بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی عمران

مقایسه ضوابط آیین نامه 2800 ایران (ویرایش سوم) با دستورالعمل بهسازی لرزه ای برای ساختمانهای فولادی با سیستم دوگانه

میثم رستگار شهرودی

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران - گرایش سازه

استاد راهنما

دکتر محمد علی برخورداری

تابستان 1386

تقدیم به:

پدر و مادر مهربانم، راهنمایانی صادق و مشوقینی دلسوز.

چکیده:

استقرار ایران زمین در میان دو صفحه اروپا – آسیا و عربستان، تجربه زلزله‌های متعدد در طول تاریخ ، وقوع 130 زلزله شدید در نقاط لرزه‌خیز کشور در قرن بیستم، تلفات انسانی، خسارات اقتصادی – اجتماعی و آثار طولانی مدت آن، بیانگر لرزه‌خیزی، آسیب‌پذیری شدید و بالتبع خطرپذیری کشور در برابر زلزله‌هاست. در چارچوب جهانی، فلات ایران در محل تلاقی صفحه‌های عربستان (عربستان – آفریقا)، هند (هندوستان – استرالیا) و اوراسیا (اروپا – آسیا) واقع شده است. تلاقی این صفحه‌ها باعث شده است تا پوسته فلات ایران که درکل ضعیف‌تر از صفحه‌های یاد شده است، تغییر شکل پیدا کند و توسط چین‌خوردگی‌ها و رشته‌کوههائی چون زاگرس در غرب، البرز و کپه‌داغ در شمال و شمال شرق و کوههای شرق ایران و مکران به ترتیب در شرق و جنوب شرق احاطه شود.

با عنایت به این مسائل، ضرورت توجه به ایمنی لرزه‌ای کشور و وجود این امر طبیعی در کشور، شناخت سرشت لرزه‌ای را از دیدگاه لرزه زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی با اهمیت ساخته است.

در طی 50 سال گذشته، تحقیقات زیادی در زمینه مهندسی زلزله را شاهد بودیم.

افزایش اطلاعات در مورد نحوهٔ رفتار ساختمانها در زلزله که از طریق این تحقیقات و تجارب زلزله‌های اخیر به دست آمده باعث نگرانی در مورد وضعیت لرزه‌ای حجم وسیع ساختمانهای موجود کشور که بدون اعمال ضوابط جدید ساخته شده‌اند می‌باشد.

آیین‌نامه‌های موجود که برای طراحی سازه‌های مقاوم بکار می‌روند برای طراحی سازه‌های جدید کاربرد دارند و برای ارزیابی سازه‌هایی که براساس آیین‌نامه‌های قبلی ساخته شده‌اند، کاربری ندارند. مثلا در کشور ایران برای ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌های ساخته شده با آیین‌نامه‌های قدیمی نمی‌توان از آیین‌نامه 2800 استفاده کرد و باید از ضوابطی در دستورالعملهای ATC40 و یا Fema 356 و Fema 273 استفاده کرد.

در سالهای اخیر مسئولان امر دستورالعملی را ارائه دادند که در آن می توان عملکرد سازه‌های قدیمی را بررسی کرد که این امر تحت عنوان دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمانهای موجود منتشر شده است.

در این پایان‌نامه ابتدا مفاهیم فلسفه طراحی لرزه‌ای براساس عملکرد را بیان می‌کنیم و سپس در ادامه روش

تحلیل استاتیکی غیرخطی به عنوان پایه و اساس روش‌های طراحی براساس عملکرد عنوان می‌شود. سپس نیز از روش آنالیز دینامیکی خطی که با توجه به رکوردهای ثبت شده از زلزله‌های واقع شده در زمینهائی که مشابه با جنس زمین سازه‌های مورد بررسی می‌باشد، یاد می‌شود.

در این پایان‌نامه، سازه‌های مورد بررسی از نوع قابهای فولادی با سیستم دوگانه (قاب خمشی+ مهاربند هم محور) می‌باشد.

سازه‌های نمونه بکاررفته برای این نوع سیستم با ارتفاع 5، 10، 15 طبقه می‌باشد که با توجه به بحث عملکرد لرزه‌ای مدل‌سازی می‌شوند و نقاط ضعف آنها بیان می‌شود تا بتوان مقایسه‌ای کرد در مورد نوع رفتار سازه‌هایی که با آیین‌نامه 2800 (ویرایش سوم) طراحی شده‌اند و موجود می‌باشند و بتوان نقاط ضعف آیین‌نامه 2800 را پیش‌بینی و پیشنهاد کرد.

تشکر و قدردانی:

بر خود لازم می دانم از زحمات استاد ارجمند جناب آقای دکتر محمد علی برخورداری که همواره با رهنمود های ارزشمند و سازنده خود نقشی اساسی در پیشبرد این پایان نامه ایفا نمودند، تشکر نمایم.

همچنین از آقای مهندس حامد حمیدی و تمامی دوستان و عزیزانی که اینجانب را در مراحل مختلف انجام و تدوین پایان نامه یاری و مساعدت نمودند، کمال تشکر و قدردانی را می نمایم.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات 1

1-1- لزوم بهسازی لرزه ای 2

1-2- موضوع پایان نامه 3

فصل دوم: روش های مختلف تحلیل و ضوابط بهسازی سازه های فولادی با سیستم دوگانه 5

2-1- مقدمه 6

2-2- مقدمات بهسازی لرزه ای 8

2-2-1- محدوده کاربرد 8

2-2-2- هدف بهسازی 9

2-2-3- تحلیل خطر زلزله 9

2-2-3-1- سطح خطر 1: 9

2-2-3-2- سطح خطر 2: 9

2-2-3-3- سطح خطر انتخابی: 9

2-2-4- سطوح عملکرد ساختمان: 10

2-2-4-1- سطوح عملکرد اجزای سازه ای 10

2-2-4-2- سطوح عملکرد اجزای غیر سازه ای 11

2-2-5- انواع بهسازی 12

2-2-5-1- بهسازی مبنا 12

2-2-5-2- بهسازی مطلوب 12

2-2-5-3- بهسازی ویژه 12

2-2-5-4- بهسازی محدود 12

2-2-5-5- بهسازی موضعی 12

2-2-6- ظرفیت اجزای سازه 13

2-2-6-1- ظرفیت اجزا در روشهای خطی 13

2-2-6-2- ظرفیت اجزا در روشهای غیرخطی 13

2-3- روش های مختلف تحلیل در بهسازی لرزه ای 14

2-3-1 تحلیل دینامیکی خطی 14

2-3-1-1- ملاحظات خاص تحلیلی 15

2-3-1-2- توزیع نیروی جانبی در ارتفاع و پلان 16

2-3-1-3- برآورد نیروها و تغییر مکان ها 16

2-3-2- تحلیل استاتیکی غیرخطی 17

2-3-2-1- ملاحظات خاص مدل سازی و تحلیل 17

2-3-2-2- برآورد نیروها و تغییر شکل ها 21

2-3-3- معیارهای پذیرش 29

2-3-3-1- روش های خطی 29

2-3-3-2- روش های غیرخطی 30

2-4- ضوابط بهسازی سازه های فولادی با سیستم دوگانه (قاب خمشی + مهاربند) 32
2-4-1- کلیات 32
2-4-2- سختی 32
2-4-2-1- روش دینامیکی خطی 32
2-4-2-2- روش استاتیکی غیرخطی 34
2-4-3- مقاومت 38
2-4-3-1- دینامیکی خطی 39
2-4-3-2- روش استاتیکی غیرخطی 41
2-4-4- معیارهای پذیرش 41
2-4-4-1- کلیات 41
2-4-4-2- روش استاتیکی و دینامیکی خطی 42
2-4-4-3- روش استاتیکی و دینامیکی غیرخطی 42
فصل سوم: انتخاب مدل و طراحی بر اساس آیین نامه 2800 ویرایش 3 47
3-1- مقدمه 48
3-2- تعاریف مدل های اولیه 48
3-3- بارگذاری ثقلی 52
3-4- بارگذاری لرزه ای 52
3-5- مدل سازی 55
3-6- تحلیل 55
3-7- طراحی 56
فصل چهارم: آنالیز و استخراج نتایج 63
4-1 مقدمه 64
4-2 تحلیل به روش دینامیکی خطی 66
4-3 ارزیابی به روش تحلیل دینامیکی خطی 66
4-3-1 ارزیابی ساختمان 5 طبقه 67
4-3-1-1 ارزیابی ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 1 (10٪ در 50 سال) 67
4-3-1-2 ارزیابی ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 2 (2٪ در 50 سال) 73
4-3-2 ارزیابی ساختمان 10 طبقه 79
4-3-2-1 ارزیابی ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 1 (10٪ در 50 سال) 79
4-3-2-2 ارزیابی ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 2 (2٪ در 50 سال) 85
4-3-3 ارزیابی ساختمان 15 طبقه 92
4-3-3-1 ارزیابی ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 1 (10٪ در 50 سال) 92
4-3-3-2 ارزیابی ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 2 (2٪ در 50 سال) 100
4-4 تحلیل به روش استاتیکی غیرخطی 108
4-5- ارزیابی به روش تحلیل استاتیکی غیرخطی 112
4-5-1- ارزیابی ساختمان 5 طبقه 112
4-5-1-1- ارزیابی ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 1 (10٪ در 50 سال) توزیع نوع I و II 112
4-5-1-2- ارزیابی ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 2 (2٪ در 50 سال) توزیع نوع I و II 118

4-5-2- ارزیابی ساختمان 10 طبقه 119
4-5-2-1- ارزیابی ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 1 (10٪ در 50 سال) توزیع نوع I و II 119
4-5-2-2- ارزیابی ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 2 (2٪ در 50 سال) توزیع نوع I و II 125
4-5-3- ارزیابی ساختمان 15 طبقه 126
4-5-3-1- ارزیابی ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 1 (10٪ در 50 سال) توزیع نوع I و II 126
4-5-3-2- ارزیابی ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 2 (2٪ در 50 سال) توزیع نوع I و II 135
فصل پنجم: جمع بندی و استنتاج نتایج 136
5-1- جمع بندی 137
5-2- نتیجه گیری 139
5-2-1- محدودیت های موجود برای نتیجه گیری 139
5-2-2- نتیجه گیری 140
5-3- پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی 140
مراجع: 141
پیوست: 143

فهرست شکل ها

شکل (2-1): منحنی ساده شده نیرو تغییر مکان 20
شکل (2-2): طیف ارتجاعی در دستگاه مختصات تغییر مکان و شتاب 25
شکل (2-3): منحنی دوخطی و انرژی مستهلک شده توسط میرایی 26
شکل (2-4): منحنی پاسخ کاهش یافته 27
شکل (2-5): شیوه منحنی ظرفیت برای بدست آوردن نقطه عملکرد 28
شکل (2-6): منحنی نیرو- تغییر شکل تعمیم یافته برای اعضا و اجزای فولادی 36
شکل (2-7): تعریف چرخش عضو 36
شکل (3-1): نمای ساختمان 5 طبقه فولادی قاب خمشی + بادبندی 49
شکل (3-2): نمای ساختمان 10 طبقه فولادی قاب خمشی + بادبندی 50
شکل (3-3): نمای ساختمان 15 طبقه فولادی قاب خمشی + بادبندی 51
شکل (3-4): نسبت تنش ها در ساختمان 5 طبقه 58
شکل (3-5): مقطع اعضا در ساختمان 5 طبقه 58
شکل (3-6): نسبت تنش ها در ساختمان 10 طبقه 59
شکل (3-7): مقاطع اعضا در ساختمان 10 طبقه 60
شکل (3-8): نسبت تنش ها در ساختمان 15 طبقه 61
شکل (3-9): مقاطع اعضا در ساختمان 15 طبقه 62
شکل (4-1): نمودار طیفهای بدست آمده از تحلیل ریسک (سطح خطر 1و2) و استاندارد 2800 65
شکل (4-2): نحوه تعریف مفصل غیرخطی در یک عضو مهاربندی 110
شکل (4-3): نحوه تعریف مفصل غیرخطی در یک عضو مهاربندی 111
شکل (4-4): نمودار برش پایه- جابجایی ساختمان 5 طبقه، توزیع نوع I 113
شکل (4-5): نمودار برش پایه- جابجایی ساختمان 5 طبقه، توزیع نوع II 115
شکل (4-6): نمودار برش پایه- جابجایی ساختمان 10 طبقه، توزیع نوع I 119
شکل (4-7): نمودار برش پایه- جابجایی ساختمان 10 طبقه، توزیع نوع II 121
شکل (4-8): نمودار برش پایه- جابجایی ساختمان 15 طبقه، توزیع نوع I 127
شکل (4-9): نمودار برش پایه- جابجایی ساختمان 15 طبقه، توزیع نوع II 130

فهرست جداول

جدول (2-1 الف): دامنه انتخاب سطوح عملکرد 12
جدول (2-1): مقادیر ضریب C_m 17
جدول (2-2): مقدار ضریب C_0 22
جدول (2-3): مقادیر ضریب C_2 22
جدول (2-4): انواع رفتار سازه ای 26
جدول(2-5): مقادیر اصلاح اندازه میرایی 27
جدول(2-6): حداقل مقادیر مجاز SR_A و SR_V 28
جدول (2-7): معیارهای پذیرش در روشهای خطی – اجزا سازه فولادی 43
جدول (2-8): پارامترهای مدلسازی معیارهای پذیرش در روشهای غیر خطی – اجزا سازه فولادی 45
جدول (2-9): پارامترهای مدلسازی معیارهای پذیرش در روشهای غیر خطی – اجزا سازه فولادی 46
جدول (3-1): مقادیر بارهای زنده و مرده در بارگذاری ثقلی 52
جدول (3-2): پارامترهای مورد استفاده در بارگذاری لرزه ای ساختمان 5 طبقه 53
جدول (3-3): جزییات بارگذاری لرزه ای ساختمان 5 طبقه 53
جدول (3-4): پارامترهای مورد استفاده در بارگذاری لرزه ای ساختمان 10 طبقه 53
جدول (3-5): جزییات بارگذاری لرزه ای ساختمان 10 طبقه 54
جدول (3-6): پارامترهای مورد استفاده در بارگذاری لرزه ای ساختمان 15 طبقه 54
جدول (3-7): جزییات بارگذاری لرزه ای ساختمان 15 طبقه 55
جدول (3-8): محاسبه لاغری در اعضای مهاربندی 56
جدول (3-9): محاسبه تنش مجاز اعضای مهاربندی 56
جدول (4-1): اعداد طیف طرح در سطوح خطر 1 و 2 و استاندارد 2800 64
جدول (4-2): مقادیر پارامترهای مورد استفاده در تحلیل دینامیکی خطی 66
جدول (4-3): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 68
جدول (4-4): ارزیابی مهاربندی های ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 68
جدول (4-5): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 69
جدول (4-6): ارزیابی ستون های ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 70
1جدول (4-7): ارزیابی ستون های ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 70
جدول (4-8): ارزیابی ستون های ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 71
جدول (4-9): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 72
جدول (4-10): ارزیابی تیرهای ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 72
جدول (4-11): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 74
جدول (4-12): ارزیابی مهاربندی های ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 74
جدول (4-13): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 75
جدول (4-14): ارزیابی ستون های ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 75
جدول (4-15): ارزیابی ستون های ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 76
جدول (4-16): ارزیابی ستون های ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 77
جدول (4-17): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 78

جدول (4-18): ارزیابی تیرهای ساختمان 5 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 78
جدول (4-19): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 79
جدول (4-20): ارزیابی مهاربندی های ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 79
جدول (4-21): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 80
جدول (4-22): ارزیابی ستون های ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 81
جدول (4-23): ارزیابی ستون های ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 82
جدول (4-24): ارزیابی ستون های ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 83
جدول (4-25): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 84
جدول (4-26): ارزیابی تیرهای ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 84
جدول (4-27): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 86
جدول (4-28): ارزیابی مهاربندی های ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 86
جدول (4-29): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 87
جدول (4-30): ارزیابی ستون های ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 88
جدول (4-31): ارزیابی ستون های ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 88
جدول (4-32): ارزیابی ستون های ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 89
جدول (4-33): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 91
جدول (4-34): ارزیابی تیرهای ساختمان 10 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 91
جدول (4-35): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 92
جدول (4-36): ارزیابی مهاربندی های ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 92
جدول (4-37): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 94
جدول (4-38): ارزیابی ستون های ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 94
جدول (4-39): ارزیابی ستون های ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 95
جدول (4-40): ارزیابی ستون های ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 97
جدول (4-41): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 98
جدول (4-42): ارزیابی تیرهای ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 1، روش دینامیکی خطی 98
جدول (4-43): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 100
جدول (4-44): ارزیابی مهاربندی های ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 100
جدول (4-45): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 102
جدول (4-46): ارزیابی ستون های ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 102
جدول (4-47): ارزیابی ستون های ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 103
جدول (4-48): ارزیابی ستون های ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 104
جدول (4-49): مقادیر انتخاب شده برای پارامتر m 106
جدول (4-50): ارزیابی تیرهای ساختمان 15 طبقه در سطح خطر 2، روش دینامیکی خطی 106
جدول (4-51): پارامترهای مورد نیاز جهت انجام تحلیل استاتیکی غیرخطی، توزیع نوع اول و دوم 108
جدول (4-52): پارامترهای مدلسازی و معیارهای پذیرش مورد استفاده در تحلیل استاتیکی غیرخطی 109
جدول (4-53): نیروی تسلیم اعضای مهاربندی در فشار جهت مدلسازی در تحلیل استاتیکی غیرخطی 109
جدول (4-54): نیروی تسلیم اعضای مهاربندی در کشش جهت مدلسازی در تحلیل استاتیکی غیرخطی 109
جدول (4-55): نیروها و توزیع بار جانبی بکار رفته در تحلیل استانیکی غیرخطی 111
جدول (4-56): وضعیت مفاصل اعضای کنترل شونده توسط تغییر شکل در ساختمان 5 طبقه، توزیع نوع I 113

جدول (4-57): وضعیت مفاصل اعضای کنترل شونده توسط تغییر شکل در ساختمان 5 طبقه، توزیع نوع II 115
جدول (4-58): ارزیابی ستون های ساختمان 5 طبقه، سطح خطر 1، استاتیکی غیرخطی ، توزیع نوع I 117
جدول (4-59): ارزیابی ستون های ساختمان 5 طبقه، سطح خطر 1، استاتیکی غیرخطی ، توزیع نوع II 117
جدول (4-60): وضعیت مفاصل اعضای کنترل شونده توسط تغییر شکل در ساختمان 10 طبقه، توزیع نوع I 120
جدول (4-61): وضعیت مفاصل اعضای کنترل شونده توسط تغییر شکل در ساختمان 10 طبقه، توزیع نوع II 121
جدول (4-62): ارزیابی ستون های ساختمان 10 طبقه، سطح خطر 1، استاتیکی غیرخطی ، توزیع نوع I 124
جدول (4-63): ارزیابی ستون های ساختمان 10 طبقه، سطح خطر 1، استاتیکی غیرخطی ، توزیع نوع II 124
جدول (4-64): وضعیت مفاصل اعضای کنترل شونده توسط تغییر شکل در ساختمان 15 طبقه، توزیع نوع I 127
جدول (4-65): وضعیت مفاصل اعضای کنترل شونده توسط تغییر شکل در ساختمان 15 طبقه، توزیع نوع II 130
جدول (4-66): ارزیابی ستون های ساختمان 15 طبقه، سطح خطر 1، استاتیکی غیرخطی ، توزیع نوع I 133
جدول (4-67): ارزیابی ستون های ساختمان 15 طبقه، سطح خطر 1، استاتیکی غیرخطی ، توزیع نوع II 134
جدول (5-1): نتایج تحلیل دینامیکی خطی به درصد 137
جدول (5-2): نتایج تحلیل استاتیکی غیرخطی، درصد اعضایی که معیار پذیرش را ارضا نمی نمایند 137

فصل اول: کلیات

1-1- لزوم بهسازی لرزه ای

علی الرغم اینکه کشور ایران بر روی کمربند زلزله قرار گرفته است و جزء مناطق لرزه خیز شدید دنیا محسوب می شود، اما تا بیش از چهار دهه پیش، طراحی و محاسبه سازه ساختمانها در برابر زلزله مرسوم نبوده است و این توصیه ها در این باره پس از زلزله 1341 بوئین زهرا در آیین نامه بارگذاری ساختمانها و ابنیه فنی (استاندارد 519) آورده شد، 26 سال پس از آن، اولین آیین نامه خاص طراحی ساختمانها در برابر زلزله تحت عنوان استاندارد 2800 در سال 1367 هجری خورشیدی منتشر گردید. بنابراین توجه به مسائل طراحی ساختمانها در برابر زلزله نسبت به طراحی در برابر بارهای قائم با تاخیر صورت گرفته و اگر سیر تکاملی آیین نامه های مربوطه را هم بررسی کنیم، خواهیم دید که آیین نامه ها پس از هر تجدید نظر، به استناد دانسته های جدیدتر، قیود و مقررات بیشتری طلب کرده و خواستار طراحی سازه ها در برابر نیروهای بزرگتر شده اند. با توجه به مطالب یاد شده، به طور کلی می توان لزوم بهسازی لرزه ای را در موارد زیر بیان نمود:

الف: تعدادی از ساختمانها اساساً برای زلزله طراحی نشده اند و در نتیجه آسیب پذیر می باشند.

ب: ساختمان هایی که در طراحی آنها بار زلزله دیده شده است ولی دچار ضعف اجرایی می باشند.

ج: با توجه به افزایش روزافزون دانش مهندسی زلزله و مطرح شدن ضوابط جدید در آیین نامه ها، ساختمان هایی که در قبل برای نیروی زلزله طراحی شده اند، الزاماً تامین کننده ضوابط جدید نمی باشند. لذا این ساختمانها نیز آسیب پذیرند، هر چند که آسیب پذیری آنها کمتر می باشد.

از آنجاییکه به دلایل اقتصادی و اجرایی نمی توان همه این ساختمان های آسیب پذیر را با ساختمان های جدید جایگزین کرد، می بایست در ابتدا وضع موجود این ساختمانها مورد بررسی قرار گرفته، میزان ایمنی آنها ارزیابی شده و در صورت لزوم به ایمن سازی آنها مبادرت ورزید.

2-1- موضوع پایان نامه

با مطالب بیان شده در بند (1-1) اهمیت مبحث بهسازی لرزه ای روشن گردیده است. در جریان یک پروژه بهسازی، در ابتدا نیاز به جمع آوری اطلاعات از سازه موجود است، پس از آن با وجود این اطلاعات می بایست سازه مورد نظر به صورتی مدل سازی و تحلیل شود تا رفتار و عملکرد سازه هنگام زلزله مشخص گردد. حال برای کنترل نتایج بدست آمده نیاز به معیارهای خاصی می باشد تا در نهایت لزوم یا عدم لزوم به بهسازی برای ساختمانهای موجود مشخص شود و پس از انجام کلیه این اقدامات و با در نظر گرفتن نتایج حاصل و در صورت نیاز به بهسازی، روش اجرایی بهسازی تعیین گردد.

با توجه به مطالب بیان شده و آغاز اقدامات مورد نیاز جهت بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود در کشور، به تازگی دستورالعملی توسط سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور تهیه شده است که مبنای مطالعات بهسازی ساختمانها قرار گیرد. این دستورالعمل با استفاده از آیین نامه ای است که اخیراً در آمریکا برای بهسازی ساختمانها تدوین و توصیه شده است. این آیین نامه از طرف انجمن مهندسین عمران آمریکا (ASCE) و آژانس مدیریت بحران فدرال (FEMA) تهیه شده و تحت عنوان FEMA 356 & FEMA 273 منتشر گردیده است.

هدف اصلی این پایان نامه مقایسه نتایج حاصل از پاسخ سازه های فولادی دوگانه طراحی شده بر اساس آیین نامه 2800 و نتایج بدست آمده از دو نوع تحلیل استاتیکی غیر خطی، دینامیکی خطی در مبحث بهسازی لرزه ای می باشد. روش کار در پایان نامه بدین گونه است که سه ساختمان متقارن و منظم 5، 10 و 15 طبقه فولادی دوگانه که نسبت ارتفاع به عرض آنها بین 1/5 تا 3 متر بوده و جزء ساختمانهای متعارف می باشند با نرم افزار ETABS به صورت دو بعدی (2D) مدل گردیده و بر اساس آیین نامه 2800 ویرایش سوم [مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، 1384]، در برابر زلزله طراحی و تیپ بندی شده اند. محل ساختمان های یاد شده در تهران در نظر گرفته شده است. در ادامه، ازنتایج تحلیل ریسک برای منطقه مورد نظر در دو سطح خطر 1 و 2 (10 درصد و 2 درصد در 50 سال) بر اساس پایان نامه کارشناسی ارشد آقای مهندس حامد حمیدی [9] استفاده شده تا ارزیابی لرزه ای ساختمانها برای این دو سطح خطر انجام گیرد. سپس این

سه ساختمان به همان صورت دو بعدی در نرم افزار SAP2000 مدل سازی گردیدند و توسط دو روش یاد شده تحلیل گشته و مورد مقایسه قرار گرفته اند.

فصل دوم: روش های مختلف تحلیل و ضوابط بهسازی سازه های فولادی با سیستم دوگانه

2-1- مقدمه

دستورالعمل بهسازی لرزه ای در حقیقت ابزاری عملی برای ارزیابی و بهسازی ساختمانهای موجود می باشد. روشهای طراحی در اکثر آیین نامه های فعلی براساس معیار مقاومت می باشد. در حالی که تحقیقات و رفتار ساختمانها در برابر زلزله های اخیر نشان داد که مقاومت نمی تواند معیار مناسبی باشد و افزایش مقاومت لزوماً به معنای افزایش ایمنی نمی باشد. بنابراین در آیین نامه های جدید به جای معیار مقاومت از معیار رفتار برای طراحی سازه استفاده می شود. در فلسفه معیار رفتار، هر عضو باتوجه به رفتار خمشی، محوری، برشی و ... باید عملکرد مناسب را نشان دهد.

در اثر وقوع زلزله های شدید، خسارات قابل ملاحظه ای به علت رفتار غیر الاستیک سازه ها به آنها وارد می شود. زیرا باتوجه به اینکه سازه در اثر نیروی زلزله ناحیه ارتجاعی را سپری می کند و وارد ناحیه غیرارتجاعی می شود و در این ناحیه نرخ تغییرات مقاومت ناچیز ولی تغییر شکلهای خمیری زیاد می باشد و این موضوع حاکم بر رفتار می شود. لذا در روش طراحی براساس عملکرد، عملکرد غیرخطی اجزای سازه مورد بررسی قرار می گیرد و تغییر مکان به جای نیرو به عنوان مناسب ترین شاخص رفتار مطرح می شود. به همین دلیل می توان رفتار واقع بینانه تری از سازه را مشخص نمود.

البته در مورد اعضایی که باید در ناحیه الاستیک خطی باقی بمانند (مانند ستونها) همان معیار نیرو به عنوان شاخص طراحی بکار می رود.

در ادامه به بررسی برخی نواقص موجود در آیین نامه 2800 می پردازیم که به صورت زیر بیان می گردد:

1) رفتار سازه در هنگام زلزله به صورت غیرارتجاعی می باشد. ولی در آیین نامه به دلیل اینکه می خواهیم در ناحیه الاستیک طراحی صورت گیرد از ضریب $\frac{1}{R}$ که R ضریب رفتار سازه می باشد، استفاده می نماییم. این ضریب باعث می شود که نیروی زلزله کاهش یابد و در واقع رفتار غیرخطی سازه را دخیل نمائیم ولی تمامی اعضای یک سازه رفتار غیرخطی مشابه از خود نشان نمی دهند و این روش رفتار غیرخطی تک تک اعضا را درنظر نمی گیرد.

در روش طراحی موجود در آیین نامه 2800: عموماً از سختی اولیه سازه برای تحلیل و همچنین محاسبه نیاز لرزه ای استفاده می شود که با ورود به ناحیه غیرخطی این میزان سختی به تدریج کاهش مـی یابـد و سـازه دوره تناوب بیشتری را دارا می شود.

همچنین از دیگر معایب این روش می توان به موثر بودن مود اول اشاره کرد. اثر مودهای بالاتر کـه در مـورد سازه های بلند مرتبه و خصوصاً نامنظم چشمگیر می باشد، در آیین نامه کم اثر درنظر گرفته شده است.

2) باتوجه به دیدگاه مقاومت در مورد طراحی سازه، باید به این نکته اشاره کرد که لزوماً افزایش مقاومت نمی تواند خسارات را کاهش دهد و ایمنی را بالا ببرد.

توزیع مناسب مقاومت بسیار مهمتر از کل مقاومت سازه می باشد.

3) در آیین نامه 2800 ایران، یک سطح عملکرد یعنی تأمین ایمنی جانی مربوط بـه سـطح خطـر 1، مـدنظر می باشد. طراحی براساس یک سطح عملکرد نمی تواند ضریب ایمنی مناسبی در جهـت تعیـین دقیـق رفتـار سازه باشد. در این مورد باید باتوجه به کاربری و نیاز کارفرما بتوان هرنوع عملکرد در هر نـوع سـطح خطـر را پیش بینی کرد.

باتوجه مسائل بالا، متخصصان در دستورالعمل بهسازی لرزه ای که پایه آن مربوط بـه Fema 273، Fema 356 و ATC40 می باشد، معیار عملکرد را به عنوان شاخص طراحی مطرح ساختند. [5]

طراحی براساس عملکرد مستلزم تعریف سطوح چندگانه عملکرد هدف می باشد، کـه انتظـار مـی رود سـازه، تحت اثر زلزله با شدت مشخص و ریسک معین به این سطوح برسد و یا حداقل از آن تجاوز نکند.

انتخاب عملکرد باتوجه به پارامترهائی ازجمله، کاربری سازه، اهمیت سازه، ملاحظات اقتصادی و نظر کارفرمـا ... صورت می گیرد.

بنـابراین، اهـداف عملکـرد، در واقـع عملکـرد لـرزه ای مـورد نظـر سـازه را تعیـین مـی نمایـد. عملکـرد لرزه ای نیز توسط سطوح عملکرد، که حداکثر مقدار خسارات وارد به سـازه را بـرای یـک زلزلـه تعیـین مـی نماید، توصیف می شود.