

فهرست مطالب

1	فصل اول:مقدمه.....
2	1-1-مقدمه.....
2	2-1-سیستم‌های مقاوم در برابر زلزله.....
3	3-1-المان نوین شکل پذیر.....
4	4-1-هدف و روش تحقیق.....
4	5-1-ساختار پایان نامه.....
5	فصل دوم:مستهلك کننده های انرژی غیر فعال.....
6	1-2- مقدمه.....
8	2-2-میراگرهای تسلیم شونده.....
9	1-2-2-میراگر ADAS.....
12	2-2-1-1-مقاوم‌سازی قاب‌های خمشی متوسط توسط میراگر TADAS.....
15	2-2-2-میراگرهای حلقوی.....
19	2-2-3-میراگر قوطی شکل.....
20	فصل سوم:مدل سازی.....
21	1-3-مقدمه.....
21	2-3- نرم افزار ABAQUS.....
21	1-2-3- روش‌های آنالیز.....
22	1-1-2-3- روش ABAQUS/Standard.....
22	2-1-2-3- روش ABAQUS/Explicit.....

22.....	2-2-3-رفتار مصالح
22.....	3-2-3-انواع المان‌ها
23.....	3-2-3-1-المان پوسته
24.....	3-3-میراگرهای حلقوی و قوطی شکل:
24.....	3-3-1-میراگر حلقوی:
25.....	3-3-1-1-مدل سازی میراگر حلقوی
29.....	3-3-میراگر قوطی شکل
30.....	3-3-1-مدل سازی میراگر قوطی شکل
31.....	3-4-میراگر پیشنهادی در این پایان نامه
33.....	3-4-1-مدل سازی مهاربند ارائه شده در ABAQUS
34.....	3-4-2-مدل سازی میراگر قرار داده شده در مهاربند
36.....	5-4-2-1-میراگر حاوی دو حلقه متحدالمرکز
37.....	3-4-3-میراگر پیشنهادی اصلاح شده
38.....	3-4-3-1-بدست آوردن ضخامت صفحات میراگر
41.....	3-4-3-1-منحنی هیستریسیس میراگر قرار داده شده در مهاربند
44.....	فصل چهارم: معرفی سازه های مورد بررسی
45.....	4-1-مقدمه
45.....	4-2-روش تاریخچه زمانی غیر خطی:
45.....	4-2-1-ملزومات آنالیز
46.....	4-2-2-نحوه آنالیز دینامیکی بر اساس آیین نامه ASCE

49	3-4-معرفی مدل ها:
49	1-3-4-معرفی سازه 4 طبقه:
51	2-3-4-معرفی سازه 8 طبقه
54	3-3-4-معرفی سازه 12 طبقه
56	فصل پنجم:ارائه و بررسی نتایج
57	1-5-مقدمه
57	2-5-جابجایی نسبی طبقات
	1-2-5-مقایسه جابجایی نسبی در دو حالت عادی و تقویت شده برای سازه چهارطبقه
57	
	2-2-5-مقایسه جابجایی نسبی در دو حالت عادی و تقویت شده برای سازه هشت
59	طبقه
	3-2-5-مقایسه جابجایی نسبی در دو حالت تقویت شده و نیمه تقویت شده برای
62	سازه هشت طبقه
	4-2-5-مقایسه جابجایی نسبی در دو حالت عادی و تقویت شده برای سازه دوازده
67	طبقه
77	3-5-مقایسه جابجایی بام
77	1-3-5-مقایسه جابجایی بام سازه چهارطبقه برای دو حالت عادی و تقویت شده
79	2-3-5-مقایسه جابجایی بام سازه هشت طبقه برای دو حالت عادی و تقویت شده
	3-3-5-مقایسه جابجایی بام سازه هشت طبقه برای دو حالت تقویت شده و نیمه
81	تقویت شده
83	4-3-5-ساختمان دوازده طبقه

86.....	4-5-نمودار برش پایه در برابر زمان
86.....	1-4-5-نمودار برش پایه در برابر زمان برای سازه چهار طبقه
88.....	2-4-5- نمودار برش پایه در برابر زمان برای سازه هشت طبقه
90.....	3-4-5- نمودار برش پایه در برابر زمان برای سازه دوازده طبقه
92.....	5-5-ارائه میراگر پیشنهادی اصلاح شده
92.....	1-5-5-ایده شکل میراگر ADAS
93.....	2-5-5-ارائه میراگر اصلاح شده
94.....	3-5-5-قرار دادن میراگر پیشنهادی در مهاربند
97.....	فصل ششم:نتیجه گیری و پیشنهادات
98.....	1-6-مقدمه
98.....	2-6-نتیجه گیری
100.....	3-6-پیشنهادات
97.....	مراجع

فهرست اشکال

- شکل 2-1: میزان کاربرد سیستم های مستهلک کننده انرژی غیرفعال در آمریکای شمالی [6].....8
- شکل 2-2: نمونه هایی از انواع میراگرهای فلزی جاری شونده (تسلیمی) [10].....9
- شکل 2-3: هندسه مستهلک کننده انرژی ADAS [8].....10
- شکل 2-4: نمای قاب هشت طبقه [10].....12
- شکل 2-5: برش پایه برای سیستم های مختلف تحت زمین لرزه السنترو [10].....13
- شکل 2-6: حداکثر برش طبقات برای سیستم های مختلف تحت زمین لرزه السنترو [10].....14
- شکل 2-7: جابجایی بام برای سیستم های تقویت شده و تقویت نشده تحت زمین لرزه السنترو
[10].....14
- شکل 2-8: حلقه فولادی و نحوه اتصال آن به بادبند [11].....15
- شکل 2-9: میراگر قوطی شکل [5].....16
- شکل 3-1: نحوه قرارگیری حلقه در قاب [13].....21
- شکل 3-2: نمودار تنش کرنش فولاد [13].....22
- شکل 3-3: نحوه قرار گیری نمونه در جک یونیورسال [13].....23
- شکل 3-4: نمودار نیرو-تغییر مکان برای حلقه با قطر 15 سانتی متر و ضخامت های مختلف
[13].....24
- شکل 3-5: نمودار نیرو-جابجایی برای حلقه با قطر 15 سانتی متر و ضخامت 16 میلیمتر.....25
- شکل 3-6: نمودار نیرو-جابجایی برای حلقه با قطر 15 سانتی متر و ضخامت 22 میلیمتر.....25
- شکل 3-7: میراگر قوطی شکل [5].....26

- شکل 3-8: منحنی هیسترسیس میراگر قوطی شکل [5]..... 27
- شکل 3-9: نمودار هیسترسیس میراگر قوطی شکل در نرم افزار..... 28
- شکل 3-10: میراگر پیشنهادی..... 29
- شکل 3-11: میراگر قرار داده شده در مهاربند..... 30
- شکل 3-12: منحنی هیسترسیس IPBL 140..... 31
- شکل 3-13: منحنی هیسترسیس IPBL 180..... 32
- شکل 3-14: منحنی هیسترسیس مهاربند همراه میراگر..... 33
- شکل 3-15: میراگر حاوی دو حلقه متحد المركز [14]..... 34
- شکل 3-16: منحنی هیسترسیس دو حلقه متحد المركز [14]..... 34
- شکل 3-17: میراگر پیشنهادی اصلاح شده..... 35
- شکل 3-18: دیاگرام آزاد حلقه..... 36
- شکل 3-19: منحنی هیسترسیس مهاربند IPBL140 همراه میراگر..... 39
- شکل 3-20: منحنی هیسترسیس مهاربند IPBL180 همراه میراگر..... 39
- شکل 3-21: تصویر تغییر شکل یافته مهاربند به همراه میراگر..... 40
- شکل 3-22: تصویری از المان کمانش یافته..... 40
- شکل 4-1: نمودار شتاب نگاشت زلزله بشرویه..... 43
- شکل 4-2: نمودار شتاب نگاشت زلزله فردوس..... 43
- شکل 4-3: نمودار شتاب نگاشت زلزله طبس..... 44
- شکل 4-4: طیف شتاب نگاشت زلزله آیین نامه 2800 [17]..... 44
- شکل 4-5: پلان سازه چهارطبقه..... 46
- شکل 4-6: نمای قاب چهارطبقه مهاربندی شده..... 46

- شکل 4-7: نمای قاب چهارطبقه مهاربندی شده تقویت شده با میراگر.....47
- شکل 4-8: نمای قاب هشت طبقه مهاربندی شده.....48
- شکل 4-9: نمای قاب هشت طبقه تقویت شده با میراگر.....49
- شکل 4-10: نمای قاب هشت طبقه مهاربندی شده قسمتی تقویت شده.....50
- شکل 5-1: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه اول قاب چهار طبقه تحت زلزله بشرویه.....53
- شکل 5-2: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه اول قاب چهار طبقه تحت زلزله فردوس.....54
- شکل 5-3: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه اول قاب چهار طبقه تحت زلزله طبس.....54
- شکل 5-4: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه پنجم قاب هشت طبقه تحت زلزله بشرویه برای حالت عادی و تقویت شده.....55
- شکل 5-5: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه پنجم قاب هشت طبقه تحت زلزله فردوس برای حالت عادی و تقویت شده.....56
- شکل 5-6: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه ششم قاب هشت طبقه تحت زلزله فردوس برای حالت عادی و تقویت شده.....56
- شکل 5-7: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه هفتم قاب هشت طبقه تحت زلزله فردوس برای حالت عادی و تقویت شده.....57
- شکل 5-8: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه اول قاب هشت طبقه تحت زلزله طبس برای حالت عادی و تقویت شده.....57
- شکل 5-9: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه هفتم قاب هشت طبقه تحت زلزله طبس برای حالت عادی و تقویت شده.....58
- شکل 5-10: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه پنجم قاب هشت طبقه تحت زلزله بشرویه برای حالت تقویت شده و نیمه تقویت شده.....59
- شکل 5-11: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه پنجم قاب هشت طبقه تحت زلزله فردوس برای حالت تقویت شده و نیمه تقویت شده.....59
- شکل 5-12: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه ششم قاب هشت طبقه تحت زلزله فردوس برای حالت تقویت شده و نیمه تقویت شده.....60

- شکل 5-13: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه هفتم قاب هشت طبقه تحت زلزله فردوس برای حالت تقویت شده و نیمه تقویت شده.....60
- شکل 5-14: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه اول قاب هشت طبقه تحت زلزله طبس برای حالت تقویت شده و نیمه تقویت شده.....61
- شکل 5-15: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه هفتم قاب هشت طبقه تحت زلزله طبس برای حالت تقویت شده و نیمه تقویت شده.....61
- شکل 5-16: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه اول قاب دوازده طبقه تحت زلزله بشرویه.....64
- شکل 5-17: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه دوم قاب دوازده طبقه تحت زلزله بشرویه.....64
- شکل 5-18: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه سوم قاب دوازده طبقه تحت زلزله بشرویه.....65
- شکل 5-19: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه هفتم قاب دوازده طبقه تحت زلزله بشرویه.....65
- شکل 5-20: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه هشتم قاب دوازده طبقه تحت زلزله بشرویه.....66
- شکل 5-21: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه نهم قاب دوازده طبقه تحت زلزله بشرویه.....66
- شکل 5-22: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه اول قاب دوازده طبقه تحت زلزله فردوس.....67
- شکل 5-23: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه دوم قاب دوازده طبقه تحت زلزله فردوس.....67
- شکل 5-24: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه سوم قاب دوازده طبقه تحت زلزله فردوس.....68
- شکل 5-25: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه هفتم قاب دوازده طبقه تحت زلزله فردوس.....68
- شکل 5-26: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه هشتم قاب دوازده طبقه تحت زلزله فردوس.....69
- شکل 5-27: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه دهم قاب دوازده طبقه تحت زلزله فردوس.....69
- شکل 5-28: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه اول قاب دوازده طبقه تحت زلزله طبس.....70
- شکل 5-29: تاریخچه زمانی جابجایی نسبی طبقه دوم قاب دوازده طبقه تحت زلزله طبس.....70
- شکل 5-30: تاریخچه زمانی جابجایی بام قاب چهار طبقه تحت زلزله بشرویه73
- شکل 5-31: تاریخچه زمانی جابجایی بام قاب چهار طبقه تحت زلزله فردوس.....74
- شکل 5-32: تاریخچه زمانی جابجایی بام قاب چهار طبقه تحت زلزله طبس.....74

- شکل 5-33: تاریخچه زمانی جابجایی بام قاب هشت تحت زلزله بشرویه برای حالت عادی و تقویت شده.....75
- شکل 5-34: تاریخچه زمانی جابجایی بام قاب هشت طبقه تحت زلزله فردوس برای حالت عادی و تقویت شده.....76
- شکل 5-35: تاریخچه زمانی جابجایی بام قاب هشت طبقه تحت زلزله طبس برای حالت عادی و تقویت شده.....76
- شکل 5-36: تاریخچه زمانی جابجایی بام قاب هشت طبقه تحت زلزله بشرویه برای حالت تقویت شده ونیمه تقویت شده.....77
- شکل 5-37: تاریخچه زمانی جابجایی بام تحت زلزله فردوس برای حالت تقویت شده ونیمه تقویت شده.....78
- شکل 5-38: تاریخچه زمانی جابجایی بام تحت زلزله طبس برای حالت تقویت شده ونیمه تقویت شده.....78
- شکل 5-39: تاریخچه زمانی جابجایی بام تحت زلزله بشرویه برای حالت عادی و تقویت شده.....80
- شکل 5-40: تاریخچه زمانی جابجایی بام تحت زلزله فردوس برای حالت عادی و تقویت شده.....80
- شکل 5-41: تاریخچه زمانی جابجایی بام تحت زلزله طبس.....81
- شکل 5-42: تاریخچه زمانی برش پایه تحت زلزله بشرویه برای قاب چهارطبقه.....82
- شکل 5-43: تاریخچه زمانی برش پایه تحت زلزله فردوس برای قاب چهارطبقه.....83
- شکل 5-44: تاریخچه زمانی برش پایه تحت زلزله طبس برای قاب چهارطبقه.....84
- شکل 5-45: تاریخچه زمانی برش پایه تحت زلزله بشرویه برای سازه هشت طبقه.....84
- شکل 5-46: تاریخچه زمانی برش پایه تحت زلزله فردوس برای سازه هشت طبقه.....85
- شکل 5-47: تاریخچه زمانی برش پایه تحت زلزله طبس برای سازه هشت طبقه.....85
- شکل 5-48: تاریخچه زمانی برش پایه تحت زلزله بشرویه برای سازه دوازده طبقه.....86
- شکل 5-49: تاریخچه زمانی برش پایه تحت زلزله فردوس.....87
- شکل 5-50: تاریخچه زمانی برش پایه تحت زلزله طبس.....87

شکل 5-51: دیاگرام آزاد نیم حلقه..... 88

شکل 5-52: شکل میراگر پیشنهادی اصلاح شده..... 90

شکل 5-53: مقایسه منحنی هیستریسیس میراگر قبلی و میراگر اصلاح شده..... 91

فهرست جداول

- جدول 3-1: مشخصات فولاد CT.....18
- جدول 3-2: مقایسه نتایج حاصل از نرم افزار و مدل آزمایشگاهی.....20
- جدول 3-3: مقایسه میراگر مدل شده در مقاله و پایان نامه.....25
- جدول 3-4: مقایسه میراگر مدل شده در مقاله و پایان نامه.....31
- جدول 3-5: ضخامت های پیشنهادی برای میراگر.....34
- جدول 3-6: ضخامت های نهایی برای میراگر.....34
- جدول 5-1: مقایسه جابجایی نسبی سازه عادی با سازه تقویت شده.....53
- جدول 5-2: مقایسه جابجایی نسبی سازه عادی با سازه تقویت شده در زلزله بشرویه.....61
- جدول 5-3: مقایسه جابجایی نسبی سازه عادی با سازه تقویت شده در زلزله فردوس.....61
- جدول 5-4: مقایسه جابجایی نسبی سازه عادی با سازه تقویت شده در زلزله طبس.....61
- جدول 5-5: درصد تغییرات جابجایی نسبی.....62
- جدول 5-7: تغییرات جابجایی نسبی طبقه اول.....70
- جدول 5-8: تغییرات جابجایی نسبی طبقه دوم.....70
- جدول 5-9: تغییرات جابجایی نسبی طبقه سوم.....70

جدول 5-10: تغییرات جابجایی نسبی طبقه هفتم.....71

جدول 5-11: تغییرات جابجایی نسبی طبقه هشتم.....71

جدول 5-12: تغییرات جابجایی نسبی طبقه نهم و دهم.....71

جدول 5-13: تغییرات جابجایی بام.....74

جدول 5-14: تغییرات جابجایی بام.....77

جدول 5-14: تغییرات جابجایی بام.....80

فصل اول

مقدمه

1-1-1- مقدمه

هدف آیین نامه‌ها ارائه‌ی روش‌هایی در طراحی، برای بالا بردن عملکرد سازه می‌باشد که از این طریق می‌توان خسارت وارد شده به ساختمان و المان‌های باربر و غیر باربر آن را کاهش داد؛ البته این نکته قابل توجه است که تغییر شکل‌های غیر الاستیک در زمان رخداد زمین لرزه‌ها موجب اتلاف انرژی ورودی زلزله در سازه می‌گردند؛ پس باید دید سازه چه مقدار می‌تواند تغییر شکل‌های غیرالاستیک را تحمل کند. سازه با تحمل این تغییر شکل‌ها، انرژی ورودی را بیشتر تلف کرده و همچنان پایدار باقی می‌ماند. بدین منظور ظرفیت اتلاف انرژی سازه در مقابل تقاضای انرژی زلزله باید تأمین شود. بر این اساس استفاده از روش‌های طراحی جدید و نوآوری در زمینه‌ی ساخت المان‌های سازه‌ای، می‌تواند توسعه‌ی بزرگی را در صنعت طراحی و ساخت سازه‌ها ایجاد کند. باید توجه داشت مکان قرار گیری اعضای اتلاف کننده‌ی انرژی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است و توجه به این موضوع باعث افزایش میزان جذب انرژی شده و در نهایت می‌تواند عملکرد لرزه‌ای سازه را افزایش دهد [1 و 2 و 3].

1-2- سیستم‌های مقاوم در برابر زلزله

در روش‌های متداول طراحی در سیستم مقاوم در برابر نیروهای جانبی، انتظار می‌رود که سازه بتواند تغییر شکل‌های غیر الاستیک را تحمل کند و با این کار بخشی از انرژی زلزله را جذب کرده، تشکیل مفاصل پلاستیک داده و پایداری خود را حفظ کند. بر این اساس، ایجاد خسارت در این اعضا سبب نرم شدن سازه می‌شود. این کاهش سختی و تسلیم سازه، جابجایی‌های آن را افزایش می‌دهد که سبب شده شکست نهایی زودتر اتفاق بیفتد. در موارد زیادی این خسارات جبران ناپذیر بوده و تعمیر آن امکان پذیر نمی‌باشد. اما بر اساس آیین نامه، این کاهش سختی برای انواع زیادی از ساختمان‌ها، تا زمانی که از شکست سازه جلوگیری شده و حالت ایمنی جانی را تأمین

کند، قابل اجرا است. اگرچه این رویداد بدین معناست که از ظرفیت سازه بیشتر استفاده شده، ولی برای ساختمان‌هایی مانند بیمارستان‌ها، مدارس و ... که سطح عملکرد بالاتری را نیاز داشته باشند مناسب نیست. زیرا این ساختمان‌ها مجبورند بعد از زلزله باقی بمانند و بارهای وارده را تحمل کرده و خدمت رسانی کنند. بر این اساس باید برای این‌گونه سازه‌ها اقدامات ویژه‌ای صورت گیرد تا از تأسیسات اصلی آن‌ها در مقابل خسارت یا شکست محافظت شود [3]. چه چیز سبب خسارت می‌شود؟ تعداد زیادی از سازه‌ها مخصوصاً موارد قدیمی‌تر، مقاومت کافی در برابر بار جانبی را ندارند. دلیل آن نداشتن جزئیات کافی برای ایجاد رفتار شکل پذیر بوده که سبب می‌شود سازه به سرعت به ظرفیت نهایی خود برسد. این مسئله به گسترش استفاده سیستم‌های جدید برای ایجاد اتلاف انرژی مطمئن منجر شده است.

انواع سیستم‌های مدرن مقاوم در برابر زلزله عبارتند از:

1- سیستم‌های جدا سازی پایه ای

2- سیستم‌های فعال و نیمه فعال

3- سیستم‌های غیر فعال

یکی از انواع سیستم‌های غیر فعال استفاده از انواع میراگرها می‌باشد؛ المان‌هایی که با مستهلک کردن انرژی از تخریب بقیه اجزاء سازه جلوگیری می‌کنند [4]. در این بین نوعی از میراگرها به نام میراگر تسلیم شونده مورد توجه قرار می‌گیرد. در این پایان نامه نوعی از میراگر تسلیم شونده به نام المان‌های شکل پذیر مورد بررسی قرار گرفته است.

1-3- المان نوین شکل پذیر

مهاربندها از متداول‌ترین عناصر قابل استفاده در تأمین مقاومت جانبی سازه می‌باشند که به دلیل سختی زیاد، تغییر مکان جانبی کم، سهولت اجرا و مقرون بصرفه بودن همواره طراحان به سمت استفاده از این سیستم جذب شده‌اند. با این وجود از مهم‌ترین معایب این نوع مهاربندها

ضعف کمانش عضو فشاری و شکل پذیری پایین این سیستم می‌باشد. جهت رفع نقص این سیستم تحقیقات فراوانی صورت گرفته است که از این میان می‌توان به استفاده از المان‌های شکل پذیر اشاره کرد. این المان‌ها همان طور که بعداً مورد بررسی بیشتر قرار می‌گیرند می‌توانند از کمانش اعضا جلوگیری کرده، به عنوان یک فیوز عمل کنند. پس از وقوع زلزله این المان‌ها تعویض شده و بقیه اعضای سازه سالم باقی می‌مانند.[5].

4-1- هدف و روش تحقیق

همان طور که گفته شد بادبندها با وجود محاسن زیاد از شکل پذیری مناسبی برخوردار نیستند بنابراین نیاز به اصلاح دارند. در این پایان نامه یک نوع میراگر که از ترکیب چند المان شکل پذیر تشکیل شده مورد بررسی قرار گرفته است. این بررسی شامل به دست آوردن منحنی هیستریسیس این میراگر در نرم افزار ABAQUS و سپس قرار دادن این میراگر در سازه، آنالیز دینامیکی و مقایسه سازه با مهاربند ساده و سازه تقویت شده در قاب 8,4 و 12 طبقه است که این کار با نرم افزار SAP انجام گرفته است. در نهایت نوع اصلاح شده از این میراگر معرفی و مورد بررسی قرار گرفته است.

5-1- ساختار پایان نامه

این پایان نامه شامل شش فصل می‌باشد. در فصل حاضر اهمیت موضوع مورد بررسی قرار گرفت. در فصل دوم انواعی از مستهلک کننده های تسلیم شونده معرفی می‌شوند و نمونه ای از کاربرد این نوع میراگرها مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل سوم به بررسی میراگر پیشنهادی و صحت سنجی آن پرداخته می‌شود. فصل چهارم شامل آنالیز سازه 8,4 و 12 طبقه و مقایسه حالت ساده و حالتی است که در آن میراگر به کار برده شده است و در نهایت فصل پنجم نتایج و پیشنهادات را در بر می‌گیرد.

فصل دوم

مستهلك كننده هاى انرژى غير فعال

2-1- مقدمه

در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی در زمینه تحقیقات و توسعه سیستم‌های کنترل سازه ای و با تأکید ویژه ای روی موضوع کاهش اثرات ناشی از زلزله و باد در ساختمان‌ها و پل‌ها انجام گرفته است. امروزه دستگاه‌های زیادی برای بالا بردن کارایی و اطمینان سازه ای در برابر خطرات طبیعی و ساخته دست بشر، ابداع شده است که در مراحل مختلفی از تحقیق و توسعه می‌باشند. این دستگاه‌ها را می‌توان در سه حوزه اصلی دسته بندی نمود: جداسازی پایه، استهلاک انرژی غیرفعال و کنترل فعال. سیستم‌های مستهلک کننده انرژی غیرفعال، محدوده‌ای از مواد و دستگاه‌ها را در بر می‌گیرند که میرایی، سختی و مقاومت سازه را بالا می‌برند و از آن‌ها، هم می‌توان برای کاهش خطرات لرزه ای و هم برای افزایش عمر و رفع نقایص سازه ای استفاده نمود. به طور کلی این قبیل سیستم‌ها، به وسیله توانایی آن‌ها در افزایش استهلاک انرژی در سیستم‌های سازه ای که در آن‌ها نصب شده‌اند، از یکدیگر متمایز می‌شوند. در این دستگاه‌ها عموماً اصولی از قبیل لغزش اصطکاکی، تسلیم فلزات، تغییر شکل جامدات یا مایعات ویسکوالاستیک¹ و یا عبور مایعات از درون سوراخ² بکار گرفته می‌شود. هدف نهایی در استفاده از این سیستم، کاهش نیروها و تغییر شکل‌های ناشی از فعالیت‌های لرزه ای می‌باشد که از طریق اصلاح رفتار دینامیکی سازه و یا افزایش استهلاک انرژی صورت می‌گیرد[6].

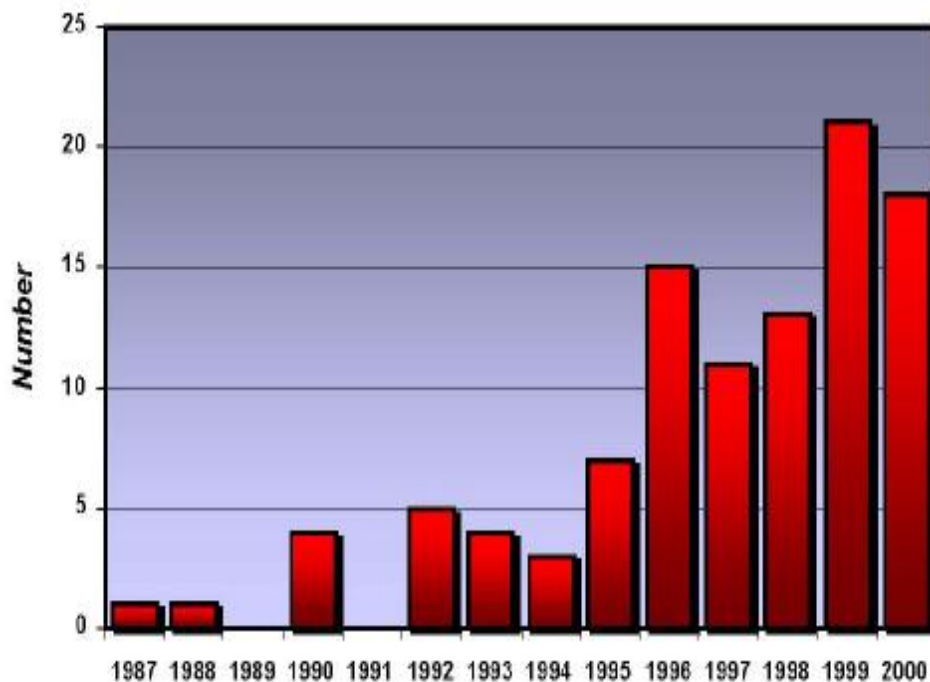
عنوان سیستم غیر فعال به آن دسته از سیستم‌ها اشاره دارد که بدون هیچ منبع انرژی کار می‌کنند. در حالی که سیستم‌های فعال و نیمه فعال نیازمند تأمین انرژی برای رفتاری طبیعی می‌باشند. بارزترین نمونه تکنولوژی محافظت لرزه ای غیر فعال، جداسازی پایه و یا استفاده از ابزارهای مستهلک کننده انرژی می‌باشد.

1- Viscoelastic

2- Fluid Orificing

بخش عمده کاربرد محافظت لرزه‌ای غیر فعال در سازه‌های جدید می‌باشد. در عین حال تعداد قابل توجهی از موارد کاربرد این روش در احیای سازه‌های قدیمی نیز مورد توجه قرار گرفته است. این نوع راهکارها در آئین‌نامه‌ها و راهنماهایی از جمله FEMA 356 و FEMA 274 ارائه گردیده است. تکنیک‌های مرسوم احیاء لرزه‌ای معمولاً از دیوارهای برشی بتنی تحکیم شده یا سیستم‌های قاب صلب استفاده می‌کنند که به سیستم سازه‌ای موجود اضافه می‌شوند تا ظرفیت مقاومت آن در مقابل نیروهای افقی را افزایش دهند. افزودن این عناصر جدید به سازه منجر به افزایش سختی افقی می‌گردد. اصلاح سختی کل، فرکانس طبیعی را افزایش داده و در بیشتر موارد نیاز لرزه‌ای را نیز افزایش خواهد داد. به منظور اجتناب از این امر، لازم است راهکارهایی در روش‌های احیا در نظر گرفته شوند که نیازهای لرزه‌ای سازه را افزایش ندهند. استفاده از جداسازی پایه یا به کار بردن ابزارهای استهلاک انرژی می‌توانند راه‌حل‌های مناسبی در جهت کاهش پاسخ لرزه‌ای سازه بدون افزایش سختی کل باشند[1].

در سال‌های گذشته تعداد زیادی از سیستم‌های کنترل غیرفعال تولید و در سازه‌های مختلفی برای افزایش کارایی سازه تحت اثر بارگذاری زلزله نصب شده‌اند. در آمریکای شمالی تا سال 2000 میلادی، دستگاه‌های مستهلک کننده انرژی غیرفعال تقریباً در صد و سه ساختمان و نیز در تعدادی پل، هم در زمینه ترمیم ساختمان‌های قدیمی و هم در ساختمان‌های جدید به کار گرفته شده بود. در شکل 1-2 توزیع تعداد ساختمان‌هایی که سیستم‌های مستهلک کننده انرژی غیرفعال در آنها نصب شده‌اند، به عنوان تابعی از سال نشان داده شده است[6].



شکل 2-1: میزان کاربرد سیستم‌های مستهلک کننده انرژی غیرفعال در آمریکای شمالی [6]

با تعریف اعضای جدیدی در سازه با نام میراگر که عامل اتلاف انرژی لرزه ای وارده به ساختمان هستند و به کار بردن آن‌ها در سازه می‌توانیم یک ساختمان با عملکرد بهینه داشته باشیم که در مقابل بارهای دینامیکی ناشی از زلزله و باد رفتار مناسبی نشان می‌دهد. این روش‌های نوین کنترل ارتعاش سازه ضمن اقتصادی بودن به ساختمان موجود این امکان را می‌دهد که به سرویس دهی خود ادامه دهد. با توجه به اینکه میراگر مورد بررسی در این پایان نامه از نوع میراگر تسلیم شونده می‌باشد تنها به توضیحاتی در مورد این نوع میراگر اکتفا می‌کنیم.

2-2- میراگرهای تسلیم شونده

در تمام سازه‌های معمولی اتلاف انرژی بر شکل پذیری اعضای فولادی پس از تسلیم متکی است. میراگرهای تسلیم شونده یکی از موثرترین ابزارها در شکل پذیری و مستهلک نمودن انرژی می‌باشند. در این میراگر، انرژی منتقل شده به سازه صرف تسلیم و رفتار غیر خطی در قطعات بکار رفته در میراگر می‌شود. ایده استفاده از این نوع المان‌ها ابتدا توسط کارهای تئوری و