

۱۴۰۲ - ۲۱۳۴۹۲



دانشکده مهندسی عمران
گروه مهندسی عمران - سازه

پایان نامه

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران - زلزله

عنوان

ارائه مدلی جهت تخمین مدت زمان تداوم زلزله در ایران

استاد راهنما:

دکتر سامان یغمایی سابق

استاد مشاور:

دکتر ناصر تقی زاده

پژوهشگر:

ژیلا شوقیان

۱۳۸۶/۵/۱۵

بهمن ماه ۸۸

تقدیم احادیث بزرگ علمی بزرگ
توسعه بزرگ

۱۴۰۳۱۹

نام خانوادگی دانشجو: شوقیان

نام: ژبلا

عنوان پایان نامه: ارائه مدلی جهت تخمین مدت زمان تداوم زلزله در ایران

استاد راهنما: دکتر سامان یغمایی سابق

استاد مشاور: دکتر ناصر تقی زاده

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی عمران گرایش: زلزله دانشگاه: تبریز

دانشکده: مهندسی عمران تاریخ فارغ التحصیلی: بهمن ۱۳۸۸

کلید واژه ها: مدت زمان موثر، مدت زمان یکنواخت، مدت زمان بازه ای، مدل تشبیتی، مدل ترکیبی

چکیده

یکی از پارامترهای مهم جهت تشخیص خصوصیات زمین لرزه ها، مدت زمان تداوم آن می باشد که به نوعی بیانگر میزان انرژی ورودی به سازه می باشد و نقش بسزایی در ایجاد خرابی در سازه ها در زلزله های گذشته داشته است. لذا توجه به این موضوع جهت دست یافتن به پاسخ واقعی سازه (شامل تحلیل های خطی و غیر خطی) در برابر حرکت قوی زمین از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین این پارامتر نقش مهمی در تحلیل مسئله روانگرایی و جابه جایی دائمی خاک و ارزیابی پاسخ سازه در برابر زلزله ایفا می کند. از طرف دیگر تخمین مناسب از مدت زمان تداوم زلزله بر اساس شرایط حاکم بر هر منطقه، ابزاری مهم جهت پیش بینی تابع زمانی حاکم بر زلزله ها (پوش منحنی) به شمار می رود که در تولید زلزله سازگار با شرایط آن منطقه مورد استفاده قرار می گیرد. لذا با توجه به اهمیت موضوع، پتانسیل لرزه خیزی بالا در اکثر مناطق ایران، شرایط حاکم از نظر تکنونیک صفحه ای، نوع گسلش و شرایط محلی، لزوم ارائه مدلی جهت تخمین مدت زمان تداوم زلزله بیشتر آشکار می شود.

در پایان نامه حاضر هدف اصلی، ارائه مدلی جهت تخمین مدت زمان تداوم زلزله به عنوان پارامتر بسیار مهم و موثر در رفتار سازه ها در برابر زلزله می باشد. این مدل اولین رابطه ای است که برای ایران و بر اساس داده های مربوط به زلزله های مهم در ایران و با روش رگرسیون Random Effect ارائه شده است و شامل زلزله های نزدیک گسل نیز می باشد. در مدل مربوطه فاصله رومرکز ایستگاه تا گسل و بزرگی زلزله و نوع خاک، به عنوان پارامترهای پیش بینی کننده مورد استفاده قرار می گیرند و محدوده بزرگی زلزله های مورد استفاده بین ۳/۷-۷/۷ ریشتر و محدوده فاصله بین ۲-۳۱۰ کیلومتر می باشد. نوع خاک بر اساس دسته بندی آیین نامه طراحی لرزه ای ایران که سازگار با آیین نامه نرپ می باشد انتخاب شده است.

فهرست مطالب

صفحه	فهرست
۱	مقدمه
۵	فصل اول
۵	تعاریفی از مدت زمان تداوم زلزله
۶	۱-۱ مقدمه
۷	۲-۱ طبقه بندی کلی از مدت زمان تداوم زلزله
۷	۱-۲-۱ تعریف مدت زمان بازه ای
۸	۲-۲-۱ تعریف مدت زمان یکنواخت
۹	۳-۲-۱ تعریف مدت زمان موثر
۱۲	۳-۱ تاریخچه تعاریف ارائه شده از مدت زمان تداوم زلزله
۱۷	۴-۱ مقایسه مدت زمان موثر D_{eff} با تعاریف دیگر
۱۹	۵-۱ تعریف مدت زمان تداوم زلزله بر اساس رکوردهای نزدیک گسل
۲۱	۶-۱ مروری بر مقالات ارائه شده جهت تخمین مدت زمان تداوم زلزله توسط محققین
۲۸	فصل دوم
۲۸	رگرسیون خطی و غیر خطی و مدل ترکیبی
۲۹	۱-۲ مقدمه
۲۹	۲-۲ مراحل تحلیل رگرسیون

۳۲	.....۳-۲ فرضیات و ارزیابی الگو
۳۳	.....۴-۲ رگرسیون غیر خطی
۳۳	.....۵-۲ آزمونهای فرضیه رگرسیون
۳۴	.....۶-۲ تبدیل متغیرها
۳۴	.....۷-۲ نمایشهای نموداری در تحلیل رگرسیون
۳۴	.....۱-۷-۲ نمودارهای قبل از برازش الگو
۳۵	.....۲-۷-۲ نمودارهای بعد از برازش الگو
۳۵	.....۸-۲ نقاط دور افتاده
۳۶	.....۹-۲ آماره دورین - واتسون
۳۶	.....۱۰-۲ ضریب همبستگی R
۳۷	.....۱۱-۲ آنالیز واریانس
۳۸	.....۱۲-۲ توزیع فیشر
۳۹	.....۱۳-۲ جدول ضرایب
۳۹	.....۱۴-۲ فرض نرمال بودن مانده ها
۴۰	.....۱۵-۲ تبدیل لگاریتمی داده ها

فصل سوم

۴۱	.....
۴۱	.....ارائه مدل پیشنهادی جهت تخمین مدت زمان تداوم زلزله
۴۲	.....۱-۳ مقدمه
۴۲	.....۲-۳ تاریخچه شبکه شتابنگاری ایران

۴۳	..... ۳-۳ تبدیل مختصات از سیستم ژئودزین به سیستم کارترین
۴۵	..... ۴-۳ اصلاح داده ها در نرم افزار Seismosignal
۴۸	..... ۵-۳ ارائه مدل خطی با استفاده از روش رگرسیون خطی
۵۸	..... ۶-۳ ارائه مدل غیر خطی با استفاده از روش رگرسیون غیر خطی
۶۰	..... ۷-۳ مدل ترکیبی (Mixed Effect)
۶۹	..... فصل چهارم
۶۹	..... بحث و نتیجه گیری
۷۰	..... ۱-۴ مقایسه نتایج مدل خطی
۷۷	..... ۲-۴ مقایسه نتایج مدل ترکیبی Mixed Effect و مدل تثبیتی Fixed Effect
۸۰	..... مراجع

فهرست اشکال

فهرست	صفحه
شکل ۱-۱ نمایش مدت زمان بازه ای برای زلزله ۱۹۷۸ طیس، ایستگاه دیهوک	۷
شکل ۲-۱ نمایش مدت زمان یکنواخت برای زلزله ۱۹۷۸ طیس، ایستگاه دیهوک	۸
شکل ۳-۱ نمایش مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$ برای زلزله ۱۹۷۸ طیس، ایستگاه دیهوک	۱۰
شکل ۴-۱ نمایش مدت زمان موثر $D_{a5-75\%}$ برای زلزله ۱۹۷۸ طیس، ایستگاه دیهوک	۱۰
شکل ۵-۱ مقایسه تعاریف مدت زمان بازه ای (خط اول)، مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$ (خط وسط)،	
مدت زمان موثر $D_{a5-75\%}$ (خط سوم) برای زلزله ۱۹۷۸ طیس، ایستگاه دیهوک	۱۱
شکل ۶-۱ تعریفی از مدت زمان تداوم حرکت شدید (Trifunac and Westermo 1977)	۱۴
شکل ۷-۱ تعریف مدت زمان حرکت قوی زمین (McCan and Shah 1979)	۱۵
شکل ۸-۱ تعریفی از زمان تداوم حرکت شدید (Mostaghel and Shahabi 1984)	۱۶
شکل ۹-۱ تعریف مدت زمان موثر (Bommer and Martinez 1999)	۱۷
شکل ۱۰-۱ مدت زمانهای موثر D_{eff} (خطوط اول)، مدت زمان موثر ارائه شده توسط تریفوناک و	
بریدی (خطوط وسط)، بازه ای شتابنگاشتها (سومین خطوط)	۱۸
شکل ۱۱-۱ تاریخچه های زمانی سرعت و جابه جایی مطلق تجمعی (خطوط خاکستری) با در نظر	
گرفتن قسمت t_{bs} (خطوط سیاه)؛ شتاب تاریخچه های زمانی انتگرال آریاز (خطوط خاکستری) با در	
نظر گرفتن قسمت t_d (خطوط سیاه)	۲۰

- شکل ۱-۲. فرایند دوره ای تحلیل رگرسیون..... ۳۲
- شکل ۲-۲. نمایش نموداری توزیع خیدو(سمت راست) و توزیع فیشر(سمت چپ)..... ۳۸
- شکل ۱-۳. موقعیت جغرافیایی بعضی از زلزله های استفاده شده..... ۴۶
- شکل ۲-۳. نمودار مربوط به باکس پلات و پراکندگی پارامتر بزرگی (سمت چپ) و پارامتر فاصله (سمت راست)..... ۴۹
- شکل ۳-۳. نمودار توزیع نرمال مانده ها برای مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$ ۵۱
- شکل ۴-۳. منحنی مربوط به واریانس خطاها..... ۵۱
- شکل ۵-۳. نمودار توزیع نرمال مانده ها برای مدت زمان بازه ای..... ۵۲
- شکل ۶-۳. نمودار توزیع نرمال مانده ها برای مدت زمان بازه ای..... ۵۳
- شکل ۷-۳. نمودار توزیع نرمال مانده ها برای مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$ ۵۴
- شکل ۸-۳. نمودار توزیع نرمال مانده ها برای مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$ ۵۵
- شکل ۹-۳. نمودار توزیع نرمال مانده ها برای مدت زمان موثر $D_{a5-75\%}$ ۵۶
- شکل ۱۰-۳. نمودار توزیع نرمال مانده ها برای مدت زمان موثر $D_{a5-75\%}$ ۵۷
- شکل ۱۱-۳. نمودار پراکنش بزرگی زلزله در مقابل مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$ (سمت چپ)، و فاصله رومرکز در برابر $D_{a5-95\%}$ (سمت راست)..... ۵۸
- شکل ۱۲-۳. نمودار مربوط به منحنی باکس پلات بزرگی زلزله در مقابل مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$ (سمت چپ)، و فاصله رومرکز در برابر $D_{a5-95\%}$ (سمت راست)..... ۵۹

- شکل ۳-۱۳. نمودار مربوط به بازه زمانی مدت زمانهای تداوم موثر برای گروه زلزله های مختلف (زلزله ها با اعداد گروه بندی شده اند)..... ۶۲
- شکل ۳-۱۴. مقایسه تغییرات مدت زمان $D_{a5-95\%}$ بر حسب بزرگی برای فاصله $R=30\text{km}$ ، مقایسه نتایج حاصل از مدل های غیر خطی و مدل ترکیبی..... ۶۳
- شکل ۳-۱۵. مقایسه تغییرات مدت زمان $D_{a5-75\%}$ بر حسب بزرگی برای فاصله $R=30\text{km}$ ، مقایسه نتایج حاصل از مدل های غیر خطی و مدل ترکیبی..... ۶۴
- شکل ۳-۱۶. مقایسه تغییرات مدت زمان تداوم زلزله بر حسب بزرگی برای فاصله $R=30\text{km}$ ، مقایسه نتایج حاصل از مدل پیشنهادی با نتایج مدل های ارائه شده قبلی..... ۶۵
- شکل ۳-۱۷. مقایسه تغییرات مدت زمان تداوم زلزله بر حسب فاصله برای بزرگی $M_w=7$ ، مقایسه نتایج حاصل از مدل پیشنهادی با نتایج مدل های ارائه شده قبلی..... ۶۶
- شکل ۳-۱۸. تاثیر نوع خاک در مدت زمان تداوم موثر زلزله..... ۶۷
- شکل ۳-۱۹. بررسی تاثیر فاصله ایستگاه تا گسل در مدت زمان تداوم زلزله..... ۶۸
- شکل ۴-۱. مقایسه شیب منحنی های مدل استوارت (خط نازک) و مدل پیشنهادی (خط کلفت) برای باقیمانده ها در برابر فاصله رومرکز (مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$)..... ۷۳
- شکل ۴-۲. مقایسه شیب منحنی های مدل استوارت (خط نازک) و مدل پیشنهادی (خط کلفت) برای باقیمانده ها در برابر بزرگی گشتاوری (مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$)..... ۷۴
- شکل ۴-۳. مقایسه شیب منحنی های مدل استوارت (خط نازک) و مدل پیشنهادی (خط کلفت) برای باقیمانده ها در برابر فاصله رومرکز (مدت زمان موثر $D_{a5-75\%}$)..... ۷۴

- شکل ۴-۴. مقایسه شیب منحنی های مدل استوارت (خط نازک) و مدل پیشنهادی (خط کلفت) برای باقیمانده هادر برابر بزرگی گشتاوری (مدت زمان موثر $D_{a5-75\%}$)..... ۷۴
- شکل ۴-۵. نمودار مقادیر پیش بینی شده در مقابل مقادیر مشاهده شده برای مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$ (سمت چپ) و $D_{a5-75\%}$ (سمت راست) برای مدل پیشنهادی در فاصله اطمینان ۹۵٪..... ۷۶
- شکل ۴-۷. نمودار مربوط به منحنی باکس پلات مانده های مدل تثبیتی..... ۷۸
- شکل ۴-۸. نمودار مربوط به منحنی باکس پلات مانده های مدل ترکیبی..... ۷۸
- شکل ۴-۹. نمودار مقادیر پیش بینی شده در مقابل مقادیر مشاهده شده در مدل ترکیبی..... ۷۸
- شکل ۴-۱۰. نمودار مقادیر پیش بینی شده در مقابل مقادیر مشاهده شده مدل تثبیتی..... ۷۹

فهرست جداول

صفحه	فهرست
۱۸	جدول ۱-۱. مشخصات مدت زمانهای مربوط به شتابگاشتها (Bommer and Martinez 1999).....
۳۷	جدول ۱-۲. جدول آنالیز واریانس.....
۴۷	جدول ۱-۳. اطلاعات مربوط به برخی از زلزله های مورد استفاده در این پایانامه.....
۴۷	جدول ۲-۲. طبقه بندی نوع خاک برای مدل پیشنهادی همراه با آیین نامه نرپ.....
۵۰	جدول ۳-۳. جدول مربوط به مقادیر عددی دورین - واتسون و ضریب همبستگی برای $D_{0.5-95\%}$
۵۰	جدول ۴-۳. جدول آنالیز واریانس مربوط به مدت زمان موثر $D_{0.5-95\%}$
۵۰	جدول ۵-۳. جدول ضرایب مربوط به مدت زمان موثر $D_{0.5-95\%}$
	جدول ۶-۳. جدول مربوط به مقادیر عددی دورین - واتسون و ضریب همبستگی برای مدت زمان بازه
۵۲	ای.....
۵۲	جدول ۷-۳. جدول آنالیز واریانس مربوط به مدت زمان بازه ای.....
۵۲	جدول ۸-۳. جدول ضرایب مربوط به مدت زمان بازه ای.....
۵۳	جدول ۹-۳. جدول مربوط به مقادیر دورین - واتسون و ضریب همبستگی برای مدت زمان بازه ای.....
۵۳	جدول ۱۰-۳. جدول آنالیز واریانس مربوط به مدت زمان بازه ای.....
۵۳	جدول ۱۱-۳. جدول ضرایب مربوط به مدت زمان بازه ای.....
۵۴	جدول ۱۲-۳. جدول مربوط به مقادیر عددی دورین - واتسون و ضریب همبستگی برای $D_{0.5-95\%}$
۵۴	جدول ۱۳-۳. جدول آنالیز واریانس مربوط به مدت زمان موثر $D_{0.5-95\%}$
۵۴	جدول ۱۴-۳. جدول ضرایب مربوط به مدت زمان موثر $D_{0.5-95\%}$

۵۴	.....جدول ۱۴-۳. جدول ضرایب مربوط به مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$
۵۵	.....جدول ۱۵-۳. جدول مربوط به مقادیر عددی دورین-واتسون و ضریب همبستگی برای $D_{a5-95\%}$
۵۵	.....جدول ۱۶-۳. جدول آنالیز واریانس مربوط به مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$
۵۵	.....جدول ۱۷-۳. جدول ضرایب مربوط به مدت زمان موثر $D_{a5-95\%}$
۵۶	.....جدول ۱۸-۳. جدول مربوط به مقادیر عددی دورین-واتسون و ضریب همبستگی برای $D_{a5-75\%}$
۵۶	.....جدول ۱۹-۳. جدول آنالیز واریانس مربوط به مدت زمان موثر $D_{a5-75\%}$
۵۶	.....جدول ۲۰-۳. جدول ضرایب مربوط به مدت زمان موثر $D_{a5-75\%}$
۵۷	.....جدول ۲۱-۳. جدول مربوط به مقادیر عددی دورین-واتسون و ضریب همبستگی برای $D_{a5-75\%}$
۵۷	.....جدول ۲۲-۳. جدول آنالیز واریانس مربوط به مدت زمان موثر $D_{a5-75\%}$
۵۷	.....جدول ۲۳-۳. جدول ضرایب مربوط به مدت زمان موثر $D_{a5-75\%}$
۶۰	.....جدول ۲۴-۳. ضرایب مربوط به پارامترهای رگرسیون غیر خطی تثبیتی برای مدل پیشنهادی.....
۶۲	.....جدول ۲۵-۳. ضرایب مربوط به پارامترهای رگرسیون غیر خطی ترکیبی برای مدل پیشنهادی.....

مقدمه

در گذشته بیشتر مطالعات روی مدت زمان تداوم زلزله بر اساس پارامترهای بزرگی زلزله و فاصله رومرکز ایستگاه تا گسل به عنوان متغیرهای مستقل (به دلیل سادگی و متداول بودن) انجام می گرفت. بطوریکه بعضی از آنها فقط تابعی از بزرگی زلزله بودند (Gutenberg and Richter 1956, Dobry et.al. 1978, Kabayashi 1971, Hisada and Ando 1976) و بعضی دیگر تابعی از هر دو پارامتر بودند. اولین معادله ی پیش بینی مدت زمان تداوم زلزله که تابعی از دو پارامتر بزرگی زلزله و فاصله بود، در سال ۱۹۶۴ توسط استوا و روسنبلوئس (Esteva and Rosenblueth 1964) ارائه شد. بررسی های آماری صورت گرفته نشان می دهد که مدت زمان از نظر کمی علاوه بر بزرگی و فاصله رو مرکز به نوع خاک و نوع گسل هم وابسته است. مدت زمان یا بصورت فاصله زمانی حرکت یا بصورت تعداد سیکل های موثر نشان داده می شود. بسیاری از فرایندهای فیزیکی مانند کاهش سختی و مقاومت انواع سازه ها و افزایش فشار آب حفره ای در ماسه شل اشباع، به تعداد سیکل های بار یا تنش که در حین زلزله بوجود می آید بستگی دارد. معادلات زیادی برای پیش بینی مدت حرکت زمین بکار رفته است که در اکثر این معادلات از داده های مربوط به زلزله های ژاپن، کالیفرنیا، ترکیه و تایوان استفاده شده است که طبیعتاً معادلات با شرایط مناطق یاد شده سازگاری بیشتری خواهد داشت. با یادآوری اهمیت مدت زمان تداوم لرزش روی پاسخ سازه های غیر خطی و اینکه مدت زمان، تعداد سیکل های در طول لرزش را تعیین می کند امری بدیهی است که مدت زمان تداوم زلزله نقش مهمی در نتیجه پاسخ سازه ها به زلزله دارد. ولی اینکه آیا مدت زمان تداوم زلزله از نظر آماری یک پارامتر پیش بینی کننده موثری از خرابی سازه است به صورت یک سوال باقی مانده است. در سال ۱۹۸۰ آریانا و ساراگونی (Araya and Saragoni 1980) بیان کردند که شتاب

مهمترین پارامتر در تعیین خرابی است و زمان اهمیت کمتری دارد. لویی و ژانگ^۱ در سال ۱۹۸۴ نتیجه گرفتند که اهمیت زمان تداوم زلزله در پتانسیل خرابی در درجه دوم قرار دارد. کاباناس^۲ و همکارانش در سال ۱۹۹۷ به این نتیجه رسیدند که در مواردی که هر دو پارامتر دامنه و زمان تداوم زلزله در نظر گرفته شود پتانسیل خرابی بهتر تخمین زده می شود. اگر در طول یک زلزله سازه خارج از محدوده الاستیک خود تغییر شکل دهد مقدار تغییر شکل دائمی بسته به این خواهد بود که لرزش چه مقدار طول می کشد بنابراین در چنین مواردی مدت زمان تنها فاکتور مهم خواهد بود.

تعدادی دیگر از معادلات ارائه شده نیز وجود دارد که در آن پارامتر مدت زمان وابسته به فرکانس است (Bolt 1973, Trifunac and westermo 1982, Novikova and Trifunac 1994).

امروزه در بیشتر آیین نامه های طراحی لرزه ای چنین عنوان شده است که جابه جایی و جابه جایی میان طبقه دو پارامتر مهم در طراحی سازه های مقاوم در برابر زلزله هستند. ولی میزان این جابه جایی ها عموماً به پارامترهای ماکزیمم دامنه مثل شتاب ماکزیمم یا شتاب طیفی بستگی دارد. این پارامترها نه تنها ارتباط مستقیمی با خرابی سازه ندارند بلکه خرابی هایی را که به علت رفتار رفت و برگشتی زلزله ها در طول عمر مفید سازه، بوجود می آیند را در نظر نمی گیرند.

منحنی ارزیابی پتانسیل روانگرایی امبرسیس^۳ (۱۹۸۸) نشان می دهد که اگر شتابهای ماکزیمم دو زلزله مساوی باشد حرکت زمین با بزرگی بزرگتر (با زمان تداوم بزرگتر) باعث ایجاد روانگرایی بیشتری در خاکها می شود. بنابراین برای شتابهای ماکزیمم برابر، زمانهای تداوم بزرگتر مخربتر است. یک سازه نه تنها در اثر پارامترهای ماکزیمم خراب می شود بلکه می تواند در اثر افتهایی که قبل و بعد از این پارامترهای ماکزیمم بوجود می آید نیز خراب شود یعنی پارامترهای ماکزیمم به تنهایی نمی توانند معیار

¹:Liu and Zhang

²:Cabanas et al

³:Amberseys

مناسبی در تخمین خسارت سازه ها محسوب شوند. امروزه تحقیقات علمی بیشتری روی این مسئله در حال انجام است و مدت زمان تداوم زلزله به عنوان یک پارامتر مهم و اساسی که مرتبط با انرژی و خرابی است در طراحیهای مقاوم لرزه ای مد نظر قرار گرفته است. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، این پارامتر از دو نظر مورد بررسی قرار می گیرد:

از نقطه نظر سازه ای: اثر مدت زمان روی پاسخ غیر الاستیک سازه موضوعی است که امروزه مورد توجه محققین زیادی قرار گرفته است. ولی هنوز در بحث طراحی ساختمانها به طور جدی اعمال نشده است. مدت زمان بایستی در همه تحلیلهای خطی و غیر خطی پاسخ سازه در نظر گرفته شود (بویژه در مورد سازه های غیر خطی، چرا که تعداد سیکلهای پاسخ بطور مستقیم به مدت زمان مربوط می شود). بمنظور بررسی میزان گسیختگی سازه ها تحت بارهای لرزه ای، مدت زمان تداوم زلزله به عنوان یک پارامتر بسیار مهم مطرح می باشد که میزان تاثیر این پارامتر روی خرابی سازه ها به معیارهای سنجش خرابی (ماکزیمم پاسخ جابه جایی، شاخص پارک و انگک، ...) بستگی دارد. این پارامتر می تواند جهت تخمین میزان انرژی تلف شده (Nurtug and Sucuoglu 1995) و میزان انرژی هیستریزس (Uang and Bertero 1990) بمنظور ارائه مدلهای خرابی سازه ای (Fajfar and Gaspersic 1996) و همچنین ساختن طیفهای پاسخ با استفاده از روش تئوری ارتعاشات تصادفی (Reinoso and Ordaz 2001) مورد استفاده قرار گیرد. برای سازه هایی که عملکردشان در مقابل زلزله با خرابیهای تجمعی در طول لرزش اندازه گیری می شود مدت زمان تداوم زلزله و دامنه و محتوای فرکانس پارامترهای پیش بینی کننده موثری بشمار می روند و باید در طراحیها در نظر گرفته شوند. مدت زمان زلزله همچنین انرژی کلی تحریک در سازه را مشخص می کند و برای ارزیابی سرعت انرژی ورودی بکار می رود. یک حرکت با مدت زمان کوتاه حتی اگر دامنه بزرگی داشته باشد، ممکن است تعداد کافی سیکل بار، جهت رسیدن سازه به

گسیختگی ایجاد ننماید. ولی یک حرکت با دامنه متوسط اما مدت طولانی، تعداد سیکل‌های بارگذاری کافی جهت ایجاد خرابی در سازه تولید خواهد کرد. بسیاری از سازه‌هایی که در معرض افت‌های تناوبی قرار می‌گیرند به مدت زمان تداوم زلزله حساس می‌باشند. بطور کلی می‌توان گفت برای سازه‌هایی که طراحی مقاوم لرزه‌ای به سازه امکان عملکرد غیرالاستیک تحت حرکات مختلف زمین را می‌دهد زمان تداوم زلزله یک پارامتر مهم تلقی می‌شود (Cosenza et al., 2006).

- از نقطه نظر ژئوتکنیکی: مطالعات ژئوتکنیکی صورت گرفته نشان می‌دهد که مدت زمان تداوم زلزله روی خاک‌های مختلف متفاوت است و برای خاک‌های نرمتر نسبت به خاک‌های سختتر بیشتر است. همچنین مدت زمان حرکت زمین نقش مهمی در تحلیل روانگرایی (Trifunac 1995) و جابجایی‌های دائمی خاک و ارزیابی پاسخ سازه به زلزله دارد. از دیگر کاربردهای مدت زمان تداوم زلزله تعیین جابجایی جانبی زمین لرزه، فشار حفره‌ای ایجادشده در خاک روانگرا (Silver and Seed 1971) و کرنش حجمی تجمعی در خاک غیراشباع (Seed and Lee 1966) می‌باشد و هر دو با افزایش دامنه لرزش افزایش می‌یابند.

فصل اول

تعاریفی از مدت زمان تداوم زلزله

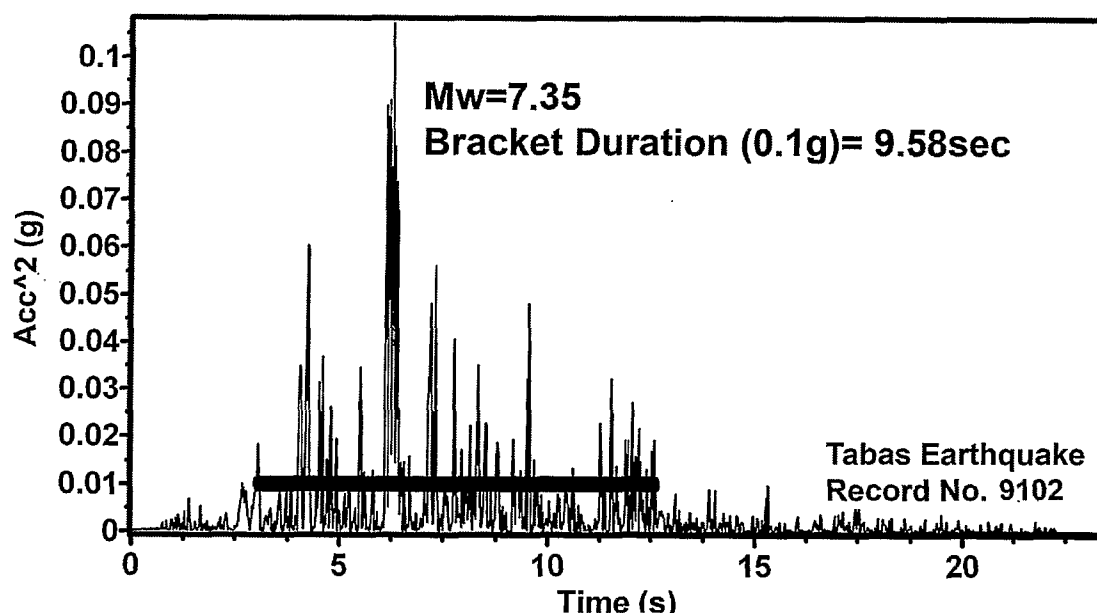
۱-۱ مقدمه

مدت زمان حرکت نیرومند زمین، به زمان لازم برای آزاد شدن انرژی کرنشی جمع شده در امتداد گسل بستگی دارد. مشکل اساسی در مورد مطالعات مربوط به مدت زمان تداوم زلزله از اینجا ناشی می شود که چگونه باید مدت زمان را به موثرترین روش تعریف کنیم. تا کنون هیچ اتفاق نظری در مورد تعریف مدت زمان تداوم زلزله بین محققین وجود نداشته است و تعریف واحدی برای آن انجام نگرفته است لذا بسته به نوع کار و ویژگیهای مختلف و اطلاعات در دسترس، تعاریف مختلفی صورت گرفته است. همچنین از سوالاتی که در مورد تعریف مدت زمان تداوم زلزله پیش می آید این است که کدام بخش از رکورد باید به عنوان تخمین نهایی مدت زمان تداوم در نظر گرفته شود. عمومی ترین تعاریف استفاده شده از مدت زمان شامل: مدت زمان بازه ای و مدت زمان یکنواخت و مدت زمان موثر می باشد.

۲-۱ طبقه بندی کلی از مدت زمان تداوم زلزله

۱-۲-۱ تعریف مدت زمان بازه ای

- اولین گروه از تعاریف مدت زمان تداوم زلزله، موسوم به مدت زمان بازه ای^۱ (D_b) است که بصورت زمان کل سپری شده بین اولین و آخرین تجاوز از یک سطح مشخصه شتاب تعریف می شود. از معایب این تعریف این است که فقط اولین و آخرین ماکزیمم ها را که از یک شتاب آستانه مشخصه عبور می کنند در نظر می گیرد، بنابراین اگر آستانه های کوچکتری از شتاب در نظر گرفته شود برای آن دسته از زلزله هایی که بعد از یک شکست اصلی شدید با ریز لرزه هایی در انتهای حرکت همراه هستند زمانهای بزرگتری را نشان می دهد در نتیجه این تعریف ناپایدار است. نمونه ای از این تعریف برای زلزله طبس در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.

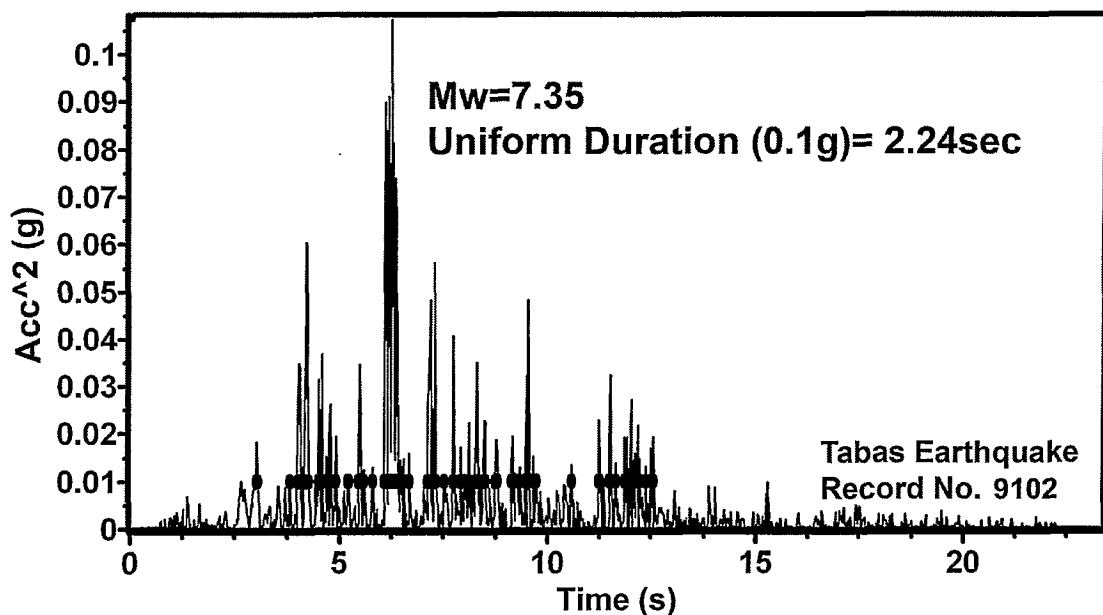


شکل ۱-۱. نمایش مدت زمان بازه ای برای زلزله ۱۹۷۸ طبس، ایستگاه دیهوک

^۱Bracket Duration

۱-۲-۲ تعریف مدت زمان یکنواخت

- دومین گروه از تعاریف مدت زمان تداوم زلزله بنام مدت زمان یکنواخت^۱ (D_{II}) می باشد که مانند مدت زمان بازه ای بصورت تابعی از یک سطح مشخصه از آستانه شتاب تعریف می شود با این تفاوت که بجای اولین و آخرین تجاوز از یک سطح آستانه مشخصه، زمان بصورت جمع فواصل زمانی در قسمتهایی که شتاب بزرگتر از یک سطح آستانه مشخصه است تعریف می شود. حساسیت این تعریف نسبت به آستانه شتاب در مقایسه با مدت زمان بازه ای کمتر است ولی ایراد آن این است که بصورت یک پنجره زمانی ناپیوسته در طول حرکت قوی زلزله تعریف می شود. نمونه ای از این تعریف برای زلزله طبس در شکل ۱-۲ نشان داده شده است.



شکل ۱-۲. نمایش مدت زمان یکنواخت برای زلزله ۱۹۷۸ طبس، ایستگاه دیهوک

^۱Uniform Duration