



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.Sc”

مهندسی معدن – اکتشاف

عنوان :

تاثیر زلزله بر معادن

استاد راهنما :

نگارش:

# فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان مطالب

۱.....	چکیده
۲.....	مقدمه
<b>فصل اول : زلزله شناسی</b>	
۴.....	۱- زلزله چیست
۴.....	۱-۲- ساختار درونی زمین
۴.....	۱-۲-۱- پوسته
۵.....	۱-۲-۲- گوشته
۵.....	۱-۲-۳- هسته
۶.....	۱-۲-۴- لیتوسفر (سنگ کره)
۶.....	۱-۲-۵- استنوسفر
۶.....	۱-۲-۶- مزوسفر یا گوشته پایینی
۶.....	۱-۲-۷- هسته داخلی و خارجی
۷.....	۱-۳- تئوری صفحه زمین ساخت
۸.....	۱-۳-۱- مرز صفحات
۸.....	۱-۳-۱-۱- مرزهای دورشونده
۱۰.....	۱-۳-۱-۲- مرزهای همگرا
۱۱.....	۱-۳-۱-۳- مرزهای گسل امتدادلغز
۱۱.....	۱-۴- تغییر شکل پوسته ای
۱۲.....	۱-۴-۱- نیرو
۱۲.....	۱-۴-۲- تنش
۱۲.....	۱-۴-۲-۱- انواع تنش
۱۷.....	۱-۵- انواع زلزله ها از نظر وقوع
۱۷.....	۱-۵-۱- زلزله های مصنوعی
۱۷.....	۱-۵-۲- زلزله های طبیعی
۱۷.....	۱-۶- امواج زلزله
۱۷.....	۱-۶-۱- امواج حجمی یا داخلی
۱۷.....	۱-۶-۱-۱- موج اولیه (طولی، فشاری، کششی)

- ۱۸-۱-۶-۲- موج برشی ..... ۱۸
- ۱۸-۱-۲-۶-۱- موج لاف ..... ۱۸
- ۱۸-۲-۲-۶-۱- موج ریلی ..... ۱۸
- ۱۹-۷-۱- بیشینه شتاب زمین ..... ۱۹
- ۲۰-۸-۱- فرکانس و طول موج زلزله ..... ۲۰
- ۲۰-۹-۱- فاصله از مرکز زلزله ..... ۲۰
- ۲۰-۱۰-۱- دوام نوسانها ..... ۲۰
- ۲۰-۱۱-۱- مشخصات زلزله ..... ۲۰
- ۲۰-۱۱-۱-۱- کانون ژرفی یا مرکز زلزله ..... ۲۰
- ۲۰-۱۱-۱-۲- کانون سطحی زلزله ..... ۲۰
- ۲۱-۱۱-۱-۳- ژرفای زلزله ..... ۲۱
- ۲۱-۱۱-۱-۴- فاصله زلزله ..... ۲۱
- ۲۱-۱۱-۱-۵- انواع زلزله ها بر حسب ژرفای عمقی ..... ۲۱
- ۲۱-۱۱-۱-۶- گروه زلزله ..... ۲۱
- ۲۲-۱۲-۱- ساز و کار ژرفی ..... ۲۲
- ۲۳-۱۳-۱- نحوه آزاد شدن انرژی ..... ۲۳
- ۲۳-۱۳-۱-۱- پیشلرزه ها ..... ۲۳
- ۲۳-۱۳-۱-۲- لرزه اصلی ..... ۲۳
- ۲۳-۱۳-۱-۳- پس لرزه ..... ۲۳
- ۲۴-۱۳-۱-۴- دسته لرزه ..... ۲۴
- ۲۴-۱۳-۱-۵- ریز لرزه ..... ۲۴
- ۲۴-۱۴-۱- مقیاس های سنجش قدرت زلزله ..... ۲۴
- ۲۴-۱۴-۱-۱- شدت زلزله ..... ۲۴
- ۲۵-۱۴-۱-۱- جدول تعیین شدت خرابی بر اساس مقیاس مرکالی ..... ۲۵
- ۲۷-۱۴-۱-۲- بزرگی زلزله ..... ۲۷
- ۲۸-۱۴-۱-۲-۱- امواج درونی (*mb*) ..... ۲۸
- ۲۸-۱۴-۱-۲-۲- امواج سطحی (*ms*) ..... ۲۸
- ۲۸-۱۴-۱-۲-۳- امواج گشتاوری (*mw*) ..... ۲۸
- ۲۸-۱۴-۱-۲-۴- بزرگی مدت (*md*) ..... ۲۸
- ۲۸-۱۴-۱-۲-۵- بزرگی محلی (*ml*) ..... ۲۸
- ۲۹-۱۵-۱- بزرگی زمین لرزه ..... ۲۹
- ۳۰-۱۶-۱- مقیاس ریشتر ..... ۳۰
- ۳۰-۱۷-۱- دیگر مقیاس های بزرگی ..... ۳۰

- ۱۸-۱- شعاع احساس زلزله ..... ۳۶
- ۱۹-۱- مکانیزم خرابی در زلزله ..... ۳۶
- ۲۰-۱- پایگاه زلزله نگاری ..... ۳۷

## فصل دوم: ضرورت مطالعه لرزه خیزی ایران و جهان و روشهای آن

- ۱-۲- ضرورت مطالعه پدیده زلزله در ایران ..... ۴۲
- ۲-۲- جغرافیای زمین لرزه ..... ۴۲
- ۳-۲- روانگرایی ..... ۴۳
- ۱-۳-۲- روش های پهنه بندی روانگرایی ..... ۴۴
- ۲-۳-۲- دستیابی به مناطق با احتمال وقوع روانگرایی بالا به علت زلزله ..... ۴۵
- ۱-۲-۳-۲- معیار فاصله حداکثر ..... ۴۵
- ۲-۲-۳-۲- شاخص شدت روانگرایی (*LSI*) ..... ۴۶
- ۴-۲- اثرگسلهای فعال ایران ..... ۴۷
- ۱-۴-۲- گسلهای فعال ..... ۴۸
- ۲-۴-۲- داده های زمین لرزه ای ..... ۴۹
- ۳-۴-۲- حل مکانیسم کانونی ..... ۴۹
- ۴-۴-۲- سرعتهای اندازه گیری شده با استفاده از *GPS* ..... ۴۹
- ۵-۲- استان های لرزه زمین ساختی ایران ..... ۴۹
- ۱-۵-۲- تعریف استان لرزه زمین ساختی ..... ۴۹
- ۲-۵-۲- معیارهای تعریف استان لرزه زمین ساختی ..... ۵۰
- ۱-۲-۵-۲- توزیع سطحی زمین لرزه ها ..... ۵۰
- ۲-۲-۵-۲- ضرایب لرزه خیزی ..... ۵۰
- ۳-۲-۵-۲- سازوکار کانونی زمین لرزه ها ..... ۵۱
- ۴-۲-۵-۲- بزرگای زمین لرزه ..... ۵۱
- ۵-۲-۵-۲- ژرفای کانونی زمین لرزه ها ..... ۵۱
- ۶-۲-۵-۲- تاریخچه زمین ساختی ..... ۵۱
- ۷-۲-۵-۲- میدان تنش ..... ۵۱
- ۸-۲-۵-۲- حضور لایه های شکل پذیر (الاستیک) ..... ۵۱
- ۹-۲-۵-۲- ویژگی های زمین ریخت ساختی ..... ۵۱
- ۳-۵-۲- استان های لرزه زمین ساختی پیشنهادی ایران زمین ..... ۵۱
- ۶-۲- تقسیم بندیهای سائزموکتونیکای ایران ..... ۵۳
- ۱-۶-۲- تقسیم بندی بربریان ..... ۵۳
- ۷-۲- پهنه بندی خطر زمین لرزه ..... ۵۴
- ۱-۷-۲- پهنه با خطر نسبی بسیار بالا ..... ۵۵

۵۵.....	۲-۷-۲- پهنه با خطر نسبی بالا
۵۵.....	۳-۷-۲- پهنه با خطر نسبی نسبتاً بالا
۵۵.....	۴-۷-۲- پهنه با خطر نسبی متوسط
۵۵.....	۵-۷-۲- پهنه با خطر نسبی نسبتاً پایین
۵۵.....	۶-۷-۲- پهنه با خطر نسبی پایین
۵۵.....	۸-۲- الگوی لرزه خیزی در جهان
۵۸.....	۹-۲- بررسی لرزه خیزی ایران
۶۰.....	۱-۹-۲- بررسی نقشه تحلیل خطر لرزه‌ای ایران
۶۲.....	۲-۹-۲- بررسی لرزه خیزی استان های ایران

## فصل سوم : تاثیر زلزله بر معادن

۶۴.....	مقدمه
	بخش اول : تاثیر زلزله بر معادن روباز
۶۷.....	۱-۳- تاثیر زلزله بر معادن روباز
۶۷.....	۱-۱-۳- بررسی تاثیر زلزله بر ساختمان معدن
۶۷.....	۱-۱-۱-۳- ماده معدنی
۶۷.....	۲-۱-۱-۳- پله ها
۷۰.....	۳-۱-۱-۳- جاده ها
۷۱.....	۲-۱-۳- بررسی خسارات ناشی از سایر عوامل
۷۲.....	۳-۱-۳- بررسی اثر امواج مختلف بر معادن روباز
۷۳.....	۴-۱-۳- بررسی نحوه آسیب های ناشی از زلزله
۷۳.....	۱-۴-۱-۳- روانگرایی ناشی از زلزله
۷۶.....	۲-۴-۱-۳- زمین لغزش ناشی از زلزله
۸۲.....	۵-۱-۳- برآورد آسیب پذیری معادن روباز
۸۳.....	۱-۵-۱-۳- سطوح خطر زلزله
۸۳.....	۲-۵-۱-۳- سطوح عملکرد
۸۳.....	۳-۵-۱-۳- قانون تکرار گوتنبرگ - ریشتر
۸۵.....	۴-۵-۱-۳- بررسی نمودارها و جداول ارائه شده
۹۱.....	۵-۵-۱-۳- استفاده از پارامتر طراحی براساس ساختگاه ویژه
	بخش دوم: تاثیر زلزله بر معادن زیرزمینی (تونل ها)
۹۳.....	۲-۳- تاثیر زلزله بر تونلها (بعنوان شاخصی برای معادن زیرزمینی)
۹۳.....	۱-۲-۳- اثر وضعیت قرارگیری تونل
۹۴.....	۲-۲-۳- اهمیت مطالعه گسلش در طراحی تونلها و ساختگاههای زیرزمینی
۹۶.....	۱-۲-۲-۳- تفاوت جابجایی ها در سطح و عمق

- ۹۶-۲-۲-۳- تخمین میزان جابجایی گسل ها ..... ۹۶
- ۹۸-۳-۲-۳- اقدامات لازم جهت جلوگیری از خسارات ناشی از گسلش ..... ۹۸
- ۹۸-۴-۲-۳- پیشنهادات ارائه شده برای محل برخورد گسل ها با تونل ..... ۹۸
- ۹۹-۵-۲-۳- بررسی بیشینه شتاب زمین ..... ۹۹
- ۱۰۰-۶-۲-۳- بررسی تاثیر انواع زمین های خاکی و سنگی از نظر احداث تونل ..... ۱۰۰
- ۱۰۳-۷-۲-۳- تاثیر ارتعاشات زلزله بر تونلها (گسلش- زمین لغزش - روانگرایی) ..... ۱۰۳
- ۱۰۵-۱-۷-۲-۳- علت اهمیت بررسی ارتعاشات زلزله ..... ۱۰۵
- ۱۰۵-۲-۷-۲-۳- اثر امواج مختلف بر سازه زیرزمینی ..... ۱۰۵
- ۱۰۷-۳-۷-۲-۳- بررسی تغییرشکل های ایجاد شده در تونل ..... ۱۰۷
- ۱۰۹-۵-۳- برآورد خطر آسیب پذیری تونل ها ..... ۱۰۹
- ۱۰۹-۱-۵-۳- برآورد خطر آسیب بر اساس HAZUS ..... ۱۰۹
- ۱۱۲-۲-۸-۲-۳- برآورد خطر برای تونل های معدنی ..... ۱۱۲
- ۱۱۲-۹-۲-۳- تفاوت عملکردی تونل های معادن ..... ۱۱۲
- ۱۱۳-۱-۹-۲-۳- مدهای خرابی ..... ۱۱۳
- ۱۱۳-۲-۹-۲-۳- عوامل آسیب رساننده به تونلها در هنگام زلزله ..... ۱۱۳
- ۱۱۳-۱۰-۲-۳- نتایج مطالعات ثبت شده ..... ۱۱۳

## فصل چهارم : مدیریت بحران زلزله در معادن

- ۱۱۶-۱-۴- تعریف مدیریت بحران ..... ۱۱۶
- ۱۱۶-۲-۴- الگو و چارچوب اساسی مدیریت بحران ..... ۱۱۶
- ۱۱۶-۱-۲-۴- شناخت دقیق خطرو وقوع بحران ..... ۱۱۶
- ۱۱۶-۲-۲-۴- تعیین میزان آسیب پذیری ..... ۱۱۶
- ۱۱۶-۳-۲-۴- برآورد دقیق تناوب و میزان بروز خطر ..... ۱۱۶
- ۱۱۶-۳-۴- آثار و خصوصیات مدیریت بحران ..... ۱۱۶
- ۱۱۶-۱-۳-۴- سطح جهانی ..... ۱۱۶
- ۱۱۷-۲-۳-۴- سطح ملی ..... ۱۱۷
- ۱۱۷-۳-۳-۴- مدیریت عملی بحران ..... ۱۱۷
- ۱۱۷-۴-۴- عناصر اساسی سیاست گذاری مدیریت بحران ..... ۱۱۷
- ۱۱۷-۱-۴-۴- گزینه های موجود ..... ۱۱۷
- ۱۱۷-۲-۴-۴- انتخاب گزینه های مطلوب ..... ۱۱۷
- ۱۱۸-۵-۴- نیازهای اساسی جمعیت مقابله با بحران ..... ۱۱۸
- ۱۱۹-۱-۶-۴- تعادل در مدیریت بحران ..... ۱۱۹
- ۱۱۹-۲-۶-۴- دیدگاه سنتی ..... ۱۱۹
- ۱۱۹-۳-۶-۴- هزینه های اجرایی ..... ۱۱۹

- ۱۱۹-۴-۶-۴ اولویت های ملی ..... ۱۱۹
- ۱۱۹-۵-۶-۴ ملاحظات سیاسی ..... ۱۱۹
- ۱۱۹-۷-۴ سیستم های کمکی و پشتیبانی مدیریت بحران ..... ۱۱۹
- ۱۲۰-۱-۷-۴ نیازها و سیاستها و انواع دوره های آموزشی ..... ۱۲۰
- ۱۲۰-۲-۷-۴ آموزش های مربوط به امورمدیریت بحران ..... ۱۲۰
- ۱۲۰-۳-۷-۴ ارائه اطلاعات ..... ۱۲۰
- ۱۲۰-۴-۷-۴ پژوهش ..... ۱۲۰
- ۱۲۱-۱-۴-۷-۴ کاربرد عملی نتایج پژوهش ..... ۱۲۱
- ۱۲۲-۸-۴ مدیریت بحران زلزله ها ..... ۱۲۲
- ۱۲۵-۹-۴ مدیریت بحران زلزله ها در معادن واقدامات لازم ..... ۱۲۵
- ۱۲۵-۱-۹-۴ آمادگی قبل از وقوع زلزله درمعادن ..... ۱۲۵
- ۱۳۱-۲-۹-۴ عوامل و اقدامات مهم در حین شرایط وقوع بحران برای معدن ..... ۱۳۱
- ۱۳۱-۳-۹-۴ عوامل و اقدامات مهم در شرایط بعد ازبحران برای معدن (بخش بهبودی و بازسازی)..... ۱۳۱
- ۱۳۲-۴-۹-۴ اقدامات ضروری دیگر جهت مواجهه بهتر با بحران زلزله درمعدن..... ۱۳۲

## فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات

- ۱۳۵-نتیجه گیری ..... ۱۳۵
- ۱۳۷-پیشنهادات ..... ۱۳۷
- ۱۳۸-پیوست ها ..... ۱۳۸
- ۱۳۹-لغات واصطلاحات زلزله ..... ۱۳۹

### منابع و ماخذ

- ۱۵۶-فهرست منابع فارسی..... ۱۵۶
- ۱۵۸-فهرست منابع لاتین..... ۱۵۸
- ۱۵۸-سایت های اطلاع رسانی..... ۱۵۸
- ۱۵۹-چکیده انگلیسی..... ۱۵۹

## فهرست جدول ها

شماره صفحه	عنوان
۳۱.....	جدول (۱-۱): مقیاس های مختلف شدت زلزله .....
۳۲.....	جدول (۲-۱) : مقایسه سه مقیاس اصلی شدت زلزله .....
۳۳.....	جدول (۳-۱): مقایسه مقیاسهای مختلف .....
۳۴.....	جدول (۴-۱): بزرگی زلزله ها و انرژی رها شده هریک .....
۳۴.....	جدول (۵-۱) : انرژی معادل <i>TNT</i> برای زلزله هایی با بزرگی مختلف .....
۳۴.....	جدول (۶-۱) : انرژی معادل مقیاس مرکالی با <i>JMA</i> .....
۳۵.....	جدول (۷-۱) : رابطه بین شدت مرکالی اصلاح شده و حداکثر شتاب زمین.....
۳۵.....	جدول (۸-۱) : بزرگی زلزله ها و فراوانی آنها درروی زمین .....
۳۶.....	جدول (۹-۱) : شعاع احساس زلزله .....
۴۴.....	جدول (۱-۲) ابزارها و مقیاس مراحل مختلف پهنه بندی خطرروانگرایی .....
۴۴.....	جدول (۲-۲) پهنه بندی مناطق براساس تشکیلات توپوگرافی و واحدهای رسوبی .....
۵۰.....	جدول (۳-۲) : مقادیر <i>b, a</i> برای هریالت ، اقتباس از نوروزی وهمکاران .....
۵۴.....	جدول (۴-۲) : وسعت هریک از پهنه های خطرنسبی ایران.....
۵۷.....	جدول (۵-۲) : رابطه بین صفحه ها وزمین لرز ها .....
۶۲.....	جدول (۶-۲) : گوارش های آماری از اطلاعات زمین لرزه های استان های ایران .....
۷۰.....	جدول (۱-۳) : عرض های پیشنهادی برابر جاده های مختلف برطبق عرض کامیونهای مختلف .....
۷۴.....	جدول (۲-۳) : معیار حدوث روانگرایی توده ای رسوبی حین شوکهای قوی .....
۷۵.....	جدول (۳-۳) معیاروقوع روانگرایی از نظرخواص ژئومرفولوژی، برای واحدها.....
۷۷.....	جدول (۴-۳) : تقسیم بندی زمینلغزش ها بر مبنای طبقه بندی وارن .....
۸۵.....	جدول (۵-۳) : ارتباط حداکثر شتاب زمین و مدت تداوم زلزله .....
۸۶.....	جدول (۶-۳) : مدت تداوم زلزله برای بزرگی های مختلف زلزله .....
۹۰.....	جدول (۷-۳) : اثرات توپوگرافی و بی قاعدگیهای زیرسطحی .....
۱۰۰.....	جدول (۸-۳): انواع مختلف زمین های خاکی از نظر احداث تونل .....
۱۰۱.....	جدول (۹-۳): روشهای بهسازی زمین های خاکی .....
۱۰۲.....	جدول (۱۰-۳) : انواع مختلف زمین های سنگی از نظراحداث تونل .....
۱۱۱.....	جدول (۱۱-۳): توابع بازسازی پیوسته برای اجزای بزرگراهی .....
۱۱۱.....	جدول (۱۲-۳) : الگوریتم های خرابی برای تونلها .....
۱۲۱.....	جدول (۱-۴) : خسارات مالی ناشی از زلزله های عمده سالهای اخیر .....
۱۲۵.....	جدول (۲-۴) : مراحل مختلف برنامه ریزی .....
۱۲۷.....	جدول (۳-۴) : وضعیت لرزه خیزی و آئین نامه زلزله کشورهای مختلف.....



## فهرست نمودارها

عنوان	شماره صفحه
(۱-۲۹): نمایش اساس مقیاس ریشتر .....	۲۹
(۲-۱): نمودار تاتسوکا .....	۴۵
(۲-۲): نمودار یود و پرکینز.....	۴۵
(۲-۵): رگرسیون خطی زلزله های ایران .....	۵۲
(۳-۱۳): قانون تکرار گوتنبرگ .....	۸۴
(۳-۱۴): ارتباط بین بزرگی و مدت تداوم زلزله.....	۸۶
(۳-۱۵): تغییرات مدت تداوم زلزله برحسب فاصله از مرکز زلزله و بزرگی آن برای سنگ.....	۸۷
(۳-۱۶): رابطه بین شتاب حداکثر دربستر سنگی و خاک .....	۸۷
(۳-۱۷): تغییرات شتاب حداکثر زمین برحسب فاصله از گسل در نزدیکی گسل برای زلزله.....	۸۸
(۳-۱۸): تغییرات مدت تداوم زلزله برحسب فاصله از مرکز زلزله و بزرگی آن برای خاک.....	۸۸
(۳-۱۹): روابط تقریبی بین شتاب ماکزیمم روی سنگ و دیگر شرایط محلی ساختگاه.....	۸۹
(۳-۲۰): رابطه تقریبی بین شتابهای ماکزیمم ساختگاههای سنگی و خاک نرم .....	۸۹
(۳-۲۱): رابطه زمان تناوب در سنگها با بزرگی و فاصله از گسل.....	۹۰
(۳-۲۴): رابطه بین بزرگای موج سطحی ( $M_s$ ) و جابجایی حاصل از گسلش .....	۹۷
(۳-۲۵): رابطه بین طول گسل ( $L$ برحسب متر) با جابجایی حاصل از گسلش.....	۹۷
(۳-۳۱): رابطه بین فاکتور تمرکز تنش دینامیکی $k1$ برای موج $p$ و نسبت پواسون .....	۱۰۸
(۳-۳۲): رابطه بین فاکتور تمرکز تنش دینامیکی $k2$ برای موج $s$ و نسبت پواسون .....	۱۰۸
(۳-۳۴): منحنی خرابی در سطوح مختلف برای همه انواع تونلها.....	۱۱۲
(۴-۱): نمودار چرخه مدیریت بحران.....	۱۱۸
(۴-۲): نمودار اجزاء مدیریت جامع بحران .....	۱۲۲
(۴-۳): قسمتهای مختلف فعالیتهای مربوط به کاهش بلایای لرزه ای در چین.....	۱۲۴

## فهرست شکل‌ها

عنوان	شماره صفحه
شکل (۱-۱): نمای کلی زمین.....	۵
شکل (۲-۱): صفحات اصلی سازنده سطح کره زمین.....	۷
شکل (۳-۱): صفحات اصلی سازنده سطح کره زمین به تفکیک اسم.....	۷
شکل (۴-۱): مرزهای واگرا در محل رشته‌کوه‌های اقیانوسی.....	۹
شکل (۵-۱): تولید بستر اقیانوسی در مرزهای واگر.....	۹
شکل (۶-۱): نحوه بالا آمدن سنگ‌های مذاب در مرزهای واگرا و تشکیل بستر جدید.....	۱۰
شکل (۷-۱): مرزهای همگرا و ناحیه فرورانش.....	۱۰
شکل (۸-۱): مرزهای امتداد لغز و امتداد گسل ایجاد شده.....	۱۱
شکل (۹-۱): تنش فشاری.....	۱۲
شکل (۱۰-۱): جهت تنش فشاری در عمق.....	۱۳
شکل (۱۱-۱): تاثیر اعمال فشار بر چین‌ها و گسل‌ها.....	۱۳
شکل (۱۲-۱): تنش کششی.....	۱۴
شکل (۱۳-۱): جهت تنش کششی در عمق.....	۱۴
شکل (۱۴-۱): تنش برشی.....	۱۵
شکل (۱۵-۱): لغزش صفحات در کنار یکدیگر بر اثر تنش برشی.....	۱۵
شکل (۱۶-۱): عکس‌العمل سنگ کره به تنش فشاری در حالت شکننده.....	۱۵
شکل (۱۷-۱): عکس‌العمل سنگ کره به تنش فشاری در حالت شکلپذیر.....	۱۶
شکل (۱۸-۱): عکس‌العمل سنگ کره به تنش کشش در حالت شکننده.....	۱۶
شکل (۱۹-۱): عکس‌العمل سنگ کره به تنش کشش در حالت شکلپذیر.....	۱۶
شکل (۲۰-۱): عکس‌العمل سنگ کره به تنش برشی در حالت شکننده.....	۱۶
شکل (۲۱-۱): امواج طولی.....	۱۹
شکل (۲۲-۱): امواج عرضی.....	۱۹
شکل (۲۳-۱): امواج لَو.....	۱۹
شکل (۲۴-۱): امواج ریلی.....	۱۹
شکل (۲۵-۱): شمایی از یک صفحه گسله، کانون زمین لرزه، رو مرکز گسله.....	۲۱
شکل (۲۶-۱): واحدهای ساختاری گروه زلزله.....	۲۲
شکل (۲۷-۱): طرح دو زوجی متعادل حکمفرما در کانون زلزله.....	۲۳
شکل (۲۸-۱): تعیین شدت خرابی بر اساس مقیاس مرکالی.....	۲۵
شکل (۳۰-۱): ارتباط شدت و بزرگی، شتاب پیشینه زلزله با فاصله از گسل.....	۳۳
شکل (۳۱-۱): شمایی از تجهیزات یک پایگاه زلزله نگاری و مرکز پردازش.....	۳۷

- شکل (۱-۳۲): ساختمان ساده یک لرزه نگار شامل پایه، جرم، فنر، قلم و کاغذ ..... ۳۸
- شکل (۱-۳۳): نمونه ای از یک لرزه نگاشت با بیشینه دامنه ۵ سانتی متر ..... ۳۸
- شکل (۲-۸): نمایش توزیع حرکت صفحه های سنگ کره ..... ۵۷
- شکل (۳-۳): مشخصات پله های معادن ..... ۶۷
- شکل (۳-۴): نمایی طرح گونه برای توصیف اجزا و ابعاد لغزش ..... ۷۸
- شکل (۳-۵): تاثیر شیب در نوع حرکت مدار ریزش بر روی دامنه ..... ۷۸
- شکل (۳-۶): نمایی از واژگونی ..... ۷۹
- شکل (۳-۷): لغزش چرخش در مواد چسبنده ..... ۷۹
- شکل (۳-۸): لغزش توده ای ..... ۸۰
- شکل (۳-۹): توده جابجا شده در اثر زمین لغزش ..... ۸۰
- شکل (۳-۱۰): پهلوی لغزش ..... ۸۰
- شکل (۳-۱۱): حرکت سنگهای بازالت بر روی لایه سست ..... ۸۱
- شکل (۳-۱۲): خاکبرداری غلط در پائین دست شیب ..... ۸۲
- شکل (۳-۲۲): روند اصلاح پارامترهای حرکت زمین و تحلیل خطر زلزله ..... ۹۱
- شکل (۳-۲۳): انواع مختلف گسل و قسمت های مختلف آن ..... ۹۵
- شکل (۳-۲۶): طراحی تونل متروی لوس آنجلس در محل برخورد با گسل هالیوود ..... ۹۸
- شکل (۳-۲۷): ارتباط شدت بزرگی شتاب بیشینه زمین با فاصله از گسل بر حسب مقیاس مرکالی ..... ۹۹
- شکل (۳-۲۸): مقطع لغزش شیب بر روی تونل *Unterstein* در اتریش ..... ۱۰۴
- شکل (۳-۲۹): مقطع طولی تونل راه آهن در نیویورک ..... ۱۰۴
- شکل (۳-۳۰): اثر امواج مختلف و انواع تغییر شکلهای ناشی از ارتعاش زمین در هنگام زلزله ..... ۱۰۶

## فهرست نقشه‌ها

شماره صفحه	عنوان
۴۰.....	(۳۴-۱): شبکه لرزه نگاری ایران .....
۴۶.....	(۳-۲): نقشه پهنه بندی قابلیت روانگرایی ایران .....
۴۷.....	(۴-۲): گسل های ایران .....
۵۳.....	(۶-۲): واحدهای سائزموکتونیکي اصلي ایران(بربريان، ۱۹۷۶) .....
۵۴.....	(۷-۲): نقشه پهنه بندی خطر نسبي لرزه در ایران .....
۵۸.....	(۹-۲): نقشه پهنه بندی خطر لرزه ای در جهان .....
۵۹.....	(۱۰-۲): موقعیت فلات ایران .....
۶۰.....	(۱۱-۲): نمایش توزیع زمین لرزه ها در ایران و تمرکز آنها در منطقه زاگرس .....
۶۱.....	(۱۲-۲): نقشه خطر لرزه ای ایران .....
۶۴.....	(۱-۳): نقشه پراکندگی مناطق فعالیت های معدنی ایران .....
۶۵.....	(۲-۳): نقشه پهنه بندی خطر زمین لرزه ایران .....

## چکیده

زلزله در اثر رها شدن ناگهانی انرژی در پوسته یا گوشته بالایی زمین ایجاد می شود و در واقع بازتاب یک رویداد زمین شناختی است. به دلیل نقش و اهمیت امروزه معادن در تولید و اقتصاد و قرار گرفتن این سازه ها در شرایط سازه هایی که آسیب رسیدن به آنها تهدید کننده سرمایه گذاری های انجام شده است ، مطالعه تاثیر زلزله بر معادن لازم و ضروری به نظر می رسد.

در معادن روباز به بررسی تاثیر زلزله بر ساختمان معدن که شامل جاده ها و پله ها و ماده معدنی است پرداخته میشود و در قسمت بعدی تاثیر پارامترهای ناشی از زلزله بر روی ساختمان معدن (مانند روانگرایی و زمین لغزش) و همچنین نقش سایر عوامل همچون بیشینه شتاب زمین و لایه بندی ها و روشهای آتشیاری و جنس زمین و اثر نوع امواج و غیره هم در تشدید تاثیر زلزله بر روی این معادن بررسی میشوند. در معادن زیر زمینی تونل ها به عنوان شاخصی برای تاثیر پذیری این سازه ها در برابر آسیب های ناشی از زلزله بررسی شده اند و عواملی مثل عمق تونل، شکل و اندازه تونل، روشهای متفاوت ساخت ، اندر کنش تونل و سازه های مجاور، تفاوت جابجایی ها در سطح و عمق و تاثیر ارتعاشات زلزله بر تونل ها با توجه به روابط مختلف بررسی و مثال های موردی هم ذکر شده و در نهایت به توابع خرابی تونل ها و تفاوت عملکردی تونل های معادن اشاره می شود.

مدیریت بحران زلزله ها در معادن با توجه به اجرای سیستم مهندسی ارزش و روشهای مقابله با زلزله قبل و بعد و در حین وقوع آن یکی از عوامل کاهش خسارت ها و تلفات در این راستا می باشد، که می توان با تهیه ابزار ، ملزومات، آموزش افراد و استفاده از موارد ذکر شده برای مقابله با زلزله در مواقع مختلف، بحران زلزله را با کمترین آسیب پشت سر گذاشت.