناشی از زلزله، E، مقدار $\Omega_0 \times E$ جایگزین شده باشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

برنامه ETABS در تعیین برش ستون مقدار Ω_0 معرفی شده را ملاک قرار می‌دهد.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

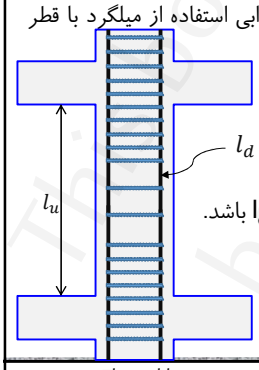
Change

محدودیت قطر میلگرد استفاده شده در ستون‌های با شکل‌پذیری ویژه

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۲۰-۶-۳-۲-۲ در طول آزاد ستون، آرماتورهای طولی ستون باید به گونه‌ای انتخاب شوند که $1.25l_d \le l_u/2$ باشد. در این رابطه l_d طول گیرایی آرماتورهای طولی l_u و طول آزاد ستون است.

طبق این بند نمی‌توان میلگرد با قطرهای بالا را در هر ستونی بکار برد. دلیل این محدودیت جلوگیری از خرابی ناشی از جداشدگی پیوند یا چسبیدگی بین بتن و آرماتور است. یکی از روش‌های جلوگیری از این خرابی استفاده از میلگرد با قطر کم است.



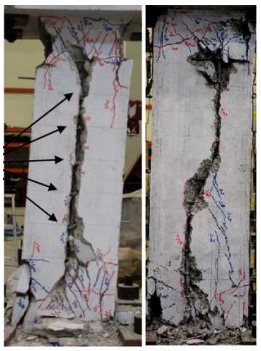
ویرایش ۹۲ مبحث نهم: معادل این بند در ویرایش ۹۲ وجود ندارد. $l_d \le \frac{\frac{l_u}{2}}{1.25} = \frac{l_u}{2.5}$

مثلا اگر طول آزاد ستون ۳ متر باشد، حداکثر قطر میلگرد قابل استفاده، باید دارای l_d<1.2m باشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

به عنوان مثال، مطابق جدول زیر، برای بتن C30، برای ارتفاع حدود ۳ متر، حداکثر از قطر میلگرد ۲۸ می‌توان استفاده نمود.



Square column Rectangular column

با فرض میلگرد AIII، بتن C30 و با صرف نظر از آرماتور عرضی		با فرض میلگرد AIII، بتن C25 و با صرف نظر از آرماتور عرضی	
min Lu (cm)	Ld (cm)	min Lu (cm)	Ld (cm)	d_b
70	28	76	30	8
88	35	95	38	10
105	42	114	46	12
123	49	133	53	14
140	56	152	61	16
158	63	171	69	18
219	88	235	94	20
241	96	259	104	22
274	110	294	118	25
307	123	329	132	28
329	131	353	141	30
351	140	376	151	32

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

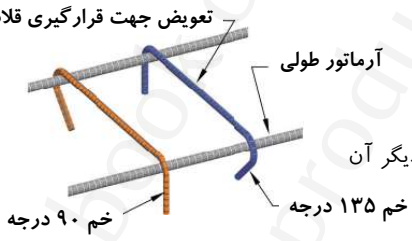
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

لزوم تعویض جهت قرار گیری قلاب‌های دوخت (سنجاقی)

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۲۱-۲-۲-۶ قلاب‌های دوخت باید شرایط زیر را تامین کنند.



الف- سنجاقی باید یکپارچه باشد.

ب- یک انتهای سنجاقی باید دارای قلاب لرزه‌ای بوده، و انتهای دیگر آن باید دارای قلاب با زاویه‌ی حداقل ۹۰ درجه باشد.

پ- قلاب باید در برگیرنده‌ی میلگرد طولی پیرامونی مقطع باشد.

ت- انتهای با خم ۹۰ درجه‌ی دو سنجاقی متوالی که میلگرد طولی را در بر می‌گیرند، باید به طور یک در میان در وجوه مقابل مقطع قرار گیرند؛ مگر آن که ضوابط بند ۹-۲۱-۶-۱-۷ یا ۹-۲۰-۶-۲-۳-۶ تامین شوند.

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: معادل این بند در ویرایش ۹۲ وجود ندارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

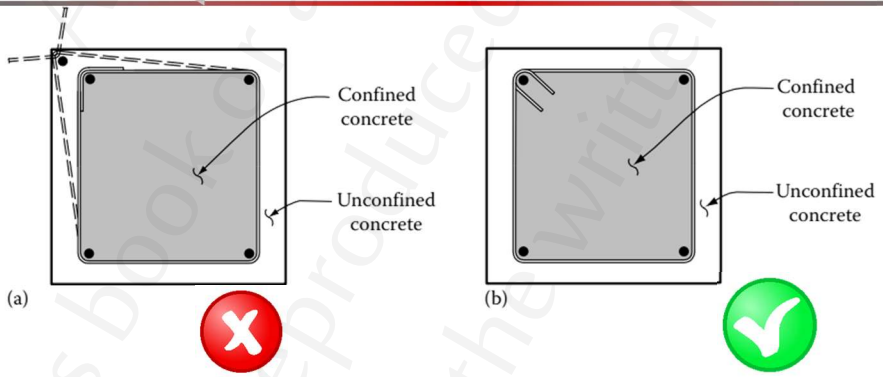
All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

در سنجاقی‌ها، قلاب‌های ۹۰ درجه دو سنجاقی پی در پی، بایستی یکی در میان جایشان عوض شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



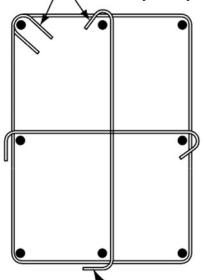
استفاده از خاموت با خم ۹۰ درجه در گوشه قادر به محصور نمودن بتن بعد از خرابی کاور نبوده و بایستی از قلاب ۱۳۵ در مناطق با لرزه‌خیزی بالا استفاده نمود.

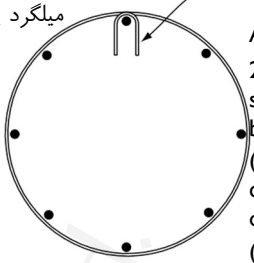
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission. All rights reserved.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

قلاب لرزه‌ای





ACI 318-19

25.3.4 Seismic hooks used to anchor stirrups, ties, hoops, and crossties shall be in accordance with (a) and (b):

(a) Minimum bend of 90 degrees for circular hoops and 135 degrees for all other hoops

(b) Hook shall engage longitudinal reinforcement and the extension shall project into the interior of the stirrup or hoop

ACI 318-19

25.3.5 Crossties shall be in accordance with (a) through (e):

(a) Crosstie shall be continuous between ends

(b) There shall be a seismic hook at one end

(c) There shall be a standard hook at other end with minimum bend of 90 degrees

(d) Hooks shall engage peripheral longitudinal bars

(e) 90-degree hooks of two successive crossties engaging the same longitudinal bars shall be alternated end for end, unless crossties satisfy 18.6.4.3 or 25.7.1.6.1

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

حداقل بعد ستون متناسب با میلگرد عبوری کرده تیر در قاب ویژه

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۲۰-۶-۵-۲-۳ در مواردی که آرماتورهای طولی تیر از ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون عبور میکنند، بعد گره، h، به موازات آرماتورهای طولی تیر باید بیشترین مقدار به دست آمده از (الف) تا (پ) باشد:

الف- برای میلگردهای با مقاومت تسلیم ۴۲۰ مگاپاسکال و کمتر برابر با $\frac{20}{\lambda}d_b$، که d_b قطر میلگرد بزرگتر است.

ب- برای میلگردهای با مقاومت تسلیم ۵۲۰ مگاپاسکال و کمتر برابر با $26d_b$، که d_b قطر میلگرد بزرگتر است.

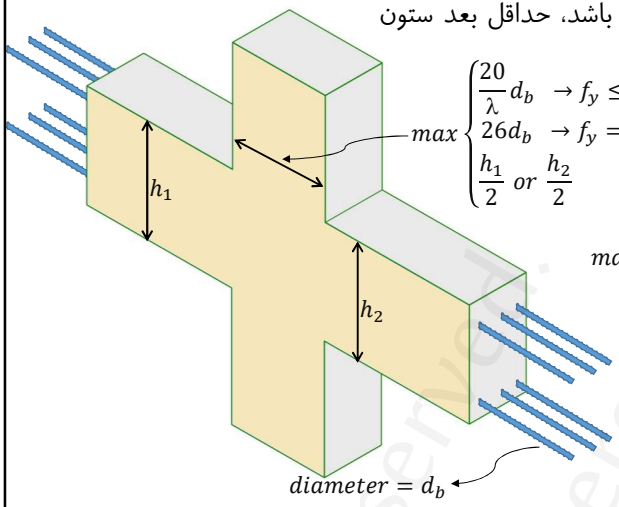
پ- نصف ارتفاع هر تیری که در امتداد مورد نظر به اتصال تیر به ستون وصل بوده و با عملکرد خود به صورت بخشی از سیستم مقاوم در برابر زلزله، در اتصال ایجاد برش می‌کند.

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: معادل این بند در ویرایش ۹۲ وجود ندارد

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

مثال، اگر میلگرد طولی تیر ۲۵ و از نوع AIII باشد، ارتفاع تیر سمت چپ و راست ستون، ۵۰ سانتیمتر باشد، حداقل بعد ستون چقدر است؟ نوع بتن معمولی است



$$max\begin{cases}\frac{20}{\lambda}d_b & \rightarrow f_y \le 420\ MPa\\ 26d_b & \rightarrow f_y = 520\ MPa\\ \frac{h_1}{2}\ or\ \frac{h_2}{2}\end{cases}$$

$$max\begin{cases}\frac{20}{1.0}\times 2.5 = 50\ cm & \rightarrow f_y \le 420\ MPa\\ \frac{h_1}{2} = \frac{50}{2} = 25\ cm\end{cases}$$

بنابراین حداقل بعد ستون ۵۰ سانت است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

Change

برش چشمه اتصال قاب خمشی متوسط

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۲۰-۵-۴ ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون در قاب‌های متوسط

۹-۲۰-۵-۴-۷ برش در ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون

۹-۲۰-۵-۴-۷-۱ مقاومت برشی اتصالات درجا ریز تیر به ستون باید رابطه‌ی $\phi V_n \ge V_u$، را تامین کند.

۹-۲۰-۵-۴-۷-۲ V_u در ناحیه گره براساس بند ۹-۲۰-۳-۳-۳ تعیین می‌شود.

۹-۲۰-۵-۴-۷-۳ ϕ براساس بند ۹-۷-۴ برای برش تعیین می‌شود.

ϕ=0.75 براساس جدول ۹-۷-۲

۹-۲۰-۵-۴-۷-۴ V_n در ناحیه گره براساس بند ۹-۲۰-۶-۵-۴ تعیین می‌شود.

بند ۹-۲۰-۳-۳: اتصالات تیر به ستون در قاب‌های با شکل پذیری کم

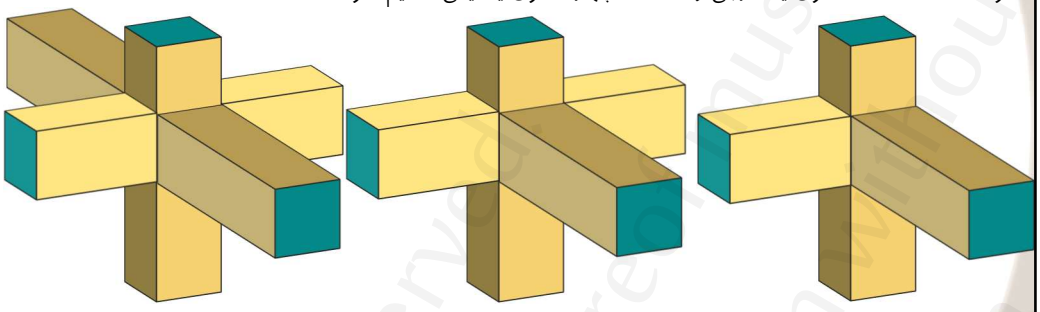
اتصالات تیر به ستون باید مطابق فصل ۹-۱۶ بوده و برش اتصال V_u باید در صفحه‌ی افقی در وسط ارتفاع اتصال تیر به ستون، و با منظور نمودن نیروهای کششی و فشاری ناشی از لنگرهای اسمی تیر، M_n ، محاسبه گردد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مقدار V_u، در گره اتصال، چگونه محاسبه می‌شود؟

در یک سازه بتن مسلح ممکن است انواع گوناگونی از اتصالات وجود داشته باشند. اتصالات ممکن است ۴ و یا ۳ بعدی باشند. ممکن است زوایای اعضای متصل به هم حاده، قائمه و یا منفجره باشند. در قابهای شیبدار زوایای تیر و ستون غیرقائمه است. در قابهای بتن مسلح مسطح از نظر تعداد اعضای متصل بهم می‌توان اتصالات را به انواع دو عضوی یا گوشه، اتصالات سه عضوی یا خارجی و اتصالات چهار عضوی یا میانی تقسیم نمود.



اتصال داخلی　　اتصال خارجی　　اتصال گوشه

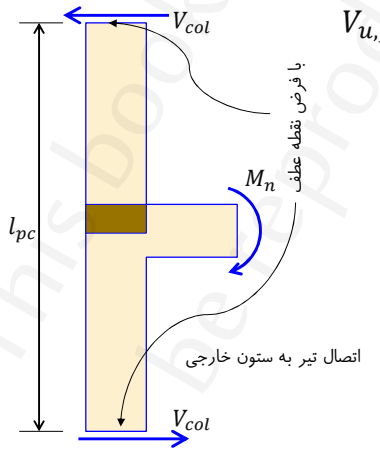
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

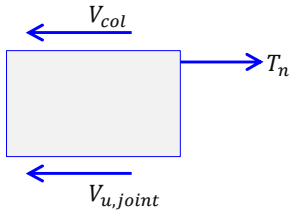
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نیروی برشی در اتصال

مطابق شکل، یک اتصال خارجی تیر به ستون در نظر بگیرید که از وسط ستون مقطع زده شده است. نیروی برشی اتصال برابر است با:

$$V_{u,joint} = T_n - V_{col}$$



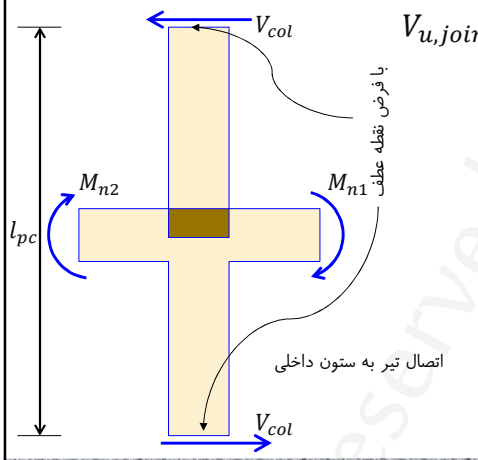


نیمه بالایی اتصال خارجی

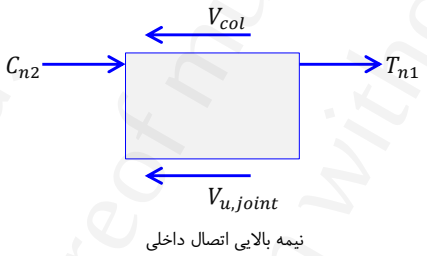
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

که در آن T_n نیروی کششی ناشی از جاری شدن میلگردهای بالایی تیر برابر $\alpha A_s f_y$ بوده که α=1.0 است. همچنین V_{col} نیروی برشی ستون بوده که از تحلیل سازه تعیین می‌شود. برای یک اتصال داخلی داریم:



$$V_{u,joint} = T_{n1} + C_{n2} - V_{col}$$



که در آن C_{n2} نیروی فشاری بتن در وجه دیگر است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مقدار V_n، در گره اتصال، چگونه محاسبه می‌شود؟

طبق بند ۹-۲۰-۶-۵-۴-۳ مقاومت برشی ناحیه اتصال تیر به ستون، V_n بصورت زیر تعیین می‌شود، در این روابط برای بتن با وزن معمولی λ=1.0 و برای بتن سبک λ=0.75 است.

ستون	تیر در امتدادی که V_u حساب شده است.	محصور شدگی با تیرهای عرضی مطابق بند ۹-۱۶-۲-۸	V_n (N)
پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۶	پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۷	محصور شده	$1.7\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		محصور نشده	$1.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
	سایر موارد	محصور شده	$1.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		محصور نشده	$1.0\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
سایر موارد	پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۷	محصور شده	$1.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		محصور نشده	$1.0\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
	سایر موارد	محصور شده	$1.0\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		محصور نشده	$0.7\lambda\sqrt{f'_c}A_j$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

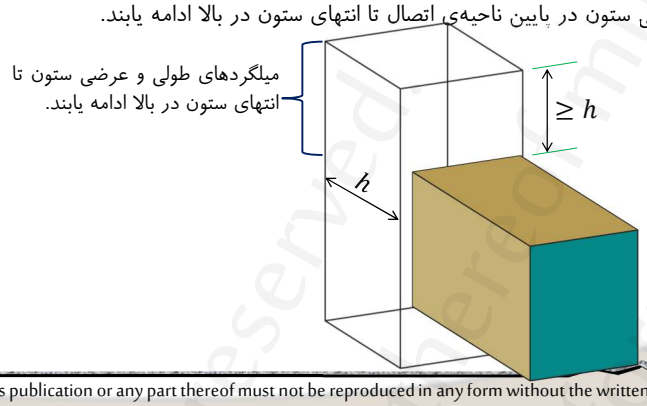
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بند ۹-۱۶-۲-۶:

ادامه (توسعه) یک ستون در حالتی شرایط پیوستگی در ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون در امتداد برش مورد بررسی را ایجاد می‌نماید که شرایط زیر برآورده گردند:

الف- ستون در بالای ناحیه‌ی اتصال حداقل به میزان یک عمق ستون (h) در امتداد برش مورد بررسی ادامه داشته باشد.

ب- میلگردهای طولی و عرضی ستون در پایین ناحیه‌ی اتصال تا انتهای ستون در بالا ادامه یابند.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

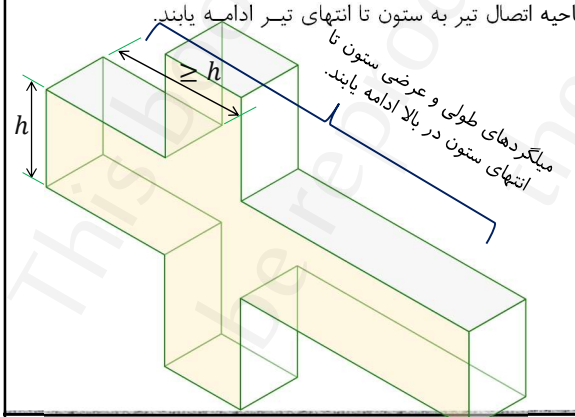
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بند ۹-۱۶-۲-۷:

ادامه (توسعه) یک تیر در حالتی شرایط پیوستگی در ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون در امتداد برش مورد بررسی را ایجاد می‌نماید که شرایط زیر برآورده گردند:

الف- تیر بعد از ناحیه‌ی اتصال حداقل به میزان یک عمق تیر(h) ادامه داشته باشد.

ب- میلگردهای طولی و عرضی تیر در سمت مقابل ناحیه اتصال تیر به ستون تا انتهای تیر ادامه یابند.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بند ۹-۱۶-۲-۸:

در ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون در امتداد برش مورد بررسی وقتی دارای شرایط محصور شدگی است که در آن دو تیر عرضی مطابق بندهای (الف) و (ب) و (پ) در زیر قرار داده شود:

الف- عرض هر یک از تیرهای عرضی حداقل سه چهارم عرض ستون در وجه اتصال باشد.

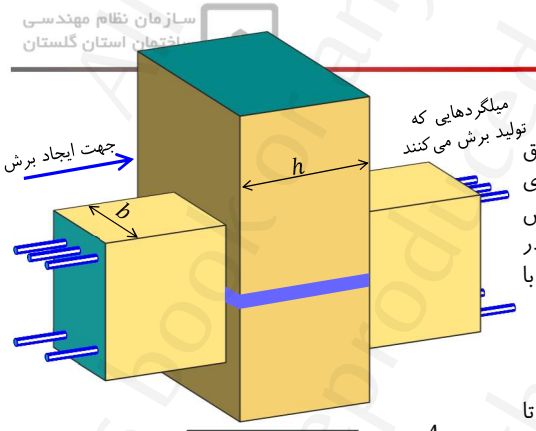
ب- تیرهای عرضی حداقل به طول یک عمق تیر بعد از ناحیه‌ی اتصال ادامه داشته باشند.

پ- تیرهای عرضی حداقل دارای دو میلگرد پیوسته در بالا و پایین مطابق بند ۹-۱۱-۵-۱ باشند؛ و حداقل دارای خاموتهایی با قطر ۱۰ میلی متر یا بیشتر مطابق بندهای ۹-۱۱-۵-۲ و ۹-۱۱-۶-۵-۳ باشند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

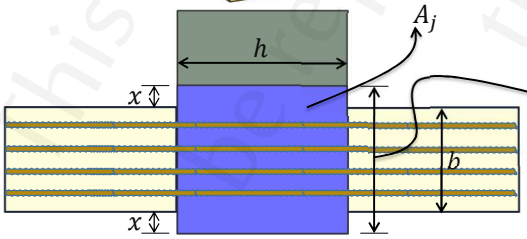
بند ۹-۱۶-۴-۲-۳:



سطح مقطع موثر ناحیه‌ی اتصال (A_j) از حاصل ضرب عمق ستون در راستای مورد بررسی در عرض موثر ناحیه‌ی اتصال به دست می‌آید. عرض موثر در صورتی که عرض تیر از عرض ستون بیشتر باشد، برابر با عرض ستون، و در صورتی که عرض ستون از عرض تیر بیشتر باشد، برابر با حداقل مقادیر (الف) و (ب) منظور می‌گردد:

الف- عرض تیر به علاوه‌ی عمق ستون

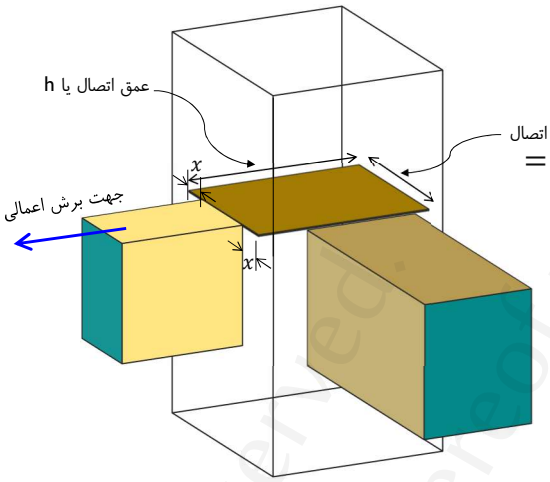
ب- دو برابر فاصله‌ی عمودی بین محور طولی تیر تا نزدیکترین وجه ستون



$$\text{عرض موثر} = \min\begin{cases} b+h \\ b+2x \end{cases}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



عرض موثر اتصال $= (b + h) \leq b + 2x$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

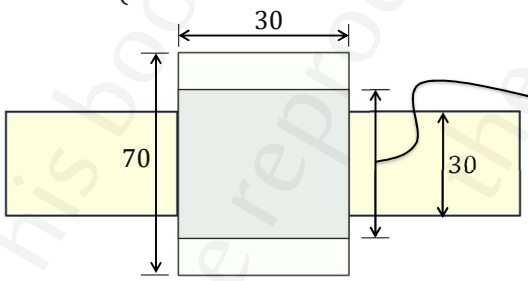
برنامه ETABS چگونه A_j را محاسبه می‌کند.

برنامه همواره فرض می کند، اتصال تیر به ستون از آکس هم عبور می‌کنند.

برنامه در هر امتداد مقطع عرض موثر را از رابطه زیر تعیین می‌کند:

$$\text{عرض موثر} = \min \begin{cases} b + h \\ b + 2x \end{cases}$$

مثال ۱):



$$\text{عرض موثر} = \min \begin{cases} 30 + 30 \\ 30 + 2 \times 20 \end{cases} = 60\ cm$$

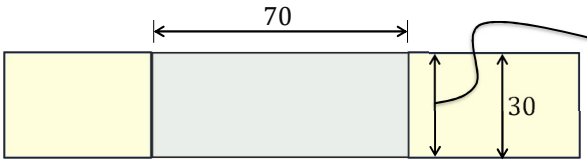
$$A_j = 60 \times 30 = 1800\ cm^2$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

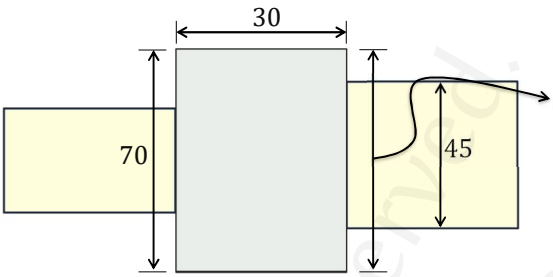
مثال ۲)



عرض موثر = $\min\begin{cases}30+70\\30+2\times 0\end{cases} = 30\ cm$

$A_j = 30\times 70 = 2100\ cm^2$

مثال ۳)

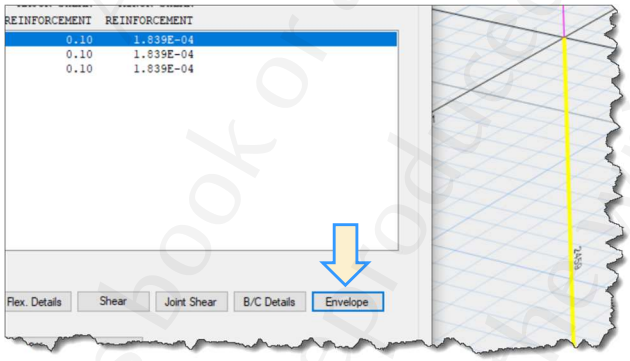


عرض موثر = $\min\begin{cases}45+30\\45+2\times 12.5\end{cases} = 70\ cm$

$A_j = 70\times 30 = 2100\ cm^2$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



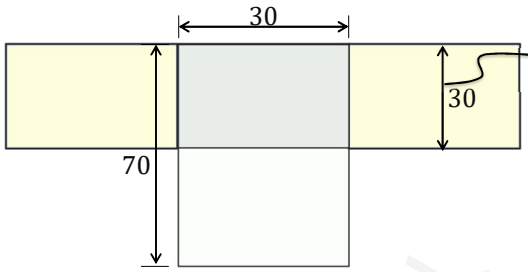
Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Ratio	Shear $V_{u,Tot}$ kgf	Shear V_c kgf	Joint Area mm²	Controlling Combo
Major(V_{u2})	0.545	59740.3496	109564.8555	210000	Comb1
Minor(V_{u3})	0.545	1277.682	87651.8844	210000	Comb1

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

برنامه ETABS در محاسبه A_j تیرهایی که از یک وجه ستون همباد می‌شوند، دچار خطا می‌شود.
مثلا در اتصال زیر داریم:



$$\text{عرض موثر} = \min\begin{cases} 30+30 \\ 30+2\times 0 \end{cases} = 30\ cm$$

$$A_j = 30 \times 30 = 900\ cm^2$$

آنچه که برنامه محاسبه می‌کند (با فرض عبور تیر از آکس ستون):

$$\text{عرض موثر} = \min\begin{cases} 30+30 \\ 30+2\times 20 \end{cases} = 60\ cm$$

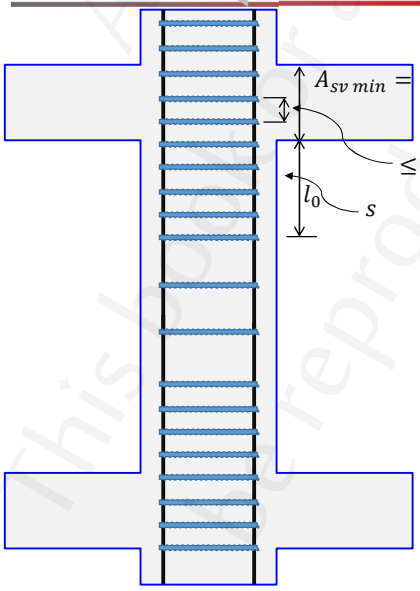
$$A_j = 60 \times 30 = 1800\ cm^2$$

برای اصلاح به جای DCR در گره برابر 1.0، این نسبت برابر نسبت سطح مقطع واقعی به سطح مقطع محاسبه شده در برنامه در نظر گرفته شود.

$$DCR = \frac{900}{1800} = 0.5$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

۹-۲۳-۳-۴ اتصالات تیر به ستون‌ها در قاب‌ها

۹-۲۳-۳-۴-۱ در اتصالات تیرها به ستون‌ها، در طول ارتفاع تیر یا دالی که بیشترین ارتفاع را دارد و به محل اتصال منتهی می‌شود، باید در امتداد عمود بر میلگرد طولی ستون، میلگرد عرضی به مقدار حداقل برابر با مقادیر (الف) و (ب) این بند پیشبینی نمود:

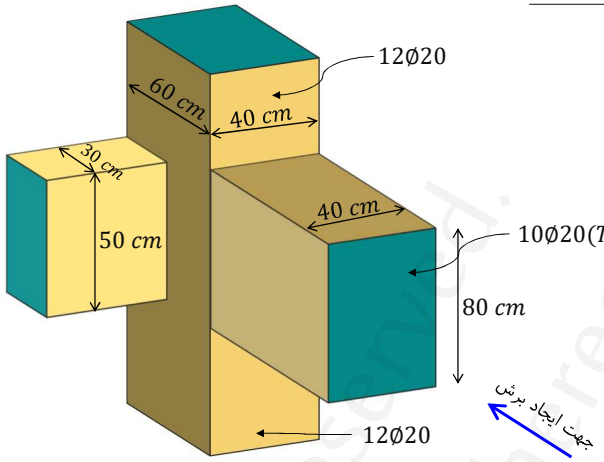
الف- سطح مقطع میلگرد عرضی نباید کمتر از مقدار محاسبه شده از رابطه (۹-۱۵-۱۳) باشد.

ب- مقدار آرماتور عرضی نباید کمتر از دو سوم مقدار آرماتور عرضی در ناحیه L_0 ستون، مطابق بند ۹-۲۳-۳-۲-۴-۲ باشد. فاصله سفره‌های این آرماتور از یکدیگر نباید بیشتر از یک و نیم برابر فاصله سفره‌های نظیر در ناحیه L_0 اختیار شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) کفایت اتصال زیر برای برش را بررسی نمایید. ارتفاع طبقه ۳ متر، مقاومت مشخصه بتن ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و تنش تسلیم میلگردها ۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته شود. اتصال در یک قاب خمشی متوسط است. اتصال محصور شده فرض شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نیروی برشی در مرکز اتصال:

$$V_u = T_n - V_{col}$$

که در آن T_n نیروی کششی ناشی از جاری شدن میلگردهای بالایی تیر برابر $\alpha A_s f_y$ بوده که α=1.0 (برای حالات غیر لرزه‌ای) است.

$$T_n = \frac{1.0(10 \times \pi \times 2^2 \times 0.25)(4200)}{1000} = 131.922\ ton$$

از تعادل نیروها، C_n=T_n است (شکل اسلاید بعد) بنابراین:

$$0.85(300)(a)(40) = 131.922(1000) \Rightarrow \quad a = 12.93\ cm$$

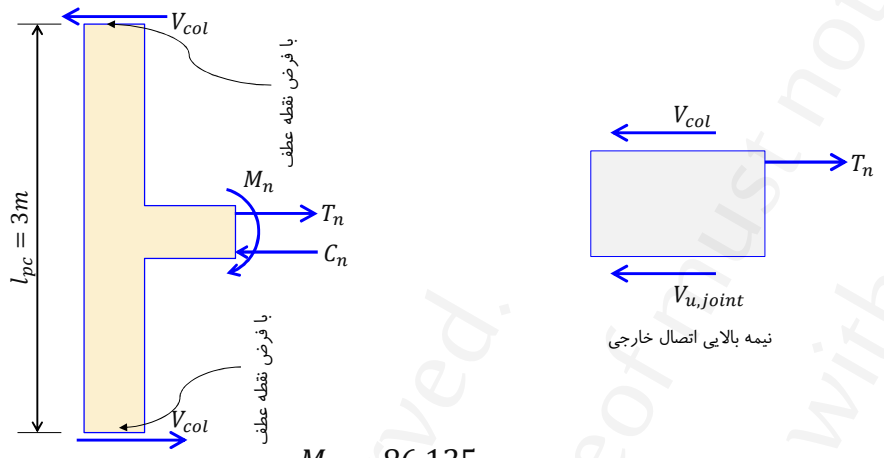
$$d = 80 - 4 - 1 - 2 - 1.25 = 71.75\ cm$$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = \frac{(10 \times \pi \times 2^2 \times 0.25)(4200)}{10^5}\left(71.75 - \frac{12.93}{2}\right)$$

$$= 86.125\ t.m$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



$$V_{col} l_{pc} = M_n \Rightarrow V_{col} = \frac{M_n}{3} = \frac{86.125}{3} = 28.708\ t$$

$$V_u = 131.922 - 28.708 = 103.214\ t$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

$$b_j = \min\begin{Bmatrix} b+h \\ b+2x \end{Bmatrix} = \min\begin{Bmatrix} 40+60 \\ b+0 \end{Bmatrix} = 40\ cm$$

$$V_n = \left(1.7\lambda\sqrt{f_c'}A_j\right)_{MPa} = \left(5.3\lambda\sqrt{f_c'}A_j\right)_{kg/cm^2} =$$

$$= \frac{5.3 \times 1.0 \times \sqrt{300}(40)(60)}{1000} = 220.32\ t$$

$$\varphi V_n = 0.75(220.32) = 165.24\ t > 103.214\ t$$

بنابراین اتصال کفایت برشی لازم را دارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

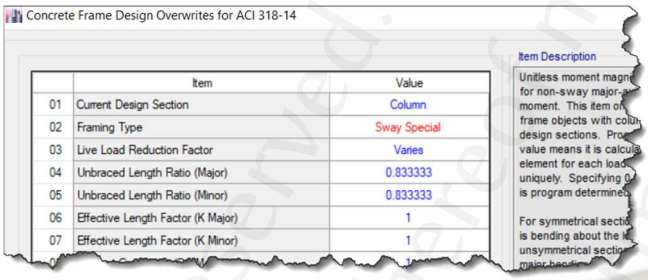
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

چگونه کنترل کفایت چشمه اتصال در برنامه ETABS را کنترل کنیم؟

۱- ابتدا یک Save as از مدل بگیرید.

۲- ستون‌های سازه را انتخاب و شکل پذیری آنها را از مسیر زیر، ویژه انتخاب کنید. شکل پذیری تیرها در حالت Sway Intermediate باقی بماند تا ظرفیت آنها براساس F_y تعیین شود نه $1.25F_y$

Design menu > Concrete Frame Design > Review/Revise Overwrites

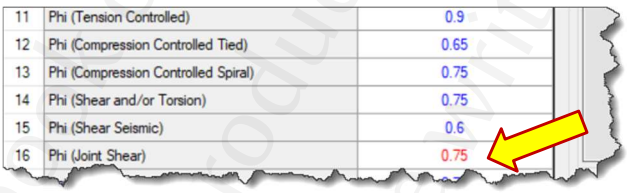


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

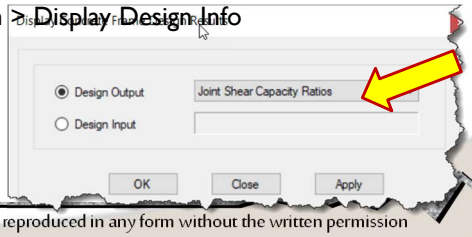
۳- از مسیر زیر به تنظیمات آیین‌نامه رفته مقدار ضریب کاهش مقاومت را برابر 0.75 وارد کنید.

Design menu > Concrete Frame Design > View/Revise Preferences



۴- سازه را تحلیل و طراحی کنید، سپس از مسیر زیر گزینه Joint Shear Capacity Ratios را مشاهده نمایید. برای همه ستون ها باید این مقدار کمتر از یک باشد.

Design menu > Concrete Frame Design > Display Design Info



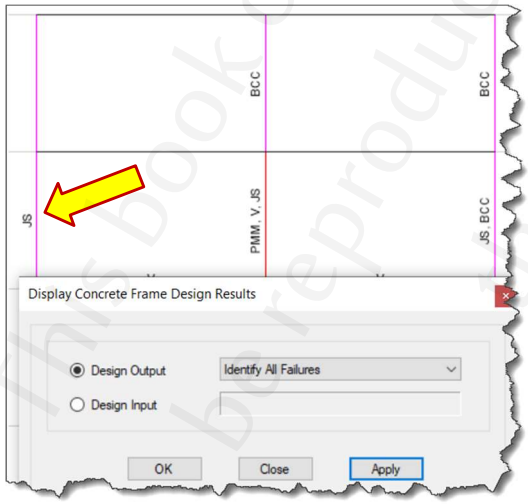
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

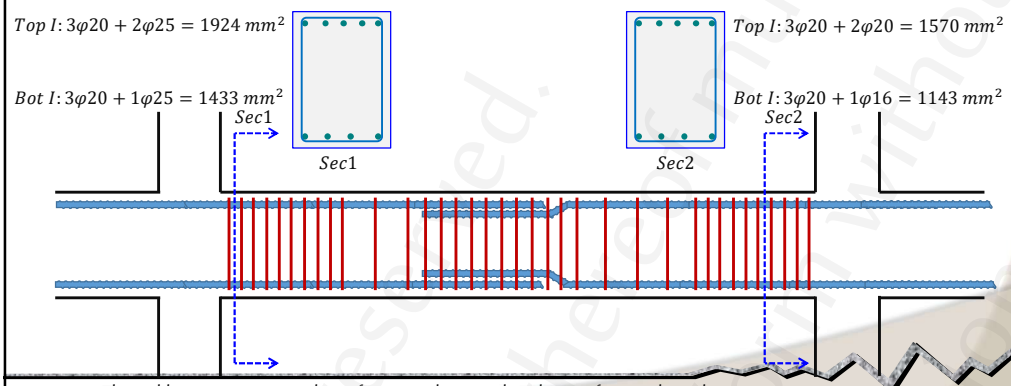
همچنین می‌توان از گزینه Identify All Failures نیز استفاده نمود. تیرهایی که بر روی آنها عبارت JS نوشته شده یعنی برش چشمه اتصال آنها جواب نداده است.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نکته: محاسبه ظرفیت تیر و انداختن این ظرفیت بر روی گره اتصال تیر به ستون براساس آرماتورهای محاسبه شده چندان درست نیست و طراح بایستی به ملاحظات آرماتورگذاری اجرایی و میزان آرماتورهایی که در نقشه میدهد توجه داشته باشد. برای این منظور میتوان برای هر تیر در ETABS بصورت جداگانه آرماتورگذاری را برای براساس میزان واقعی آن تعریف نمود. مثلا فرض کنید در تیر زیر آرماتورهای واقعی در نقشه در ابتدا و انتهای تیر در مقطع ۱ و ۲ نشان داده شده باشد:

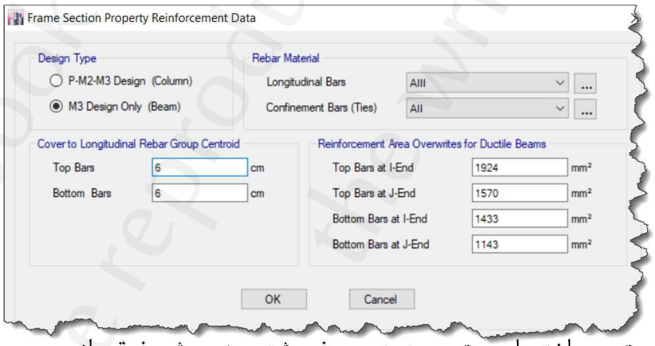


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

از مسیر زیر یک تیر جدید برای این المان تعریف شده و مقاطع آرماتورهای واقعی در آن معرفی می‌شود.

Define menu > Section Properties > Frame Sections



حال با انتخاب این تیر و اختصاص تیر جدید معرفی شده به روش فوق، از مسیر Assign menu > Frame > Section Property کفایت برش چشمه اتصال متناسب با مساحت آرماتورهای واقعی بررسی شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

این روش زمانبر بوده و در پروژه های بزرگ چندان عملی نیست. بنابراین توصیه میشود، یا به روش دقیق کفایت برش چشمه اتصال بررسی شود و یا طراح متناسب با نوع سلیقه خود در جزئیات بندی و نقشه‌های خروجی حدی را به عنوان کران بالای نسبت برش اتصال در نظر گرفته و با این مقدار برش‌ها را بررسی کند. این کران بالا به نسبت میزان آرماتور محاسباتی به آرماتور داده شده در نقشه‌ها بستگی دارد. مثلا فرض کنید:

$$Required\ Bar = 10\ cm^2 \quad \rightarrow \quad Use\ 4\varphi 20 = 12.56$$

$$\Longrightarrow \frac{10}{12.56} = 0.79$$

بنابراین به عنوان یک توصیه اگر مقدار آرماتور واقعی را در برنامه تعریف نمی‌کنید، حداکثر نسبت برای قبل ظرفیت برش چشمه اتصال را براساس **0.8** بررسی کنید.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

برش چشمه اتصال قاب خمشی ویژه

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۲۰-۶-۵ اتصالات تیر به ستون در قاب‌های ویژه

۹-۲۰-۶-۵-۲-۱ نیروهای آرماتورهای طولی تیرها در بر ناحیهی اتصال باید با فرض تنش کششی $1.25f_y$ محاسبه شوند.

۹-۲۰-۶-۵-۴-۱ نیروی برشی در اتصال تیر به ستون باید در صفحه‌ی افقی وسط ارتفاع این اتصال و بر اساس نیروهای محاسبه شده در بر گره، با توجه به نیروهای فشاری و کششی در تیرها که مطابق بند ۹-۲۰-۶-۵-۲-۱ به دست آمده، و نیروی برشی در ستون‌ها در براساس مقاومت خمشی محتمل تیرها، M_{pr} محاسبه گردد.

۹-۲۰-۶-۵-۴-۲ ϕ براساس بند ۹-۷-۴-۵-پ برای برش تعیین می‌شود. ϕ=0.85 براساس بند ۹-۷-۴-۵-پ

۹-۲۰-۶-۵-۴-۳ V_n در ناحیه گره براساس جدول ۹-۲۰-۲ تعیین می‌شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مقدار V_n، در گره اتصال، چگونه محاسبه می‌شود؟

طبق بند ۹-۲۰-۶-۵-۴-۳ مقاومت برشی ناحیه اتصال تیر به ستون، V_n بصورت زیر تعیین می‌شود، در این روابط برای بتن با وزن معمولی $\lambda=1.0$ و برای بتن سبک $\lambda=0.75$ است.

ستون	تیر در امتدادی که V_u حساب شده است.	محصور شدگی با تیرهای عرضی مطابق بند ۹-۱۶-۲-۸	V_n (N)
پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۶	پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۷	محصور شده	$1.7\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		محصور نشده	$1.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
	سایر موارد	محصور شده	$1.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		محصور نشده	$1.0\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
سایر موارد	پیوسته یا مطابق بند ۹-۱۶-۲-۷	محصور شده	$1.2\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		محصور نشده	$1.0\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
	سایر موارد	محصور شده	$1.0\lambda\sqrt{f'_c}A_j$
		محصور نشده	$0.7\lambda\sqrt{f'_c}A_j$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

آرماتور عرضی

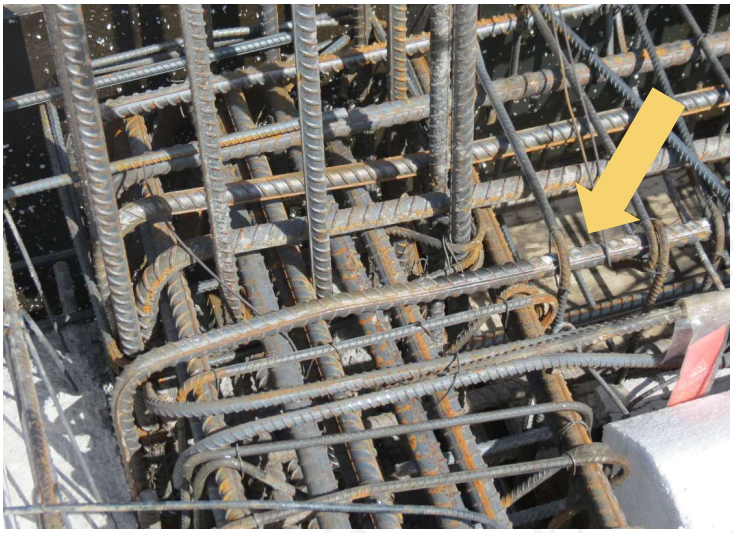
طبق بند ۹-۲۰-۶-۵-۳-۱، آرماتور گذاری عرضی باید در کلیه‌ی نواحی اتصالی، به جز آنهایی که در بند ۹-۲۰-۶-۵-۳-۲ اشاره شده‌اند، مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۳-۳-۲ تا ۹-۲۰-۶-۳-۳-۴ و ۹-۲۰-۶-۳-۳-۷ (ضوابط آرماتورگذاری ناحیه l_0 ستون) به کار برده شود.

۹-۲۰-۶-۵-۳-۲ در نواحی اتصالی که در چهار سمت توسط تیرها محصور شده اند و عرض تیرها کمتر از سه چهارم بعد ستونی که به آن متصل می‌شوند، نیستند، می‌توان در طولی به اندازه کوتاه ترین ارتفاع تیر، h، از آرماتور عرضی، مساوی با نصف مقدار تعیین شده برای ناحیه l_0 ستون، استفاده نمود و فاصله آنها نیز به مانند فاصله آنها را از هم به جای فاصله آرماتورهای عرضی ناحیه l_0 ستون، تا ۱۵ سانتیمتر افزایش داد.

طبق بند ۹-۲۰-۶-۵-۳-۳، در تیرهایی که آرماتورهای طولی آنها از داخل هسته محصور شده ستون عبور نمی‌کند، در صورتی که آرماتورها توسط تیر دیگری محصور نشده باشند، باید در سراسر طول آرماتور طولی که در خارج از هسته قرار دارند، از آرماتورهای عرضی که آرماتورهای عرضی که از ستون عبور می‌کنند، با فاصله ای به میزان گفته شده برای آرماتورهای عرضی تیر در ناحیه بحرانی استفاده نمود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

طبق بند ۹-۲۰-۶-۳-۳-۴، مقدار آرماتور عرضی ویژه لازم در ناحیه بحرانی برای تنگ های چند ضلعی باید مطابق (الف) و (ب) زیر محاسبه شود (روابط بر حسب MPa).

الف) در صورتی که $P_u \le 0.3A_g f_c'$ و $f_c' \le 70\ Mpa$ داریم:

$$\frac{A_{sh}}{sb_c} = max\begin{cases} 0.3\left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right)\frac{f_c'}{f_{yt}} \\ 0.09\frac{f_c'}{f_{yt}} \end{cases}$$

ب) در صورتی که $P_u > 0.3A_g f_c'$ یا $f_c' > 70\ Mpa$ داریم:

$$\frac{A_{sh}}{sb_c} = max\begin{cases} 0.3\left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right)\frac{f_c'}{f_{yt}} \\ 0.09\frac{f_c'}{f_{yt}} \\ 0.2k_f k_n \frac{P_u}{A_{ch}f_{yt}} \end{cases}$$

$$k_f = \frac{f_c'}{175} + 0.6 \ge 1.0$$

$$k_n = \frac{n_l}{n_l - 2}$$

که در آن n_l تعداد آرماتور یا گروه آرماتورهای واقع در محیط هسته ستون با دورگیرهای با خطوط مستقیم که از نظر عرضی به قلاب‌های لرزه‌ای و یا گوشه دورگیرها متکی هستند، میباشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

طبق بند ۹-۲۰-۶-۳-۳-۴، مقدار آرماتور عرضی ویژه لازم در ناحیه بحرانی برای تنگ های دایره‌ای باید مطابق (الف) و (ب) زیر محاسبه شود.

الف) در صورتی که $P_u \le 0.3A_g f_c'$ و $f_c' \le 70\ Mpa$ داریم:

$$\rho_s = max\begin{cases} 0.45\left(\dfrac{A_g}{A_{ch}} - 1\right)\dfrac{f_c'}{f_{yt}} \\ 0.12\dfrac{f_c'}{f_{yt}} \end{cases}$$

ب) در صورتی که $P_u > 0.3A_g f_c'$ یا $f_c' > 70\ Mpa$ داریم:

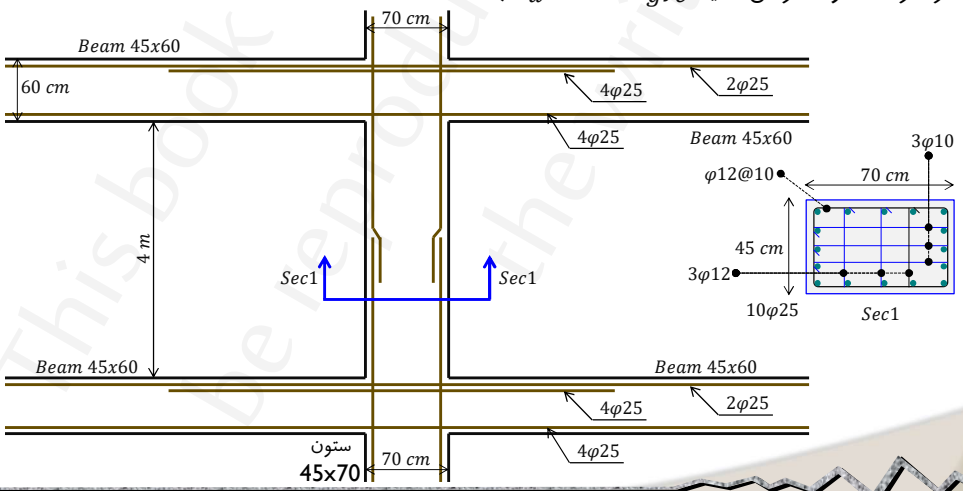
$$\rho_s = max\begin{cases} 0.45\left(\dfrac{A_g}{A_{ch}} - 1\right)\dfrac{f_c'}{f_{yt}} \\ 0.12\dfrac{f_c'}{f_{yt}} \\ 0.35k_f\dfrac{P_u}{A_{ch}f_{yt}} \end{cases}$$

$$k_f = \frac{f_c'}{175} + 0.6 \ge 1.0$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) کفایت برشی اتصال نشان داده شده در شکل زیر (قاب ویژه) را بررسی کنید. مقاومت مشخصه بتن ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و تنش تسلیم فولاد ۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته شود. فرض کنید $P_u > 0.3A_g f_c'$ باشد.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

طبق مبحث نهم، وقتی که آرماتورهای طولی تیر از ناحیه اتصال تیر به ستون عبور می‌کنند، بُعد ستون به موازات آرماتور طولی برای میلگردهای با مقاومت تسلیم ۴۲۰ مگاپاسکال و کمتر برابر با $\frac{20}{\lambda} d_b$ باشد. بنابراین داریم:

$20d_b/1.0=20(2.5)=50$ cm < 70 cm Ok

آرماتورهای عرضی:

برای برش در جهت وجه کوتاه‌تر ستون داریم:

$$k_f = \frac{f_c'}{1750} + 0.6 = \frac{300}{1750} + 0.6 = 0.77 < 1.0 \Rightarrow k_f = 1.0$$

$$k_n = \frac{n_l}{n_l - 2} = \frac{10}{8} = 1.25$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

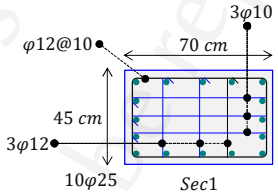
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

$$A_{sh2} = 0.3\left(\frac{(45)(70)}{(37)(62)} - 1\right)\frac{300(10)(62)}{4200} = 4.96\ cm^2$$

$$A_{sh2'} = \frac{0.09(10)(62)(300)}{4200} = 3.98\ cm^2$$

$$A_{sh2''} = 0.2(1.0)(1.25)\frac{337000}{4200(37)(62)}(10)(62) = 5.43\ cm^2$$

بنابراین A_{sh}=5.43 لحاظ می‌شود. با توجه به مقطع که یک خاموت ۱۲ به همراه ۳ سنجاقی ۱۲ مقدار A_{sh}=5.65 cm^2 خواهد شد. بنابراین خوب است.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

برای برش در جهت وجه بلندتر ستون داریم:

$$A_{sh1} = 0.3\left(\frac{(45)(70)}{(37)(62)} - 1\right)\frac{300(10)(37)}{4200} = 2.96\ cm^2$$

$$A_{sh1'} = \frac{0.09(10)(37)(300)}{4200} = 2.38\ cm^2$$

$$A_{sh1''} = 0.2(1.0)(1.25)\frac{337000}{4200(37)(62)}(10)(37) = 3.24\ cm^2$$

بنابراین A_{sh}=3.24 cm^2 لحاظ می‌شود. با توجه به استفاده از یک خاموت ۱۲ به همراه ۳ سنجاقی ۱۰ مقدار A_{sh}=4.615 cm^2 خواهد شد. بنابراین بیشتر از مقدار حداقل است و خوب است.

مقاومت برشی اتصال:

برای بدست آوردن نیروی برشی اتصال، بایستی لنگر مورد انتظار تیر در بر اتصال بررسی شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ظرفیت خمشی مورد انتظار تیر:

$$M_{pr}(+ve) = 1.25A_s(+ve)f_y\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\Rightarrow 0.85(300)(a)(45) = 1.25(19.63)(4200)$$

$$\Rightarrow a = 8.98\ cm$$

$$d = 60 - 4 - 1 - \frac{2.5}{2} = 53.75\ cm$$

$$M_{pr}(+ve) = \frac{1.25(19.63)(4200)}{10^5}\left(53.75 - \frac{8.98}{2}\right) = 50.77\ t.m$$

$$M_{pr}(-ve) = 1.25A_s(-ve)f_y\left(d - \frac{a}{2}\right)$$

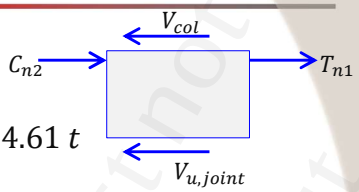
$$\Rightarrow 0.85(300)(a)(45) = 1.25(29.45)(4200)$$

$$\Rightarrow a = 13.47\ cm$$

$$M_{pr}(-ve) = \frac{1.25(29.45)(4200)}{10^5}\left(53.75 - \frac{13.47}{2}\right) = 72.69\ t.m$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



$$V_{col} = \frac{72.69 + 50.77}{4.6} = 26.84\ t$$

$$T_1 = 6 \times 1.25 \times \left(\pi \times \frac{2.5^2}{4}\right) \times 4200 \times 10^{-3} = 154.61\ t$$

$$C_2 = T_2 = 4 \times 1.25 \times \left(\pi \times \frac{2.5^2}{4}\right) \times 4200 \times 10^{-3} = 103.06\ t$$

$$V_{u,joint} = T_1 + C_2 - V_{col} = 154.61 + 103.06 - 26.84 = 230.83\ t$$

$$A_j = b_j h_c = 70 \times 45 = 3150\ cm^2$$

$$V_n = \left(1.2\lambda\sqrt{f_c'}A_j\right)_{MPa} = \left(4\lambda\sqrt{f_c'}A_j\right)_{\frac{kg}{cm^2}} = \frac{4(1)\sqrt{300}(3150)}{1000} = 218.24\ t$$

$$\varphi V_n = 0.85 \times 218.24 = 185.5\ t$$

به دلیل آنکه $V_u > \phi V_n$ شده، بایستی بعد ستون در جهت اعمال برش، بیشتر گردد.

$$for\ \ V_u = \varphi V_n \ \Rightarrow 0.85\frac{4(1)\sqrt{300}(45 \times h_{col})}{1000} = 230.83\ \Rightarrow h_{col} = 87\ cm$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

۹-۲۳-۴-۴ اتصالات تیر به ستون در قاب‌های ویژه

$$V_u \le V_r$$ رابطه ۹-۱۵-۱

۹-۲۳-۴-۴-۱ ضوابط کلی طراحی

۹-۲۳-۴-۴-۱-۱ طراحی اتصالات تیرها به ستونها در قابها برای برش باید براساس رابطه (۹-۱۵-۱) صورت گیرد. مقادیر V_u و V_r در این رابطه باید طبق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۴-۱-۲ و ۹-۲۳-۴-۴-۱-۳ تعیین شوند.

۹-۲۳-۴-۴-۱-۲: نیروی برشی نهایی موثر به اتصال، V_u، باید بر اساس تنش کششی برابر $1.47f_{yd}$ که ممکن است در میلگردهای کششی تیرهای دو سمت اتصال و نیز برش موجود در ستون‌های بالا و پایین اتصال پدید آید، محاسبه گردد. برای تعیین این مقادیر فرض می‌شود در تیرهای دو سمت اتصال مفصل‌های پلاستیک با ظرفیت‌های خمشی مثبت یا منفی، برابر با لنگرهای خمشی مقاوم محتمل، M_{pr}، در مقاطع بر اتصال تشکیل شده باشند. جهت‌های این لنگرها باید به صورتی در نظر گرفته شوند که بیشترین برش در اتصال ایجاد شود.

۹-۲۳-۴-۴-۱-۳: نیروی برشی مقاوم نهایی اتصال، V_r را می‌توان با شرط رعایت ضوابط بند ۹-۲۳-۴-۴-۱-۲ حداکثر برابر با مقادیر (الف) تا (پ) این بند در نظر گرفت:

الف) برای اتصالات محصور شده در چهار سمت $12A_jv_c$، ب) برای اتصالات محصور شده در سه سمت و یا در دو سمت مقابل هم $9A_jv_c$، پ) برای سایر اتصالات $7.5A_jv_c$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

یک اتصال زمانی توسط نیرویی که به یک وجه آن میرسد محصور شده تلقی می‌گردد که تیر حداقل سه‌چهارم سطح آن اتصال را پوشانده باشد.

۹-۲۳-۴-۴-۲-۱ در تمامی اتصالات به جز آنهایی که در بند ۹-۲۳-۴-۴-۲-۲ گفته شده‌اند، باید آرماتورگذاری عرضی ویژه مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۳-۴-۲-۳-۲ تا ۹-۲۳-۴-۲-۳-۶ به کار برده شود.

۹-۲۳-۴-۴-۲-۲: در اتصالاتی که در چهار سمت توسط تیرها محصور شده‌اند و عرض تیرها کمتر از سه چهارم بعد ستونی که به آن متصل می‌شوند، نیستند، باید در طولی به اندازه کوتاه‌ترین ارتفاع یر در اتصال آرماتورگذاری عرضی ویژه، مساوی با نصف آنچه در بند ۹-۲۳-۴-۴-۲-۱ گفته شد، به کار برده شود. فاصله آرماتورهای عرضی در این اتصالات را می‌توان تا ۱۵۰ میلیمتر افزایش داد.

۹-۲۳-۴-۴-۲-۳: آرماتورهای طولی تیرها که به ستون ختم می‌شوند باید تا انتهای دیگر هسته محصور شده ستون ادامه یابند و در صورت کششی بودن مطابق ضوابط بند ۹-۲۳-۴-۴-۳ و در صورت فشاری بودن مطابق ضوابط فصل بیست و یکم مهار شوند.

۹-۲۳-۴-۴-۲-۴: در تیرهایی که آرماتور طولی آنها از داخل هسته محصور شده ستون عبور نمی‌کنند، در صورتی که این آرماتورها توسط تیر دیگری که به اتصال میرسد محصور نشده باشند، باید در سراسر طول آرماتور طولی که در خارج از هسته ستون قرار دارند آرماتور گذاری عرضی ویژه اجرا شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

آرماتور جلدی (گونه) تیر

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۱۱-۶-۱-۴ در تیرهای با ارتفاع زیاد که در آنها h از ۹۰۰ میلی‌متر بیشتر است، آرماتورهای جلدی (گونه) باید به طور یکنواخت در دو وجه تیر در فاصله‌ی h/2 از وجه کششی توزیع شوند. فاصله‌ی آرماتورهای جلدی نباید از مقدار s بر اساس ضابطه‌های بخش ۹-۱۹-۳ این مبحث بیشتر باشد. که در آن C_c فاصله‌ی پوشش خالص آرماتورهای جلدی از وجه کناری است. اثر آرماتورهای جلدی بر مقاومت را می‌توان با تحلیل همسازی کرنش اعمال نمود. آرماتورهای با قطر ۱۰ تا ۱۶ میلیمتر و یا شبکه‌ی میلگرد جوش شده با سطح مقطع حداقل برابر با ۲۱۰ میلیمتر مربع در یک متر ارتفاع، به عنوان آرماتور جلدی مناسب هستند.

۹-۱۹-۳ توزیع آرماتور خمشی و کنترل عرض ترک

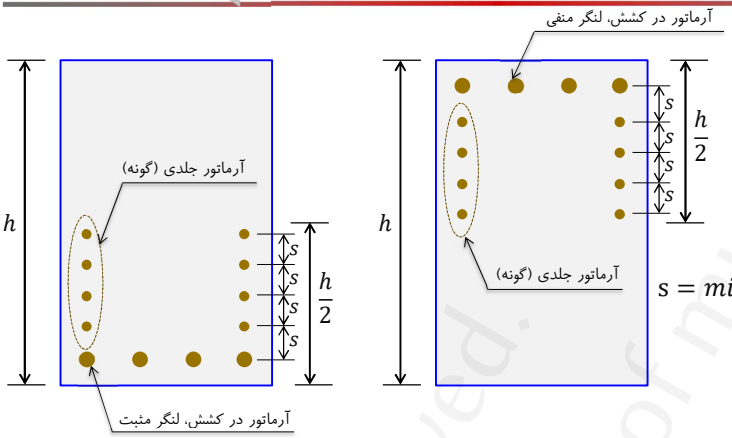
۹-۱۹-۳-۱ در تیرها و دال‌های یک طرفه برای کنترل عرض ترکها و میزان گستردگی آنها در ناحیه‌ی تحت کشش بتن، کافی است فاصله‌ی میلگردهای خمشی آجدار، s، از حدودی که در زیر تعیین شده‌اند تجاوز نکند.

$$s = min \begin{cases} 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5c_c \\ 300\left(\frac{280}{f_s}\right) \end{cases}$$

در این رابطه f_s، میزان تنش در آرماتور کششی زیر اثر بارهای بهره برداری بر حسب مگاپاسکال و c_c کمترین فاصله‌ی سطح میلگردهای کششی آجدار از وجه کششی عضو بر حسب میلی متر است.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



$$s = min \begin{cases} 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5c_c \\ 300\left(\frac{280}{f_s}\right) \end{cases}$$

در محاسبه تنش کششی f_s، در آرماتورها، به جای محاسبه‌ی دقیق بر مبنای روابط سازگاری کرنش‌ها در ارتفاع مقطع، می‌توان آن را برابر با $2/3f_y$ به حساب آورد.

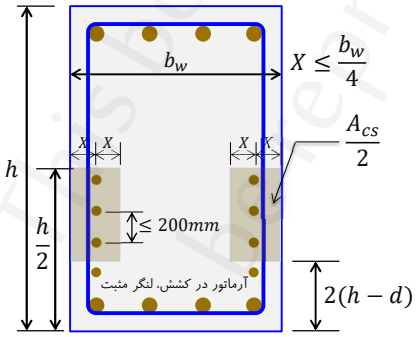
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

۹-۱۷-۳-۱ برای اعضاء بتن مسلح به عمق d بزرگتر از ۷۵۰ میلیمتر آرماتور طولی گونه باید به طور یکنواخت در ارتفاع عضو با فاصله 0.5h-2(h-d) از میلگرد اصلی توزیع شود. مساحت کلی این میلگردها باید برابر $\rho_{sk}A_{cs}$ که در آن A_{cs} مجموع مساحت نوارهای گونه عضو می‌باشد که هر نوار دارای ارتفاع 0.5h-2(h-d) و عرضی معادل دو برابر فاصله مرکز میلگرد گونه تا رویه بتن در جدار است (که نباید بیشتر از نصف عرض جان باشد) و در آن ρ_{sk} برای فضاهای داخلی برابر با ۰/۰۰۸ و برای فضاهای خارجی ۰/۰۱ می‌باشد. بیشترین فاصله بین آرماتورهای گونه ۲۰۰ میلیمتر می‌باشد. این آرماتورهای گونه در صورتیکه تحلیل سازگاری کرنشی برای تعیین تنش در هر آرماتور انجام گرفته باشد می‌تواند در محاسبات خمشی منظور گردد.

این دو مقدار در مبحث نهم ۹۲ جابجای گفته شده بود.



$$A_{s,skin}^{Total} = \rho_{sk} A_{cs}$$

مقدار A_{cs} سطح کل هاشور خورده است.

$$A_{cs} = 2\left[2X\left(\frac{h}{2} - 2(h-d)\right)\right]$$

$$\rho_{sk} = \begin{cases} 0.008 & \text{برای فضاهای داخلی} \\ 0.010 & \text{برای فضاهای خارجی} \end{cases}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

آرماتور حداقل در شالوده نواری و گسترده

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۱۵-۳ شالوده‌های سطحی

۹-۱۵-۳-۱ کلیات

۹-۱۵-۳-۱-۷ در تعیین میلگردهای حداقل خمشی در شالوده‌های سطحی، ضوابط دالهای یک طرفه برای شالوده‌های سطحی با عمل کرد یک طرفه، و ضوابط دال‌های دو طرفه برای شالوده‌های سطحی با عملکرد دو طرفه ملاک محاسبه می‌باشند. تیرهای روی زمین و تیرهای باسکولی از ضوابط تیرها پیروی می‌کنند.

۹-۹ دال‌های یکطرفه

۹-۹-۶-۱ حداقل آرماتور خمشی، $A_{s,min}$ در وجه کششی، باید برابر با $0.0018A_g$ در نظر گرفته شود.

۹-۱۰ دال‌های دوطرفه

۹-۱۰-۷-۱-۲ حداقل آرماتور خمشی، $A_{s,min}$ در وجه کششی، باید برابر با $0.0018A_g$ در نظر گرفته شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

۹-۲۰-۵-۲ در شالوده‌های نواری مقدار نسبت آرماتور در ناحیه کششی نباید کمتر از 0.25% اختیار شود، مگر آنکه آرماتور بکار رفته به اندازه یک سوم بیشتر از مقدار آرماتور تعیین شده در محاسبات باشد. در حالت اخیر این نسبت نمیتواند کمتر از 0.15% اختیار گردد.

۹-۲۰-۸-۱ نسبت سطح مقطع آرماتور حرارت و جمع شدگی لازم به کل سطح مقطع بتن برای شالوده‌های به ضخامت کمتر یا مساوی ۱۰۰۰ میلیمتر نباید از مقدار بدست آمده از رابطه زیر کمتر اختیار شود.

$$\frac{0.16\sqrt{f_{cd}}}{f_{yd}}$$

۹-۲۰-۸-۲ نسبت سطح مقطع آرماتور حرارت و جمع‌شدگی لازم به کل سطح مقطع بتن برای شالوده‌های به ضخامت بیشتر از ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میلیمتر نباید از α برابر نسبت‌های مندرج در بند ۹-۲۰-۸-۱ کمتر اختیار شود.

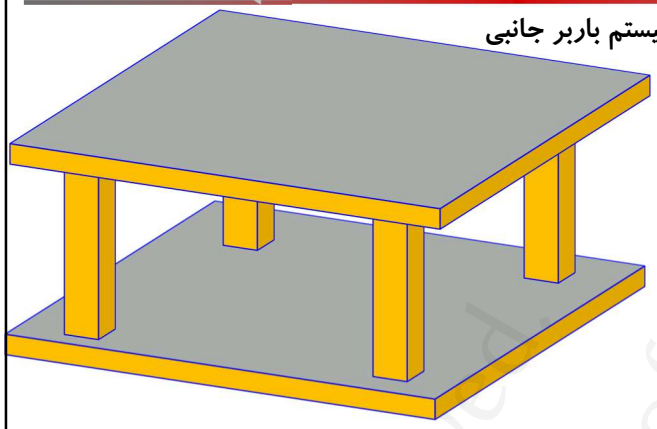
$$\alpha = 1.3 - 0.0003h$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

استفاده از دال به عنوان بخشی از سیستم باربر جانبی



دال تخت: دالی که به تیرها تکیه ندارد و مستقیما روی دیوار یا ستون می‌نشیند.

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

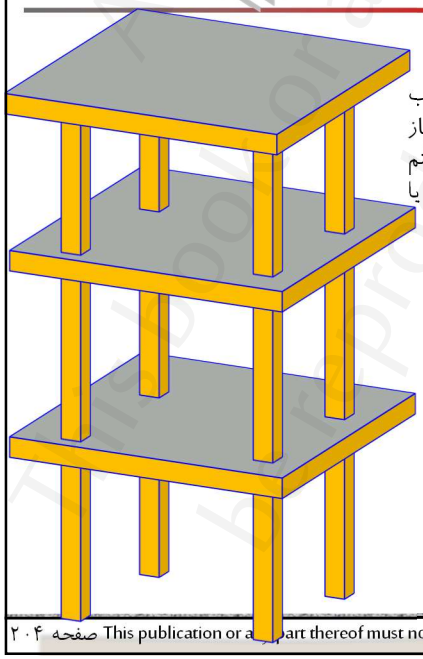
۹-۲۰-۵ قاب‌های با شکل پذیری متوسط

۹-۲۰-۵-۵ دال‌های دو طرفه‌ی بدون تیر

۹-۲۰-۵-۵-۹ در سازه‌های با اهمیت بسیار زیاد و یا در مناطق با خطر نسبی زلزله‌ی بسیار زیاد، استفاده از سیستم دال و ستون به صورت سیستم قاب متوسط و یا سیستم دو گانه مجاز نمی‌باشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



ویرایش چهارم ۲۸۰۰:

۳-۳-۵-۵ استفاده از دال تخت یا قارچی و ستون به عنوان سیستم قاب خمشی منحصراً در ساختمان‌های سه طبقه، و یا کوتاه‌تر از ۱۰ متر مجاز است. در صورت تجاوز از این حد، تنها در صورتی استفاده از این سیستم مجاز می‌باشد، که مقابله با نیروی جانبی زلزله توسط دیوارهای برشی و یا قاب‌های مهاربندی شده تامین شود.

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: توصیه ای در این زمینه ندارد

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

حداقل ارتفاع تیر برای عدم کنترل خیز

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۱۱-۲-۶ حداقل ارتفاع تیر

۹-۱۱-۲-۶-۱ در ساختمان‌های متعارف و تحت بارگذاری‌های معمول، در تیرهایی که ارتفاع آنها از مقادیر مندرج در جدول ۹-۱۱-۱ بیشتر است، محاسبه‌ی خیز (افتادگی) الزامی نمی‌باشد؛ به شرط آن که این تیرها به قطعات غیر سازه‌ای مانند تیغه‌ها متصل نباشند و یا آنها را نگه‌داری نکنند، و خیز زیاد در آنها خسارتی ایجاد نکند.

جدول ۹-۱۱-۱ حداقل ارتفاع تیر

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

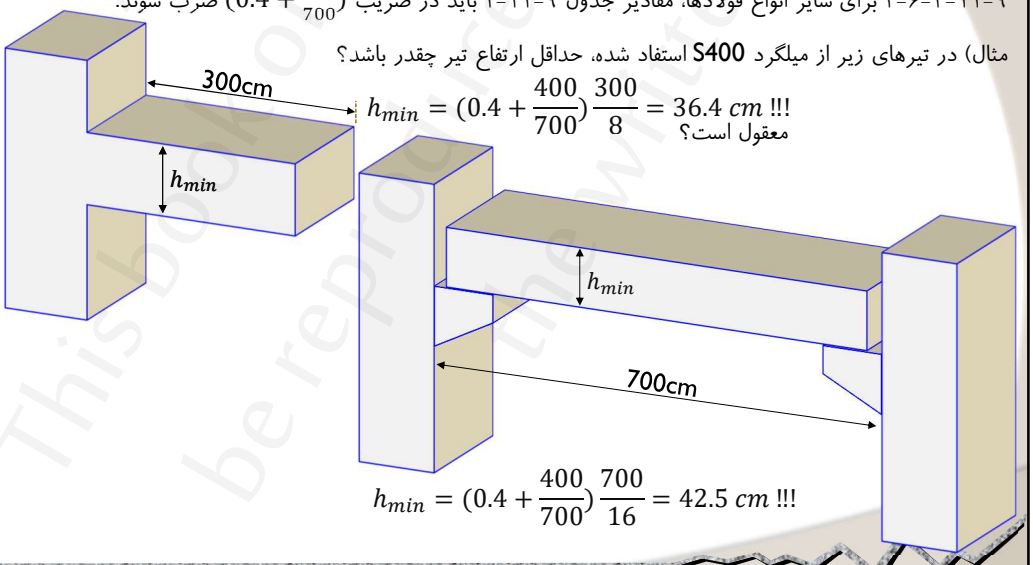
تبصره: l در جدول طول آزاد دهانه‌ی تیر است. مقادیر جدول برای بتن معمولی و آرماتورهای با مقاومت تسلیم ۴۲۰ مگاپاسکال می‌باشند. برای سایر موارد، حداقل ارتفاع باید بر اساس ضوابط ۹-۱۱-۲-۶-۲ و ۹-۱۱-۲-۶-۳ تغییر یابد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

۹-۱۱-۲-۶-۲ برای سایر انواع فولادها، مقادیر جدول ۹-۱۱-۱ باید در ضریب $(0.4+\frac{f_y}{700})$ ضرب شوند.

مثال) در تیرهای زیر از میلگرد S400 استفاد شده، حداقل ارتفاع تیر چقدر باشد؟



$$h_{min}=(0.4+\frac{400}{700})\frac{300}{8}=36.4\ cm\ !!!$$

معقول است؟

$$h_{min}=(0.4+\frac{400}{700})\frac{700}{16}=42.5\ cm\ !!!$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

۹-۱۷-۲-۵ محدودیت تغییرشکل در تیرها و دال‌ها

۹-۱۷-۲-۵-۳ در ساختمان‌های متعارف و تحت بارگذاری‌های معمول در تیرها و دال‌های یکطرفه‌ای که ارتفاع یا ضخامت آنها از مقادیر مندرج در جدول شماره ۹-۱۷-۲ بیشتر است، محاسبه تغییرشکل الزامی نیست. مشروط بر آنکه این تیرها و دال‌ها بر قطعاتی غیرسازه‌ای مانند دیوارهای تقسیم که تغییر شکل زیاد در آنها خساراتی ایجاد کند، متصل نباشند و یا آنها را نگهداری نکنند.

جدول ۹-۱۷-۲ حداقل ارتفاع یا ضخامت تیر یا دال یکطرفه

عضو	با تکیه‌گاه‌های ساده	با تکیه‌گاه‌های پیوسته از یک طرف	با تکیه‌گاه‌های پیوسته از دو طرف	کنسول
تیرها یا دال‌های یکطرفه پشت بنددار	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18.5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$
دال‌های یک‌طرفه توپر یا سقف‌های تیرچه و بلوک	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$

جدول فوق برای فولاد طولی نوع S400 تنظیم شده و برای سایر انواع فولادها مقادیر باید در ضریب $(0.4+\frac{f_y}{700})$ ضرب شوند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

امکان استفاده از بتن با مقاومت‌های متفاوت برای تیر و ستون

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۱۶-۵ انتقال نیروی محوری ستون از طریق سیستم کف

۹-۱۶-۵-۱ اگر مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن سیستم کف، کمتر از ۷۰ درصد مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن ستون باشد، انتقال نیروی محوری از طریق سیستم کف باید مطابق بندهای (الف)، (ب) یا (پ) باشد.

الف- بتن دال کف در محدوده‌ی ستون و اطراف آن تا فاصله‌ی ۶۰۰ میلی‌متر از بر ستون باید با مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن ستون ریخته شود. این بتن باید در تمام ضخامت سیستم کف ادامه یابد؛ و از یکپارچه بودن آن با بتن کف در سایر قسمت‌های مجاور اطمینان حاصل شود.

ب- مقاومت طراحی ستون در محدوده‌ی ضخامت سیستم کف، با استفاده از مقاومت فشاری مشخصه‌ی کمتر بتن به همراه آرماتورهای دوخت قائم و میلگردهای عرضی لازم تامین شود.

پ- برای ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون که از چهار طرف به تیرهای تقریبا هم عمق اتصال دارد و ضوابط بند ۹-۱۶-۲-۷ را برآورده می‌نماید، و همچنین برای ناحیه‌ی اتصال دال که از چهار طرف به ستون اتصال دارد، مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن ستون در ناحیه‌ی اتصال را می‌توان با فرض مقاومت فشاری بتن برابر با ۷۵ درصد مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن ستون به علاوه‌ی ۳۵ درصد مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن کف محاسبه نمود؛ به شرط آن که مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن ستون از 2.5 برابر مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن سیستم کف بیشتر نباشد

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

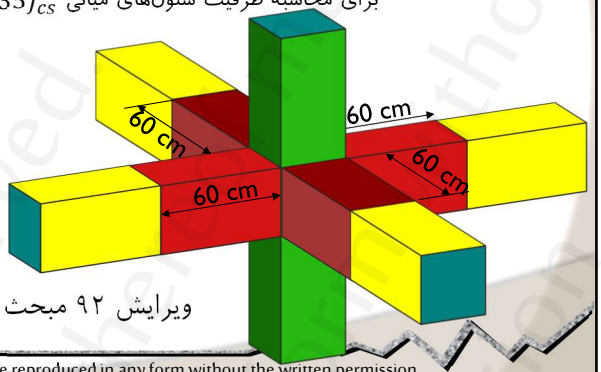
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

به طور خلاصه: اگر f'_{cc}، مقاومت مشخصه بتن ستون، f'_{cs}، مقاومت مشخصه بتن کف (شامل تیر و دال) و f'_{ce}، مقاومت مشخصه موثر بتن برای تحلیل و طراحی ستون و گره اتصال تیر به ستون باشد:

$IF \ \frac{f'_{cc}}{f'_{cs}} \leq 1.4 \quad \rightarrow \quad f'_{ce} = f'_{cc}$ برای محاسبه ظرفیت ستون‌های گوشه، کناری و میانی

$IF \ \frac{f'_{cc}}{f'_{cs}} > 1.4 \quad \rightarrow \begin{cases} f'_{ce} = f'_{cs} & \text{برای محاسبه ظرفیت ستون‌های گوشه و کناری} \\ f'_{ce} = 0.75f'_{cc} + 0.35f'_{cs} & \text{برای محاسبه ظرفیت ستون‌های میانی} \end{cases}$

بتن دال کف در محدوده‌ی ستون و اطراف آن تا فاصله‌ی ۶۰۰ میلی‌متر از بر ستون باید با مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن ستون ریخته شود.



ویرایش ۹۲ مبحث نهم: معادل این بند وجود ندارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

کنترل ارتعاش کف‌ها

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۱۹-۵ ارتعاش (لرزش)

کف‌ها و تیرهایی که سطوح خالی از تیغه‌بندی‌های ممتد تا سقف (یا خالی از عناصر دیگری که خاصیت میرا کنندگی ارتعاش را دارند) را تحمل می‌کنند، باید با توجه خاص به لرزش و ارتعاش حاصل از بارهای جنبشی (نظیر بارهای ناشی از حرکت افراد، کارکرد ماشین آلات، حرکت و توقف آسانسورها و نظایر آنها) طراحی شوند. بدین منظور فرکانس نوسانی کف‌ها (تیرچه‌ها، دالها و تیرها) باید به اندازه‌ای باشد که حداقل حساسیت افراد را در برابر ارتعاش قائم ایجاد نماید.

۹-۶-۶-۲-۲ در تحلیل برای تعیین تغییر شکل‌های آنی و بلند مدت بارهای قائم بهره‌برداری باید از ضوابط فصل ۹-۱۹ استفاده نمود. همچنین می‌توان مقادیر تغییر شکل‌های آنی را با استفاده از ممان اینرسی **I.4** برابر مقدار **I** که بر اساس بند ۹-۶-۵-۳-۱ و یا هر روش دقیقتر تحلیلی دیگری به دست آمده، محاسبه نمود. مقدار **I** در هر حال نباید بزرگتر از I_g در نظر گرفته شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

حداقل فرکانس دوره‌ای کف‌ها برای کاربری‌های مختلف نباید از مقادیر مشخص شده در جدول ۹-۱۹-۴ کمتر باشد:

جدول ۹-۱۹-۴ حداقل فرکانس دوره‌های کف‌ها

نوع کاربری	حداقل فرکانس دوره‌ای کف‌ها (f)
ساختمان‌های مسکونی و اداری	$f > 5\ Hz$
ساختمان‌های تجاری- فروشگاه‌ها	$f > 4\ Hz$
سالن‌های اجتماعات با صندلی‌های ثابت	$f > 4\ Hz$
سالن‌های اجتماعات بدون صندلی‌های ثابت	$f > 8.5\ Hz$
تعمیرگاه‌ها، سالن‌های ژیمناستیک و ورزشی	$f > 9.5\ Hz$
پارکینگ‌ها	$f > 4\ Hz$

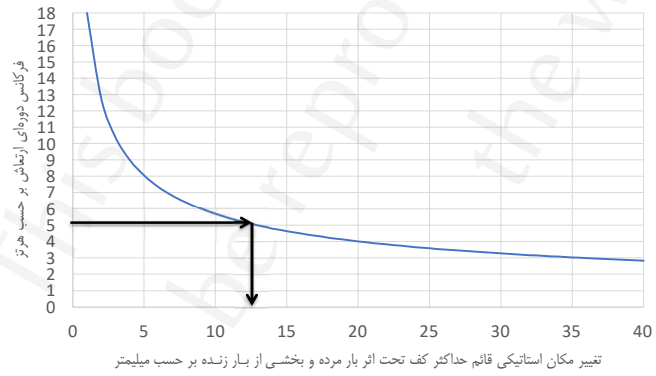
در محاسبه‌ی فرکانس دوره‌ای ارتعاش کف‌ها، باید اثر ترک خوردگی قطعات، با منظور نمودن ممان اینرسی مؤثر، I_e، متناظر با بارهای مرده و زنده‌ی بدون ضریب، در محاسبه‌ی تغییرشکل‌ها مورد توجه قرار گیرد. این تغییر شکل‌ها مربوط به اثر بارهای مرده و بخشی از بارهای زنده که دائمی فرض می‌شود (بدون ضرایب بار) بوده و ضریب ارتجاعی دینامیکی بتن 1.25 برابر مقدار E_c منظور می‌گردد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

برای محاسبه فرکانس دوره ای، f، می توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$f = \frac{18}{\sqrt{\Delta_{is}}}$$

که در آن Δ_{is} تغییر مکان استاتیکی قائم حداکثر کف تحت اثر بار مرده و بخشی از بار زنده که دائمی فرض می‌شود (بر حسب میلی‌متر)، و f فرکانس دوره‌ای ارتعاش بر حسب هرتز می‌باشد. در صورتی که به مطالعات جامع‌تر برای ارتعاش کف‌ها نیاز باشد می‌توان از مراجع معتبر بین‌المللی دیگر بجای رابطه فوق و جدول ۹-۱۹-۴ استفاده نمود.



ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

توصیه‌ای ندارد.

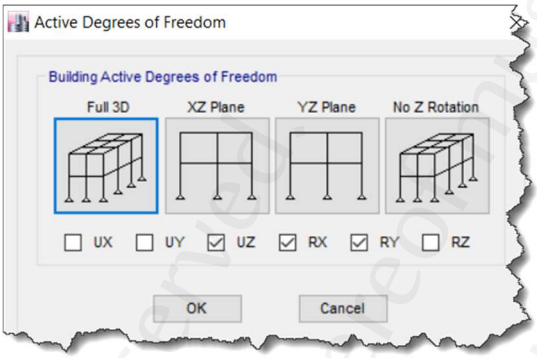
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نحوه محاسبه فرکانس ارتعاش در برنامه ETABS:

۱- ابتدا از فایل اصلی یک Save as بگیرید.

۲- از مسیر Analyze menu > Set Active Degrees of Freedom درجات آزادی UX و UY و RZ را ببندید.

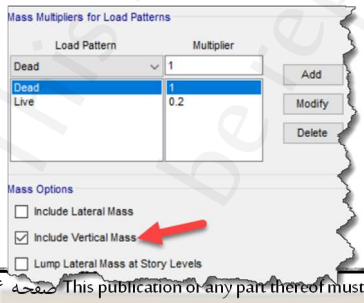


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

۳- از مسیر Define menu > Material Properties مصالح استفاده شده برای کف طبقات را ویرایش نموده و مقدار ضریب ارتجاعی آنها را ۲۵٪ افزایش دهید.

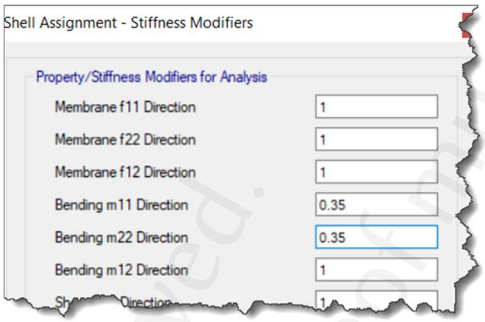
۴- از مسیر Define menu > MassSource جرم ارتعاشی را برابر کل بار مرده به علاوه ۲۰٪ بارهای زنده تعریف کنید. تیک Include Vertical Mass را بزنید.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

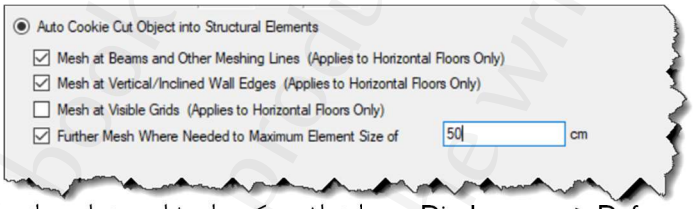
۵- ضریب ترک خوردگی اعضای سازه را 1.4 برابر کنید. برای تیرها ضریب ترک خوردگی را 0.5 و برای دال ها مقدار آن را مطابق شکل زیر 0.35 قرار دهید.



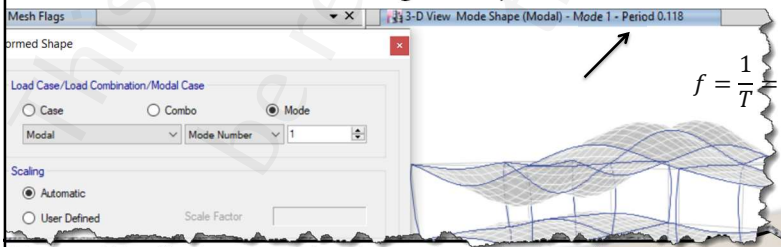
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

۶- کف طبقات را انتخاب و از مسیر Assign menu> Shell > Floor Auto Mesh Options ابعاد مش ها را حداکثر ۵۰ سانتیمتر یا کمتر برسانید. برای دیدن مش ها از مسیر View menu > Set Display Options اقدام نموده و تیک Shell Analysis Mesh را بزنید.



۷- از مسیر Display menu > Deformed Shape مود ارتعاشی یک را مشاهده نمایید. از عکس آن فرکانس بدست می‌آید.



$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.118} = 8.47 > 5\ Hz$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نحوه محاسبه فرکانس ارتعاش در برنامه SAFE:

۱- ابتدا از یکی از طبقاتی که می‌خواهید فرکانس ارتعاش در آن را بررسی کنید، یک خروجی به SAFE بگیرید.

۲- از مسیر Define menu > Materials ضریب ارتجاعی بتن را ۲۵٪ افزایش دهید.

۳- از مسیر Run menu > Automatic Slab Mesh Options ابعاد مش‌ها را ۵۰ سانتیمتر وارد نمایید.

۴- با انتخاب دال‌ها و استفاده از مسیر Assign menu > Slab Data > Property Modifiers ضریب ترک خوردگی دال ها را برابر 0.35 وارد کنید. برای تیرها ضریب ترک خوردگی برابر 0.5 وارد شود.

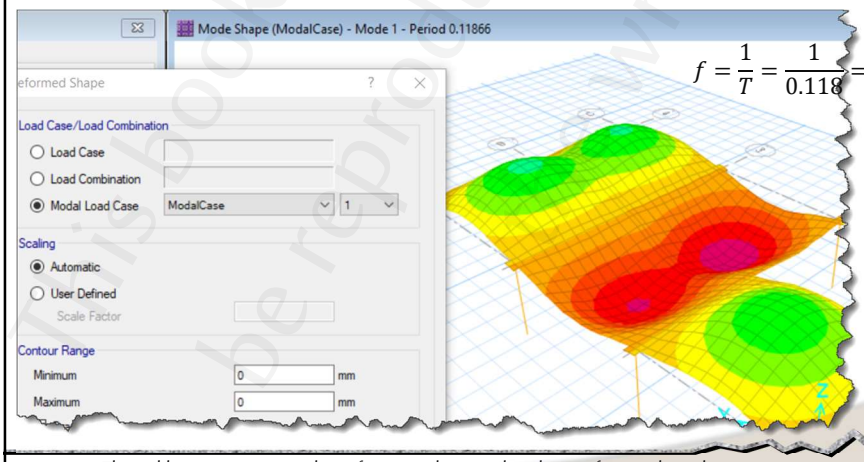
۵- از مسیر Define menu > Mass Source منبع جرم را به صورت کل بار مرده + ۲۰٪ بار زنده طبقه لحاظ کنید.

۶- از مسیر Define menu > Load Cases یک حالت تحلیل مودال ایجاد کنید.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

۷- با تحلیل سازه و استفاده از مسیر Display menu > Show Deformed Shape شکل ارتعاش مود اول را مشاهده نمایید. با عکس دوره تناوب نشان داده شده در بالای پنجره، فرکانس ارتعاش بدست می آید. همانطور که دیده میشود، این مقدار با چیزی که در ETABS محاسبه شد، برابر است.



$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.118} = 8.47 > 5\ Hz$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

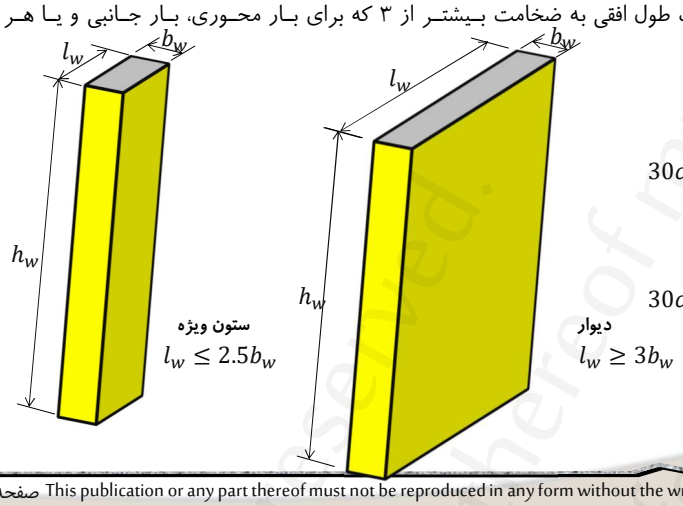
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

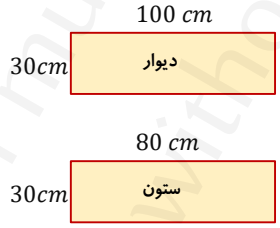
Change

برخی تعاریف مربوط به دیوارها

ویرایش ۹۹ مبحث نهم: بخش تعاریف

دیوار (wall): اعضای قائم با نسبت طول افقی به ضخامت بیشتر از ۳ که برای بار محوری، بار جانبی و یا هر دو طراحی می‌شوند.



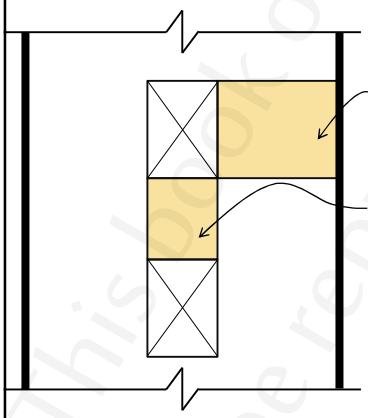


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

قطعه‌ی دیواری (wall segment): قسمتی از دیوار که به بازشوهای قائم یا افقی و لبه‌های دیوار محدود شده باشد.

قطعه‌ی دیواری افقی (wall segment, horizontal): قطعه‌ی دیواری که در جهت قائم به دو بازشو و یا یک بازشو و یک لبه محدود شده باشد.

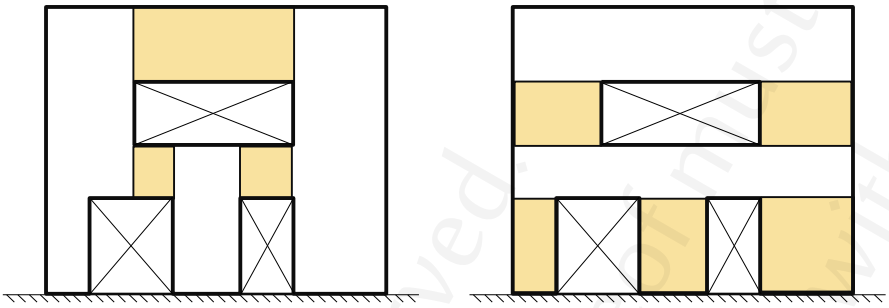


قطعه‌ی دیواری قائم (wall segment, vertical): قطعه‌ی دیواری که در جهت افقی به دو بازشو و یا یک بازشو و یک لبه محدود شده باشد. دیوار پایه (جرز دیوار) در این گروه جای دارد

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال‌های دیگری از قطعه‌ی دیـواری افقی و قطعه‌ی دیـواری قائم:



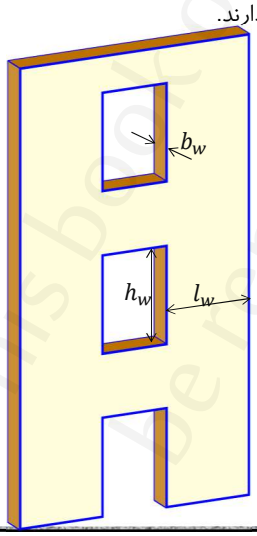
قطعه‌ی قائم دیوار (قسمت هاشور خورده)

قطعه‌ی افقی دیوار (قسمت هاشور خورده)

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

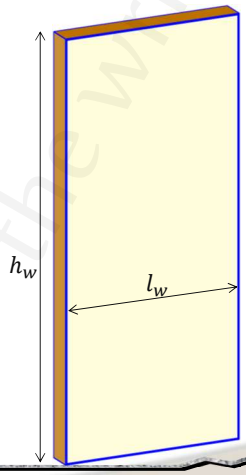
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

دیوار پایه، جـرز دیوار (wall pier): قطعه‌ی دیواری قائم که در آن نسبت طول افقی به ضخامت (l_w/b_w) مساوی یا کمتر از ۶ و نسبت ارتفاع به طول افقی (h_w/l_w) بزرگتر از ۲ باشد. این اجزا بسیار شبیه به ستون بوده و شکست خمشی معمولاً قبل از شکست برشی رخ می‌دهد. این اعضا ضوابط ویژه‌ای در مبحث نهم دارند.



دیوار پایه، جـرز دیوار

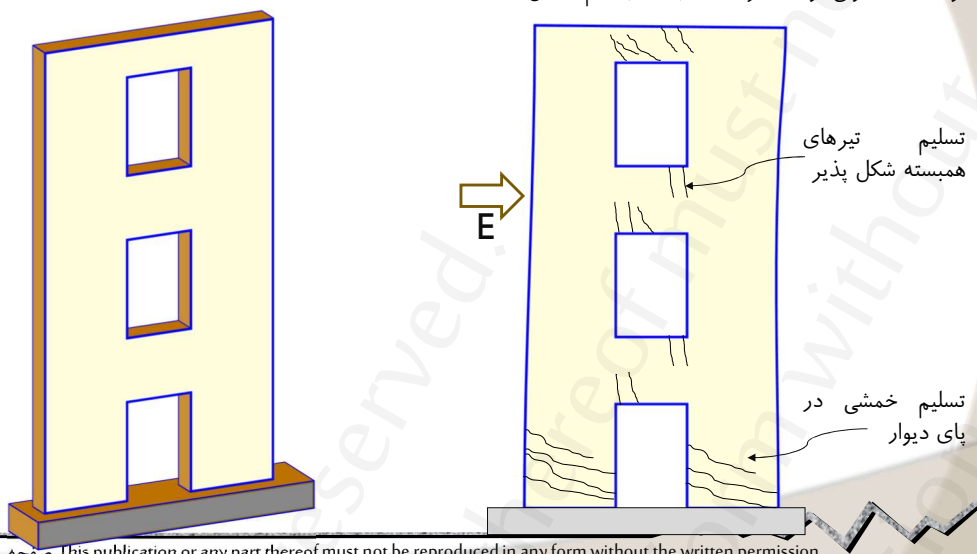
$$\begin{cases} \dfrac{h_w}{l_w} \geq 2 \\ \dfrac{l_w}{b_w} \leq 6 \end{cases}$$



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

دیوار سازه‌ای همبسته (structural wall coupled): سیستم سازه‌ای شامل دیوار و تیر همبند است که در آن دیوارهای کنسولی توسط تیرهای همبندی به هم متصل شده‌اند.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

دیوار سازه‌ای (structural wall): دیواری که در میان صفحه‌ی خود زیر اثر بار و آثار ناشی از آن قرار دارد. دیوار برشی یک دیوار سازه‌ای است.

المان مرزی، جزء مرزی، جزء لبه (boundary element): قسمتی از لبه‌ی دیوار یا دیافراگم، در امتداد طول، که با آرماتورهای طولی و عرضی تقویت می‌شود.

دیوار سازه‌ای، شکل‌پذیری زیاد (ویژه) (structural wall, special): دیوار با ضوابط مربوط به شکل پذیری زیاد مطابق فصل ۹-۲۰.

دیوار سازه‌ای، شکل‌پذیری کم (معمولی) (structural wall, ordinary): دیوار با ضوابط مربوط به شکل پذیری کم مطابق فصل ۹-۱۳.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

حداقل ضخامت دیوار برشی

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۲۰-۷-۲-۱ در دیوارهای سازه‌ای محدودیت‌های هندسی (الف) و (ب) زیر باید رعایت شوند

الف- ضخامت دیوار نباید کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر اختیار شود. (حداقل ۲۵۰ میلیمتر پیشنهاد می‌شود)

ب- در دیوارهایی که در آنها اجزای مرزی مطابق بند ۹-۲۰-۷-۴ به کار گرفته می‌شوند، عرض عضو مرزی نباید کمتر از مقدار مشخص شده در بند ۹-۲۰-۷-۴-۴پ باشد.

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

۹-۲۳-۴-۳-۱ در دیوارهای سازه‌ای محدودیت‌های هندسی (الف) و (ب) این بند باید مورد توجه قرار گیرند:

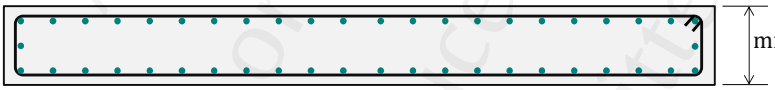
الف- ضخامت دیوار نباید کمتر از ۱۵۰ میلیمتر اختیار شود.

ب- در دیوارهایی که در آنها اجزای مرزی مطابق بند ۹-۲۳-۴-۳-۳ به کار گرفته می‌شود، عرض عضو مرزی نباید کمتر از ۳۰۰ میلیمتر در نظر گرفته شود.

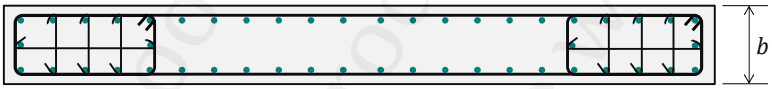
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بدون المان مرزی



با المان مرزی



در صورتی که تیر همبسته داشته باشیم، جهت اجرایی شدن طرح، ضخامت دیوار حداقل ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود

$$\begin{cases} \dfrac{h_w}{l_w} < 2 \\ or \\ \dfrac{c}{l_w} < \dfrac{3}{8} \end{cases} \Rightarrow b \geq \frac{h_u}{16}$$

Recommends $h_u/b \leq 10$ within the intended hinge region

$$\begin{cases} \dfrac{h_w}{l_w} \geq 2 \\ or \\ \dfrac{c}{l_w} \geq \dfrac{3}{8} \end{cases} \Rightarrow b \geq \max \begin{cases} \dfrac{h_u}{16} \\ 300\ mm \end{cases}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

لاغری المان مرزی که سبب کمانش کلی دیوار شده است:

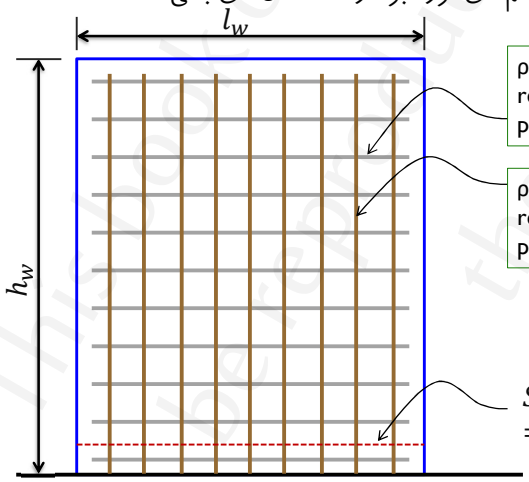
Wall buckling, 2011 Christchurch earthquake

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

طراحی دیوار برشی بتنی (Shear wall design)

دیوار برشی در شکل‌های مختلف یکی از سیستم‌های لرزه بر در ساختمان‌های بتنی است.



ρ_t = ratio of area of distributed transverse reinforcement to gross concrete area perpendicular to that reinforcement

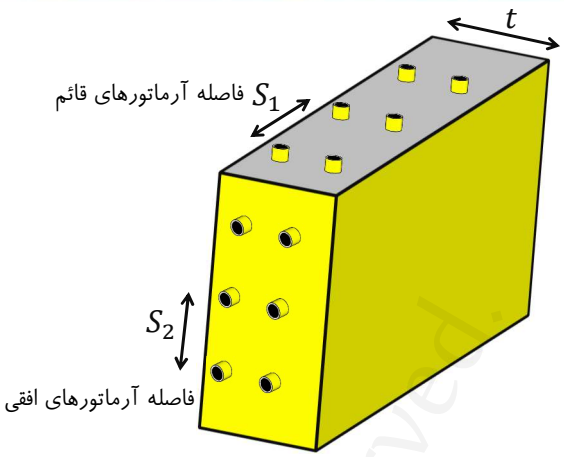
ρ_ℓ = ratio of area of distributed longitudinal reinforcement to gross concrete area perpendicular to that reinforcement

$$Shear\ plane, A_{cv} = web\ thickness \times length\ of\ wall$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



$$\rho_l = \frac{\frac{2 \times \pi \times d^2}{4}}{S_1 \times t}$$

که در آن d قطر آرماتور قائم است

$$\rho_t = \frac{\frac{2 \times \pi \times d^2}{4}}{S_2 \times t}$$

که در آن d قطر آرماتور افقی است

- در صورتی که $h_w/l_w < 2$ باشد، دیوار برشی دارای عملکرد برشی بوده و بهتر است فولادگذاری تا حد امکان یکنواخت باشد. در صورتی که این مقدار بزرگتر از ۲ باشد، رفتار دیوار خمشی بوده و بهتر است آرماتورها در گوشه ها متمرکز شوند و در بین آنها از آرماتور حداقل استفاده شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

حداقل درصد میلگرد

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۲۰-۷-۳-۱ در دیوارهای سازه‌ای نسبت سطح مقطع آرماتور به کل مقطع دیوار در هیچ یک از دو امتداد قائم و افقی نباید کمتر از 0.0025 باشد، مگر آن که نیروی برشی طرح دیوار، V_u از $0.083A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$ تجاوز نکند، در این حالت برای حداقل میلگرد مورد نیاز افقی در دیوار، باید ضوابط بند ۹-۱۳-۶ رعایت شوند.

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

۹-۲۳-۴-۳-۲-۱ در دیوارهای سازهای نسبت آرماتور در هیچ یک از دو امتداد قائم و افقی نباید کمتر از 0.25 درصد باشد، مگر آنکه نیروی برشی نهایی موجود در مقطع دیوار از $0.5A_{cv}v_c$ کمتر باشد. در این حالت برای حداقل میلگرد مورد نیاز در دیوار باید ضوابط بند ۹-۱۹-۴ رعایت شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بنابراین طبق ویرایش ۹۹ مبحث نهم داریم:

1) $If\ V_u \geq 0.083A_{cv}\lambda\sqrt{f_c'} \quad \Rightarrow \quad \rho_l\ and\ \rho_t \geq 0.0025$

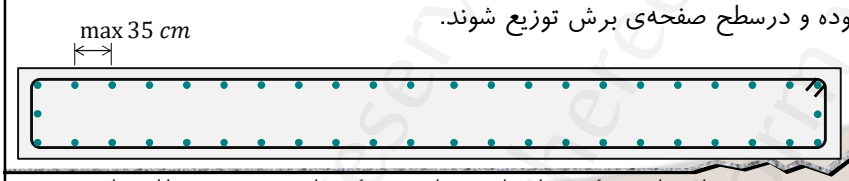
2) $If\ V_u < 0.083A_{cv}\lambda\sqrt{f_c'} \quad \Rightarrow$

برای میلگردهای ۱۶ و کمتر در حالتی که $f_y \geq 4200\ kg/cm^2$ باشد، حداقل آرماتور طولی $\rho_\ell=0.0012$ و حداقل آرماتور عرضی $\rho_t=0.002$.

برای میلگردهای ۱۶ و کمتر در حالتی که $f_y < 4200\ kg/cm^2$ باشد، حداقل آرماتور طولی $\rho_\ell=0.0015$ و حداقل آرماتور عرضی $\rho_t=0.0025$.

برای میلگردهای بزرگتر از ۱۶ با هر تنش تسلیمی، حداقل آرماتور طولی $\rho_\ell=0.0015$ و حداقل آرماتور عرضی $\rho_t=0.0025$.

طبق بند ۹-۲۰-۷-۳-۲ فاصله‌ی مرکز تا مرکز میلگردها از یک دیگر در هر دو امتداد قائم و افقی نباید بیشتر از ۳۵۰ میلی متر اختیار شود. میلگردهایی که از آنها برای تامین V_n استفاده می‌شود، باید به صورت ممتد بوده و درسطح صفحه‌ی برش توزیع شوند.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

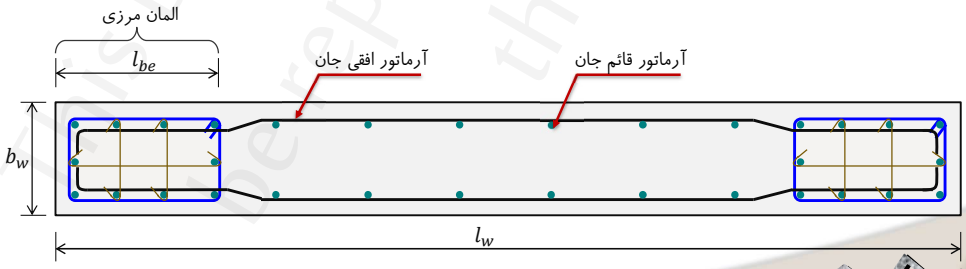
Change

لزوم استفاده از دو شبکه میلگرد در دیوار برشی

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

طبق بند ۹-۲۰-۷-۳-۳، در دیوارهایی که در آنها $V_u > 0.17A_{cv}\lambda\sqrt{f_c'}$ و یا $\frac{h_w}{l_w} \geq 2.0$ باشد، به کارگیری دو شبکه‌ی میلگرد الزامی است.

- مبحث نهم ضابطه‌ای برای نحوه چیدمان لایه بیرونی ندارد. می‌توان آرماتورهای افقی یا قائم را در لایه بیرونی قرار داد ولی اگر آرماتورهای افقی در لایه بیرونی قرار گیرند، وصله آرماتورهای قائم راحت‌تر انجام می‌شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

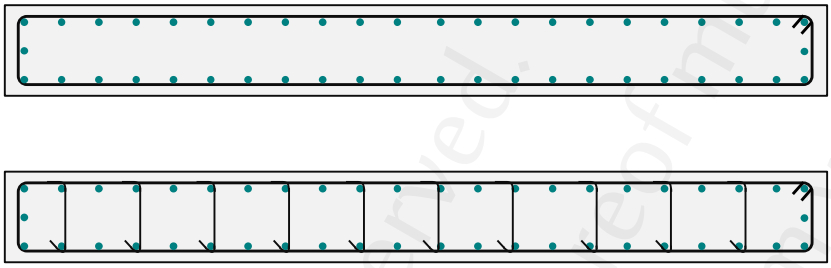
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

لزوم استفاده سنجاقی در جان دیوار برشی

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

طبق بند ۹-۱۳-۷-۴-۱، در مواردیکه به آرماتورهای طولی برای تامین مقاومت محوری فشاری نیاز است، و سطح مقطع کل آرماتور طولی A_{st} از یک درصد مساحت کل مقطع، $0.01A_g$ بیشتر است، باید از تنگ‌های عرضی برای مهار آرماتورهای طولی استفاده شود.

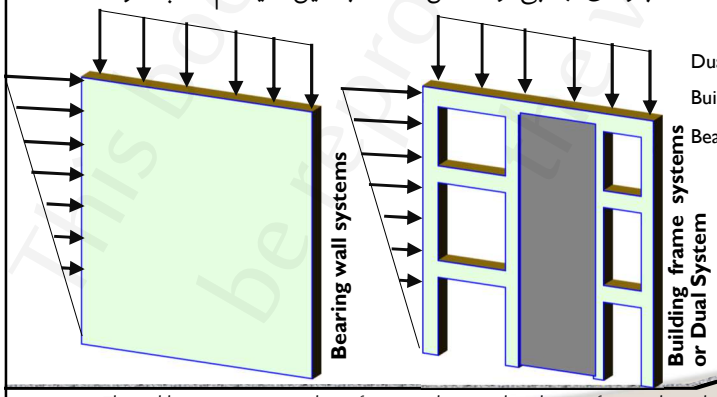


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نوع سیستم باربر جانبی در حالتی که دیوار داشته باشیم.

- اگر بیش از ۵۰٪ بار ثقلی طبقه سهمیه دیوارها باشد، آن سیستم، دیوار باربر است. اگر مقدار قاب‌ها هم زیاد بوده و بیشتر بارهای ثقلی توسط قاب‌های فضای تحمل شود و دیوار برشی برای مقابله با بارهای جانبی باشد، به این سیستم قاب ساختمانی به همراه دیوار برشی گفته می‌شود. اگر قاب‌های خمشی بتوانند حداقل ۲۵٪ بارهای جانبی را تحمل کنند، به این سیستم، قاب دوگانه گفته می‌شود.



Dual System	R=7.5
Building Frame System	R=6
Bearing Wall System	R=5

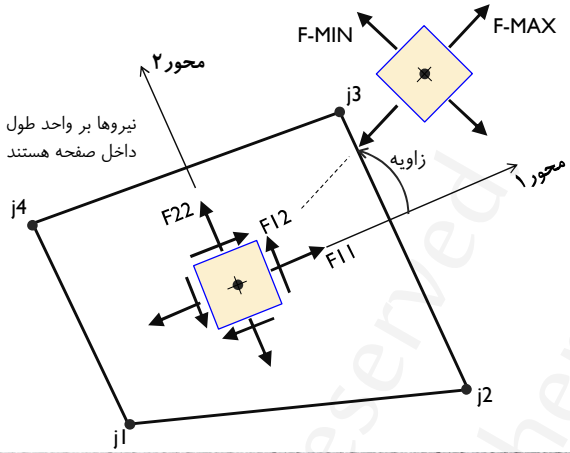
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ضریب کاهش سختی دیوار در برنامه ETABS

در برنامه ETABS وقتی با المان Shell مدسازی دیوار انجام می‌شود، این المان دارای دو سختی است: ۱- سختی درون صفحه (F11 و F22 و F12) ۲- سختی خارج از صفحه (M11 و M22 و M12)

برای دیوار برشی (تیرهای همبسته و دیوارها) رفتار خمشی و محوری توسط ضرایب F11 و F22 (متناسب با جهت محورهای محلی) و همچنین برش توسط ضرایب F12 کنترل می‌شود.



صفحه ۲۳۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

General

Total DOF per Node = 3 (or 2)

Total Displacements per Node = 2

Total Rotations per Node = 1 (or 0)

Membranes are modeled for flat surfaces

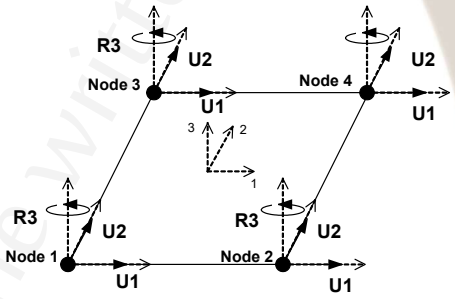
Application

For Modeling surface elements carrying in-plane loads

Building Specific Application

For representing floor slabs for Lateral Load Analysis.

Model Shear walls, Floor Diaphragm etc



Membrane

صفحه ۲۳۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

The Shell Element

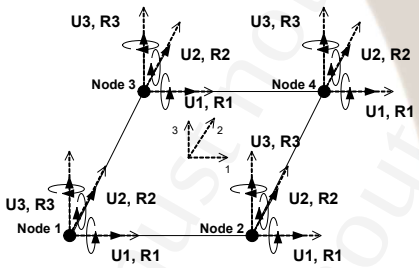
General

Total DOF per Node = 6 (or 5)

Total Displacements per Node = 3

Total Rotations per Node = 3

Used for curved surfaces



Shell

Application

For Modeling surface elements carrying general loads

Building Specific Application

May be used for modeling of general slabs systems.
But not used generally

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

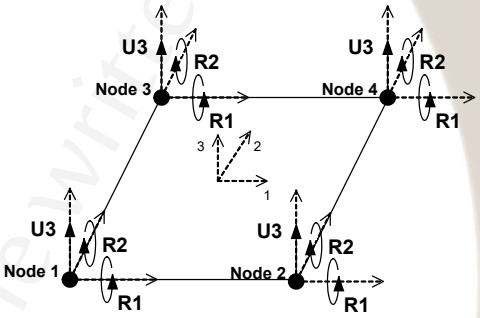
General

Total DOF per Node = 3

Total Displacements per Node = 1

Total Rotations per Node = 2

Plates are for flat surfaces



Plate

Application

For Modeling surface elements carrying out of plane loads

Building Specific Application

For representing floor slabs for Vertical Load Analysis

Model slabs

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved.
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

از کدام المان برای مدلسازی دیوار برشی استفاده کنیم؟ المان Membrane یا Shell؟

Walls are generally not designed for out-of-plane bending to avoid excessive longitudinal reinforcement. In this case, use a small modifier say 0.1 for m11, m22 and m12 so numerical instabilities could be avoided. However, use m11, m22, m12 = 0.70 (or 0.35) when considering the out-of-plane bending in wall.

- کاربر برای مشبندی دیوار باید آن را به صورت Shell مدل کند. زیرا اگر آن را بصورت Membrane مدلسازی کند، در حین تحلیل خطا درجه آزادی عمود بر صفحه داده می‌شود.

- طبق توصیه اگر بخواهیم از عملکرد عمود بر صفحه دیوار استفاده نکنیم، بهتر است از المان Shell استفاده کرده ولی ضرایب m11 و m22 و m12 را یک عدد کم (مثلا 0.1) بدهیم تا از ناپایداری سیستم عمود بر صفحه دیوار جلوگیری شود.

- طبق توصیه TBI ضریب ترک خوردگی خارج از صفحه 0.25 در نظر گرفته شود.

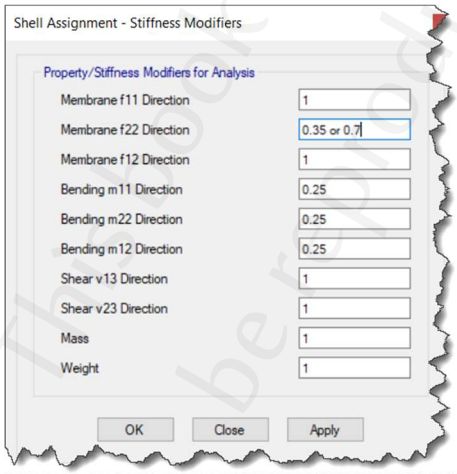
Table 4-3 Reinforced concrete effective stiffness values.

Component	Service-Level Linear Models			MCER-Level Nonlinear Models		
	Axial	Flexural	Shear	Axial	Flexural	Shear
Structural walls[1] (in-plane)	$1.0E_cA_g$	$0.75E_cI_g$	$0.4E_cA_g$	$1.0E_cA_g$	$0.35E_cI_g$	$0.2E_cA_g$
Structural walls (out-of-plane)	--	$0.25E_cI_g$	--	--	$0.25E_cI_g$	--
Basement walls (in-plane)	$1.0E_cA_g$	$1.0E_cI_g$	$0.4E_cA_g$	$1.0E_cA_g$	$0.8E_cI_g$	$0.2E_cA_g$
Basement walls (out-of-plane)	--	$0.25E_cI_g$	--	--	$0.25E_cI_g$	--
Coupling beams with conventional or diagonal reinforcement	$1.0E_cA_g$	$0.07\left(\frac{\ell}{h}\right)E_cI_g$ $\leq 0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_g$	$1.0E_cA_g$	$0.07\left(\frac{\ell}{h}\right)E_cI_g$ $\leq 0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_g$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بنابراین بعد از انتخاب دیوار و از مسیر Assign menu > Shell > Stiffness Modifiers اقدام نموده و ضریب F22 را برابر 0.7 یا 0.35 بسته به اینکه دیوار ترک خورده یا خیر وارد نمایید. ضریب ترک خوردی عمود بر صفحه را برابر 0.25 وارد نمایید.

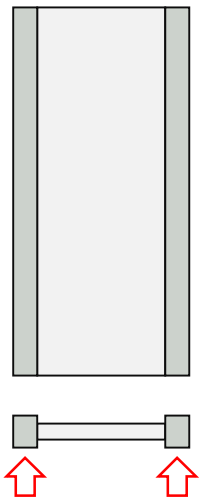


ترک خورگی برشی نباید داده شود.

There is no recommendation about reducing the GA_{shear}. You should, however, note that some of our users use modifiers for f12 also, where they expect deterioration of shear stiffness and want to be realistic in their modeling.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



المان‌های لبه ای دیوار که در دیوارهای دمبلی شکل بکار می‌روند در برنامه ETABS با المان قابی مثل ستون‌ها مدل می‌شوند ولی بخشی از دیوار هستند و نباید به مانند یک المان قابی طراحی شوند. بنابراین این اعضا را انتخاب کرده و از مسیر Assign menu > Frame > Property Modifiers اقدام به اعمال ضریب ترک خوردگی کنید:

ترک نخورده

ترک خورده

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

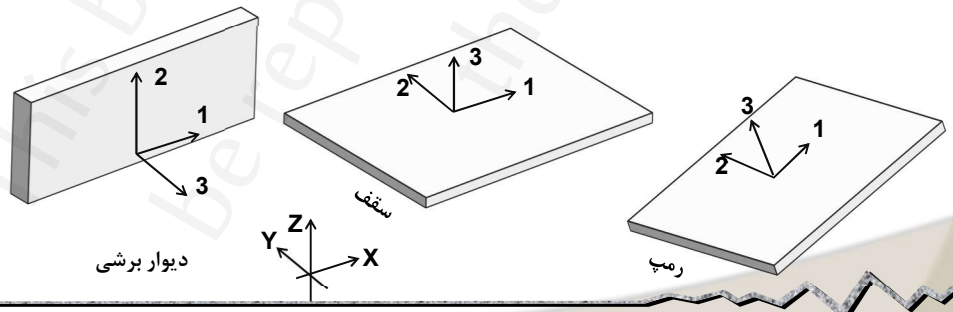
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ضریب ترک خوردگی دیوار را به کدام محور محلی اختصاص دهیم؟

برای دیوارها باید ضریب ترک خوردگی به F22 اعمال شود.

برای تیرهای همبسته، باید ضریب ترک خوردگی به F11 اعمال شود.

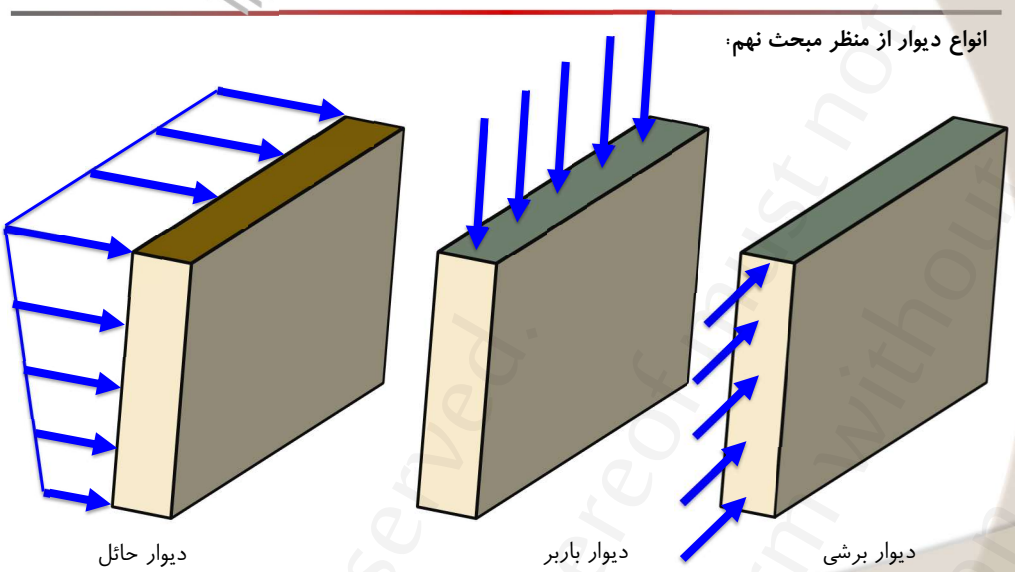
اعمال ضریب M11 و M22 و M12 باعث کاهش ممان اینرسی مقطع دیوار حول محور ضعیف آن و همچنین کاهش در سختی پیچشی می‌شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

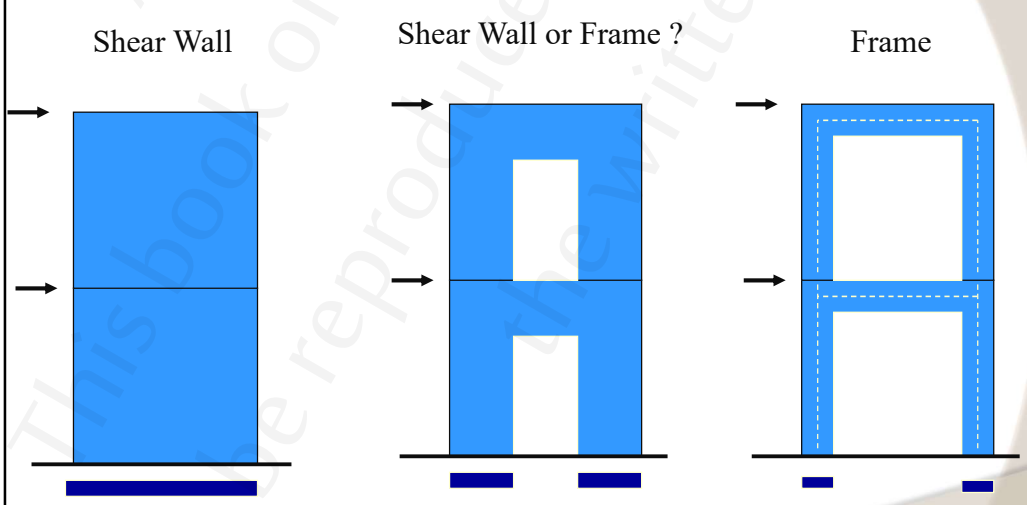
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

انواع دیوار از منظر مبحث نهم:



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

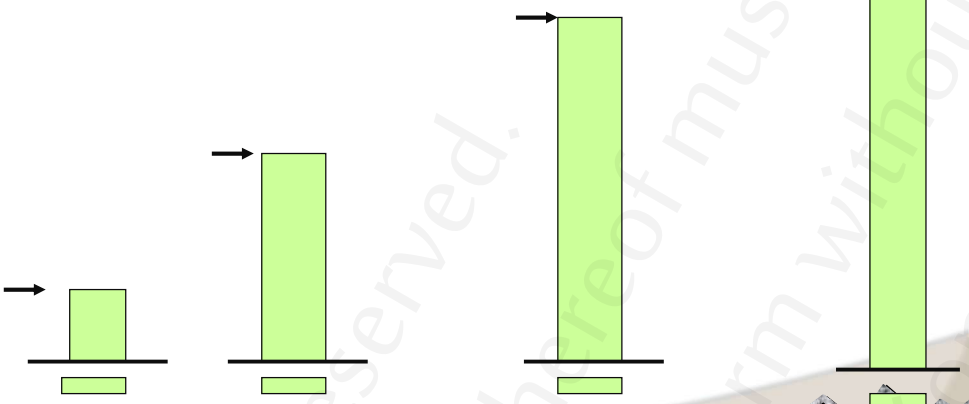
All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

رفتار حاکم برشی و خمشی و بهترین آرایش میلگردهای قائم:

* طراحی برای نیروی محوری، خمش و برش صورت میگیرد.

*اکثر دیوارها رفتاری خمشی دارند.



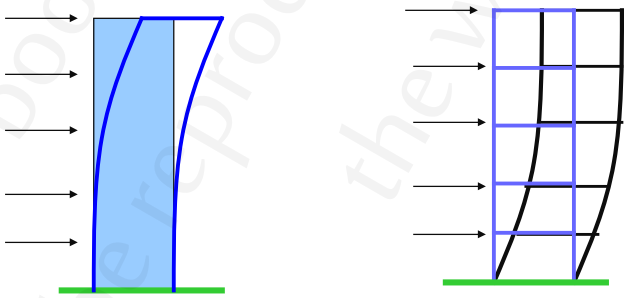
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

رفتار دیوار برشی و قاب

رفتار دیوار برشی، بصورت خمشی و رفتار قاب خمشی بصورت برشی است!

تنها دیوارهای کوتاه (نسبت ارتفاع به طول کمتر از ۲) برش در آنها حاکم است.



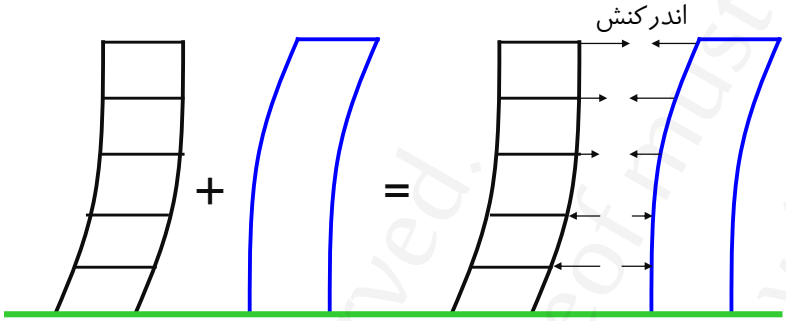
Shear Wall Behavior Frame Behavior

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

این دو رفتار سبب ایجاد اندرکنشی بین قاب و دیوار می‌شود.

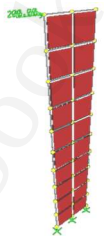


صفحه ۲۴۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

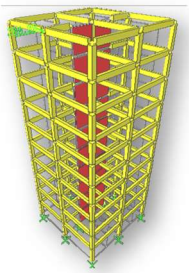
Case Studies: Shear Wall–Frame Interaction

For each 10, 20 and 30 story buildings



Only Shear Wall
(Total 3 Cases)

Only Frame
(Total 3 Cases)



Only Shear + Frame
(Total 3 Cases)

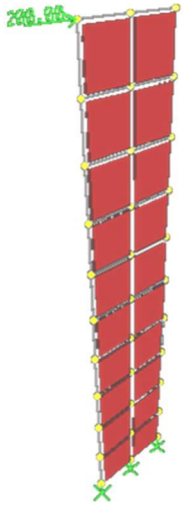
Total 3x3 = 9 Cases

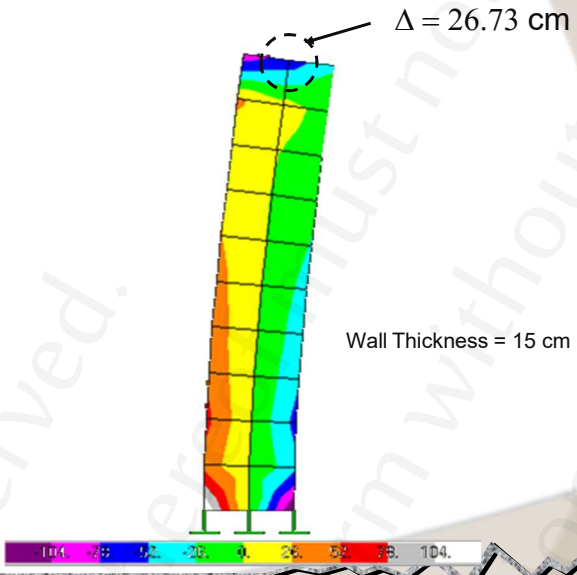
صفحه ۲۴۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

Case 1: Shear Wall–Frame Interaction

10 Story Wall



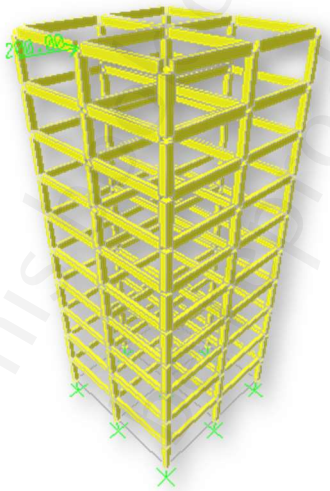


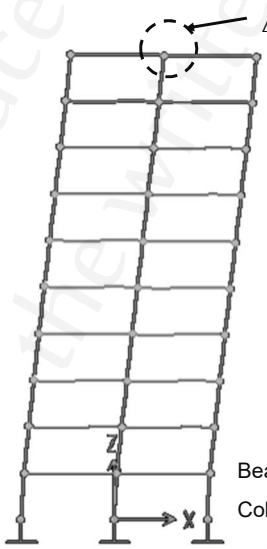
صفحه ۲۴۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

Case 2: Shear Wall–Frame Interaction

10 Story Frame





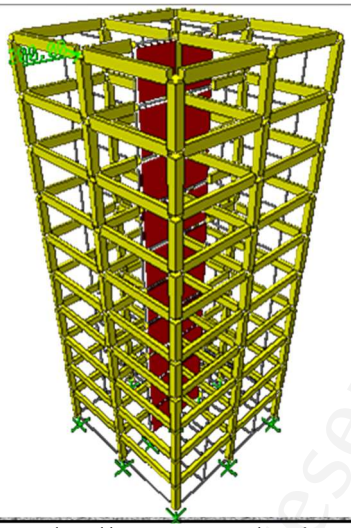
صفحه ۲۵۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

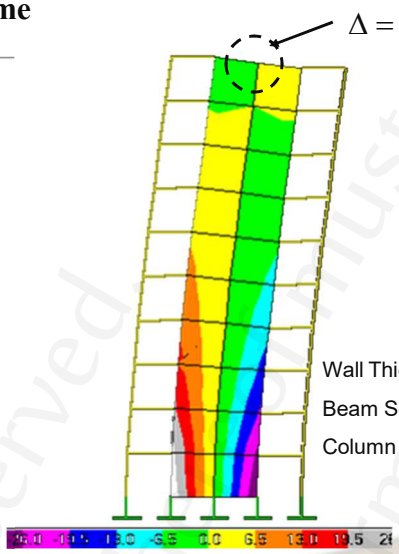
All rights reserved. This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

Case 3: Shear Wall–Frame Interaction

10 Story Wall and Frame





Wall Thickness = 15 cm

Beam Section = 60 cm x 30 cm

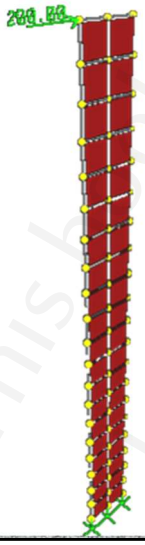
Column Section = 50 cm x 50 cm

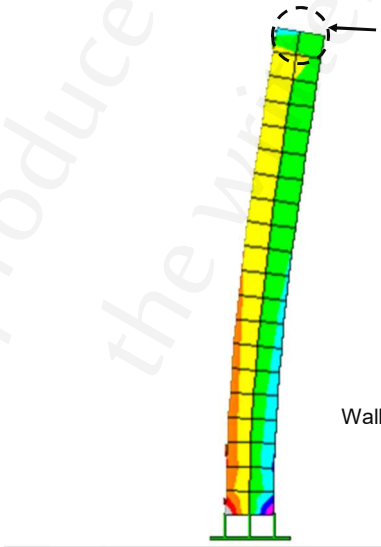
صفحه ۲۵۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

Case 4: Shear Wall–Frame Interaction

20 Story Wall





Wall Thickness = 20 cm

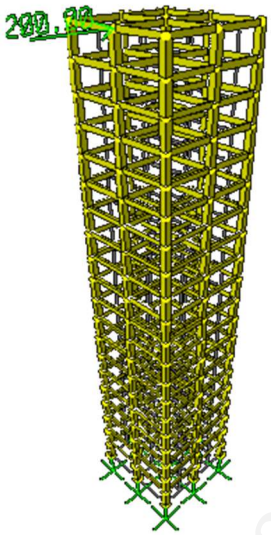
صفحه ۲۵۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

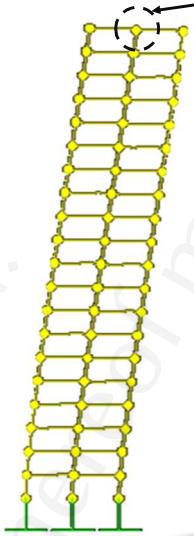
All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Case 5: Shear Wall–Frame Interaction

20 Story Frame





Beam Section = 60 cm x 30 cm

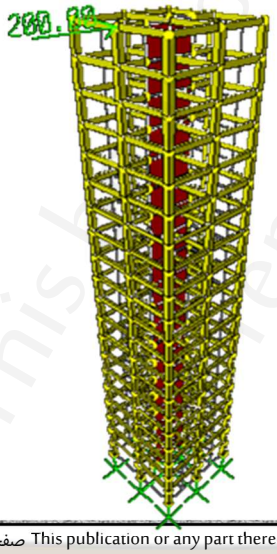
Column Section = 75 cm x 75 cm

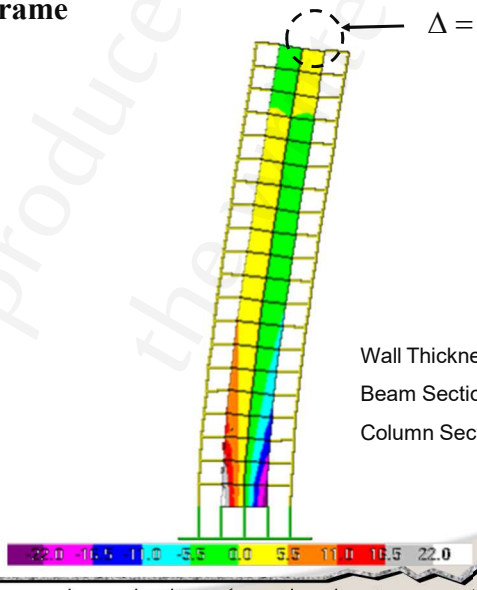
صفحه ۲۵۳ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Case 6: Shear Wall–Frame Interaction

20 Story Wall and Frame





Wall Thickness = 20 cm

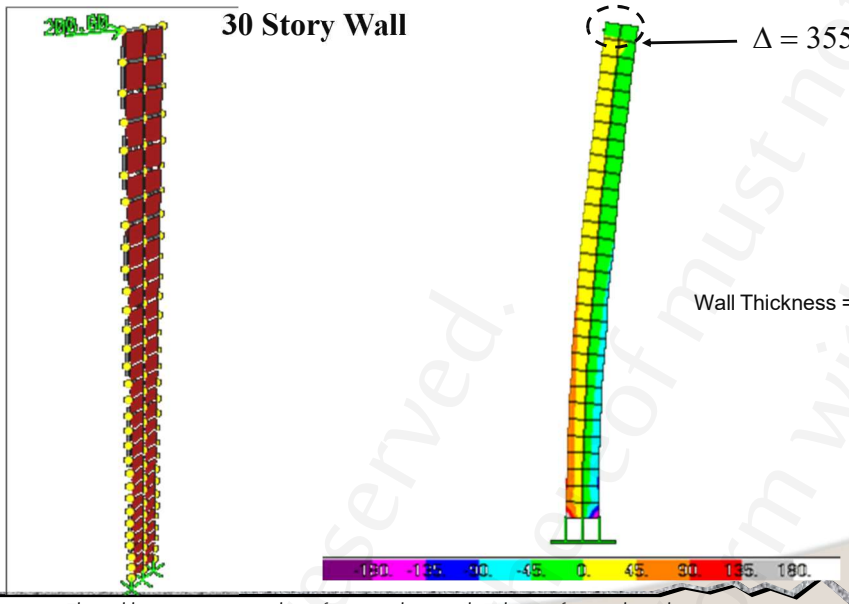
Beam Section = 60 cm x 30 cm

Column Section = 75 cm x 75 cm

صفحه ۲۵۴ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

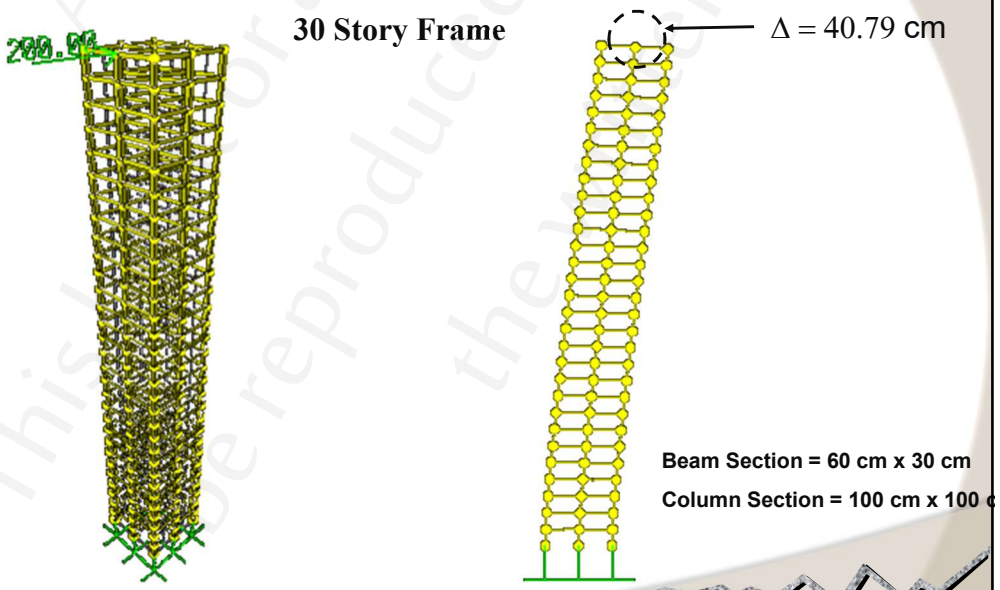
Case 7: Shear Wall–Frame Interaction



صفحه ۲۵۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Case 8: Shear Wall–Frame Interaction



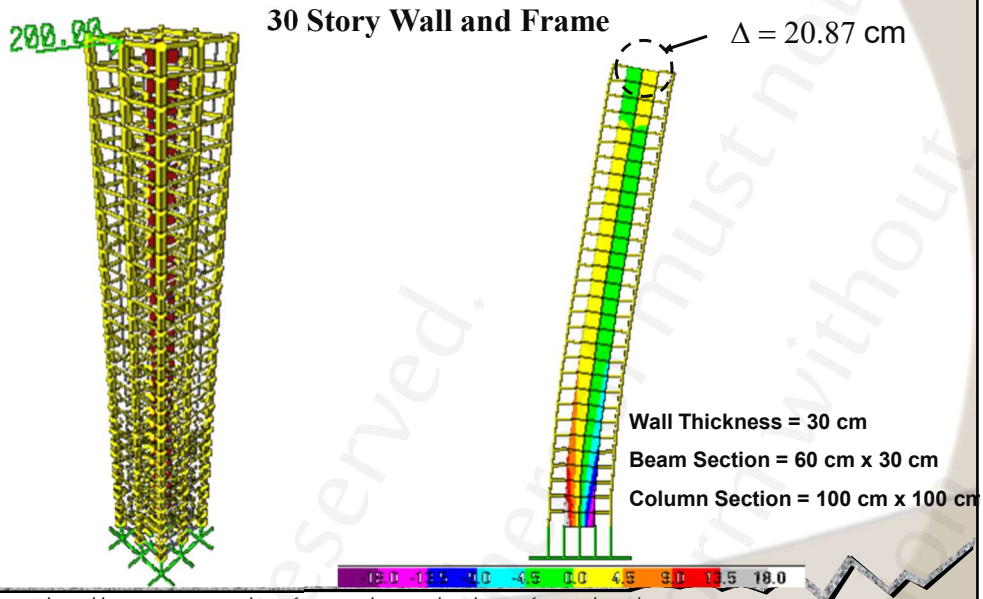
صفحه ۲۵۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved.
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

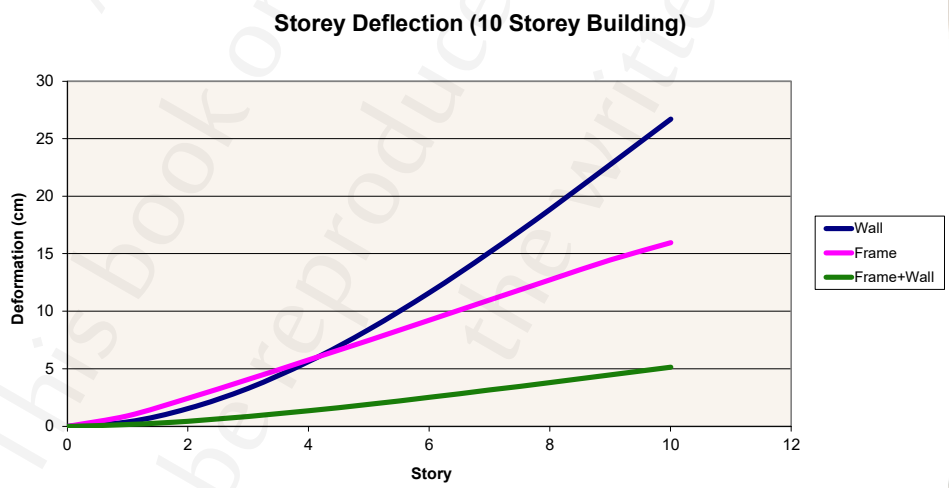
Case 9: Shear Wall–Frame Interaction

30 Story Wall and Frame



صفحه ۲۵۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

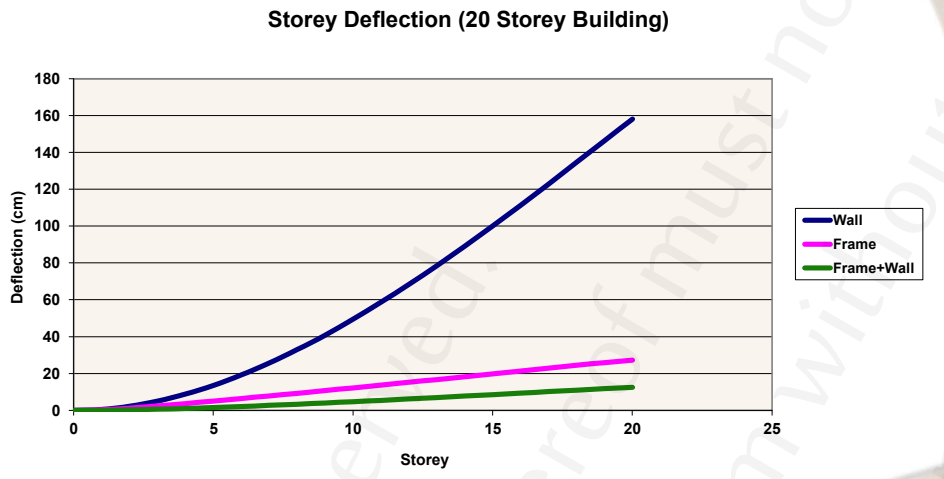
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



صفحه ۲۵۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

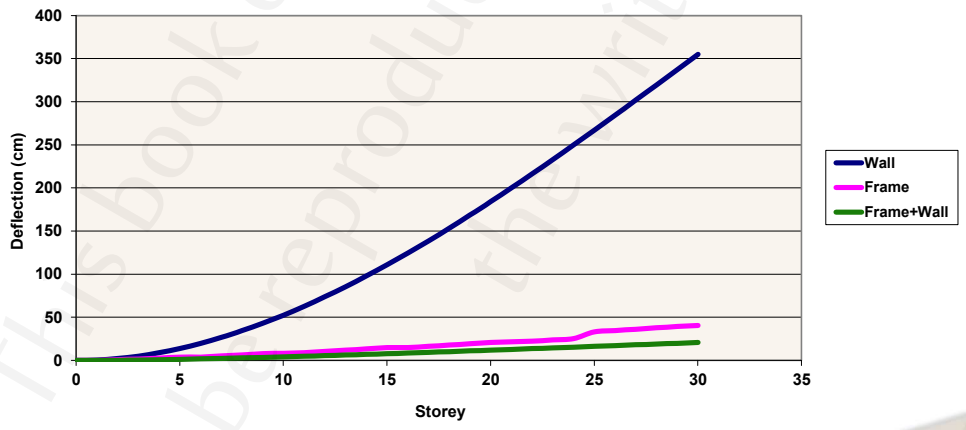
All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

اندرکنش بین قاب و دیوار (Shear Wall–Frame Interaction)

Δ = Force / Stiffness → Stiffness = Force / D

For the cases considered here (30 story example):

$$\text{Stiffness}_{\text{Frame}} = 200 / 40.79 = 4.90$$

→ Force=200
Deflection = 40.79

$$\text{Stiffness}_{\text{Wall}} = 200 / 355.04 = 0.56$$

$$\text{Stiffness}_{\text{Frame + Wall}} = 200 / 12.66 = 15.79$$

$$\text{Stiffness}_{\text{Frame}} + \text{Stiffness}_{\text{Wall}} = 4.90 + 0.56 = 5.46$$

$$\boxed{\text{Stiffness}_{\text{Frame}} + \text{Stiffness}_{\text{Wall}} \neq \text{Stiffness}_{\text{Frame + Wall}}}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

کنترل ضابطه ۲۵٪ برای قاب‌های دوگانه

طبق استاندارد ۲۸۰۰ برای این سیستم داریم:

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.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

طبق آیین نامه ASCE7-16 داریم:

12.2.5.1 Dual System. For a dual system, the moment frames shall be capable of resisting at least 25% of the design seismic forces. The total seismic force resistance is to be provided by the combination of the moment frames and the shear walls or braced frames in proportion to their rigidities.

در ۲۸۰۰ گفته شده قاب ها «مستقلاً» قادر به تحمل ۲۵٪ بارهای جانبی باشند ولی در ASCE7 عبارت «مستقلاً» بیان نشده است. بیان ۲۸۰۰ تا حدود بیشتری برگرفته از UBC97 است:

1629.6.5 Dual system. A structural system with the following features:

1. An essentially complete space frame that provides support for gravity loads.

2. Resistance to lateral load is provided by shear walls or braced frames and moment-resisting frames (SMRF, IMRF, MMRWF or steel OMRF). The moment-resisting frames shall be designed to independently resist at least 25 percent of the design base shear.

3. The two systems shall be designed to resist the total design base shear in proportion to their relative rigidities considering the interaction of the dual system at all levels.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

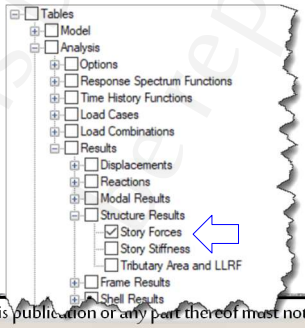
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

روش کنترل ضابطه ۲۵٪ در برنامه ETABS

تعیین سهم باربری جانبی قاب در مدل اصلی:

در این روش دیوارها از مدل حذف نمی‌شوند. سهم قاب از برش طبقه استخراج می‌شود و در صورتی که این سهم بیش از ۲۵ درصد برش طبقه باشد، می‌توان اطمینان حاصل کرد که قاب قادر است ۲۵ درصد بار جانبی زلزله را تحمل کند.

۱) ابتدا برش کل طبقه در برنامه خوانده شود (V_{total}). برای این منظور از مسیر Display menu > Show Tables اقدام نمایید:



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Story	Load Case/Combo	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf
Story4	E	Bottom	0	-42092.8529	0
Story3	E	Bottom	0	-75329.1061	0
Story2	E	Bottom	0	-97486.6083	0
Story1	E	Bottom	0	-108565.3594	0

۲) سهم برش ستون‌های طبقه مورد نظر نیز تحت بار جانبی (V_{frame}) از نرم افزار استخراج گردد. توجه شود که ستون‌های متصل به دیوار جزئی از دیوار محسوب می‌شوند و نباید در محاسبه V_{frame} منظور شوند. برای این منظور می‌توانید ستون های هر طبقه را انتخاب و از مسیر Assign menu > Assign Objects to Groups ستون‌های هر طبقه را در یک گروه قرار دهید. بعد از تحلیل سهم باربری اعضای قرار گرفته در گروه را بدست آورید. حال از مسیر Define menu > Section Cuts و کلیک بر روی Add Section Cut یک گروه ایجاد شده در گام قبل را در بخش Section Cut Defined By انتخاب نمایید. برای هر یک از گروه‌های انتخاب شده، مقاطع برش جداگانه به این روش ایجاد شده و بعد از تحلیل مدل، از مسیر Design menu > Show Tables مقدار نیرو در مقاطع برش تعریف شده را مشاهده و در نهایت مقدار سهم برش رسیده به قاب‌ها را با ۲۵٪ برش آن طبقه مقایسه نمایید. توجه شود، در صورت وجود ستون سرکله، این المان بایستی بخشی از گروه دیوارها تعریف شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

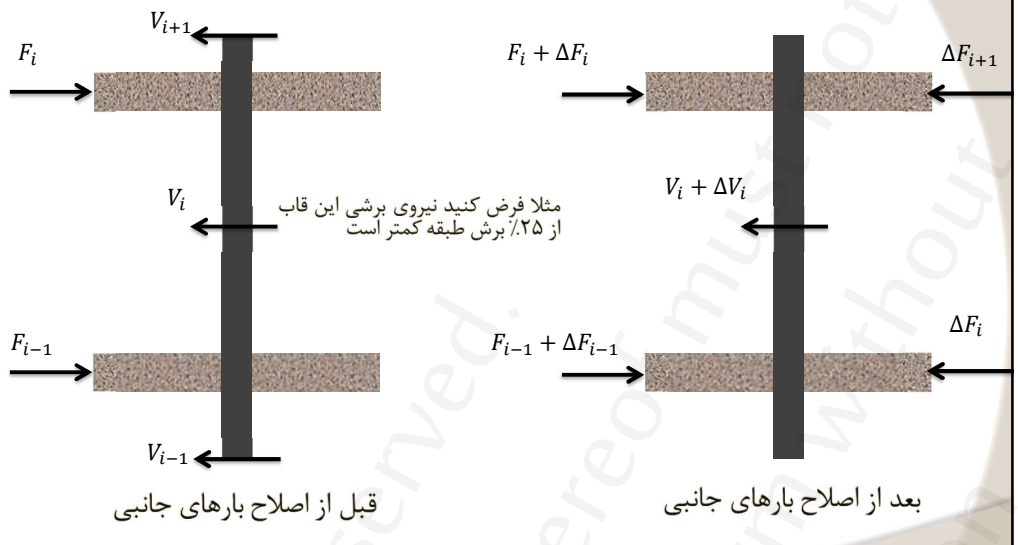
۳) در صورتی که $\frac{V_{fram}}{V_{total}} \geq 0.25$ باشد، می‌توان قبول کرد که قاب برای ۲۵ درصد برش ناشی از زلزله طراحی و کنترل شده است.

۴) در صورتی که $\alpha = \frac{V_{fram}}{V_{total}} < 0.25$ باشد، می‌توان ضریب زلزله را از E به $\left(\frac{0.25}{\alpha}\right) E$ افزایش داد و فقط کفایت اعضای قاب "طبقه مورد نظر" را کنترل نمود.

۵) مراحل ۱ الی ۴ را باید برای تمامی طبقاتی که نسبت $\alpha < 0.25$ می‌باشد، تکرار شود. منتها جهت سهولت در کنترل می‌توان طبقات مورد نظر را بر اساس بزرگترین مقدار $\frac{0.25}{\alpha}$ حاصل در طبقات بررسی نمود. هنگامی که نیروهای جانبی در یک طبقه اضافه شوند، در نتیجه در طبقات زیرین نیز اثر می‌گذارند، بنابراین اگر نیروها را مستقلا افزایش دهیم، نتایج محافظه کارانه خواهد بود. بنابراین باید نیروهای جانبی هر طبقه را به سقف نیروهای لازم رسانده و جهت خنثی نمودن اثر این نیرو در طبقات زیرین از یک نیروی مخالف در پای آن طبقه استفاده کرد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

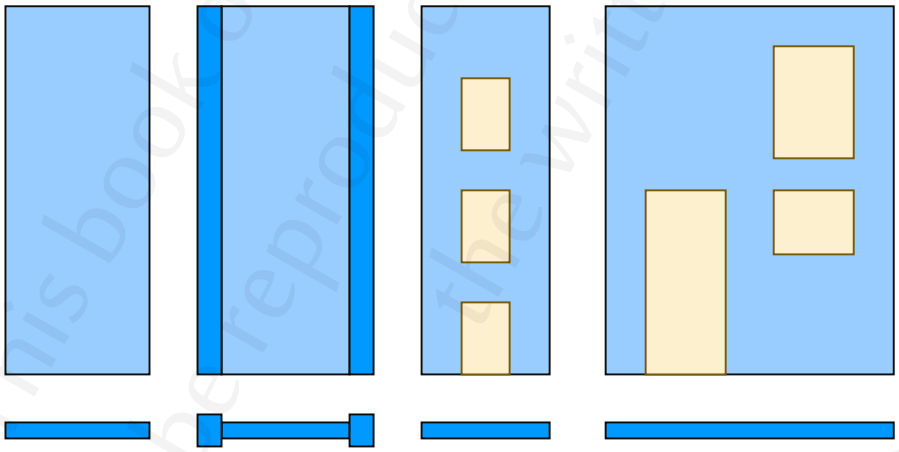
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

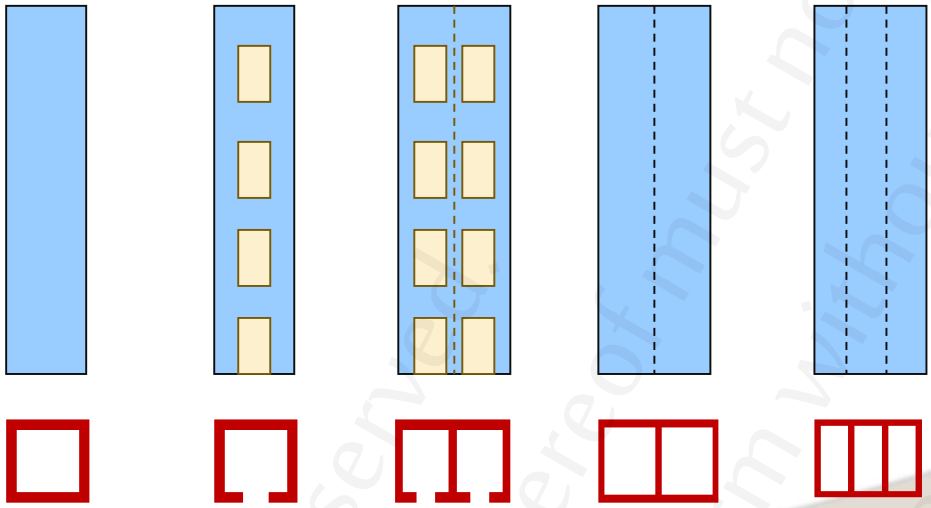
پیکربندی‌های مختلف برای دیوار برشی (Basic Types of Shear Walls)



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

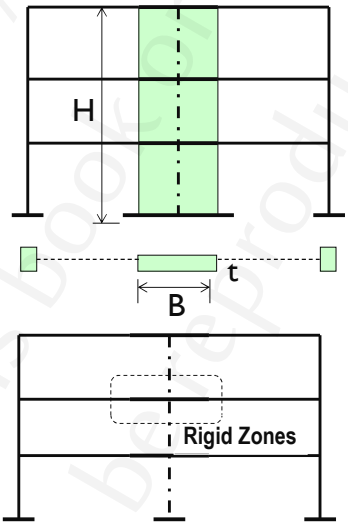
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



صفحه ۲۶۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مدلسازی دیوار برشی



این روش مدلسازی عموما برای حالتی که نسبت ارتفاع به طول دیوار بیشتر از ۵ باشد، مناسب است.

در این روش دیوار برشی به صورت یک ستون معادل مدلسازی سازی میشود.

اتصال دیوار به تیرها توسط یک ناحیه صلب انجام می‌شود.

می‌توان از المان‌های سطحی نیز برای مدلسازی استفاده نمود.

صفحه ۲۷۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

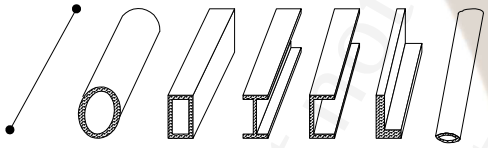
All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

1 D Elements (Beam type)

Can be used in 1D, 2D and 2D

2-3 Nodes. A, I etc.

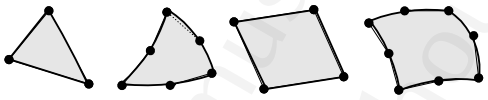


Truss and Beam Elements (1D,2D,3D)

2 D Elements (Plate type)

Can be used in 2D and 3D Model

3-9 nodes. Thickness

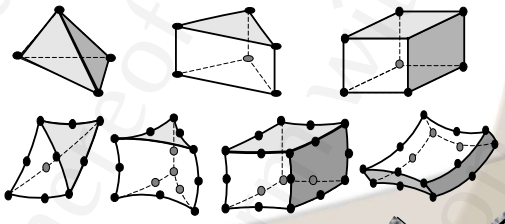


Plane Stress, Plane Strain, Axisymmetric, Plate and Shell Elements (2D,3D)

3 D Elements (Brick type)

Can be used in 3D Model

6-20 Nodes.



Brick Elements

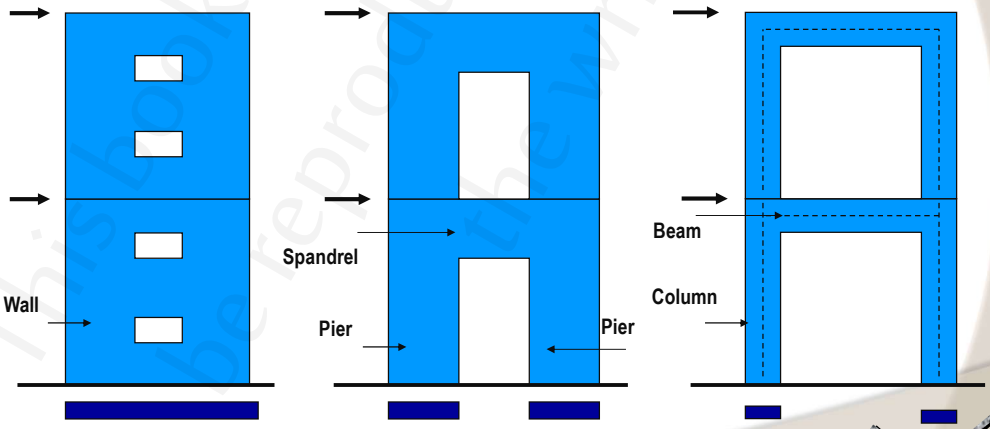
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

در صورت داشتن بازشوی زیاد دیوار به قاب تبدیل شود

در صورت بازشوی متوسط دیوار بهمراه تیر تیغه مدل شود

در صورت بازشوی کوچک میتوان از وجود آن صرف نظر نمود.



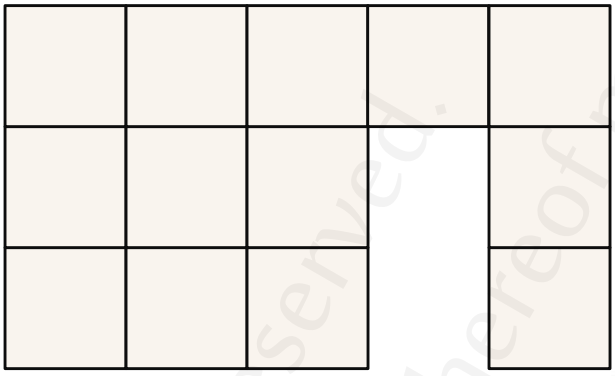
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved
This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

* برای تحلیل دقیقتر مدل، دیوارها به نحو مناسبی مشبندی شوند.

* برای مدلسازی پوسته دیوار میتوان از المانهای با رفتار درون صفحه (Membrane Elements) یا با رفتار درون و بیرون صفحه (Shell Element) استفاده نمود.



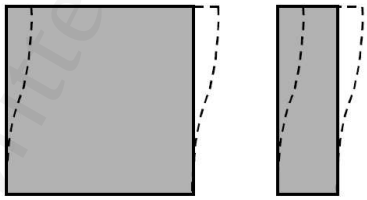
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

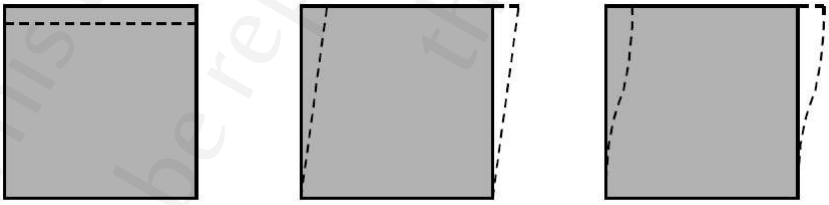
سه نوع تغییرشکل را میتوان برای المان پوسته تصور نمود:

- المان پوسته تغییرشکل برشی و محوری را خوب مدل میکند.

- المان پوسته قادر به مدلسازی تغییرشکل‌های خمشی نیست.



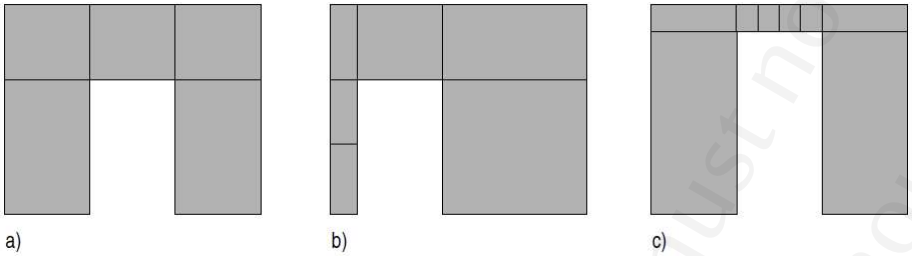
a) b)



a) Axial Deformation b) Shear Deformation c) Bending Deformation

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



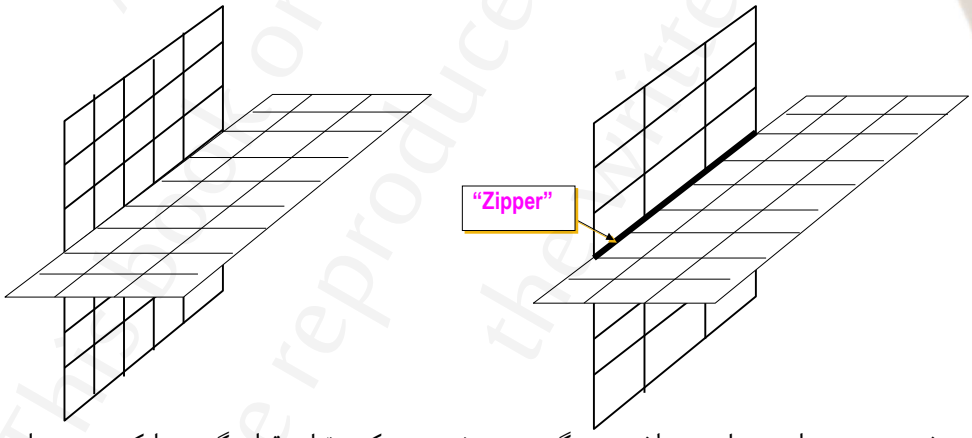
❊ دیوار a با ۵ المان مدل شده است. نسبت ابعادی المان‌ها مطلوب است و خمش حاکم نیست.

❊ دیوار b که بازشو به سمت چپ منتقل شده است، المان سمت چپ لاغر شده و در آن خمش حاکم بوده که در اینجا به دو المان تقسیم شده است.

❊ دیوار c بازشو به سمت بالا رفته و تیرپیوند لاغری را تشکیل داده است. جهت جلوگیری از حاکم شدن خمش این تیر به چند المان تقسیم شده است.

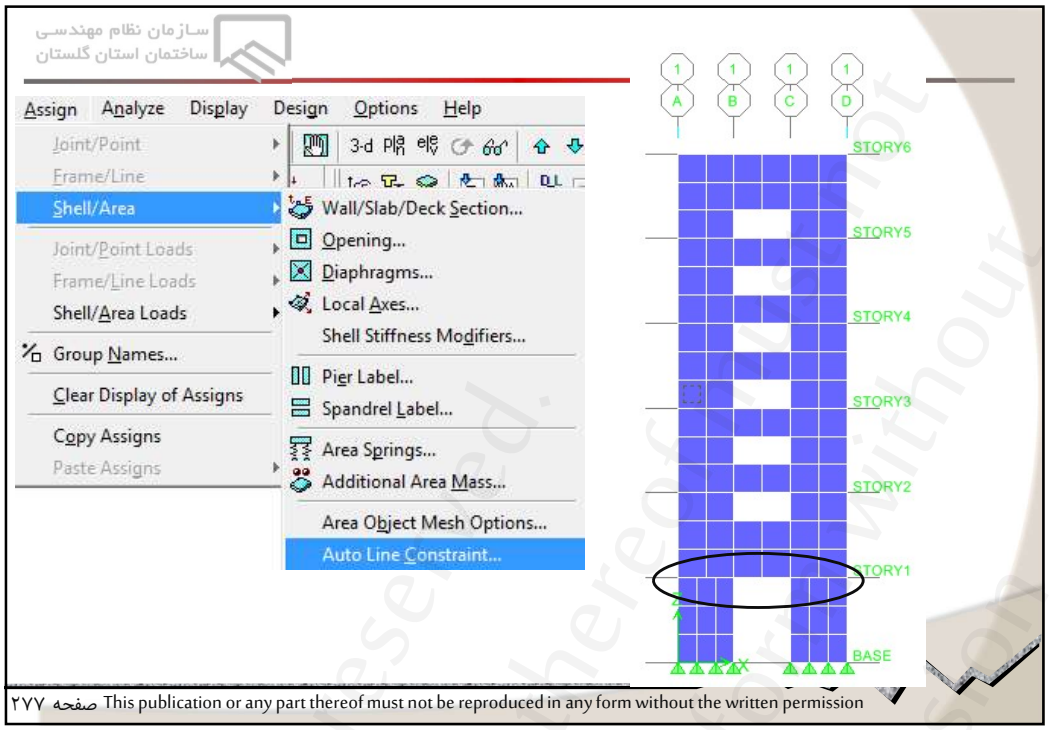
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

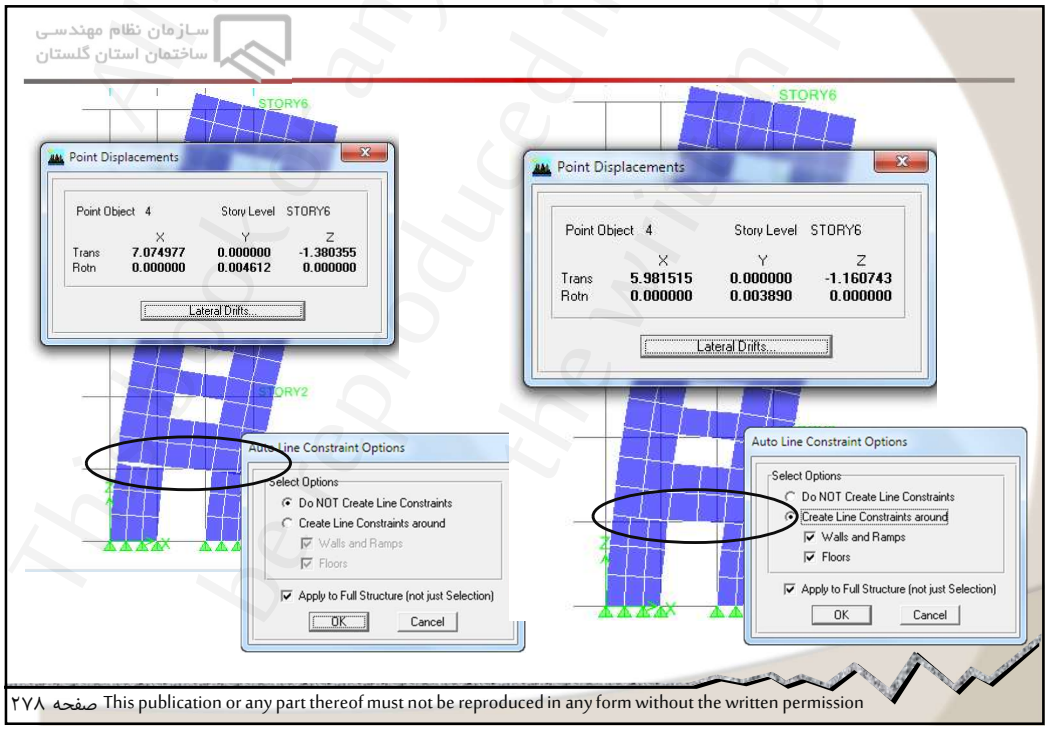
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



نحوه مشبندی بهتر است طوری باشد مه گره دو عضو در یک نقطه قرار گیرد ولیکن برخی از نرم‌افزارها قابلیتی دارند که در صورت عدم انطباق گره ها، توسط یک المان زیپی آنها را به هم متصل می‌نمایند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

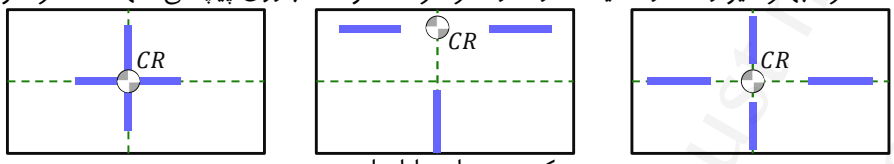

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان
Assign
Analyze
Display
Design
Options
Help
Joint/Point
Frame/Line
Shell/Area
Joint/Point Loads
Frame/Line Loads
Shell/Area Loads
Group Names...
Clear Display of Assigns
Copy Assigns
Paste Assigns
Wall/Slab/Deck Section...
Opening...
Diaphragms...
Local Axes...
Shell Stiffness Modifiers...
Pier Label...
Spandrel Label...
Area Springs...
Additional Area Mass...
Area Object Mesh Options...
Auto Line Constraint...
STORY6
STORY5
STORY4
STORY3
STORY2
STORY1
BASE
صفحه ۲۷۷ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission


سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان
Point Displacements
Point Object 4
Story Level STORY6
X Y Z
Trans 7.074977 0.000000 -1.380355
Rotn 0.000000 0.004612 0.000000
Lateral Drifts...
Auto Line Constraint Options
Select Options
Do NOT Create Line Constraints
Create Line Constraints around
Walls and Ramps
Floors
Apply to Full Structure (not just Selection)
OK
Cancel
Point Displacements
Point Object 4
Story Level STORY6
X Y Z
Trans 5.981515 0.000000 -1.160743
Rotn 0.000000 0.003890 0.000000
Lateral Drifts...
Auto Line Constraint Options
Select Options
Do NOT Create Line Constraints
Create Line Constraints around
Walls and Ramps
Floors
Apply to Full Structure (not just Selection)
OK
Cancel
صفحه ۲۷۸ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

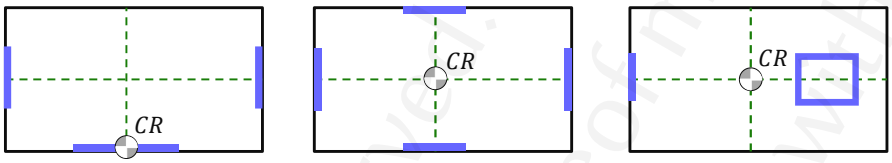
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

پیکربندی دیوارها در پلان

- برای عملکرد بهتر دیوارها، در محیط سازه در نظر گرفته شوند تا بازوی پیچشی آنها حداکثر شود.



پیکربندی‌های ناپایدار



پیکربندی‌های پایدار

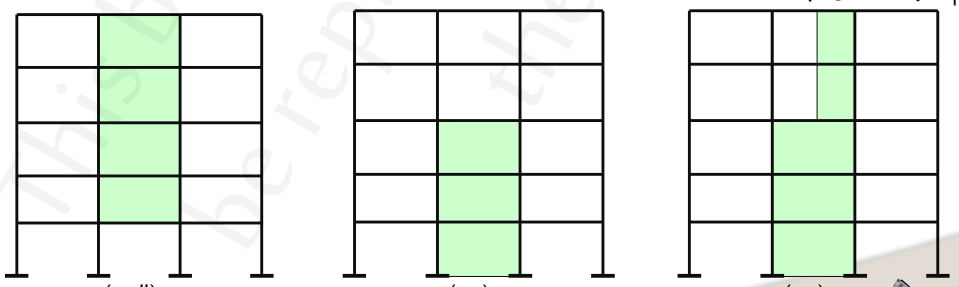
- اگر دیوار برشی را از روی لبه به سمت داخل پلان حرکت دهیم، سهم بارگیر ثقلی آنها بیشتر شده و این به کاهش نیروهای برکنش پی کمک می‌کند ولیکن بازوی پیچشی پلان را کم می‌کند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ناپیوستگی در ارتفاع

ایجاد ناپیوستگی در ارتفاع، سبب ایجاد طبقه نرم یا شدید نرم و یا طبقه ضعیف و یا شدید ضعیف در سازه می‌شود. در استاندارد ۲۸۰۰، جریمه‌های سختی برای این نامنظمی پیش‌بینی شده است و باید از آن دوری نمود (شکل الف). قطع دیوار در یک ارتفاع و عدم ادامه دادن آن توسط آیین‌نامه منعی ندارد ولی این کار سبب ایجاد نامنظمی در ارتفاع شده و جریمه‌هایی به همراه دارد (شکل ب). در صورت تمایل به کاهش ابعاد، بهتر است این کاهش بصورت تدریجی (کاهش طول یا ضخامت) انجام شود. (شکل پ)



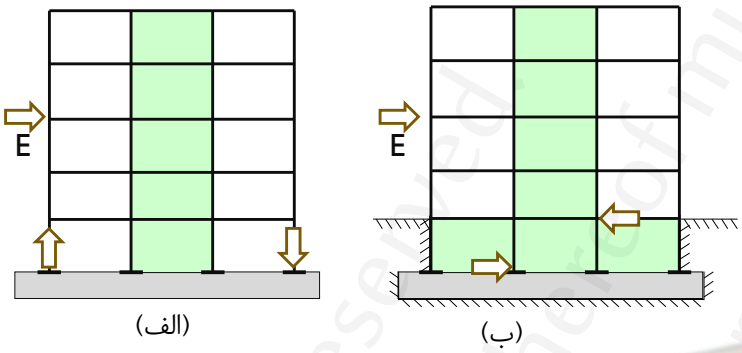
(الف) (ب) (پ)

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

شالوده دیوار برشی

برای ساختمان‌های کوتاه تا متوسط استفاده از شالوده نواری معمولاً گزینه مناسبی برای زیر دیوار جهت انتقال نیروها است. اگر در زیر دیوارهای برشی، دیوار حائل وجود داشته باشد، سبب پخش بهتر بار می‌شود.



صفحه ۲۸۱ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

طول موثر بال دیوارهای متقاطع

ویرایش ۹۹ مبحث نهم: طبق بند ۹-۲۰-۷-۲-۳، در طراحی برای خمش و بارهای محوری در دیوارهای با مقطع U، T و L شکل و سایر اشکال مشابه تشکیل شده از دیوارهای متقاطع، عرض مؤثر بال، اندازه گیری شده از بر جان در هر سمت که در محاسبات به کار برده می‌شود، نباید بیشتر از مقادیر (الف) و (ب) در نظر گرفته شود؛ مگر آن که با تحلیل دقیقتر بتوان مقدار آن را تعیین کرد.

الف- نصف فاصله‌ی بین جان دیوار تا جان دیوار مجاور؛

ب- یک چهارم ارتفاع کل دیوار در بالای مقطع مورد نظر آن.

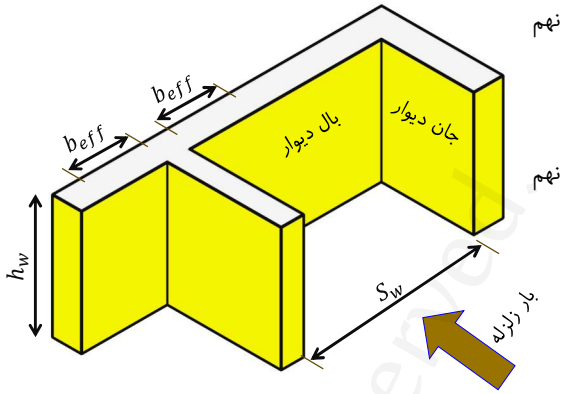
ویرایش ۹۲ مبحث نهم: طبق بند ۹-۲۳-۴-۳-۱-۴، در طراحی دیوارهای با مقطع U و T عرض مؤثر بال، اندازه گیری شده از بر جان در هر سمت، که در محاسبات به کار برده می‌شود نباید بیشتر از مقادیر (الف) و (ب) این بند در نظر گرفته شود، مگر آنکه با تحلیل دقیق تر بتوان مقدار آن را تعیین کرد:

الف- نصف فاصله بین جان دیوار تا جان دیوار مجاور

ب- ده درصد ارتفاع کل دیوار

صفحه ۲۸۲ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



ویرایش ۹۹ مبحث نهم $b_{eff} = min \begin{cases} 0.25h_w \\ \frac{S_w}{2} \end{cases}$

ویرایش ۹۲ مبحث نهم $b_{eff} = min \begin{cases} 0.10h_w \\ \frac{S_w}{2} \end{cases}$

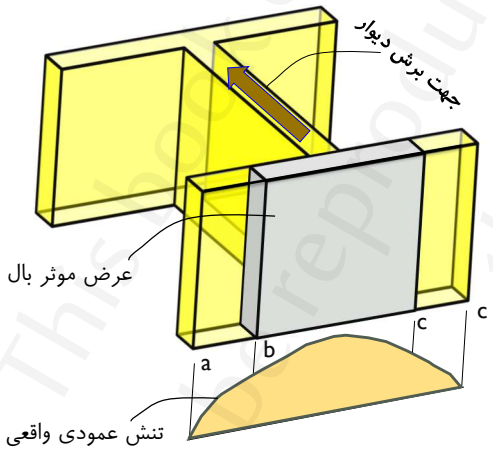
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

وقتی یک دیوار برشی دارای بال، تحت جابجایی در امتداد جان قرار گیرد، بال‌های سمت کشش و فشار تحت نیروهای محوری و خمشی قرار میگیرند. به سبب تاخیر برشی، با افزایش ابعاد بال، مقدار نیروهای ایجاد شده در آن کاهش می‌یابد.

برای این منظور، مبحث نهم و ACI318-19 کل عرض بال را به عنوان عرض مشارکت کننده در بارهای جانبی در نظر نمی‌گیرند.

این کاهش عرض بال تنها برای تعیین مقاومت خمشی مقطع دیوار است و برای توزیع نیروهای ثقلی برای مقابله با نیروهای برکنش باید کل عرض بال در نظر گرفته شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

محل وصله پوششی آرماتور قائم نواحی المان‌های مرزی دیوار برشی ویژه

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

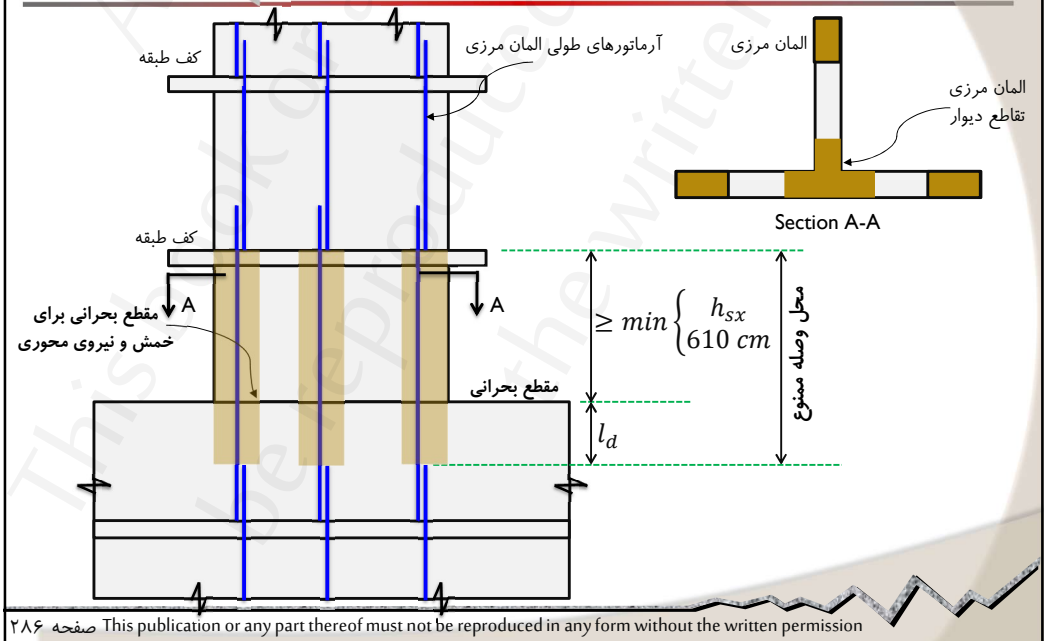
طبق بند ۹-۲۰-۷-۳-۴، وصله پوششی دیوار برشی ویژه، برای آرماتورهای طولی در نواحی المان‌های مرزی در مقاطع بحرانی دیوار (پای دیوار) که در آنها در اثر تغییرشکل های جانبی، احتمال جاری شدن آرماتورهای طولی وجود دارد، در طولی برابر کمترین دو مقدار ۶۱۰ سانتیمتر و ارتفاع طبقه، h_{sx}، در بالای مقطع و L_d زیر مقطع مجاز نیست.

در محل‌هایی که در اثر تغییر مکان‌های جانبی، احتمال تسلیم آرماتورهای طولی وجود دارد، طول مهاری آرماتورها باید 1.25 برابر طول مهاری محاسبه شده برای تسلیم در کشش در نظرگرفته شود.

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: توصیه‌ای در این زمینه ندارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

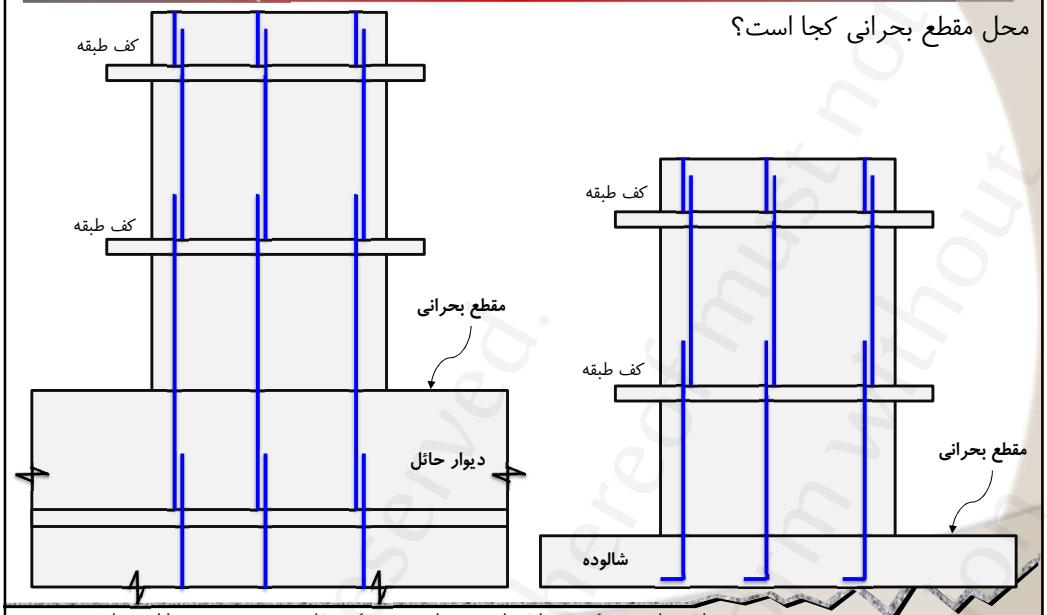
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

محل مقطع بحرانی کجا است؟



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

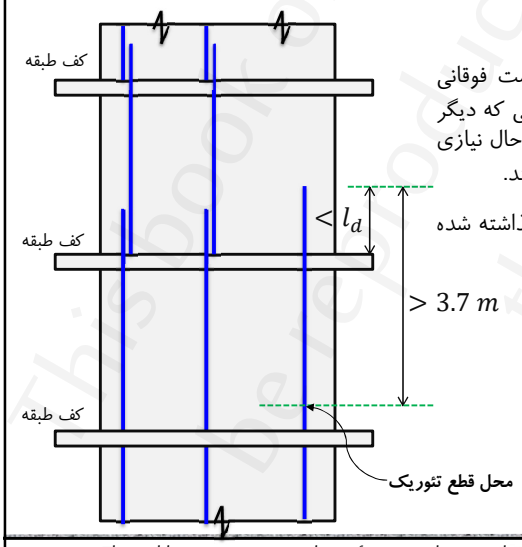
محل قطع عملی آرماتورهایی طولی دیوار برشی

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

طبق بند ۹-۲۰-۷-۳-۴، آرماتورهای طولی، به جز در قسمت فوقانی دیوار، باید تا طولی برابر با حداقل ۳۷۰۰ میلی‌متر بعد از محلی که دیگر از نظر خمشی مورد نیاز نیستند، ادامه داده شوند؛ ولی در هر حال نیازی نیست که بیشتر از l_d از بالای طبقه‌ی فوقانی ادامه داشته باشند.

عدد ۳۷۰۰ میلیمتر، برای حالتی که ارتفاع طبقه زیاد باشد، گذاشته شده است.

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: توصیه‌ای در این زمینه ندارد.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

طراحی ستون‌هایی که عکس العمل اعضای ناپیوسته سخت را تحمل می‌کنند

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

طبق بند ۹-۲۰-۵-۳-۳-۵، در ستون‌هایی که عکس العمل اعضای ناپیوسته سخت را تحمل می‌کنند، مانند ستون‌های واقع در زیر دیوارهای منقطع، باید آرماتورهای عرضی ویژه مطابق ضوابط (الف) و (ب) زیر بکار برده شود.

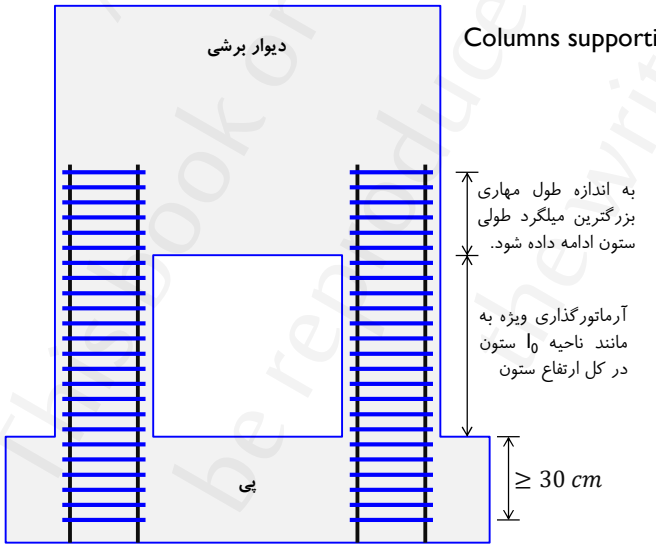
الف) در مواردی که بار محوری فشاری ضریبدار ستون در اثر زلزله از $0.1A_g f'_c$ تجاور نماید، باید از آرماتور عرضی مطابق الزامات آرماتورگذاری در ناحیه l_0 ستون و در تمام طول ستون و در کلیه طبقات در زیر سطحی که در آن ناپیوستگی قرار دارد استفاده شود. در مواردی که از اثرات زلزله تشدید یافته برای لحاظ نمودن اثرات اضافه مقاومت اجزای قائم سیستم مقاوم در برابر زلزله استفاده شده است، محدودیت $0.1A_g f'_c$ باید به $0.25A_g f'_c$ افزایش داده شود.

ب) آرماتور عرضی باید به اندازه‌ای برابر با حداقل طول گیرایی آرماتور طولی ستون، l_d با بیشترین قطر در داخل عضو منقطع ادامه یابد. در مواردی که انتهای تحتانی ستون بر روی یک دیوار متکی است، آرماتور عرضی مورد نیاز باید به اندازه طول l_d مربوط به آرماتور طولی ستون با بیشترین قطر در داخل دیوار ادامه داده شود. در مواردی که انتهای ستون بر روی شالوده واقع شده است، آرماتورهای عرضی قسمت (الف) باید به اندازه حداقل ۳۰ سانتیمتر در داخل شالوده ادامه داده شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Columns supporting discontinued stiff members



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۲ مبحث نهم:

طبق ۹-۲۳-۴-۲-۳-۸ در عضوهایی که بار اعضای با سختی زیاد را تحمل می‌کنند، مانند عضوهای واقع در زیر دیوار بتن آرمه، در تمام طول عضو باید آرماتورگذاری عرضی ویژه اجرا شود. بعلاوه این آرماتور گذاری باید در قسمتی از آرماتور طولی عضو که به اندازه طول گیرایی است و در داخل دیوار قرار دارد، ادامه داده شود. ضابطه ادامه آرماتورگذاری عرضی ویژه در دیوار، در مورد عضوهایی که روی دیوار قرار دارند نیز باید رعایت شود.

طبق بند ۹-۲۳-۴-۲-۳-۹ در عضوهایی که قسمتی از ارتفاع آنها با یک دیوار بتنی گرفته شده است، در تمام قسمت آزاد عضو باید آرماتورگذاری ویژه اجرا شود.

طبق بند ۹-۲۳-۴-۲-۳-۱۰ در محل اتصال عضو به شالوده، آرماتور طولی عضو که به داخل شالوده برده شده است باید در طولی حداقل برابر با ۳۰۰ میلیمتر با آرماتورگذاری عرضی ویژه تقویت گردد.

ضوابط ویرایش ۹۲ و ۹۹ در این زمینه تا حدود زیادی نزدیک به یکدیگر هستند و در مواردی ناچیز با هم اختلاف دارند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

حداقل درصد آرماتور در لبه‌های انتهایی دیوار

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

دیوارها یا دیوار پایه‌هایی که در آنها نسبت $\frac{h_w}{l_w} \geq 2.0$ بوده و از پایین سازه تا بالای دیوار به طور موثر ادامه دارند، و به گونه‌ای طراحی شده‌اند که در آنها یک مقطع بحرانی برای خمش و بارهای محوری موجود باشد، باید دارای آرماتورهای طولی در دو انتهای قطعه‌ی قائم دیوار بوده و شرایط (الف) تا (ت) در آنها رعایت شوند:

الف- درصد حداقل آرماتورهای طولی در ناحیه‌ای در هر انتهای دیوار به طول $0.15l_w$، و عرضی برابر ضخامت دیوار، برابر $0.5\sqrt{f_c'}/f_y$ باشد.

ب- آرماتورهای طولی مورد نیاز بر اساس بند (الف) باید به اندازه‌ی حداقل l_w، و یا $\frac{M_u}{3V_u}$ در بالا و پایین مقطع بحرانی دیوار ادامه داشته باشند.

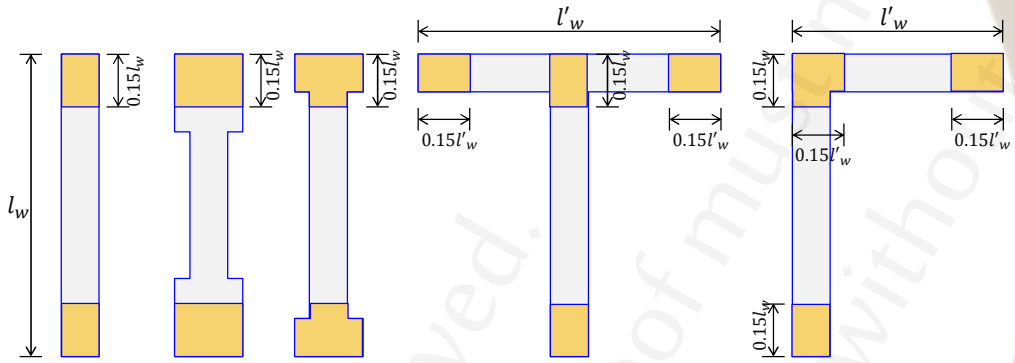
پ - نباید بیشتر از ۵۰٪ آرماتورهای مورد نیاز در بند (الف) در یک مقطع قطع شوند.

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: معادل این بند در ویرایش ۹۲ وجود ندارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

محل آرماتورهای گفته شده در بند قبل برای چند دیوار:

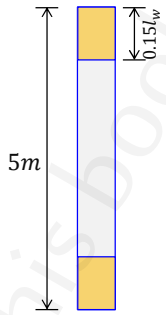


 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) حداقل درصد آرماتور در دو انتهای دیوار چقدر باشد؟ بتن از نوع C30 و میلگرد AIII فرض شود.

$$0.15l_w = 0.15 \times 5000 = 750\ mm$$



$$\rho_{min} = \frac{0.5\sqrt{f_c'}}{f_y} = \frac{0.5\sqrt{30}}{400} = 0.0684$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

حداکثر درصد آرماتور در دیوار

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

مقداری تعیین نکرده ولی توصیه میشود به مانند ستون ها حداکثر درصد آرماتور به ۳٪ محدود شود.

ویرایش ۹۲ مبحث نهم: طبق بند ۹-۲۳-۴-۳-۲-۲ نسبت میلگرد قائم در هیچ ناحیه از طول دیوار نباید از چهار درصد بیشتر باشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

طراحی المان مرزی دیوار برشی

بطور کلی دو روش برای تعیین نیاز به المان مرزی در دیوار برشی وجود دارد:

۱- براساس کرنش (روش اول): که در این روش براساس جابجایی دیوار المان مرزی تعیین می‌شود.

۲- براساس تنش (روش دوم): که در این روش براساس حداکثر تنش ایجاد شده در دورترین تار دیوار المان مرزی تعیین می‌شود.

18.10.6.1 The need for special boundary elements at the edges of structural walls shall be evaluated in accordance with 18.10.6.2 or 18.10.6.3. The requirements of 18.10.6.4 and 18.10.6.5 shall also be satisfied.

براساس کرنش براساس تنش

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

تعیین المان مرزی براساس کرنش:

در صورتی که $h_w/\ell_w \geq 2.0$ باشد، در صورتی که رابطه زیر برقرار باشد، نیاز به المان مرزی دارد.

$$c \geq \frac{l_w}{600(1.5\delta_u/h_{wcs})}$$

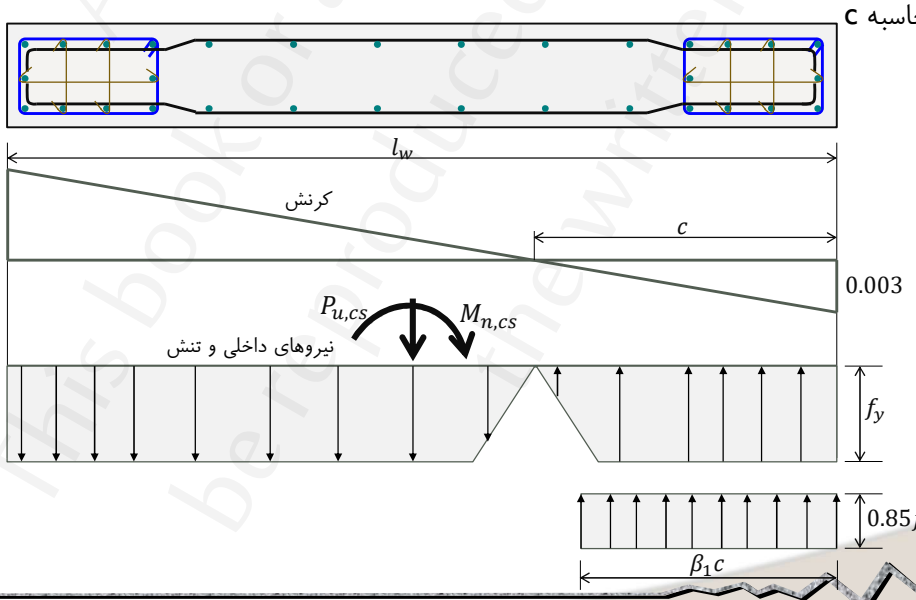
که در آن c فاصله‌ی محور خنثی از دورترین تار فشاری تحت بارها و لنگرهای ضریبدار است. مقدار δ_u/h_{wcs} نباید کمتر از 0.005 در نظر گرفته شود.

همچنین در صورتی که طبق رابطه فوق، نیاز به المان مرزی بود، آرماتورهای عرضی بایستی حداقل به میزان بیشترین دو مقدار ℓ_w و $M_u/4V_u$ در امتداد قائم، بالا و پایین مقطع بحرانی ادامه داده شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نحوه محاسبه c



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۲۰-۷-۴-۲ در دیوارها یا دیوار پایه‌هایی که در آنها $h_w/\ell_w \geq 2.0$ بوده و از شالوده‌ی سازه تا بالای آن به صورت پیوسته ادامه داشته و در آنها طراحی تنها برای یک مقطع بحرانی در خمش و بار محوری انجام شده باشد، باید ضوابط (الف) و (ب) این بند رعایت گردند:

الف- در مواردی که رابطه‌ی زیر برقرار باشد، نواحی فشاری دیوار باید با اجزای مرزی ویژه تقویت شوند:

$$\frac{1.5\delta_u}{h_{wcs}} \geq \frac{l_w}{600c}$$

در رابطه‌ی فوق، c فاصله‌ی محور خنثی از دورترین تار فشاری است که برای بار محوری ضریبدار به همراه مقاومت خمشی اسمی همساز با تغییر مکان جانبی طرح δ_u محاسبه می‌شود. نسبت $\frac{\delta_u}{h_{wcs}}$ نباید کمتر از 0.005 منظور شود.

ب- در مواردی که بر اساس ضابطه‌ی (الف) به اجزای مرزی ویژه نیاز باشد، آرماتورهای عرضی ویژه در اجزای مرزی باید، به جز در مواردی که دربند ۹-۲۰-۷-۴-۴(خ) اجازه داده شده‌اند، در امتداد قائم در بالا و پایین مقطع بحرانی، حداقل به اندازه‌ی بزرگترین دو مقدار ℓ_w و $M_u/4V_u$ ادامه یابند. علاوه بر این یا باید $b \geq 4\sqrt{cl_w}$ بوده و یا $\frac{\delta_c}{h_{wcs}} \geq \frac{\delta_u}{h_{wcs}}$ صادق باشد. که در آن:

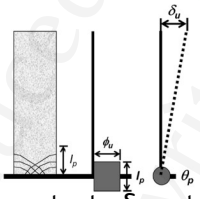
$$\frac{\delta_c}{h_{wcs}} = \frac{1}{100}\left(4 - \frac{1}{50}\left(\frac{l_w}{b}\right)\left(\frac{c}{b}\right) - \frac{V_e}{0.66\sqrt{f_c'}A_{cv}}\right) \geq 0.015$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

اثبات رابطه اخیر:

طبق ASCE7 داریم:



$\delta_u(ACI) \equiv \delta_x = C_d\delta_e/I$ (ASCE 7)

مقدار دوران پای دیوار تحت جابجایی δ_u برابر است با (ACI ارتفاع مفصل را نصف طول دیوار می‌گیرد:

$$\theta_p = \frac{\delta_u}{h_w} = \left(\phi_u = \frac{\varepsilon_c}{c}\right)\left(l_p = \frac{l_w}{2}\right) \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_c = 2\left[\frac{\delta_u}{h_w}\right]\left[\frac{c}{l_w}\right]$$

طبق ACI، کرنش قابل تحمل در دورترین تار برابر 0.003 است. با بازنویسی رابطه اخیر داریم:

$$c_{limit} = \frac{0.003l_w}{2\left(\frac{\delta_u}{h_w}\right)} = \frac{l_w}{667\left(\frac{\delta_u}{h_w}\right)} \approx \frac{l_w}{600\left(\frac{\delta_u}{h_w}\right)}$$

The multiplier of 1.5 on design displacement was added to Equation in the 2014 version of this Code to produce detailing requirements more consistent with the building code performance intent of a low probability of collapse in Maximum Considered Earthquake level shaking.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

18.10.6.2 Walls or wall piers with $h_w/\ell_w \geq 2.0$ that are effectively continuous from the base of structure to top of wall and are designed to have a single critical section for flexure and axial loads shall satisfy (a) and (b) or shall be designed by 18.10.6.3:

(a) Compression zones shall be reinforced with special boundary elements where

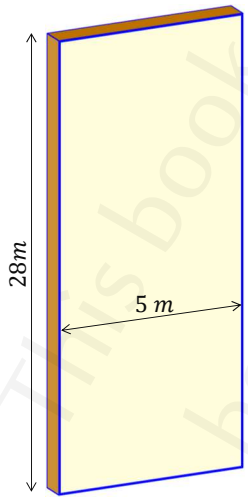
$$c \geq \frac{l_w}{600(1.5\delta_u/h_w)}$$

(b) Where special boundary elements are required by (a), the special boundary element transverse reinforcement shall extend vertically above and below the critical section at least the greater of ℓw and Mu/4Vu, except as permitted in 18.10.6.4(g).

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) در دیوار روبرو در صورتی که عمق تار خنثی برابر ۱۷۵۰ میلیمتر محاسبه شده باشد، آیا نیاز به المان مرزی دارد؟ فرض کنید جابجایی بالای دیوار که در برنامه ETABS خوانده شده برابر ۶۵ میلیمتر باشد.



از جدول ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰ مقدار C_d=5 است.

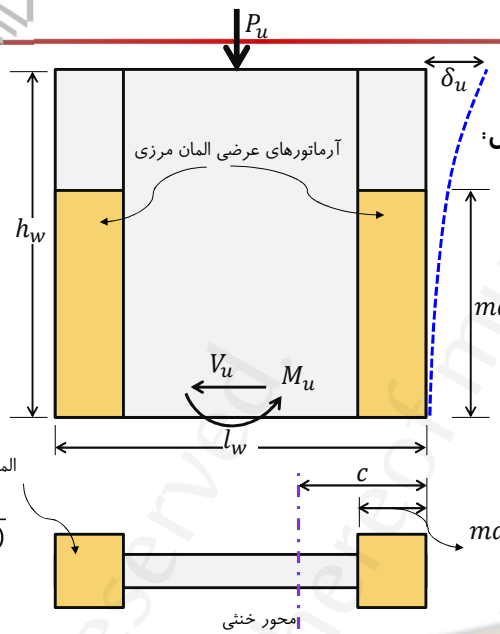
$$c \geq \frac{l_w}{600\left(\frac{1.5\delta_u}{h_w}\right)} = \frac{5000}{600\left(\frac{1.5 \times 65 \times 5}{28000}\right)} = 478\ mm$$

بنابراین نیاز به المان مرزی داریم.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

المان مرزی براساس کرنش:



المان مرزی وقتی نیاز است که:

$$c \geq \frac{l_w}{600(1.5\delta_u/h_w)}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

تعیین المان مرزی براساس تنش:

در دیوارهای برشی که در آنها مقدار تنش در دورترین تار تحت بارهای ضریبدار شامل نیروی زلزله، از 0.2fc′ بیشتر می‌شود، نیاز به المان مرزی دارند. این المان مرزی را می‌توان در طولی از قطعه که در آن تنش فشاری بتن از 0.15fc′ کمتر می‌شود، قطع نمود. اگر دیوار دارای بال باشد، عرض موثر بال بایستی در نظر گرفته شود.

18.10.6.3 Structural walls not designed in accordance with 18.10.6.2 shall have special boundary elements at boundaries and edges around openings of structural walls where the maximum extreme fiber compressive stress, corresponding to load combinations including earthquake effects E, exceeds 0.2fc′. The special boundary element shall be permitted to be discontinued where the calculated compressive stress is less than 0.15fc′. Stresses shall be calculated for the factored loads using a linearly elastic model and gross section properties. For walls with flanges, an effective flange width as given in 18.10.5.2 shall be used.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

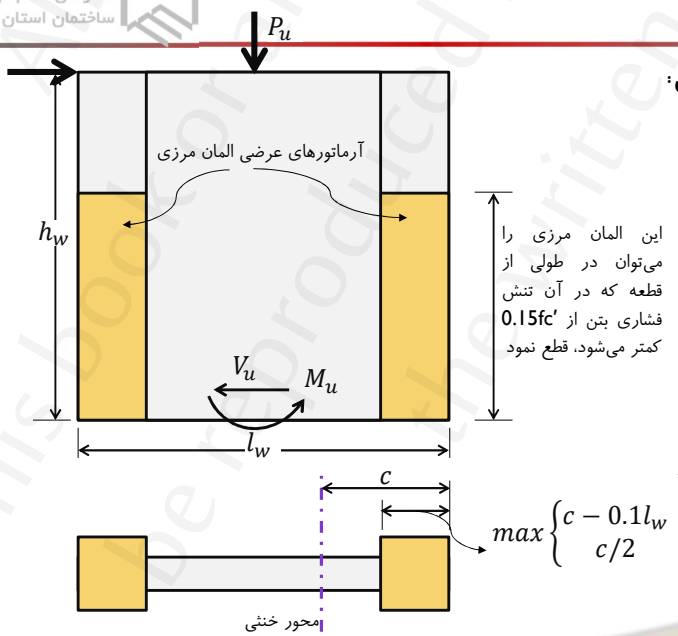
۹-۲۰-۷-۴-۳ برای طراحی اجزای مرزی ویژه، می‌توان به جای استفاده از ضوابط بند ۹-۲۰-۷-۴-۲ از ضوابط این بند استفاده نمود.

در مواردی که تنش فشاری بتن در دورترین تار فشاری مقطع دیوار تحت اثر ترکیب بارهای ضریبدار، شامل اثر زلزله، از $0.2f_c'$ بیشتر باشد، باید اجزای مرزی ویژه پیش بینی شوند. این اجزا را می‌توان از مقطعی در امتداد ارتفاع دیوار، که تنش فشاری بتن در آن از $0.15f_c'$ کمتر باشد، قطع کرد. تنش فشاری بتن با فرض توزیع خطی تنش در مقطع دیوار و بر اساس مشخصات مقطع کل محاسبه می‌شود. در دیوارهای با مقطع U و T باید عرض موثر بال بر اساس ضوابط بند ۹-۲۰-۷-۲-۳ لحاظ شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

المان مرزی براساس تنش:



این المان مرزی را می‌توان در طولی از قطعه که در آن تنش فشاری بتن از $0.15f_c'$ کمتر می‌شود، قطع نمود

المان مرزی وقتی نیاز است که:

$$\frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u}{I_g} \times \frac{l_w}{2} \geq 0.2f_c'$$

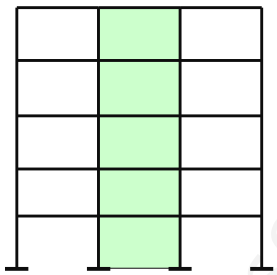
$$max\begin{cases} c - 0.1l_w \\ c/2 \end{cases}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

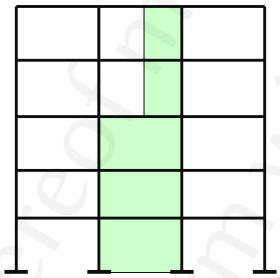
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

براساس کدام روش المان مرزی ویژه را تعیین کنیم؟

تعیین المان مرزی ویژه براساس هر دو روش کرنش (روش اول) و تنش (روش دوم) قابل حصول است ولیکن برای دیوارهای ساده که در آنها یک مقطع بحرانی وجود دارد، استفاده از روش اول (روش کرنش) توصیه می‌شود. اگرچه استفاده از روش دوم (روش تنش) برای تمام دیوارها ممکن است، ولی در دیوارهای پیچیده و نامنظم و یا دیوارهایی که دارای ناپیوستگی هستند، توصیه می‌شود.



استفاده از روش کرنش توصیه می‌شود



استفاده از روش تنش توصیه می‌شود

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

اگر Yes انتخاب شود، براساس معیار کرنش طول المان مرزی محاسبه می‌شود. در محاسبه طول المان مرزی با این روش، برنامه جابجایی طبقه و ارتفاع دیوار در یک طبقه را ملاک قرار می‌دهد.

اگر No انتخاب شود، براساس معیار تنش طول المان مرزی محاسبه می‌شود. به طور محافظه کارانه هر کجا تنش از $0.15f'_c$ بیشتر شود، نیاز به المان مرزی را اعلام میکند و نه $0.2f'_c$

Wall Pier Design Overwrites for ACI 318-14

	Item	Value
01	Design this Pier?	Yes
02	LL Reduction Factor	1
03	Design is Seismic?	Yes
04	Pier Section Type	Uniform Reinforcing
05	End/Corner Bar Name	10
06	Edge Bar Name	10
07	Edge Bar Spacing	25
08	Clear Cover	3.1
09	Material	C30
10	Check/Design Reinforcing	Design
▶ 11	Check Compression Block Depth for BZ?	Yes

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Boundary Element Check (ACI 21.9.6.2, 21.9.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (cm)	Governing Combo	P_u kgf	M_u kgf-m	Stress Comp kgf/cm²	Stress Limit kgf/cm²	C Depth cm	C Limit cm
Top–Left	Leg 1	104.9	DWal3	437099.8218	-34078.2433	134.35	61.18	121.5	37
Top–Right	Leg 1	Not Stressed	DWal3	0	0	0	0	0	0
Bottom–Left	Leg 1	Not Stressed	DWal1	0	0	0	0	0	0
Bottom–Right	Leg 1	Not Calculated	DWal1	440349.8216	187938.9042	268.06	61.18	122.4	19.7

در روش اول، اگر C Depth از مقدار C Limit بیشتر بود، نیاز به المان مرزی است.

در روش دوم مقدار Strees Comp با Stress Limit که $0.2f'_c$ نوشته شده ولی در عمل $0.15f'_c$ است، بررسی میشود.

به طور کلی توصیه میشود از روش دوم مقدار طول المان مرزی تعیین شود.

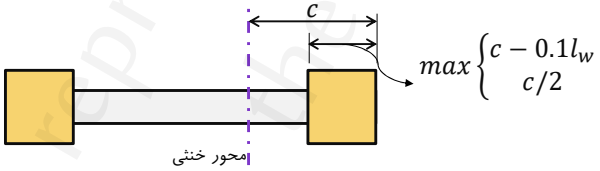
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ابعاد المان مرزی دیوار برشی و جزئیات مربوط به آرماتورگذاری آنها

۹-۲۰-۷-۴-۴ اگر براساس بندهای ۹-۲-۷-۴-۲ و ۹-۲۰-۷-۴-۳ به اجزای مرزی ویژه نیاز باشد، الزامات بندهای (الف) تا (ذ) زیر باید برآورده شوند:

الف- جزء مرزی باید به صورت افقی تا فاصله‌ای برابر با بیشترین دو مقدار $c - 0.1\ell_w$ و $c/2$ از دورترین تار فشاری به سمت مرکز مقطع دیوار ادامه یابد. c فاصله‌ی محور خنثی از دورترین تار فشاری است که تحت اثر بار محوری ضریبدار به همراه مقاومت خمشی اسمی، که متناظر با تغییر مکان جانبی طرح، δ_u به دست آورده شده است.



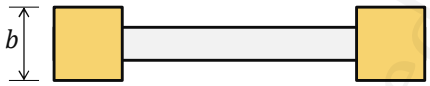
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ب- عرض ناحیه‌ی فشاری ناشی از خمش، b، در طول افقی، که مطابق بند (الف) به دست آورده شده است و شامل بال دیوار در صورت وجود نیز می‌شود، نباید از $\frac{l_u}{16}$ کمتر باشد.

پ- در دیوارها یا دیوار پایه‌هایی که $h_{wcs}/\ell_w \geq 2.0$ بوده و به صورت پیوسته از روی شالوده تا بالای دیوار ادامه دارند، و به گونه‌ای طراحی شده‌اند که دارای تنها یک مقطع بحرانی برای خمش و بارهای محوری بوده و در آنها $\frac{c}{l_w} \geq \frac{3}{8}$ است، عرض ناحیه‌ی فشاری ناشی از خمش، b در طولی که مطابق بند (الف) محاسبه شده است، باید برابر یا بزرگتر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد. (عرض حداقل برابر ۳۰۰ میلیمتر دیوار در ناحیه المان مرزی برای جلوگیری از ناپایداری است)

مقدار h_u ارتفاع آزاد دیوار بین طبقات و h_w ارتفاع کل دیوار شامل تمام طبقات است.

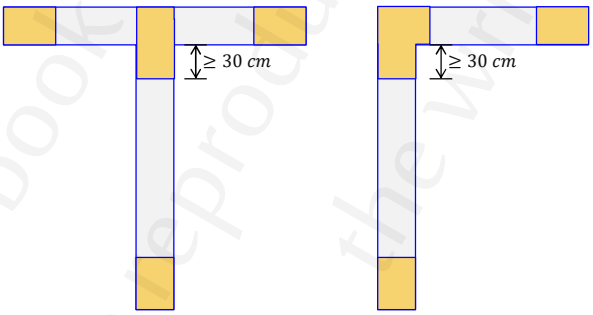


$$b \geq \frac{l_u}{16} \rightarrow \begin{cases} \frac{h_w}{l_w} \leq 2.0 \\ \text{یا} \\ \frac{c}{l_w} \leq \frac{3}{8} \end{cases} \qquad b \geq \max \begin{cases} \frac{l_u}{16} \\ 30\ cm \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \frac{h_w}{l_w} \geq 2.0 \\ \text{و} \\ \frac{c}{l_w} \geq \frac{3}{8} \end{cases}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ت- در دیوارهای با مقطع U، T و L جزء مرزی باید عرض موثر بال در فشار را شامل شده و تا حداقل ۳۰۰ میلی‌متر درون جان ادامه داشته باشد.



Where flanges are highly stressed in compression, the web-to-flange interface is likely to be highly stressed and may sustain local crushing failure unless special boundary element reinforcement extends into the web.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ث- آرماتورهای عرضی جزء مرزی باید ضوابط مندرج در بند ۹-۲۰-۶-۳-۳-۲(الف) تا (ث) و نیز بند ۹-۲۰-۶-۳-۳-۳ را تامین نمایند. فاصله‌ی آرماتورهای عرضی که بر اساس شرط (الف) بند ۹-۲۰-۶-۳-۳-۳ حساب شده است، باید برابر با یک سوم کمترین بعد عضو مرزی باشد. حداکثر فاصله‌ی عمودی آرماتورهای عرضی در جزء مرزی باید مطابق جدول ۹-۲۰-۳ باشد.

۹-۲۰-۶-۳-۳-۲- آرماتورهای عرضی ویژه باید مطابق ضوابط (الف) الی (ج) زیر در نظر گرفته شوند:

الف) آرماتور عرضی در ناحیه بحرانی را می‌توان با دورپیچ‌های تکی و یا چند قطعه‌ای که با یکدیگر هم پوشانی دارند، دورگیرهای دایره‌ای و یا دورگیرهای با خطوط مستقیم با یا بدون قلاب دوخت، ساخت.

ب) دورگیرهای با خطوط مستقیم و یا قلاب‌های دوخت باید در محل‌های خم در بر گیرنده آرماتورهای طولی باشند.

پ) قطر قلاب‌های دوخت در صورتی که شرایط زیر را اقناع نمایند، می‌تواند برابر یا کوچکتر از قطر دورگیرها باشد. انتهای قلاب‌های دوخت باید بطور یکدرمیان در راستای طولی میلگردهای طولی و در پیرامون مقطع جابجا شوند.

پ-۱) قطر قلاب دوخت حداقل ۱۰ میلیمتر برای میلگردهای طولی تا قطر ۳۲ میلیمتر

پ-۲) قطر ۱۲ میلیمتر برای میلگرد طولی به قطر ۳۴ میلیمتر و بیشتر و یا گروه میلگردهای طولی

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

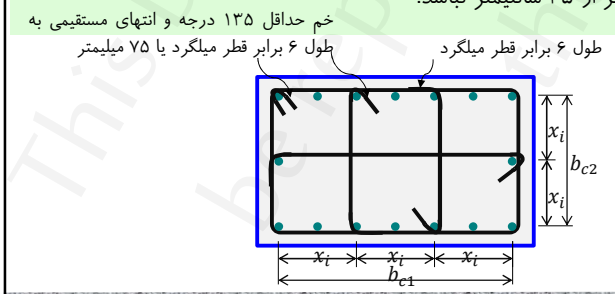
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ت) در مواردی که از دورگیرهای با خطوط مستقیم یا قلاب های دوخت استفاده می‌شود، باید شرایط تکیه‌گاه جانبی برای آرماتورهای مطابق الزامات زیر بوسیله آنها فراهم شود.

ت-۱) دورگیرها باید متشکل از تنگهای بسته یا پیچیده شده به صورت پیوسته باشند. دورگیرها را می‌توان از چند جزء که هر یک دارای قلاب لرزه‌ای در دو انتها است، ساخت.

ت-۲) هر یک از اجزای دورگیرها باید به وسیله قلاب لرزه‌ای در دو انتها مهار شوند. این قلاب‌ها باید یک میلگرد طولی را در بر بگیرند.

ث) آرماتورها در محیط ستون باید به گونه‌ای آرایش داده شوند که فاصله آرماتورهای طولی، h_x که به قلاب‌های دوخت و یا گوشه دورگیرها متکی هستند، از یکدیگر بیشتر از ۳۵ سانتیمتر نباشد.



مقدار x_i نشان داده شده در شکل، نباید از ۳۵ سانتیمتر بیشتر شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

۹-۲۰-۶-۳-۳-۳- قطر آرماتورهای عرضی ویژه در ناحیه بحرانی مطابق بند ۹-۲۱-۶-۲ باشد. فاصله میلگردهای عرضی از یکدیگر نباید بیشتر از مقادیر (الف) تا (پ) زیر باشد:

الف) یک چهارم ضلع کوچکتر (برای دیوارهای برشی یک سوم ضلع کوچکتر)

ب) شش برابر کوچکترین قطر میلگرد طولی برای میلگردها با مقاومت تسلیم ۴۲۰ مگاپاسکال و کوچکتر و پنج برابر کوچکترین قطر میلگرد طولی برای میلگردها با مقاومت تسلیم ۵۲۰ مگاپاسکال.

پ) مقدار s_0 که از رابطه زیر تعیین میشود باید کمتر از ۱۵۰ میلیمتر باشد ولی نیازی نیست از ۱۰۰ میلیمتر کمتر شود:

$$s_0 = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3}\right)$$

h_x = maximum center-to-center spacing of longitudinal bars laterally supported by corners of crossties or hoop legs around the perimeter of the column, cm.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

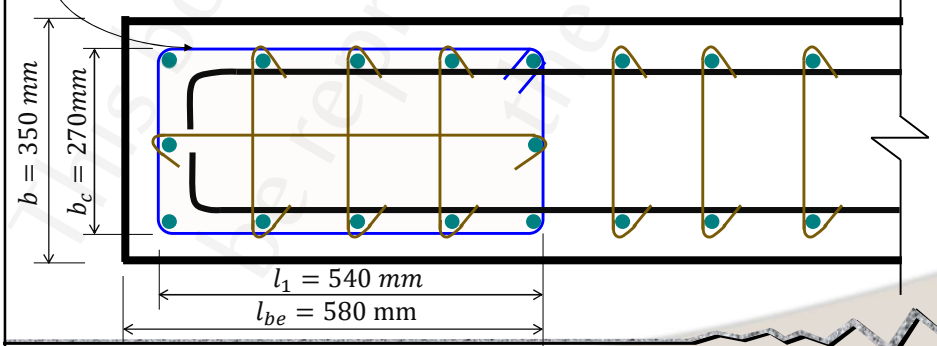
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) فواصل آرماتورهای عرضی در ناحیه المان مرزی را تعیین کنید. بتن از نوع C30، میلگردها از نوع AIII و قطر میلگرد طولی دیوار ۲۵ میلیمتر است.

$$h_x = \frac{540 - 2 \times 10 - 25}{4} = 123\ mm$$

$$s \le \begin{cases} \frac{b}{3} = \frac{350}{3} = 116\ mm \\ 6d_b = 6 \times 25 = 150\ mm \\ s_0 = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3}\right) = 100 + \left(\frac{350 - 123}{3}\right) = 175 \end{cases}$$

بنابراین حداکثر فاصله ۱۱۶ انتخاب میشود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

جدول ۹-۲۰-۳ فاصله‌ی عمودی آرماتورهای عرضی در جزء مرزی

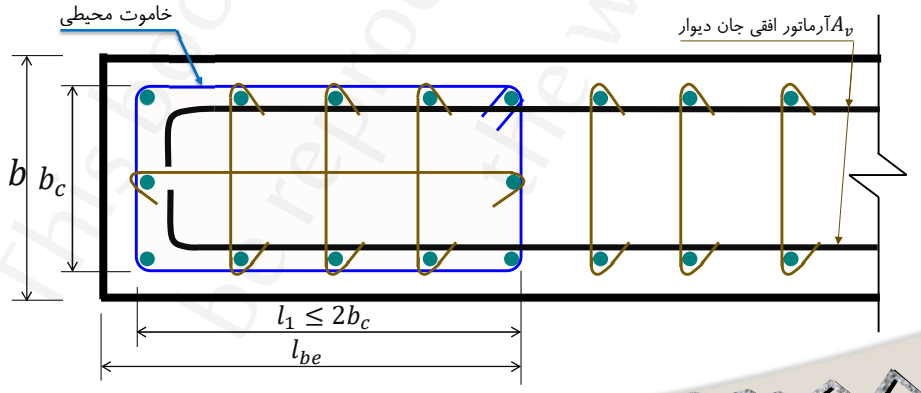
مقاومت حد تسلیم آرماتورهای اصلی خمشی	آرماتورهای عرضی مورد نیاز	فاصله‌ی عمودی آرماتورهای عرضی
۴۲۰ مگاپاسکال	در ناحیه‌ای برابر با بزرگترین مقدار l_w و $\frac{M_u}{4V_u}$ در بالا و پایین مقطع بحرانی (۲)	کوچکترین مقدار $6d_b$ و ۱۵۰ میلمتر (۱)
	در سایر نقاط	کوچکترین مقدار $8d_b$ و ۲۰۰ میلمتر
۵۲۰ مگاپاسکال	در ناحیه‌ای برابر با بزرگترین مقدار l_w و $\frac{M_u}{4V_u}$ در بالا و پایین مقطع بحرانی (۲)	کوچکترین مقدار $5d_b$ و ۱۵۰ میلمتر
	در سایر نقاط	کوچکترین مقدار $6d_b$ و ۱۵۰ میلمتر

(۱) d_b قطر کوچکترین آرماتور اصلی خمشی است.
(۲) مقطع بحرانی مقطعی است که در آن در اثر تغییر مکان جانبی، امکان جاری شدن آرماتورهای طولی وجود دارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

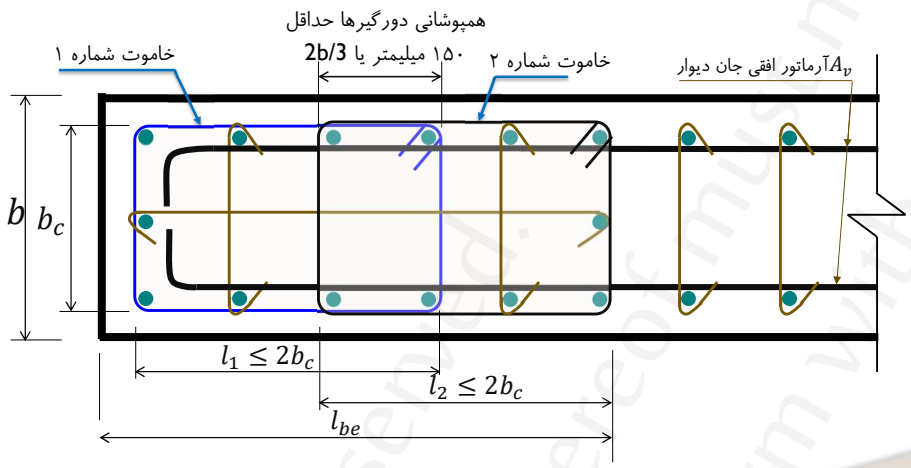
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ج- جزئیات آرماتورهای عرضی باید به گونه‌ای باشند که فاصله h_x بین آرماتورهای طولی در امتداد محیط جزء مرزی، که دارای تکیه‌گاه جانبی هستند از کمترین دو مقدار ۳۵۰ میلیمتر و دو سوم ضخامت جزء مرزی بیشتر نباشد. تکیه‌گاه جانبی از طریق قلاب لرزه‌گیر در انتهای یک تنگ عرضی و یا گوشه یک دورگیر تأمین می‌شود. طول هر ساق یک دورگیر نباید از دو برابر ضخامت جزء مرزی بیشتر بوده و طول پوششی دو دورگیر مجاور نباید از کوچکترین دو مقدار ۱۵۰ میلی‌متر و یا دو سوم ضخامت جزء مرزی کمتر باشد.



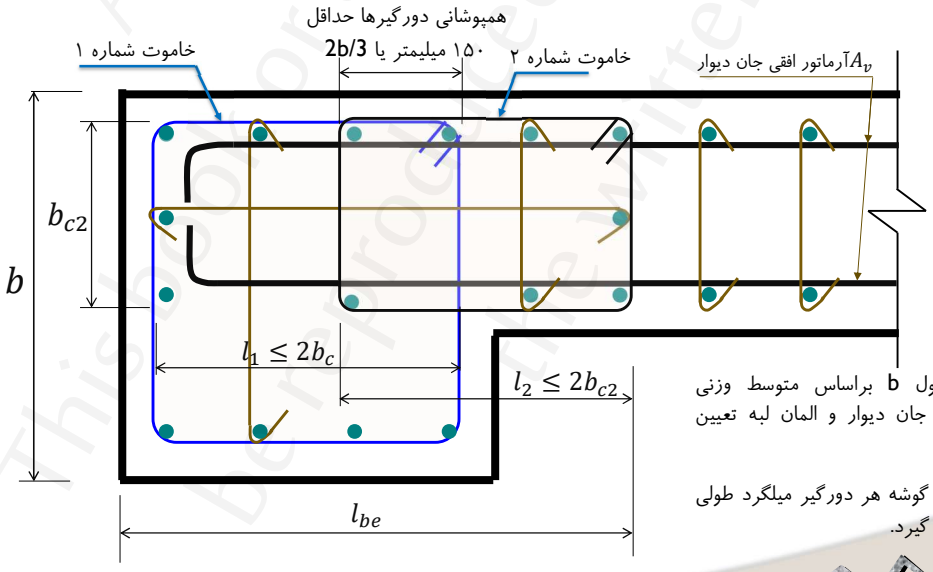
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



نکته: طول b براساس متوسط وزنی ضخامت جان دیوار و المان لبه تعیین شود.

نکته: در گوشه هر دورگیر میلگرد طولی باید قرار گیرد.

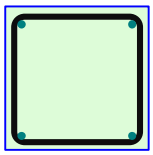
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

چ- مقدار آرماتور عرضی مطابق زیر تعیین می‌شود:

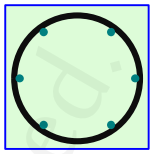
- در صورت استفاده از دورگیر با خطوط مستقیم

$$\frac{A_{sh}}{sb_c} = \max\begin{cases} 0.3\left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right)\frac{f_c'}{f_{yt}} \\ 0.09\frac{f_c'}{f_{yt}} \end{cases}$$



- در صورت استفاده از دورپیچ‌ها و یا دورگیرهای دایروی

$$\rho_s = \max\begin{cases} 0.45\left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right)\frac{f_c'}{f_{yt}} \\ 0.12\frac{f_c'}{f_{yt}} \end{cases}$$

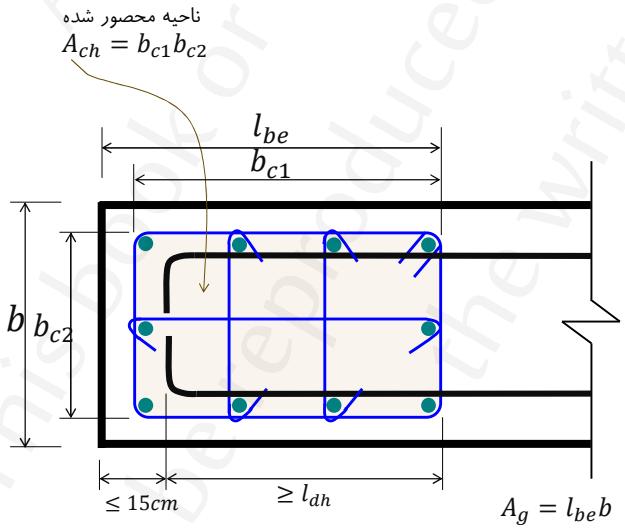


پارامترهای A_g و A_{ch} در اسلاید بعد تعریف شده‌اند.

$$A_g = l_{be}b$$
$$A_{ch} = b_{c1}b_{c2}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

آرماتور عرضی	مقدار مورد نیاز		
A_{sh}/sb_c for rectilinear hoop	بیشترین	$0.3\left(\frac{A_g}{A_{ch}}-1\right)\frac{f_c'}{f_{yt}}$	(a)
		$0.09\frac{f_c'}{f_{yt}}$	(b)
ρ_s for spiral or circular hoop	بیشترین	$0.45\left(\frac{A_g}{A_{ch}}-1\right)\frac{f_c'}{f_{yt}}$	(c)
		$0.12\frac{f_c'}{f_{yt}}$	(d)

A_{sh}=total cross-sectional area of transverse reinforcement, including crossties, within spacing s and perpendicular to dimension b_c , cm^2.

A_g=gross area of concrete section, cm^2.

A_{ch}=cross-sectional area of a member measured to the outside edges of transverse reinforcement, cm^2.

s = spacing of transverse reinforcement measured along the longitudinal axis of the structural member, center-to-center.

b_c = cross-sectional dimension of member core measured to the outside edges of the transverse reinforcement composing area A_{sh} , cm.

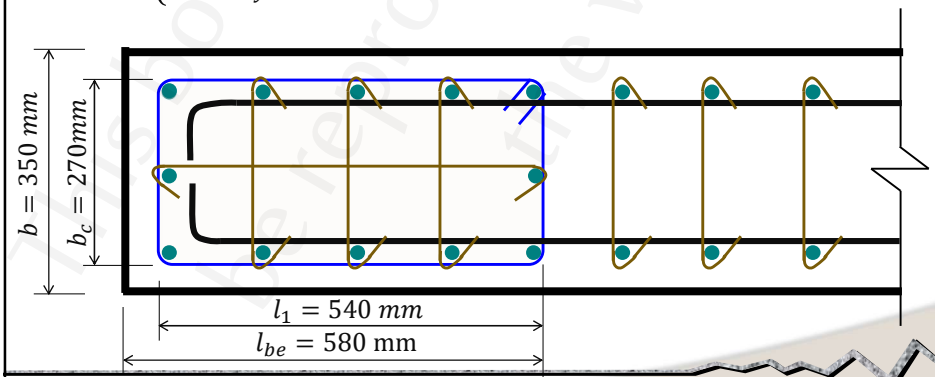
s_x = maximum center-to-center spacing of longitudinal bars supported by corners of crossties or hoop legs around the perimeter of the boundary element.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مثال) قطر آرماتور عرضی در دیوار زیر را تعیین کنید. بتن از نوع C30، میلگردها از نوع AIII و قطر میلگرد طولی دیوار ۲۵ میلیمتر است.

$$\frac{A_{sh}}{sb_c}=\max\begin{cases}0.3\left(\frac{A_g}{A_{ch}}-1\right)\frac{f_c'}{f_{yt}}=0.3\left(\frac{350\times580}{540\times270}-1\right)\frac{30}{400}=0.0088\\ 0.09\frac{f_c'}{f_{yt}}=0.09\frac{30}{400}=0.0067\end{cases}$$



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

بنابراین:

$$\frac{A_{sh}}{sb_c} = 0.0088$$

فاصله حداکثر میلگردهای عرضی در مثال قبل برابر ۱۱۶ میلیمتر بدست آمد که در اینجا ۱۰۰ میلیمتر در نظر گرفته میشود. در صورت استفاده از میلگرد ۱۲ هر ۱۰۰ میلیمتر داریم:

$$\frac{A_{sh}}{sb_c} = \frac{5 \times \pi \times 12^2 \times 0.25}{100 \times 540} = 0.01 > 0.0088 \;\; Ok$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

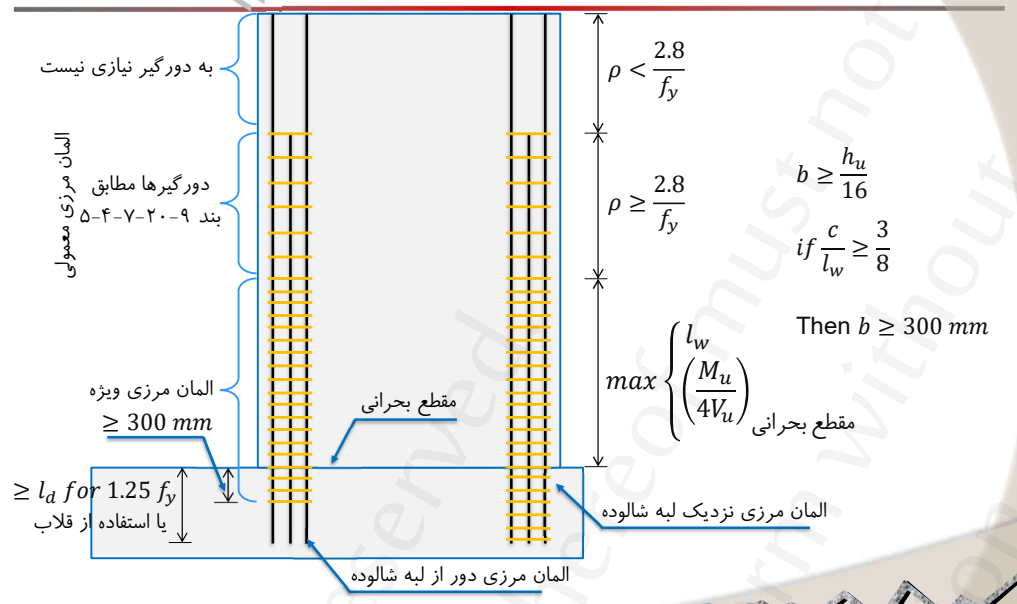
ح- مقاومت مشخصه بتن در جزء مرزی در محدوده ضخامت دال نباید از ۷۰٪ مقاومت مشخصه f_c' دیوار کمتر باشد.

خ- آرماتورهای طولی دیوار در محدوده‌ی جان باید در فاصله‌ای مطابق بند ۹-۲۰-۷-۴-۲(ب) در بالا و پایین مقطع بحرانی دارای تکیه گاه جانبی شامل گوشه‌ی یک دورگیر و یا یک سنجاقی با قلاب لرزه‌ای در دو انتها باشند. فاصله‌ی قائم آرماتورهای عرضی از یک‌دیگر نباید از ۳۰۰ میلی‌متر بیشتر بوده، و قطر آنها باید مطابق بند ۹-۲۱-۶-۲-۲ تعیین شود.

د- در مواردی که مقطع بحرانی دیوار در تراز تحتانی آن واقع شده باشد، لازم است آرماتورهای عرضی اجزای مرزی آن مقطع بر اساس ضوابط بند ۹-۷-۳-۴ به اندازه‌ی حداقل l_d که برای بزرگترین میلگرد طولی عضو مرزی محاسبه شده است، در داخل تکیه‌گاه دیوار ادامه یابند. در صورتی که عضو مرزی ویژه باید بر روی پی، شالوده‌ی سراسری، و یا سر شمع ختم شود، آرماتورهای عرضی عضو مرزی ویژه به اندازه‌ی مقدار به دست آمده از بند ۹-۲۰-۹-۲-۳ و حداقل ۳۰۰ میلی‌متر، در داخل پی یا سر شمع ادامه یابند. در پی‌ها به جای l_d می‌توان از l_{dh} با فرض $1.25f_y$ استفاده نمود.

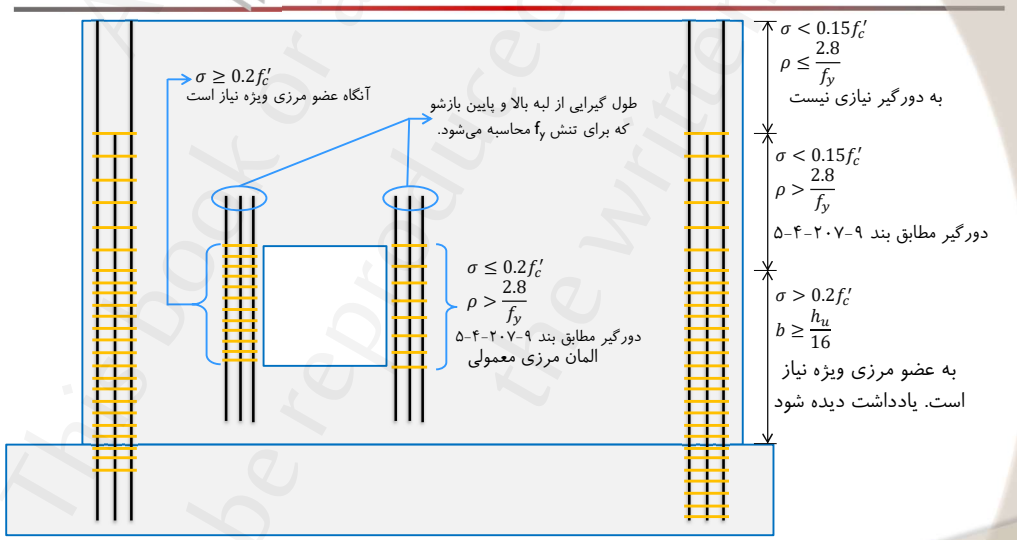
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



یادداشت: در مواردی که تنش فشاری در تارهای انتهایی $\sigma \geq 0.2f_c'$ باشد الزامات جزء مرزی ویژه باید رعایت شود. جزء مرزی ویژه تا جایی ادامه پیدا کند که $\sigma < 0.15f_c'$ باشد. از آنجا که $\frac{h_w}{l_w} \leq 2.0$ است ضوابط بند ۹-۲۰-۷-۴-۴(پ) کاربردی ندارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

۹-۲۰-۷-۴-۵ در مواردی که بر اساس بندهای ۹-۲۰-۷-۴-۲ یا ۹-۲۰-۷-۴-۳ به اجزای مرزی ویژه نیازی نباشد، ضوابط (الف) و (ب) باید رعایت شوند:

الف- در مواردی که نسبت آرماتورهای طولی عضو مرزی دیوار از $\frac{2.8}{f_y}$ تجاوز نماید، آرماتورهای عرضی عضو مرزی، باید در طولی مطابق بند ۹-۲۰-۷-۴-۴(الف) ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۳-۳-۲(الف) تا (ث) (ضوابط آرماتور عرضی ستون در قاب ویژه) را تامین نمایند. فاصله‌ی عمودی این آرماتورهای عرضی باید مطابق با جدول ۹-۲۰-۳ باشد.

ب- در دیوارها، به جز در مواردی که V_u، در صفحه‌ی دیوار از $0.083A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$، کمتر است، آرماتورهای افقی که به لبه‌های انتهایی دیوارهای بدون اجزای مرزی ختم می‌شوند، باید دارای قلاب انتهایی استاندارد که آرماتورهای طولی لبه را در بر می‌گیرد، باشند. به جای قلاب انتهایی استاندارد فوق می‌توان از آرماتورهای U شکل که با قطر و فاصله‌ی یکسان با آرماتورهای عرضی بوده و به آنها وصله شده‌اند، استفاده نمود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

جدول ۹-۲۰-۳ فاصله‌ی عمودی آرماتورهای عرضی در جزء مرزی

مقاومت حد تسلیم آرماتورهای اصلی خمشی	آرماتورهای عرضی مورد نیاز	فاصله‌ی عمودی آرماتورهای عرضی
۴۲۰ مگاپاسکال	در ناحیه‌ای برابر با بزرگترین مقدار l_w و $\frac{M_u}{4V_u}$ در بالا و پایین مقطع بحرانی (۲)	کوچکترین مقدار $6d_b$ و ۱۵۰ میلمتر (۱)
	در سایر نقاط	کوچکترین مقدار $8d_b$ و ۲۰۰ میلمتر
۵۲۰ مگاپاسکال	در ناحیه‌ای برابر با بزرگترین مقدار l_w و $\frac{M_u}{4V_u}$ در بالا و پایین مقطع بحرانی (۲)	کوچکترین مقدار $5d_b$ و ۱۵۰ میلمتر
	در سایر نقاط	کوچکترین مقدار $6d_b$ و ۱۵۰ میلمتر

(۱) d_b قطر کوچکترین آرماتور اصلی خمشی است.
(۲) مقطع بحرانی مقطعی است که در آن در اثر تغییر مکان جانبی، امکان جاری شدن آرماتورهای طولی وجود دارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

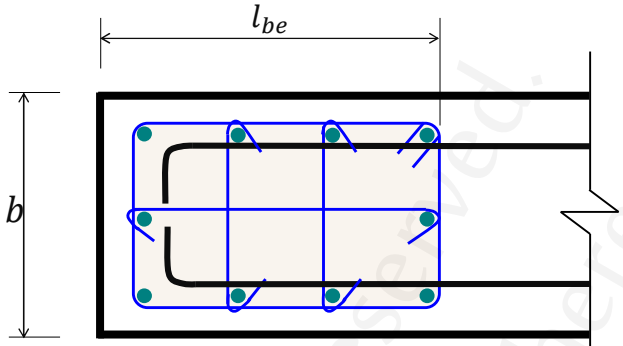
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بنابراین طبق مبحث نهم المان مرزی به دو دسته تقسیم می‌شود:

۱) المان مرزی ویژه (طبق تعریف بند ۹-۲۰-۷-۴-۲ یا ۹-۲۰-۷-۴-۳)

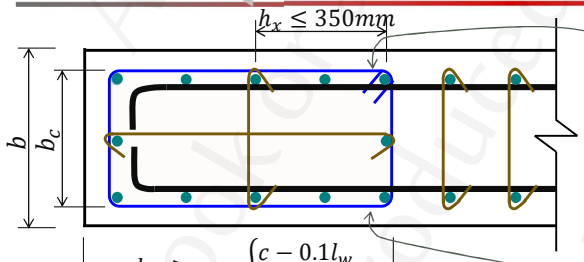
۲) المان مرزی معمولی در حالتی که $\rho_{be} > 2.8/f_y$ باشد.

$$\rho_{be} = \frac{A_{s,be}}{A_{g,be}} = \frac{A_{s,be}}{l_{be} b}$$



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

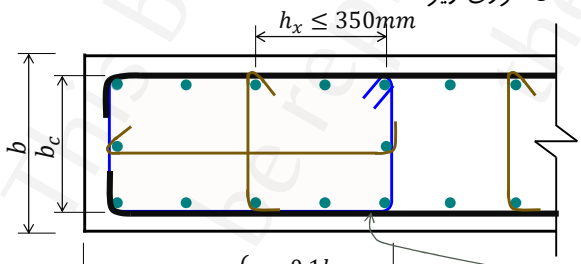


$$\frac{A_{sh}}{s b_c} = \max \begin{cases} 0.3\left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right)\frac{f'_c}{f_{yt}} \\ 0.09\frac{f'_c}{f_{yt}} \end{cases}$$

$$s \le min \begin{cases} b/3 \\ F_y \le 420\ Mpa \rightarrow 6d_b \\ F_y = 520\ Mpa \rightarrow 5d_b \\ s_0 = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3}\right) \end{cases}$$

$$l_{be} \ge \max \begin{cases} c - 0.1 l_w \\ c/2 \end{cases}$$

خلاصه المان مرزی ویژه



$$s \le min \begin{cases} F_y = 420\ Mpa \rightarrow \min(8d_b, 200mm) \\ F_y = 520\ Mpa \rightarrow \min(6d_b, 150mm) \end{cases}$$

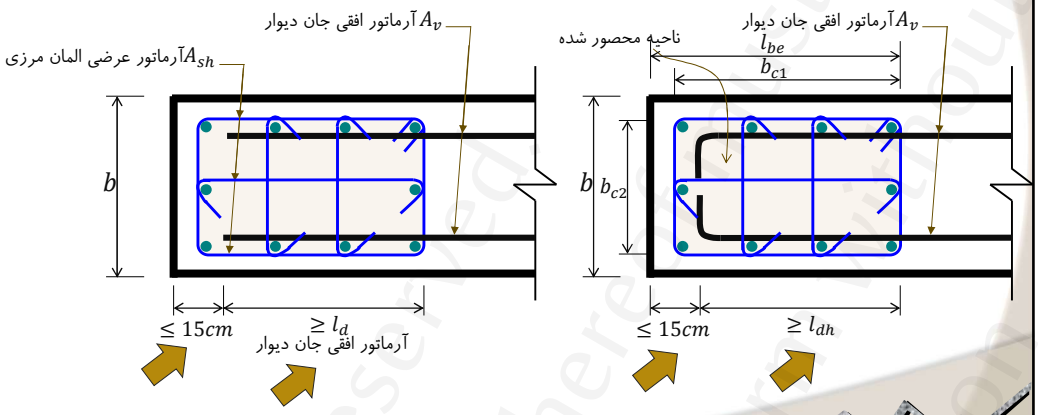
$$l_{be} \ge \max \begin{cases} c - 0.1 l_w \\ c/2 \end{cases}$$

خلاصه المان مرزی معمولی

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ذ- آرماتورهای افقی جان دیوار بایستی دست کم به میزان ۱۵۰ میلیمتر از انتهای دیوار قطع شوند و همچنین در انتهای خود دارای قلاب استاندارد باشند. تنها در حالتی که قسمت محصور شده المان مرزی دارای طول مناسب بوده که بتوان آرماتورهای افقی را بصورت مستقیم مهار نمود، و A_sf_y/s آرماتورهای جان ستون بیشتر از A_sf_{yt}/s آرماتورهای عرضی المان مرزی (که موازی آرماتورهای جان هستند) نباشد، می‌توان از قلاب استفاده نکرد.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

تیرهای همبند در دیوارهای همبسته

۱) در تیرهای همبند که در آنها نسبت طول دهانه‌ی آزاد به ارتفاع تیر مساوی یا بزرگتر از ۴ باشد ($l_n/h\geq4$) باید الزامات بند ۹-۲۰-۶-۲، با فرض آن که لبه‌های دیوارها به عنوان تکیه‌گاه‌های ستونی عمل می‌کنند، رعایت شوند در صورتی که بتوان نشان داد تیر دارای پایداری جانبی مناسب است، لزومی به اعمال ضوابط بند ۹-۲۰-۶-۲-۱-۱(ب) و (پ) نمی‌باشد.

تمام ضوابط تیرها در قاب خمشی ویژه

محدودیت عرض مقطع که برای تیرها نباید کمتر از سه دهم ارتفاع آن و ۲۵۰ میلیمتر باشد

محدودیت عرض مقطع که برای تیرها نباید بیشتر از عرض عضو تکیه‌گاهی، در صفحه عمود بر محور طولی عضو خمشی، به اضافه کوچکترین دو مقدار c_2 و $0.75c_1$ در هر طرف عضو تکیه‌گاهی باشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

۲) در تیرهای همبند که در آنها نسبت طول دهانه‌ی آزاد به ارتفاع، کوچکتر از ۲ بوده ($\frac{l_n}{h} < 2$) و $V_u \geq 0.33\lambda\sqrt{f_c'}A_{cw}$ می باشد، باید از دو گروه آرماتورهای قطری متقاطع که نسبت به مرکز تیر متقارن می‌باشند، استفاده گردد. در صورتی که با حذف سختی و مقاومت جانبی تیرهای همبند، توانایی باربری قائم آنها، امکان خروج اضطراری از ساختمان، و یا انسجام اجزای غیر سازه‌ای و اتصالات آنها به سازه حفظ گردند، رعایت این ضابطه الزامی نیست.

۳) در تیرهای همبندی که هیچ کدام از شرایط بندهای (۱) و (۲) وجود ندارد، می‌توان از دو گروه آرماتورهای قطری متقاطع که به صورت متقارن نسبت به مرکز تیر قرار داده شده‌اند، یا از آرماتورهایی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۲-۲، ۹-۲۰-۶-۲-۳، ۹-۲۰-۶-۲-۴ و با منظور نمودن اجزای مرزی دیوارها به عنوان تکیه گاه‌های ستونی، استفاده نمود.

ضوابط آرماتورهای طولی تیر در قاب ویژه

ضوابط آرماتورهای عرض تیر در قاب ویژه

ضوابط برش در تیرهای قاب ویژه

۴) برای دیوارهای همبسته که دارای نسبت ابعادی خیلی کمی هستند، بهتر است روش بند و بست (پیوست ۹-پ۳) استفاده شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

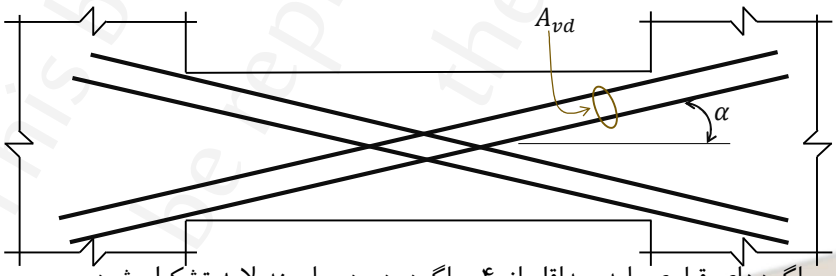
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

در تیرهای همبندی که با دو گروه آرماتورهای متقاطع و متقارن نسبت به مرکز تیر، تقویت شده‌اند، باید دو بند (الف) و (ب) و یکی از بندهای (پ) یا (ت) را رعایت نمود؛ در این حالت نیازی به رعایت بند ۹-۱۱-۸ نمی‌باشد.

الف) مقدار V_n از رابطه‌ی زیر محاسبه گردد:

$$V_n = 2A_{vd}f_y \sin\alpha \leq 0.83\sqrt{f_c'}A_{cw}$$

در رابطه‌ی فوق، α زاویه‌ی بین آرماتورهای قطری و محور طولی تیر همبند می‌باشد.



ب) هر گروه میلگردهای قطری باید حداقل از ۴ میلگرد، در دو یا چند لایه تشکیل شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

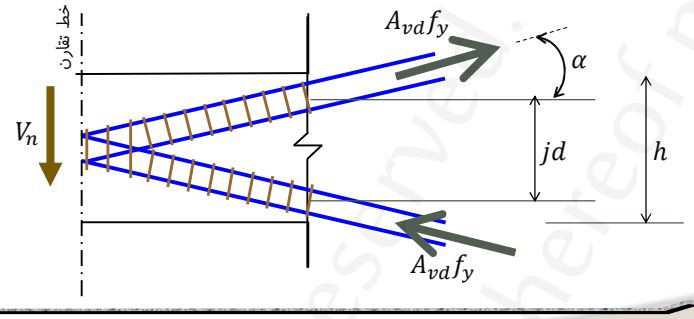
در واقع نیروهای بسیج شده در آرماتورهای قطری را می توان به مانند یک خرپا با اعضای کششی و فشاری در نظر گرفت. با نوشتن معادله تعادل قائم داریم:

$$V_n = 2A_{vd}f_y \sin\alpha \le 0.83\sqrt{f_c'}A_{cw}$$

کران بالای ظرفیت برشی که توسط مبحث نهم اجازه داده شده

برای سعی اولیه مقدار jd را می‌توان برابر h-200 mm فرض کرد.

$$\emptyset V_n \ge V_u \quad \Rightarrow \quad 0.85V_n \ge V_u$$



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

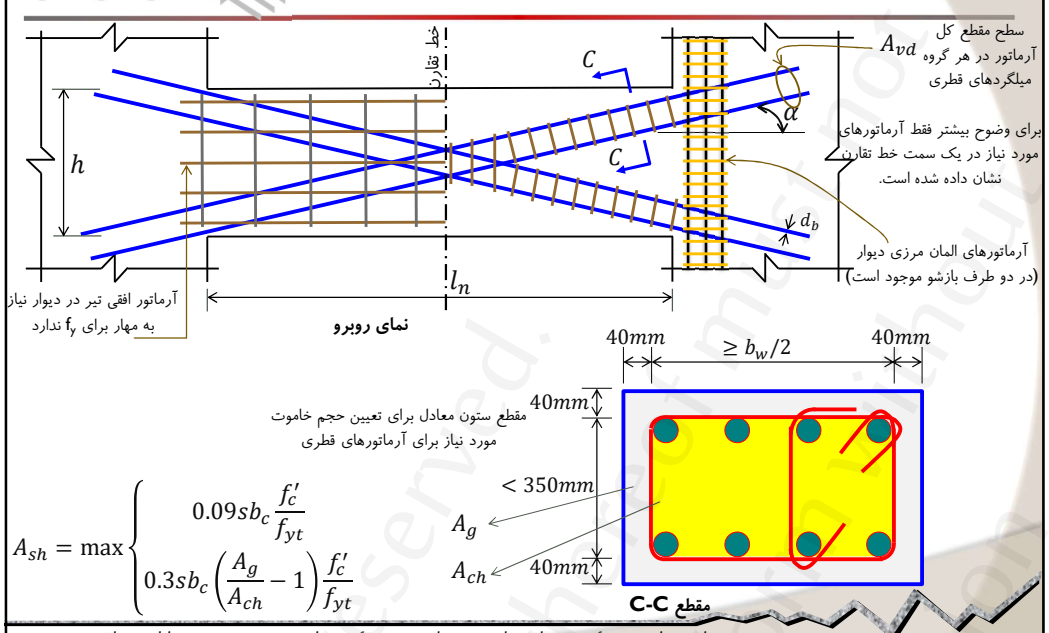
پ) هر گروه میلگردهای قطری باید با آرماتورهای عرضی با خطوط مستقیم که بُعد بیرونی آنها در امتداد موازی با عرض جان تیر همبند، b_w برابر با حداقل $b_w/2$ بوده، و در امتداد دیگر برابر با حداقل $b_w/5$ باشد، محصور شود. آرماتورهای عرضی باید مطابق بندهای ۹-۲۰-۶-۳-۳-۲(الف) تا (ت) بوده و مقدار A_{sh} نباید از بیشترین دو مقدار زیر، کمتر اختیار شود:

$$A_{sh} = \max\begin{cases} 0.09sb_c\dfrac{f_c'}{f_{yt}} \\ 0.3sb_c\left(\dfrac{A_g}{A_{ch}}-1\right)\dfrac{f_c'}{f_{yt}} \end{cases}$$

به منظور محاسبه‌ی A_g فرض می‌شود پوشش بتن مطابق بند ۹-۴ در هر چهار طرف هر گروه از آرماتورهای قطری موجود است. فاصله‌ی آرماتورهای عرضی در امتداد آرماتورهای قطری باید مطابق بند ۹-۲۰-۶-۳-۳-۳(پ) باشد و از شش برابر قطر اسمی کوچکترین آرماتور قطری بیشتر نباشد و نیز فاصله‌ی سنجاقی‌ها و یا ساق تنگ‌ها از یکدیگر از ۳۵۰ میلی‌متر بیشتر نباشد. آرماتورهای عرضی باید در محل تقاطع آرماتورهای قطری نیز پیش بینی شوند. در محل تقاطع آرماتورهای قطری، آرایش آرماتورهای عرضی را به شرطی که فاصله‌ی آنها از یک دیگر و نیز محدودیت‌های نسبت حجمی تغییر نکنند، می‌توان تغییر داد. در اطراف محیط مقطع تیر باید مقداری فولاد طولی و عرضی اضافی، با سطح مقطعی در هر امتداد برابر با حداقل $0.002b_ws$ و به فاصله‌ی حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر از یکدیگر قرارداد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

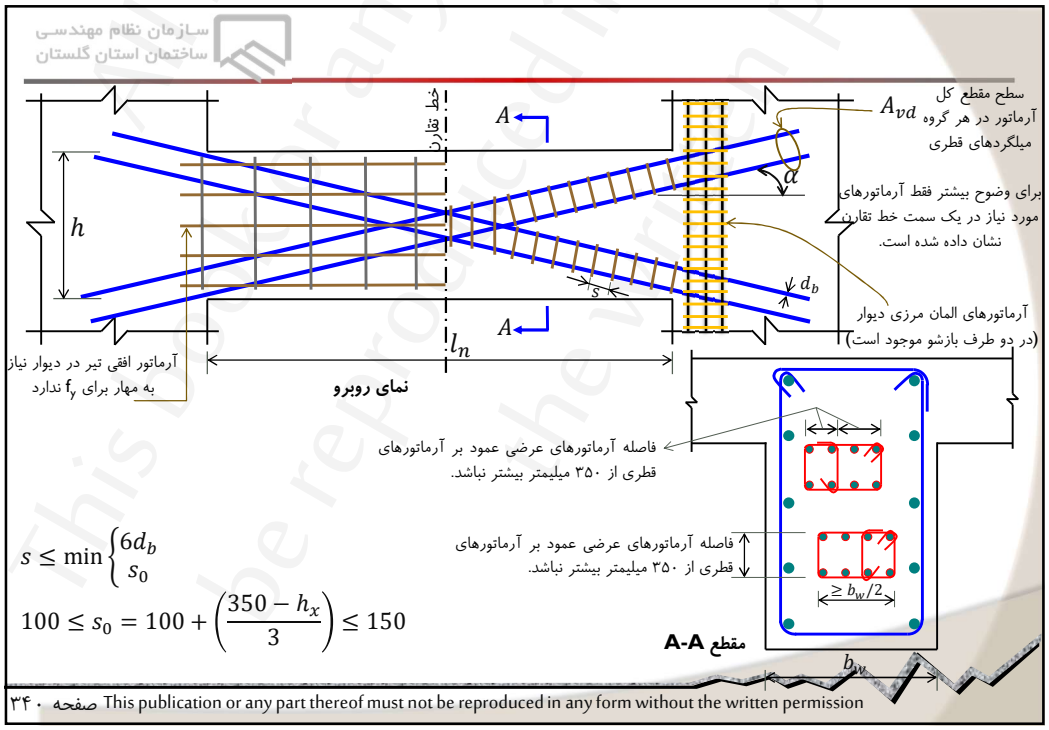
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



$$A_{sh} = \max \begin{cases} 0.09 s b_c \dfrac{f_c'}{f_{yt}} \\ 0.3 s b_c \left(\dfrac{A_g}{A_{ch}} - 1\right) \dfrac{f_c'}{f_{yt}} \end{cases}$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



$$s \leq \min \begin{cases} 6 d_b \\ s_0 \end{cases}$$

$$100 \leq s_0 = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3}\right) \leq 150$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

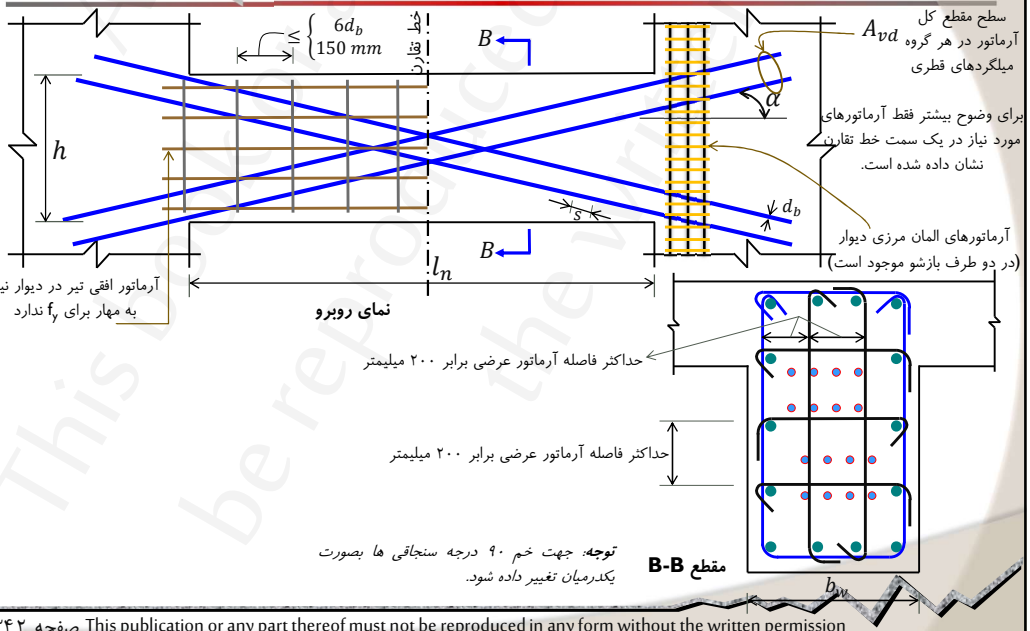
ت) آرماتورهای عرضی باید در تمام سطح مقطع تیر مطابق بندهای ۹-۲۰-۶-۳-۳-۲(الف) تا (ث) و با منظور نمودن A_{sh} حداقل برابر با بیشترین دو مقدار زیر قرار داده شوند:

$$A_{sh} = \max \begin{cases} 0.09 s b_c \dfrac{f_c'}{f_{yt}} \\ 0.3 s b_c \left(\dfrac{A_g}{A_{ch}} - 1\right) \dfrac{f_c'}{f_{yt}} \end{cases}$$

فاصله‌ی آرماتورهای عرضی از یک دیگر نباید از کمترین دو مقدار شش برابر قطر اسمی کوچکترین آرماتورهای قطری و ۱۵۰ میلی‌متر، بیشتر باشد. فاصله‌ی سنجاقی‌ها و یا ساق دورگیرها در امتدادهای قائم و افقی در صفحه‌ی سطح مقطع تیر نباید از ۲۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید. سنجاقی‌ها و ساق تنگ‌ها باید آرماتورهای طولی با قطری برابر یا بزرگتر از قطر خود را در بر گیرند. آرایش تنگ‌ها را می‌توان مطابق مشخصات بند ۹-۲۰-۶-۲-۳-۶ انتخاب نمود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

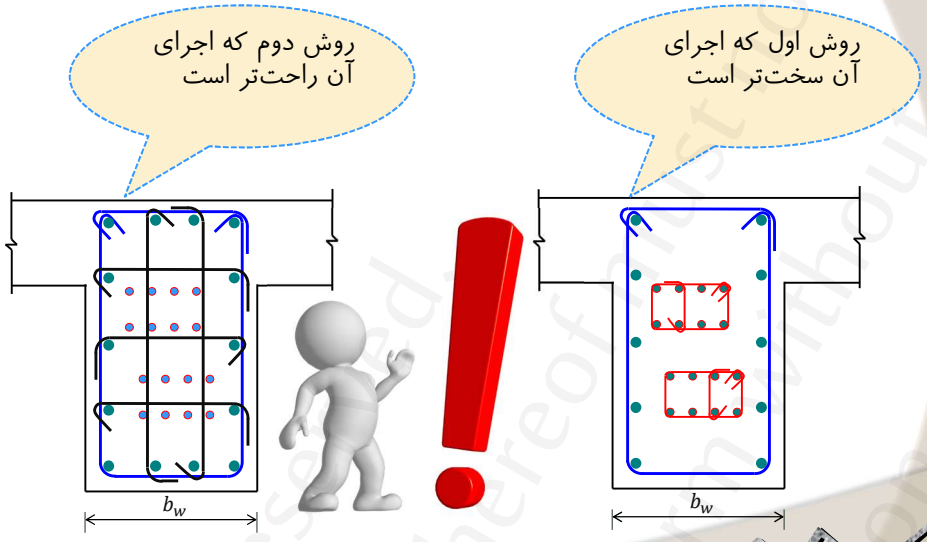
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بنابراین طراح باید یکی از دو روش زیر برای ایجاد محصورشدگی تیرهای همبند را انتخاب نماید:



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

دیوار پایه‌ها

یک دیوار پایه، قطعه دیواری نسبتا باریکی است که بسیار شبیه ستون بوده و باید ضوابط ستون برای آن رعایت شود لیکن محدودیت‌های هندسی ستون در قاب خمشی ویژه، برای آن اعمال نمی‌شود. طبق مبحث نهم، در دیوار پایه‌ها (جرز دیوارها) باید ضوابط مربوط به ستون‌ها در قاب‌های با شکل‌پذیری زیاد، موضوع بندهای ۹-۲۰-۶-۳-۲، ۹-۲۰-۶-۳-۳ و ۹-۲۰-۶-۳-۴ و با منظور نمودن سطوح فوقانی و تحتانی ارتفاع آزاد دیوار پایه به عنوان بَرِ گره‌ها، رعایت شوند.

تمام ضوابط مربوط به آرماتورهای طولی در ستون‌های ویژه

تمام ضوابط مربوط به آرماتورهای عرضی در ستون‌های ویژه

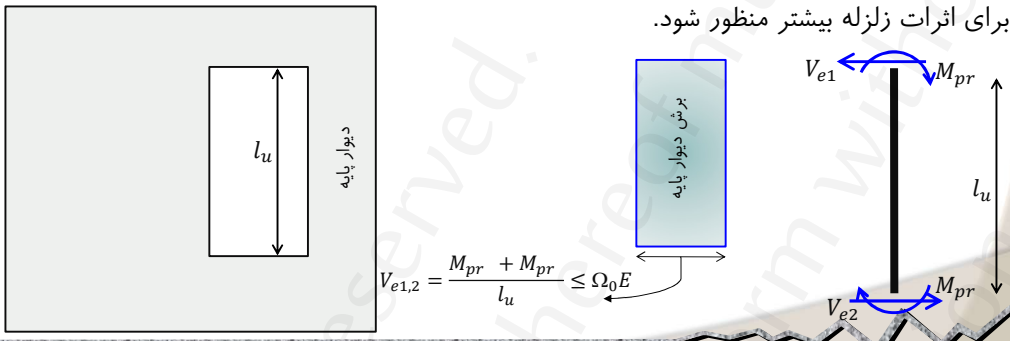
تمام ضوابط مربوط به طراحی برای برش در ستون‌های ویژه

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

در دیوار پایه‌هایی که در آنها $l_w/b_w>2.5$ است، می‌توان به جای استفاده از بندهای مربوط به ستون‌ها، ضوابط (الف) تا (ج) این بند را به کار برد:

الف) نیروی برشی طرح، V_u باید مطابق بند ۹-۲۰-۶-۳-۴-۱ به نحوی که سطوح فوقانی و تحتانی ارتفاع آزاد دیوار پایه به عنوان بَر اتصال منظور گردند، محاسبه شود. در مواردی که بر اساس ضوابط مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان، سیستم سازه‌ای مقاوم در برابر زلزله باید برای زلزله تشدید یافته طراحی شود، نیازی نیست این برش از Ω_0 برابر برش ضریب‌دار به دست آمده از تحلیل سازه برای اثرات زلزله بیشتر منظور شود.



$$V_{e1,2} = \frac{M_{pr} + M_{pr}}{l_u} \leq \Omega_0 E$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ب) مقدار V_n و آرماتورهای برشی باید مطابق ضوابط بند ۹-۲۰-۷-۹ محاسبه شوند.

ضوابط طراحی دیوارهای سازه‌ای در برش

پ) میلگردهای عرضی باید از نوع دورگیر باشند؛ به جز در مواردی که از آرماتورهای برشی افقی تک ساق و فقط در یک سفره به موازات l_w استفاده شده باشد. این آرماتورهای تک ساق باید در دو انتها به خم‌های ۱۸۰ درجه که آرماتورهای طولی انتهای دیوار پایه را در بر می‌گیرند، ختم شوند.

ت) فاصله‌ی قائم آرماتورهای عرضی از یک دیگر نباید از ۱۵۰میلی متر بیشتر باشد.

ث) آرماتورهای عرضی باید حداقل تا ۳۰۰ میلی‌متر فراتر از ارتفاع آزاد در بالا و پایین دیوار پایه ادامه یابند.

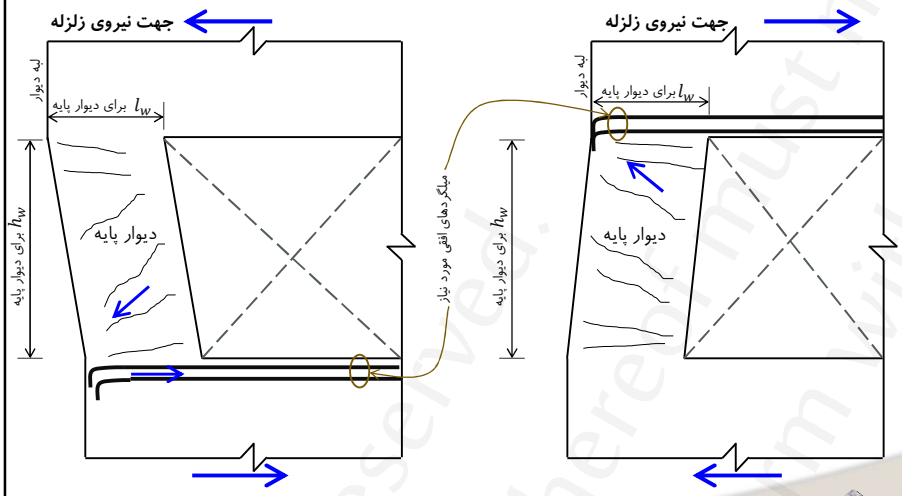
ج) پیش بینی اجزای مرزی ویژه، در صورتی که بر اساس بند ۹-۲۰-۷-۴-۳ نیاز باشند، الزامی است.

ضوابط تعیین المان مرزی براساس تنش

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

در دیوار پایه‌های واقع در لبه‌ی خارجی دیوارها، در قطعات مجاور بالا و پایین دیوار پایه باید آرماتورهای افقی برای انتقال نیروی برش طرح از دیوار پایه به این قطعات پیش‌بینی شوند.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

نامگذاری دیوارها و تیرهای همبسته در برنامه ETABS

قبل از طراحی دیوار، باید آنها را نامگذاری کنید.

- نامگذاری در طبقات مختلف می‌تواند تکرار شود، ولی در یک طبقه نباید نام‌های مشابه وجود داشته باشد.

Because the wall piers are associated with story levels, wall pier labels can repeat at different levels

P1	P1	P1	P1	P1
P2		P3		P4
P2		P5	P5	P5
P1	P1	P1	P1	P1
P2		P3		P4
		P5	P5	P5

- دیوارهای دو طرف یک بازشو باید با نام مختلف نامگذاری شوند. مثلا P2 و P3 را ملاحظه نمایید.

- در جایی که مقطع دیوار در ارتفاع تغییر میکند، باید نام آن هم تغییر داده شود. مثلا تغییر نام دیوار P5 به P3 یا P5 به P4 در طبقه اول.

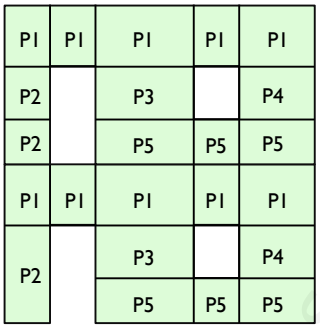
برنامه در حین طراحی مقاطع بالا و پایین یک دیوار نامگذاری شده را طراحی می‌کند.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Wall pier design is performed at the top and bottom of each pier. Thus, for wall pier P2 at the Roof level, design is performed at the top and bottom of the door opening. No design is performed near the midheight of the door opening because the design is done at the top and bottom of the wall pier, not the top and bottom of each area object that makes up the wall pier.

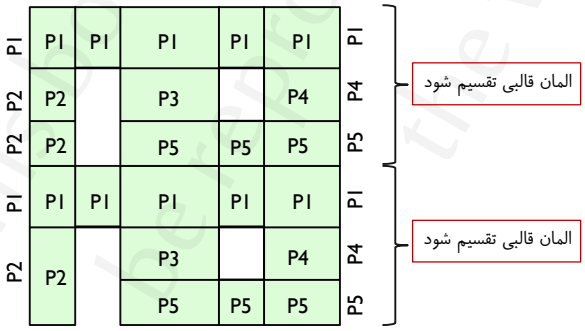
در شکل زیر، دیوار P2 در تراز طبقه دوم، تنها در بالا و پایین آن کنترل شده و طراحی خاصی در میانه بازشوی درب انجام نخواهد شد.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

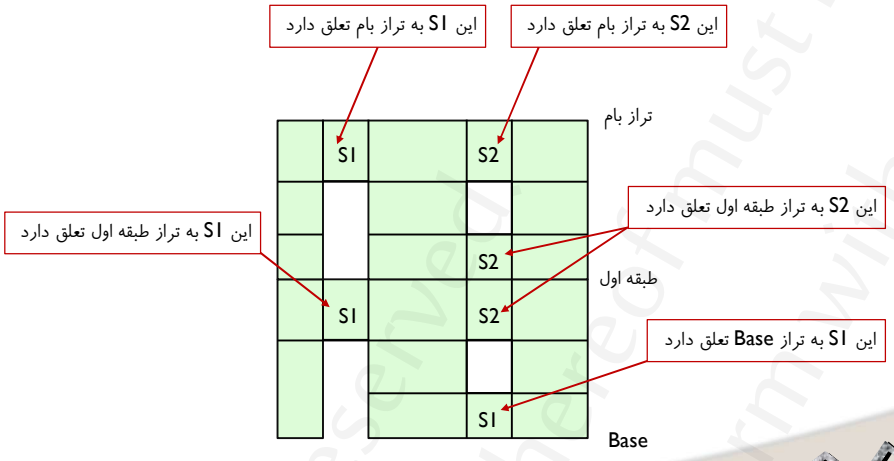
المان‌های قابی کنار دیوار که بخشی از دیوار هستند نیز باید با مسیر Assign menu > Frame > Pier Label این المان ها را هم نام با دیوارهای کناری آنها نامگذاری کرد. اگر یک المان بین دو دیوار مشترک است، بایدآن را مشبندی نموده و دو نام مختلف برای آن در نظر گرفت:



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

برنامه برای طراحی تیرهای همبند، آنها را در ایستگاه‌های سمت چپ و راست آن را کنترل می‌کند.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

برنامه برای طراحی تیرهای همبند، آنها را در ایستگاه‌های سمت چپ و راست آن را کنترل می‌کند.

بعد از انتخاب تیرهای همبند، از مسیر Design menu > Shear Wall Design > View/Revise Spandrel Overwrites اقدام نمایید.

2	LL Reduction Factor	1
3	Design is Seismic?	Yes
4	Length	166.7
5	Thick Left	25
6	Depth Left	120
7	Cover Bottom Left	12
8	Cover Top Left	12
9	Slab Width Left	0
10	Slab Depth Left	0
11	Thick Right	25
12	Depth Right	120
13	Cover Bottom Right	12
14	Cover Top Right	12
15	Slab Width Right	0
16	Slab Depth Right	0
17	Material	C30
18	Consider Vc?	No

گزینه Design is Seismic? حالت Yes را انتخاب کنید.

گزینه Consider Vc? حالت No انتخاب شود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بعد از طراحی با راست کلیک روی تیر همبند:

Spandrel Flexural Design—Top Reinforcement

Station Location	Reinf Area mm²	Reinf Percentage	Reinf Combo	Moment, M_u kgf-m
Left	1446	0.48	DWal4	-54935.3925
Right	1397	0.47	DWal5	-53127.947

Spandrel Flexural Design—Bottom Reinforcement

Station Location	Reinf Area mm²	Reinf Percentage	Reinf Combo	Moment, M_u kgf-m
Left	1433	0.48	DWal5	54450.905
Right	1402	0.47	DWal4	53330.371

آرماتورهای خمشی بالا و پایین تیر همبند

Spandrel Shear Design

Station Location	A_{vert} cm²/cm	A_{horiz} cm²/cm	ShearCombo	V_u kgf	ϕV_c kgf	ϕV_s kgf	ϕV_n kgf
Left	0.19	0.06	DWal5	64047.309	13645.4476	50401.8614	64047.309
Right	0.19	0.06	DWal6	64361.3257	13692.7998	50668.5259	64361.3257

آرماتورهای قائم و افقی برشی تیر همبند

Spandrel Shear Design—Diagonal Reinforcement

Station Location	A_{diag} mm²	Shear Combo	V_u kgf	V_{uLimit} kgf	L/H Ratio	Seismic Design	Diag Reinf Mandatory
Left	1900	DWal4	65771.9559	50086.79	1.389	Yes	Yes
Right	1886	DWal3	65261.6788	50086.79	1.389	Yes	Yes

آرماتور قطری تیر همبند

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

Change

طراحی دیوار برشی برای نیروی برشی

ویرایش ۹۹ مبحث نهم:

۹-۲۰-۷-۹-۱ در دیوارهای سازه ای V_u از تحلیل سازه زیر اثر بارهای ضریبدار قائم و جانبی ناشی از زلزله، و با توجه به ترکیب بارهای ضریبدار بدست می آید.

۹-۲۰-۷-۹-۱-۱ نیروی برشی طرح V_e بصورت زیر محاسبه می‌شود:

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

در این رابطه V_u نیروی برشی است که از تحلیل سازه بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان به دست می‌آید. همچنین Ω_v ضریب اضافه مقاومت است که بر اساس جدول ۹-۲۰-۴ تعیین می‌شود.

$$\Omega_v = \begin{cases} \dfrac{h_{wcs}}{l_w} > 1.5 \quad \rightarrow \quad \max\begin{cases} \dfrac{M_{pr}}{M_u} \\ 1.5 \end{cases} \\ \dfrac{h_{wcs}}{l_w} \leq 1.5 \quad \rightarrow \quad 1.0 \end{cases}$$

ضریب تشدید مربوط اضافه مقاومت خمشی در مقطع بحرانی

$$\omega_v = \begin{cases} \dfrac{h_{wcs}}{l_w} \geq 2.0 \quad \rightarrow \quad \begin{cases} 0.9 + \dfrac{n_s}{10} \quad for \;\; n_s \leq 6.0 \\ 1.3 + \dfrac{n_s}{10} \leq 1.8 \quad for \;\; n_s > 6.0 \end{cases} \\ \dfrac{h_{wcs}}{l_w} < 2.0 \quad \rightarrow \quad 1.0 \end{cases}$$

ضریب تشدید مربوط به اثر مودهای بالا

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

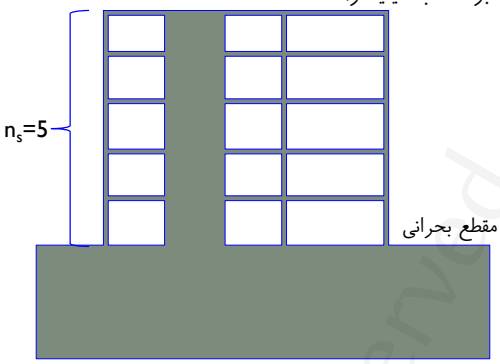
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

برای ساختمان‌هایی که در آن‌ها n_s بزرگتر از ۶ است در صورتیکه محاسبات سازه با روش دینامیکی خطی انجام شده باشد نیازی نیست مقدار ω_v بیشتر از مقداری که از رابطه زیر به دست می‌آید منظور شود

$$\omega_v = 1.2 + \frac{n_s}{50} \leq 1.8$$

مقدار n_s نباید کمتر از $0.00028h_{wcs}$ منظور شود. (h_{wcs} بر حسب میلیمتر)

در این روابط n_s تعداد طبقات بالای مقطع بحرانی است.



ویرایش ۹۲ مبحث نهم: معادل این بند در ویرایش ۹۲ وجود ندارد و برای طراحی برشی از همان ترکیب بارهای ضریبدار ناشی از بارهای جانبی و ثقلی استفاده می‌شد.

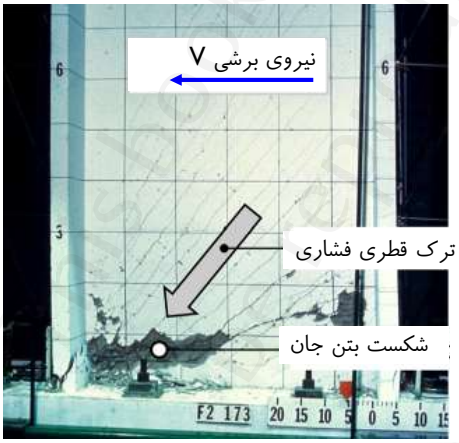
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بطور کلی، خرابی برشی در دیوار برشی باعث از دست رفتن مقاومت محوری دیوار در برابر بارهای ثقلی و همچنین کاهش سریع مقاومت جانبی می‌شود.

برای این منظور در مبحث نهم ویرایش ۹۹ نیروی برشی برای طراحی برشی دیوار برشی افزایش داده می‌شود.

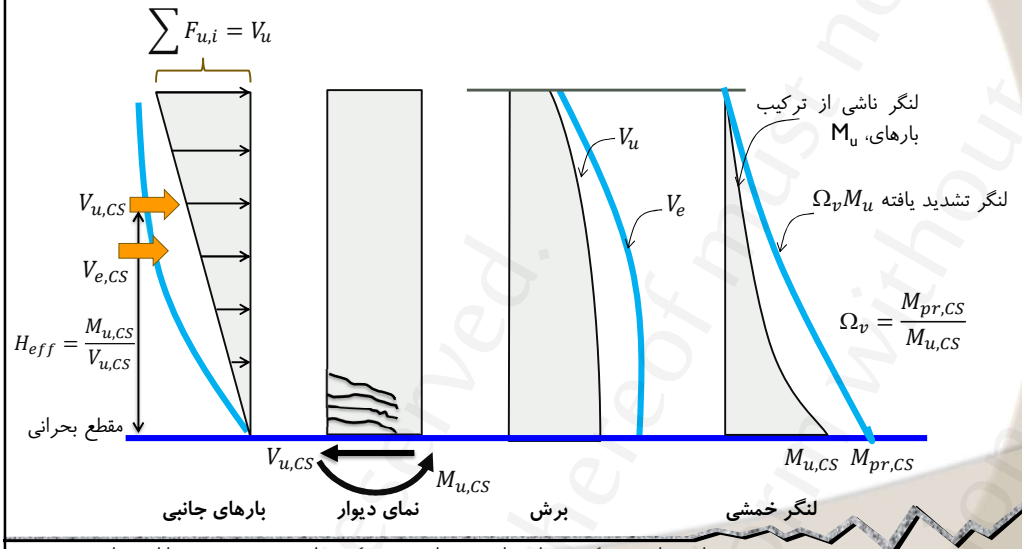
همچنین در ساختمان های طبقاتی، استفاده از روش تحلیل دینامیکی سبب تغییر در توزیع بارهای جانبی می‌شود و محل اعمال برآیند بارهای جانبی جابجای می‌شود.



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

تعیین برش نیاز دیوار با $h_w/l_w \geq 1.5$



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مقاومت برشی دیوار برشی ویژه

مقدار ظرفیت برشی اسمی دیوار برشی بصورت زیر تعیین می‌شود:

$$V_n = A_{cv}\left(\alpha_c \lambda \sqrt{f_c'} + \rho_t f_y\right)$$

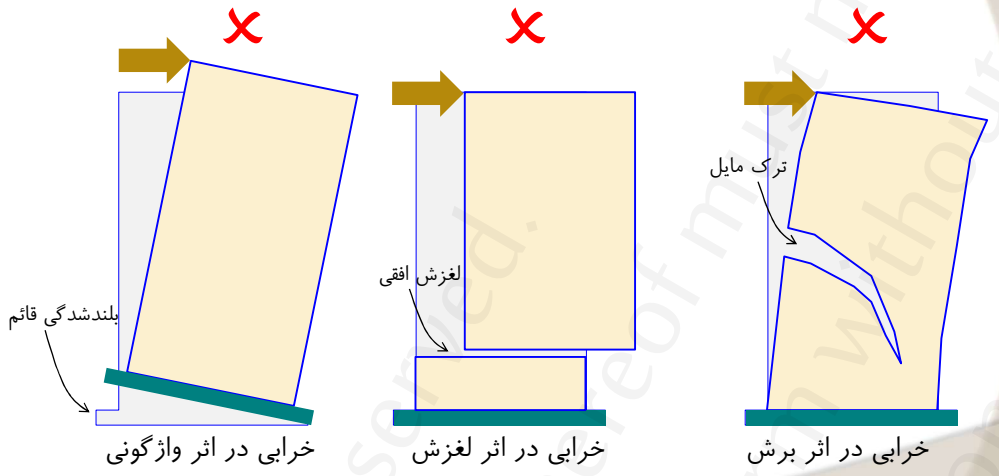
که در آن $\alpha_c=0.25$ برای $h_w/\ell_w \leq 1.5$ و همچنین $\alpha_c=0.17$ برای $h_w/\ell_w \geq 2.0$. برای مقادیر مابین از درونیابی خطی استفاده می‌شود.

آرماتورهای برشی توزیع شده در دیوارها بایستی در دو امتداد عمود بر هم قرار گرفته باشند. اگر نسبت h_w/ℓ_w، کمتر از ۲ باشد، نسبت آرماتورهای ρ_ℓ بایستی حداقل برابر نسبت ρ_t باشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

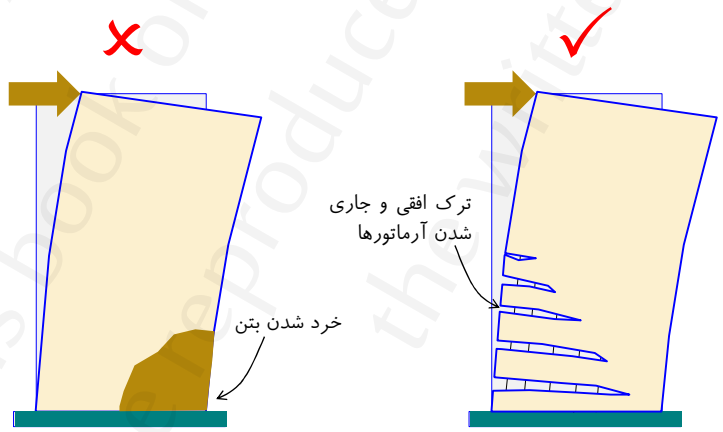
سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مودهای خرابی مطلوب و نامطلوب دیوار برشی:



صفحه ۳۵۹ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

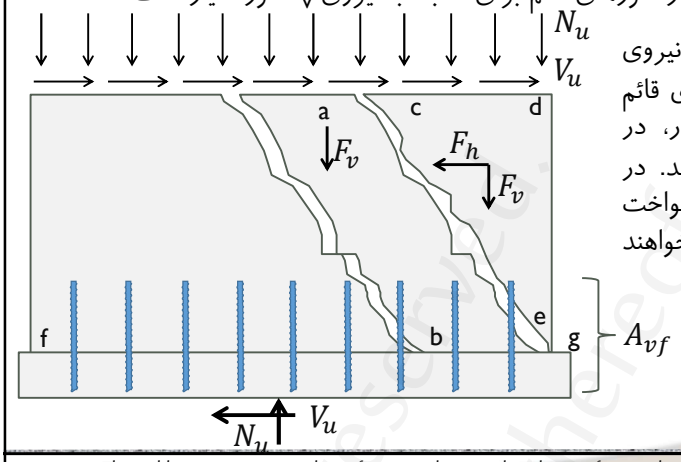


صفحه ۳۶۰ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

خرابی در اثر برش و لغزش معمولا برای دیوارهای کوتاه ایجاد می‌شوند. خرابی در اثر لغزش در محل درز اجرایی بتن (محل اتصال به شالوده) ایجاد می‌شود. در شکل زیر برای قطعه cde آرماتورهای افقی برای مقابله با نیروی F_h مورد نیاز است. همچنین با گرفتن لنگر برای قطعه cde حول e یا برای قطعه ab حول b، آرماتورهای قائم برای مقابله با نیروی F_v مورد نیاز است.

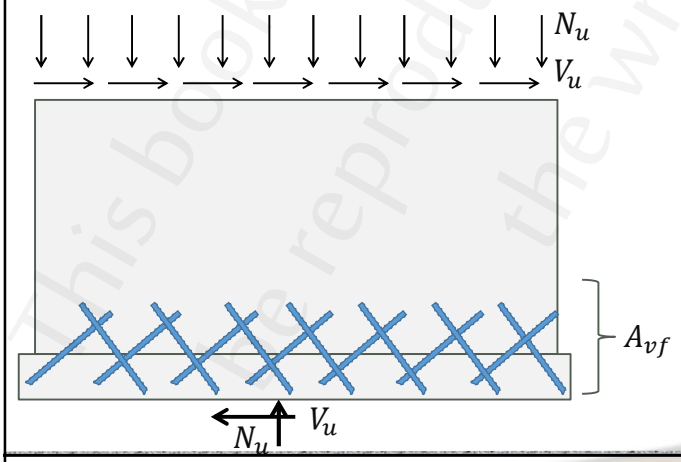


برای مقاومت در برابر لغزش، نیروی محوری N_u و همچنین آرماتورهای قائم توزیع شده در امتداد جان دیوار، در برابر این شکست مقاومت می‌کنند. در این حالت اگر آنها بصورت یکنواخت توزیع شده باشند، اثر بهتری خواهند داشت.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

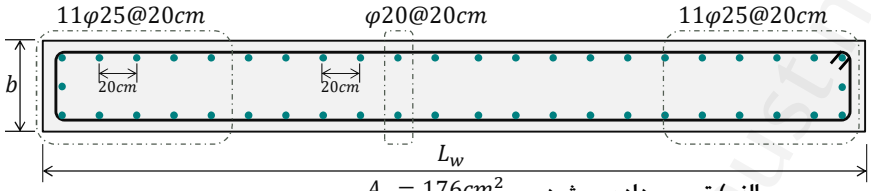
برای عملکرد بهتر در برابر لغزش، میتوان آرماتورهای دوختی به شکل مایل با زاویه مثبت و منفی ۴۵ درجه در پای دیوار استفاده نمود. البته این عمل از نظر اجرایی دارای چالش‌های زیادی است.



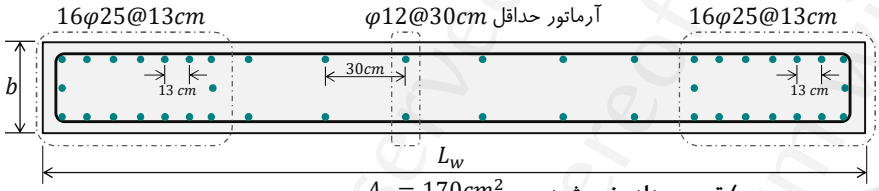
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

برای جلوگیری از خرابی در اثر لغزش دیوار برشی، بهتر است، از تمرکز آرماتورهای طولی دیوار در دو انتهای آن جلوگیری شود.



$A_s = 176cm^2$ **الف) ترجیح داده می‌شود.**



$A_s = 170cm^2$ **ب) ترجیح داده نمی‌شود.**

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

مقاومت برش اصطکاکی دیوار برشی ویژه

مقاومت برش اصطکاکی اسمی، V_n در مواردی که آرماتورهای برش-اصطکاک عمود یا مورب نسبت به صفحه برش باشند، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_n = \mu A_{vf} f_y$$

که در آن A_{vf} سطح مقطع آرماتورهای عمود بر صفحه برش و مقدار $\mu=0.6\lambda$ فرض شود. در صورتی که سطح تماس به اندازه کافی زبر بوده و عمق زبری آن دست کم ۶ میلیمتر باشد، می‌توان $\mu=1.0\lambda$ در نظر گرفت.

همچنین طبق مبحث نهم، مقدار V_n در عرض صفحه‌ی برش مورد نظر نباید از مقادیر ارائه شده در زیر بیشتر شود:

$$V_n \le \begin{cases} 0.2f_c' A_{cv} \\ (3.3 + 0.08f_c')A_{cv} \\ 11A_{cv} \end{cases}$$

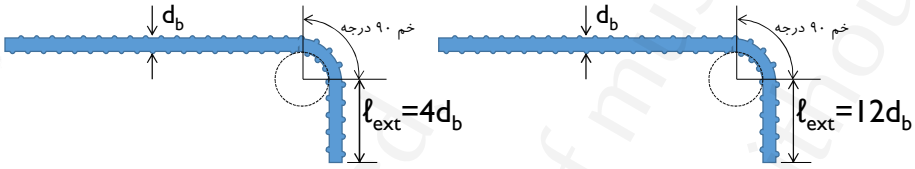
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

ایرادات نگارشی مبحث نهم

- در صفحه ۴۲۱ (جدول ۹-۲۱-۱) و در بحث قلاب‌های استاندارد برای آرماتورهای طولی در کشش:

طول بعد از خم آرماتور با خم ۹۰ درجه $4d_b$ داده شده که $12d_b$ درست است.



✗ نادرست ✓ درست

صفحه ۳۶۵ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

- در بند ۹-۲۱-۳-۲-۲ ضرایب اصلاح طول گیرایی میلگردهای آجدار در کشش بر اساس جدول ۹-۲۱-۳ داده شده است و در انتهای این بند گفته شده حاصل ضرب $\psi_t\psi_s$ نیازی نیست بیشتر از 1.7 در نظر گرفته شود. این عبارت باید به صورت $\psi_t\psi_e$ اصلاح گردد.

The product $\psi_t\psi_e$ need not exceed 1.7.

$\psi_t \times \psi_s \leq 1.7$ ✗ نادرست

$\psi_t \times \psi_e \leq 1.7$ ✓ درست

ψ_t ضریب موقعیت میلگرد است و برای میلگردهای افقی که حداقل ۳۰ سانتیمتر بتن تاز زیر آن قرار گیرد برابر 1.3 و برای سایر میلگردها برابر 1.0 است.

ψ_s ضریب قطر میلگرد است و برای میلگردهای با قطر ۲۰ و بیشتر برابر 1.0 و برای سایر میلگردها برابر 0.8 است.

ψ_e ضریب پوشش میلگرد است که برای میلگرد بدون اندود برابر 1.0 در نظر گرفته می‌شود.

معادل این بند نیز در مبحث نهم ویرایش ۹۲ (صفحه ۲۹۵) نیز وجود داشت.

صفحه ۳۶۶ This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بند ۹-۱۱-۶-۳-۳ به صورت زیر باید اصلاح شود:

در تکیه‌گاه‌های ساده و در نقاط عطف منحنی تغییر شکل، قطر میلگردهای خمشی مثبت باید چنان باشد که طول گیرایی آنها موارد (الف) و (ب) را تامین کند. در مواردی که آرماتورهای خمشی مثبت فراتر از محور تکیه‌گاه به قلاب استاندارد یا مهار مکانیکی حداقل معادل قلاب استاندارد ختم شوند، نیازی به تامین موارد (الف) یا (ب) نیست.

الف) $l_d \le \left(\frac{1.3M_n}{V_u} + l_a\right)$ اگر انتهای آرماتور خمشی با عکس العمل فشاری تکیه‌گاه محصور شده باشد

ب) $l_d \le \left(\frac{M_n}{V_u} + l_a\right)$ اگر انتهای آرماتور خمشی با عکس العمل فشاری تکیه گاه محصور نشده باشد.

✓ درست

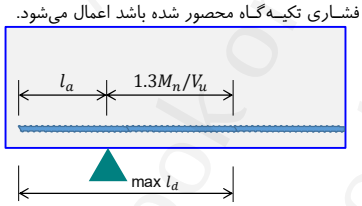
ب) $l_d \ge \left(\frac{M_n}{V_u} + l_a\right)$ اگر انتهای آرماتور خمشی با عکس العمل فشاری تکیه گاه محصور نشده باشد.

✗ نادرست

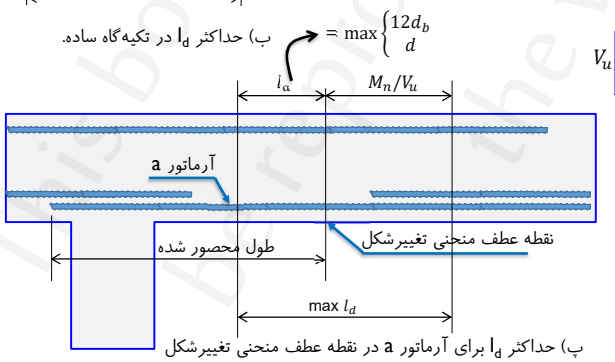
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

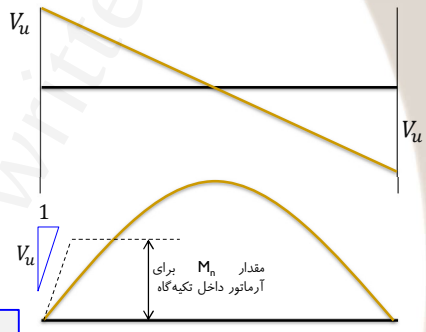
ضریب 1.3 فقط در حالتی که انتهای آرماتور خمشی با عکس العمل فشاری تکیه‌گاه محصور شده باشد اعمال می‌شود.



ب) حداکثر l_d در تکیه‌گاه ساده.



پ) حداکثر l_d برای آرماتور a در نقطه عطف منحنی تغییرشکل



Capacity slope $\left(\frac{M_n}{V_u}\right)$ ≥Demand slope V_u

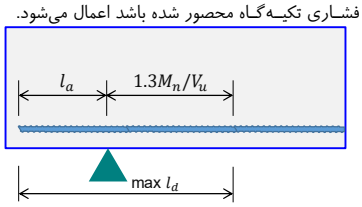
$$l_d \le \left(\frac{M_n}{V_u}\right)$$

الف) لنگر خمشی مثبت M_u

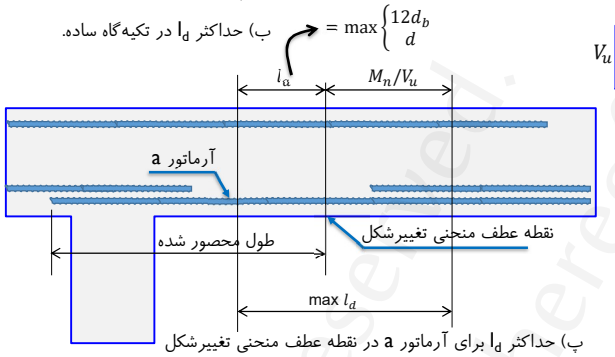
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

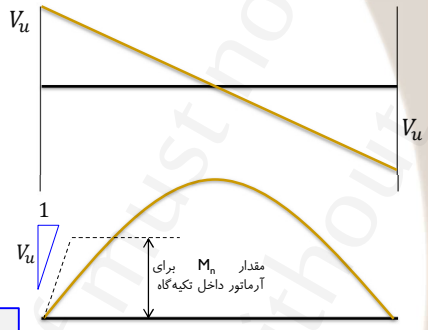
ضریب 1.3 فقط در حالتی که انتهای آرماتور خمشی با عکس العمل فشاری تکیه‌گاه محصور شده باشد اعمال می‌شود.



ب) حداکثر l_d در تکیه‌گاه ساده.



پ) حداکثر l_d برای آرماتور a در نقطه عطف منحنی تغییرشکل



Capacity slope $\left(\frac{M_n}{V_u}\right)$ ≥Demand slope V_u

$$l_d \le \left(\frac{M_n}{V_u}\right)$$

الف) لنگر خمشی مثبت M_u

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بند ۹-۲۰-۹-۲-۴ به صورت زیر باید اصلاح شود:

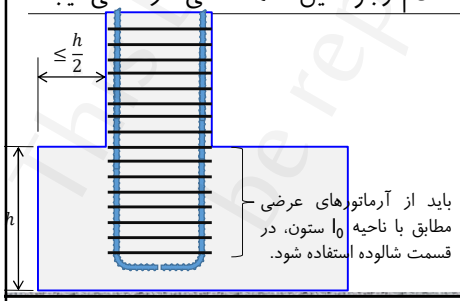
✓ درست

– در ستون‌ها یا اجزاء لبه دیوارهای سازه‌ای ویژه که فاصله لبه آنها از لبه شالوده از نصف ضخامت شالوده کم‌تر است، باید از آرماتورهای عرضی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۳-۳-۲ تا ۹-۲۰-۶-۳-۳-۴ در زیر قسمت فوقانی شالوده استفاده شود...

✗ نادرست

– در ستون‌ها یا اجزاء لبه دیوارهای سازه‌ای ویژه که فاصله لبه آنها از لبه شالوده از نصف ضخامت شالوده کم‌تر است، باید از آرماتورهای عرضی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۳-۳-۲ تا ۹-۲۰-۶-۳-۳-۴ در قسمت فوقانی شالوده استفاده شود...

کلمه «زیر» باید به قبل از کلمه فوقانی اضافه شود. البته عدم وجود این کلمه خللی در معنی ایجاد نمی‌کند.



18.13.2.4 Columns or boundary elements of special structural walls that have an edge within one-half the footing depth from an edge of the footing shall have transverse reinforcement in accordance with 18.7.5.2 through 18.7.5.4 provided below the top of the footing. This reinforcement shall extend into the footing, mat, or pile cap a length equal to the development length, calculated for fy in tension, of the column or boundary element longitudinal reinforcement.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بند ۹-۲۰-۷-۴-۴ به صورت زیر باید اصلاح شود:

✓ درست

ج- جزئیات آرماتورهای عرضی باید به گونه‌ای باشند که فاصله h_x بین آرماتورهای طولی در امتداد محیط جزء مرزی، که دارای تکیه‌گاه جانبی هستند از کمترین دو مقدار ۳۵۰ میلیمتر و دو سوم ضخامت جزء مرزی بیشتر نباشد.

✗ نادرست

ج- جزئیات آرماتورهای عرضی باید به گونه‌ای باشند که فاصله h_x بین آرماتورهای طولی در امتداد محیط جزء مرزی، که دارای تکیه‌گاه جانبی هستند از کمترین دو مقدار ۳۵۰ میلیمتر و دو سوم ضخامت جزء مرزی بیشتر باشد.

کلمه باشد به اشتباه نوشته شده است.

ACI 318-19:

f) Transverse reinforcement shall be arranged such that the spacing hx between laterally supported longitudinal bars around the perimeter of the boundary element shall not exceed the lesser of 350 mm and two-thirds of the boundary element thickness.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

در بند ۹-۲۲-۱۲-۳-۱ و در رابطه مربوط به تنش تسلیم میانگین میلگردها، (رابطه ۹-۲۲-۳) یک اشتباه تایپی در بیان تنش تسلیم مشاهده شده رخ داده است.

✓ درست

$$f_{y,obs,m} = \frac{\sum_{i=1}^{10}\left(f_{y,obs}\right)_i}{10} \qquad (3-22-9)$$

✗ نادرست

$$f_{y,obs,m} = \frac{\sum_{i=1}^{10}\left(f_{y,obs,m}\right)_i}{10} \qquad (3-22-9)$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

بند ۹-۷-۳-۱-۳ به صورت زیر باید اصلاح شود:

✗ نادرست

ضریب‌های بار باد در جدول ۹-۷-۱ بر این اساس تعیین شده که بارگذاری باد بر مبنای بارهای سطح مقاومت تعیین شده باشد. با این وجود اگر بار باد بر اساس بارهای سطح بهره‌برداری تعیین شده باشد، لازم است در رابطه‌های (۹-۷-۴) و (۹-۷-۶) به جای 1.0W و 0.5W، به ترتیب از 1.6W و 0.8W استفاده شود.

✓ درست

ضریب‌های بار باد در جدول ۹-۷-۱ بر این اساس تعیین شده که بارگذاری باد بر مبنای بارهای سطح بهره‌برداری تعیین شده باشد. با این وجود اگر بار باد بر اساس بارهای سطح مقاومت تعیین شده باشد، لازم است در رابطه‌های (۹-۷-۳)، (۹-۷-۴) و (۹-۷-۶) به جای 1.6W، از 1.0W استفاده شود.

ACI 318-19:

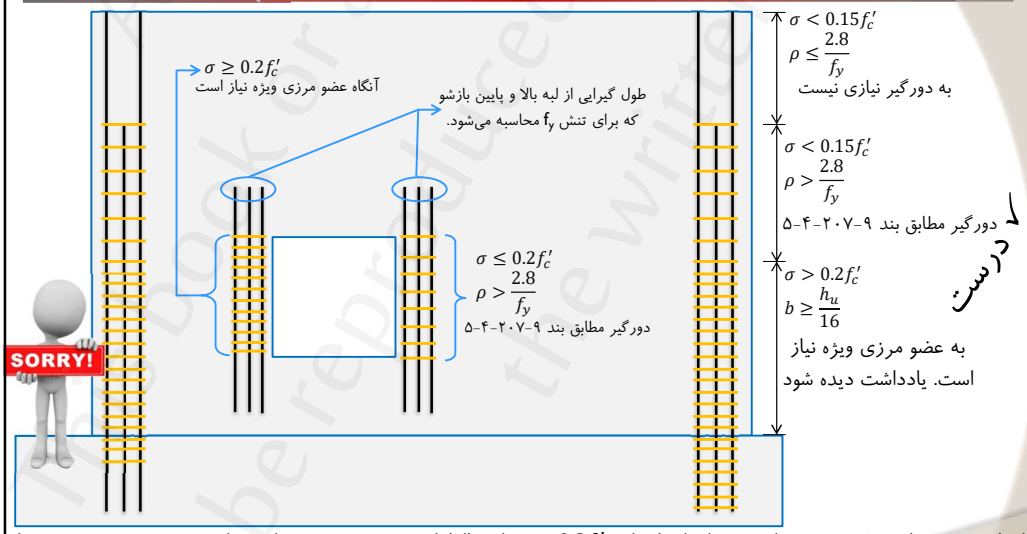
5.3.5 If wind load W is provided at service-level loads, 1.6W shall be used in place of 1.0W in Eq. (5.3.1d) and (5.3.1f), and 0.8W shall be used in place of 0.5W in Eq. (5.3.1c).

توجه: مقادیر بار باد تجویز شده در مبحث ششم، براساس دوره بازگشت ۵۰ ساله تعیین شده است. برای داشتن مقادیر بار باد در تراز مقاومت، باید سرعت باد در دوره بازگشت‌های ۳۰۰، ۷۰۰ و ۱۷۰۰ سال (بسته به طبقه‌بندی احتمال رخداد) در دست باشد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

شکل ۹-۲۰-۲(ب) باید بصورت زیر اصلاح شود:



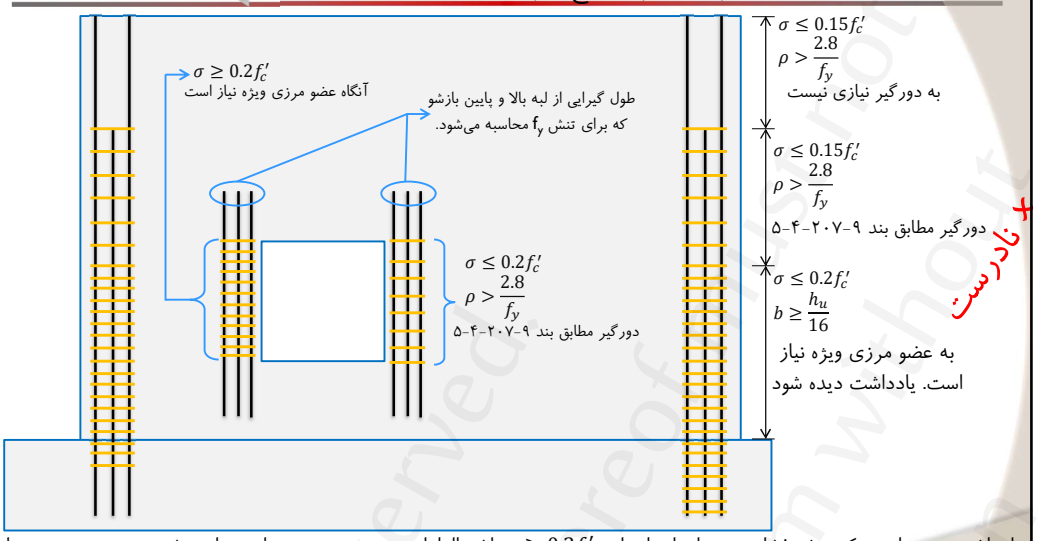
✓ درست

یادداشت: در مواردی که تنش فشاری در تارهای انتهایی $\sigma \geq 0.2f_c'$ باشد الزامات جزء مرزی ویژه باید رعایت شود. جزء مرزی ویژه تا جایی ادامه پیدا کند که $\sigma < 0.15f_c'$ باشد. از آنجا که $\frac{h_w}{l_w} \leq 2.0$ است ضوابط بند ۹-۲۰-۷-۴-۴(پ) کاربردی ندارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

شکل ۹-۲۰-۲(ب) باید بصورت زیر اصلاح شود:

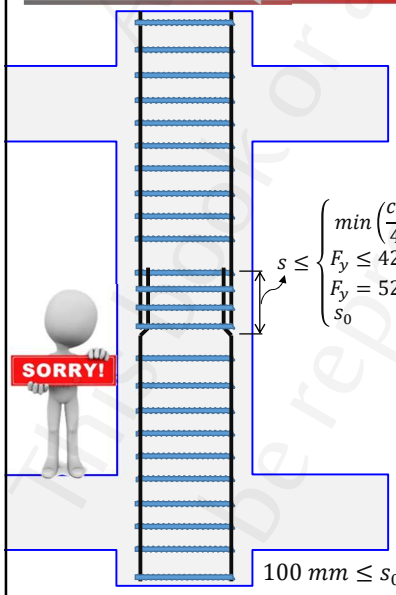


یادداشت: در مواردی که تنش فشاری در تارهای انتهایی $\sigma \geq 0.2f_c'$ باشد الزامات جزء مرزی ویژه باید رعایت شود. جزء مرزی ویژه تا جایی ادامه پیدا کند که $\sigma < 0.15f_c'$ باشد. از آنجا که $\frac{h_w}{l_w} \leq 2.0$ است ضوابط بند ۹-۲۰-۷-۴-۴(پ) کاربردی ندارد.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

طبق بند ۹-۲۰-۶-۳-۲-۴ داریم:



$$s \leq \begin{cases} min\left(\frac{c_1}{4}\ or \frac{c_2}{4}\right) \\ F_y \leq 420\ Mpa \rightarrow 6d_b \\ F_y = 520\ Mpa \rightarrow 5d_b \\ s_0 \end{cases}$$

نادرست

استفاده از وصله‌ی پوششی در میلگردهای طولی فقط در نیمه‌ی میانی طول ستون مجاز است. طول پوشش این وصله‌ها باید برای کشش در نظر گرفته شود. در طول این وصله‌ها باید آرماتورهای عرضی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۳-۳-۲ تا ۹-۲۰-۶-۳-۳-۵ به کار برده شوند.

درست

استفاده از وصله‌ی پوششی در میلگردهای طولی فقط در نیمه‌ی میانی طول ستون مجاز است. طول پوشش این وصله‌ها باید برای کشش در نظر گرفته شود. در طول این وصله‌ها باید آرماتورهای عرضی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۳-۳-۲ و ۹-۲۰-۶-۳-۳-۳ به کار برده شوند.

در محل وصله آرماتورها نیازی به رعایت ضوابط بند ۹-۲۰-۶-۳-۳-۴ و ۹-۲۰-۶-۳-۳-۵ (آرماتورهای عرضی ویژه ناحیه L_0) نیست.

$$100\ mm \leq s_0 = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3}\right) \leq 150\ mm$$

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

متن ACI318-19:

18.7.4.4 Mechanical splices shall conform to 18.2.7 and welded splices shall conform to 18.2.8. Lap splices shall be permitted only within the center half of the member length, shall be designed as tension lap splices, and shall be enclosed within transverse reinforcement in accordance with 18.7.5.2 and 18.7.5.3.

18.7.5.2 Transverse reinforcement shall be in accordance with (a) through (f):

(a) Transverse reinforcement shall comprise either single or overlapping spirals, circular hoops, or single or overlapping rectilinear hoops with or without crossties.

(b) Bends of rectilinear hoops and crossties shall engage peripheral longitudinal reinforcing bars.

(c) Crossties of the same or smaller bar size as the hoops shall be permitted, subject to the limitation of 25.7.2.2. Consecutive crossties shall be alternated end for end along the longitudinal reinforcement and around the perimeter of the cross section.

(d) Where rectilinear hoops or crossties are used, they shall provide lateral support to longitudinal reinforcement in accordance with 25.7.2.2 and 25.7.2.3.

(e) Reinforcement shall be arranged such that the spacing hx of longitudinal bars laterally supported by the corner of a crosstie or hoop leg shall not exceed 350 mm around the perimeter of the column.

(f) Where Pu > 0.3Ag fc′ or fc′ > 70 MPa in columns with rectilinear hoops, every longitudinal bar or bundle of bars around the perimeter of the column core shall have lateral support provided by the corner of a hoop or by a seismic hook, and the value of hx shall not exceed 200 mm. Pu shall be the largest value in compression consistent with factored load combinations including E.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

18.7.5.3 Spacing of transverse reinforcement shall not exceed the least of (a) through (d):

(a) One-fourth of the minimum column dimension

(b) For Grade 420, 6db of the smallest longitudinal bar

(c) For Grade 550, 5db of the smallest longitudinal bar

(d) so, as calculated by:

$$s_0 = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3}\right)$$

The value of so from Eq. (18.7.5.3) shall not exceed 150 mm and need not be taken less than 100 mm.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.

۹-۲۰-۷-۵-۳ در تیرهای همبندی که هیچ کدام از شرایط بندهای ۹-۲۰-۷-۵-۱ و ۹-۲۰-۷-۵-۲ وجود ندارد، می‌توان از دو گروه آرماتورهای قطری متقاطع که به صورت متقارن نسبت به مرکز تیر قرار داده شده‌اند، یا از آرماتورهایی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۲-۲، ۹-۲۰-۶-۲-۳، ۹-۲۰-۶-۲-۴ و با منظور نمودن اجزای مرزی دیوارها به عنوان تکیه گاه‌های ستونی، استفاده نمود.

۹-۲۰-۷-۵-۳ در تیرهای همبندی که هیچ کدام از شرایط بندهای ۹-۲۰-۷-۵-۱ و ۹-۲۰-۷-۵-۲ وجود ندارد، می‌توان از دو گروه آرماتورهای قطری متقاطع که به صورت متقارن نسبت به مرکز تیر قرار داده شده‌اند، یا از آرماتورهایی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۲-۲، ۹-۲۰-۶-۲-۳، ۹-۲۰-۶-۲-۴ و با منظور نمودن اجزای مرزی دیوارها به عنوان تکیه گاه‌های ستونی، استفاده نمود.

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

طبق بند ۹-۲۰-۷-۵-۳ داریم:

در تیرهای همبندی که هیچ کدام از شرایط بندهای ۹-۲۰-۷-۵-۱ و ۹-۲۰-۷-۵-۲ وجود ندارد، می‌توان از دو گروه آرماتورهای قطری متقاطع که به صورت متقارن نسبت به مرکز تیر قرار داده شده‌اند، یا از آرماتورهایی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۲-۲، ۹-۲۰-۶-۲-۳، ۹-۲۰-۶-۲-۲ و با منظور نمودن اجزای مرزی دیوارها به عنوان تکیه گاه‌های ستونی، استفاده نمود.

× نادرست

در تیرهای همبندی که هیچ کدام از شرایط بندهای ۹-۲۰-۷-۵-۱ و ۹-۲۰-۷-۵-۲ وجود ندارد، می‌توان از دو گروه آرماتورهای قطری متقاطع که به صورت متقارن نسبت به مرکز تیر قرار داده شده‌اند، یا از آرماتورهایی مطابق ضوابط بندهای ۹-۲۰-۶-۲-۲، ۹-۲۰-۶-۲-۳، ۹-۲۰-۶-۲-۴ و با منظور نمودن اجزای مرزی دیوارها به عنوان تکیه گاه‌های ستونی، استفاده نمود.

✓ درست

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

صفحه ۳۹۰ مبحث نهم، پاراگراف وسط صفحه:

✗ نادرست

به منظور محاسبه‌ی A_g فرض می‌شود پوشش بتن مطابق بند ۹-۴ در هر چهار طرف هر گروه از آرماتورهای قطری موجود است. فاصله‌ی آرماتورهای عرضی در امتداد آرماتورهای قطری باید مطابق بند ۲۰-۷-۳-۳-۳(پ) باشد و از شش برابر قطر اسمی کوچکترین آرماتور قطری بیشتر نباشد و ...

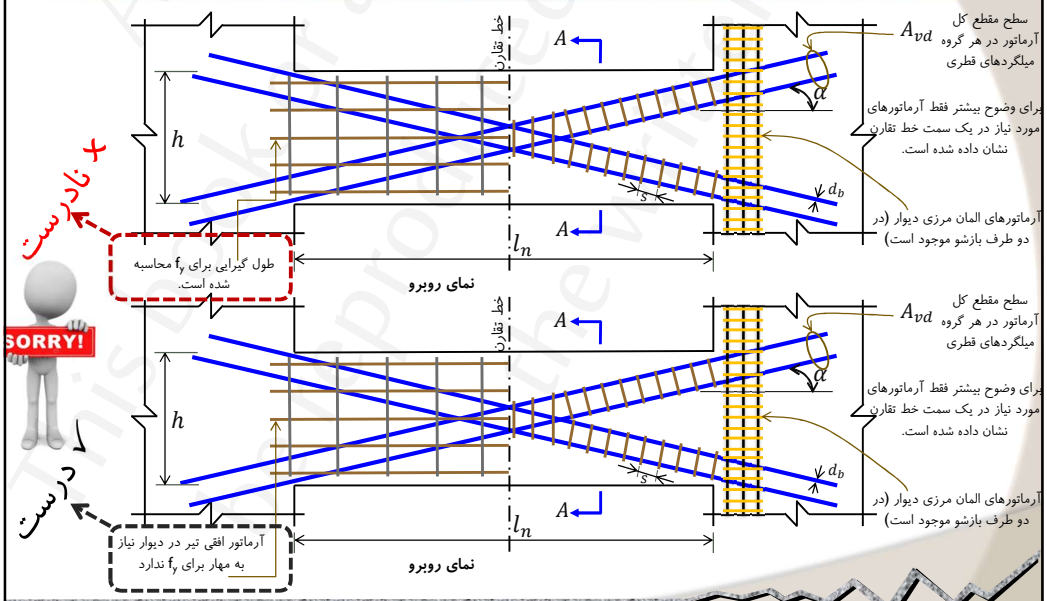
✓ درست

به منظور محاسبه‌ی A_g فرض می‌شود پوشش بتن مطابق بند ۹-۴ در هر چهار طرف هر گروه از آرماتورهای قطری موجود است. فاصله‌ی آرماتورهای عرضی در امتداد آرماتورهای قطری باید مطابق بند ۹-۲۰-۶-۳-۳-۳(ب) باشد و از شش برابر قطر اسمی کوچکترین آرماتور قطری بیشتر نباشد و ...

 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

سازمان نظام مهندسی
ساختمان استان گلستان

شکل ۹-۲۰-۳ باید بصورت زیر اصلاح شود:



 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

All rights reserved. This book or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission.