بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی و مهندسی ، گروه عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

گرایش : سازه

عنوان :

تعیین عوامل موثر در طراحی ساختمان های بتن مسلح در برابر زلزله براساس سطح عملکرد با استفاده از شبکه های عصبی

استاد راهنما :

جناب آقای دکترمنوچهربهرویان

استاد مشاور :

جناب آقای دکتر جعفرعسگری مارنانی

پژوهشگر :

کیوان تلاش

زمستان ۹۰

تقدیم به:

پدر و مادر بزرگوارم و برادر عزیزم

تشکر وقدردانی:

با تشکر از آقای دکتر بهرویان عضو هیات علمی دانشگاه تهران مرکزی و آقای دکتر عسگری عضو هیات علمی دانشگاه تهران مرکزی که در طول آماده سازی پایان نامه با تلاش بی دریغ و دلسوزانه خود بنده را یاری فرمودند وهمچنین اساتید و دانشجویان دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر دانشگاه امیرکبیر که در تهیه بخش هایی از پایان نامه به بنده یاری رساندند.

بسمه تعالی

در تاریخ.....

دانشجوی کارشناسی ارشد آقای کیوان تلاش از پایان نامه خود دفاع نموده و با نمره.....

بحروف ..... وبا درجه ..... مورد تصویب قرار گرفت.

امضا استاد راهنما

چکیده:

میزان آسیب ساختمان با ویژگی‌های سیستم سازه که پارامترهای زیادی در آن دخیل است ارتباط دارد. به طور ویژه این که کدام پارامتر سازه موجب آسیب سازه می‌شود و شناسایی این پارامتر سخت و دشوار است. در مطالعه اخیر تغییر در کیفیت سیستم تحمل بار (قاب) و ساختار مواد بتن آرمه در طول دوره زلزله تعیین می‌شود. پارامترهای ساختاری مرتبط که با توجه به پارامترهای آسیب‌دیده سازه در هنگام زلزله مشاهده شده‌اند عبارتند از: مقاومت فشاری بتن، مقاومت نهایی و تسلیم فولاد، آرماتورهای عرضی در محل اتصال تیر به ستون، نسبت دیوارهای میانقاب، ستون‌های تحت تاثیر تیر میان طبقه، ستون قوی و تیر ضعیف، نسبت دیوار برشی و تعداد طبقات.

در کل ۸۰ ساختمان بتن مسلح ۱+٤ طبقه مدل شدند و تجزیه و تحلیل پوش‌آور (Push over) به هر یک اعمال شد تا منحنی‌های ظرفیت سازه برای هر یک به دست آید. ارزیابی این عملکرد براساس معیارهای اساسی نشریه ۳٦۰ انجام شده است. که به صورت معادل با FEMA-356[1] اصلاح شده است. علاوه بر این، تاثیر پارامترهای سازه با استفاده از مجموعه‌ای از الگوریتم شبکه‌های عصبی مصنوعی و مطالعات پارامتریک مورد مطالعه قرار گرفت. سیستم تحمل بار و مواد با هم مطابقت داده شد و یافته‌های به دست آمده از این مطالعه با اسناد آسیب ساختمان‌ها در زلزله‌های قبل موردبحث قرار گرفت. به نسبت اثرات مختلف در عملکرد لرزه‌ای سازه در این مطالعه تست شد و نتیجه این بود که نسبت دیوار برشی و ستون های تحت تاثیر تیر میان طبقه مهمترین اجزای سازه‌ای بودند که بر عملکرد سازه اثر می‌کردند. مقاومت فشاری بتن و آرماتورهای عرضی در محل اتصال تیر به ستون نیز حداقل پارامترهای مهم تعیین شدند. علاوه بر این شبکه‌های عصبی مصنوعی به میزان کاملاً رضایت‌بخش در تعیین پارامترهای مؤثر در سطح عملکرد به کار گرفته شدند. تخمین درصد عملکرد زمین‌لرزه نیز با توجه به انتخاب الگوریتم شبکه‌های عصبی مصنوعی بین ٪۹۱/٦۸ و ٪۹۸/٤۷ متغیر بود که این تغییر بستگی به نوع الگوریتم و سایر پارامترهای مدل شبکه عصبی مصنوعی داشت. پس از تعیین پارامترهای مؤثر مدل بهینه جهت استفاده در سطح زمین لرزه تهران تحلیل و ارائه شد.

1- Federal Emergency Management Agency

فهرست:

صفحه

چکیده..... ۱

مقدمه..... ۲

فصل اول : تاریخچه طراحی براساس عملکرد..... ٤

۱-۱) معیارهای طراحی لرزه‌ای..... ٥

۱-۲)طراحی براساس عملکرد..... ٦

۱-۳) مراحل مهندسی زلزله براساس عملکرد..... ۱۰

۱-٤) سطوح عملکردی..... ۱۱

۱-٥) سطوح خطرپذیری لرزه‌ای..... ۱٥

۱-٦) اهداف عملکردی..... ۱٦

فصل دوم : شرح مدل‌سازی و تحلیل..... ۱۹

۲-۱) سازه بتن مسلح یکپارچه..... ۲۰

۲-۲) عوامل مؤثر در انتخاب مدل‌ها..... ۲۰

۲-۳) مدل‌ها..... ۲۱

۲-٤) روش انتخاب مدل‌ها..... ۲۳

۲-٥) پاسخ به برخی از پرسش‌ها..... ۲۳

فصل سوم: تحلیل سازه..... ۲٥

۳-۱) روش بار جانبی معادل یا روش استاتیکی خطی (LSP)..... ۲۷

۳-۲) روش استاتیکی غیرخطی (NSP) (پوش‌آور)..... ۲۹

موارد اساسی در انجام تحلیل پوش‌آور..... ۳٤

۳-۲-۱) منحنی ظرفیت..... ۳۵
۳-۲-۲) سطح عملکرد اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای..... ۳۶
۳-۲-۲-۱)سطوح عملکرد اجزای سازه‌ای..... ۳۶
۳-۲-۲-۲)سطوح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای..... ۳۸
۳-۲-۲-۳)سطوح هدف عملکرد ساختمان ۳۹
احتمال رویداد سطوح مختلف زلزله ٤٤
۳-۲-۳) روش به دست آوردن تغییر مکان هدف براساس دستورالعمل بهسازی ٤٥
۳-۲-۳-۱)روش به دست آوردن تغییر مکان هدف در FEMA-356..... ٤٦
۳-۲-۳-۲) روش به دست آوردن جابه‌جایی تقاضا در ATC-40..... ٥٤
۳-۲-۳-۳) روش طیف ظرفیت برای به دست آوردن نقطه عملکرد سازه براساس روش A توضیح داده شده در ATC-40 ..... ٥٨
۳-۲-۳-٤)روش به دست آوردن تغییر مکان هدف براساس FEMA-356 در SAP2000 ..... ۷۱
۳-۲-۳-٥) روش به دست آوردن نقطه عملکرد براساس ATC-40 در SAP2000..... ۷۷
پیوست ۱) روش به دست آوردن T_e با استفاده از مدل دو خطی منحنی Pushover..... ۸۹
پیوست ۲) روش به دست آوردن β_{eff}..... ۹۱
پیوست ۳) دیوارهای میانقاب..... ۹٥
فصل چهارم : بارگذاری و مفاصل اختصاصی..... ۱۰٤
٤-۱) بارگذاری..... ۱۰٥
٤-۱-۱) شکل توزیع بار جانبی..... ۱۰٥
٤-۱-۲) اثرات بارهای ثقلی در تحلیل استاتیکی غیرخطی سازه‌ها تحت اثر بارهای جانبی..... ۱۰۷
٤-۱-۳) توزیع بار جانبی..... ۱۰۹

٤-١-٤)ترکیبات بار مورد استفاده در تحلیل استاتیکی غیرخطی..... ١١٠
٤-٢) مفاصل و تلاش‌ها..... ١١٥
٤-٢-١) تعریف مفاصل پلاستیک..... ١١٥
٤-٢-٢) مفصل پلاستیک محوری (p)..... ١٢٠
٤-٢-٣)مفصل پلاستیک خمشی (M) یا خمشی محوری (PMM)..... ١٢٢
٤-٢-٤)مفصل پلاستیک برشی (V)..... ١٢٣
٤-٢-٥) تعیین طول مفصل پلاستیک..... ١٢٤
٤-٢-٦) روش‌های تعریف مفاصل غیرخطی..... ١٢٥
٤-٢-٦-١) روش‌های تعریف مفاصل غیرخطی..... ١٢٧
٤-٢-٧) برآورد نیروها و تغییر شکل‌های طراحی..... ١٢٨
٤-٢-٧-١) معرفی چگونگی مفاصل در ساختمان از لحاظ رفتاری..... ١٢٩
٤-٢-٧-٢) مقاطع مجاز در استفاده از مفصل Auto..... ١٣٠
٤-٢-٨) نحوه تحلیل غیرخطی دیوارهای برشی..... ١٣١
٤-٣) مزایای کاربرد تحلیل پوش‌آور (بار افزون) در طراحی براساس عملکرد سازه‌ها..... ١٣٢
٤-٤) محدودیت‌های کاربرد تحلیل پوش‌آور..... ١٣٣
فصل پنجم : تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی..... ١٣٥
٥-١) مباحث مقدماتی..... ١٣٦
٥-٢) زمان کلی جنبش..... ١٣٦
٥-٣) زمان مؤثر جنبش..... ١٣٦
٥-٤) انواع تحلیل دینامیکی (تاریخچه زمانی)..... ١٣٧

۵-٤-۱) تحلیل دینامیکی خطی (LDP)..... ۱۳۷
۵-٤-۲) روش تحلیل دینامیکی غیرخطی (NDP) (تاریخچه زمانی غیرخطی) ۱۳۷
۵-٤-۳) تحلیل دینامیکی فزاینده (IDA) ۱٤۰
۵-۵) تعریف توابع..... ۱٤۰
۵-۵-۱) اصل سوپرپوزیشن در تحلیل تاریخچه زمانی خطی..... ۱٤۰
۵-۵-۲) تابع رمپ..... ۱٤۱
۵-٦) چگونگی دریافت و انتخاب شتاب نگاشت‌ها..... ۱٤۱
۵-٦-۱) عوامل موثر در انتخاب شتاب نگاشت..... ۱٤۱
۵-٦-۲) دریافت شتاب‌نگاشت‌ها..... ۱٤۲
۵-۷) مقیاس کردن رکوردها..... ۱٤۲
۵-۸) خلاصه روشهای تحلیل مورد استفاده..... ۱٤۳
فصل ششم : شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۱٤۵
٦-۱) هوش مصنوعی..... ۱٤٦
٦-۱-۱) هوش مصنوعی چیست؟..... ۱٤٦
٦-۱-۲) مقایسه برنامه‌های بدون هوش مصنوعی و برنامه‌های هوشمند..... ۱٤٦
٦-۱-۳) چه مسائلی در حیطه هوش مصنوعی قرار می‌گیرند..... ۱٤۷
٦-۱-٤) هدف‌های هوش مصنوعی..... ۱٤۷
٦-۱-۵)واقعیت‌ها و قواعد..... ۱٤۸
٦-۱-٦) هرس کردن..... ۱٤۸
٦-۱-۷) مکانیسم استنتاج..... ۱٤۹
٦-۱-۸)چند تعریف..... ۱۵۰

٦-١-٩)عامل‌های هوشمند..... ١٥٠
٦-١-١٠) عامل‌ها چگونه باید عمل کنند؟..... ١٥٠
٦-١-١١) تعریف مسئله به صورت یک جستجو در فضای وضعیت..... ١٥٢
٦-١-١٢) مسئله تنگ آب..... ١٥٢
٦-٢) شبکه‌های عصبی مصنوعی و شبکه‌های عصبی بیولوژیکی..... ١٥٤
٦-٢-١)انگیزه‌های بیولوژیکی..... ١٥٤
٦-٢-٢) اختصاصی شدن نرون..... ١٥٦
٦-٢-٣)حافظه بیولوژیک سلول..... ١٥٧
٦-٢-٤)خصوصیات مغز..... ١٥٧
٦-٢-٥)تشابهات شبکه‌های عصبی مصنوعی و طبیعی..... ١٥٨
٦-٢-٦)انتظارات از شبکه عصبی مصنوعی..... ١٥٨
٦-٣) مفاهیم شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ١٦٠
٦-٣-١) مشخصات نرون..... ١٦٠
٦-٣-٢) شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ١٦٠
٦-٣-٣) مدل‌سازی..... ١٦١
٦-٣-٤) مدل ریاضی نرون..... ١٦١
٦-٣-٥) مدل تک ورودی..... ١٦٢
٦-٣-٦) توابع محرک..... ١٦٢
٦-٣-٥) مدل چند ورودی..... ١٦٣
٦-٣-٨)ساختار شبکه‌های عصبی..... ١٦٤
٦-٣-٨-١) شبکه تک لایه..... ١٦٥

٦-٣-٨-٢) شبکه‌های چند لایه..... ١٦٦
٦-٣-٩)تعریف لایه خروجی..... ١٦٧
٦-٤)نگاهی اجمالی به الگوریتم‌های آموزش..... ١٦٧
٦-٤-١) هدف از آموزش شبکه..... ١٦٨
٦-٤-٢)آموزش نظارت شده..... ١٦٨
٦-٤-٣)آموزش غیر نظارت شده..... ١٦٩
٦-٤-٤)یادگیری هبیین..... ١٧٠
٦-٤-٤-١)الگوریتم یادگیری هبیین..... ١٧٠
٦-٤-٤-٢)یادگیری هبیین سیگنال..... ١٧١
٦-٤-٥)تربیت پرسپترون ١٧٢
٦-٤-٦)آموزش ویدرو- هاف..... ١٧٤
٦-٥)الگوهای شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ١٧٤
٦-٥-١) مدل مک کلاچ- پیتز..... ١٧٤
٦-٥-٢) مدل پرسپترون..... ١٧٥
فصل هفتم : طراحی شبکه عصبی..... ١٧٧
٧-١) الگوریتم انتشار برگشتی (پس انتشار)..... ١٧٨
٧-٢) شبکه‌های پس انتشار..... ١٧٩
٧-٣)معماری شبکه‌های پس انتشار..... ١٨٠
٧-٤)شبکه‌های Feedforward..... ١٨١
٧-٥)ایجاد یک شبکه Feedforward..... ١٨٢
٧-٥-١) مقداردهی آغازین به وزن‌ها..... ١٨٢

۷-۵-۲) شبیه‌سازی..... ۱۸۳
۷-۵-۳)آموزش شبکه..... ۱۸۳
۷-٦)الگوریتم Backpropagation..... ۱۸٤
۷-۷)آموزش دسته‌ای..... ۱۸۵
۷-۷-۱)آموزش دسته‌ای کاهش شیب..... ۱۸۵
۷-۷-۲)آموزش دسته‌ای کاهش شیب با Momentum..... ۱۸۷
۷-۷-۳)روش‌های آموزشی سریع‌تر و کاراتر..... ۱۸۹
۷-۷-٤) پس انتشار ارتجاعی..... ۱۹۲
۷-۷-۵) الگوریتم‌های شیب توأم..... ۱۹٤
۷-۷-٦)الگوریتم شیب توام Fletcher-Reeves..... ۱۹٤
۷-۷-۷)الگوریتم شیب توام Polak-Ribirere..... ۱۹٦
۷-۷-۸) الگوریتم شیب توام Powell- Beale Restarts..... ۱۹۸
۷-۷-۹)الگوریتم شیب توأم مقیاس شده..... ۱۹۹
۷-۷-۱۰)الگوریتم‌های شبه نیوتن..... ۲۰۱
۷-۷-۱۱)الگوریتم BFGS..... ۲۰۱
۷-۷-۱۲)الگوریتم One Step Secant..... ۲۰۳
۷-۸) جنبه ظاهری شبکه عصبی مصنوعی..... ۲۰٤
۷-۹) اصول شبکه عصبی بر تخمین رفتار سازه..... ۲۰٦
۷-۱۰) مقایسه نتایج مدل‌های شبکه عصبی..... ۲۰۸
۷-۱۱) نتایج ویژه که از شبکه عصبی مشتق می‌شود..... ۲۱۱
فصل هشتم : نتایج و پیشنهادات..... ۲۱۳
منابع و مراجع ۲۲۰

فهرست جداول

صفحه

جدول ۱-۱) سطوح عملکردی مختلف و شاخص خرابی(FEMA)..... ۱۳

جدول ۱-۲) سطوح عملکردی مختلف و شاخص خرابی (SEAOC)..... ۱٤

جدول ۱-۳) سطوح مختلف زلزله طرح ارائه شده توسط FEMA-273..... ۱۵

جدول ۱-٤) سطوح مختلف زلزله طرح ارائه شده توسط SEAOC..... ۱٦

جدول ۱-۵)اهداف عملکردی توصیه شده توسط FEMA..... ۱۷

جدول۱-٦)اهداف عملکردی توصیه شده توسط SEAOC..... ۱۸

جدول ۳-۱ اصطلاحات به کار رفته در FEMA-356 و دستورالعمل بهسازی برای سطوح عملکرد اجزای سازه‌ای..... ۳۷

جدول ۳-۲ اصطلاحات به کار رفته در FEMA-356 و دستورالعمل بهسازی برای عملکرد اجزای غیرسازه‌ای..... ۳۹

جدول ۳-۳ احتمال رویداد سطوح مختلف در نظر گرفته شده در FEMA-356 و دستورالعمل بهسازی..... ٤٤

جدول ۳-٤ مقادیر تقریبی C_0 (Modification Factor) براساس FEMA-356,Table 3-2 و دستورالعمل بهسازی..... ٤۸

جدول ۳-۵ تعیین T_S براساس جدول ۳ آیین‌نامه ۲۸۰۰..... ۵۰

جدول ۳-٦ ضریب اصلاح C_m براساس $Table3-1$ و FEMA-356 و دستورالعمل بهسازی.... ۵۱

جدول ۳-۷ تعیین A براساس جدول ۲ آیین‌نامه ۲۸۰۰..... ۵۲

جدول ۳-۸ ضریب اصلاح C_2 (Modification Factor) براساس $FEMA-356, Table3-3$ و دستورالعمل بهسازی..... ۵۲

جدول ۳-۹ مقادیر حداقل مجاز SR_A و SR_V براساس $ATC-40، Table8-2$..... ٦۷

جدول ۳-۱۰ تعیین ضریب اصلاح میرایی براساس Table 8-1، ATC-40 ..... ۸۳
جدول پ-۱ تعیین نوع تیپ سازه براساس Table 8-4، ATC-40 ..... ۹۳
جدول ۷-۱ الگوریتم های بکار رفته در شبکه عصبی مصنوعی ۲۰۵
جدول ۷-۲ پارامتر های شبکه عصبی مصنوعی ۲۰۷
جدول ۷-۳: رفتار شبکه انتشار برگشتی برای سطح عملکرد IO ۲۰۸
جدول ۷-٤ رفتار شبکه انتشار برگشتی برای سطح عملکرد LS ۲۰۸
جدول ۷-۵: رفتار شبکه انتشار برگشتی برای سطح عملکرد CP ۲۰۹
جدول ۸-۱: اثر عوامل مختلف در رفتار سازه ۲۱۵

فهرست شکل ها

صفحه

شکل ۲-۱ نمونه ای از پلان مدل..... ۲۱

شکل ۲-۲سطح مقطع ستونها و تیرها..... ۲۲

شکل ۲-۳ نحوه قرارگیری دیوارهای میانقابی و برشی..... ۲۳

شکل ۳-۱ نمایش تبدیل سیستم چند درجه آزادی به سیستم یک درجه آزادی معادل..... ۳۱

شکل ۳-۲ نمودار نیرو- تغییر مکان برای سیستم یک درجه آزادی معادل..... ۳۲

شکل۳-۳ منحنی ظرفیت سازه..... ۳۵

شکل ۳-٤ نقاط مشخصه سطوح مختلف عملکرد اعضای سازه‌ای با توجه به منحنی نیرو- تغییر مکان جانبی در سازه شکل‌پذیر..... ۳۸

شکل ۳-۵ نقاط مشخصه سطوح مختلف عملکرد اعضای سازه‌ای با توجه به منحنی نیرو- تغییر مکان جانبی در سازه غیرشکل‌پذیر..... ۳۸

شکل ۳-۳ سطح عملکردی اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای از سطح higher performance تا lower performance..... ٤۳

شکل ۳-۷ روند تشکیل مفاصل پلاستیک در هنگام تحلیل پوش‌آور..... ٤٦

شکل ۳-۸ (a)منحنی پوش‌آور با سختی پس از تسلیم مثبت؛ (b) منحنی پوش‌آور با سختی پس از تسلیم منفی..... ۵۳

شکل ۳-۹ یک نمونه منحنی پوش‌آور..... ۵۵

شکل ۳-۱۰ «منحنی طیف ظرفیت» و «منحنی طیف تقاضا با میرایی‌های متفاوت» در دستگاه مختصات جابه‌جایی طیفی شتاب طیفی (فرمت ADRS)..... ۵٦

شکل ۳-۱۱ «منحنی طیف ظرفیت» و «منحنی طیف تقاضا با میرایی‌های متفاوت» همراه با یکدیگر در دستگاه

مختصات جابه‌جایی طیفی شتاب طیفی (فرمت ADRS)..... ۵۷
شکل ۳-۱۲ منحنی طیف پاسخ الاستیک با میرایی ٪۵..... ۵۸
شکل ۳-۱۳ منحنی ظرفیت (پوش‌آور)..... ۵۹
شکل ۳-۱٤ روند تبدیل طیف پاسخ استاندارد به فرمت ADRS..... ٦۱
شکل ۳-۱۵ روند تبدیل منحنی ظرفیت به فرمت ADRS..... ٦۳
شکل ۳-۱٦ منحنی طیف ظرفیت و طیف پاسخ همراه با یکدیگر در فرمت ADRS..... ٦٤
شکل ۳-۱۷ روش یافتن جابه‌جایی معادل به صورت تقریبی از روی منحنی طیف ظرفیت و طیف تقاضا..... ٦٤
شکل ۳-۱۸ تقریب دو خطی منحنی طیف ظرفیت..... ٦۵
شکل ۳-۱۹ روش به دست آوردن نقطه عملکرد از روی منحنی طیف ظرفیت دندانه‌دار..... ٦٦
شکل ۳-۲۰ منحنی‌های طیف تقاضای کاهش یافته پس ازاعمال ضرایب کاهش طیفی درهرمرحله... ٦۷
شکل ۳-۲۱ مختصات نقطه طیفی فرض شده (d_{pi})و بدست آمده (d_i)درمنحنی طیف ظرفیت..... ٦۸
شکل ۳-۲۲ تعیین تغییر مکان هدف براساس**FEMA-356** ۷۱
شکل ۳-۲۳ فرم تعریف پارامترهای مؤثر در محاسبه تغییر مکان هدف براساس **FEMA-356** در **SAP2000**..... ۷۳
شکل ۳-۲٤ T_0 (مرز بین ناحیه جابه‌جایی ثابت و شتاب ثابت) و T_s (مرز بین ناحیه شتاب ثابت و سرعت ثابت) در منحنی طیف پاسخ..... ۷٤
شکل ۳-۲۵ تعیین منحنی طیف پاسخ براساس پارامترهای معرفی شده در **FEMA-356**..... ۷۵
شکل ۳-۲٦ تعیین نقطه عملکرد براساس **ATC-40**..... ۷۷
شکل۳-۲۷ فرم تعریف پارامترهای موثر در محاسبه نقطه عملکرد براساس **ATC40** در **SAP2000**..... ۷۹
شکل ۳-۲۸ طیف پاسخ در فرمت استاندارد و **ADRS**..... ۸۰
شکل ۳-۲۹ طیف ظرفیت همراه با طیف تقاضا در فرمت استاندارد و ADRS..... ۸۰

شکل ۳-۳۰ تعیین منحنی طیف پاسخ براساس پارامترهای معرفی شده در **ATC-40**.....۸۲
شکل ۳-۳۱ فرم تعیین مشخصات نقاط شکست منحنی.....۸٤
شکل ۳-۳۲ نمایش نقاط **Point 1** و **Point 2** در منحنی.....۸٤
شکل ۳-۳۳ منحنی $\beta_0 - \kappa$ براساس نوع تیپ سازه براساس **Figure 8-15**، **ATC-40**.....۸۵
شکل ۳-۳٤ روش به دست آوردن یکی از نقاط منحنی طیف تقاضای منفرد.....۸۷
شکل پ-۱ نمایش دو خطی منحنی پوش‌آور و تعیین پارامترهای مؤثر در تعیین T_e.....۹۰
شکل پ-۲ دو ناحیه مختلف از قرارگیری تغییر مکان هدف.....۹۰
شکل پ-۳ مفاهیم تصویری پارامترهای مؤثر در محاسبه β_{eff}.....۹۲
شکل پ-٤ نمایش نیروهای وارده به قاب از طرف میانقاب در هنگام وارد آمدن نیروی جانبی.....۹٦
شکل پ-۵ نمایش نیروهای ایجاد شده در قاب در اثر عملکرد میانقاب.....۹٦
شکل پ-٦ نمایش نحوه عمل‌ها و عکس‌العمل‌ها در هنگام وارد آمدن نیروی جانبی در میانقابی با بازشو.....۹۸
شکل پ-۷ نمودار نیرو- جابجایی و مراحل شکست دیوار میانقاب.....۹۸
شکل پ-۸ یک نمونه نمودار هیسترزیس برای دوار میانقاب.....۹۹
شکل پ-۹ نمایش ابعاد در نظر گرفته شده در رابطه‌ی «مین استون».....۱۰۰
شکل ٤-۱ تاثیر K بر نحوه توزیع نیروی جانبی.....۱۰۷
شکل ٤-۲ تیر دو سر گیردار تحت اثر بارهای ثقلی و جانبی.....۱۰۸
شکل ٤-۳ ستون تحت اثر بارهای ثقلی و جانبی.....۱۰۹
شکل ٤-٤ الگوهای متفاوت بار جانبی.....۱۱۱
شکل ٤-۵ منحنیPushoverبدست آمده برای موداول ارتعاش در ساختمان۹طبقه SAC لس‌آنجلس.....۱۱۲
شکل ٤-٦ منحنیPushover بدست آمده برای موددوم ارتعاش درساختمان۹طبقهSACلس‌آنجلس.....۱۱۲

شکل٤-٧ (الف) تیر ساده؛ (ب) نمودار لنگر خمشی ١١٦
شکل ٤-٨ حالت تنش و کرنش قبل از تسلیم ١١٦
شکل ٤-٩ حالت تنش و کرنش به صورت پلاستیک ناقص..... ١١٧
شکل ٤-١٠عملکرد مفصل پلاستیک..... ١١٨
شکل ٤-١٢ نحوه تعریف خصوصیات مفاصل پلاستیک در نرم‌افزار SAP2000..... ١١٨
شکل ٤-١٣ رابطه نیرو- جابجایی در مفصل پلاستیک محوری..... ١١٩
شکل ٤-١٤ رابطه لنگر- دوران در مفصل پلاستیک خمشی ١٢٠
شکل ٤-١٥ رابطه نیرو- جابجایی در مفصل پلاستیک برشی..... ١٢٣
شکل ٤-١٦ مدل رفتاری واقعی عضو تحت اثر بارهای رفت و برگشتی ناشی از زلزله، به دست آمده از نتایج آزمایشگاهی..... ١٢٤
شکل ٤-١٧ مدل رفتاری استفاده شده در FEMA-356 و ATC-40..... ١٢٦
شکل ٤-١٨ مدل رفتاری استفاده شده در SAP2000..... ١٢٦
شکل یک سلول عصبی بیولوژیک..... ١٥٩
شکل ٧-١ شکل معماری شبکه عصبی مصنوعی..... ٢٠٥
شکل٧-٢ نمودار مقایسه تحلیل پوش آور و نتایج شبکه عصبی برای سطح عملکرد IO..... ٢٠٩
شکل٧-٣ نمودار مقایسه تحلیل پوش آور و نتایج شبکه عصبی برای سطح عملکرد LS..... ٢١٠
شکل٧-٤ نمودار مقایسه تحلیل پوش آور و نتایج شبکه عصبی برای سطح عملکرد CP..... ٢١٠

مقدمه:

در ایران مانند اکثر کشورهای دیگر ساختمان‌های زیادی با بتن مسلح ساخته می‌شوند. در تحقیقات منتشر شده بعد از زلزله‌ها در ۲۰ سال گذشته اکثر نقص‌ها در ساختمان‌های آسیب‌دیده در اثر زلزله با هم مشترک بودند. تعداد زیادی از ساختمان‌های بتن مسلح موجود به اندازه کافی مستحکم نیستند که سختی یا انعطاف‌پذیری از نقص‌های این سازه‌ها به شمار می‌رود. بعضی از این نقص‌ها در این پرسش در زمان ساخت‌وساز در اثر کمبودهای ساخت‌وساز و بعضی دیگر در اثر ناکافی بودن سیستم سازه به وجود می‌آیند.

اکثر خسارت تازه‌ای مشاهده شد بعد از زلزله در ایران توسط بسیاری از محققین تاکنون مورد بررسی قرار گرفته است که از علل اساسی خسارت‌ها می‌توان به طور خلاصه به موارد زیر اشاره کرد:

عیار سیمان کم- جزئیات اجرایی غلط- سطح مقطع ناکافی- فاصله زیاد خاموت‌ها- پدیده طبقه نرم و ضعیف- مشکل ستونهای تحت تاثیر تیر میان طبقه- آرایش نادرست دیوارهای غیرسازه‌ای- کمبود دیوار برشی- کنترل ضعیف کیفیت احداث ساختمان

زمانی که خسارت‌های ناشی از زلزله با آئین‌نامه‌های موجود در ایران مقایسه می‌شوند. بسیار با هم تناقض دارند اگرچه ساختمان مسلح موجود بسیار ضعیف هستند. کشور ایران با قرار گرفتن در منطقه زلزله با خطر خیلی زیاد نیاز به آئین‌نامه‌های سختگیرانه در مناطق مختلف کشور را دارد مانند کشورهای دیگری که در این شرایط می‌باشند. این وضعیت نشان می‌دهد که تفاوت بین آئین‌نامه و شرایط موجود دلیل اصلی برای نارسایی پروژه‌ها می‌باشد و روند ساخت‌وساز و مکانیسم کنترل پروژه را با مشکل مواجه می‌کند.

در علم مهندسی سازه و زلزله با ورود و جایگزینی روش طراحی براساس سطح عملکرد به جای روش قدیمی طراحی براساس نیرو بسیاری از آیین‌نامه‌های طراحی در حال گذر از یک سری تغییرات بنیادی‌اند و هم‌اکنون بسیاری از محققان و پژوهشگران سازه و زلزله برای رسیدن به تکامل و اطمینان در این روش تحقیقات خود را در این زمینه متمرکز کرده‌اند. هدف از طراحی لرزه‌ای