بسم الله الرحمن الرحيم

(صفحه مربوط به حق مالکیت پایان‌نامه)

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه/ رساله متعلق به دانشگاه علم و فرهنگ است.

وزارت علوم تحقیقات و فناوری

دانشگاه علم و فرهنگ

دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران – گرایش زلزله

برررسی عملکرد لرزه ای و ناپایداری دینامیکی وتهیه منحنی شکنندگی از یک قاب خمشی بتنی در یک سازه منظم با روش IDA بر اساس تغییرات مقاومتی تیر و ستون

نگارش

آرش گودرزی

استاد راهنما

دکتر رضا کرمی محمدی

بهمن ۱۳۹۲

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان که از کامه ایثار و از خود گذشنگی،به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است،به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت میگراید و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمیکند.

این مجموعه را به پدر فداکار و مادر مهربانم تقدیم میکنم.

تقدیم و تشکر

حال که با توفیق حضرت حق موفق به تنظیم و تدوین این پایان نامه گردیده ام،وظیفه خود میدانم از تلاش ها و زحمات مستمر و رهنمود های ارزنده استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر رضا کرمی محمدی که با دقت و سعه صدر راهگشای این تحقبق بودند و بدون حضور ایشان،وقوع این مهم ممکن نبود تشکر و قدردانی نمایم.

چکیده:

در این تحقیق یک روش تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی برای ارزیابی عملکرد لرزه ای از یک قاب بتنی با در نظر گرفتن تغییرات سختی و میلگرد مورد بررسی قرار گرفته است .این روش که به عنوان روش تحلیل دینامیکی افزایشی (IDA) معرفی شده یک روش پارامتریک میباشد که شامل اثر دادن چندین رکورد زلزله به سازه میباشد که هر یک از این رکورد ها تا رسیدن به شدت خاص مقیاس شده اند و با این روش علاوه بر رفتار لرزه ای سازه،ظرفیت سازه هم مورد برسی قرار میگیرد که این روش کلیه خصوصیات زلزله را در بر میگیرد و در واقع شتاب نگاشت به سازه اعمال میشود.و بعد از محاسبه شاخص های خرابی بر روی سازه،انتخاب توزیع آماری مناسب برای معیار های خرابی و در نهایت محاسبه احتمال خرابی و ترسیم منحنی شکنندگی(Fragility Curve)برای قاب مورد نظر به دست میاید.و در پایان تاثیر تغییرات سختی و میلگرد بر عملکرد لرزه ای قاب مورد برسی قرار میگیرد. همچنین برای دستیابی به احتمال خرابی کمتر میخواهیم المان های تیر و ستون ها را در حالات مختلف میلگرد و سختی مورد برسی قرار دهیم .در این مطالعه سه حالت از یک قاب بتنی با تعداد طبقات ۵-۸-۱۱ مورد بررسی قرار گرفته که شامل کاهش سختی،کاهش میلگرد،کاهش سختی و میلگرد در ارتفاع میباشدو نتیایج به دست آمده نشان میدهد که سازه ای که در ارتفاع میلگرد ثابت بماند ولی سختی تغییر کند بسیار عملکرد بهتری نسبت به حالت های دیگر دارد و این عملکرد خوب بیشتر خودش را در شتاب های کمتر از ۰.۵gو ساز ه هایی با تعداد طبقات ۸ نشان میدهد.

واژه های کلیدی:منحنی شکنندگی،عملکرد لرزه ای،تحلیل دینامیکی افزاینده(IDA) ناپایداری دینامیکی،قاب بتنی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول - مقدمه و کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۴-خلاصه ای از فعالیت های انجام شده ۳

فصل ۲ –معرفی منحنی شکنندگی و کاربرد آن در رشته عمران ۳۰

۲-۱-مقدمه و ادبیات فنی و تاریخچه تحقیقات ۳۰

۲-۲-منحنی شکنندگی چیست؟ ۳۱

۲-۳-انواع منحنی شکنندگی ۳۳

۲-۴-روند ترسیم منحنی شکنندگی ۳۴

فصل ۳- مدل سازی سازه ۳۸

۳-۱-مرفی مدل ها ۳۸

۳-۲-روش های گوناگون مدل سازی ۳۸

۳-۳-معرفی نرم افزار و مدل ۳۸

۳ -۳-۱-معرفی نرم افزار Etabs،Spo۲IDA،Matlab،OPENSESS ۴۰

۳-۴-مدل و چگونگی ترسیم آن ۴۱

۳-۴-۱ معرفی کلی مشخصات مدل و ساختگاه ۴۴

۳-۵-قاب ۵ طبقه ۴۴

۳-۵-۱مدل خطی ۴۵

۳-۵-۲مدل غیر خطی ۴۶

۳-۶- قاب ۸ طبقه ۵۴

۳-۶-قاب ۱۱ طبقه ۵۸

فصل۴ –آنالیز های دینامیکی افزایشی(IDA) وتوابع تحلیل های کامپیوتری ۶۰

۴-۱- آنالیز دینامیکی فزاینده IDA ۶۴

۴-۲-مشخصات شتاب نگاشت ها ۶۵

۴-۳- انواع شتاب نگاشت ۷۰

۴-۳-۱-شتاب نگاشت های مصنوعی ۷۰

۴-۳-۲-شتاب نگاشت های ثبت شده در منطقه ۷۰

۴-۴تعاریف در تحلیل دینامیکی افزایشی ۷۲

۴-۴-۱- ضریب مقیاش SF ۷۲

۴-۴-۲-اندازه شدت حرکت زمین IM ۷۲

۴-۴-۳- شدت خرابی سازه DM ۶۹

۴-۵-منحنی IDA ۷۳

۴--۱۵-هداف IDA ۷۵

۴-۶-تعیین نقطه ظرفیت سازه ۷۶

۴-۶-۱-ظرفیت و حالت نهایی در منحنی IDA ۷۶

۴-۷-مراحل انجام تحلیل دینامیکی افزاینده ۸۹

۴-۸- خلاصه کردن منحنی IDA ۹۰

۴-۸-۱-روش پارامتریک ۹۱

۴-۸-۲-روش غیر پارامتریک ۹۲

۴-۹-شرح مراحل تحقیق ۹۳

۴-۹-۱-آنالیز دینامییکی افزایشی برای مدل سازه ۵ طبقه و رسم نتایج ۹۴

۴-۹-۱-۱- کاهش میلگرد و سختی در المان ها ۹۵

۴-۹-۱-۲-- میلگرد ثابت و سختی کاهنده ۹۶

۴-۹-۱-۳--سختی ثابت و میلگرد کاهنده ۹۶

۴-۹-۲-آنالیز دینامییکی افزایشی برای مدل سازه ۸ طبقه و رسم نتایج ۹۸

۴-۹-۲-۱- کاهش میلگرد و سختی در المان ها ۹۸

۴-۹-۲-۲- میلگرد ثابت و سختی کاهنده ۹۹

۴-۹-۲-۳- کاهش میلگرد و سختی در المان ها ۱۰۰

۴-۹-۳-آنالیز دینامییکی افزایشی برای مدل سازه ۱۱ طبقه و رسم نتایج ۱۰۱

۴-۹-۳-۱- کاهش میلگرد و سختی در المان ها ۱۰۲

۴-۹-۳-۲- میلگرد ثابت و سختی کاهنده ۱۰۲

۴-۹-۳-۳- کاهش میلگرد و سختی در المان ها ۱۰۳

فصل ۵ –رسم منحنی شکست مدل ها ۱۰۵

۵-۱-منحنی شکست و الزامات آن ۱۰۶

۵-۱-۱-تعریف میانگین حسابی،واریانس و انحراف از استاندارد ۱۰۶

۵-۱-۲-تعریف توزیع نرمال لگاریتمی ۱۰۸

۵-۲-محاسبات منحنی شکست(Fragility Curve) ۱۱۰

۵-۲-۱-ترسیم منحنی شکست برای معیار خرابی دریفت برای قاب ۵ طبقه.....۱۰۸

۵-۲-۲- ترسیم منحنی شکست برای معیار خرابی دریفت برای قاب ۸ طبقه.....۱۱۲

۵-۲-۳- ترسیم منحنی شکست برای معیار خرابی دریفت برای قاب ۱۱ طبقه ۱۱۳

فصل ۶ –مقایسه و نتیجه گیری ۱۲۱

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱-در نظر گرفتن سه نوع قاب متفاوت برای مقایسه نتایج بین تحلیل IDAو پوش آور.....۴

شکل ۱-۲(a۱-a۳)منحنی ظرفیت برای تحلیل پوش آور و دینامیکی افزایشی(b۱-b۳)تابع چگالی احتمالی جابه جایی در مقابل شکست..... .....۵

شکل ۲-۱-۲۰۰ تحلیل پوش آور استاتیکی که شامل مقادیر ۵۰٪،۱۶٪،۸۴٪ میباشد ۳۲

شکل ۲-۲-فرم کلی منحنی شکنندگی ۳۳

شکل ۲-۳: تعیین پارامترهای منحنی شکنندگی از طریق تحلیل رگرسیون.....۳۷

شکل ۳-۱- منحنی رفتار بتن.....۴۸

شکل ۳-۲--منحنی رفتار جرخه ای فولاد.....۵۰

شکل۴-۱-منحنی ظرفیت سازه.....۶۳

شکل ۴-۲- معرفی طیف طرح برای احتمال ۱۰ در صد در ۵۰ سال به برنامه.....۶۶

شکل ۴-۳- معرفی پارامتر های لرزه ای(بزرگا،نوع خاک، حوزه دورو...).....۶۷

شکل ۴-۴- معرفی پارامتر های میرایی،گام های زمانی طیف..... .....۶۷

شکل ۴-۵- شتاب نگاشت تولیدی توسط برنامه.....۶۸

شکل ۴-۶-مقایسه طیف پاسخ شتاب نگاشت با طیف طرح منطقه.....۶۸

شکل ۴-۷- مقایسه طیف پاسخ یک شتاب نگاشت تولیدی توسط برنامه با طیف ۶۹

شکل۴-۸-شکل کلی منحنیIDA ۷۴

شکل ۴-۹-نمونه ای از یک تحلیل دینامیکی افزایندهIDA..... ۷۴.

شکل ۴-۱۰-به دست آوردن محل شروع ناپایداری دینامیکی CPدر منحنی IDA..... ۷۵

شکل ۴-۱۱-دو روش متفاوت برای تعیین نقطه ظرفیت از یک سازه قاب خمشی فولادی با زمان تناوب ۱.۳ ثانیه.یکی بر اساس۲۰٪شیب ناحیه الاستیک و دیگری بر اساس DM=۰.۰۸۷۵..... ۷۸.

شکل ۴-۱۲aمنحنی IDAمتوسط در مقابل منحنی پوش آور قاب فولادی ۲۰ طبقه با پریود ۴ ثانیه(b)قاب مهاری فولادی...... ۸۵

شکل ۴-۱۳-حالت های مختلف تقاضا و ظرفیت تخریب..... ۸۷

شکل ۴-۱۴-منحنی IDAبرای ۲۰ تا شتاب نگاشت برای سطح عملکردcp..... ۹۱

شکل ۴-۱۵-منحنی IDAبرای حالت کاهش سختی ومیلگرد در المان ها برای سازه ۵ طبق..... ۹۴

شکل ۴-۱۶-منحنی IDAخلاصه شده برای حالت کاهش سختی و میلگرد در المان ها برای سازه ۵ طبقه..... ۹۵

شکل ۴-۱۷-منحنی IDAبرای حالت کاهش سختی و میلگرد ثابت در المان ها برای سازه ۵ طبقه..... ۹۵

شکل ۴-۱۸-منحنی IDAخلاصه شده برای حالت کاهش سختی و میلگرد ثابت در المان ها برای سازه ۵ ..... ۹۶

شکل ۴-۱۹-منحنی IDA برای حالت کاهش سختی ثابت و میلگرد متغیر در المان ها برای سازه ۵ طبقه..... ۹۶

شکل ۴-۲۰-منحنی IDAخلاصه شده برای حالت کاهش سختی ثابت و میلگرد متغیر برای سازه ۵ طبقه..... ۹۷

شکل ۴-۲۱-منحنی IDA برای حالت کاهش سختی و مقاومت در المان ها برای سازه ۸ طبقه..... ۹۸

شکل ۴-۲۲-منحنی IDAخلاصه شده برای حالت کاهش سختی و میلگرد در المان ها برای سازه ۸ طبقه..... ۹۸

شکل ۴-۲۳-منحنی IDA برای حالت کاهش سختی ثابت و میلگرد متغیر در المان ها برای سازه ۸ طبقه..... ۹۸

شکل ۴-۲۴-منحنی IDAخلاصه شده برای حالت کاهش سختی ثابت و میلگرد متغیر برای سازه ۸ طبقه..... ۹۹

شکل ۴-۲۵-منحنی IDA برای حالت کاهش سختی متغیر و میلگرد ثابت در المان ها برای سازه ۸ طبقه.....۱۰۰

شکل ۴-۲۶-منحنی IDAخلاصه شده برای حالت کاهش سختی متغیر و میلگرد ثابت برای سازه ۸ طبقه.....۱۰۰

شکل ۴-۲۷-منحنی IDA برای حالت کاهش سختی و میلگرد در المان ها برای سازه ۱۱ طبقه.....۱۰۱

شکل ۴-۲۸-منحنی IDAخلاصه شده برای حالت کاهش سختی و میلگرد در المان ها برای سازه ۱۱ طبقه.....۱۰۱

شکل ۴-۲۹-منحنی IDA برای حالت سختی ثابت و میلگرد متغیر در المان ها برای سازه ۱۱ طبقه.....۱۰۲

شکل ۴-۳۰-منحنی IDAخلاصه شده برای حالت سختی ثابت و میلگرد متغیر برای سازه.۱۱ طبقه.....۱۰۲

شکل ۴-۳۱-منحنی IDA برای حالت کاهش سختی متغیر و میلگرد ثابت در المان ها برای سازه ۱۱ طبقه.....۱۰۳

شکل ۴-۳۲-منحنی IDAخلاصه شده برای حالت کاهش سختی متغیر و میلگرد ثابت برای سازه ۱۱ طبقه.....۱۰۳

شکل ۵-۱ تابع چگالی احتمال متغییر نرمال لگاریتمی.....۱۰۹

شکل ۵-۲-نمونه ای از منحنی شکنندگی.....۱۱۱

شکل ۵-۳- منحنی های شکنندگی برای حالت های مختلف سازه ۵ طبقه.....۱۱۲.

شکل ۵-۴- منحنی های شکنندگی برای حالت های مختلف سازه ۸ طبقه.....۱۱۳.

شکل ۵-۵ منحنی های شکنندگی برای حالت های مختلف سازه ۱۱ طبقه.....۱۱۴.

شکل ۵-۶- نسبت بین احتمالات خرابی برای سازه ۵ طبقه.....۱۱۵.

شکل ۵-۷- نسبت بین احتمالات خرابی برای سازه ۸ طبقه.....۱۱۶

شکل ۵-۸- نسبت بین احتمالات خرابی برای سازه ۱۱ طبقه.....۱۱۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۳-میزان خطا ها در تحلیل های استاتیکی غیر خطی متفاوت در مقایسه با٪۵۰ IDA ۶

جدول ۳-۱-بار های مرده و زنده.. ۳۷

جدول ۳-۲-مشخصات مصالح.. ۳۷

جدول ۳-۲-پریود های سازه ۵ طبقه ۴۴

جدول ۳-۳-مقاطع قاب ۵ طبقه برای حالت سختی ثابت میلگرد متغیر.. ۵۱

جدول ۳-۴-مقاطع قاب ۵ طبقه برای حالت سختی متغیر میلگرد ثابت.. ۵۲

جدول ۳-۵-مقاطع قاب ۵ طبقه برای حالت سختی و میلگرد متغیر.. ۵۳

جدول ۳-۶-پریود های سازه برای قاب ۸ طبقه-م میلگرد ثابت –سختی متغیر.. ۵۴

جدول ۳-۷-مقاطع سازه برای قاب ۸ طبقه- میلگرد ثابت –سختی متغیر.. ۵۵

جدول ۳-۸-پریود های سازه برای قاب ۸ طبقه- سختی ثابت – میلگرد متغیر.. ۵۶

جدول ۳-۹-مقاطع سازه برای قاب ۸ طبقه- سختی ثابت – میلگرد متغیر.. ۵۷

جدول ۳-۱۰-پریود های سازه برای قاب ۸ طبقه- میلگرد و سختی متغیر.. ۵۸

جدول ۳-۱۲-پریود سازه برای قاب ۱۱ طبقه- میلگرد ثابت و سختی متغیر.. ۶۰

جدول ۳-۱۳-پریود و مقاطع سازه برای قاب ۱۱ طبقه- میلگرد متغیر و سختی ثابت.. ۶۰

جدول ۳-۱۴-پریود سازه برای قاب ۱۱ طبقه- میلگرد و سختی متغیر.. ۶۰

جدول ۳-۱۵-مقاطع سازه برای قاب ۱۱ طبقه- میلگرد و سختی متغیر.....۶۱

جدول ۴-۱- خلاصه اطلاعات شتاب نگاشت های تولیدی.....۶۹

جدول ۴-۱ - ضریب اطمینان پیشنهادی برای به دست آوردن احتمال خرابی.....۸۰

جدول ۴-۲- ضریب نا معینی برای به دست آوردن احتمال خرابی.....۸۱

جدول ۴-۳- ضریب تغییر تقاضا برای به دست آوردن احتمال خرابی.....۸۱

جدول ۴-۴ - ضریب مقاومت و ظرفیت تقاضا برای به دست آوردن احتمال خرابی.....۸۲.

جدول ۴-۳- ضریب تغییر تقاضا برای به دست آوردن احتمال خرابی.....۸۲

جدول ۴-۴- ضریب مقاومت و ظرفیت تقاضا برای به دست آوردن احتمال خرابی.....۸۲

جدول ۴-۵- ضریب نامشخصی برای به دست آوردن احتمال خرابی.....۸۲

جدول ۴-۶- سطح اطمینان برای ضرایب مختلف برای به دست آوردن احتمال خرابی.....۸۳

جدول ۴-۷- محدوده مجاز دریفت برای سطح عملکرد مشخص.....۸۳

فصل اول

مقدمه و کلیات

مقدمه:

زلزله های اخیر مانند زلزله نورثریج ۱۹۹۴ نشان داده اند که اگر ساختمان ها هر گونه ای که ساخته شده باشند ، باز هم صدمات قابل توجهی در آن هارخ میدهد. پس از این زلزله ها ،طراحی لرزهای ساختمانها (PBEEیا عملکرد بر مبانی مهندسی زلزله)، روشهای محاسبه و سیستم های ساخت و ساز مورد بررسی قرار گرفتند تا صدمات ناشی از زلزله های مکرر کاهش یابد یا به کل از بین بروند، همچنین با به وجود آمدن این روش میتوان هزینه های از دست رفته و هزینه های تعمیر را کاهش داد. در مهندسی زلزله بر اساس عملکرد برای تعیین عملکرد و ارزیابی سازه و اجزاء آن نیاز به تعیین ظرفیت و نیاز لرزه ای سازه می باشد. حرکت در جهت دستیابی به این هدف نیازمند به استفاده از روشهای تحلیلی است که بتوان با استفاده از آنها رفتار سازه و اجزاء آن و همچنین حرکات ناشی از زمین لرزه را به خوبی مدل کنیم . روش های تحلیل رایج به طور کلی به دو دسته خطی و غیرخطی تقسیم می شوند هر کدام از این روشهای تحلیل به صورت استاتیکی یا دینامیکی قابل انجام هستند. روشIDA اخیراً بسیار مورد توجه قرار گرفته است چون هزینه تجزیه تحلیل دینامیکی متعدد خطی و غیرخطی به میزان قابل توجهی کاهش پیدا کرده و با توسعه روز افزون رایانه ها موانع انجام این آنالیزها مرتفع گردیده است. با توجه به اینکه در چند سال اخیر انواع روش های تحلیل سازه ها بیان میشود به دنبال روش هایی هستند که بتوان علاوه با در نظر گرفتن

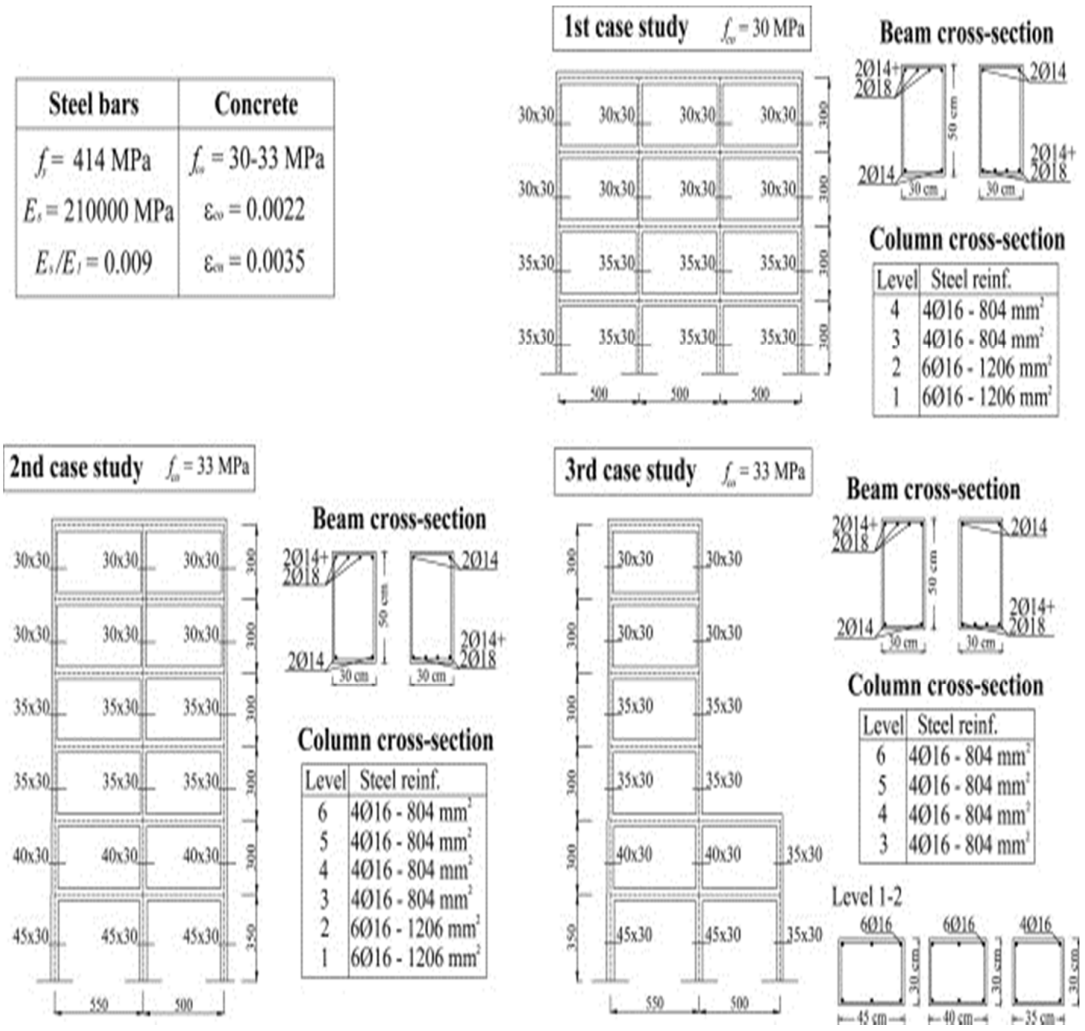
رفتار دقیق سازه،یک تحلیل واقعی را بیان کنند و با توجه به اینکه اکثر سازه ها به هنگام زلزله وارد حوزه غیر خطی میشوند و دیگر از مدل های رفتاری خطی مبتنی بر روابط خطی نیرو-تغییر مکان پیروی نمیکند،لذا معیار مقاومت نمیتواند برای کنترل مکانیزم های شکست که بر پایه تغییر شکل ها استوار هستند به کار رود، و بر همین اساس است که انالیز های غیر خطی روز به روز توسعه پیدا میکنند که روش تحلیل دینامیکی افزایشی IDA یکی از جدید ترین روش ها میباشد.در این روش یک سری شتاب نگاشت ها هم پایه میشوند و رفتار کلی سازه را از محدوده خطی تا انهدام کامل سازه مورد بررسی قرار میدهد. که این روش به لحاظ توزیع برش در ارتفاع و رعایت ماتریس سختی ،مدل واقع بینانه ای از سازه به ما میدهد.با توجه به اینکه عملکرد سازه به شتاب نگاشت ورودی حساس میباشد لذا لازم است تا در اول یک تحلیل خطر منطقه مورد بررسی قرار گیرد و به سازه اعمال شود تا بحث حساسیت سازه به شتاب نگاشت ها هم در نظر گرفته شود.اگر چه تحلیل خطی در حد الاستیک دید خوبی از ظرفیت سازه و نقطه تسلیم سازه وتقاضای سازه را در اختیار ما قرار میدهدولی قادر به پیش بینی مکانیزم شکست و باز توزیع نیرو ها در حین تسلیم های پی در پی نمی باشد. همان طور که درFEMA۳۵۶ بیان شده است اهمیت این موضوع در این است که یک مهندس سازه باید درک صحیح تری از رفتار لرزه ای سازه داشته باشد.و بتوانیم از حداکثر طرفیت سازه استفاده کنیم.از جمله مشکلات این روش میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- ❖ حجم بالای محاسبات و نیاز به کامپیوتر های پیشرفته
- ❖ حجم بالای داده های ورودی
- ❖ انتخاب رکورد های مناسب با توجه به حساس بودن نتایج به رکورد انتخاب شده
- ❖ دشوار بودن تشریح رفتار پسماند اعضا
- ❖ مشکل بودن تفسیر نتایج
- ❖

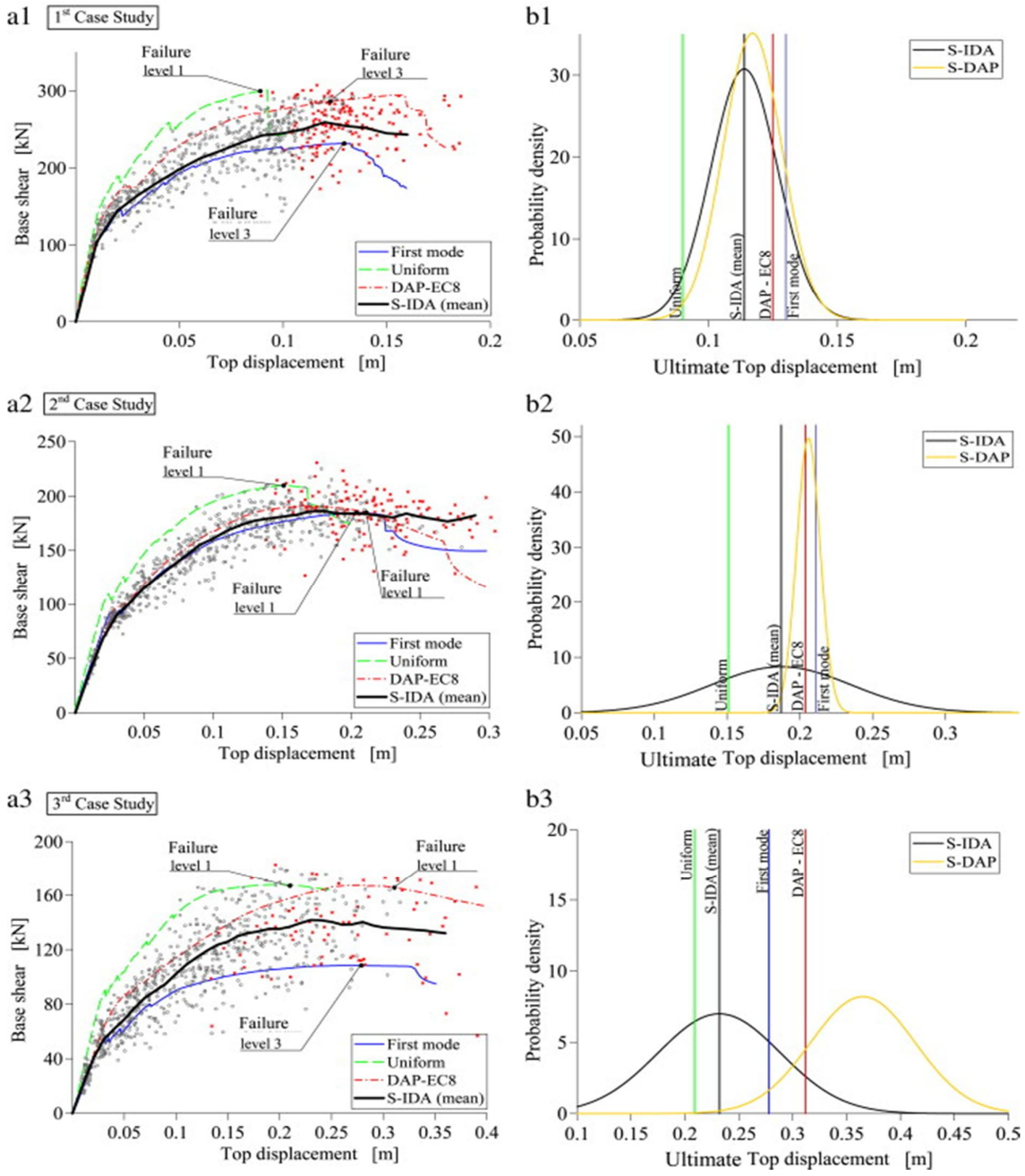
خلاصه ای از مجموعه فعالیت های انجام شده:

تحقیقات زیادی در این زمینه انجام گرفته است.افزایش تدریجی بار های لرزه ای اولین بار توسط Bertero,Mehhany,cornell, جهت بررسی عملکرد سازه ها مورد بررسی قرار گرفت که بیشتر این تحقیقات نتیجه کار آقایانValmondsson وKrawinklerوChopraبوده است.همچنین مطالعات و تحقیقات انجام گرفته شده نشان دهنده این میباشد که تحلیل و طراحی ها بیشتر به سمت تحلیل های غیر خطی استاتیکی و دینامیکی رفته است و اهمیت این موضوع در آیین نامه هایی مانند ATC۴۰,FEMA۲۷۳,FEMA۳۵۶,FEMA۴۴۰ بیان شده است.که در این آیین نامه ها دیتایل مناسبی برای عملکرد سازه و انواع تحریک های لرزه ای ارائه شده است.که در ATC۴۰یک روش طیف ظرفیت را برای عملکرد سازه بیان کرده است و یا در FEMA۳۵۶ روش ضریب جابه جایی بیان شده است و در FEMA۴۴۰یک توضیح بهتری برای طیف ظرفیت و روش جابه جایی بیان شده است که همه ی این روش ها نیازمند منحنی نیرو جابه جایی میباشد.

Valmondsson بیشتر کارش بر روی مقایسه آیین نامه های لرزه ای مختلف بر روی سازه های نامنظم بوده است تا بداند کدام آیین نامه جواب بهتری را میدهد.ولی افراد دیگر انواع سیستم های سازه ای را در قاب های تک دهانه چند طبقه مورد برسی قرار داده اند تا بهترین عملکرد را از بین آن ها بتوانند تعیین کنند. همچنین یک سری تحقیقات در خصوص مقایسه نتایج انالیز دینامیکی افزایشی با پوش آوربا توزیع بار یکنواخت و تقریبا سهمی در مود اول مورد بررسی قرار گرفته است و ماکزیمم جابه جایی طبقه و دریفت طبقه و مود گسیختگی مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۱-۱-در نظر گرفتن سه نوع قاب متفاوت برای مقایسه نتایج بین تحلیل IDAو پوش آور



شکل ۱-۲(a۱-a۳)منحنی ظرفیت برای تحلیل پوش آور و دینامیکی افزایشی(b۱-b۳)تابع چگالی احتمالی جابه جایی در مقابل شکست

در حالت سوم این پراکندگی نمودار ها بیشتر شده ومیتوان علت آن را تاثیر مود های بالاتر دانست در این مدل سازی مقاطع به صورت الاستو پلاستیک مدل شده اند.

همچنین خطاهای به دست آمده از سه روش با روش IDAمورد برسی قرار گرفته است و بهترین روش Displacement-based Adaptive Pushover (DAP)میباشد که علت آن تاثیر مود های بالاتر است.که با مقایسه خطاها متوجه میشویم که DAPخطای کمتری دارد و مورد قبول تر است.

	Max top displacement (m)	Uniform (%)	First mode (%)	DAP (%)
۱st case study	۰.۰۸۹	۳۰.۳	۱۵.۴	۱۴.۵
۲nd case study	۰.۱۵۲	۳۱.۲	۱۰.۶	۴.۱
۳rd case study	۰.۲۰۹	۴۱.۴	۱۵.۹	۱۴.۲

جدول ۱-۱-میزان خطا ها در تحلیل های استاتیکی غیر خطی متفاوت در مقایسه با IDA ۵۰٪

اکثر سازه ها به شکلی طراحی میشوند که وارد ناحیه غیر خطی شوند و المان های آن ها جاری شود.در اکثر مطالعات انجام گرفته بر روی رفتار غیر خطی،پارامتر شکل پذیری به عنوان معیار خسارت و رفتار غیر خطی سازه در نظر گرفته شده است.اشکال بزرگ این پارامتر این است که قادر به لحاظ نمودن اثرات کاهندگی مقاومت و کاهش سطح حلقه های هیسترزیس نمیباشد.در این مطالعات معمولا رفتار المان ها به صورت دو خطی با سخت شدگی پس از جاری شدن و با الاستو پلاستیک در نظر گرفته شده است.البته برخی مطالعات دقیق تر با استفاده از مدل های هیسترزیس نشان داده است که شکل پذیری محاسبه شده به وسیله این مدل ها تفاوت چندانی با مدل دو خطی ندارد.