



بسمه تعالی

مدیر کل محترم نوسازی مدارس استان ...

موضوع: بخشنامه شماره ۲ ارزیابی آسیب پذیری و ارائه طرح بهسازی مدارس

سلام علیکم

با احترام، بخشنامه شماره دو ارزیابی آسیب پذیری و ارائه طرح بهسازی ساختمان‌های آموزشی کشور، که حاصل تجارب به دست آمده در سازمان، طی سال‌های گذشته و استفاده از نقطه نظرات مفید و ارزشمند تعدادی از اساتید گرانقدر و صاحب‌نظران این رشته می‌باشد، تهیه و تنظیم گردیده است. رعایت کلیه مفاد بخشنامه حاضر از تاریخ ابلاغ این بخشنامه توسط مشاورین و پیمانکاران و عوامل دیگر الزامی می‌باشد. لذا مقتضی است یک نسخه از بخشنامه حاضر به کلیه مشاورین طرف قرارداد جهت ملحوظ نمودن در ارزیابی و ارائه طرح بهسازی و مدیران طرح طرف قرارداد جهت کنترل گزارش‌ها و نقشه‌های اجرایی ارسال گردد.

این بخشنامه در صفحه اصلی سایت سازمان نوسازی مدارس کشور به آدرس www.nosazimadares.ir در قسمت اسناد و با نام "بخشنامه شماره ۲ ارزیابی آسیب پذیری و ارائه طرح بهسازی مدارس" قابل دریافت می‌باشد.

علیرضا مهدیزاده ساری

مسئول واحد مقاوم سازی

با احترام، بخشنامه شماره ۱۵۰۱۵-۱۰۲۸۸/۲۳-۱۰۲۸۸/۲۳ ارزیابی آسیب پذیری و ارائه طرح بهسازی ساختمان‌های آموزشی کشور، که حاصل تجارب به دست آمده در سازمان، طی سال‌های گذشته و استفاده از نقطه نظرات مفید و ارزشمند تعدادی از اساتید گرانقدر و صاحب‌نظران این رشته می‌باشد، طی نامه شماره ۱۵۰۱۵-۱۰۲۸۸/۲۳ مورخ ۸۸/۱۲/۲۴ ابلاغ گردیده است. رعایت تعدادی از بندهای بخشنامه حاضر الزامی است و باید از تاریخ ابلاغ بخشنامه در کلیه طرح‌ها ملحوظ گردد. تعدادی از بندها نیز به صورت توصیه می‌باشد که این گونه بندها ترجیح کارفرمایی را می‌رساند و مشاورین و پیمانکاران باید اهتمام ویژه به منظور به کارگیری آنها داشته باشند. بخشنامه حاضر از دو ستون مجزا تشکیل گردیده است. ستون اول بخشنامه شامل متن بخشنامه می‌باشد که عین این متن، به تصویب کمیته فنی مقاوم‌سازی سازمان نوسازی مدارس کشور رسیده است، در ستون دیگر این بخشنامه تفسیر هر یک از بندها قید گردیده است. این تفاسیر به دنبال تبیین سرچشمه تدوین و کاربرد هر یک از مفاد بخشنامه حاضر می‌باشد.

لازم به ذکر سازمان نوسازی مدارس کشور از دریافت نقد و پیشنهادات فنی صاحب‌نظران، به منظور بهبود روند مقاوم‌سازی مدارس کشور و ارتقا بخشنامه‌های متعاقب، استقبال می‌نمایند.

اعضای کمیته تصویب

۱. علیرضا آقا بابائی
۲. محمد حسین ترابی‌زاده
۳. عبدالرضا سروقدمقدم
۴. حمزه شکیب
۵. ابوالقاسم صانعی‌نژاد
۶. غلامرضا قدرتی
۷. حسن مقدم
۸. علیرضا مهدیزاده
۹. محمد حسین میرهاشمی
۱۰. تیمور هنربخش

بخشنامه

تفسیر

۱- فعالیت‌های مربوطه به منظور تامین کمبود ظرفیت در ساختمان‌های بنایی و اسکلت‌دار، حتی المقدور در پیرامون ساختمان متمرکز گردد و از ورود به ساختمان اجتناب شود.

۲- به منظور تامین مقاومت و سختی در ساختمان‌های اسکلت‌دار حتی المقدور از المان دیوار برشی به جای دهانه‌های مهاربندی شده، استفاده گردد.

۳- به منظور تبدیل مقاومت کرانه پایین مصالح به مقاومت مورد انتظار جداول شماره ۱-۶ و ۲-۶ نشریه ۳۶۰ به شرح پیوست اصلاح می‌گردد.

ت - اجتناب از ورود به ساختمان به منظور حداقل نمودن هزینه‌های ناشی از تجدید نازک‌کاری در ساختمان می‌باشد، بنابراین در مواردی که ورود به ساختمان صرفه اقتصادی به همراه دارد، ارائه راهکارهای افزایش مقاومت اجزای داخلی ساختمان پذیرفته خواهد بود. البته باید توجه داشت که هنگام ورود به ساختمان به منظور بهسازی لرزه‌ای، هزینه‌هایی به ساختمان تحمیل می‌گردد که به هیچ عنوان قابل پیش بینی نمی‌باشد. (مانند شکستگی سنگ پله که به هنگام حمل مصالح ایجاد گردیده است).

ت - اجرای المان دیوار برشی ضمن آنکه به تخصص کمتری در مقایسه با اجرای دهانه‌های مهاربندی شده نیاز دارد، از عملکرد مناسب‌تری در مقایسه با دهانه مهاربندی شده در هنگام زلزله برخوردار است. همچنین سختی زیاد این المان باعث کاهش نسبی ترک‌های غیر سازه‌ای در تیغه‌ها و میانقاب‌ها در زلزله‌های خفیف می‌گردد.

در صورتی که المان دیوار بتنی عملکرد برشی داشته باشد پیش‌بینی المان مرزی برای آن مورد نیاز نمی‌باشد، و توزیع یکنواخت آرماتور در این گونه دیوارها عملکرد مناسب‌تری را به نمایش خواهد گذاشت، اما در صورت پیش‌بینی عملکرد خمشی برای دیوارهای بتنی پیش‌بینی المان مرزی تاثیر زیادی در بهبود عملکرد دیوار خواهد داشت.

ت - مرجع استفاده شده برای اصلاح جدول ۱-۶ آیین نامه 41-06 ASCE و جدول ۲-۶ گزارش ASCE_41_update_PEER_Report_02 می‌باشد. گزارش مربوطه قابل دریافت از اینترنت می‌باشد. همچنین مقاله مفصلی با نام Update to ASCE/SEI 41 Concrete Provision در مجله Earthquake Spectra, Volume 23 به چاپ رسیده است که بر اتقان این گزارش می‌افزاید.

۴- در استفاده از دیوار برشی در تحلیل‌های خطی و غیر خطی جداول نشریه ۳۶۰ مربوط به ضوابط پذیرش دیوارها (جداول ۶-۱۴ تا ۶-۱۷) به شرح پیوست اصلاح می‌گردد.

۵- در صورت مدلسازی کامل اعضا ساختمان در نرم افزار (با در نظر گرفتن اثرات کاهندگی اعضا) استفاده از معیارهای پذیرش اعضای غیر اصلی برای کلیه اعضا الزامی است.

۶- در صورت تامین ظرفیت مورد نیاز جهت اتصال دیوار برشی به دیافراگم، حذف دیوار آجری موجود در پیرامون یا داخل ساختمان مورد نیاز نمی‌باشد. بالاخص در خصوص ساختمان‌های مصالح بنایی باید از راهکارهایی جهت اتصال دیافراگم به دیوار برشی استفاده نمود که نیازی به تخریب دیوارهای آجری موجود نباشد.

۷- به منظور تامین ظرفیت مورد نیاز فونداسیون، حتی‌المقدور از المان شمع به جای گسترش پی در ساختمان استفاده گردد.

۸- به منظور تعیین کرانه پایین مقاومت کششی فولاد مصرفی در آرماتور و مقاطع نورد شده، از اعداد جدول ذیل استفاده گردد و نیازی به نمونه گیری و انجام آزمایش کشش نمی‌باشد.

ت - مرجع استفاده شده برای جداول حاضر گزارش ASCE_41_update_PEER_Report_02 می‌باشد.

ت - عطف به بند ۳-۳-۱-۱ و ۳-۴-۲-۲، نشریه ۳۶۰، از آنجا که نرم افزارهای تحلیلی رایج بین مهندسين، توانایی در نظر گرفتن اثرات کاهندگی رفتار اعضا را دارا می‌باشند، در صورت مدلسازی کامل ساختمان در نرم افزار (مدلسازی اعضای اصلی و غیر اصلی سازه) معیارهای پذیرش اعضای اصلی و غیر اصلی یکسان خواهد بود. لذا به منظور استفاده از این ظرفیت مدلسازی کامل ساختمان در نرم‌افزارهای تحلیلی و استفاده از معیارهای پذیرش اعضای غیر اصلی برای کلیه اعضا الزامی است.

ت - عدم تخریب دیوار آجری موجود علاوه بر آنکه نقش قالب دیوار بتنی موجود را ایفا می‌نماید و کاهش هزینه‌های قالب‌بندی در اجرا را به همراه دارد، در صورت اتصال مناسب دیوار آجری موجود به دیوار برشی از ظرفیت‌های دیوار آجری موجود نیز می‌توان استفاده نمود. همچنین در هنگام تخریب دیوارهای موجود هزینه‌های جانبی زیادی به ساختمان تحمیل می‌گردد، که در بعضی موارد غیر قابل پیش بینی است.

ت - در اغلب موارد گسترش پی‌ها تخریب دیوارها و تیغه‌ها در تراز هم‌کف را به همراه دارد و برای تخریب تیغه‌ها در طبقه هم‌کف ناگزیر از تخریب تیغه‌ها در طبقات فوقانی خواهیم بود که مستلزم هزینه‌ها اجرایی زیادی است. بنا براین در مواردی که با چنین مشکلی روبرو نمی‌گردیم استفاده از شمع و یا پی گسترده از این نظر علی‌السویه است.

ت - با توجه به شرایط تولید و واردات فولاد در کشور و نظر به سوابق تست های صورت گرفته در پروژه‌ها، می‌توان گفت که اعدادی که در این جداول معرفی شده‌اند، به عنوان کرانه پایین مقاومت قطعی می‌باشند. لذا به منظور تعیین ضریب آگاهی کلیه موارد مندرج در نشریه ۳۶۰ در کنار استفاده از این جدول لازم‌الاجرا می‌باشد. به این معنا، در صورتی که دستیابی

مقاطع نورد شده ۲۴۰۰

آماتور ۳۰۰۰

کلیه واحد ها کیلوگرم بر سانتیمتر می باشد

به سطح اطلاعات متعارف در یک ساختمان بتنی در نظر باشد انجام نمونه گیری از بتن مطابق ضابطه ۲-۳-۲-۶ در کنار ملاحظات بند ۲-۳-۶-۴ نشریه ۳۶۰ مورد نیاز است، اما برای تعیین مشخصات آرماتور می توان از جدول ذیل استفاده نمود و نیازی به نمونه گیری و تست کشش آرماتور نمی باشد. همچنین برای شناسایی اسکلت های فولادی در سطح اطلاعات متعارف انجام نمونه گیری از تیر و ستون و مهاربند مطابق ضابطه ۲-۳-۲-۵ نشریه مورد نیاز نمی باشد. اما توصیه می گردد در صورتی که ساختمان مورد بررسی دارای قاب مهاربندی می باشد که در هنگام ارزیابی ساختمان از ظرفیت آن استفاده می شود، نمونه گیری از مقطع مهاربند برای تعیین مشخصات مصالح صورت پذیرد. علت این توصیه وابستگی زیاد عملکرد قاب مهاربندی به اتصال مهاربند به تیر و ستون می باشد. همچنین در سال های گذشته ورود آهن آلات با مشخصات گوناگون به بازار ایران اهمیت این موضوع را دو چندان می نماید

ت - آرماتورهای نمره ۶ و پایین تر رایج در بازار ایران به صورت ساده و نمرات بالاتر به صورت آجدار می باشد. البته در بعضی موارد با کشیدن آرماتور آجدار نمره ۸ و تبدیل آن به آرماتور نمره ۶ آرماتور ۶ آجدار تولید می نمایند. این روش تولید آرماتور نمره پایین آجدار منجر به تغییرات مشخصات مکانیکی مصالح آرماتور می گردد.

ت - برپایی میلگرد در کارگاه علاوه بر آنکه زمان زیادی در هنگام اجرا صرف می نماید، به علت پایین بودن نمره میلگرد از کیفیت مناسبی نیز نمی تواند برخوردار باشد. همچنین ایجاد شبکه پیش ساخته که توسط جوش به یکدیگر متصل گردیده اند مورد تایید است و برپایی شبکه میلگرد به وسیله سیم آرماتوربندی مورد تایید نمی باشد. مسئله حاضر می بایست در نقشه های اجرایی توسط مشاور طرح اضافه گردد.

ت - علت محدودیت اعمال شده در خصوص وصله پوششی، عدم قطعیت در مشخصات بتن شاتکریت و ضخامت کم آن

۹- استفاده از میلگرد ساده نمره ۶ و پایین تر برای ایجاد شبکه پیش ساخته بلامانع است. اما در صورت صورت استفاده از میلگردهای قطور تر (نمره ۸ و بالاتر) به منظور برپایی شبکه، استفاده از میلگرد آجدار الزامی است.

۱۰- در اجرای شبکه آرماتور شاتکریت به منظور تامین ظرفیت برشی ساختمان، استفاده از شبکه های پیش ساخته که توسط جوش به یکدیگر متصل گردیده اند مورد تایید است و برپایی شبکه میلگرد به وسیله سیم آرماتوربندی مورد تایید نمی باشد. مسئله حاضر می بایست در نقشه های اجرایی توسط مشاور طرح اضافه گردد.

۱۱- شبکه آرماتور شاتکریت باید به صورت پیوسته اجرا گردد و وجود انقطاع در این شبکه پذیرفته

نمی‌باشد. همچنین به منظور ایجاد پیوستگی استفاده از وصله پوششی به منظور اتصال شبکه های پیش ساخته مورد تایید نبوده و برای اتصال این شبکه ها باید از وصله جوشی استفاده گردد. دتایل جوش شبکه‌ها به یکدیگر در نقشه های اجرایی باید ارائه گردد و ذکر بند حاضر در نقشه‌های اجرایی کفایت نمی‌نماید. این اتصال می‌تواند توسط آرماتورها اضافی در فواصل معین و یا استفاده از ورق‌هایی در مرز صفحات ایجاد گردد.

می‌باشد که موجب عدم تامین اصطکاک مورد نیاز جهت ایجاد پیوستگی در شبکه می‌گردد. همچنین اتصال شبکه های فولادی به وسیله جوش، در راستای ایجاد مجموعه پیوسته که بدون حضور بتن در بهبود رفتار دیوارها کارساز باشد، حائز اهمیت است.

در استفاده از جوش به منظور اتصال شبکه‌ها باید به مسائل مرتبط با جوش آرماتور (استفاده از الکتروود مناسب، پیش گرمایش مورد نیاز الکتروود و دیگر مسائل فنی مرتبط) با ید توجه نمود.

۱۲- اجرای دیوار برشی در مدارس بنایی که صلبیت سقف آنها مطابق نشریه ۳۶۰ تامین گردیده است با رعایت کلیه ضوابط فنی مجاز و مورد توصیه می‌باشد.

ت - در مواردی که ساختمان مصالح بنایی از کیفیت بالایی در معماری خود برخوردار است بهتر است به جای توزیع فعالیت‌های مرتبط با امر مقاوم‌سازی در ساختمان، در بخش محدودی از ساختمان متمرکز گردیم تا هزینه‌های جانبی ناشی از احیای معماری در ساختمان کاهش یابد. در استفاده از دیوار برشی در ساختمان‌های مصالح بنایی، توجه به کاهش حداکثری پیچش در ساختمان، کفایت صلبیت و انسجام سقف و اتصال سقف و دیوار، و توجه به اتصال مناسب دیوارهای پیرامونی به سقف موجود حائز اهمیت است.

۱۳- در صورت استفاده از دیوار برشی به منظور تامین مقاومت در ساختمان‌های بنایی از ظرفیت برشی موجود ساختمان (ناشی از ظرفیت دیوارهای آجری) صرف نظر گردیده و دیوارهای برشی برای تامین نیاز برشی کل ساختمان حین زلزله طراحی گردند.

ت - عدم استفاده از ظرفیت دیوارهای موجود به دلیل اختلاف در سختی دیوارهای برشی بنایی و دیوارهای برشی بتنی و اختلاف در نحوه عملکرد آنها منظور گردیده است. در این روش در واقع دیوارهای آجری موجود باید به عنوان عناصر غیر اصلی ساختمان در نظر گرفته شود و البته حد بالاتری از آسیب پذیری در آنها پذیرفته خواهد بود. به هر ترتیب در صورتی که در حین طراحی مسائل مذکور مد نظر قرار گیرد استفاده از ظرفیت دیوارهای بنایی به همراه دیوار برشی بلامانع خواهد بود.

پیوست

جدول (۶-۱۶): پارامترهای مدل‌سازی و معیارهای پذیرش برای روش‌های غیرخطی کنترل‌شونده با خمش برای دیوارهای برشی و اجزای آن

معیارهای پذیرش ^{۵۴}				پارامترهای مدل‌سازی			شرایط			
زاویه‌ی دوران خمیری، رادیان				نسبت مقاومت باقیمانده	زاویه‌ی دوران خمیری، رادیان					
سطح عملکرد					IO	b		a		
نوع عضو										
غیر اصلی		اصلی								
CP	LS	CP	LS							
الف - دیوارهای برشی یا قطعات دیوار										
							محصور شدگی مرزی ^۱	$\frac{V}{t_w l_w \sqrt{f'_c}}$	$\frac{[A_s - A'_s] f_y + P}{t_w l_w f'_c}$	
۰/۰۲۰	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۰	۰/۰۰۵	۰/۷۵	۰/۰۲۰	۰/۰۱۵	بله	≤ 4	≤ 0.1
۰/۰۱۵	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۴۰	۰/۰۱۵	۰/۰۱۰	بله	≥ 6	≤ 0.1
۰/۰۱۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۶۰	۰/۰۱۲	۰/۰۰۹	بله	≤ 4	≥ 0.25
۰/۰۱۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱۵	۰/۳۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۵	بله	≥ 6	≥ 0.25
۰/۰۱۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۶۰	۰/۰۱۵	۰/۰۰۸	خیر	≤ 4	≤ 0.1
۰/۰۱۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۳۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۶	خیر	≥ 6	≤ 0.1
۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۲۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	خیر	≤ 4	≥ 0.25
۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	خیر	≥ 6	≥ 0.25
ب - تیرهای کوبه‌کننده‌ی دیوارهای برشی^۳										
								$\frac{V}{t_w l_w \sqrt{f'_c}}$	آرماچورهای طولی و عرضی ^۲	
۰/۰۵۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲	۰/۰۱۰	۰/۷۵	۰/۰۵۰	۰/۰۲۵	≤ 3	آرماچور طولی و آرماچور عرضی واجد شرایط	
۰/۰۴۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۵	۰/۵۰	۰/۰۴۰	۰/۰۲۰	≥ 6	آرماچور طولی و آرماچور عرضی فاقد شرایط	
۰/۰۳۵	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۲	۰/۰۰۶	۰/۵۰	۰/۰۳۵	۰/۰۲۰	≤ 3	آرماچور قطری	
۰/۰۲۵	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۱۰	≥ 6		
۰/۰۵۰	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۱۸	۰/۰۰۶	۰/۸۰	۰/۰۵۰	۰/۰۳۰	----		

۱- در حالتی که آرماتورهای عرضی بیش از ۷۵٪ مقدار لازم بر اساس ACI 318 و فاصله خاموت‌ها کمتر از $8d_b$ باشد، المان مرزی محصور شده در نظر گرفته می‌شود. در حالتی که حداقل ۵۰٪ مقادیر ACI 318 رعایت شده باشد و فاصله خاموت‌ها کمتر از $8d_b$ باشد در این صورت پارامترهای مدل سازی و ضوابط پذیرش ۸۰٪ مقادیر با محصور شدگی مرزی در نظر گرفته می‌شوند. در غیر این صورت باید فاقد محصور شدگی محسوب شود.

۲- منظور از آرماتور طولی، آرماتورهای واقع در بالا و پایین تیرهای کوپله‌کننده‌ی موازی محور طولی آن می‌باشد. شرایط آرماتورهای عرضی «واجد شرایط» عبارتند از: (الف) در تمام طول تیر کوپله‌کننده خاموت‌های بسته در فاصله‌ی کمتر یا مساوی $\frac{d}{3}$ از هم قرار داشته باشند، (ب) مقاومت تامین‌شده V_s توسط خاموت‌های بسته حداقل برابر با $\frac{3}{4}$ مقاومت برشی موردنیاز تیر کوپله‌کننده باشد.

۳- در مورد تیرهای کوپله اعضای غیراصلی با دهانه‌های کمتر از ۲/۵ متر در صورتی که آرماتورهای تحتانی آن‌ها به طور ممتد در دیوارهای دو طرف قرار داشته باشند می‌توان مقادیر جدول را دو برابر نمود.

۴- برای اعضای اصلی و غیر اصلی در صورتی که کل نمودار هیستریزیس با در نظر گرفتن اثر کاهندگی و مقاومت باقیمانده مدلسازی شود می‌توان ضوابط پذیرش را مطابق ضوابط عضو غیر اصلی در نظر گرفت.

۵- در صورت نیاز می‌توان از دورن‌یابی خطی بین مقادیر داده‌شده در جدول استفاده کرد.

جدول (۶-۱۷): پارامترها مدل‌سازی و معیارهای پذیرش برای روش‌های غیرخطی کنترل‌شونده با برش برای دیوارهای برشی و اجزای آن

معیارهای پذیرش				پارامترهای مدل‌سازی						شرایط	
تغییر مکان نسبی کلی مجاز (%) یا دوران عضو ^۵ ، رادیان ^۱				نسبت مقاومت	تغییر مکان نسبی کلی (%) یا دوران عضو، رادیان ^۱						
سطح عملکرد					IO	f	c	g	e		d
نوع عضو		اصلی									
CP	LS	CP	LS								
الف - دیوارهای برشی یا قطعات دیوار^۲											
۲	۱/۵	۱	۰/۷۵	۰/۴۰	۰/۶	۰/۲	۰/۴	۲	۱	$\frac{[A_s - A'_s]f_y + P}{t_w l_w f'_c} \leq 0.05$	
۱	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۵۵	۰/۴	۰/۶	۰	۰/۴	۱	۰/۷۵	$\frac{[A_s - A'_s]f_y + P}{t_w l_w f'_c} > 0.05$	
ب - تیرهای کوپله‌کننده‌ی دیوارهای برشی^۴											
										$\frac{V}{t_w l_w \sqrt{f_c}}$	آرماتورهای طولی و عرضی ^۳
۰/۰۳۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۶		۰/۶		۰/۰۳	۰/۰۲	≤ 3	آرماتور طولی و آرماتور عرضی واجد شرایط
۰/۰۲۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۵		۰/۳		۰/۰۲۴	۰/۰۱۶	≥ 6	
۰/۰۲۰	۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶		۰/۴		۰/۰۲۵	۰/۰۱۲	≤ 3	آرماتور طولی و آرماتور عرضی فاقد شرایط
۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴		۰/۲		۰/۰۱۴	۰/۰۰۸	≥ 6	

- ۱- در مورد دیوارهای برشی و قطعات دیوار از تغییر مکان نسبی و در مورد تیرهای کوبله‌کننده از دوران عضو استفاده شود. به شکل‌های ۳-۶ و ۴-۶ دستورالعمل مراجعه شود.
- ۲- برای دیوارهای برشی و قطعات دیواری که رفتار غیرارتجاعی آن‌ها توسط برشی کنترل می‌شود، نیروی محوری عضو باید کمتر یا مساوی $f'_c A_g / 15$ باشد، در غیر این صورت عضو به عنوان پارامتر پاسخ کنترل‌شونده توسط نیرو فرض شود.
- ۳- منظور از آرما تور طولی، آرما تورهای واقع در بالا و پایین تیرهای کوبله‌کننده‌ی موازی محور طولی آن می‌باشد. شرایط آرما تورهای عرضی «واجد شرایط» عبارتند از: (الف) در تمام طول تیر کوبله‌کننده خاموت‌های بسته در فاصله‌ی کمتر یا مساوی $\frac{d}{3}$ از هم قرار داشته باشند، (ب) مقاومت تامین‌شده V_s توسط خاموت‌های بسته حداقل برابر با $\frac{3}{4}$ مقاومت برشی موردنیاز تیر کوبله‌کننده باشد.
- ۴- در مورد تیرهای کوبله‌ اعضای غیراصلی با دهانه‌های کمتر از $2/5$ متر در صورتی که آرما تورهای تحتانی آن‌ها به طور ممتد در دیوارهای دو طرف قرار داشته باشند می‌توان مقادیر جدول را دو برابر نمود.
- ۵- برای اعضای اصلی و غیر اصلی در صورتی که کل نمودار هیستریزیس با در نظر گرفتن اثر کاهش‌دهنده مدلسازی شود می‌توان ضوابط پذیرش را مطابق ضوابط عضو غیر اصلی در نظر گرفت.

جدول (۶-۱۴): معیارهای پذیرش برای روش‌های خطی اعضای کنترل‌شونده با خمش برای دیوارهای برشی و اجزای آن

ضرایب ^۶ m					شرایط		
سطح عملکرد							
نوع عضو				IO			
غیر اصلی		اصلی					
CP	LS	CP	LS				
الف- دیوارهای برشی یا قطعات دیوار							
					محصورشده‌گی مرزی ^۱	$\frac{V}{t_w l_w \sqrt{f'_c}}$ ^۴	$\frac{[A_s - A'_s] f_y + P^{\Delta}}{t_w l_w f'_c}$ ^۵
۸	۶	۶	۴	۲	بله	≤ 4	≤ 0.1
۶	۴	۴	۳	۲	بله	≥ 6	≤ 0.1
۶	۴	۴	۳	۱/۵	بله	≤ 4	≥ 0.25
۴	۲/۵	۲/۵	۲	۱/۲۵	بله	≥ 6	≥ 0.25
۶	۴	۴	۲/۵	۲	خیر	≤ 4	≤ 0.1
۴	۲/۵	۲/۵	۲	۱/۵	خیر	≥ 6	≤ 0.1
۳	۲	۲	۱/۵	۱/۲۵	خیر	≤ 4	≥ 0.25
۲	۱/۷۵	۱/۷۵	۱/۵	۱/۲۵	خیر	≥ 6	≥ 0.25
ب- تیرهای کوبله‌کننده دیوارهای برشی^۳							
						$\frac{V}{t_w l_w \sqrt{f'_c}}$ ^۴	آرماتور طولی و عرضی ^۲
۹	۶	۶	۴	۲		≤ 3	آرماتور طولی و آرماتور عرضی واجد شرایط
۷	۴	۴	۳	۱/۵		≥ 6	
۸	۵	۵	۳/۵	۱/۵		≤ 3	آرماتور طولی و آرماتور عرضی فاقد شرایط
۴	۲/۵	۲/۵	۱/۸	۱/۲		≥ 6	
۱۰	۷	۷	۵	۲		----	آرماتور قطری

- ۱- در حالتی که آرماتورهای عرضی بیش از ۷۵٪ مقدار لازم بر اساس ACI 318 و فاصله خاموت‌ها کمتر از $8d_b$ باشد، همان مرزی محصور شده در نظر گرفته می‌شود. در حالتی که حداقل ۵۰٪ مقادیر ACI 318 رعایت شده باشد و فاصله خاموت‌ها کمتر از $8d_b$ باشد در این صورت پارمترهای مدل سازی و ضوابط پذیرش ۸۰٪ مقادیر با محصور شدگی مرزی در نظر گرفته می‌شوند. در غیر این صورت باید فاقد محصور شدگی محسوب شود.
- ۲- منظور از آرماتور طولی، آرماتورهای واقع در بالا و پایین تیرهای کوپله‌کننده‌ی موازی محور طولی آن می‌باشد. شرایط آرماتورهای عرضی «واجد شرایط» عبارتند از: (الف) در تمام طول تیر کوپله‌کننده خاموت‌های بسته در فاصله‌ی کمتر یا مساوی $\frac{d}{3}$ از هم قرار داشته باشند، (ب) مقاومت تامین‌شده V_s توسط خاموت‌های بسته حداقل برابر با $\frac{3}{4}$ مقاومت برشی موردنیاز تیر کوپله‌کننده باشد.
- ۳- در مورد تیرهای کوپله اعضای غیراصلی یا دهانه‌های کمتر از $2/5$ متر در صورتی که آرماتورهای تحتانی آن‌ها به طور ممتد در دیوارهای دو طرف قرار داشته باشند می‌توان مقادیر جدول را دو برابر نمود.
- ۴- V و P نیروی طراحی بر اساس آنالیز حالات حد نهایی می‌باشد.
- ۵- در صورت نیاز می‌توان از دورن‌یابی خطی بین مقادیر داده‌شده در جدول استفاده کرد.

جدول (۶-۱۵): معیارهای پذیرش برای روش‌های خطی اعضای کنترل‌شونده با برش برای دیوارهای برشی و اجزای آن

ضرایب m					شرایط	
سطح عملکرد						
نوع عضو				IO		
غیر اصلی		اصلی				
CP	LS	CP	LS			
الف - دیوارهای برشی و قطعات دیوار^۱						
۶	۴/۵	۳	۲/۵	۲	$\frac{[A_s - A'_s]f_y + P}{t_w l_w f'_c} \leq 0.05$	
۴	۳	۳	۲	۱/۵	$\frac{[A_s - A'_s]f_y + P}{t_w l_w f'_c} > 0.05$	
ب - تیرهای کوبله‌کننده‌ی دیوارهای برشی^۳						
					$\frac{V}{t_w l_w \sqrt{f'_c}}$ ^۴	آرماچور طولی و عرضی ^۲
۶	۴	۴	۳	۱/۵	≤ 3	آرماچور طولی و آرماچور عرضی واجد شرایط
۳/۵	۲/۵	۲/۵	۲	۱/۲	≥ 6	شرایط
۴	۳	۳	۲/۵	۱/۵	≤ 3	آرماچور طولی و آرماچور عرضی فاقد شرایط
۲/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۲	۱/۲	≥ 6	شرایط

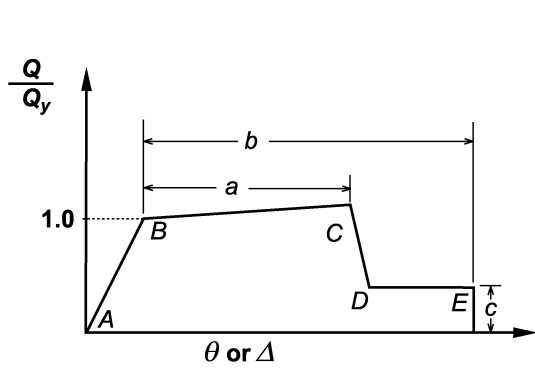
۱- برای دیوارهای برشی و قطعات دیواری که رفتار غیرارتجاعی آن‌ها توسط برشی کنترل می‌شود، در صورتی که نیروی محوری عضو بیشتر از $0.15 A_g f_c$ باشد، برش کنترل شونده نیرویی می‌باشد. نیروی محوری بر اساس حالت حد نهایی محاسبه می‌شود.

۲- منظور از آرماچور طولی، آرماچورهای واقع در بالا و پایین تیرهای کوبله‌کننده‌ی موازی محور طولی آن می‌باشد. شرایط آرماچورهای عرضی «واجد شرایط» عبارتند از: (الف) در تمام طول تیر کوبله‌کننده خاموت‌های بسته در فاصله‌ی کمتر یا مساوی $\frac{d}{3}$ از هم قرار داشته باشند، (ب) مقاومت تامین شده V_s توسط خاموت‌های بسته

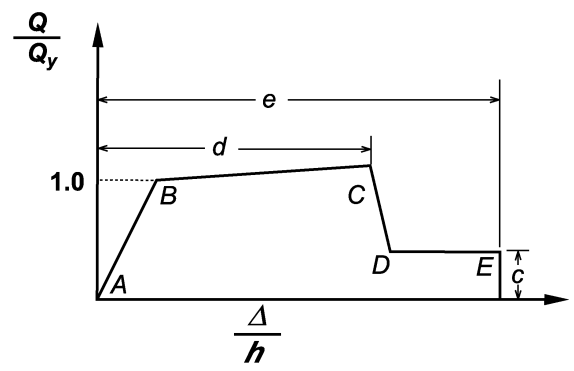
حداقل برابر با $\frac{3}{4}$ مقاومت برشی موردنیاز تیر کوبله‌کننده باشد.

۳- در مورد تیرهای کوبله‌کننده اعضای غیراصلی با دهانه‌های کمتر از ۲/۵ متر در صورتی که آرماچورهای تحتانی آن‌ها به طور ممتد در دیوارهای دو طرف قرار داشته باشند می‌توان مقادیر جدول را دو برابر نمود.

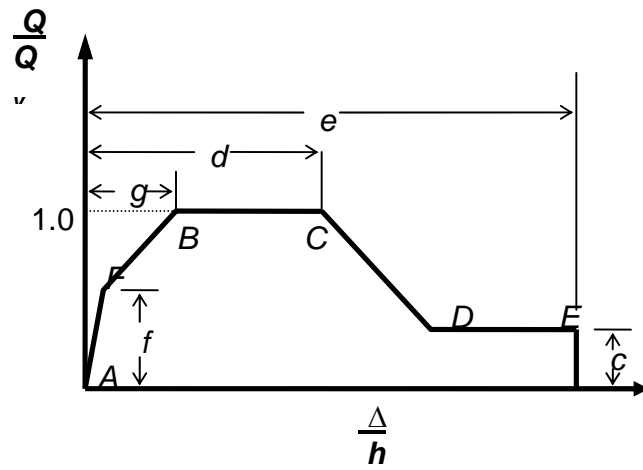
۴- P نیروی طراحی بر اساس آنالیز حالات حد نهایی می‌باشد.



ب: نسبت تغییر شکل



الف: تغییر شکل



ج: عملکرد سه خطی - نسبت تغییر شکل

شکل ۱: منحنی نیرو- تغییر شکل تعمیم یافته برای اعضا و اجزای بتنی

جدول ۶-۱: ضرایب برای تبدیل مشخصات کرانه‌ی پایین به مشخصات مورد انتظار مصالح

ضریب	مشخصات مصالح
۱/۵	مقاومت فشاری مشخصه‌ی بتن
۱/۲۵	تنش کششی و تسلیم میلگرد
۱/۵	تنش تسلیم دیگر مصالح فولادی به کاررفته جهت اتصال قطعات (مثل میل مهار)

جدول ۶-۲: مقادیر سختی‌های موثر

عضو	سختی محوری	سختی برشی	سختی خمشی
دیوار بدون ترک	$E_c A_g$	$0.4 E_c A_w$	$0.8 E_c I_g$
دیوار با ترک	$E_c A_g$	$0.4 E_c A_w$	$0.5 E_c I_g$