بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
دانشکدهٔ مهندسی عمران و محیط زیست

دفاع از
پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد
گرایش مهندسی زلزله

بررسی طیف خطر یکنواخت با در نظر گرفتن حوزه نزدیک در منطقه شهر تبریز

توسط:
جاوید وفایی ملامحمود

اساتید راهنما:
دکتر محسن تهرانی‌زاده
دکتر تورج تقی‌خانی

داور داخلی:
دکتر خشنودیان

داور خارجی:
دکتر زارع

دوشنبه ۸۶/۱۲/۲۰ ساعت ۳ بعد از ظهر

بسمه تعالي

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

فـرم اطلاعات پایان‌نـامه
کارشنـاسی- ارشد و دکتـرا
کتابخـانه مرکـزی

شماره مدرک:

مشخصات دانشجو	نام خانوادگی : وفایی ملامحمود	نـــام: جاوید	شماره دانشجویی: ۸۴۱۲۴۰۲۱
	دانشکـــده: عمران و محیط زیست	رشته: عمران	گروه: زلزله

عنوان	بررسی طیف خطر یکنواخت با در نظر گرفتن حوزه نزدیک در منطقه شهر تبریز
Title	Study of Uniform Hazard Spectrum With Considering Near Field in Tabriz Zone

استاد راهنمـا	نام خانوادگی: تهرانی زاده	درجه و رتبه	استاد راهنمـا	نام خانوادگی: تقی خانی	درجه و رتبه
	نـــام: محسن	professor		نـــام: تورج	Assistant professor
استاد مشـاور	نام خانوادگی:	درجه و رتبه	استاد مشـاور	نام خانوادگی:	درجه و رتبه
	نـــام:			نـــام:	

دانشنـامه	کارشناسی	ارشـد	دکتـرا		سال تحصیلی: ۸۶-۸۷
نوع پـروژه	کاربردی	نظـری	توسعـه ای	بنیـادی	

مشخصات ظاهری	تعداد صفحـات	تصویر	جدول	نمودار	نقشه	واژه‌نامه	تعداد مراجـع ۳۲	ضمائم تعداد صفحات:
زبان متن	فارسـی	انگلیسی	چکیده	فارسـی	انگلیسی			
یاداشـت								
توصیفگـر								
کلید واژه فارسی	طیف خطر یکنواخت- حوزه نزدیک- تبریز							
Key word of English	Uniform Hazard Spectrum- Near Field- Tabriz Zone							

تقدیم به:

پدر و مادرم

با تشکر ازاساتید راهنمای محترم، *جناب آقایان دکتر محسن تهرانی‌زاده و دکتر تورج تقی‌خانی* که درکلیه *مراحل* انجام این پایان‌نامه کمک و راهنمایی‌های ایشان بسیار ارزشمند بوده است.

دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

چکیده پایان نامه کارشناسی ارشد تحت عنوان :

بررسی طیف خطر یکنواخت با درنظر گرفتن حوزه نزدیک در منطقه شهر تبریز

ارائه شده توسط جاوید وفایی ملامحمود **شماره دانشجویی** ۸۴۱۲۴۰۲۱ **گرایش** مهندسی عمران – مهندسی زلزله

اساتید راهنما : آقایان دکتر تهرانی‌زاده و دکتر تقی‌خانی **تاریخ تحویل :** ۱۳۸۶/۱۰/۱

طیف خطر یکنواخت طیفی است که دامنهٔ طیفی آن در زمانهای تناوب مختلف از احتمال وقوع یکنواختی برخوردار باشد. به علت مزایای این طیف آیین‌نامه‌های مختلف سعی در استفاده از آن دارند. در دهه اخیر وقوع زلزله در نزدیکی مراکز جمعیتی و ثبت برخی از رکوردها در فاصله بسیار نزدیک به مرکز زلزله فصل جدیدی از بررسی خطر زمینلرزه را گشوده است. این رکوردها ویژگیهای متفاوتی نسبت به رکوردهای ثبت شده در فاصله دور دارند. اثر پالس مانند در این رکوردها یکی از این ویژگیها است.

در این پروژه گستره شهر تبریز به طول جغرافیایی ۴۶.۰۵-۴۶.۴۵ درجه وعرض جغرافیایی ۳۷.۸۵-۳۸.۲۵ درجه در نظر گرفته شده است. به منظور تحلیل خطر زمینلرزه محدوده‌ای با ماکزیمم فاصله ۱۱۰ کیلومتر از هر نقطه گستره تعریف شده شهر تبریز درنظر گرفته شده و چشمه‌های لرزه‌زا و فعالیت لرزه‌خیزی این محدوده بدست آمده است. گستره شهر تبریز به شبکه‌هایی به فاصله ۰.۱ درجه تقسیم شده و ماکزیمم شتاب زمین و شتابهای طیفی در ده زمان تناوب ۰/۱،۰/۱۵، ۰/۲، ۰/۳،۰/۴، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱/۰، ۱/۵ و ۲/۰ ثانیه و برای سه سطح خطر با احتمال ۲٪و۱۰٪و۶۳٪ در ۵۰ سال تعیین شده‌اند. برای در نظر گرفتن اثر حوضه‌نزدیک دو رابطه کاهندگی بزرگنیاوکمپل ۲۰۰۳ و امبراسیزوداگلاس ۲۰۰۳ مورد استفاده قرار گرفته است. در نهایت نتایج برای فواصل ۱ و ۱۰ کیلومتری بدست آمده است. علاوبراین اقدام به تهیه پالسهای حوزه نزدیک با رابطه سامرویل و علوی گردیده است. طیف ناشی از این پالسها رسم گردیده ومقایسه شده است.

در خاتمه نتایج حاصل از تحلیل خطر زمینلرزه و تحلیل پالسی روشهای بالا با روش درخت منطق ترکیب شده و طیف نهایی با اثر پالس زلزله و بدون اثر پالس زلزله برای فواصل ۱ و ۱۰ کیلومتری و برای احتمال رخداد۱۰٪ در ۵۰ سال بدست آمده است.

کلمات کلیدی : طیف خطر یکنواخت– حوزه نزدیک– تبریز

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
- مقدمه	۱
- کلیات	۱
- مطالعات انجام نشده	۲
-اهداف پروژه	۳
-روش انجام پروژه	۳
فصل۱	۵
۱-۱-اجزا و مراحل تحلیل خطر زمینلرزه‌ای	۵
۱-۱-۱- بانک اطلاعاتی داده‌های زمینلرزه‌ای	۵
۱-۱-۲- لرزه زمینساخت	۶
۱-۲- مدلهای چشمه‌های لرزه‌ای	۷
۱-۳- لرزه‌خیزی در هر ایالت لرزه‌زمینساختی	۸
۱-۳-۱- تخمین آهنگ فعالیت و ضریب لرزه‌خیزی	۸
۱-۴-تحلیل خطر زمین‌لرزه‌ای	۹
۱-۴-۱- روش تحلیلی	۱۰
۱-۴-۲- روش احتمالی	۱۱
۱-۴-۳- تابع چگالی احتمال فاصله	۱۲
۱-۴-۴- تابع چگالی احتمال زمان	۱۳
۱-۴-۵- تابع تجمعی احتمال خطر زمین‌لرزه‌ای	۱۵
۱-۵- روش احتمالاتی اصلاح شده	۱۸
۱-۶- پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه‌ای	۲۰

فصل ۲- مشخصات زلزله در سایت های نزدیک به منشاء زلزله ۱۹
۲-۱- تعریف سایت نزدیک به منشا زلزله ۱۹
۲-۲- رکوردها و زلزله‌های معروف ثبت شده در حوزه نزدیک برای دنیا و ایران ۲۱
۲-۳- شکل پالسی رکوردها برای منطقه‌ای در نزدیکی منشاء زلزله ۲۱
۲-۴- جهت پارگی گسل (Directivity Effects) ۲۱
۲-۵- جهت ثبت رکورد زلزله ۲۶
۲-۶- مکانیزم گسلش ۲۹
۲-۷- اثر خاک منطقه ۲۹
۲-۸- مقایسه ارتعاشات زمین برای مناطق دور و نزدیک به منشاء زلزله ۳۲
فصل ۳- **روش اعمال پالس های زلزله در حوزه نزدیک برای تهیه طیف خطر یکنواخت** ۳۵
۳-۱- انواع پالس زلزله ۳۵
۳-۲- پالس نصف سیکل مستطیلی Half-Pulse,P۱ ۳۶
۳-۳- پالس مستطیلی کاملی Full-Pulse,P۱ ۳۶
۳-۴- ترکیب پالسهای مستطیلی Multiple-Pulses,P۱ ۳۷
۳-۵- درنظر گرفتن احتمال وقوع مختلف ۴۲
۳-۶- ارایه نتایج بر اساس رابطه Somerville ۴۳
۳-۷- ارایه نتایج بر اساس رابطه علوی و کراوینکلر ۴۵
فصل ۴- **لرزه خیزی منطقه مورد مطالعه در آذربایجان** ۴۹
۴-۱- مقدمه ۴۹
۴-۲- زمین‌شناسی ناحیه ۵۱
۴-۳- زمیشناسی ساختگاه ۵۶
۴-۴- زمین‌ریخت‌شناسی ۵۷

۴-۵- لرزه زمین ساخت صفحه ای ۵۸

۴-۶- لرزه‌زمین‌ساخت پهنه مورد مطالعه ۶۱

۴-۷- گسلهای (چشمه‌های لرزه‌ای) مهم گستره مورد مطالعه ۶۲

۴-۸- زلزله‌های تاریخی منطقه ۷۲

۴-۹- زمینلرزه‌های دستگاهی ۷۸

فصل ۵- **تهیه طیف خطر یکنواخت بر اساس روابط کاهندگی حوزه‌نزدیک انتخابی با توجه به شرایط منطقه** ۸۵

۵-۱- نتایج تحلیل احتمالاتی خطر لرزه‌ای بر اساس رابطه کاهندگی ۸۵

۵-۲- طیفهای خطر یکنواخت ۸۷

۵-۳- نقشه‌های شتاب طیفی ۸۷

۵-۴- طیفهای خطر یکنواخت میانگین برای تبریز ۸۸

۵-۵- نتایج تحلیل احتمالاتی خطر لرزه‌ای برای مولفه افقی زلزله با استفاده از رابطهٔ کاهندگی طیفی Bozorgnia&Campbell(2003) ۸۸

۵-۶- نتایج تحلیل احتمالاتی خطر لرزه‌ای برای مولفه افقی زلزله با استفاده از رابطهٔ کاهندگی طیفی Ambraseys&Douglas(2003) ۱۲۶

۵-۷- نتایج تحلیل احتمالاتی خطر لرزه‌ای برای مولفه قایم زلزله با استفاده از رابطهٔ کاهندگی طیفی Bozorgnia&Campbell(2003) ۱۶۳

۵-۸- نتایج تحلیل احتمالاتی خطر لرزه‌ای برای مولفه قایم زلزله با استفاده از رابطهٔ کاهندگی طیفی Ambraseys&Douglas(2003) ۲۰۰

فصل ۶- **تهیه طیف طرح برای گستره شهر تبریز بر اساس طیفهای خطر یکنواخت تعیین شده** ۲۳۸

۶-۱- روشهای ترکیب نتایج روابط مختلف ۲۳۸

۶-۲- روشهای ساخت طیف طرح با استفاده از مقادیر دامنهٔ طیف خطر یکنواخت ۲۴۲

۶-۳- ساخت طیف طرح با استفاده از دو مقدار شتاب طیفی ۲۴۳

۶-۴- مقایسهٔ طیف طرح تعیین شده برای گسترهٔ تبریز با طیف طرح پیشنهادی آیین‌نامهٔ ۲۸۰۰ ۲۴۷

فصل ۷- نتیجه گیری ۲۵۱

مراجع ۲۷۵

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
دانشکدهٔ مهندسی عمران و محیط زیست

دفاع از
پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد
گرایش مهندسی زلزله

بررسی طیف خطر یکنواخت با در نظر گرفتن حوزه نزدیک در منطقه شهر تبریز

توسط:
جاوید وفایی ملامحمود

اساتید راهنما:
دکتر محسن تهرانی‌زاده
دکتر تورج تقی‌خانی

داور داخلی:
دکتر خشنودیان

داور خارجی:
دکتر زارع

دوشنبه ۸۶/۱۲/۲۰ ساعت ۳ بعد از ظهر

مقدمه

-کلیات

زلزله همه ساله باعث خسارات مالی و جانی گسترده در سطح جهان گردبده که مبزان آن به مشخصات زلزله همچون بزرگی ، فاصله ... و توانایی ساختمانهای منطقه برای پایداری در برابر تکانهای شدید دارد. کشور ما به دلیل قرارگیری بر روی کمربند آلپ هیمالیا جزء یکی از مناطق لرزه خیز دنیا است و به تناوب شاهد وقوع این پدبده میباشد. از آن جمله میتوان در سالهای اخیر .به وقوع زلزله‌های شدیدی همچون زلزله بم، منجیل، بوئین زهرا و طبس اشاره کرد که موجب تلفات جانی و خسارات مالی عمده گردیده است.

کشور ایران به لحاظ شدت زلزله ها و مشخصات تکتونیکی به چندین پهنه لرزه‌ای تقسیم شده است که یکی ازفعالترین این پهنه‌ها منطقه آذربایجان میباشد. رخداد ۱۲ زمینلرزه شدید که بطور کامل شهر تبریز را ویران کرده نشان دهنده فعالیت لرزه‌ای شدید این منطقه است.

قرار گرفتن شهر تبریز در مجاورت گسل شمال آن که دارای طول ۱۰۰ کیلومتر و پتانسیل لرزه‌ای بسیار بالایی است موقعیت بسیار خاصی را برای شهر تبریز فراهم کرده است. نزدیکی گسل شمال تبریز باعث شده تا بررسی اثرات حوزه‌نزدیک که در سالهای اخبر توجه محققین را به همراه داشته در این مطالعه مورد بررسی قرارگبرد.

مشاهدات بدست آمده از رکورد های زلزله هایی که در ایستگاه نزدیک به منشاء آن ثبت شده نشان از شکل پالس مانند رکوردهای سرعت-زمان و جابجایی-زمان دارد و موج زلزله در مناطقی که رو به پارگی گسل قرار دارند انرژی زیادی را به همراه دارد. طیفهای حوزه نزدیک در قیاس با طیفهای حوزه دور به علت وجود همین پالسها در پریودهای بالا از مقدار بسیار بیشتری نسبت به پریودهای پایین برخوردارمیباشد.

-مطالعات انجام شده

در دهه ها اخیر مطالعات وسیعی بر روی اثرات حوزه نزدیک و نوع حرکات زمین در محدوده کانونی زلزله صورت گزفته است اثر حوزه نزدیک در حرکت زمین اولین بار به دنبال زلزله پارک فیلد کالیفرنیا در سال ۱۹۶۶ مورد توجه قرار گرفت. بعدها به علت گسترش شبکه‌های شتابنگاری چندین رکورد دیگر نیز در زلزله‌هایی مانند نورتریج(۱۹۹۹)، کوبه(۱۹۹۴)، تایوان(۱۹۹۵) در حوزه‌نزدیک ثبت شده است.

در حال حاضر محققین مختلفی به مطالعه بر روی اثرات زلزله در حوزه نزدیک ، نحوه انتشار امواج زلزله و رفتار سازه‌ها تحت تاثیر این پدیده میپردازند. در سالهای اخیر روابط نسبتا پیچیده کاهندگی که اثرات زلزله‌های حوزه نزدیک را در نظر میگیرند همانند روابط چیو-یونگ (۲۰۰۶)، بزرگنیا-کمپبل (۲۰۰۶) و بور-آتکینسون (۲۰۰۶) تهیه شده‌اند. استفاده از این روابط در عمل به دلیل حجم اطلاعات ناشناخته مورد نیاز با مشکلاتی همراه میباشد. علاوه بر این سه رابطه، روابط داگلاس-امبریسیز (۲۰۰۳) و بزرگنیا-کمپبل (۲۰۰۶) نیز اثرات حوزه نزدیک را درنظر گرفته‌اند. بعلاوه مطالعات مختلفی برای مدل کردن پالس ناشی از زلزله صورت گرفته به عنوان مثال سامرویل و همکاران روابطی برای بدست آوردن شدت و پریود پالس زلزله و همچنین انواع شکل پالس ارایه کرده‌اند. علوی و کراوینکلر نیز روابط مشابهی برای مدل کردن این پالسها تهیه کرده‌اند و با آنها اقدام به تحلیل و بررسی سازه فولادی در حوزه-نزدیک کرده‌اند. چون این نوع نگاه برای مدل کردن پالسهای زلزله در حوزه‌نزدیک بسیار جدید هست روابط ارایه شده بسیار ساده‌تر از روابط کاهندگی در حوزه‌نزدیک هستند.

-اهداف پروژه

هدف اصلی از این مطالعه تهیه طیف در حوزه نزدیک گسل شمال تبریز در منطقه شهر تبریز است. برای این منظور طیفی در فاصله ۱ کیلومتری از گسل شمال تبریز تهیه شده و با طیف نظیر در فاصله ۱۰ کیلومتری از این گسل مقایسه شده است. همچنین پهنه‌بندی برای چندین شتاب طیفی تهیه شده که روند تغییرات شتاب در نقاط مختلف منطقه را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه پروژه مشابهی برای شهر تبریز انجام نشده است اطلاعات حاصله می‌تواند به عنوان مرجعی برای لرزه‌خیزی این منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

-روش انجام پروژه

در حال حاضر تلاشهای بسیار زیادی برای پیش‌بینی مکان و زمان و بزرگای زلزله صوت گرفته ولی تاکنون این تلاشها نتیجه‌ای دربرنداشته و امکان پیش‌بینی زلزله وجود نداشته است. عمده‌ترین علت این موضوع، پیچیدگی‌های فراوان در سازوکار وقوع زمینلرزه، شرایط حاکم و بوجود آورنده آن و عبور موجها از لایه‌های مختلف زمین با خصوصیات کاملا متفاوت می‌باشد. با این حال با توجه به تئوریهای حاکم بر رخداد زلزله و کاتالوگ زلزله‌های قبلی و با کمک علم احتمالات می توان سطح خطری از زلزله را برای سازه های مختلف تهیه کرد که هم اقتصادی و هم ایمن باشد.

دراین مطالعه از دو روش برای تحلیل خطر زلزله در حوزه‌نزدیک استفاده شده است:

در روش اول از دو رابطه کاهندگی برای حوزه‌نزدیک یعنی روابط داگلاس–امبریسیز (۲۰۰۳) وبزرگنیا-کمپبل(۲۰۰۳) برای تحلیل احتمالاتی خطر زلزله استفاده شده است.

روش دوم روش تحلیل پالس زلزله در حوزه نزدیک می‌باشد. در این قسمت از تحقیقت سامرویل برای تحلیل پالسهای حوزه نزدیک استفاده شده است.

در فصل اول درباره کلیات تحلیل خطر زلزله و روشهای تعیینی و احتمالاتی صحبت شده است. در فصل دوم مشخصات و ویژگیهای زلزله‌های حوزه‌نزدیک مطرح شده و در ارتباط با موقعیت ثبت رکورد زلزله و بزرگای زلزله و موارد دیگری که بر روی پالس زلزله اثر می‌گذارند بحث شده است.

در فصل سوم روش دوم یعنی روش تحلیل پالس زلزله مطرح شده و طیفهای مربوط به این روش تهیه شده‌اند. در فصل چهارم اطلاعات لرزه‌خیزی منطقه جمع آوری شده و در فصل پنجم با کمک این اطلاعات، روش اول یعنی روش تحلیل خطر زمینلرزه انجام شده و منحنی‌های همشتاب طیفی برای روابط داگلاس–امبریسیز (۲۰۰۳) وبزرگنیا-کمپبل(۲۰۰۳) تهیه شده اند.

در فصل ششم طیفهای حاصل از این روشها برای فواصل ۱ و ۱۰ کیلومتری از گسل شمال تبریز ترسیم شده و طیف حاصل از ترکیب این روشها تهیه شده است. و در نهایت طیفی برای طراحی در حوزه‌نزدیک گسل شمال تبریز بدست آمده است.

فصل 1

کلیات تحلیل خطر احتمالاتی زلزله

1-1- اجزا و مراحل تحلیل خطر زمینلرزه‌ای

1-1-1- بانک اطلاعاتی داده‌های زمینلرزه‌ای

ایران از نظر لرزه خیزی منطقه بسیار لرزه‌خیزی است. زمینلرزه‌های بسیار مخربی در این منطقه از دنیا رخداده است. اثر ارزشمند امبراسیز و ملویل مهمترین مرجع برای زمینلرزه‌های تاریخی در ایران است. علاوه بر این با بررسی‌های سیسمولوژیکی در منطقه زمینلرزه‌های تاریخی مهم قابل شناخت است[1].

زمینلرزه‌های دستگاهی می‌تواند تا حدودی گویای وضعیت منطقه مورد مطالعه و نیز نمایانگر چگونگی پراکندگی و مراکز زمینلرزه‌ها و عمقهای کانونی آنها می‌باشد. به ویژه که با پیشرفت دستگاههای لرزه‌نگار و گسترش شبکه‌های لرزه‌نگار در تعیین مرکز سطحی، عمق و زمان رویداد زمینلرزه‌ها ی بسیار دقیقتر شده‌اند.

2-1-1- لرزه زمینساخت

برای مشخص نمودن چشمه‌های لرزه‌ای علاوه بر بانک اطلاعاتی داده‌های لرزه‌ای نیاز به اطلاعات زمین‌شناسی، زمین‌ساختی و ارتباط زمینلرزه‌ها با این اطلاعات می‌باشد[2].

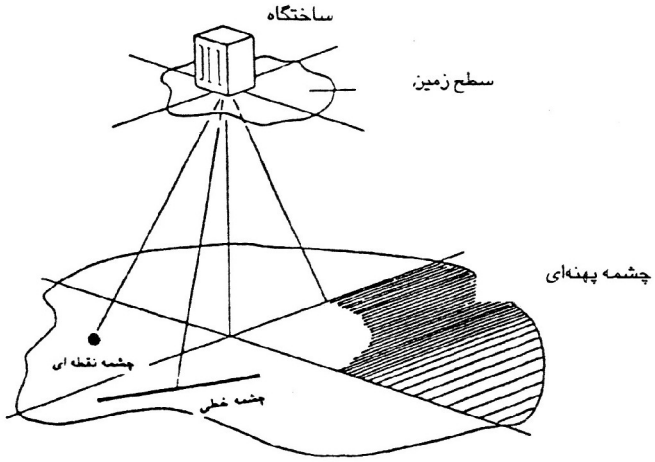
بطور کلی زمینلرزه در اثر افزایش تدریجی تنش و افزایش کرنش و در نهایت ایجاد گسیختگی در منطقه به وجود می‌آید. که به تئوری کشش الاستیک معروف است. از نظر فیزیکی هر سنگی تا یک حدی می‌تواند تنش‌ها را در خود ذخیره نماید و با گذشتن از آن حد در منطقه یک گسیختگی همراه با جابجایی ایجاد شده و انرژی ذخیره شده به صورت موج‌های الاستیک به اطراف گسیل می‌گردد[3].

می‌توان گفت زمینلرزه‌ها با گسل‌ها در ارتباط هستند بنابراین در بانک اطلاعاتی علاوه بر مشخصات داده‌های لرزه‌ای، می توان گسل مسبب را نیز مشخص نمود. نمی توان گفت که آیا زمینلرزه‌ها مسبب گسل هستند یا گسلها مسبب زمینلرزه. چیزی که مشخص است محل گسلها محل تجمع و آزاد شدن انرژی در پوسته زمین است.

با ترکیب اطلاعات حاصل از زمین‌شناسی، و زمین‌ساختی و داده‌های لرزه‌ای بر روی یک نقشه می‌توان منطقه‌هایی را تعیین نمود که از نظر توان لرزه‌زایی مستقل و با منطقه مجاور خود اختلاف داشته باشند. این منطقه‌ها به نام ایالت‌های لرزه‌زمینساختی معروف‌اند. معمولا در تحلیل خطر زمینلرزه‌ای این ایالت‌ها تا شعاع 300 کیلومتری (برای سازه‌های خاص) از مرکز ساختگاه ادامه دارند[4].

2-1- مدلهای چشمه‌های لرزه‌ای

چشمه های لرزه ای برای تحلیل خطر زمینلرزه ای در یک منطقه خاص در سه مدل در نظر گرفته می شوند. در شکل زیر این سه مدل نشان داده شده اند.



شکل 1-1- مدلهای مختلف برای تعریف هندسهٔ چشمه‌های لرزه‌زا [4].

چشمه نقطه ای، در صورتی که الگوی زمینلرزه ها محل مشخصی را نشان دهدیا چشمه لرزه زا در فاصله دوری از ساختگاه قرار داشته باشد، می توان از چشمه نقطه ای استفاده نمود. چشمه خطی، برای این نوع چشمه فرض می‌شود که مرکز سطح زمینلرزه‌ها در طول یک الگوی خطی قرار گیرد. برای یک چشمه خطی رابطه لرزه‌خیزی نسبت به زمان و طول خط باید بهنجار شود. چشمه پهنه‌ای، وقتی مرکز سطحی زمینلرزه‌های گذشته بر روی یک خط قرار نگیرد یا وقتی هیچ اطلاعاتی از مکان گسل‌ها وجود نداشته باشد ولی رویداد های زمینلرزه در منطقه‌ای پراکنده شده باشد، چشمه لرزه‌ای به صورت یک چشمه پهنه‌ای در نظر گرفته می‌شود. برای یک چشمه پهنه‌ای رابطه لرزه‌خیزی نسبت به زمان و مساحت باید بهنجار شود. در این پروژه از مدل چشمه‌های پهنه‌ای استفاده شده است[5].

3-1- لرزه‌خیزی در هر ایالت لرزه‌زمینساختی

برای تعیین لرزه‌خیزی در هر ایالت لرزه‌زمینساختی نیاز بـه تخمـین پارامترهـای λ (آهنـگ فعالیـت)، b (ضـریب لرزه‌خیزی) و M_{max} (بزرگا ماکزیمم) است.

1-3-1- تخمین آهنگ فعالیت و ضریب لرزه‌خیزی

با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده از بانک اطلاعاتی در هر ایالت و بکارگیری روشهای آماری تا حدودی می‌توان به لرزه‌خیزی یک منطقه پی برد.

- روش گوتنبرگ-ریشتر

در این روش رابطه ای خطی بین فراوانی و بزرگا به صورت زیر بدست می آید. این روش ساده‌ترین مدل برای تخمین لرزه‌خیزی یک منطقه به حساب می‌آید.

رابطه 1-1

$$LogN(m) = a - bM$$

در این رابطه N(m) تعداد متوسط زمینلرزه‌ها با بزرگای M یا بزرگتر در یک بازه‌زمانی مشخص، aوb ضرایب ثابت هستند. b ضریب لرزه‌خیزی یعنی تغییر نسبت فراوانی زمینلرزه‌های بزرگتر و کوچکتر می‌باشد. در حالی که a تعداد رویدادهای بزرگتر از M_{min} است.

با توجه به اینکه چشمه‌های لرزه‌ای در یک ایالت شکلهای متفاوتی می‌توانند داشته باشد در این صورت ضروری است که تعداد متوسط زمینلرزه‌ها را در واحد زمان و مکان بدست آورد. این کار توسط بهنجار نمودن رابطه به فاصله زمانی نمونه‌برداری و پارامترهای چشمه (طول برای چشمه‌های خطی و مساحت برای چشمه‌های پهنه‌ای) انجام میگیرد. در این حالت تعداد متوسط زمینلرزه‌ها در واحد زمان و مکان را آهنگ فعالیت چشمه لرزه‌ای می‌نامند.

- روش کیجکو

در روش گوتنبرگ ریشتر امکان درنظر گرفتن بانک داده‌های لرزه‌ای تاریخی برای برآورد پارامترهای لرزه‌ای وجود ندارد. علاوه بر این با رشد و پیشرفت ایستگاه‌های لرزه‌نگاری عدم قطعیات موجود در تعیین بزرگا و محل رویداد زمینلرزه ها کاهش یافته است. ولی امکان اعمال این عدم قطعیات در روش گوتنبرگ ریشتر وجود ندارد. کیجکو روشی را برای اعمال زلزله‌های تاریخی و در نظر گرفتن عدم قطعیات متفاوت برای تعیین پارامترهای لرزه‌ای توسعه

داده‌است. با این روش می‌توان از کلیه داده‌های موجود در منطقه برای برآورد پارامترهای لرزه‌ای استفاده کرد. پس این روش به مراتب روش بهتری می‌باشد.

4-1- تحلیل خطر زمین‌لرزه‌ای

برای طراحی سازه‌های خاص بایستی اقدام به تهیه طیف ساختگاه نمود برای این منظور انجام تحلیل زمینلره‌ای ضروری می باشد. اکثر پارامترهای لرزه ای مانند شتاب ماکزیمم زمین و شتاب طیفی و ... را با این روش می توان محاسبه نمود. تخمین این پارامترهای لرزه‌ای در یک ساختگاه با دو روش صورت می‌گیرد [6].

1-4-1- روش تحلیلی

در این روش از روابط تجربی جهت برآورده خطر زمین‌لرزه‌ای استفاده می‌شود.

بررسیهای آماری زیادی در این ارتباط انجام گرفته تا بتوانند در یک ساختگاه ارتباطی بین بیشینه شتاب زمین ثبت شده از یک چشمه زمین‌لرزه و شدت زمین‌لرزه برقرار کنند .

جهت استفاده از روابط تجربی فوق و تعیین بیشینه شتاب زمین در دو حد طراحی و قابل انتظار می‌بایستی بیشینه طول گسیختگی گسل‌ها شناسایی گردد . اگر چنانچه این طول با توجه به زمین‌لرزه‌های گذشته مشخص باشد . به طور مستقیم در بررسی‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد . در غیر این‌صورت مقدار گسیختگی احتمالی می‌باسیتی تخمین زده شود . به طور معمول 50 در صد طول یک گسل را مبنای محاسبه قرار می‌دهند ولی در مواردی که گسل‌ها دارای طول بیش از 300 کیلومتر باشند در این‌صورت متوسط 30 درصد طول کل گسل در محاسبات وارد می‌شود. سپس با کمک روابط تجربی می‌توان بین طول گسل ، بیشینه بزرگا . یا شدت زمین‌لرزه ارتباطی برقرار نمود و بیشینه شتاب‌های زمین‌لرزه ناشی از بیشینه