بررسی ضعف ها و عدم اثر بخشی آیین نامه زلزله ایران و ضوابط اجرایی ارائه شده در زمینه دیوارهای غیرسازه ای

رضاهوشمند[1]، محمدمهدی مهرپرور[2]
1- عضوهیأت علمی دانشگاه آزاداسلامی واحد کرمان
borjsazangroup@gmail.com
2- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان
mehrparvar_mohammad@yahoo.com

چکیده
بررسی دقیق مفاد بندهای آیین نامه 2800زلزله ایران[1] ، بیانگر الگوبرداری آن ازآیین نامه ASCE7[2] در تلفیق با آیین نامه IBC[3] میباشد. با توجه به مغایرت روش های ساخت متداول دو کشور در بخش دیوارهای غیرسازه ای تبیین الزامات خاص مبتنی بر روش اجرای آن کشور امری ضروری است. برخلاف الگوی متداول ساخت دیوارهای غیرسازه ای در ایران که شامل دیوارها با مصالح بنایی میباشد در کشور آمریکا استفاده از سیستم ساخت و ساز خشک حاکم بوده و رفتار میانقابی دیوارها تداخلی در عملکرد سازه ندارد، لذا در این مقاله با مقایسه عمیق بندهای دو آیین نامه با تمرکز بر روش ساخت رایج آن کشور، اشکالات ویرایش چهارم آیین نامه زلزله ایران را استخراج نموده ایم.

واژه‌های کلیدی:دیوارهای غیرسازه ای ،آیین نامه 2800 ،اثر میانقابی، درای وال،مصالح بنایی، زلزله

1. مقدمه

امروزه مطابق با آیین نامه های کشورهای توسعه یافته،و همچنین تجربه های ناگواری که جامعه مهندسین عمران از زلزله های سرتاسر دنیا به دست آورده اثر مخرب میانقابی دیوارهای غیر سازه ای بر سازه امری بدیهی میباشد.لذا فرهنگ ساخت و ساز غالب کشورهای توسعه یافته در این مقوله به سمتی سوق پیدا کرده است که علاوه بر انکه از مصالحی (Gypsum board)استفاده میشود که سختی کمی دارند، همچنین روش های اجرای آنها مطابق با ریزبینانه دیتایل هایی است که از فرآیند های محاسباتی و تحلیلی ویژه ای استخراج شده است میباشد که نتیجه آن به حداقل رسیدن این اثر نامطلوب در سازه است.

اما متاسفانه در اجرای دیوارهای غیرسازه ای در کشورایران نه تنها از آن دیتایل های ریزبینانه و مهندسی خبری نیست بلکه کاملا سلیقه ای بوده ودر اکثر موارد ضوابط لازم را برآورده نمیکند.

عدم اجرای وال پست یا اجرای آن با فاصله دلخواه ، اتصال نامناسب این المان ها به قاب ، دیوارچینی بین وال پست ها و... گواه یک خلا بزرگ در روش ساخت و سازکشور ایران است.

با دیدی موشکافانه درویرایش چهارم آیین نامه 2800ایران ومقایسه آن با آیین نامه های معتبر مشهود است که متاسفانه مقوله دیوارهای غیرسازه ای کم اهمیت تلقی شده و با توجه به کپی برداری سطحی وکلمه به کلمه و حذف بسیاری ازالزامات مربوط به روش رایج ساخت و ساز آن کشورها ،این خلا بزرگ قابل پیش بینی میباشد .لذا بازنگری فوری و جامع در این مبحث توسط اعضای محترم کمیته بازنگری دایمی آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله ضروری به نظر میرسد .

لازم به ذکر است برای پرداختن به مقایسه جزئیات مفاد آیین نامه های ایران وآمریکا در این مقوله، در ابتدا داشتن درکی صحیح از فرهنگ رایج ساخت و ساز دیوارهای غیر باربر در هر دوکشوراجتناب ناپذیر میباشد.

الف)روش اجرای متداول دیوارهای غیرسازه ای در ایران

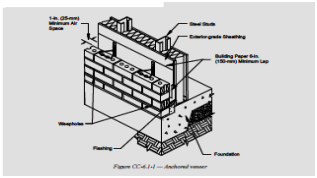
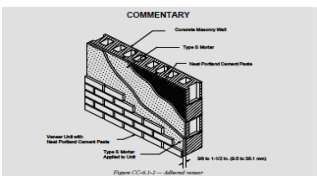
دیوار بامصالح بنایی ازجمله آجر،بلوک وغیره(Masonry Walls)

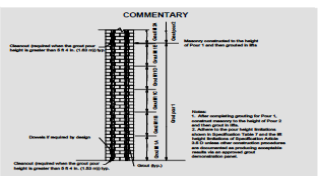
ب)روش اجرای متداول دیوارهای غیر سازه ای در کشور آمریکا

سیستم دیوارهای خشک (Drywall Systems)

متاسفانه در تدوین ویرایش چهارم آیین نامه 2800 ایران مباحث جامع مربوط به سیستم های درای وال، به دلیل عدم گسترش آن در ایران به طورکامل حذف گردیده و نه تنها بندهای معادل برای دیوارهای غیر باربر با استفاده از مصالح بنایی با اثرات نامطلوب میانقابی جانشین نگشته حتی به الزامات بیان شده درآیین نامه آمریکا در زمینه دیوارهای مصالح بنایی اشاره ای نشده است.

آیین نامه آمریکا در زمینه مصالح بنایی به آیین نامه TMS402/ACI530/ASCE5[4] ارجاع مینماید. که در آن به صورت مفصل دیتایل های اجرایی و الزامات مورد نیاز برای دیوارهای مصالح بنایی آورده شده است. لازم به ذکراست این نوع دیوارها با توجه به فرهنگ ساخت و ساز رایج آن کشور به صورت استثنا بوده اما دید جامع گروه تدوین آیین نامه موجب شده است که در این زمینه آیین نامه ای حدود 400 صفحه به همراه ریزبینانه ترین دیتایل ها ارایه گردد.



مقایسه مفاد ویرایش چهارم آیین نامه 2800 باآیین نامه ASCE7 درمقوله دیوارهای غیرسازه ای:

ملاحظات کلی سازه ای

1-5-8)اجزای غیر سازه ای مانند دیوار های داخلی و نماها طوری اجرا شوند که تاحد امکان مانعی برای حرکت اعضای سازه ای در زمان زلزله ایجاد نکنند، در غیر اینصورت، اثر اندر کنش این اجزا با سیستم سازه باید در تحلیل سازه ها در نظر گرفته شود.

12.7.4 Interaction Effects

Moment-resisting frames that are enclosed or adjoined by elements that are more rigid and notconsidered to be part of the seismic force-resistingsystem shallbe designed so that the action or Failure of those elements will not impair the vertical load and seismic force-resisting capability of the frame. The design shall provide for the effect of these rigid elements on the structural system at structural deformations corresponding to the design story drift (Δ) as determined in Section 12.8.6. In addition, the effects of these elements shall be considered where determining whether a structure has one or more of the irregularities defined in Section 12.3.2.

بدیهی است همانگونه که بیان شد در تدوین آیین نامه کشور ایران نباید صرفا به این بند کلی اکتفا گردد.علاوه بر مطالب فوق آیین نامه ایران نه تنها الزامات،راهکارها و دیتیل های اجرایی مناسب را بیان نکرده است بلکه با استفاده از لفظ " تا حد امکان "، که به هیچ عنوان الزام آور نمیباشد،یکی از مهمترین فرایند های محاسباتی و تحلیلی سازه را به صورت مبهم بیان میکند. در صورتی که در بند 12.7.4 آیین نامه ASCE7از لفظ "باید" استفاده شده است. همچنین ضوابط ارائه شده در این بند برای قاب های خمشی میباشد. این در حالی است باید در قاب های ساختمانی ساده با مهاربندی، اثر میانقابی دیوارهای مصالح بنایی به صورت ویژه بررسی شود.

همچنین پیرو بند 12.7.4آیین نامه ASCE7 ازآنجایی که این اعضا می توانند موجب نامنظمی ساختمان شوند در نظر گرفتن اثرات این اعضا در تعیین نامنظمی سازه (نامنظمی در پلان ، نامنظمی در ارتفاع) الزامی است. درصورتی که آیین نامه ایران به این موضوع مهم نپرداخته است.

-ضوابط طراحی لرزه ای سازه های ساختمانی

3-1-6)مدل ریاضی که برای تحلیل سازه در نظر گرفته میشود باید تا حدامکان نمایانگر وضعیت سازه به لحاظ توزیع جرم و سختی باشد دراین مدل باید علاوه بر کلیه اجزای مقاوم جانبی ،اجزایی که مقاومت و سختی آنها تاثیر قابل ملاحظه ای در توزیع نیروها دارند در نظر گرفته شوند در این ارتباط در سازه های بتن آرمه رعایت اثر ترک خوردگی اجزا در سختی آنها الزامی است. اثر ترک خوردگی در این سازه ها را می توان مطابق بند 3-5-5 برای تعیین تغییر شکل ها و نیز نیروهای داخلی در تحلیل سازه منظور کرد .

12.7.3 Structural modeling

A mathematical model of the structure shall be constructed for the purpose of determining member forces and structure displacements resulting from applied loads and any imposed displacements or P-delta effects. The model shall include the stiffness and strength of elements that are significant to the distribution of forces and deformations in the structure and represent the spatial distribution of mass and stiffness throughout the structure.

براساس این بندباید درمدلسازی سازه اثر میانقابی دیوار ها در نظر گرفته شود، زیرا به دلیل نحوه اجرا و مصالح استفاده شده در ایران سختی قابل ملاحظه ای داشته و در توزیع نیروها بسیار تاثیر گذار میباشند.حال متاسفانه این بنددرآیین نامه 2800 بسیار کلی بیان شده و به کاربردن لفظ تاحدامکان بیانگراین امر میباشد.اگرچه بند 3-1-6 ترجمه کلمه به کلمه بخشی از بند 12-7-3آیین نامه ASCE7میباشد،اما کلمه ی الزام آور "shall "به اشتباه تا حدامکان ترجمه شده است.

-روش تحلیل استاتیکی معادل

3-3-3-1 الف) برای ساختمان های با سیستم قاب خمشی

1- در مواردی که جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب ها ایجاد ننمایند :

- در قاب های فولادی $T=0.08H^{0.75}$ -در قاب های بتن آرمه $T=0.05H^{0.9}$

2- در مواردی که جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قابها ایجاد نمایند :

باید مقدار T برابر با 80 درصد مقادیر عنوان شده در بالا در نظر گرفته شود

ب)برای ساختمان ها با سیستم مهاربندی واگرا ، مشابه قاب های فولادی از رابطه 3-3

پ) برای ساختمان های با سایر سیستم های مندرج در جدول 3-5 به غیر از سیستم کنسولی ،با یا بدون وجود جداگر های میانقابی : $T=0.05H^{0.75}$

12.8.2.1 Approximate Fundamental Period

The approximate fundamental period (T_a), in s, shall be determined from the following equation: $T_a= c_t h_n^x$ (12.8-7)

Where h_n is the structural height as defined in Section 11.2 and the coefficients C_t and x are determined from Table 12.8-2.

a Metric equivalents are shown in parentheses.

جدول شماره1 (زمان تناوب تقریبی براساس آیین نامه ASCE7)

Moment-resisting frame systems in which the frames resist 100% of the required seismic force and are not enclosed or adjoined by components that are more rigid and will prevent the frames from deflecting where subjected to seismic forces:	Ct	x
Steel moment-resisting frames	0.028 (0.0724)a	0.8
Concrete moment-resisting frames	0.016 (0.0466)a	0.9
Steel eccentrically braced frames in accordance with Table 12.2-1 lines B1 or D1	0.03 (0.0731)a	0.75
Steel buckling-restrained braced frames	0.03 (0.0731)a	0.75
All other structural systems	0.02 (0.0488)a	0.75

آیین نامه ایران برای اعمال اثر میانقابی در قاب های خمشی هیچگونه محاسباتی را ارائه نداده و تنها به صورت کاملا کلی و تقریبی زمان تناوب را 20 درصد کاهش میدهد.متاسفانه این موضوع نه تنها کمکی به اعمال اثر میانقابی نمیکند بلکه باعث تفاوت زیاد میان مدل تحلیلی و مدل واقعی میشود.

میزان درصد افزایش ضریب زلزله ساختمان(c) برای قابهای فولادی خمشی متوسط
در صورتیکه جداگرهای میانقابی مانع حرکت قابها باشند نسبت به حالتی که جداگرهای میانقابی مانع حرکت قابها نباشند (I=1)

پهنه بندی خطر نسبی	ارتفاع مبنا	زمین تیپ I	زمین تیپ II	زمین تیپ III	زمین تیپ IV
پهنه بندی با خطر نسبی خیلی زیاد	6m	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
	9m	۳.۶۱	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
	12m	۲۲.۵۵	۳.۸۳	۰.۰۰	۰.۰۰
	15m	۲۲.۱۵	۱۹.۳۳	۰.۰۰	۰.۰۰
	18m	۲۱.۷۹	۲۱.۶۴	۰.۰۰	۰.۰۰
	21m	۲۱.۴۵	۲۱.۳۸	۱۰.۱۳	۰.۰۰
	30m	۲۰.۵۶	۲۰.۳۶	۱۹.۹۲	۱.۹۶
	50m	۱۸.۹۸	۱۸.۷۴	۱۸.۵۶	۱۷.۱۸

میزان درصد افزایش ضریب زلزله ساختمان(c) برای قابهای فولادی
در صورتیکه جداگرهای میانقابی مانع حرکت قابها باشند نسبت به حالتی که جداگرهای میانقابی مانع حرکت قابها نباشند(I=1)

پهنه بندی خطر نسبی	ارتفاع مبنا	زمین تیپ I	زمین تیپ II	زمین تیپ III	زمین تیپ IV
پهنه بندی با خطر نسبی زیاد	6m	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
	9m	۳.۶۱	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
	12m	۲۲.۵۵	۲.۸۳	۰.۰۰	۰.۰۰
	15m	۲۲.۱۶	۱۹.۳۳	۰.۰۰	۰.۰۰
	18m	۲۱.۷۸	۲۱.۶۴	۰.۰۰	۰.۰۰
	21m	۲۱.۴۶	۲۱.۲۹	۱۰.۱۳	۰.۰۰
	30m	۲۰.۵۶	۲۰.۳۷	۱۹.۹۱	۱.۹۱
	50m	۱۸.۹۹	۱۸.۷۴	۱۸.۵۷	۱۷.۱۳

میزان درصد افزایش ضریب زلزله ساختمان(c) برای قابهای فولادی خمشی متوسط
در صورتیکه جداگرهای میانقابی مانع حرکت قابها باشند نسبت به حالتی که جداگرهای میانقابی مانع حرکت قابها نباشند(I=1)

پهنه بندی خطر نسبی	ارتفاع مبنا	زمین تیپ I	زمین تیپ II	زمین تیپ III	زمین تیپ IV
پهنه بندی با خطر نسبی کم	6m	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
	9m	۳.۷۵	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
	12m	۲۳.۵۸	۲.۹۸	۰.۰۰	۰.۰۰
	15m	۲۳.۴۶	۲۰.۴۴	۰.۰۰	۰.۰۰
	18m	۲۳.۱۲	۲۳.۰۵	۰.۰۰	۰.۰۰
	21m	۲۲.۹۰	۲۲.۸۳	۱۰.۹۸	۰.۰۰
	30m	۲۲.۳۲	۲۲.۲۳	۲۲.۰۱	۲.۲۰
	50m	۲۱.۳۱	۲۱.۱۶	۲۱.۱۱	۲۰.۳۵

میزان درصد افزایش ضریب زلزله ساختمان(c) برای قابهای فولادی خمشی متوسط
در صورتیکه جداگرهای میانقابی مانع حرکت قابها باشند نسبت به حالتی که جداگرهای میانقابی مانع حرکت قابها نباشند(I=1)

پهنه بندی خطر نسبی	ارتفاع مبنا	زمین تیپ I	زمین تیپ II	زمین تیپ III	زمین تیپ IV
پهنه بندی با خطر نسبی متوسط	6m	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
	9m	۳.۷۴	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
	12m	۲۳.۵۸	۲.۹۷	۰.۰۰	۰.۰۰
	15m	۲۳.۴۵	۲۰.۴۴	۰.۰۰	۰.۰۰
	18m	۲۳.۱۱	۲۳.۰۶	۰.۰۰	۰.۰۰
	21m	۲۲.۹۱	۲۲.۸۳	۱۰.۹۸	۰.۰۰
	30m	۲۲.۳۲	۲۲.۲۳	۲۲.۰۱	۲.۲۰
	50m	۲۱.۲۸	۲۱.۱۴	۲۱.۱۱	۲۰.۲۹

جدول شماره2

همانگونه که از جداول شماره 2 مشهود است وجود اثر میانقابی در میزان ضریب زلزله اکثر ساختمان های کوتاه مرتبه تاثیری ندارد. به عنوان مثال آیین نامه ایران در محاسبه ضریب زلزله ساختمانی با ارتفاع مبنا 18 متر، واقع شده در زمین تیپ 3 و در پهنه بندی خطر نسبی خیلی زیاد برای وجود یا عدم وجود جداگرهای میانقابی تفاوتی قایل نمیشود.ضمن آنکه میزان افزایش ضریب زلزله از ساختمان های کوتاه مرتبه به بلند مرتبه به صورت جهشی بوده که با واقعیت مطابقت ندارد.

3-3-5 ضریب رفتار ساختمان، R_U

با توجه به جدول 3 ضریب رفتارهای ارایه شده در آیین نامه آمریکا بسیار جامع تر از آیین نامه ایران میباشد به

عنوان مثال در سیستم قاب ساختمانی تعداد حالات بیان شده در آیین نامه آمریکا 26 حالت میباشد در صورتی که آیین نامه ایران فقط به 8 حالت اکتفا کرده است.

مقایسه ضریب رفتارهای بیان شده در آیین نامه ایران و آیین نامه آمریکا			
تعداد حالات در نظر گرفته شده	آیین نامه آمریکا	تعداد حالات در نظر گرفته شده	آیین نامه ایران
۱۸	BEARING WALL SYSTEMS	۷	سیستم دیوارهای باربر
۲۶	BUILDING FRAME SYSTEMS	۸	سیستم قاب ساختمانی
۱۲	MOMENT-RESISTING FRAME SYSTEMS	٦	سیستم قاب خمشی
۱۳	DUAL SYSTEMS WITH SPECIAL MOMENT FRAMES CAPABLE OF RESISTING AT LEAST 25% OF PRESCRIBED SEISMIC FORCES	۳	سیستم دوگانه (با قاب خمشی ویژه)
۸	DUAL SYSTEMS WITH INTERMEDIATE MOMENT FRAMES CAPABLE OF RESISTING AT LEAST 25% OF PRESCRIBED SEISMIC FORCES	۵	سیستم دوگانه (با قاب خمشی متوسط)
٦	CANTILEVERED COLUMN SYSTEMS DETAILED TO CONFORM TO THE REQUIREMENTS FOR	۱	سیستم کنسولی

جدول شماره3(مقایسه تعداد ضریب رفتارهای آیین نامه ایران و آمریکا)

تقسیم بندی ایده آل سیستم های سازه ای از آیین نامه کشوری که به دلیل صنعتی بودن، مدولاریتی ، و تثبیت روشهای اجرا و همچنین وجود ضوابط قوی، تطابق سیستمهای ساختمانی با سیستم های سازه ای به طور ضمنی اتفاق می افتد قابل قبول است اما در ایران تفاوت زیادی بین سیستمهای ساختمانی وسیستمهای سازه ای دیده شود و می بایست به جای معرفی و تقسیم بندی سیستم های سازه ای ،اقدام به معرفی و تقسیم بندی سیستم های ساختمانی می نمود.

به عنوان مثال براساس ویرایش چهارم آیین نامه 2800 ایران ضریب رفتار سیستم قاب ساختمانی با مهاربند همگرای معمولی برابر با3/5 میباشد و حالت دیگر برای قاب های ساختمانی،" سیستم قاب ساختمانی با دیوار برشی با مصالح بنایی ساده" میباشد که در آیین نامه ایران بدان اشاره ای نشده است. میزان ضریب رفتاری که آیین نامه آمریکا برای این حالت درنظر گرفته برابر با 1/5 میباشد.حال با توجه به روش غالب اجرای دیوارهای غیر سازه ای در ایران ،این دیوارها کاملا قاب را احاطه میکند و با آن اثر متقابل دارند. در این حالت ضریب رفتار سازه مقداری مابین 1/5 و 3/5 میباشد که در آیین نامه ایران درنظر گرفته نشده است.

اگرچه مطابق تمام آیین نامه های دنیا مهاربندها باید توانایی آزادی عمل و حرکت برای جذب نیروهای مدل شده در تحلیل سازه ای را داشته باشند ، آیین نامه موظف است علاوه بر توصیه های کلی در عدم استفاده از این نوع مصالح ، اقدام به تعریف پارامترهای مشخصی برای مدل کردن تفاوت عملکرد مهاربند سخت شده توسط مصالح بنایی با مهاربند عادی را نیز ارائه نماید.

در آیین نامه آمریکا حتی برای قابهای سبک در حالتی که دیوار برشی از جنس چوب میباشند نیز ضریب رفتار جداگانه ای ارائه گردیده ودر واقع این آیین نامه حتی اثر سختی یک دیوار برشی چوبی را نیز در ضریب رفتار ساختمان در نظر گرفته است حال چگونه میتوان به راحتی از سختی دیوار مصالح بنایی گذشت.

3-3-6 توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان

نیروی برشی پایه V_Uکه طبق بند (3-3-1-1) محاسبه شده است مطابق رابطه زیر در ارتفاع ساختمان توزیع میگردد:

$$F_{ui}=\frac{whi^k}{\sum_{j=1}^{n} wjhj^k}v$$

W_i:وزن طبقه i شامل وزن سقف و قسمتی از سربار آن مطابق جدول (3-1) و نصف وزن دیوارها و ستون هایی که در بالا و پایین سقف قرار گرفته اند.

12-8-3 Vertical Distribution of Seismic ForcesThe lateral seismic force (F x) (kip or kN) induced at any level shall be determined from the following equations

$$C_{vx}=\frac{wxhx^k}{\sum_{i=1}^{n} wihi^k} \quad (12.8\text{-}11) \quad \text{and} \quad Fx=C_{VX}V$$

w_i and w_x = the portion of the total effective seismic weight of the structure (W) located or assigned to Level i or x

اگرچه بند 3-3-6 آیین نامه 2800 ترجمه کلمه به کلمه بند 12-8-3 آیین نامهASCE7 میباشد.و فرمول ارائه شده کاملا یکسان می باشد. اما روش اجرای متداول دیوارهای غیر سازه ای در آمریکا سیستم درای وال بوده به وسیله المان های قائم (Studs) در فواصل مدولار وزن دیوارها را بین کف و سقف توزیع می نماید . در این حالت بدیهی است که نصف وزن دیوار ها به عنوان سهم باربری طبقه بالا منظور می گردد . این در حالی است که در ایران به دلیل استفاده غالب از دیوارهای غیربابر بنایی و عدم درج الزامات مربوط به استفاده مدولار از وال پست در تمام دیوارها درآیین نامه ایران، در اغلب ساخت و ساز ها دیوارها بدون استفاده از وال پست اجرا گردیده در نتیجه بار دیوار ها فقط بر روی سقف پایین وارد می شود که با فرمول ارائه شده در آیین نامه آمریکا کاملا مغایرت دارد.

3-3-7 توزیع نیروی برشی زلزله در پلان ساختمان

3-3-7-3 برون مرکزی اتفاقی در تراز هر طبقه، e_{aj} ، به منظور به حساب آوردن احتمال تغییرات اتفاقی توزیع جرم و سختی از یک سو و نیروی ناشی از مولفه پیچشی زلزله از سوی دیگر، در نظر گرفته میشود این برون مرکزی باید در هر دو جهت و حداقل برابر با 5 درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی

اختیار شود در مواردی که ساختمان مشمول نامنظمی پیچشی موضوع بند 1-7-1-ب میشود، برون مرکزی اتفاقی حداقل باید در ضریب بزرگنمایی A_j ، طبق رابطه زیر، ضرب شود $1\leq A_j\leq 3$

$$A_j=\left(\frac{\Delta_{max}}{1.2\Delta_{avg}}\right)^2$$

2.8.4.2 Accidental Torsion

Where diaphragms are not flexible, the design shall include the inherent torsional moment (M_t) resulting from the location of the structure masses plus the accidental torsional moments (M_{ta}) caused by assumed displacement of the center of mass each way from its actual location by a distance equal to 5 percent of the dimension of the structure perpendicular to the direction of the applied forces .Where earthquake forces are applied concurrently in two orthogonal directions, the required 5 percent displacement of the center of mass need not be applied in both of the orthogonal directions at the same time, but shall be applied in the direction that produces the greater effect.

12.8.4.3 Amplification of Accidental Torsional Moment Structures assigned to Seismic Design Category C, D, E, or F, where Type 1a or 1b torsional irregularity exists as defined in Table 12.3-1 shall have the effects accounted for by multiplying Mta at each level by a torsional amplification factor (A_x) as illustrated inFig. 12.8-1 and determined from the following equation:

$$A_x=\left(\frac{\delta max}{1.2\delta avg}\right)^2$$

در بندهای فوق ،آیین نامه 2800 هیچگونه پارامتری را برای محاسبه میزان تشدید پیچش ناشی ازتاثیر سختی های دیوارهای غیر سازه ای بنایی و همچنین المان های غیر سازه ای الحاقی درتعامل باسختی اضافی ناشی ازدیوار های میانقابی منظورننموده است.بدیهی است که علت صحت بند فوق در آیین نامه ASCE7 وعدم صحت آن در آیین نامه ایران به دلیل استفاده از سیستم های دیوارهای مصالح بنایی میباشد.

2-1-4 محدوده کاربرد) ، آیین نامه ایران در قبال دیوارهای غیر سازه ای سه رویکرد دارد:

رویکرد وبرایش چهارم آیین نامه 2800 در قبال دیوارهای غیر سازه ای مطابق با بند 2-1-4							
ضوابط مربوطه	شرایط و اهمیت ساختمان						
	شامل دیوارها با وزن بیشتر از ۲۵ در صدوزن موثرلرزه ای کل سازه	اهمیت کم	اهمیت متوسط		اهمیت زیاد	اهمیت خیلی زیاد	
			کمتر از ۸ طبقه	۸طبقه و بیشتر			
طراحی لرزه ای اجزای غیر سازه ای				●	●	●	رویکرد اول
طراحی لرزه ای اجزای غیر ساختمانی	●			●	●	●	رویکرد دوم
طراحی ساختمان ها با مصالح بنایی		●	●				رویکرد سوم

جدول شماره 4

با توجه به بند 13.1.1رویکرد آیین نامه ASCE7 در مورد اجزای غیرسازه ای به صورت زیر میباشد :

رویکرد آیین نامه ASCE7-10 در قبال دیوارهای غیر سازه ای مطابق با بند 13.1.1			
ضوابط مربوطه	شرایط جزء		
	وزن جزء > ۲۵ درصد وزن موثر لرزه ای	وزن جزء≤ ۲۵ درصد وزن موثر لرزه ای	
اجزای غیر سازه ای	●		رویکرد اول
اجزای غیر ساختمانی		●	رویکرد دوم

جدول شماره 5

متاسفانه درآیین نامه ایران علاوه برکم اهمیت تلقی شدن دیوارها در ساختمان های کمتر از 8 طبقه دیتیل خاصی نیز برای رفتار مناسب دیوار ها ارائه نگردیده است

تبصره بند2-1-4) در واقع این تبصره یکی دیگر از مصادیق کلی گویی تدوین کنندگان بخشهای محاسباتی آیین نامه ایران میباشد.در صورتیکه عملکرد ناشی از سختی اضافی دیوارهای جداکننده با مصالح بنایی در سیستم ساختمانی شناژی در جهت ضریب اطمینان ساختمان خواهد بوداما عملکرد این پارتیشن هادر سیستمهای اسکلتی مشکل آفرین میباشد.

بند 7-5-3)آیین نامه ایران در زمینه تاثیر منفی ناشی از سختی اضافی دیوارهایی با مصالح بنایی در سیستم اسکلتی اشاره ای نکرده است در صورتی که موظف بوده علاوه بر بحث بر این موضوع راهکار مناسبی نیز برای کاهش آن ارائه می کرد .طبق قسمت چهارم این بنددیوار ها باید به گونه ای اجرا شوند که رگ آخرتیغه در زیر سقف مهر شود، این توصیه تضمین کننده اثر مخرب میانقابی در سیستم های اسکلتی میباشد.

4-4-2) مهار اتصالات اجزای غیر سازه ای دراعضای فولادی ، بتن آرمه و مصالح بنایی باید طبق ضوابط آیین نامه های طراحی صورت گیردودر مواردی که دستورالعمل مشخصی ارائه نشده با انجام دادن آزمایش های مناسبی ازکافی بودن مقاومت مهارهاونیزظرفیت تغییر شکل پذیری آنهااطمینان حاصل شود .

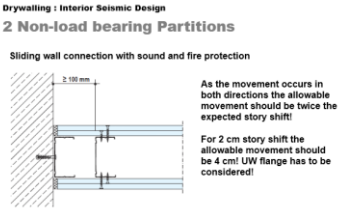
13.4 NONSTRUCTURAL COMPONENT ANCHORAGE
13.4.2 Anchors in Concrete or Masonry.
13.4.2.1 Anchors in Concrete
Anchors in concrete shall be designed in accordance with Appendix D of ACI 318.
13.4.2.2 Anchors in Masonry Anchors in masonry shall be designed in accordance with TMS 402/ACI 503/ASCE 5. Anchors shall be designed to be governed by the tensile or shear strength of a ductile steel element.

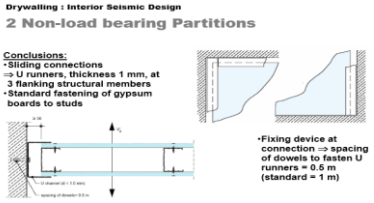
آیین نامه ایران برای مهار اتصالات اجزای غیر سازه ای نه تنها الزامات و دیتیل های اجرایی مناسب را ارائه نکرده است بلکه بیان می کند در زمانی که دستورالعمل مشخصی ارائه نشده است آزمایش های مناسبی صورت گیرد و عملا این بند یکی دیگر از فرافکنی های آیین نامه ایران را نشان می دهد .درحالیکه حتی در کشوری مانند آمریکا که سیستم غالب دیوار، سیستم درای وال می باشد برای مهار اتصالات اجزای غیر سازه ای دراعضای بتنی و مصالح بنایی به پیوست ها و دستورالعمل هایی مانندو TMS 402/ACI 503/ASCE 5 با ارائه مشروح و در بیش از 400 صفحه اقدام نموده است .

4-5-4) دیوار های داخلی-تیغه ها)دیوار های داخلی یا تیغه های با ارتفاع بیشتر از 1/8 متر باید به نحو ، مناسبی مانند استفاده از وادارها و ... ، از نظرجانبی به سازه مهار شوند

13.5.8.1Partitions that are tied to the ceiling and all partitions greater than 6 ft (1.8 m) in height shall be laterally braced to the building structure .Such bracing shall be independent of any ceiling lateral force bracing. Bracing shall be spaced to limit horizontal deflection at the partition head to be compatible with ceiling deflection requirements as determined in Section 13.5.6 for suspended ceilings and elsewhere in this section for other systems.

آیین نامه ایران میبایست حداقل به همان نسبتی که آیین نامه آمریکا دیتیل اجرایی دیوارهای مرسوم کشور خود را ارائه نموده، به ارائه دیتیل های اجرایی مصالح بنایی و الزامات آن توجه می نمودو از کلی گویی پرهیز میکرد.
نمونه ای ازدیتایل های اجرایی ارایه شده در آیین نامه آمریکا:





نتیجه گیری:

برای تدوین الزامات یک آیین نامه کاربردی و جامع ساختمانی، توجه به فرهنگ رایج ساخت و ساز هر کشور از اهمیتی ویژه ای برخوردار است. همانگونه که دراین مقاله به صورت مشروح و با ارایه مستندات بیان شد، آیین نامه 2800 ایران در مقوله دیوارهای غیرسازه ای صرفا به ترجمه کلمه به کلمه و ناقص و همچنین حذف بسیاری الزامات از جمله مفاد مرتبط با سیستم ساخت و ساز خشک آیین نامه های کشور های پیشرفته بدون توجه به جزئیات روش های اجرایی حاکم برآن کشورها ،پرداخته است. اگرچه الگوبرداری از آیین نامه های معتبر و بررسی جدید ترین تحقیقات و مطالعات آکادمیک در تدوین آیین نامه ها امری ضروری است اما بدون شک این نوع تدوین آیین نامه نتایج نامطلوب و فجایع دلخراشی را همچون زلزله کرمانشاه به دنبال خواهد داشت.

حال در پایان پیشنهاد های خود را برای اصلاح اشکالات ذکر شده به کمیته محترم دائمی بازنگری آیین نامه2800 ارایه مینماییم:

- بازنگری و اصلاح سریع الزامات دیوارهای غیر سازه ای در آیین نامه ایران توسط کمیته دائمی بازنگری آیین نامه 2800 با نگرشی کاملا اجرایی (با بهره گیری از تلفیق مطالعات آکادمیک و تجارب اجرایی)
- تدوین و ارائه جزئیات و دیتایل های اجرایی طبقه بندی شده در سطوح مهندسین ،پیمانکاران و مجریان (با نگرشی متفاوت در روند الگو برداری و پیاده سازی آیین نامه ها).
- ارائه راهکارهای کوتاه مدت و دراز مدت در ارتقاء روش های ساخت دیوارهای غیر سازه ای در ایران و در تعامل با مراکز آموزش عالی ، سازمان های متولی ساخت و ساز در ایران و مراکز آموزش فنی و حرفه ای.

مراجع:

[1] آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله ، استاندارد 2800 (ویرایش چهارم)
[2] ASCE/SEI 7-10 (American Society of Civil Engineers) Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.
[3] IBC 2012 (International Building Code).

[4] TMS402/ACI530/ASCE5 (The masonry society)

[5]هوشمند, رضا؛ محمد مهدی خاکساری حداد؛ امیر رضا مقتنی و رضا محمدی مقدم، ضرورت بازنگری آیین نامه زلزله ایران جهت اعمال پارامترهای جدید محاسباتی به منظور لحاظ کردن نوع روش اجرای سیستمهای ساختمانی به جای سیستمهای سازه ای، *کنفرانس بین المللی سبک سازی و زلزله*، کرمان، جهاد دانشگاهی استان تهران۱۳۸۹

[6] F.-O. Henkel, Dr.-Ing. D. Klein," Seismic design of a multistory reinforced concrete frame structure, International congress onEarth quake & light weight construction"