

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی



IMAM KHOMEINI
INTERNATIONAL UNIVERSITY

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)
دانشکده فنی و مهندسی
گروه عمران

بررسی اثر ویژگی‌های زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی بر بزرگنمایی لرزه‌ای ساختگاه (مطالعه موردی)

پایان نامه جهت اخذ کارشناسی ارشد مهندسی عمران

گرایش خاک و پی

مرجان یزدان پرست

استاد راهنما :

دکتر محمود حسنلوراد

استاد مشاور:

دکتر سعید هاشمی طباطبایی

آذر ۱۳۹۱

بسمه تعالی

دانشگاه بین المللی امام خمینی



دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
معاونت آموزشی دانشگاه - مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهد نامه اصالت پایان نامه

اینجانب علیرضا مرادپور دانشجوی رشته مهندسی عمران مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد بدین وسیله اصالت کلیه مطالب موجود در مباحث مطروحه در پایان نامه / تز تحصیلی خود، با عنوان بررسی سازه های فولادی در مناطق زلزله خیز (مطالعه موردی: استان تهران) را تأیید کرده، اعلام می نمایم که تمامی محتوی آن حاصل مطالعه، پژوهش و تدوین خودم بوده و به هیچ وجه رونویسی از پایان نامه و یا هیچ اثر یا منبع دیگری، اعم از داخلی، خارجی و یا بین المللی، نبوده و تعهد می نمایم در صورت اثبات عدم اصالت آن و یا احراز عدم صحت مفاد و یا لوازم این تعهد نامه در هر مرحله از مراحل منتهی به فارغ التحصیلی و یا پس از آن و یا تحصیل در مقاطع دیگر و یا اشتغال و ... دانشگاه حق دارد ضمن رد پایان نامه نسبت به لغو و ابطال مدرک تحصیلی مربوطه اقدام نماید. مضافاً اینکه کلیه مسئولیت ها و پیامدهای قانونی و یا خسارت وارده از هر حیث متوجه اینجانب می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو علیرضا مرادپور

امضاء و تاریخ

۱۳۹۷/۰۹/۱۵

علیرضا مرادپور



دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

معاونت آموزشی - مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره ۳۰

فرم تأییدیه هیأت داوران جلسه دفاع از پایان نامه ارشد

بدین وسیله گواهی میشود جلسه دفاعیه از پایان نامه کارشناسی ارشد / دکتری در تاریخ در رشته گرایش تحت عنوان در تاریخ در دانشگاه در تاریخ ۱۳۹۱/۹/۱۵ در دانشگاه برگزار گردید و این پایان نامه با نمره و درجه مورد تأیید هیأت داوران قرار گرفت.

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما	محمد حسن لاری	استاد	بین المللی امام خمینی (ره)	
۲	داور داخلی	رضا ضیاء مرزبان	دانشیار	بین المللی امام خمینی (ره)	
۳	نایب رئیس هیأت داوران	محمد رضا نوری	استاد	بین المللی امام خمینی (ره)	
۴	استاد مشاور	—	—	—	—
۵					

تقدیم به:

مادر مهربانم

و

پدر بزرگوالم که یادش همواره در قلبم زنده است.

چکیده:

امروزه از زلزله به عنوان یکی از مخرب ترین عوامل طبیعی که باعث تخریب سازه‌های ساخت بشر می‌گردد، نام برده می‌شود. اگر چه در مورد علل اصلی ایجاد زلزله فرضیات مختلفی وجود داشته ولی هنوز قطعیت آنها به اثبات نرسیده است. با پیشرفت علم و بویژه علوم مهندسی عمران و زلزله با ثبت حرکات لرزه ای زمین در اثر زلزله‌های بوجود آمده و بررسی خرابی‌های ایجاد شده در سازه‌های مختلف اطلاعات زیادی در مورد چگونگی عملکرد امواج زلزله، در دسترس می‌باشد که با وقوع زلزله‌های جدیدتر و نیز از طریق انجام پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه مهندسی زلزله بر حجم و دقت این اطلاعات همواره افزوده می‌گردد.

یکی از مهم ترین مسائل در بحث ژئو تکنیک لرزه ای اثرات ساختگاه بر پاسخ های زمین در زلزله ها می باشند. امواج زلزله با دور شدن از کانون آن و نیز با گذشتن از لایه‌های آبرفتی در معرض تغییر و تحولاتی هستند. عوامل مربوط به فاصله نقاط نسبت به کانون زلزله تحت عنوان «تاثیر مسیر» و عوامل مربوط به لایه‌های آبرفتی واقع بر سنگ بستر تحت عنوان «تاثیر ساختگاه» شناخته می‌شوند. بزرگنمایی تقویت شتاب زلزله در اثر عبور از لایه های خاک تاثیر سطح لرزش زمین و نیز سختی سنگ بستر، نوع خاک، سختی و عمق لایه خاک زیرین (مشخصات ساختگاه) می باشد.

در این پایان نامه با استفاده از اطلاعات گمانه های شهر بم و نیز زلزله دی ماه ۱۳۸۲ بم اثرات ساختگاه (مشخصات بزرگنمایی) در تحلیل های پاسخ زمین بررسی شده است. نتایج نشان می دهد چگونگی لایه بندی خاک در محل، فاصله و مسیری که امواج زلزله از منبع (کانون زلزله) تا سایت مورد نظر طی می کنند اثرات انکار ناپذیری بر میزان تخریب در سایت بر اثر بزرگنمایی های به وجود آمده و نیز تشدید امواج لرزه ای دارد.

واژه های کلیدی:

۱. بزرگنمایی، ۲. اثر ساختگاه، ۳. موج برشی، ۴. لایه بندی، ۵. طیف پاسخ، ۶. تحلیل یک بعدی،

۷. نرم افزار EERA.

تقدیر

خداوند مهربان راسپاس می گویم که ستایش و بندگی مختص ذات اوست.

در آغاز از استاد دلسوز و بزرگوارم، جناب آقای **دکتر محمود حسنلوراد** که با راهنمایی هایی ارزنده و حمایت های بی دریغ ایشان این پایان نامه به انجام رسید، سپاسگزارم و از خداوند منان برای ایشان آرزوی سلامتی و توفیق روز افزون می کنم. همچنین از استاد گرانقدر، جناب آقای **دکتر سعید هاشمی طباطبایی** که با مشاوره ی گهربار خود و نیز در اختیار گذاشتن اطلاعات مربوط به این پژوهش، اینجانب را در تمامی مراحل انجام این پژوهش یاری و حمایت کردند کمال تشکر را دارم و سلامتی و موفقیت ایشان را در سایه رحمت پروردگار آرزومندم.

از خانواده عزیزم به خصوص **مادر مهربانم** که در تمام مراحل تحصیل و زندگی با صبر و فداکاری در کنار من بود، بی نهایت سپاسگزارم. می دانم با هیچ کلام و عملی قادر به جبران زحماتشان نیستم و از درگاه خداوند بهترینها را برایشان آرزومندم. درود می فرستم بر روح **پدر بزرگوارم** که یادش همواره در قلبم زنده است، شوق آموختن را در من به وجود آورد و بهشت جاودان را برایش آرزومندم.

شایسته است از اساتید محترم گروه خاک و بی دانشگاه بین المللی امام خمینی، آقای **دکتر نائینی** و آقای **دکتر ضیائی موید** که افتخار شاگردی ایشان را داشته ام، تقدیر و تشکر کنم. همچنین بر خود لازم می دانم از جناب آقای **مهندس اشکان محمدی**، کارشناس ارشد مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی به خاطر کمک ها و راهنمایی های سودمند، دلسوزانه و بی دریغ ایشان که در به انجام رسیدن این پژوهش نقش بسیار مهمی داشته است، تشکر ویژه ای داشته باشم. از درگاه الهی برای ایشان آرزوی سلامتی و موفقیت روز افزون دارم.

با احترام

مرجان یزدان پرست

آذر ۱۳۹۱

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات.....	۱
۱-۱. مقدمه.....	۲
۲-۱. بیان مسئله و ضرورت انجام تحقیق.....	۳
۳-۱. فرضیات تحقیق.....	۴
۴-۱. اهداف تحقیق.....	۴
۵-۱. روش تحقیق.....	۵
۶-۱. فصل بندی و سازمان دهی پایان نامه.....	۶
فصل دوم: مروری بر پژوهش های قبلی.....	۷
۱-۲. مقدمه.....	۸
۲-۲. شواهدی از اهمیت ساختگاه از زلزله های گذشته.....	۹
۳-۲. بررسی تحقیقات صورت گرفته در مورد اثر ساختگاه.....	۱۱
۴-۲. بررسی تحقیقات صورت گرفته در مورد اثر ساختگاه.....	36

- فصل سوم: معرفی سایت وداده های مورد نیاز جهت تحلیل بزرگنمایی ساختگاه.....37
- 38.....1-3 مقدمه.....
- 40.....2-3 زلزله بم.....
- 41.....1-2-3 شهر بم.....
- 42.....2-2-3 وضعیت لرزه زمین ساختی پهنه بم.....
- 43.....3-3 طبقه بندی خاک براساس استاندارد ۲۸۰۰ ویوروکد.....
- 52.....4-3 انتخاب و طبقه بندی گمانه ها.....
- 58.....5-3 انتخاب و مقیاس کردن شتاب نگاشت ها برای نقاط تحلیل.....
- 68.....6-3 مدت زمان لرزش اصلی.....
- 70.....7-3 تعیین منحنی های پاسخ و مدل رفتاری برای نقاط انتخابی.....
- 70.....1-7-3 منحنی های رفتاری استخراج شده بر مبنای پیوست ۲ برای پروفیل های خاک گمانه های شهر بم.....
- 75.....8-3 معرفی نرم افزار EERA.....
- 76.....1-8-3 مدل خطی معادل برای پاسخ خاک.....

۷۷.....	۲-۸-۳. ویژگیهای اصلی EERA و مقایسه با SHAKE
۷۸.....	فصل چهارم: نتایج تحلیل پاسخ ساختگاه.....
۷۹.....	۱-۴. مقدمه.....
۸۰.....	۲-۴. پارامترهای محتوی فرکانس.....
۸۰.....	۱-۲-۴. طیف فوریه.....
۸۷.....	۲-۲-۴. طیف پاسخ.....
۱۰۲.....	۳-۴. حداکثر شتاب زمین (PGA ; Peak Ground Acceleration).....
۱۱۷.....	۴-۴. ضریب بزرگنمایی (Amplification Ratio).....
	۵-۴. مقایسه ضریب بزرگنمایی در گمانه های مختلف تحت اثر شتاب نگاشت های (تاریخچه های زمانی) متفاوت.....
۱۲۴.....	
۱۳۲.....	فصل پنجم: جمع بندی و پیشنهادها.....
۱۳۳.....	۱-۵. مقدمه.....
۱۳۳.....	۲-۵. اثرات محتوای فرکانسی.....
۱۳۳.....	۱-۲-۵. طیف فوریه.....

۱۳۴.....۲-۲-۵. طیف پاسخ

۱۳۵.....۳-۵. اثرات لایه بندی بزرگنمایی

۱۳۵.....۱-۳-۵. بیشینه شتاب زمین (PGA)

۱۳۶.....۲-۳-۵. اثرات ضخامت، رده آئین نامه ای و سرعت موج برشی زیر لایه ها بر بزرگنمایی

۱۳۷.....۴-۵. پیشنهادهایی برای مطالعات آتی

۱۳۸.....مراجع

۱۴۱.....پیوست

فهرست اشکال

- شکل (۱-۲) طیف پاسخ الاستیک نرمالیزه شده برای سایت های خاک نرم و سایت های خاک سخت و نرخ طیف متوسط برای سایت های خاک سخت به سایت های خاک نرم..... ۱۴
- شکل (۲-۲) مقایسه طیف متوسط نرمالیزه شده برای سایت با خاک سخت و سایت با خاکهای نرم با طیف طراحی نرمالیزه شده آئین نامه NEHRP و EC-8 برای زلزله های با خصوصیات مشابه..... ۱۵
- شکل (۳-۲) نرخ های بزرگنمایی طیفی پاسخ در پریود ۰,۲ ثانیه برای خاک دوبعدی مدل شده غیرخطی..... ۱۹
- شکل (۴-۲) تغییر نرخهای بزرگنمایی با توجه به بزرگی و فاصله از منبع در پریود ۳ ثانیه برای سایت یک بعدی مدل شده خاک نرم با پریود ۰,۷۵ ثانیه..... ۲۱
- شکل (۵-۲) مقایسه نرخهای بزرگنمایی اصلاح شده برای سه نوع زلزله در سایت با پریود طبیعی ۰,۷۵ ثانیه که به صورت الاستیک مدل شده است برای PGA و پریود طیفی ۳,۵ ثانیه..... ۲۴
- شکل (۶-۲) تاریخچه زمانی شتاب برای هفت رکورد واقعی زلزله سازگار با طیف یورو کد ۸ در سایت Ancona برای دوره بازگشت ۴۷۵ ساله..... ۲۷
- شکل (۷-۲) پاسخ طیفی حاصل از طیف متوسط هفت شتاب نگاشت. طیف اصلی (خط ضخیم ممتد) و محدوده خاکستری کمترین و بیشترین انحراف آن است. خطوط منقطع نازک و ضخیم به ترتیب طیف پاسخ برای خاکهای نوع C و D طبق آئین نامه یورو کد ۸ را نشان می دهند..... ۲۸
- شکل (۸-۲) تابع بزرگنمایی حاصل از متوسط هفت شتاب نگاشت مورد استفاده در تحلیلها (محدوده خاکستری کمترین و بیشترین انحراف از معیار را نشان می دهد)..... ۲۸

- شکل (۱-۳) نقشه شهریم و محدوده خاک نوع E ۳۹
- شکل (۲-۳) ارگ تاریخی بم قبل و بعد از وقوع زلزله ۴۱
- شکل (۳-۳). ضریب بازتاب ساختمان برای انواع زمینهای مندرج در جدول ۱ با خطر نسبی کم و متوسط ۴۶
- شکل (۴-۳) ضریب بازتاب ساختمان برای انواع زمینهای مندرج در جدول ۱ با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد ۴۶
- شکل (۵-۳) طیف پاسخ الاستیک توصیه شده برای زمینهای نوع ۱ در خاکهای رده A تا E (با ۵٪ میرایی) ۵۱
- شکل (۶-۳) طیف پاسخ الاستیک توصیه شده برای زمینهای نوع ۲ در خاکهای رده A تا E (با ۵٪ میرایی) ۵۱
- شکل (۷-۳) پروفیل لایه بندی خاک بر حسب جنس و سرعت برشی در عمق برای گمانه های گروه ۱ ۵۴
- شکل (۸-۳) پروفیل لایه بندی خاک بر حسب جنس و سرعت برشی در عمق برای گمانه های گروه ۲ ۵۵
- شکل (۹-۳) پروفیل لایه بندی خاک بر حسب جنس و سرعت برشی در عمق برای گمانه های گروه ۳ ۵۶
- شکل (۱۰-۳) پروفیل لایه بندی خاک بر حسب جنس و سرعت برشی در عمق برای گمانه های گروه ۴ ۵۷
- شکل (۱۱-۳) شتاب نگاشت زلزله Bam-0.636T ۶۱
- شکل (۱۲-۳) شتاب نگاشت زلزله Bam-0.798L ۶۱
- شکل (۱۳-۳) شتاب نگاشت زلزله Cape Mendocino-1.039T ۶۲
- شکل (۱۴-۳) شتاب نگاشت زلزله Cape Mendocino-1.497L ۶۲

- شکل (۳-۱۵) شتاب نگاشت زلزله Deyhuk-0.406T ۶۳
- شکل (۳-۱۶) شتاب نگاشت زلزله Deyhuk-0.328L ۶۳
- شکل (۳-۱۷) شتاب نگاشت زلزله Izmit-0.152T ۶۴
- شکل (۳-۱۸) شتاب نگاشت زلزله Izmit-0.220L ۶۴
- شکل (۳-۱۹) شتاب نگاشت زلزله Landers-0.721T ۶۵
- شکل (۳-۲۰) شتاب نگاشت زلزله Landers-0.758L ۶۵
- شکل (۳-۲۱) شتاب نگاشت زلزله Loma Prita-0.473T ۶۶
- شکل (۳-۲۲) شتاب نگاشت زلزله Loma Prita-0.411L ۶۶
- شکل (۳-۲۳) شتاب نگاشت زلزله Naghan-0.565T ۶۷
- شکل (۳-۲۴) شتاب نگاشت زلزله Naghan-0.871L ۶۷
- شکل (۳-۲۵) منحنی های رفتاری مصالح ماسه ای از نوع SP ۷۱
- شکل (۳-۲۶) منحنی های رفتاری مصالح ماسه ای از نوع SC ۷۲
- شکل (۳-۲۷) منحنی های رفتاری مصالح ماسه ای از نوع SP-SM ۷۲
- شکل (۳-۲۸) منحنی های رفتاری مصالح شنی از نوع GM ۷۳

- شکل (۳-۲۹) منحنی های رفتاری مصالح شنی از نوع GW-GP ۷۳
- شکل (۳-۳۰) منحنی های رفتاری مصالح شنی از نوع GM-GP ۷۴
- شکل (۳-۳۱) منحنی های رفتاری مصالح رسی بر حسب PI ۷۴
- شکل (۳-۳۲) ارائه شماتیک مدل تنش- کرنش مورد استفاده در مدل خطی معادل ۷۶
- شکل (۴-۱) طیف دامنه ایده آل و هموار شده فوریه که فرکانس های گوشه f_c و f_{max} را نشان می دهد ۸۱
- شکل (۴-۲) نمودار طیف فوریه زلزله Bam-0.636T ۸۲
- شکل (۴-۳) نمودار طیف فوریه زلزله Bam-0.798L ۸۲
- شکل (۴-۴) نمودار طیف فوریه زلزله Cape Mendocino-1.039T ۸۳
- شکل (۴-۵) نمودار طیف فوریه زلزله Cape Mendocino-1.497L ۸۳
- شکل (۴-۶) نمودار طیف فوریه زلزله Deyhuk-0.406T ۸۳
- شکل (۴-۷) نمودار طیف فوریه زلزله Deyhuk-0.328L ۸۴
- شکل (۴-۸) نمودار طیف فوریه زلزله Izmit-0.152T ۸۴
- شکل (۴-۹) نمودار طیف فوریه زلزله Izmit-0.220L ۸۴
- شکل (۴-۱۰) نمودار طیف فوریه زلزله Landers-0.721T ۸۵

- شکل (۴-۱۱) نمودار طیف فوریه زلزله Landers-0.758L ۸۵
- شکل (۴-۱۲) نمودار طیف فوریه زلزله Loma Prita-0.473T ۸۵
- شکل (۴-۱۳) نمودار طیف فوریه زلزله Loma Prita-0.411L ۸۶
- شکل (۴-۱۴) نمودار طیف فوریه زلزله Naghan-0.565T ۸۶
- شکل (۴-۱۵) نمودار طیف فوریه زلزله Naghan-0.871L ۸۶
- شکل (۴-۱۶) نمودار طیف پاسخ زلزله Bam-0.636T برای گمانه های مختلف ۸۸
- شکل (۴-۱۷) نمودار طیف پاسخ زلزله Bam-0.798L برای گمانه های مختلف ۸۸
- شکل (۴-۱۸) نمودار طیف پاسخ زلزله Cape Mendocino-1.039T برای گمانه های مختلف ۸۹
- شکل (۴-۱۹) نمودار طیف پاسخ زلزله Cape Mendocino-1.497L برای گمانه های مختلف ۸۹
- شکل (۴-۲۰) نمودار طیف پاسخ زلزله Deyhuk-0.406T برای گمانه های مختلف ۹۰
- شکل (۴-۲۱) نمودار طیف پاسخ زلزله Deyhuk-0.328L برای گمانه های مختلف ۹۰
- شکل (۴-۲۲) نمودار طیف پاسخ زلزله Izmit-0.152T برای گمانه های مختلف ۹۱
- شکل (۴-۲۳) نمودار طیف پاسخ زلزله Izmit-0.220L برای گمانه های مختلف ۹۱

- شکل (۴-۲۴) نمودار طیف پاسخ زلزله Landers-0.721T برای گمانه های مختلف..... ۹۲
- شکل (۴-۲۵) نمودار طیف پاسخ زلزله Landers-0.758L برای گمانه های مختلف..... ۹۲
- شکل (۴-۲۶) نمودار طیف پاسخ زلزله Loma Prita-0.473T برای گمانه های مختلف..... ۹۳
- شکل (۴-۲۷) نمودار طیف پاسخ زلزله Loma Prita-0.411L برای گمانه های مختلف..... ۹۳
- شکل (۴-۲۸) نمودار طیف پاسخ زلزله Naghan-0.565T برای گمانه های مختلف..... ۹۴
- شکل (۴-۲۹) نمودار طیف پاسخ زلزله Naghan-0.871L برای گمانه های مختلف..... ۹۴
- شکل (۴-۳۰) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شماره ۱ برای شتاب نگاشت های مختلف..... ۹۶
- شکل (۴-۳۱) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شماره ۲ برای شتاب نگاشت های مختلف..... ۹۶
- شکل (۴-۳۲) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شبیه سازی شده شماره ۲-۷ برای شتاب نگاشت های مختلف..... ۹۷
- شکل (۴-۳۳) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شبیه سازی شده شماره ۲-۱۴ برای شتاب نگاشت های مختلف..... ۹۷
- شکل (۴-۳۴) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شماره ۳ برای شتاب نگاشت های مختلف..... ۹۸
- شکل (۴-۳۵) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شماره ۴ برای شتاب نگاشت های مختلف..... ۹۸
- شکل (۴-۳۶) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شماره ۶ برای شتاب نگاشت های مختلف..... ۹۹

- شکل (۴-۳۷) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شماره ۷ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۹۹
- شکل (۴-۳۸) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شماره ۸ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۰۰
- شکل (۴-۳۹) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شماره ۱۴ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۰۰
- شکل (۴-۴۰) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شماره ۱۵ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۰۱
- شکل (۴-۴۱) نمودار طیف پاسخ زلزله گمانه شماره ۱۶ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۰۱
- شکل (۴-۴۲) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شماره ۱..... ۱۰۴
- شکل (۴-۴۳) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شماره ۲..... ۱۰۵
- شکل (۴-۴۴) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شبیه سازی شده شماره ۲-۷..... ۱۰۶
- شکل (۴-۴۵) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شبیه سازی شده شماره ۲-۱۴..... ۱۰۷
- شکل (۴-۴۶) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شماره ۳..... ۱۰۸
- شکل (۴-۴۷) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شماره ۴..... ۱۰۹
- شکل (۴-۴۸) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شماره ۶..... ۱۱۰
- شکل (۴-۴۹) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شماره ۷..... ۱۱۱

- شکل (۴-۵۰) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شماره ۸..... ۱۱۲
- شکل (۴-۵۱) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شماره ۱۴..... ۱۱۳
- شکل (۴-۵۲) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شماره ۱۵..... ۱۱۴
- شکل (۴-۵۳) نمودار PGA بر حسب عمق گمانه شماره ۱۶..... ۱۱۵
- شکل (۴-۵۴) نمودار ضریب بزرگنمایی گمانه شماره ۱ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۱۸
- شکل (۴-۵۵) نمودار ضریب بزرگنمایی گمانه شماره ۲ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۱۸
- شکل (۴-۵۶) نمودار ضریب بزرگنمایی گمانه شبیه سازی شده شماره ۲-۷ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۱۹
- شکل (۴-۵۷) نمودار ضریب بزرگنمایی گمانه شبیه سازی شده شماره ۲-۱۴ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۱۹
- شکل (۴-۵۸) نمودار ضریب بزرگنمایی گمانه شماره ۳ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۲۰
- شکل (۴-۵۹) نمودار ضریب بزرگنمایی گمانه شماره ۴ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۲۰
- شکل (۴-۶۰) نمودار ضریب بزرگنمایی گمانه شماره ۶ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۲۱
- شکل (۴-۶۱) نمودار ضریب بزرگنمایی گمانه شماره ۷ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۲۱
- شکل (۴-۶۲) نمودار ضریب بزرگنمایی گمانه شماره ۸ برای شتاب نگاشتهای مختلف..... ۱۲۲