پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران مهندسی زلزله

موضوع:

توسعه منحنی های شکنندگی برای ساختمانهای مصالح بنایی غیر مسلح تهران به روش تحلیل غیرخطی استاتیکی ساده شده

توسط:

محمد دره **زرشکی**

استاد راهنما:

آقای دکتر محسن غفوری آشتیانی

استاد مشاور:

آقای دکتر بابک منصوری

1387

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به :

استاد عالیقدرم :

"جناب آقاي دکترمحسن غفوری آشتیانی"

که خدا را به خاطر نعمت شاگردی ایشان سپاسگزارم.

پدرم :

اولین و بهترین مربی زندگیم، که همواره **تمام آرزو و تلاشش**، آموختن وپیشرفت فرزندانش بوده است.

مادرم :

که با محبت بی وصفش ، همواره دعای خیرش راه کشای زندگیم بوده است.

همسرم :

که مهربان و فداکار با تحمل رنج ها و مشقت های فراوان ، مرا شفیقی استوار بوده است .

تقدیر و تشکر:

بدینوسیله از زحمات و راهنمایی های صبورانه جناب آقای **دکتر محسن غفوری آشتیانی**، که در تمام مراحل انجام این پایان نامه اینجانب را یاری نموده اند، تشکر و قدردانی نموده واز ایشان به خاطر تحمل زحمت به علت پاره اي از موانع و مشکلات ایجاد شده در راه انجام بازدیدهای این تحقیق عذرخواهی می کنم. همچنین از آقای دکتر بابک منصوری که به عنوان استاد مشاور با راهنمایی های راهگشاي خویش مرا در انجام این پایان نامه یاری رساندند، سپاسگزاری می نمایم. دراینجا بر خود لازم می دانم از آقای دکتر عبدالرضا سروقد مقدم، ریاست محترم پژوهشکده سازه که در جهت انجام عملیات بازدید از ساختمانهای مورد نظر در این مطالعه و رفع موانع و مشکلات موجود مساعدت بی دریغ نمودند، سپاسگزاری نمایم. همچنین از آقاي مهندس موسوی که در تمامی مراحل مرا همراهی نمودند کمال تشکر را دارم .

چکیده :

ارزیابی خطرپذیری لرزه ای بر روی جمعیتی از ساختمانها به منظور تعیین مناطقی از شهر که بیشترین احتمال خسارت اقتصادی و جانی بهنگام وقوع زلزله را دارند، انجام شده است که نتایج آن در ارزیابی خسارت ناشی از رخدادهای لرزه ای آینده مهم بوده و زمینه اجرای طرحهاي مقاوم سازي را فراهم می سازند. با توجه به اینکه در ایران اغلب ساختمانها با آیین نامه زلزله جدید همخوانی ندارند، بنابراین برای ارزیابی آسیب پذیری نیاز به ابزارهایی برای پیش بینی آسیب پذیری، همچون منحنی شکست (احتمال تجاوز خسارت از سطوح مختلف خرابی را با پارامتری از شدت زمین‌لرزه) لازم است، که با آن بتوان تخمینی از نسبت درجات مختلف خسارت وارده بعد از زلزله با توزیع شدت مشخص را به دست آورد و به کمک آنها و با استفاده از سنجش از راه دور و GIS ، می توان برآوردی از خسارت ناشی از زلزله در مناطق شهری را تعیین کرد.

در ایران کارهای پژوهشی محدودي به منظور تهیه منحنی های شکنندگی گونه های ساختمانی انجام شده است، از این رو نیاز به تحقیق بیشتر جهت بهبود و ارتقاء اطمینان در استفاده از این منحنی ها، لازم به نظر می رسد، بویژه در رابطه با ساختمانهای آجری که اغلب ساختمانهای مناطق شهری ایران از این نوع می باشند.

در این مطالعه، هدف تهیه منحنی های شکنندگی ساختمان های آجری تهران با انتخاب و بکارگیری یک روش مناسب سازه اي بود. با توجه به مطالعات مختلفی که تاکنون انجام پذیرفته، منطقه 17 شهري تهران از آسیب پذیرترین مناطق تهران می باشد که خوشبختانه بانک اطلاعاتی مناسبی از وضعیت ساختمانهای این منطقه نیز موجود است. لذا در این تحقیق با برداشت میدانی، مدلسازی و تحلیل تعدادی از ساختمانهای منطقه مذکور با یک روش تحلیلی استاتیکی غیرخطی ساده شده، سعی در ارائه منحنی های شکنندگی برای ساختمان های آجری این منطقه شده است و در نهایت تلاش شده تا از این منحنی های شکست، برآوردي سریع از خسارت ناشی از زلزله و همچنین ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهاي هدف ارائه گردد.

کلمات کلیدی: منحنی شکنندگی، آسیب پذیری، ساختمانهای آجری، روش استاتیکی غیر خطی

فهرست مطالب :

فصل اول :مقدمه و پیشگفتار

1 1 تعریف مسئله 1

2 1 **هدف** از پایان نامه 2

3 1 محدودیتها 3

4 1 ساختار کلی پایان نامه 4

فصل دوم : کلیات

1 2 **مقدمه** 5

2 2- برآورد آسیب پذیری به روش مشاهداتی 6

3 2 **برآورد** آسیب پذیری بر اساس نظریات کارشناسی 7

4 2 روش تحلیلی بر اساس مدلهای ساده 9

5 2 تعیین امتیاز دهی 13

6 2 روشهای تحلیلی 12

1 6 2 روشهای استاتیکی خطی 13

2 6 2 روشهای دینامیکی خطی 13

3 6 2 روشهای استاتیکی غیرخطی 14

4 6 2 روشهای دینامیکی غیرخطی 16

7 2 **مروري بر** توابع اسیب پذیری در جهان و ایران 15

فصل سوم : روشی برای ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای موجود :

1 3 **مقدمه** 20

2 3 چگونگی **انتخاب روش** 21

3 3 تعریف تابع آسیب پذیری 21

4 3 منحنی ظرفیت ساختمان 23

3 4 1 کلیات..... 23
3 4 2 شناسایی عناصر سازه ای و غیر سازه ای 24
3 5 ساخت منحنی ظرفیت ساختمان..... 29
3 5 نیاز لرزه اي 32
3 6 انتخاب و شناسایی رده خرابی..... 36
3 7 تابع آسیب پذیری 37
3 8 رفتار در صفحه و رفتار خارج از صفحه ساختمانهای مصالح بنایی..... 39
3 8 1 رفتار در صفحه ساختمانهای مصالح بنایی 39
3 8 1 -1 رفتار برشی مصالح بنایی غیر مسلح 39
3 8 1 3 منحنی ظرفیت یک دیوار مصالح بنایی..... 46
3 8 1 4 شکل پذیری سازه های مصالح بنایی..... 51
3 8 1 5 تاثیر بارگذاري دوره اي..... 54
3 8 1 6 منحنی ظرفیت یک ساختمان مصالح بنایی..... 54
3 8 1 7 شناسایی رده های خرابی بر اساس *EMS* 54
3 8 1 8 تابع آسیب پذیری یک ساختمان مصالح بنایی..... 58
3 8 2 رفتار خارج از صفحه 58
3 8–2 1 الگوسازي سازه اي 59
3 8–2 2 ترک خوردگی خارج از صفحه..... 61
3 8–2 3 شکست خارج از صفحه 63
3 8–2 4 اثر رفتار خارج از صفحه بر روی تابع آسیب پذیری..... 64
3 8–2 5 نکاتی چند در مورد رفتار خارج از صفحه 67
3 9- مقایسه روش انتخابی با نتایج آزمایشات عملی بر روی نمونه های واقعی..... 68
3 9- 1 مقایسه روش انتخابی با آزمایش انجام گرفته بر روی یک ساختمان مصالح بنایی تقویت نشده واقعی تحت نیروی استاتیکی دوره ای جهت تعیین منحنی آسیب پذیری در دانشگاه پاویا..... 68
3 9- 2 مقایسه روش انتخابی با آزمایش انجام گرفته بر روی یک ساختمان مصالح بنایی تقویت نشده واقعی تحت نیروی دینامیکی بر روی میز لرزان جهت تعیین منحنی آسیب پذیری درمرکز تحقیقات ISMES..... 71

3 10 فرایند گام به گام روش ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای انتخابی 75
3 11 نتیجه گیری 77

فصل چهارم ساختار ونحوه برداشت آماري ساختمانهاي مصالح بنایی در تهران و شناخت خصوصیات و ویژگی هاي آنها :

4 1 مقدمه 78
4 2 ساختار و نحوه توزیع **ساختمانهاي موجود در تهران** 78
4 2 1 ساختار عمومی شهر تهران..... 78
4 2 2 ساختار ساختمانهای محدوده مطالعاتی- **منطقه 17 تهران**..... 84
4 3 نحوه انتخاب و تیپ بندی ساختمانهای محدوده مطالعاتی- **منطقه 17 تهران**..... 85
4 4 ویژگیهای ساختمانهای محدوده مطالعاتی- **منطقه 17 تهران**..... 87
4 4 1 ارتباط و اتصال ساختمانها به یکدیگر..... 87
4 4 2 **ساختمانهاي گوشه** (کنج)..... 89
4 4 3 کفها..... 89
4 4 3 1 ارتباط دیوار – **سقف** 90
4 4 3 2 دیافراگم سخت و انعطاف پذیر 90
4 4 4 اصلاح واکنش سازه ای..... 90
4 4 5 دیافراگم شکست (گسیختگی) 91
4 4 6 خصوصیات و ویژگیهای مصالح 92

فصل پنجم اجراي روش ارزیابی آسیب پذیری ارزه ای بر روی ساختمانهای مصالح بنایی در تهران:

5 1 مقدمه 98
5 2 اجرای فرایند گام به گام روش ارزیابی بر روی یک ساختمان مصالح بنایی نمونه در منطقه مورد نظر در تهران
. 98
5 2 1 **گام اول : اطلاعات ورودي**..... 99
5 2 2 **گام دوم** : شناسایی دیوارهای سازه ای..... 106

5 2 3 گام سوم : محاسبه نیروهای نرمال..... 101
5 2 4 گام چهارم : منحنی ظرفیت دیوارها..... 102
5 2 5 گام پنجم : منحنی ظرفیت ساختمان..... 105
5 2 6 گام ششم : معرفی رده های خرابی. 106
5 2 6 1 خرابی رده 1..... 106
5 2 6 2 خرابی رده 2..... 106
5 2 6 3 خرابی رده 3..... 107
5 2 6 4 خرابی رده 4..... 107
5 2 6 5 خرابی رده 5..... 107
5 2 7 گام هفتم : برآورد دو خطی منحنی ظرفیت ساختمان..... 108
5 2 8 گام هشتم :سیستم $SDOF$ معادل 108
5 2 9 گام نهم :آسیب پذیری..... 109
5 2 10 گام دهم : ترک خوردگی خارج از صفحه..... 111
5 2 11 گام یازدهم : شکست خارج از صفحه..... 112
5 3 نتایج تهیه منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری سایر تیپ های ساختمان ها در منطقه مطالعاتی در تهران
..... 113
5 4 تهیه منحنی شکست گروه ساختمان ها در منطقه مطالعاتی تهران..... 113
5 5 تهیه منحنی شکست ساختمان های مطالعه شده در منطقه 17 تهران..... 166
5 6 صحت سنجی نتایج ارائه شده در این تحقیق 168
5 6 1 مقایسه روشهای ارزیابی کمی آسیب پذیری ساختمانهای بنایی غیرمسلح در دستورالعمل بهسازی ایران، دستورالعمل FEMAو روش ارائه شده در این تحقیق..... 168
5 6 1 1 ساختار فصل هفتم دستورالعمل بهسازی لرزه ای ایران 169
5 6 1 2 ساختار دستورالعملFEMA273 وFEMA356 169
5 6 1 3 ساختار روش ارائه شده در این تحقیق 170
5 6 1 4 مقایسه بین روشها از لحاظ آزمایش 171
5 6 1 5 مقایسه معیار مقاومت داخل صفحه دیوارها..... 171

5 6 1 6 مقایسه معیار مقاومت خارج از صفحه دیوارها ... 171
5 6 1 7 مقایسه معیار پذیرش در هر روش ... 171
5 6 1 8 ارزیابی آسیب پذیری کمی یک ساختمان متداول ... 172
5 6 1 8 1 ارزیابی آسیب پذیری با دستور العمل بهسازی ... 173
5 6 1 8 2 ارزیابی آسیب پذیری با دستور العمل FEMA356 ... 173
5 6 1 8 3 ارزیابی آسیب پذیری با روش ارائه شده در این تحقیق ... 174
5 6 1 8 4 مقایسه نتایج ارزیابی کمی سازه در سه روش ... 175
5 6 1 9 نتیجه گیری در مقایسه روشهای مختلف ... 176
5 6 2 مقایسه با سایر منحنی های آسیب پذیری ارائه شده در ایران ... 176
فصل ششم : جمع بندی ، نتیجه گیری و پیشنهادات:
6 1 جمع بندي ... 180
6 2 نتیجه گیری ... 182
6 3 پشنهادات ... 182
پیوستها :
منابع و مأخذ ... 185
لغت نامه ... 189
علایم ... 193
نمونه ای از فرم ارزیابی ساختمانهای مورد مطالعه ... 200
پلان و نمای تیپ های مختلف ساختمانهاي برداشت شده در منطقه 17 تهران ... 202

فهرست اشکال :

شکل 1 1 نتایج آماری تعیین اکثریت تعداد ساختمانهای مصالح بنایی در منطقه 17 تهران(80% به بالا) 3

نتایج حاصل از برآورد اسیب پذیری در شهر باسل بر اساس نظر کارشناسی(4).....8

شکل 2 1 انواع مکانیزم فروپاشی خارج از صفحه..... 10

شکل 2 2 انواع مکانیزم فروپاشی در داخل صفحه..... 10

استفاده از روش تحلیلی که بر اساس مدل های ساده توسط کالوی بر روی شهر کاتاین توسعه پیدا کرد(12 و13).....11

شکل2 3 نمونه ای ازمنحنی آسیب پذیری توسط جلالیان (ساختمانهای مصالح بنایی برای خسارت 30 60%((Sa)).....16

شکل2 4 نمونه ای از منحنی شکنندگی ساختمانهای آجری غیر مسلح از تحقیق کیان کریمی (سه طبقه فاقدکلاف بندی بر روی خاك سخت). 17

شکل 2 5- منحنی های شکست جایکا..... 18

شکل2 7 نمودار نسبت خسارت ساختمانها در زلزله منجیل (1369) توسط توکلی – توکلی..... 18

شکل 3 2 توزیع نیروی افقی بر روی ارتفاع ساختمان..... 23

شکل 3 3 دیوارهای سازه ای و غیر سازه ای در یک پلان ساختمان فرضی.....24

شکل 3 4 –پارامترهاي موثر بر رفتار سازه(21).....26

شکل 3 5 -توزیع گشتاور خمشی برای سه مورد از دیوارهای جفت a) اثر جفت شدگی ناچیز .b) اثر جفت شدگی متوسط .c)
اثر جفت شدگی قوی..... 27

شکل3 6 تغییرات h_0/h_s را در برابر $(EI_{SP}/l_0)/(EI_P/h_{st})$ براي قاب هاي مختلف..... 28

شکل3 7 منحنی ظرفیت ساختمان مثال فرضی..... 29

شکل3 8 پلان و سه نمای یک ساختمان مثال فرضی..... 30

شکل 3 9 منحنی ظرفیت دو خطی یک دیوار.....31

شکل 3 10 طیف پاسخ شتاب طراحی ارتجاعی فرضی برای یک نوع خاک خاص مثلا نیمه سخت و 5% مرطوب بر طبق استاندارد
ایران وتبدیل آن به طیف پاسخ جابجایی. 33

شکل 3 11 سیستم یک درجه آزاد معادل..... 33

شکل 3 12 رابطه برش پایه – جابجایی فوقانی برای رفتار ارتجاعی خطی و رفتار غیر خطی..... 34

شکل 3 13- منحنی ظرفیت ساختمان مثال فرضی در شکل 3 8 که شامل درجه های خرابی است 38

شکل 3 14 : تابع آسیب پذیری ساختمان مثال فرضی از شکل 3 8 38
شکل 3 16 شرایط شکست برای مصالح بنایی تقویت نشده بر طبق معیار Ganz در زمینه سه بعدی.....41
شکل 3 17 مقاومت فشاری به عنوان تابعی از زاویه تورب (α) بر طبق معیار Ganz 42
شکل 3 18 نیروهای داخلی که بر یک جزء دیوار با ارتفاع h و طول l_w اثرمی کنند 42
شکل 3 19 دیوارهای عرضی 45
شکل 3 20 سه نوع مختلف از شکست خرابی موضعی در دیوارهای مصالح بنایی 45
شکل 3 21 تکرار شکل 3 18 ، ولیکن عنصر دیوار در این شکل یک جزر است 47
شکل 3 22 شکل جابجایی ارتجاعی یک ساختمان مصالح بنایی 6 طبقه.....49
شکل 3 23گشتاور خمشی و توزیعهای نیروی برشی ، در پایین جرز یک دیوار در نتیجه : (a) نیروهای واقعی (b) نیروی واحد مجازي 49
شکل 3 24 وابستگی تغییر مکان نهایی یک عنصر دیوار δ_u به تنش نرمال ، با استفاده از نتایج تستهای انجام شده بر روی عناصر دیوار مصالح بنایی 51
شکل 3 25 انحرافات در یک دیوار مصالح بنایی.....53
شکل 3 27 رفتار خارج از صفحه دیوار.....59
شکل 3 28 تغییرات عکس العمل شتاب به ارتفاع. 59
شکل 3 29 دیوار بارگذاری شده خارج از صفحه با شرایط مرزی مختلف 60
شکل 3 30 توزیع تنش در هنگام ترک خوردگی.....61
شکل 3 31 گشتاور خارج از صفحه به علت تغییر مکان کفها 62
شکل 3 32 a) توزیع تنش در نهایت b) اندرکنش نیروی نرمال- گشتاور. 64
شکل 3 33 –روند تاثیر رفتار خارج صفحه ساختمان های مصالح بنایی بر روی تابع اسیب پذیری.....66
شکل 3 34 رابطه بین شتاب دیوار پرکننده در بارگذاری خارج از صفحه و تغییر مکان ارتجاعی غیر خطی بر اساس انرژی معادل.....67
شکل 3 35 پلان و نمای یک ساختمان 2 طبقه مصالح بنایی در مقیاس واقعی تحت آزمایش کنش استاتیک دوره ای در دانشگاه پاویا 69
شکل 3 36 تاریخچه تغییر مکان اعمال شده در طبقه دوم ساختمان مدل تحت کنش استاتیک دوره ای در دانشگاه پاویا..... 69
شکل 3 37 نتایج حاصل از ازمایش ساختمان مدل تحت نیروی استاتیکی دوره ای در دانشگاه پاویا در مقایسه با روش ارزیابی انتخابی(38).....70

شکل 3 39 پاسخ کلی صفحه دیوار D را به عنوان پوششی از منحنی های پس ماند برش پایه کلی v_b در برابر تغییر مکان افقی کف دوم Δ در طبقه دوم ساختمان مدل تحت کنش استاتیک دوره ای در دانشگاه پاویا 72

شکل 3 38 پلان و نمای یک ساختمان 2 طبقه مصالح بنایی مدل تحت آزمایش دینامیکی در[ISMES] 72

شکل 3 40 نتایج ظرفیت تغییر مکان به عنوان تابعی از ورودی زلزله (شتاب حداکثر زمین) براي ساختمانهاي مدل، تحت آزمایش دینامیکی به روشهای مختلف در مرکزتحقیقات [ISMES].....73

شکل 3 41 فرایندگام به گام انجام روش ارزیابی.....75

شکل 4 1 پراکندگی انواع ساختمانها در شهر تهران 79

شکل 4 -2 پراکندگی ساختمان براساس تعداد طبقات (واحد مسکونی). 80

شکل 4 3 پراکندگی ساختمان براساس قدمت 83

شکل 4 4 توزیع ساختمانها بر اساس دوره ساخت و ساز و تعداد طبقات در منطقه 17 تهران 85

شکل 4 5 دسته بندي ساختمانهاي مصالح بنایی منطقه مطالعاتی17. 86

شکل 4 6 دید کلی به الف) کلیه ساختمانهای موجود در منطقه 17 تهران (تعداد 102958واحد) و ب) ساختمانهاي مصالح بنایی غیر مسلح 2طبقه با قدمت 30 سال موجود در منطقه 17 تهران(تعداد 53521واحد). 86

شکل 4 -7 یک نمونه محلی از طرح دو ساختمان به هم چسبیده مسکونی در منطقه 17 تهران 88

شکل 4 -8 نمای یک پلان ساده شده از یک خانه گوشه ای و تغییر مکان آن تحت نیروهای افقی. 89

شکل 4 9 – دو سیستم $SDOF$ معادل برای یک ساختمان دو طبقه با (a) دیافراگم سخت و (b) دیافراگم انعطاف پذیر 91

شکل 4 10– تعدیل واکنش سازه ای مربوط به دیافراگم کفهای انعطاف پذیر.....91

شکل 4 11 رابطه مقاومت فشاری یک مصالح بنایی ترکیبی از آجر f_{mx} به عنوان تابعی از مکعب مقاومت فشاری ملات f_m 93

شکل 4 12 مختصری از پیشرفتهای مقاومت فشاری قطعات آجر را در 100 سال گذشته.....97

شکل 4 -13 پیشرفت مقاومت فشاری مصالح بنایی عمود بر لایه ملات (f_{mx}) نسبت به مقاومت فشاري قطعات آجر (f_b) 97

شکل 4 -14 ضریب ارتجاعی E_m برای انواع مختلف مصالح بنایی ترسیم شده بر مقاومت فشاری مصالح بنایی عمود بر لایه ملات (f_{mx}) 97

شکل 5 1 پلان و نمای قائم یک نمونه رایج ساختمان مسکونی در تهران. 99

شکل 5 -2 منحنی ظرفیت ساختمان نمونه.....105

شکل 5 3 طیف واکنش ارتجاعی تهیه شده از نتایج تحقیقات دکتر زارع..... 109
شکل 5 4 تابع آسیب پذیری ساختمان نمونه، 110
شکل 5 5 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 1. 113
شکل 5 6 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 2. 114
شکل 5 7 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 3. 115
شکل 5 8 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 4. 116
شکل 5 9 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 5. 117
شکل 5 10 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 6. 118
شکل 5 11 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 7. 119
شکل 5 12 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 8. 120
شکل 5 13 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 9. 121
شکل 5 14 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 10. 122
شکل 5 15 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 11 123
شکل 5 16 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 12..... 124
شکل 5 17 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 13..... 125
شکل 5 18 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 14. 126
شکل 5 19 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 15. 127
شکل 5 20 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 16 128
شکل 5 21 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 17 129
شکل 5 22 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 18. 130
شکل 5 23 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 19 131
شکل 5 24 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 20 132
شکل 5 25 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 21..... 133
شکل 5 26 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 22 134
شکل 5 27 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 23. 135
شکل 5 28 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 24..... 136
شکل 5 29 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 25 137

شکل 5 30 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 26 138
شکل 5 31 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 27 139
شکل 5 32 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 28 140
شکل 5 33 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 29..... 141
شکل 5 34 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 30 142
شکل 5 35 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 31 143
شکل 5 36 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 32 144
شکل 5 37 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 33 145
شکل 5 38 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 34 146
شکل 5 39 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 35 147
شکل 5 40 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 36 148
شکل 5 41 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 37 149
شکل 5 42 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 38..... 150
شکل 5 43 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 39..... 151
شکل 5 44 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 40..... 152
شکل 5 45 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 41..... 153
شکل 5 46 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 42..... 154
شکل 5 47 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 43 155
شکل 5 48 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 44 156
شکل 5 49 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 45 157
شکل 5 50 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 46 158
شکل 5 51 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 47 159
شکل 5 52 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 48 160
شکل 5 53 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 49 161
شکل 5 54 منحنی ظرفیت و تابع آسیب پذیری ساختمان تیپ 50 162
شکل 5 55 تغییرات منحنی های ظرفیت کلیه تیپ های ساختمانی..... 163
شکل 5 56 منحنی های ظرفیت میانگین وزنی (در نظر گرفتن فراوانی)کلیه تیپ های ساختمانی..... 163

شکل5 57 تغییرات منحنی های اسیب پذیری و منحنی ظرفیت میانگین و میانگین +انحراف معیار کلیه تیپ های ساختمانی....164
شکل 5 58 منحنی آسیب پذیری حاصل از منحنی ظرفیت میانگین کلیه تیپ های ساختمانی.....164
شکل 5 60 تابع چگالی احتمال بسامد اصلی گروه ساختمانی مورد مطالعه، 167
شکل5 61 منحنی شکنندگی حاصل از گروه ساختمانی مورد مطالعه در این تحقیق.....167
شکل 5 62 ساختارکلی فصل هفتم دستورالعمل بهسازی لرزه ای ایران.....169
شکل 5 63 ساختارکلی دستورالعملFEMA273 وFEMA356 170
شکل 5 64 ساختارکلی روش مورد استفاده در این تحقیق.....170
شکل 5 65 پلان سازه ای ساختمان مورد ارزیابی 173
شکل 5 66 منحنی ظرفیت ساختمان مورد ارزیابی در دو جهت 175
شکل 5 67 منحنی های آسیب پذیری ارائه شده در ایران، 177
شکل 5 68 روابط تجربی متفاوتی از سه مقیاس شدت (MM,MSK,EMS) ، با پراکنندگی زیاد.....179

فهرست جداول :

جدول 2 1- شکل کلی یک ماتریس احتمال خرابی. 6

جدول 2 2 مقایسه منحنیهای آسیب پذیری موجود در جهان 15

جدول2 3مقایسه منحنی های اسیب پذیری موجود در ایران..... 16

جدول 3 1- خلاصه ای از شاخصهای رده های خرابی برای ساختمانهای مصالح بنایی بر طبق([$EMS98$]) 37

جدول 4 1 پراکندگی ساختمان براساس تعداد طبقات (واحد مسکونی) **منبع**: مرکز آمار ایران (1378) 81

جدول 4 2 پراکندگی ساختمانها براساس سال ساخت منبع: مرکز آمار ایران (1378) 83

جدول 4 3- مقاومت فشاري قطعات آجر و ملات و تنش قابل قبول آنها 93

جدول 4 4 مقاومت فشاری آجر و ملات و مینیمم مقاومت اسمی مصالح عمود بر لایه ملات..... 94

جدول 4 5 مقاومت فشاری آجر و ملات و مینیمم مقاومت اسمی مصالح عمود بر لایه ملات در دوره تغییر خصوصیات. . 94

جدول 4 6- مقاومت فشاری مصالح آجری و مصالح نیمه آجری با سوراخهای بیشتر و ملات و مینیمم مقاومت اسمی مصالح عمود بر لایه ملات 94

جدول 5 1 گام اول : اطلاعات ورودی لازم در روش ارزیابی 100

جدول 5 2 گام اول : اطلاعات ورودی در روش ارزیابی محاسبه بارهاي لازم..... 100

جدول 5 3 خلاصه ای از ویژگیهای دیوارهای ساختمان نمونه 101

جدول 5 4- بار کف حمل شده توسط هر دیوار..... 101

جدول 5 5- نیروهای نرمال عملگر بر روی دیوارهای هر طبقه..... 102

جدول 5 6 نتایج به دست آمده همه دیوارها ی ساختمان نمونه..... 105

جدول 5 7 خلاصه نتایج به دست آمده از محاسبه نیروی برشی در ابتدای ترک خوردگی برای همه دیوارها ی ساختمان شکل5 1..... 106

جدول 5 8 پارامترهای مهم سیستم $MDOF$..... 108

جدول 5 9 میانگین تغییر مکان فوقانی در شروع 5 رده خرابی $[S_d(f_1)_{PGi} | i=1,...,5]$،برای کلیه تیپ های ساختمان های مورد مطالعه..... 165.

جدول 5 10 میانگین (μ_x)و انحراف معیار (σ_x) و واریانس (V_x) مربوط به بسامدهای اصلی سازه (f_1) و تغییر مکان طیفی در شروع 5 رده خرابی $[S_d(f_1)_{PGi} | i=1,...,5]$ ، براي ساختمانهاي مورد مطالعه..... 166

جدول 5 11- مقایسه معیارهای مختلف در سه روش..... 172

جدول 5 12- مقایسه نتایج ارزیابی کمی سازه در سه روش. 175
جدول 5 13- مقایسه نتایج ارزیابی کمی بوسیله منحنی های آسیب پذیری ارائه شده در ایران تحت زلزلهg 0/35.....177

فصل یک

مقدمه و پیشگفتار

۱-۱ تعریف مسئله :

ایران کشوری است لرزه خیز که برروی کمربند لرزه ای آلپ هیمالیا قرارگرفته است.کشور ما همواره درطول تاریخ شاهد زلزله هایی نیرومند بوده و همواره خسارتهای جانی و مالی زیادی را از این پدیده طبیعی متحمل شده است. تجربه زلزله هاي گذشته در ایران بیانگر این نکته است که مهم ترین عامل بروز خسارت های فراوان اقتصادی و تلفات انسانی آسیب پذیری بالای ساختمان ها و تاسیسات زیربنایی می باشد و در این میان با توجه به حجم گسترده ساختمان های بنایی و وجود ضعف های فنی و اجرایی درآنها، می توان عامل اصلی بروز خسارت در زلزله را آسیب پذیری بالای ساختمان های بنایی عنوان کرد. این درحالی است که تجربه همین زلزله ها نشان میدهد که ساختمان های با مصالح بنایی که حداقل های ضوابط آیین نامه ای را رعایت نموده اند، رفتار بسیار مناسبی ازخود نشان داده اند. ولی متاسفانه حجم ساختمان های ساخته شده مطابق استاندارد در مقابل ساختمان های غیراستاندارد زیاد نیست و ساختمان های مهم زیادی همچون مدارس، مساجد و غیره وجود دارد که ضوابط استاندارد2800 را برآورده نمی سازند ونیاز به بهسازی دارند. در این راستا ازطرفی فصل هفتم دستورالعمل بهسازي لرزه اي ساختمان هاي موجود و نشریه شماره 360 که به بهسازی ساختمان های مصالح بنایی پرداخته، بسیار مختصر و بر مبنای تنش مجاز بوده و همخوانی چندانی با سایر فصول این دستورالعمل که برمبنای روش عملکردی است، ندارد. در این راستا، با کار وتلاش مستمرو بهره گیری از آیین نامه ها و استانداردهای مختلفی همچون FEMA,ASCE و آیین نامه هند و تشکیل جلسات متعدد با حضور جمع کثیری از صاحب نظران و متخصصین این امر و استفاده از نظرات داوری اساتید فن، ((دستوالعمل بهسازي لرزه اي ساختمان هاي بنایی غیر مسلح)) تهیه و ارایه گردیده است. دراین دستورالعمل، پس از بیان کلیات، محدوده کاربرد و مراحل ارزیابی آسیب پذیری به ارزیابی وضعیت موجود و تایین مشخصات مصالح پرداخته شده است. سپس روش ارزیابی کیفی آسیب پذیری شامل روش های سریع و تفصیلی بیان شده است. درادامه، روش ارزیابی کمی آسیب پذیری شامل روش هاي تحلیل، تعیین سختی و مقاومت اجزا و معیارهای پذیرش آمده ودر نهایت، برخی راهکارهای بهسازی شامل بهسازی کلی و موضعی بهمراه جزئیات آنها، تشریح شده است. دراین دستورالعمل، سعی شده تا حد ممکن شرایط کشور مدنظر قرار گیرد. با این وجود، به علت پیچیده گی های رفتاری مصالح بنایی و عدم انجام آزمایشات کافی و متعدد در کشور، جهت شناخت رفتار مصالح بنایی متداول در ایران، جای تحقیقات وفعالیت بیشتر دراین زمینه وجود دارد درنتیجه، این کار خالی از ایراد نبوده و امید است با مطالعات بیشتر دراین خصوص، در آینده شاهد سازگاري بیشتر آن با شرایط کشور باشیم. ازآنجا که

دستورالعمل فوق برمبنای اصول عملکردی استوار است برای کلیه ی ساختمان های بنایی غیرمسلح قابل کابرد میباشد، به ویژه استفاده از این دستورالعمل برای آن دسته از ساختمان های بنایی غیرمسلح که حدی بالاتر از هدف بهسازی مبنا را نیاز دارند و یا بیش از سه طبقه میباشند توصیه می گردد. با توجه به مطالب فوق الذکر به نا جامع و نا کافی بودن ابزار های بیان شده پی می بریم. بنابراین ابزارهایی برای پیش بینی، همچون منحنی شکنندگی[1]، لازم هستند تا بتوان ارزیابی آسیب پذیری لرزه اي را براي مجموعه اي از ساختمانها انجام داد. منحنی های شکنندگی، احتمال تجاوز خسارت از سطوح مختلف خرابی را با پارامتری از شدت زمین لرزه مرتبط می سازند و بنابراین می توانند به عنوان مفهومی تصویری از ریسک لرزه ای به حساب آیند. از منحنی های شکست در مورد جمعیتی از ساختمانها می توان، تخمینی از نسبت درجات مختلف خسارت وارده بعد از زلزله با توزیع شدت مشخص را به دست آورد.

۱ 2 هدف پایان نامه :

با توجه به ضرورت برآورد سریع و قابل اعتماد خسارات ناشی از زلزله و همچنین ارزیابی آسیب پذیری در زلزله های آتی (در یک منطقه شهری)، تهیه منحنی های شکنندگی با درجه اعتماد بالا مورد نیاز است. به کمک آنها و با استفاده از سنجش از راه دور و GIS، می توان برآوردی از خسارت ناشی از زلزله در مناطق شهری را تعیین نمود. براي تهیه این منحنی ها ، روشهای مختلفی وجود دارد. در این پایان نامه، هدف تهیه منحنی های شکنندگی ساختمان هاي آجری تهران با بکارگیری یک روش مناسب سازه ای است. با توجه به مطالعات مختلفی که تاکنون انجام پذیرفته و همچنین مطالعه آماري بر روي ساختمانهاي موجود در منطقه 17 تهران، نشان می دهد که در حدود 80% ساختمانهاي موجود در این منطقه، ساختمانهای مصالح بنایی غیر مسلح هستند. خلاصه اطلاعات در شکل ۱ 1 نشان داده شده است. این منطقه شهری تهران از آسیب پذیرترین مناطق تهران می باشد. لذا در این پایان نامه، با انتخاب و بیان روشی بر اساس یک روش استاتیکی غیرخطی ساده شده، با برداشت میدانی، مدلسازی و تحلیل تعدادی از ساختمانهای منطقه مذکور سعی در ارائه منحنی شکنندگی براي این نوع از ساختمان ها در این منطقه گردیده است و در نهایت تلاش شده تا از این منحنی شکنندگی، برآوردی سریع از خسارت ناشی از زلزله و همچنین ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای هدف ارایه گردد.

---

[1] Fragility Curve