

جزیيات آرماتورگذاری لرزه‌ای در مناطق زلزله‌خیز طبق ACI 318-11 و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

تألیف و ترجمه:
سید مهدی داودنی
وحید قاضی‌پور



نشری علم عمران

www.elme-omran.com
Info@elme-omran.com

عضو:



این اثر مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفوان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر و مؤلف، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

سرشناسه	داودنی، مهدی، ۱۳۵۶
عنوان و پدیدآورنده	جزیيات آرماتورگذاری لرزمای در مناطق زلزله خیز طبق ۱۱-۳۱۸ ACI و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان / تألیف و ترجمه مهدی داودنی، وحید قاضی پور
وضعیت ویراست	[ویراست ۲]
مشخصات نشر	تهران: علم عمران، ۱۳۹۲
مشخصات ظاهری	ده، ۱۷۰ ص، مصور، جدول، نمودار؛ ۱۵×۱۵ س.م.
شابک	۹۷۸-۶۰-۵۱۷۶-۱۶-۲
یادداشت	در ویراست قبلی وحید قاضی پور سرشناسه است.
موضوع	میلگردگذاری، ساختمان‌های بنن‌آرمه، ساختمان‌های ضد زلزله، ساختمان سازی، مقررات ایران
شناسنامه افزوده	قاضی پور، وحید، ۱۳۵۹
ردیبدنی کنگره	TA۶۸۳/۴۲ ۲۴/۱۳۹۲
ردیبدنی دیوبی	۶۲۴/۱۸۳۴۴
شماره کتابشناسی	۳۱۱۲۰۰۷



نشریه علم عمران

جزیيات آرماتورگذاری لرزمای در مناطق زلزله خیز طبق ۱۱-۳۱۸ ACI و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

ترجمه و تألیف:

مهدی داودنی، وحید قاضی پور

چاپ اول	۱۳۹۲ بهار
حروف چینی و صفحه‌آرایی	علم عمران
تعداد و قطع صفحات	۱۸۰ صفحه خشتشی
شمارگان	۱۰۰۰
بهای کتاب	۱۱۰۰۰ ریال
شابک	۹۷۸-۶۰-۵۱۷۶-۱۶-۲

ISBN 978-600-5176-16-2

نشر علم عمران: تهران، خیابان کارگر جنوبی، بین انقلاب و روانمehr، بن بست گشتاسب شماره هفت، واحد ۶، تلفن: ۰۶۴۸۴۵۰۸، دورنگار: ۰۶۴۷۶۷۶۲
حقوق چاپ و نشر برای نشر علم عمران محفوظ است.

تقدیم به مادر
و روان پاک پدر

مقدمه ناشر

آیین نامه 318-11 ACI یکی از معتبرترین آیین نامه ها برای طراحی سازه های ساختمانی بتن مسلح است که در کشور ما نیز در کنار سایر آیین نامه ها کاربرد گسترده ای برای طراحی سازه های بتونی دارد. در فصل 21 آیین نامه و فصل 20 مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، ضوابط ویژه ای برای طراحی سازه های موجود در مناطق لرزه خیز گنجانده شده است.

هدف اصلی این کتاب، تفهیم عمیق تر فصل 21 آیین نامه 318-11 ACI و فصل 20 مبحث نهم مقررات ملی ساختمان از طریق شکل های مختلف در مورد جزئیات آرماتور گذاری و ارتباط دادن آن با بند های متناظر در این آیین نامه ها است. امیدواریم آنچه در این کتاب نگارش شده است راه گشای حل برخی از مسائل موجود در زمینه طراحی سازه های بتن مسلح باشد. پست الکترونیک نشر علم عمران به آدرس info@elme-omran.com آماده دریافت نظرها، پیشنهادها و انتقادات شما در مورد نشر علم عمران و محصولات آن است.

نشر علم عمران

مقدمهٔ نویسنده‌گان

طی سالیان دراز، پهنهٔ لرزه‌خیز ایران در گوش و کنار خود، وقوع زلزله‌های مکرری را تجربه کرده و هر چند سال یک‌بار رویداد زلزله‌ای ویرانگر در نقطه‌ای از کشور، خسارات جانی و مالی فراوانی به بار آورده است.

بررسی زلزله‌های اخیر مانند زلزله روبار، منجیل، بم به وضوح آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمانها را نمایان ساخته است. در بسیاری از موارد، علت اصلی خرابی‌ها عدم درک صحیح از آیین‌نامه‌ها و اجرای نامناسب جزئیات اجرایی مربوط به سازه‌ها تشخیص داده شده است. طبق ویرایش سوم آیین‌نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، اکثر شهرهای مهم کشور ما از لحاظ درجه‌بندی خطر نسبی لرزه‌خیزی، جزو پهنهٔ با خطر نسبی زیاد هستند. کتاب حاضر اقتباسی از فصل ۲۱ آیین‌نامه بتن آمریکا ACI 318-11 بوده و خلاصه‌ای از ضوابط و جزئیات اجرایی سازه‌های بتنی واقع در مناطق با خطر نسبی زیاد را بیان می‌کند.

جدول‌ها و شکل‌های موجود در کتاب، نشان‌دهنده خلاصه‌ای از ضوابط و جزئیات اجرایی مربوط به اعضای مورد بحث در کتاب هستند. هر جدول شامل ضوابط اجرایی مشخص شده به همراه شماره بند مطابق با آیین‌نامه ACI 318-11 است. وجود شکل‌های متناظر بندۀا، تفسیر بندۀا، مورد نظر آیین‌نامه را آسان‌تر می‌کند.

در ویرایش کنونی کتاب ضوابط و جزئیات اجرایی سازه‌های بتنی واقع در مناطق زلزله‌خیز بر اساس آخرین ویرایش مبحث نهم مقررات ملی ساختمان نیز به آن افزوده شده است.

امید است تالیف این کتاب گامی در جهت ارتقای دانش فنی و اجرایی مهندسین و بهبود ساخت و ساز در کشور باشد. تمام سعی نویسنده‌گان در ارائه بی‌عیب و نقص این مجموعه بوده است. با این وجود امکان دارد علیرغم ویرایش‌های مکرر، نواقصی در کتاب وجود داشته باشد. نویسنده‌گان از نظرها و پیشنهادهای مفید خوانندگان گرامی در بهبود مجموعه حاضر استقبال کرده و آماده دریافت آن از طریق آدرس info@elme-omran.com هستند.

سید مهدی داودنی

وحید قاضی‌پور

تهران- بهار ۱۳۹۲

فصل اول: معرفی

۳	۱- ملاحظات کلی.....
۴	۲- دامنه کاربرد بخش اول کتاب.....

فصل دوم: اعضای خمسمی قاب‌های خمسمی ویژه

۷	۱- ضوابط کلی.....
۷	۲- آرماتورهای طولی.....
۱۱	۳- آرماتورهای عرضی.....

فصل سوم: اعضای قاب‌های خمسمی ویژه تحت بارهای خمسمی و محوری

۱۵	۱- ضوابط کلی.....
۱۵	۲- حداقل مقاومت خمسمی ستونها.....
۱۷	۳- آرماتورهای طولی.....
۱۹	۴- آرماتورهای عرضی.....

فصل چهارم: گرههای قاب‌های خمسمی ویژه

۲۵	۱- ضوابط کلی.....
۲۷	۲- آرماتورهای عرضی.....
۲۹	۳- مقاومت برشی.....
۳۰	۴- طول مهاری میلگردها در کشش.....

فصل پنجم: تیرهای کوپله و دیوارهای سازه‌ای بتن مسلح ویژه

۳۵	۱- کاربرد.....
----	----------------

۳۵	۲-۵- آرماتورگذاری.....
۲۸	۳-۵- مقاومت برشی
۳۹	۴-۵- المان های مرزی دیوارهای سازه ای بتن مسلح.....
۴۶	۵-۵- تیرهای کوپله.....

فصل ششم: دیافراگم های سازه ای و خرپاها

۵۱	۱-۶- محلوده کاربرد.....
۵۱	۲-۶- کمترین ضخامت دیافراگم.....
۵۱	۳-۶- آرماتورگذاری.....
۵۵	۴-۶- مقاومت برشی
۵۶	۵-۵- المان های مرزی دیافراگم های سازه ای.....

فصل هفتم: پی ها

۵۹	۱-۷- کاربرد.....
۵۹	۲-۷- پی های گستردہ و سرشعع ها
۶۱	۳-۷- تیرها و دالهای روی زمین
۶۴	۴-۷- شمع ها، پایه ها و پی های صندوقه ای مدفون در آب.....

فصل هشتم: اعضای قاب طراحی نشده به عنوان بخشی از سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی

۶۹	۱-۸- اعضای قاب طراحی نشده به عنوان بخشی از سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی.....
----	--

فصل نهم: قاب های خمسی متوسط

۷۹	۱-۹- ضوابط کلی
۷۹	۲-۹- تیرها
۷۹	۳-۹- ستون ها

۸۵	۴- دال‌های دوطرفه بدون تیر.....
----	---------------------------------

بخش دوم: جزییات آرماتورگذاری لرزه‌ای در مناطق زلزله‌خیز بر اساس مقررات ملی ساختمان (مبحث نهم)

۹۱	فصل اول: علائم اختصاری و تعاریف
	۱- علائم اختصاری و تعاریف.....

	فصل دوم: اعضای تحت خمش در قاب‌های با شکل پذیری زیاد
۹۹	۱-۲- ضوابط هندسی.....
۱۰۱	۲-۲- ضوابط آرماتورهای خمشی.....
۱۰۳	۲-۳- ضوابط وصله‌های پوششی.....
۱۰۵	۲-۴- ضوابط آرماتور عرضی.....

	فصل سوم: اعضای تحت اثر توأم فشار و خمش در قاب‌های با شکل پذیری زیاد
۱۰۹	۱-۳- ضوابط هندسی.....
۱۱۱	۲-۳- ضوابط آرماتورهای طولی و وصله‌ها.....
۱۱۴	۳-۳- ضوابط آرماتورهای عرضی.....
۱۱۹	۳-۴- حداقل مقاومت خمشی ستون‌ها.....

	فصل چهارم: دیوارهای سازه‌ای، دیافراگم‌ها و خرپاها در قاب‌های با شکل پذیری زیاد
۱۲۱	۴-۱- ضوابط هندسی.....
۱۲۳	۴-۲- ضوابط آرماتورگذاری.....
۱۲۶	۴-۳- اجزای مرزی در دیوارهای سازه‌ای و دیافراگم‌ها.....
۱۳۰	۴-۴- تیرهای همبند در دیوارهای همبسته.....

فصل پنجم: اتصال‌های تیر به ستون‌ها در قاب‌های با شکل‌پذیری زیاد

۱۳۳	۱-۵- ضوابط هندسی
۱۳۴	۲-۵- آرماتورگذاری
۱۳۵	۳-۵- طول گیرایی میلگردهای کششی

فصل ششم: ضوابط طراحی برای برش در قاب‌های با شکل‌پذیری زیاد

۱۳۹	۱-۶- ضوابط طراحی برای برش در قاب‌ها
۱۴۱	۲-۶- دیوارهای سازه‌ای و دیافراگم‌ها

فصل هفتم: اعضایی از قاب‌های با شکل‌پذیری زیاد که برای تحمل نیروهای زلزله طراحی نمی‌شوند.

۱۴۳	۱-۷- ضوابط طرح
-----	----------------------

فصل هشتم: اعضای تحت خمش در قاب‌های با شکل‌پذیری متوسط

۱۴۹	۱-۸- ضوابط هندسی
۱۵۱	۲-۸- ضوابط آرماتورهای طولی و عرضی

فصل نهم: اعضای تحت فشار و خمش در قاب‌های با شکل‌پذیری متوسط

۱۵۵	۱-۹- ضوابط هندسی
۱۵۷	۲-۹- ضوابط آرماتورهای طولی و عرضی

فصل دهم: دیوارهای سازه‌ای، دیافراگم‌ها و خرپاها در قاب‌های با شکل‌پذیری متوسط

۱۶۳	۱-۱۰- ضوابط آرماتورگذاری
-----	--------------------------------

فصل یازدهم: اتصال‌های تیر به ستون در قاب‌های با شکل‌پذیری متوسط

۱۶۵	۱-۱۱- ضوابط اتصال‌های تیر به ستون
-----	---

فصل دوازدهم: ضوابط طراحی برای برش در قاب‌های با شکل پذیری متوسط

۱۶۷ ۱۲-۱- ضوابط طراحی در برابر برش

۱۶۹ واژه‌نامه

۱۷۰ مراجع

بخش اول:

جزییات آرماتورگذاری لرزه‌ای در مناطق
زلزله‌خیز بر اساس ACI 318-11

فصل اول

معرفی

۱-۱- ملاحظات کلی

هدف اصلی طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله، دست‌یابی به مقاومت و شکل‌پذیری مناسب و ایمن در برابر زلزله‌های شدید و قابل انتظار در طول عمر سازه برای جلوگیری از فرو ریختن آن‌ها است. در بسیاری از سازه‌های تحت زلزله‌های متوسط تا شدید، طراحی اقتصادی و مقاوم در برابر زلزله با برقراری امکان تسلیم شدن در برخی از اعضای سازه‌ای میسر می‌شود. عموماً طراحی سازه‌ها در محدوده الاستیک برای بزرگ‌ترین نیروهای لختی ناشی از زلزله، از لحاظ اقتصادی مقرن به صرفه و عملی نیست. با این وجود، طراحی برخی از انواع سازه‌ها مانند سازه‌های محتوى مواد هسته‌ای، در محدوده تسلیم پاسخ‌گو نبوده و طراحی ضرورتاً باید در محدوده الاستیک صورت گیرد.

سازه‌هایی که محل نگهداری امکانات حیاتی هستند، مانند بیمارستان‌ها، آتش‌نشانی‌ها، کارخانجات و مراکز عمومی علاوه بر اینکه باید بدون فرو ریختن ایمن جان افراد باشند، باید پس از زلزله همان کارآیی و عملکرد سابق را داشته باشند. از این‌رو برای تأمین امنیت زندگی، کنترل خرابی سازه‌های مهم و حیاتی ضروری است. این مسئله حتی برای سازه‌های دیگر از لحاظ شناخت و برآورد هزینه تلفات و خسارت‌های پس از زلزله و قابل استفاده بودن ساختمان پس از وقوع زلزله دارای اهمیت است.

در حالت کلی، اغلب ضوابط لرزه‌ای آیین نامه ۳۱۸-۱۱ ACI به صورتی تنظیم شده است که در ساختمان‌های تحت زلزله‌های خفیف، هیچ‌گونه خرابی بوجود نیاید. این سازه‌ها در برابر زلزله‌های متوسط، متتحمل خرابی‌های سازه‌ای جزئی و بعضی خرابی‌های غیرسازه‌ای شده و در برابر زلزله‌های شدید، خرابی‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای قابل قبولی را متحمل می‌شوند. با توجه به مطالب بیان شده، سازه‌ها باید بتوانند در برابر حرکت‌های شدید زمین، بدون اینکه فرو بریزند، مقاومت کافی از خود نشان دهند.

طراحی سازه‌ها در برابر اثرات ناشی از زلزله شامل موارد زیر است:

- انتخاب سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی^۱ (LFR) که متناسب با تکان‌های پیش‌بینی شده زمین باشد. این سیستم باید به صورتی باشد که سازه هنگام حرکت زمین، عملکرد اصلی خود را در برابر نیروهای متواالی و اضافی بطور کامل و یکپارچه حفظ کند.
- تعیین نیروهای آئین‌نامه‌ای^۲ و تغییرشکل‌های ایجاد شده در اثر حرکت‌های زمین و توزیع نیروها به المان‌های مختلف سیستم LFR.
- مشخصات محل، شکل و توپوگرافی زمین، سیستم سازه‌ای و ارتفاع سازه متغیرهایی هستند که در تعیین این نیروها باید بررسی شوند.
- طراحی و تعیین جزیيات سازه‌ای اعضا و اتصالات برای اثرات ترکیبی نیروهای ثقلی و جانبی (شامل باد) به صورتی که مقاومت و سختی جانبی و قائم کافی داشته باشند، برای تأمین عملکرد سازه‌ای مناسب و تغییرشکل‌های قابل قبول معین شده در آئین‌نامه اداره ساختمان^۳ است.

در گذشته ضوابط ساختمانی مندرج در مراجع [1] الی [3] و منابع و مدارک دیگر، به صورت سنتی اندازه نیروهای لرزاها را کمتر از نیروهای طراحی ناشی از حرکت زمین در نظر می‌گرفتند. این فرض در مورد مرجع [4] (که بر مبنای ضوابط مرجع [5] است) نیز صادق است. بنابراین انتظار می‌رود سازه‌ها تحت اثر زلزله‌های شدید متحمل تغییرشکل‌های بزرگ شوند. هدف این ضوابط، ایجاد تغییرشکل‌های بزرگ بواسیله تسلیم شدن برخی از اعضای سازه‌ای است. بنابراین ساختمان‌هایی که تحت نیروهای لرزاها مشخص شده توسط آئین‌نامه قرار می‌گیرند، باید تغییرشکل پذیری غیرارتجاعی کافی داشته باشند تا توانند هنگام وارد شدن بارهای متواالی غیرارتجاعی، بدون فرو ریختن استحکام خود را حفظ کنند. برای سازه‌های بتی، رعایت ضوابط طراحی و آرماتورگذاری فصل 21 آئین‌نامه بتی آمریکا ACI 318-11، تغییرشکل پذیری غیرارتجاعی مورد نیاز را که جزو اصلی آئین‌نامه‌ها است برآورده می‌کند.

آزمایش‌ها و تجربیات بدست آمده از زلزله‌های اخیر نشان می‌دهد که ساختمان‌های بتی طراحی شده بر اساس نیروهای لرزاها منتظر سطح زلزله می‌توانند بدون افت قابل ملاحظه مقاومت در برابر زمین لرزاها شدید مستحکم باقی بمانند. سازه‌های بتی که جزیيات آنها به درستی اجرا شده باشد، علاوه بر آنکه در برابر حرکات شدید زمین مقاومت دارند، سختی مؤثر آنها هنگام انرژی استهلاک انرژی بیشتر خواهد شد. اعضای بتن مسلحی که به درستی طراحی و اجرا شده باشند، می‌توانند با تغییرشکل‌های غیرارتجاعی، انرژی لرزاها را به خوبی مستهلك کنند.

۱-۲- دامنه کاربرد بخش اول کتاب

هدف اصلی بخش اول این کتاب، توضیح جامع ضوابط طراحی و اجرایی سازه‌های لرزاهای بتی بر اساس فصل 21 آئین‌نامه ACI 318-11، مرجع

۱- Lateral Force Resisting

۲- Code-Prescribed

۳-Governing building code

[6] است. موضوعات مورد بحث این کتاب به ترتیب زیر هستند:

- ۱- اعضای خمشی قاب‌های خمشی ویژه
- ۲- اعضای قاب‌های خمشی ویژه تحت بارهای خمشی و محوری
- ۳- گرهات قاب‌های خمشی ویژه
- ۴- تیرهای کوپله و دیوارهای بتن مسلح ویژه
- ۵- دیافراگمهای سازه‌ای و خرپاها
- ۶- پی‌ها
- ۷- اعضای طراحی نشده به عنوان بخشی از سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی
- ۸- قاب‌های خمشی متوسط

فصل دوم

اعضای خمثی قاب‌های خمثی ویژه

۱-۲ - ضوابط کلی

در مناطق با خطر لرزه‌خیزی زیاد و برای سازه‌هایی که به عملکرد لرزه‌ای زیادی نیاز دارند، باید از قاب‌های خمثی ویژه استفاده کرد. اعضای خمثی قاب‌های خمثی ویژه باید به صورتی طراحی شوند که بتوانند ضوابط مندرج در بند 21.5 را برآورده کنند. در جدول ۱-۲ و شکل ۱-۲ خلاصه‌ای از ضوابط مندرج در بندهای 21.5.1.1 الی 21.5.1.4 بیان شده است. این ضوابط بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایش‌ها و تجربیات گذشته استوار هستند.

۲-۲ - آرماتورهای طولی

جدول ۲-۲ و شکل ۲-۲ خلاصه‌ای از ضوابط مندرج در بندهای 21.5.2.1 و 21.5.2.2 را در مورد آرماتورهای طولی بیان می‌کند. طبق بند 21.5.2.2، لنگر مقاوم مثبت در انتهای هر گره باید از نصف لنگر مقاوم منفی کمتر باشد. هیچکدام از لنگرهای مقاوم منفی یا مثبت بوجود آمده در مقاطع در طول عضو نباید از $1/4$ حداکثر لنگر مقاوم تأمین شده در هر یک از وجوده گره کمتر باشند. چنین ضوابطی به دلیل امکان بیشتر شدن لنگرهای مثبت در انتهای تیر (ناشی از تغییر مکان‌های جانبی لرزه‌ای) از لنگرهای منفی ناشی از بارهای ثقلی است. کمترین ظرفیت لنگر در هر مقطع از تیر، بر اساس بیشترین ظرفیت لنگر در هر یک از وجوده تکیه گاه است. این ضوابط تضمین کننده مقاومت و شکل‌پذیری سازه در برابر تغییر مکان‌های جانبی بزرگ سازه است. حداکثر نسبت آرماتور گذاری برابر 0.025 ، بر اساس ملاحظات تراکم فولاد و نیز محدود کردن تنش‌های پرشی تیرهای با طراحی معمولی است. طبق این ضوابط باید حداقل دو آرماتور سراسری هم در بالا و هم در پایین تیرهای سراسری برای اهداف اجرایی تعییه شود.

جدول ۱-۲ - ضوابط کلی

شماره شکل	شماره بند
	21.5.1.1
	21.5.1.2
	21.5.1.3
1-۲	21.5.1.4

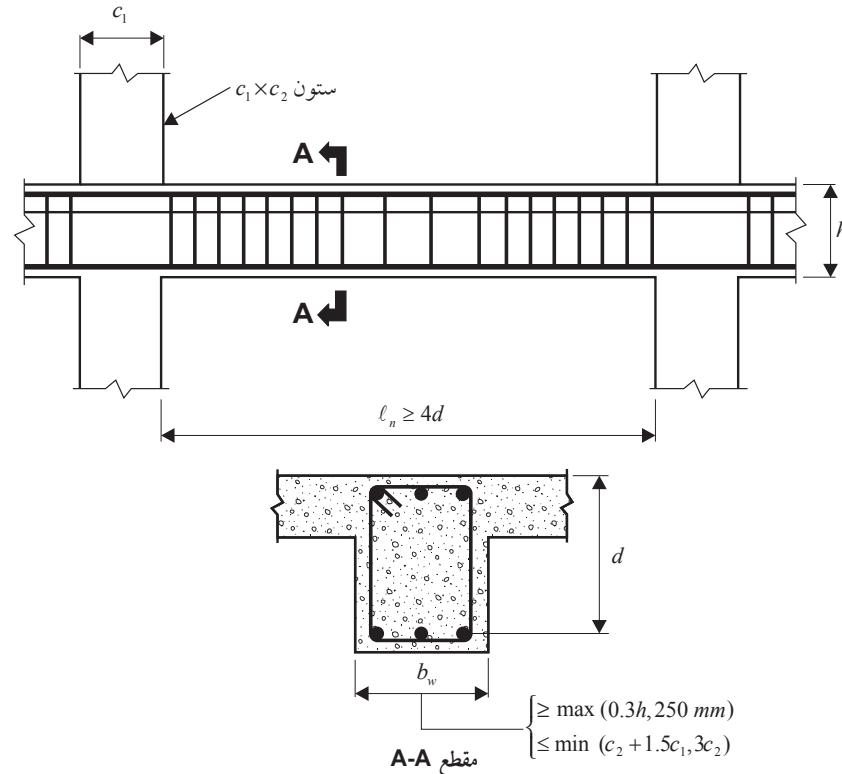
نیروی محوری فشاری ضریب دار بوجود آمده در اعضاء، P_u ، نباید از $A_g f'_c / 10$ بیشتر شود ($.(P_u \leq A_g f'_c / 10)$).

فاصله آزاد برای اعضاء، ℓ_n ، نباید از چهار برابر عمق مؤثر آنها کمتر باشد ($.\ell_n \geq 4d$).

عرض عضو، b_w ، نباید از $0.3h$ و 250 mm کمتر باشد ($.b_w \geq (0.3h, 250\text{ mm})$).

عرض عضو، b_w نباید:

- بیشتر از عرض عضو تکیه‌گاهی، در صفحه عمود بر محور طولی عضو خمی c_2 ، به اضافه‌ی عرض عضو تکیه‌گاهی c_2 در هر طرف عضو تکیه‌گاهی باشد.
- بیشتر از عرض عضو تکیه‌گاهی $3/4$ بعد دیگر مقطع عضو تکیه‌گاهی در هر طرف آن باشد.



شکل ۱-۲ - ضوابط کلی

جدول ۲-۲- ضوابط آرماتور طولی

شماره شکل	شماره بند
۲-۲	21.5.2.1
	21.5.2.2

کمترین مقدار آرماتورگذاری در بالا و پایین هر مقطع $A_{s,min}$ نباید از بزرگترین مقدار دو رابطه زیر کمتر باشد:

$$1.4b_w d / f_y \quad \text{و} \quad \sqrt{f'_c b_w d} / (4f_y)$$

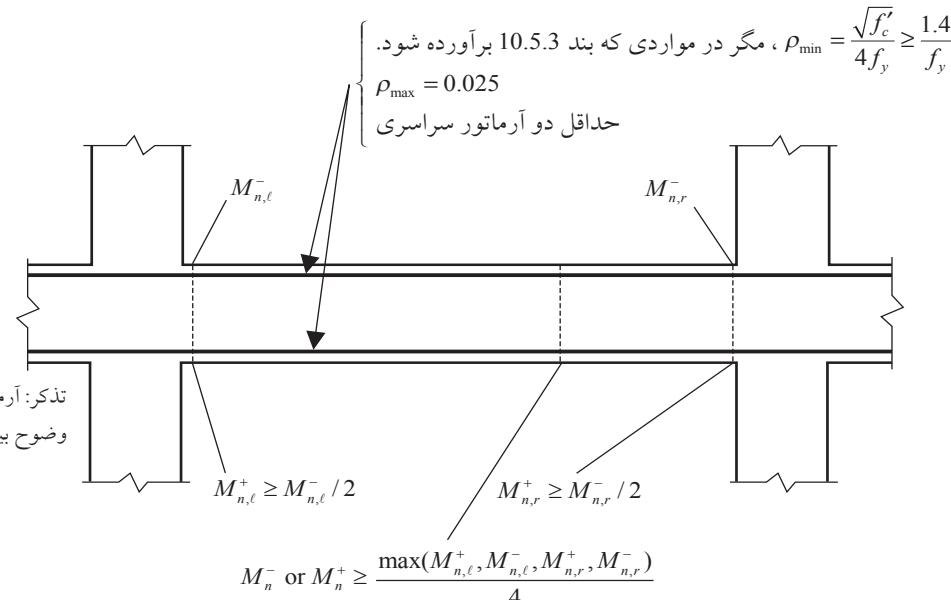
جز در مواردی که بند 10.5.3 برآورده می‌شود. یعنی در مواردی که A_s تعییه شده حداقل به اندازه ۱/۳ بیشتر از مقدار بدست آمده از تحلیل باشد.

نسبت آرماتورها نباید از ۰.۰۲۵ ($\rho \leq 0.025$) بیشتر شود.

در وجود بالایی و پایینی باید حداقل دو آرماتور سراسری قرار داده شود.

نصف مقاومت خمشی منفی در همان وجه گره \geq مقاومت خمشی مثبت در وجه گره

مقاومت خمشی مثبت در بر گره نباید از نصف لنگر مقاوم منفی تأمین شده در همان وجه گره کمتر باشد. هیچ کدام از لنگرهای مقاوم منفی یا مثبت بوجود آمده در مقاطع در طول عضو نباید از ۱/۴ حداکثر لنگر مقاوم تأمین شده در هریک از وجود گره کمتر باشند.



شکل ۲-۲- ضوابط آرماتور طولی

در جدول ۳-۲ و شکل ۳-۲ ضوابط وصله‌های پوششی آرماتورهای خمشی بیان شده است. وصله‌های پوششی به شرطی مجاز به استفاده هستند که در طول وصله، خاموت‌های بسته یا مارپیچی به درستی اجرا شده باشد. در قسمت‌هایی از تیر که هنگام زلزله احتمال ایجاد مفصل خمیری وجود دارد، نباید از وصله‌های پوششی استفاده شود (بند 21.5.2.3 را ملاحظه کنید). جزیيات اجرایی خاموت‌های بسته در بخش ۳-۲ آورده شده است. بر اساس بند 21.5.2.4 وصله‌های مکانیکی باید مطابق بند 21.1.6، و وصله‌های جوشی مطابق بند 21.1.7 اجرا شوند.

جدول ۳-۲- ضوابط وصله‌های پوششی

شماره شکل	شماره بند
وصله‌های پوششی آرماتورهای خمشی تنها در صورتی مجاز به استفاده هستند که در طول وصله، خاموت‌های بسته یا آرماتورهای مارپیچی تأمین شده باشد. فاصله آرماتورهای عرضی محصور کننده آرماتورهای وصله شده نباید از مقادیر زیر بیشتر باشد:	21.5.2.3
$d/4$	●
100 mm	●
وصله‌های پوششی نباید در موارد زیر بکار روند:	
الف- در داخل گره‌ها	
ب- در داخل فاصله‌ای به اندازه دو برابر عمق عضو از وجه گره	
پ- در مواردی که توسط تحلیل، امکان تسليم شدگی خمشی مقطع ناشی از تغییر مکان‌های جانبی غیرالاستیک قاب تشخیص داده شود.	
وصله‌های مکانیکی باید مطابق بند 21.1.6، و وصله‌های جوش شده باید مطابق بند 21.1.7 باشند.	21.5.2.4
	-