

پیش‌بینی زلزله با استفاده از تغییرات داینامیک

طالب صادقیان

سرشناسنامه	:	صادقیان، طالب، ۱۳۵۲-
عنوان و نام پدیدآور	:	پیش‌بینی زلزله با استفاده از تغییرات داینامیک/ طالب صادقیان.
مشخصات نشر	:	تهران: اندیشه عصر، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	:	۱۷۷ ص.: مصور (رنگی)، جدول: ۲۱/۵×۱۴/۵ س.م.
شابک	:	۵-۳۰۳-۴۲۱-۶۰۰-۹۷۸-۱۲۰۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فبا
موضوع	:	زلزله -- پیش‌بینی
موضوع	:	Earthquake prediction
موضوع	:	ژئودینامیک
موضوع	:	Geodynamics
موضوع	:	زلزله‌شناسی -- ایران
موضوع	:	Seismology -- Iran
موضوع	:	زمین‌شناسی ساختاری -- ایران
موضوع	:	Geology, Structural -- Iran
رده‌بندی کنفره	:	QE۵۳۴/۲
رده‌بندی دیویی	:	۵۵ / ۲۳
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۱۹۰۸



پیش‌بینی زلزله با استفاده از تغییرات داینامیک

مؤلف: طالب صادقیان

ناشر: اندیشه عصر

ویراستار: سیده طیبه حسینی

طراح جلد: فاطمه فطله‌گری

• چاپ اول: ۱۳۹۹ • چاپ و صحافی: دیجیتال • قطع: رقعی

• شمارگان: ۲۰۰ جلد • شابک: ۵-۳۰۳-۴۲۱-۶۰۰-۹۷۸

• بهاء: ۱۲۰۰۰۰ تومان

- همه حقوق چاپ و نشر برای ناشر و پدیدآورنده اثر محفوظ است.

- با همکاری گروه تحقیقاتی و پژوهشی آروین پندار پایا APPRG.IR

فهرست مطالب

۵-	پیشگفتار
۱۵-	مقدمه
۱۹-	بخش اول: پیش‌بینی و وقوع زمین‌لرزه
۲۰-	علت زمین‌لرزه
۲۱-	پیش‌لرزه و پس‌لرزه
۲۱-	علت لرزش زمین هنگام وقوع زلزله
۲۱-	ثبت زلزله
۲۲-	نحوه اندازه‌گیری شدت زلزله
۲۳-	امواج زمین‌لرزه
۲۵-	امکان پیش‌بینی زلزله
۲۵-	معیار شکست کولمب و پیش‌بینی زمین‌لرزه
۲۶-	تغییرات تنش کولمب
۲۷-	تغییر تنش کولمب روی گسل‌های با هندسه مشخص
۲۸-	تغییر تنش کولمب روی گسل‌های با هندسه بهینه
۳۰-	پارامترهای گسیختگی
۳۱-	تغییر شکل (زمین)، تنش، و قوانین بقا
۳۳-	روابط لازم از مفاهیم کرنش و تنش
۳۴-	قوانین بقای جرم و گشتاور
۳۷-	قوانین رفتاری
۳۹-	قضیه تقابل
۴۱-	گذری بر مطالعات محققان

بخش دوم: مدل های نایب جای گسلی ----- ۴۳

مدل گرانرو- کشسان نیمه تحلیلی سه بعدی برای آنالیز زمانی چرخه زمین لرزه ----- ۴۴

مدل گرانرو- کشسان سه بعدی فوریه برای تغییر شکل گسل ----- ۴۸

پیشرفت های جدید روش تحلیلی ----- ۴۸

فرموله بندی مدل فوریه سه بعدی ----- ۵۱

تنش کولمب ----- ۵۶

شکست کولمب ----- ۵۷

تغییر تنش کولمب روی گسل های با هندسه مشخص ----- ۵۹

تغییر تنش کولمب روی گسل های با هندسه بهینه ----- ۶۰

مدل ارزی تغییر تنش کولمب ----- ۶۴

بخش سوم: آنالیز حساسیت و تحلیل رفتار دینامیکی تغییرات تنش کولمب ۶۷

آنالیز حساسیت مدل ----- ۶۸

آنالیز حساسیت مدل ای گرانروی کشسان تغییر شکل پوسته زمین به پارامترهای

ورودی بر اساس میانه جاهایی سطحی حاصل ----- ۶۹

مدل سازی گرانروی کشسان ----- ۷۲

مدل مرجع ----- ۷۳

پارامترهای ورودی ----- ۷۹

اثر تک تک پارامترهای ورودی در تغییر شکل های هم لرزه و بعد لرزه ----- ۷۹

نتایج نهایی عددی آنالیز حساسیت مدل ----- ۹۷

بررسی رفتار دینامیکی تغییرات تنش کولمب منطقه کوه های دهران و البرز ----- ۱۰۲

زمین ساخت کلی ایران ----- ۱۰۲

تهران و البرز ----- ۱۰۵

گسل طالقان ----- ۱۰۸

گسل مشا ----- ۱۰۹

گسل گرمسار ----- ۱۱۱

گسل شمال تهران ----- ۱۱۲

گسل کهریزک ----- ۱۱۲

گسل فیروزکوه ----- ۱۱۴

- ۱۱۵----- لرزه‌خیزی در تهران و البرز مرکزی
- ۱۱۶----- گسل ایبک
- ۱۱۷----- گسل رودبار (کوه‌های تهران و البرز غربی)
- ۱۱۹----- گسل آبدره (اوج)
- ۱۲۳----- مطالعات GPS در ناحیه خزر جنوبی و نرخ‌های جابجایی
- ۱۲۵----- مدل‌سازی دینامیکی تغییرات تنش کولمب در منطقه کوه‌های تهران و البرز
- ۱۲۶----- بارامترهای گسیختگی
- ۱۳۱----- مدل‌سازی میدان جابه‌جایی سه‌بعدی و تغییر تنش کولمب
- ۱۳۶----- بررسی تغییرات زمانی تنش کولمب برای زمین‌لرزه‌های انتخابی
- نتایج عددی تغییرات دینامیکی تنش کولمب منطقه رودبار با فرض گسل امتداد
لغز
- ۱۴۲-----
- نتایج عددی تغییرات دینامیکی تنش کولمب منطقه رودبار با فرض گسل شیب
لغز
- ۱۴۷-----
- ۱۵۴----- فلوجارت روند اجرایی پروژه
- ۱۵۵----- نتیجه‌گیری
- ۱۵۸----- منابع

فلات ایران سابقه زلزله‌میزی طولانی دارد و بررسی تاریخ کهن بر وقوع زلزله در سه هزار سال قبل از میلاد مباح است. امبرسز در یک بررسی تاریخی سابقه نزدیک به شش هزار زلزله را در هزار سال قبل در این سرزمین رخ داده از منابع تاریخی استخراج نموده و به ترتیب میل قرار داده است. که این نتایج نشان داده مناطق فعال در ادوار مختلف کم و بیش برهم منطبق هستند.

با توجه به این مسئله که کشور ایران در روی چندین گسل زلزله واقع شده است و ساختمان‌های ناپایدار که همه ساله شاهد ویرانی آن در مقابل رخداد‌های زلزله هستیم، باید به دنبال راه‌هایی برای این مشکل گشت. حرکت زمین در هنگام زلزله می‌تواند خسارات شدیدی بر ساختمان‌ها و تجهیزات داخل آن وارد نماید. هنگامی که شتاب، سرعت و تغییر مکان‌های زمین به سازه اعمال می‌شود در اغلب حالات تقویت شده و تقویت شدن این جنبش‌ها باعث ایجاد نیروها و تغییر مکان‌های زیاد در سازه می‌شود. عوامل زیادی بر حرکت زمین و تقویت آن‌ها اثر می‌گذارند. به منظور بررسی رفتار یک سازه و طراحی ایمن و اقتصادی آن لازم است که اثر این عوامل مورد توجه قرار گیرند (یزدانی و کلاتر، ۱۳۸۶). ارزیابی و شناخت زلزله‌هایی که در آینده ممکن است به وقوع بپیوندد از مسائل مهم

مهندسی زلزله و سازه می‌باشد، که نیازمند شناخت و پیش‌بینی زلزله محتمل و خصوصیات آن در منطقه و همچنین شناخت رفتار سازه تحت این زلزله می‌باشد. هدف از نگارش این کتاب، مدل‌سازی پیش‌بینی زلزله با استفاده از تغییرات داینامیک از طریق بررسی تأثیر گرانشی زمین در تغییرات تنش کولمب است. منظور از پیش‌بینی زلزله، پیش‌بینی مکان، پیش‌بینی بزرگی و پیش‌بینی زمان وقوع زلزله است. برای بسیاری از افراد جامعه، مفهوم پیش‌بینی، فقط به معنای پیش‌بینی زمان زلزله است. تلاش‌های بی‌شماری برای بدست آوردن سرنخ‌های فیزیکی برای پیش‌بینی زلزله انجام پذیرفته است. در سال ۱۹۷۵، چینی‌ها تلاش کردند زلزله‌های چنگ را بر اساس افزایش لرزه‌خیزی (پیش‌لرزه‌ها) و نا آرامی یونان پیش‌بینی نموده و منطقه وسیعی را تخلیه کنند. هر پارامتری که قبل از وقوع زلزله تغییراتی در آن پدید آید، بگونه‌ای که بتوان با بررسی دقیق این تغییرات زلزله را پیش‌بینی نمود، پیش‌نشانگر گفته می‌شود. تاکنون پیش‌نشانگرهای متعددی به تعداد آنها به بیش از ۳۰ مورد می‌رسد شناخته شده است. این پیش‌نشانگرها عبارتند از: تغییر شکل پوسته زمین، تغییر در تراز دریا، کج‌شدگی، تنجیدگی و سپس‌ان پوسته‌ای، پیش‌نشانگرهای زمین مغناطیسی و ژئوالکتریکی، تغییر در میدان گرانشی، پیش‌لرزه‌ها، انتشار گاز رادن، تغییر در دبی و ارتفاع آب‌های زیرزمینی، رفتار حیوانات و ...

مشکل اصلی در استفاده از پیش‌نشانگرها، نیاز به ثبت مداوم و مستمر آنها و بررسی تغییرات حاصله می‌باشد. برای مثال سطح آب‌های زیر زمینی بصورت طبیعی در فصل‌های مختلف نوسان دارد، ولی با ثبت مداوم در چندین ساله این نوسان‌ها، میزان میانگین سطح آب زیر زمینی در فصلی مشخص بدست می‌آید که در صورت تغییر غیر عادی در آن قابل تشخیص است. از طرف دیگر، بدلیل دخیل بودن عوامل دیگر در پارامترهای موجود، لازم است تا چند عامل پیش‌نشانگر بصورت همزمان مورد بررسی قرار بگیرد.

بمنظور اندازه‌گیری زمین‌لرزه و بدست آوردن معیاری برای مقایسه و سنجش زمین‌لرزه‌ها، از بزرگای زلزله استفاده می‌شود که می‌توان آن را با در نظر گرفتن دامنه نوسانات روی نگاشت محاسبه نمود. مقیاسهای متفاوتی برای اندازه‌گیری

بزرگای زلزله وجود دارد. اولین مقیاس بزرگا، توسط چارلز ریشتر در سال ۱۹۳۵ برای زلزله‌های جنوب کالیفرنیا تعریف شد که بزرگای محلی یا ML نامیده می‌شود. علاوه بر مقیاس ریشتر، مقیاس‌های مختلف دیگری نیز وجود دارند که هر کدام کاربردهای خاص خود را در مهندسی زلزله و زلزله‌شناسی ایفا می‌کنند. هر زلزله فقط و فقط یک بزرگا دارد و بزرگا با فاصله از محل وقوع زلزله تغییر نمی‌یابد.

ذکر این نکته ضروری است که بزرگای زلزله، به‌تنهایی نمی‌تواند معیاری برای سنجش میزان خرابی در زلزله باشد. همان‌طور که گفته شد، بزرگای زلزله فقط بر اساس میزان انرژی آزاد شده در زلزله محاسبه می‌گردد و عمق و یا سایر پارامترها در محاسبه آن دخیل نمی‌باشد. از این رو دو زلزله با بزرگاهای یکسان ولی عمق‌های متفاوت میزان خسارت‌های متفاوتی را به بار می‌آورند. چرا که با عمیق‌تر شدن کانون زلزله، امواج لرزه‌ای ناحیه بیشتری را تا سطح زمین طی می‌کنند که در این فاصله مقداری از انرژی آزاد شده کاهیده شده و از بین می‌رود.

در این مطالعه تعداد چند زمین‌لرزه بزرگ در منطقه تهران و البرز انتخاب و تغییرات تنش کولمب ناشی از آنها محاسبه شده است. سپس با فرض زمین به صورت یک لایه کسان روی یک نیم فضا، گرانرو کسان، تغییرات زمانی تنش کولمب نشان داده شده است. تغییرات مکانی و زمانی فرآیند تغییر شکل پوسته‌ای مرتبط با زلزله، تابع چندین پارامتر است. از جمله این پارامترها می‌توان به ضخامت سنگ‌کره، گرانروی سست‌کره و زاویه شیب گسل اشاره کرد.

لازم به ذکر است کتاب حاضر برگرفته شده از پایان نامه دفاعی شده در پژوهشگاه مهندسی بحران‌های طبیعی شاخص پژوه است لذا نگارنده به خود اکتفا می‌داند از زحمات بی‌شائبه استاد راهنما، "دکتر نبی بید هندی"، و هم‌کام صمیمانه استاد راهنمای دوم "دکتر محمد مهدی رشیدی" و کلیه دوستانی که در نگارش این اثر یاری رساندند سپاس و قدرشناسی سپاسگزاری نماید.