



دانشگاه کردستان  
دانشکده مهندسی  
گروه عمران

عنوان :

تخمین پاسخ لرزه‌ای سازه چند درجه آزادی (با سیستم قاب خمشی) به کمک  
سازه معادل یک درجه آزادی

پژوهشگر:

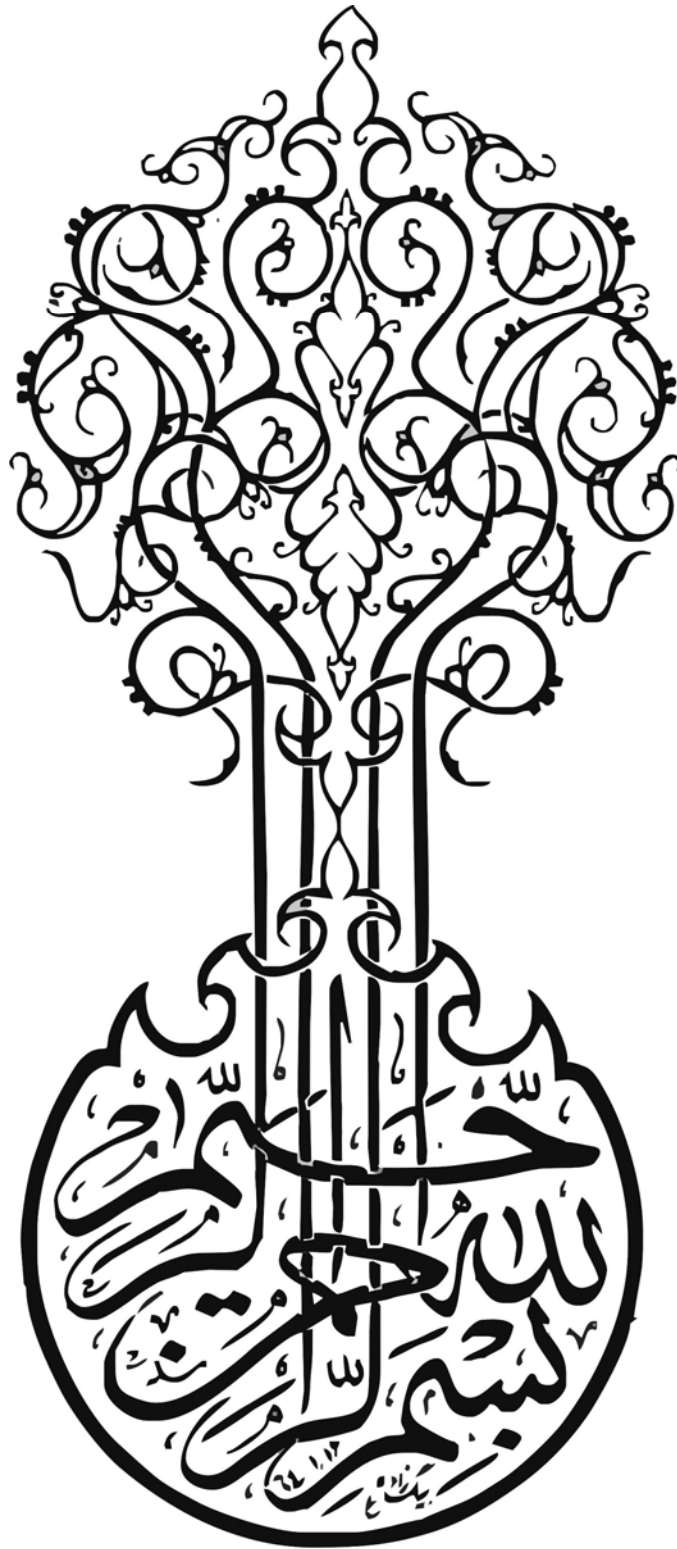
حسام بهارمست حسین آبادی

استاد راهنما:

دکتر آزاد یزدانی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش مهندسی زلزله

مهرماه ۱۳۹۱



کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه کردستان است.

## \*\*\* تعهد نامه \*\*\*

اینجانب حسام بهارمست حسین آبادی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران گرایش مهندسی زلزله دانشگاه کردستان، دانشکده مهندسی گروه مهندسی عمران تعهد می‌نمایم که محتوای این پایان‌نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام  
حسام بهارمست حسین آبادی  
۱۳۹۱/۰۶/۳۰

تقدیم به

بهترین و اثرگانی که در این عالم هستی یافتیم و

وجودم برایشان سراسر مملو بود از زحمت و زحمت و زحمت

پدر و مادر عزیزم

## تقدیر و تشکر

در این دوره از مقطع زندگانی با انسانی بزرگوار آشنا شدم که برای من، هم معلم اخلاق بود و هم معلم شیوه زندگی. افسوس که این دوره به سرعت طی شد. معلمی که در باب تفکر در مباحث علمی حریص بود و سعی کرد دانشجویان را در این مسیر قرار دهد. معلمی که به من یاد داد علم را برای علم بخواهم و نه چیز دیگر. از این رو کمال تشکر و تقدیر را از این استاد و معلم گرانقدر دارم.

همین طور جا دارد از برادر عزیزم و تمام دوستانی که در این مدت بنده را همراهی کردند تا با آسودگی این تحقیق را به پایان رسانم کمال تشکر را داشته باشم. به امید موفقیت روز افزون برای ایشان.

## چکیده

تحلیل دینامیکی افزایشی، یک تحلیل پارامتری لرزه‌ای برای بدست آوردن منحنی ظرفیت ساختمان تحت بارهای دینامیکی زلزله می‌باشد. در تحلیل دینامیکی افزایشی یک مجموعه زلزله به سازه وارد می‌شود. تحلیل دینامیکی افزایشی تصویری کامل از رفتار سازه از حالت الاستیک تا جاری شدن و ناپایداری سازه را تحت بارهای دینامیکی زلزله نمایش می‌دهد. اما حجم بالای عملیات و صرف وقت فراوان برای انجام این تحلیل، از مهم ترین عللی است که کاربران تمایلی به استفاده از آن برای تخمین ظرفیت سازه در بحث طراحی عملکردی ندارند. هدف از این تحقیق، تخمین منحنی متوسط تحلیل دینامیکی افزایشی با کاهش تعداد زلزله‌ها می‌باشد. یک سازه یک درجه آزادی معادل با سازه چند درجه آزادی برای انجام تحلیل دینامیکی افزایشی تخمین زده شده و سپس به کمک مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها که یک ابزار قدرتمند در تصمیم‌گیری می‌باشند، چهار زلزله بهینه به جای مجموعه زلزله-ها در تحلیل دینامیکی افزایشی انتخاب می‌شود. در نتیجه متوسط چهار زلزله انتخابی و منحنی متوسط ناشی از مجموعه زلزله‌ها مورد ارزیابی و مقایسه قرار می‌گیرند. چهار سازه فولادی برای این مطالعه در نظر گرفته شده است که میزان خطای منحنی متوسط ناشی از مجموعه زلزله‌ها و متوسط چهار زلزله انتخابی کمتر از ۱۰٪ می‌باشد.

کلمات کلیدی: تحلیل دینامیکی افزایشی، سازه یک درجه آزادی معادل، تحلیل پوششی داده‌ها، کاهش

رکورد

# فهرست مطالب

عنوان

صفحه

## فصل اول (تحلیل دینامیکی افزایشی)

۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- معرفی تحلیل دینامیکی افزایشی	۴
۱-۳- اساس و تفکر تک منحنی IDA	۷
۱-۴- برخی از خصوصیات کلی منحنی IDA	۹
۱-۵- ظرفیت و حالات حدی در تک منحنی IDA	۱۳
۱-۶- مجموعه منحنی های IDA و خلاصه کردن آنها	۱۵
۱-۷- بحث روی صحت نتایج IDA	۱۷
۱-۸- IDA در چهارچوب PBEE	۱۸

## فصل دوم (تحلیل پوششی داده ها، مبانی و مدل ها)

۱-۲- مقدمه	۲۱
۲-۲- چرا ارزیابی می کنیم و چگونه ارزیابی کنیم	۲۱
۲-۳- کارایی	۲۲
۲-۳-۱- کارایی مطلق	۲۳
۲-۳-۲- کارایی نسبی	۲۳
۲-۴- وزن های ثابت و متغیر	۲۷
۲-۵- واحدهای تصمیم گیرنده	۲۹
۲-۶- مدل CCR	۲۹
۲-۶-۱- داده ها	۳۰
۲-۶-۲- مدل CCR	۳۱
۲-۶-۳- کارایی CCR	۳۲
۲-۶-۴- مفهوم وزن های بهین	۳۳



- ۳۴..... ۷-۲- مجموعه امکان تولید.....
- ۳۴..... ۱-۷-۲ خواص P.....
- ۳۶..... ۲-۷-۲ مجموعه مرجع.....
- ۳۷..... ۸-۲ مدل BCC.....
- ۳۸..... ۱-۸-۲ کارایی BCC.....
- ۳۹..... ۲-۸-۲ مجموعه مرجع BCC.....
- ۳۹..... ۹-۲ مدل جمعی.....
- ۳۹..... ۱-۹-۲ مدل جمعی پایه.....
- ۴۰..... ۲-۹-۲ انتقال پایا در مدل جمعی.....
- ۴۱..... ۱۰-۲ اندازه کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی (SBM).....
- ۴۲..... ۱-۱۰-۲ تعریف SBM.....
- ۴۳..... ۲-۱۰-۲ SBM به عنوان ناکارایی در ورودی یا خروجی.....
- ۴۳..... ۳-۱۰-۲ اندازه SBM و CCR.....

### فصل سوم (تخمین سازه چند درجه آزادی با سازه یک درجه آزادی معادل)

- ۴۶..... ۱-۳ مقدمه.....
- ۴۶..... ۲-۳ پیشینه تحقیق.....
- ۴۸..... ۳-۳ هدف از انجام تحقیق.....
- ۴۹..... ۴-۳ تخمین سازه یک درجه آزادی معادل با سازه چند درجه آزادی.....

### فصل چهارم (بیان روش و مطالعات موردی)

- ۵۶..... ۱-۴ مقدمه.....
- ۵۶..... ۲-۴ مدل سازه ها.....
- ۶۳..... ۳-۴ زلزله ها.....
- ۶۵..... ۴-۴ تخمین سازه های یک درجه آزادی معادل برای سازه های موجود.....
- ۷۱..... ۵-۴ رتبه بندی به وسیله مدل های DEA.....

فصل پنجم (نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات)

۵-۱- نتیجه گیری ..... ۸۲

۵-۲- ارائه پیشنهادات ..... ۸۳

منابع و مراجع ..... ۸۴

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲- میزان فروش و تعداد کارکنان فروشگاه ها.....	۲۴
جدول ۲-۲- میزان کارایی نرمال شده بالای مثال فوق .....	۲۶
جدول ۱-۴- جرم طبقات برای سازه SAC .....	۶۲
جدول ۲-۴- جدول جرم طبقات برای سازه چهار طبقه .....	۶۲
جدول ۳-۴- جدول جرم طبقات برای سازه هشت طبقه .....	۶۲
جدول ۴-۴- جدول جرم طبقات برای سازه دوازده طبقه .....	۶۲
جدول ۵-۴- پریود اصلی برای چهار سازه .....	۶۳
جدول ۶-۴- زلزله های مورد استفاده برای تحلیل دینامیکی غیر خطی .....	۶۴
جدول ۷-۴- پارامتر های سازه های یک درجه آزادی معادل .....	۶۸
جدول ۸-۴- رتبه بندی بر روی سازه یک درجه آزادی معادل. سازه SAC.....	۷۲
جدول ۹-۴- رتبه بندی بر روی سازه یک درجه آزادی معادل. سازه چهار طبقه.....	۷۳
جدول ۱۰-۴- رتبه بندی بر روی سازه یک درجه آزادی معادل. سازه هشت طبقه .....	۷۴
جدول ۱۱-۴- رتبه بندی بر روی سازه یک درجه آزادی معادل. سازه دوازده طبقه .....	۷۵

## فهرست اشکال

عنوان

صفحه

- شکل ۱-۱- الگوی بار استاتیکی و بدست آوردن منحنی ظرفیت ساختمان..... ۴
- شکل ۱-۲- (الف) یک منحنی IDA برای سازه فولادی ۲۰ طبقه با اعضای شکل پذیر با دوره تناوب  $T_1 = 4 \text{ sec}$  ..... ۶
- تحت زلزله Elcentro ۱۹۴۰ ..... ۹
- شکل ۱-۳- منحنی IDA برای ساختمان ۵ طبقه فولادی بادبندی شده با  $T_1 = 1.8 \text{ sec}$  برای چهار زلزله مختلف..... ۱۱
- شکل ۱-۴- الگوهای رفتار موجی شکل برای سازه ۵ طبقه فولادی بادبندی شده با  $T_1 = 1.8 \text{ sec}$  ..... ۱۲
- شکل ۱-۵- پاسخ شکل پذیری یک نوسانگر در  $T = 1 \text{ sec}$  با رفتار الاستو پلاستیک..... ۱۳
- شکل ۱-۶- منحنی احیا سازه، مربوط به یک سازه ۳ طبقه با سیستم قاب خمشی و ..... ۱۵
- شکل ۱-۷- تعیین نقطه ظرفیت از منحنی IDA مربوط به یک سازه ۳ طبقه با سیستم قاب خمشی  $T_1 = 1.3 \text{ sec}$  ..... ۱۶
- شکل ۱-۸- منحنی های IDA سازه ۵ طبقه فولادی بادبندی شده با  $T_1 = 1.8 \text{ sec}$  تحت ۳۰ زلزله مختلف ..... ۱۷
- شکل ۱-۹- خلاصه سازی مجموعه منحنی های IDA و استخراج مقادیر  $0.50$ ،  $0.16$ ،  $0.84$  از شکل ۱-۸ ..... ۱۸
- شکل ۱-۱۰- منحنی های IDA برای یک سازه ۹ طبقه فولادی با اتصالات خمشی با  $T_1 = 2.27 \text{ sec}$  ..... ۲۵
- شکل ۱-۲- نمودار فروش به کارمندان و تفاوت رگرسیون و مرز کارا..... ۲۷
- شکل ۲-۲- بهبود کارایی شعبه A ..... ۲۹
- شکل ۲-۳- نمای گرافیکی از عملکرد یک DMU ..... ۳۶
- شکل ۲-۴- نمایش مجموعه امکان تولید ..... ۳۷
- شکل ۲-۵- مقایسه دو مدل BCC و CCR ..... ۴۰
- شکل ۲-۶- نمایی از مدل جمعی ..... ۴۱
- شکل ۲-۷- انتقال پایا در مدل جمعی ..... ۴۸
- شکل ۳-۱- نمای گرافیکی از مراحل تخمین متوسط منحنی های IDA با کاهش رکورد به وسیله روش DEA ..... ۵۱
- شکل ۳-۲- مراحل روش FAP به صورت گرافیکی..... ۵۲
- شکل ۳-۳- منحنی پوش اور سازه که با یک سه خطی ایده آل سازی شده است ..... ۵۲

- شکل ۳-۴- تخمین سازه چند درجه به سیستم یک درجه آزادی معادل ..... ۵۴
- شکل ۴-۱- پلان سازه ۹ طبقه SAC ..... ۵۸
- شکل ۴-۲- نمای سازه ۹ طبقه SAC ..... ۵۸
- شکل ۴-۳- پلان سازه چهار طبقه ..... ۵۹
- شکل ۴-۴- نمای سازه چهار طبقه ..... ۵۹
- شکل ۴-۵- پلان سازه هشت طبقه ..... ۶۰
- شکل ۴-۶- نمای سازه هشت طبقه ..... ۶۰
- شکل ۴-۷- پلان سازه دوازده طبقه ..... ۶۱
- شکل ۴-۸- نمای سازه دوازده طبقه ..... ۶۱
- شکل ۴-۹- مقایسه طیف زلزله های انتخابی با طیف طرح آیین نامه IBC برای نوع خاک D ..... ۶۳
- شکل ۴-۱۰- الگوی توزیع بار برای سازه ها الف) SAC ب) چهار ج) هشت د) دوازده طبقه ..... ۶۵
- شکل ۴-۱۱- منحنی پوش اور و ایده آل کردن رفتار به صورت سه خط. سازه SAC ..... ۶۶
- شکل ۴-۱۲- منحنی پوش اور و ایده آل کردن رفتار به صورت سه خط. سازه چهار طبقه ..... ۶۶
- شکل ۴-۱۳- منحنی پوش اور و ایده آل کردن رفتار به صورت سه خط. سازه هشت طبقه ..... ۶۷
- شکل ۴-۱۴- منحنی پوش اور و ایده آل کردن رفتار به صورت سه خط. سازه دوازده طبقه ..... ۶۷
- شکل ۴-۱۵- منحنی های IDA برای سازه های یک درجه آزادی معادل. سازه SAC ..... ۶۹
- شکل ۴-۱۶- منحنی های IDA برای سازه های یک درجه آزادی معادل. سازه چهار طبقه ..... ۶۹
- شکل ۴-۱۷- منحنی های IDA برای سازه های یک درجه آزادی معادل. سازه هشت طبقه ..... ۷۰
- شکل ۴-۱۸- منحنی های IDA برای سازه های یک درجه آزادی معادل. سازه دوازده طبقه ..... ۷۰
- شکل ۴-۱۹- منحنی های IDA برای سازه های چند درجه آزادی تحت ۲۰ زلزله. سازه SAC ..... ۷۶
- شکل ۴-۲۰- منحنی های IDA برای سازه های چند درجه آزادی تحت ۲۰ زلزله. سازه چهار طبقه ..... ۷۶
- شکل ۴-۲۱- منحنی های IDA برای سازه های چند درجه آزادی تحت ۲۰ زلزله. سازه هشت طبقه ..... ۷۷
- شکل ۴-۲۲- منحنی های IDA برای سازه های چند درجه آزادی تحت ۲۰ زلزله. سازه دوازده طبقه ..... ۷۷
- شکل ۴-۲۳- مقایسه منحنی متوسط IDA ناشی از ۲۰ زلزله و متوسط ۴ زلزله انتخابی - سازه SAC ..... ۷۸

شکل ۴-۲۴- مقایسه منحنی متوسط IDA ناشی از ۲۰ زلزله و متوسط ۴ زلزله انتخابی - سازه چهار طبقه ..... ۷۸

شکل ۴-۲۵- مقایسه منحنی متوسط IDA ناشی از ۲۰ زلزله و متوسط ۴ زلزله انتخابی - سازه هشت طبقه ..... ۷۹

شکل ۴-۲۶- مقایسه منحنی متوسط IDA ناشی از ۲۰ زلزله و متوسط ۴ زلزله انتخابی - سازه دوازده طبقه ..... ۷۹

شکل ۴-۲۷- معیار محاسبه خطا برای میانگین IDA واقعی و زلزله های انتخاب شده ..... ۸۰

شکل ۴-۲۸- درصد خطا برای سازه های موجود ..... ۸۰

فصل اول

تحليل ديناميكى افزايشى

## ۱-۱- مقدمه

زلزله یکی از پدیده‌های مخرب طبیعی است که بشر از ابتدا با این چالش طبیعی رو به رو بوده و خسارت‌های جانی و مالی زیادی را بابت آن پرداخته است. در واقع با عبور از دیدگاه‌های اولیه که زمین‌لرزه را ناشی از خشم خدایان می‌دانستند، با غالب شدن تفکر علمی در جوامع بشری و بیان مباحث و پدیده‌ها به صورت منطقی، برای مقابله و حفظ جان از این بلایای طبیعی تلاش‌های علمی در راستای شناخت این پدیده‌ها صورت گرفت که زلزله از این قاعده مستثنا نبود. شاید اولین تلاش علمی را بتوان به اوایل سال ۱۹۰۰ میلادی مربوط دانست. جایی پس از وقوع زلزله مهیب در جنوب ایتالیا عده‌ای از دانشمندان و مهندسين به این منطقه گسیل شدند تا علل تخریب وسیع ساختمان‌ها را مورد ارزیابی قرار داده و برای آن راهکارهای مناسب ارائه بدهند. شاید مهم‌ترین نکته‌ای که از این تحقیقات بدست آمد درک این مسأله بود که نیروی زلزله به صورت جانبی عمل می‌کند. این حقیقت از نوع واژگونی ساختمان‌ها پدیدار شد. دانشمندان از این تحقیقات یک نتیجه مهم دیگر نیز استخراج کردند و آن ارائه رابطه‌ای برای تعیین نیروی وارد بر ساختمان توسط زلزله بود. آنها با فرض صلبیت ساختمان و با استفاده از قانون دوم نیوتن یک رابطه استاتیکی را برای برآورد نیروی زلزله به دست آوردند که هم‌اکنون نیز اساس و پایه آیین-نامه‌های لرزه‌ای به شمار می‌آید. با توجه به قانون دوم نیوتن داریم:

$$F = m.a \longrightarrow V = (mg)(a/g) \longrightarrow V = W.(a/g) \quad (1-1)$$

که  $W$  وزن ساختمان و  $(a/g)$  پارامتری بود که به شتاب منطقه مربوط می‌شد که در آن زمان مقدار  $\frac{1}{12}$  را برای آن پیشنهاد کردند. با سرعت گرفتن رشد علمی و پیشرفت علمی همچون دینامیک سازه‌ها و در نظر گرفتن عواملی همچون پی‌ریز ساختمان و اثر خاک منطقه و نقشی که این پارامترها در وارد کردن نیروی زلزله به ساختمان بازی می‌کنند، رابطه استاتیکی معادل به تدریج گسترش یافت و شامل کمیت‌های



بیشتری برای تخمین نیروی زلزله شد. اما همان طور که بیان شد اساس و تفکر این روش بر اصل صلب بودن ساختمان استوار است که این فرض برای ساختمان ها با ارتفاع کم صادق است و برای ساختمان ها با ارتفاع زیاد و متوسط این روش تخمین درستی از نیروی زلزله وارد بر ساختمان را نمی دهد. همین کمبود و نارسایی در این روش ها که تفکر آنها بر حسب طراحی بر اساس نیرو<sup>۱</sup> است موجب شد تا مبانی تفکر طراحی، بر اساس عملکرد<sup>۲</sup> سازه خود را نمایان سازد. در این روش طراحی، سازه برای عملکرد مورد نیاز طراحی می شود، به عبارت ساده تر، سازه برای ترازهای مختلف عملکردی در سطوح مختلف خطر قابل ارزیابی می باشد که همین مبنا، اساس مقاوم سازی و بهسازی سازه ها می باشد. یکی از مهم ترین روش های طراحی عملکردی که در دستور العمل های معروفی همچون *FEMA* (۲۰۰۰) و *ATC-40* (۱۹۹۶) مطرح گشته، طراحی عملکردی بر اساس طیف ظرفیت<sup>۳</sup> می باشد. در واقع نقطه عملکرد در این روش از تلاقی منحنی ظرفیت ساختمان و منحنی نیاز لرزه ای منطقه به دست می آید. از این رو، یکی از عوامل مورد نیاز در طراحی عملکردی به این صورت است که بتوانیم یک تخمین درست از ظرفیت واقعی ساختمان داشته باشیم. برای تخمین ظرفیت ساختمان از روش تحلیل استاتیکی غیر خطی<sup>۴</sup> (SPO) استفاده می شود که اولین بار توسط فریمن<sup>۵</sup> (۱۹۸۰) ارائه شد. ظرفیت ساختمان با توجه به این تحلیل بدست می آید که حاصل یک منحنی بر حسب برش پایه و تغییر مکان می باشد. همانطور که در شکل (۱-۱) مشاهده می گردد. هر چند اقدامات زیادی در راستای بهبود الگوهای بار پوش اور (بار افزون) انجام شده است اما باز در این روش، دو عیب و نقص کلی به چشم می خورد که عبارتند از اول، ماهیت این روش استاتیکی است و با بار زلزله که یک بار دینامیکی است متفاوت است. دوم، این روش معمولاً در سازه های منظم جوابگو است و برای سازه های نامنظم تخمین درستی به دست نمی آورد.

---

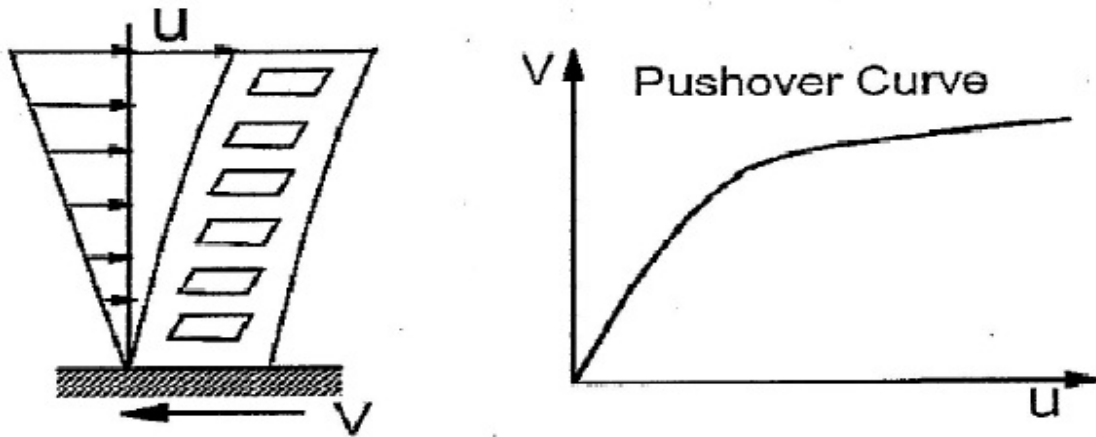
<sup>۱</sup> Force Base Design

<sup>۲</sup> Performance Base Design

<sup>۳</sup> Capacity Spectrum Method

<sup>۴</sup> Static pushover

<sup>۵</sup> Freeman



شکل ۱-۱- الگوی بار استاتیکی و بدست آوردن منحنی ظرفیت ساختمان

حال این سوال در ذهن تداعی می شود با توجه اینکه زلزله یک بار دینامیکی است برای بدست آوردن منحنی ظرفیت، چرا از تحلیل دینامیکی استفاده نمی شود؟ در واقع عدم شناخت دقیق از پدیده زلزله، ماهیت گسلش، شرایط خاک منطقه، محتوای فرکانسی زلزله‌ها و غیره از مهم ترین عواملی هستند که کاربر را برای انتخاب یک رکورد برای انجام تحلیل دینامیکی غیر خطی دچار تردید می کند. تلاش‌های زیادی برای حل این مشکل آغاز شده بود تا در نهایت تحلیل دینامیکی افزایشی<sup>۱</sup> (IDA) توسط وامواتسیکوس و کرنل<sup>۲</sup> (۲۰۰۱) معرفی شد. حال به تشریح تحلیل دینامیکی افزایشی و برخی از خصوصیات آن می پردازیم.

## ۲-۱- معرفی تحلیل دینامیکی افزایشی

با افزایش قدرت پردازش کامپیوترها امکان تحلیل های پیچیده و حل مسائل مختلف در زمان کوتاه فراهم شد. بنابراین علم تحلیل سازه‌ها از حالت الاستیک خطی به دینامیکی خطی و به تحلیل استاتیکی غیر خطی (SPO) و سرانجام به تحلیل دینامیکی غیرخطی تحت بارهای زلزله رهنمون شد. روش‌های مانند تحلیل استاتیکی غیرخطی (SPO) یا روش طیف ظرفیت، الگوی بارگذاری را به صورت مناسب مقیاس می کنند تا بتوانند تصویری از محدوده های رفتارهای سازه، از حالت الاستیک به جاری شدن و سرانجام

<sup>۱</sup> Incremental Dynamic Analysis

<sup>۲</sup> Vamvatsikos & Cornell

ویرانی یا واژگونی را ترسیم کنند و جزء بهترین ابزار برای درک رفتار سازه در حالات مختلف برای کاربر می باشد .

تفکر اینکه با یک تحلیل استاتیکی غیر خطی با بارهای افزایشده، بتوان نتایج حاصل از یک تحلیل تاریخچه زمانی افزایش یافته را بدست آورد پیشتر توسط برترو<sup>۱</sup> (۱۹۷۷) و بسیاری از کارهای محققین دیگر مانند لوکو و کرنل<sup>۲</sup> (۱۹۹۸)، بازارو و کرنل<sup>۳</sup> (۱۹۹۸)، یان و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۲)، دوبینا و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۰)، دما تیز و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۰۰)، نصر و کراوینکلر<sup>۷</sup> (۱۹۹۱) انجام شده بود.

اما تحلیل دینامیکی افزایشی (IDA) یک تحلیل قوی و موثر لرزه‌ای است که می‌تواند ظرفیت کلی سازه را با انجام تحلیل دینامیکی بدست آورد. مطالعه IDA چند هدف را دنبال می‌کند که می‌توان به صورت زیر از آنها نام برد:

۱- درک محدوده پاسخ یا تقاضا در مقابل محدوده ترازهای مختلف پتانسیل زلزله

۲- درک بهتر از رفتارهای سازه‌ای تحت زمین‌لرزه‌ی شدید

۳- تفهیم بهتر تغییرات پاسخ سازه‌ها با افزایش ترازهای شدت زمین‌لرزه

۴- تخمین ظرفیت دینامیکی کلی سیستم‌های سازه‌ای

۵- در مطالعه IDA های چند رکوردی، بیان این مطلب که پارامترها چگونه از یک رکورد به رکورد دیگر تغییر می‌کند.

که در شکل (۱-۲) این اهداف نشان داده شده است.

---

<sup>۱</sup> Bertero V.V

<sup>۲</sup> Luco & Cornell

<sup>۳</sup> Bazurro & Cornell

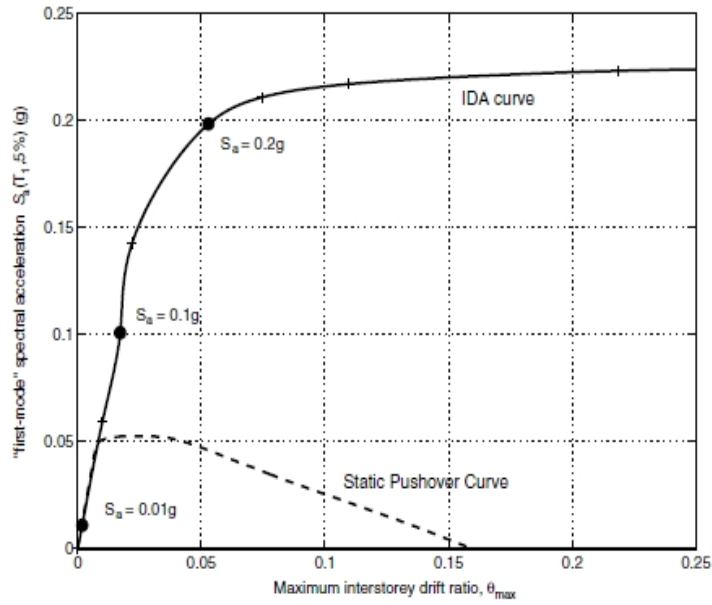
<sup>۴</sup> Yan et al

<sup>۵</sup> Dubina et al

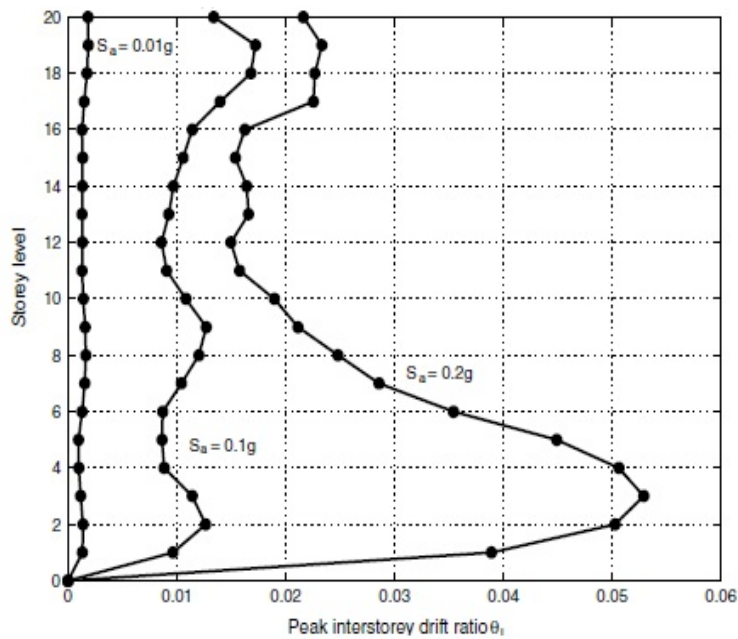
<sup>۶</sup> De matteis et al

<sup>۷</sup> Nassar & Krawinkler

(الف)



(ب)



شکل ۲-۱- الف- یک منحنی IDA برای سازه فولادی ۲۰ طبقه با اعضای شکل پذیر با دوره تناوب  $T_1 = 4 \text{ sec}$  تحت زلزله Elcentro ۱۹۴۰ ب- دوران های بین طبقات در ترازهای مختلف زلزله (وامواتسیکوس و کرنل (۲۰۰۱))