۱۰۸۲۸۱

۸۷/۱/۱ ، ۱۹۴۸
۸۷/۱۰/۲۴

دانشگاه تبریز

دانشکده مهندسی عمران

گروه خاک و پی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران- مکانیک خاک و پی

عنوان

بررسی و تحلیل خطر زمین لرزه برای مناطق مختلف شهر تبریز

استادان راهنما

دکتر غلام مرادی

دکتر توحید اخلاقی

استاد مشاور

دکتر عبدالرحیم جلالی

پژوهشگر

آیدین باقرزاده کثیری

مهرماه ۱۳۸۷

۱۳۸۷/۱۰/۲۱

۱۰۸۳۸۱

تقدیم به آنان که روشنایی بخش راهی بودند که پیمودم :

تقدیم به پدر دلسوز و مادر مهربان و تمامی عزیزانم.

تقدیم به معلمان ، دبیران و اساتید گرامی ام.

تقدیر و تشکر

اینک که در سایه الطاف الهی توفیق به پایان رساندن دوره کارشناسی ارشد را یافتم ، بر خود لازم می دانم از تمامی کسانی که مرا در تهیه این مطالعه یاری دادند ، تشکر و قدردانی نمایم.

- از اساتید ارجمند جناب آقای دکتر غلام مرادی و جناب آقای دکتر توحید اخلاقی اساتید راهنمای پایان نامه که در طی مراحل انجام رساله با حوصله و متانت مرا از راهنمایی های ارزشمند خود بهره مند ساختند.

- از استاد ارجمند جناب آقای دکتر عبدالرحیم جلالی استاد مشاور پایان نامه که صمیمانه و صادقانه نسبت به انتقال دانش علمی خویش از هیچ کوششی دریغ نکردند.

- از اساتید ارجمند جناب آقای دکتر جمشید صدر کریمی و جناب آقای دکتر مسعود حاجی علیلو اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز ، که افتخار حضور در کلاس درس ایشان را داشتم.

- از آقای مهندس کریم کوتاهی ، کارشناس ارشد خاک و پی که در تهیه بخشی از منابع پایان نامه مرا یاری دادند.

- از مسئولین محترم سازمان قطار شهری تبریز و حومه که با مساعدت و همکاری ایشان جمع آوری اطلاعات و مطالعات ژئوتکنیک انجام شده در منطقه امکان پذیر شد.

- از مسئولین محترم مهندسین مشاور فرازآب و مهندسین مشاور نمودار تبریز که در ارائه اطلاعات و داده ها همکاری نمودند.

نام خانوادگی دانشجو : باقرزاده کشیری **نام :** آیدین

عنوان پایان نامه : بررسی و تحلیل خطر زمین لرزه برای مناطق مختلف شهر تبریز

استادان راهنما : دکتر غلام مرادی- دکتر توحید اخلاقی

استاد مشاور : دکتر عبدالرحیم جلالی

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته :** عمران **گرایش :** مکانیک خاک و پی **دانشگاه :** تبریز

دانشکده : فنی- مهندسی عمران **تاریخ فارغ التحصیلی :** مهرماه ۱۳۸۷ **تعداد صفحه :** ۱۴۵

کلید واژه ها :

اثرات ساختگاهی، آبرفت، آزمایش نفوذ استاندارد، سرعت موج برشی، تبریز، گسل، پریود ساختگاه، تحلیل پاسخ آبرفت، ضریب تشدید

چکیده :

اهمیت اجتماعی، اقتصادی و سیاسی شهر تبریز بعنوان مرکز استان و احتمال وقوع یک زمین لرزه بزرگ از سوی دیگر لزوم بررسی هر چه دقیقتر لرزه خیزی منطقه و عوامل مختلف موثر در آن را آشکار می نماید. بدیهی است که عوامل گوناگونی در رابطه با مخاطرات لرزه ای یک منطقه دخالت دارند که بررسی هر یک از آنها ضروری است. یکی از عوامل موثر که با توجه به تجربه زلزله های مختلف در دنیا و زلزله سال ۱۳۶۹ منجیل از مهمترین آنهاست، شرایط محلی و ژئوتکنیکی آبرفتهای واقع بر روی سنگ بستر می باشند.

در تحقیق حاضر ابتدا به چند نمونه از شواهد تاریخی تاثیر شرایط ساختگاهی بر مشخصات زلزله و سپس به بررسی تاثیر عوارض طبیعی سطحی بر مشخصات زلزله پرداخته می شود. در ادامه به انواع روشهای موجود برای بررسی تحلیل پاسخ زمین شامل مدل های محاسباتی و مدلهای رفتاری خاک و همچنین دامنه کاربرد و محدودیتهای آنها اشاره می گردد.

در این مطالعه برای بدست آوردن شتاب ناشی از زلزله در سنگ بسترلرزه ای منطقه از روش احتمالاتی(PSHA) استفاده شده است. در این راستا برای بدست آوردن بیشینه شتاب سنگ بستر لرزه ای محدوده مطالعاتی، مجموعه ای از اطلاعات و داده های زمین لرزه های تاریخی و دستگاهی گردآوری شده و پارامترهای لرزه خیزی منطقه بدست آمده اند و سپس با در نظر گرفتن کلیه گسلهای عمده منطقه و مدل کردن منابع لرزه زا، بیشینه شتاب سنگ بستر(PGA) برای زلزله ای با دوره بازگشت ۴۷۵ سال در محدوده شهر بدست آمده است. بر این اساس و با بهره گرفتن از نرم افزار Seisrisk ، شتاب حرکت سنگ بستر برای هر نقطه از محدوده مطالعه بدست آمده که نتایج بصورت نقشه توزیع شتاب حداکثر سنگ بستر محدوده مطالعاتی ارائه گردیده است.

ادامه چکیده :

در ادامه بوسیله داده های ژئوتکنیکی جمع آوری شده از گمانه های اکتشافی حفر شده در سطح منطقه و منابع دیگر، نهایتاً ۵۱ مقطع نماینده ژئوتکنیک لرزه ای تهیه گردیده است. برای انجام تحلیل پاسخ آبرفت نیاز به برآورد حرکت سنگ بستر لرزه ای منطقه می باشد، بنابراین با در نظر گرفتن کلیه عوامل، ۸ شتابنگاشت ورودی انتخاب گردیده و شتاب حداکثر این شتابنگاشها به مقادیر بیشینه شتاب بستر سنگ لرزه ای در محدوده هر مقطع همپایه شده و هر یک از مقاطع نماینده به ازای این ۸ شتابنگاشت مورد تحلیل قرار گرفته اند. با توجه به وضعیت تقریباً افقی لایه های آبرفتی منطقه از تحلیل دینامیکی یک بعدی برای محاسبه پاسخ دینامیکی لایه های خاک استفاده شده است. همچنین روش تحلیل خطی معادل در محدوده کرنشهای متوسط و فرض عدم گسیختگی ناشی از زلزله در آبرفت، امکان استفاده از نرم افزار EERA را در این مطالعه فراهم نموده است. نتایج تحلیل پاسخ آبرفت در محدوده شهر تبریز بصورت نقشه توزیع بیشینه شتاب در سطح زمین، نقشه توزیع پریود طبیعی آبرفت و نقشه های ضرایب تقویت آبرفت ارائه گردیده است. در پایان نتایج بدست آمده از تحلیل پاسخ آبرفت با طیف طراحی پیشنهادی آیین نامه ۲۸۰۰ ایران برای منطقه مقایسه گردیده است.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه

فصل اول : بررسی منابع

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ شواهد تاریخی از تاثیر شرایط ساختگاهی بر مشخصات زلزله ۳

۱-۲-۱ زلزله کاراکاس (۱۹۶۷) ۳

۱-۲-۲ زلزله منجیل و رودبار (۱۳۶۹) ۵

۱-۳ اثر عوارض طبیعی سطحی ۶

۱-۳-۱ توپوگرافی ۶

۱-۳-۲ حوزه های آبرفتی ۷

۱-۳-۳ ارزیابی اثرات ۹

۱-۳-۴ توصیه های آیین نامه ای ۱۰

۱-۴ روشهای مختلف تحلیل دینامیکی خاکها ۱۲

۱-۴-۱ تحلیلهای تنش موثر و تنش کل ۱۲

۱-۴-۲ انواع مدل های محاسباتی ۱۲

۱-۴-۳ مدلهای رفتاری ۱۳

۱-۴-۴ رفتار خطی ۱۵

۱-۴-۴-۱ رفتار خطی در تحلیل پاسخ زمین ۱۵

۱-۴-۴-۲ رفتار ویسکوالاستیک خطی ۱۶

۱-۴-۵ رفتار غیر خطی مستقل از سیکلهای لرزه ای ۲۲

۱-۴-۶ مدلهای یک، دو و سه بعدی ۲۲

۱-۴-۷ دامنه زمان و دامنه فرکانس ۲۳

۱-۵ محاسبه پاسخ خاک به حرکات لرزه ای سنگ بستر در مدل یک بعدی ۲۵

۱-۵-۱ حل عددی موج به روش لایه های نازک (روش برنامه EERA) ۲۵

۱-۵-۱-۱ انتشار امواج برشی هارمونیکی در سیستم یک بعدی ۲۵

۱-۵-۱-۲ نسبت بین حرکات در رخنمون سنگی و حرکت در بستر سنگی ۲۹

۱-۵-۱-۳ حرکات گذرا ۳۱

۱-۶ مروری بر مطالعات دقیقتر ۳۳

۱-۶-۱ تاثیر شتاب حداکثر سنگ بر پریود دینامیکی آبرفت ۳۳

۱-۶-۲ تاثیر شتاب حداکثر سنگ بستر بر پریود دینامیکی آبرفت ۳۵

۱-۶-۳- تاثیر محتوای فرکانسی سنگ بستر بر حرکت لرزه ای سطح زمین..... ۳۷
۱-۶-۴- مقایسه تحلیل های خطی و غیر خطی ۳۸
۱-۷ روشهای تعیین سرعت موج برشی در خاک..... ۴۱
۱-۸ برآورد جنبش قوی زمین ۴۵
۱-۸-۱ روش تجربی ۴۵
۱-۸-۲ روش تابع گرین تجربی ۴۵
۱-۸-۳ روش شبیه سازی اتفاقی ۴۷
۱-۸-۴ مقایسه روشها و اتخاذ رویکرد مناسب در ارتباط با برآورد جنبش قوی زمین ۴۸
۱-۸-۵ عوامل دخیل در انتخاب شتابنگاشتها ۴۹
۱-۹ برآورد بیشینه شتاب (PGA) درسنگ بستر لرزه ای (تحلیل خطر) ۵۳
۱-۹-۱ تعریف سطوح طراحی ۵۳
۱-۹-۲ مرجع تحلیل خطر زلزله ۵۴
۱-۹-۲-۱ تحلیل خطر تعیینی (DSHA) ۵۴
۱-۹-۲-۲ تحلیل خطر احتمالاتی (PSHA) ۵۶
۱-۹-۳ قانون تکرار ۵۸
۱-۹-۴ روابط کاهیدگی (میرایی) جنبش زمین ۵۹
فصل دوم : مواد و روش ها
۲-۱ مقدمه ۶۲
۲-۲ زمین شناسی عمومی شهر تبریز..... ۶۴
۲-۲-۱ ریخت شناسی منطقه ۶۴
۲-۲-۲ چینه شناسی منطقه ۶۴
۲-۳ مروری بر وضعیت لرزه خیزی شهر تبریز ۶۹
۲-۳-۱ زلزله های تاریخی ۷۰
۲-۳-۲ زلزله های دستگاهی ۷۰
۲-۴ تحلیل خطرزلزله و برآورد بیشینه شتاب در بستر سنگ لرزه ای منطقه ۷۲
۲-۴-۱ چشمه های لرزه زای محدوده مطالعاتی ۷۲
۲-۴-۲ داده های مورد استفاده در تحلیل خطر زلزله ۷۶
۲-۴-۲-۱ زمین لرزه های پیش از سال ۱۹۰۰ ..... ۷۶
۲-۴-۲-۲ زمین لرزه های سده بیستم ۷۷
۲-۴-۳ برآورد پارامترهای لرزه خیزی با استفاده از نرم افزار kijko ۷۹
۲-۴-۴ تحلیل خطر PSHA با استفاده از نرم افزار Seisrisk ۸۲
۲-۵ ارائه مقاطع نماینده ژئوتکنیکی ۸۳

۲-۵-۱ تهیه مقاطع نماینده ژئوتکنیکی ۸۳
۲-۵-۲ موقعیت سنگ بستر لرزه ای منطقه ۸۶
۲-۵-۳ شرح مقاطع ژئوتکنیکی ۸۶
۲-۶ تحلیل دینامیکی آبرفت ۱۰۴
۲-۶-۱ شتابنگاشتهای انتخاب شده بر روی سنگ بستر ۱۰۴
۲-۶-۲ نرم افزارهای کامپیوتری تحلیل پاسخ آبرفت ۱۰۹
۲-۶-۳ نرم افزار مورد استفاده برای تحلیل دینامیکی آبرفت در منطقه (EERA) ۱۱۰
فصل سوم : نتایج و بحث
۳-۱ مقدمه ۱۱۵
۳-۲ نتایج تحلیل خطر و بر آورد شتاب بیشینه در محدوده شهر تبریز ۱۱۵
۳-۳ نتایج تحلیل آبرفت در مقاطع ژئوتکنیکی ۱۱۹
۳-۴ تجزیه و تحلیل نتایج ۱۳۱
۳-۵ نتیجه گیری و پیشنهادها ۱۳۳
۳- ۵-۱رئوس کلی پژوهش ۱۳۳
۳-۵-۲ نتایج پژوهش ۱۳۴
۳-۵-۳ پیشنهادات ۱۳۵
فهرست منابع ۱۳۷
ضمیمه الف : برنامه نوشته شده در نرم افزار Matlab برای ایجاد رابطه کاهندگی
ضمیمه ب : مشخصات مقاطع ژئوتکنیکی

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۱-۱ خلاصه ای از اثرات توپوگرافی و بی قاعدگیهای سطحی ۱۰

جدول ۱-۲ روابط مورد استفاده در آیین نامه فرانسه برای اثرات توپوگرافی ۱۱

جدول ۱-۳ انواع مدلهای رفتاری متناسب با سطح کرنش ۱۵

جدول ۱-۴ تاثیر شدت حرکات لرزه ای سنگ بستر بر پریود دینامیکی ۳۶

جدول ۱-۵ مقایسه پریود اولیه و پریود دینامیکی آبرفتهای مختلف تحت زلزله های مختلف ۳۷

جدول ۱-۶ روابط تجربی میان سرعت موج برشی و عدد نفوذ استاندارد در خاک ۴۴

جدول ۱-۷ مجموعه ای از روابط کاهیدگی تهیه شده برای نقاط مختلف جهان ۶۱

جدول ۲-۱ زلزله های تاریخی منطقه تبریز ۷۰

جدول ۲-۲ زمین لرزه های تاریخی رخ داده قبل از سال ۱۹۰۰ در منطقه تبریز ۷۷

جدول ۲-۳ داده های مورد استفاده در تحلیل خطر زلزله در منطقه مطالعه ۷۸

جدول ۲-۴ مقادیر شتاب حداکثر به ازای بزرگاها و فواصل مختلف حاصل از رابطه کاهندگی..... ۸۱

جدول ۲-۵ موقعیت و مختصات جغرافیایی گسلهای مورد استفاده در تحلیل خطر زلزله در منطقه ...

..... ۸۲

جدول ۲-۶ مشخصات شتابنگاشتهای انتخاب شده برای تحلیل ۱۰۶

جدول ۲-۷ برنامه های کامپیوتری ژئوتکنیکی مورد استفاده در عمل برای تحلیل پاسخ آبرفت ۱۰۹

جدول (۳-۱- الف) مقادیر و سهم پارامترهای لرزه خیزی محدوده مطالعاتی ۱۱۵

جدول (۳-۱- ب) مقادیر بدست آمده پارامترهای لرزه خیزی محدوده مطالعاتی ۱۱۶

فهرست شکلها

عنوان صفحه

شکل ۱-۱ وضعیت توپوگرافی شهر کاراکاس ۴
شکل ۱-۲ رابطه بین ساختمانهای خراب شده و ضخامت آبرفت در زلزله کاراکاس ۴
شکل ۱-۳ تعیین خصوصیات بی قاعدگیهای توپوگرافیک ساده ۶
شکل ۱-۴ شتاب های ماکزیمم نرمالیزه شده بر روی ناهمواریهای کوه Matsuzaki ۷
شکل ۱-۵ مقایسه ضرایب تشدید برای تحلیلهای یک بعدی و دو بعدی ۹
شکل ۱-۶ نحوه در نظر گرفتن اثر توپوگرافی در آیین نامه فرانسه ۱۱
شکل ۱-۷ انواع مدل های رفتاری متناسب با سطح کرنش ۱۴
شکل ۱-۸ تجزیه مدل ویسکوالاستوپلاستیک به مولفه های الاستیک و ویسکوز ۲۰
شکل ۱-۹ نمایش حلقه هیسترزیس و تعریف ضریب استهلاک ۲۰
شکل ۱-۱۰ تجزیه منحنی هیسترزیس غیر خطی به مولفه الاستیک و مولفه استهلاک شونده ۲۲
شکل ۱-۱۱ نمودار سیستم یک بعدی در نرم افزار EERA ۲۵
شکل ۱-۱۲ نمودار سیستم یک بعدی با لایه های رخنمون دار ۳۰
شکل ۱-۱۳ شکل شماتیک مربوط به تشدید سطح آبرفت نسبت به سنگ بستر و رخنمون سنگی ۳۰
شکل ۱-۱۴ توابع تبدیل برای یک سیستم فرضی ۳۲
شکل ۱- ۱۵ مقایسه شتابهای حداکثر آبرفتهای مختلف نسبت به سنگ بستر ۳۴
شکل ۱-۱۶ مقایسه بین طیف پاسخ ثبت شده و محاسباتی در اثر زلزله های Landers و Northridge ۴۰
شکل ۱-۱۷ بزرگنمایی شتاب بیشینه افقی ۴۰
شکل ۱-۱۸ روشهای موجود برای اندازه گیری سرعت موج برشی در خاک ۴۱
شکل ۱-۱۹ گامهای اصلی در تحلیل خطر لرزه ای به روش تعیینی ۵۶
شکل ۱-۲۰ گامهای اصلی در تحلیل خطر لرزه ای به روش احتمالاتی ۵۸
شکل ۲-۱ نقشه زمین شناسی عمومی محدوده دشت تبریز ۶۶
شکل ۲-۲ ستون چینه شناسی محدوده دشت تبریز ۶۶
شکل ۲-۳ راهنمای استفاده از شکل چینه شناسی دشت تبریز ۶۶
شکل ۲-۴ ستون چینه شناسی محدوده شهر تبریز ۶۵
شکل ۲-۵ تصویری از مرز لایه های مارنی و رسوبات آبرفتی ۶۵
شکل ۲-۶ پراکندگی مرکز زلزله های بعد از سال ۱۹۰۰ میلادی به شعاع ۱۵۰ کیلومتر از منطقه مورد مطالعه ۷۱

شکل ۲-۷ نقشه گسلهای فعال موجود در منطقه مورد مطالعه ۷۳
شکل ۲-۸ موقعیت گسل شمال تبریز و برخی از مناطق شهر تبریز ۷۵
شکل ۲-۹ نمودار طیف پاسخ شتاب برای منطقه مطالعاتی با استفاده از رابطه کاهندگی Campbell و Bozorgnia ۱۰۴
شکل ۲-۱۰ محیط کاری نرم افزار Seismosignal ۱۰۵
شکل ۲-۱۱ طیف پاسخ شتاب شتابنگاشتهای انتخاب شده (رکورد شماره ۱ تا ۴)..... ۱۰۷
شکل ۲-۱۲ طیف پاسخ شتاب شتابنگاشتهای انتخاب شده (رکورد شماره ۵ تا ۸) ۱۰۸
شکل ۲-۱۴ محیط مدل سازی نرم افزار EERA ۱۱۲
شکل ۲-۱۴ منحنی تغییرات مدول برشی و میرایی نسبت به کرنش برشی در مصالح رسی بکار رفته برای تحلیل پاسخ آبرفت ۱۱۴
شکل ۲-۱۵ منحنی تغییرات مدول برشی و میرایی نسبت به کرنش برشی در مصالح ماسه ای بکار رفته برای تحلیل پاسخ آبرفت ۱۱۴
شکل ۳-۱ منحنی سرعت میانه تجاوز سالیانه به ازای بزرگاهای مختلف برای محدوده مطالعاتی ۱۱۷
شکل ۳-۲ منحنی احتمال وقوع زلزله بازای بزرگاهای مختلف در ۵۰ سال برای محدوده مطالعاتی ۱۱۷
شکل ۳-۳ نقشه توزیع شتاب سنگ کف لرزه ای در گستره شهر تبریز ۱۲۱
شکل ۳-۴ نقشه توزیع بیشینه شتاب سطح زمین در گستره شهر تبریز ۱۲۲
شکل ۳-۵ نقشه توزیع پریود طبیعی آبرفت در گستره شهر تبریز ۱۲۳
شکل ۳-۶ نقشه توزیع ضریب تقویت آبرفت در محدوده پریودهای ۰/۲ تا ۰/۵ ثانیه ۱۲۴
شکل ۳-۷ نقشه توزیع ضریب تقویت آبرفت در محدوده پریودهای ۰/۵ تا ۱ ثانیه ۱۲۵
شکل ۳-۸ نقشه توزیع ضریب تقویت آبرفت در محدوده پریودهای ۱ تا ۱/۵ ثانیه ۱۲۶
شکل ۳-۹ نقشه توزیع ضریب تقویت آبرفت در محدوده پریودهای ۱/۵ تا ۲ ثانیه ۱۲۷
شکل ۳-۱۰ منحنی های تقویت آبرفت مقاطع برای شتابنگاشتهای انتخاب شده در تحلیل آبرفت برای چند مقطع ۱۲۸
شکل ۳-۱۱ منحنی های توزیع مقادیر بیشینه شتاب در عمق برای شتابنگاشتهای انتخاب شده در تحلیل آبرفت برای چند مقطع ۱۲۹
شکل ۳-۱۲ مقادیر بیشینه شتاب زمین با احتمال ۱۰ درصد در ۵۰ سال برای نقاط مختلف ایران (منبع : USGS) ۱۳۱
شکل ۳-۱۳ میانگین طیف های پاسخ نرمال شده در هر یک از مقاطع ژئوتکنیکی به ازای شتابنگاشتهای ورودی ۱۳۲
شکل ۳-۱۴ مقادیر ضرایب بازتاب برای انواع زمینها برای مناطق با خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد (آیین نامه ۲۸۰۰ ایران) ۱۳۳

مقدمه

مقدمه

امروزه از زلزله بعنوان یکی از مخربترین عوامل طبیعی که باعث تخریب سازه های ساخت بشر می گردد نام برده می شود. اگر چه در مورد علل اصلی ایجاد زلزله فرضیات مختلفی وجود داشته و هنوز قطعیت آنها به اثبات نرسیده ولی با پیشرفت علم و بویژه علوم مهندسی عمران و زلزله با ثبت حرکات لرزه ای در اثر زلزله های بوجود آمده و بررسی خرابیهای ایجاد شده در سازه های مختلف اطلاعات زیادی در مورد چگونگی عملکرد امواج زلزله، نحوه رفتار سازه ها در برابر زلزله و راههای پیشگیری و یا کاهش خسارات ناشی از زلزله در دسترس می باشد که با وقوع زلزله های جدیدتر و نیز از طریق انجام مطالعات در زمینه مهندسی زلزله بر حجم و دقت این داده ها همواره افزوده می گردد. از میان عوامل ایجاد موج زلزله، عوامل زمین ساختی بیشتر مورد توجه بوده و غالب زلزله ها و بویژه زلزله های شدید در اثر این عوامل بوقوع می پیوندند. در اثر این عوامل با حرکت توده های سنگی در محل گسل ها بطور ناگهانی مقادیر زیادی انرژی در داخل زمین آزاد می شود که به صورت امواج زلزله آشکار می شوند. این امواج به شکل امواج حجمی در یک فضای سه بعدی منتشر شده و از میان توده های سنگی و یا لایه های آبرفتی واقع بر این توده ها به حرکت در می آیند. از دیدگاه مهندسی اهمیت زلزله به لحاظ تاثیراتی است که این زلزله ها در سازه هایی نظیر سدها، نیروگاهها، پل ها، مناطق مسکونی میگذارند. در اکثر موارد این سازه ها نه در سطح توده های سنگی بلکه بر روی سطح زمین یعنی بر روی لایه های آبرفتی واقع بر سنگ بستر بنا می شوند. این سازه ها غالباً در بالای محل گسل ها یا محل شروع و تولید امواج زلزله بنا نشده اند، بلکه در فواصل مختلفی نسبت به کانون زلزله قرار می گیرند. امواج زلزله با دور شدن از کانون و نیز گذشتن از لایه های آبرفتی دستخوش تغییر و تحولاتی می شوند که عوامل مربوط به فاصله نقاط از کانون زلزله تحت عنوان تاثیر مسیر و عوامل مربوط به لایه های آبرفتی واقع بر سنگ بستر تحت عنوان تاثیر ساختگاه شناخته می شوند.

مساله تاثیر ساختگاه بر حرکات لرزه ای سطح زمین از اوایل قرن بیستم مورد توجه محققین و دانشمندان قرار گرفته است. آنان با بررسی آثار ایجاد شده در اثر امواج زلزله در نقاط مختلف یک

ساختگاه و همچنین شرایط لایه های آبرفتی محل، تاثیر ساختگاه را در تغییر خصوصیات مختلف امواج زلزله مورد ارزیابی قرار داده اند. این بررسیها تا به امروز نیز ادامه داشته و پس از وقوع زلزله های جدید در نقاط مختلف دنیا تحقیقات زیادی در ارتباط با چگونگی تاثیر ساختگاه بر شدت این زلزله ها صورت می گیرد. از لحاظ مهندسی امواج زلزله با سه مشخصه شتاب حداکثر، محتوای فرکانسی و مدت زمان لرزش مورد مطالعه قرارمی گیرند، که این مشخصه ها را می توان مستقیماً از شتابنگاشت های بدست آمده در اثر این امواج استخراج نمود. تاثیر شرایط ساختگاه تغییر این مشخصه ها در اثر وجود لایه های آبرفتی بر روی سنگ بستر و همچنین در اثر توپوگرافی یا دیگر شرایط هندسی ساختگاه می باشد. یعنی چنانچه شتابنگاشت یک زلزله در سطح سنگ بستر بدست آمده باشد، وجود لایه آبرفتی در حد فاصل سنگ بستر و سطح زمین یا خصوصیات هندسی سطح زمین از قبیل دره ها و قله ها باعث تغییر مشخصه های شتابنگاشت در سطح زمین و حتی اعماق مختلف لایه آبرفتی می گردد. این پدیده ها بعلت رفتار دینامیکی آبرفت ایجاد می شود. این رفتار از عوامل مختلفی نظیر خصوصیات دینامیکی لایه ها، موقعیت لایه ها، موقعیت سنگ بستر یا عمق آبرفت، خصوصیات هندسی و توپوگرافی سطحی ساختگاه متاثر می باشد.

در تحقیق حاضر تحلیل خطر زلزله برای مناطق مختلف شهر تبریز انجام گرفته و سپس تاثیر شرایط لایه های آبرفتی منطقه بر حرکات لرزه ای سنگ بستر با انجام تحلیل پاسخ آبرفت مورد ارزیابی قرار می گیرد.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱ مقدمه

بطور کلی دو عامل اساسی در مقابل تاثیرات تخریبی زلزله در نظر گرفته میشود. ایمنی سازه در مقابل زلزله و ایمنی محل احداث سازه. عامل اول با توجه به اینکه انتخاب و طراحی و ساخت آن در دست بشر است تا حدود زیادی قابل کنترل می باشد ولی تشخیص عملکرد عامل دوم تحت اثر زلزله امری بسیار دشوار و پیچیده می باشد. مخاطراتی نظیر لغزش ها، روانگرایی، تشدید حرکات زمین و جابجایی گسل ها جزء مواردی است که تا حدود زیادی از کنترل بشر خارج می باشند. نحوه مقابله با این مخاطرات به دو صورت است، یا سازه در محل هایی که در معرض این مخاطرات می باشد ساخته نشود و در غیر این صورت باید مقاومت و عملکرد مناسبی در اثر این عوامل از خود نشان دهد و این امر میسر نمی شود مگر اینکه در محل احداث سازه مطالعات مناسبی صورت گیرد.

در طبیعت پدیده ها به سه بخش تقسیم می شوند :

- پدیده های معین
- پدیده های نا معین
- پدیده های تصادفی

زمین لرزه و نیروهای ناشی ازآن معین نمی باشند بلکه بایستی با استفاده از اطلاعات گذشته و بکار گیری علم احتمالات به بررسی تاثیرات و برآورد پارامتر های طراحی لرزه ای اقدام نمود. تحلیل خطر لرزه ای بطوریکه در آیین نامه های طراحی لرزه ای و دستورالعمل های بررسی آسیب پذیری و مقاوم سازی آمده است، ابزاری بسیار ضروری برای محاسبه و برآورد پارامترهای جنبش نیرومند زمین برای زمینلرزه محتمل در آینده در سایت مورد نظر می باشند. در این آیین نامه ها و دستور العمل ها به ازای هر سطح عملکرد مورد انتظار از سازه پارامترهای زمین لرزه احتمالی در آینده با در نظر گرفتن دوره بازگشت مربوط به آن سطح عملکرد مورد انتظار برای سایت مورد نظر برآورد می گردد. تحلیل خطر زلزله بر آورد برخی از پارامترهای طراحی لرزه ای جنبش نیرومند زمین برای زمین لرزه محتمل در آینده با استفاده از دانش گذشته می باشد.

نتایج بدست آمده از تحلیل خطر فقط در زمین های سنگی و سخت قابل استفاده می باشد. این نتایج می تواند به مقدار قابل ملاحظه ای در زمین های با لایه سست بسته به جنس، تراکم و عمق لایه خاک تغییر نماید. روشهای تحلیل مختلفی برای ارزیابی اثرات ساختگاهی ناشی از شرایط خاک محل بر پاسخ لرزه ای سطح زمین وجود دارد. اغلب این روشها بر فرض انتشار قائم امواج از سنگ کف به سمت بالا مبتنی هستند. نتایج حاصل از روشهای تحلیل غیر خطی مبتنی بر این فرض، همخوانی خوبی با مشاهدات صحرایی داشته و استفاده از این روشها در مهندسی زلزله برای پیش بینی پاسخ لرزه ای لایه های خاک افزایش چشمگیری یافته است.

تعیین ویژگیهای دینامیکی لایه های خاک و انتخاب حرکت ورودی مناسب برای سنگ بستر در تحلیل دینامیکی اهمیت ویژه دارند. برای انجام مراحل مختلف تحلیل نیاز به پارامترهایی است که باید بررسی شوند. انتخاب نادرست هر کدام از این پارامترها منجر به نتایج دور از واقعیت خواهد شد. انتخاب صحیح این پارامترها، اطلاعات و تجربه کافی در زمینه رفتار دینامیکی و استاتیکی خاک، لرزه شناسی، لرزه زمین ساخت و مهندسی زلزله را می طلبد.

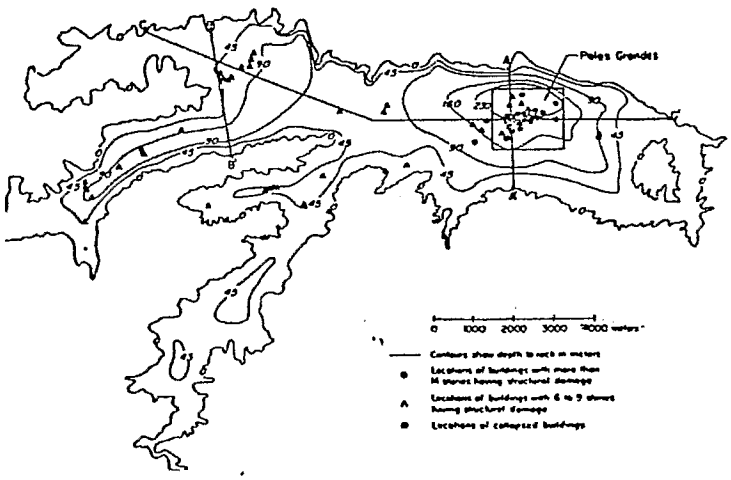
۱-۲ شواهد تاریخی از تاثیر شرایط ساختگاهی بر مشخصات زلزله

جهت آشنایی بیشتر با مفهوم و چگونگی تاثیر شرایط ساختگاهی بر مشخصات زلزله در گذشته بعنوان نمونه هایی از شواهد تاریخی، در این بخش به زلزله کاراکاس (۱۹۶۷) و زلزله منجیل و رودبار (۱۹۹۰) اشاره خواهد شد.

۱-۲-۱ زلزله کاراکاس

زلزله ۱۹۶۷ کاراکاس (ونزوئلا) با بزرگی ۶/۴ در مقیاس ریشتر رخ داد. فاصله مرکز زمین لرزه تا شهر کارکاس حدود ۵۰ کیلو متر بود. این زلزله باعث تخریب ۴ آپارتمان ۱۰ تا ۱۲ طبقه و آسیب دیدن یک ساختمان ۱۲ طبقه در حومه شهر کاراکاس گردید. تخریب ساختمانهای با تیپ معین در نواحی بخصوص را میتوان یکی از مهمترین نتایج این زلزله دانست. هر ۴ آپارتمان بطور کامل ویران شدند و تقریباً تمامی ساختمانهای بیش از ۱۴ طبقه ای که خرابی هایی در آنها رخ داد، همگی در ناحیه ای موسوم به Palos Grandes واقع در شرق کاراکاس قرار گرفته بودند. وضعیت توپوگرافی شهر کاراکاس در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.

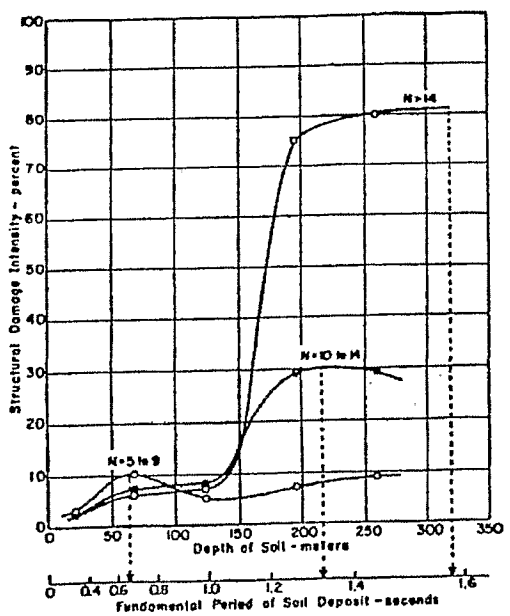
بررسی وضعیت توپوگرافی و ضخامت لایه های آبرفتی در نقاط مختلف شهر حاکی از آن بوده که خصوصیات دینامیکی خاک در سطح شهر تقریباً ثابت می باشد. تنها عامل متغیر در سطح شهر ضخامت آبرفت بود. به همین دلیل تفاوتهای مشاهده شده در میزان بروز ویرانی ها در ساختمانهای مشابه را به تغییرات ضخامت آبرفت در سطح شهر میتوان ارتباط داد.



شکل(۱-۱)- وضعیت توپوگرافی شهر کاراکاس

(منبع : Seed و همکاران، ۱۹۷۲)

بررسی خرابی های زمین لرزه کاراکاس و تحلیل های انجام گرفته بعدی بیانگر این موضوع می باشد که در هر محل پریود طبیعی آبرفت و پریود طبیعی ساختمانها به یکدیگر نزدیک شده اند، شدت خرابی ها بالا رفته است و به اصطلاح پدیده تشدیده روی داده است. این موضوع در شکل (۱-۲) نشان داده شده است. این مساله اهمیت بررسی تاثیر شرایط ساختگاه بر مشخصات زلزله را آشکار می نماید.



شکل (۱-۲)- ارتباط بین حجم خرابی ساختمانهای مختلف نسبت به پریودهای اولیه محاسبه شده برای لایه های آبرفتی

(منبع : جعفری و همکاران، ۱۳۷۳)