وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری
دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
دانشکده فنی و مهندسی
گروه عمران

پایان نا مه مقطع کارشنا سی ارشد، رشته مهندسی عمران – سازه

اندازه گیری میکروتریمور برای تعیین مشخصات دینامیکی خاک، جهت ریز پهنه بندی لرزه ای بازار تبریز

استاد راهنما :
دکتر عبد الحسین فلاحی

استاد مشاور:
دکتر حسین سلطانی جیقه

پژوهشگر :
فرزاد میلانی

شهریور–۹۲
تبریز / ایران

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به:

به بهترینهای زندگیم،

پدر و مادر عزیزم

که آنقدر بزرگ بودند که نمی دانم چگونه از زحماتشان تشکر کنم.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله پس از استعانت از پروردگار متعال، از زحمات بی دریغ و راهنمایی های ارزشمند استاد راهنمای ارجمند جناب آقای دکتر عبدالحسین فلاحی تشکر و قدردانی می کنم.

از جناب آقای پروفسور Masakatsu Miyajima استاد دانشگاه کانازاوا ژاپن که سرپرستی هیات ژاپنی همکاری کننده با دانشگاه شهید مدنی آذربایجان را در زمینه مطالعات لرزه‌ای متعدد در سطح شهر تبریز و در محل بناهای مهم تاریخی این شهر بر عهده داشتند و کمک های ارزشمندی در مقطعی که دستگاه ریز لرزه نگار مشکل فنی داشت، به اینجانب نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقای دکتر مقداد سمائی نوروزی که بنده را دلسوزانه در تمامی مراحل انجام این تحقیق یاری نموده و تجربه های ارزشمند خود را در رابطه با موضوع تحقیق در اختیار اینجانب گذاشتند، صمیمانه تقدیر و تشکر می نمایم.

از جناب آقای پروفسور Masaho Yoshida استاد کالج فنی ملی فوکوئی که با ارهنمایی های ارزشمند خود در زمینه استفاده از روش جدید و کارآمد درون یابی کریجینگ با معرفی منابع و مآخذ معتبر و پاسخ گویی به سوالات اینجانب، بنده را یاری نمودند، کمال تشکر و قدر دانی را دارم.

از جناب آقای مهندس مجتبی کمانی دانشجوی ارشد زمین شناسی که با توجه به تخصصی که در زمینه علم سنجش از راه دور (GIS) داشتند، ضمن آموزش نرم افزارArc-GIS ، تجربه های ارزشمند خویش را در زمینه های تهیه نقشه های رستری (پیوسته)، در اختیار بنده گذاشتند، صمیمانه تقدیر و تشکر می نمایم.

از سازمان فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان به خاطر همکاری های مستمر در مطالعات مختلف بازار تبریز، به ویژه آقای مهندس حسین اسمعیلی سنگری مدیر محترم پایگاه فرهنگی تاریخی بازار تبریز جهت همکاری صمیمانه و صدور مجوزهای پیاپی برای ورود به راه روهای اصلی بازار در شب هنگام، کمال تشکر وقدردانی را دارم.

از فرماندهی محترم کلانتری ۱۶ تبریز و همه ی مامورین گشت که ضمن ایجاد امنیت برای اینجانب و همکارانم، همکاری های ارزشمندی در جهت انجام اندازه گیری ها در محیطی آرام و بی سر و صدا نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

و در پایان از مهندس موسی پاکجو، مهندس احد شعری، برادارم مهندس وحید میلانی و بار دیگر جناب آقای دکتر فلاحی که بنده را در ثبت رکورد در بازار تبریز همراهی می نمودند و آقای مهندس رضا امیراصلان زاده که زحمت انتقال دستگاه میکروتریمور به ژاپن را جهت تعویض دستگاه معیوب نمودند، کمال تشکر وقدردانی می نمایم.

فرزاد میلانی

شهریور ۱۳۹۲

تبریز، ایران

فهرست مطالب

عنوان

فهرست جداول

فهرست اشکال

چکیده

فصل اول : کلیات

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- مروری بر برخی فعالیت های انجام شده در این زمینه ۳

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق ۶

۱-۴- مروری بر فصول ۷

فصل دوم : بررسی تاثیرات ساختگاهی و ریزپهنه بندی لرزه ای

۲-۱- مقدمه ۱۰

۲-۲- پدیده های ویرانگر زلزله ۱۰

۲-۳- بررسی زلزله از دیدگاههای مختلف ۱۲

۲-۴- تعریف مفاهیم اصلی در حرکت لرزه ای زمین ۱۴

۲-۵- عوامل موثر بر حرکت لرزه ای زمین ۱۷

۲-۵-۱- عوامل مربوط به منبع زمین لرزه ۱۸

۲-۵-۲- تاثیر مسیر حرکت امواج بر حرکت لرزه ای ۱۹

۲-۵-۳- تاثیرات شرایط ساختگاهی محل بر حرکت لرزه ای ۲۲

۲-۶- تاثیر وضعیت خاک محل بر حرکت لرزه ای ۲۳

۲-۷- شواهد تاریخی مهم در رابطه با تاثیر وضعیت خاک محل ۲۵

۲-۷-۱- زلزله ۱۹۶۷ کاراکاس (ونزوئلا) ۲۵

۲-۷-۲- زلزله ۱۹۸۵ مکزیکوسیتی ۲۷

۲-۷-۳- زلزله ۱۹۸۶ کالاماتا (یونان) ۲۹

۲-۷-۴- جمع بندی نهایی از بحث تاثیر شرایط خاک محل بر حرکت لرزه ای ۳۴

۲-۸- پهنه بندی لرزه ای ۳۴

۲-۹- انواع روشها و نقشه های ریز پهنه بندی ۳۵
۲-۱۰- پهنه بندی از دیدگاه تاثیرات ساختگاهی بر روی حرکت لرزه ای سطح زمین ۳۶
۲-۱۱- پهنه بندی لرزه ای بر اساس تاثیر شرایط خاک ۳۷
۲-۱۲- انواع مختلف پهنه بندی بر حسب دقت ۳۸
۲-۱۲-۱- بررسی اثرات وضعیت محل برای پهنه بندی با دقت کم ۳۸
۲-۱۲-۱-۱- بررسی شدت زلزله های گذشته و آسیبهای ناشی از آن ۳۹
۲-۱۲-۱-۲- بررسی زمین شناسی سطحی ۴۰
۲-۱۲-۲- بررسی اثرات وضعیت محل برای پهنه بندی با دقت متوسط ۴۳
۲-۱۲-۲-۱- مطالعات ژئوتکنیکی ۴۳
۲-۱۲-۲-۲- طبقه بندی زمین ۴۴
۲-۱۲-۲-۳- استفاده از میکروتریمورها ۴۶
۲-۱۲-۲-۴- استفاده از سرعت موج برشی لایه های سطحی خاک ۴۸
۲-۱۲-۳- بررسی اثرات وضعیت ساختگاه برای پهنه بندی با دقت زیاد ۵۰
۲-۱۲-۳-۱- تحلیل یک بعدی لایه های خاک ۵۰
۲-۱۲-۳-۲- تحلیل دو یا سه بعدی ۵۱
۲-۱۲-۳-۳- تحلیل غیر خطی ۵۱
۲-۱۳- انواع ریز پهنه بندی لرزه ای از نقطه نظر کاربرد ۵۱
۲-۱۳-۱- ریز پهنه بندی با کاربری مستقیم در طراحی سازه ها ۵۲
۲-۱۳-۲- ریز پهنه بندی با هدف ارزیابی پتانسیل خرابی و برنامه ریزی شهری ۵۳

فصل سوم : معرفی بازار تبریز

۳-۱- نگاهی کلی بر بازار تبریز ۵۶
۳-۲- عناصر و اجزای تشکیل دهنده بازار تبریز ۵۶
۳-۳- آمار و اطلاعات وسعت بازار تبریز ۵۷
۳-۴- مروری بر روند ثبت جهانی بازار تبریز ۵۷
۳-۵- تحلیل گسل شمال تبریز و موقعیت بازار تبریز در این گسل ۵۹
۳-۶- جمع بندی ۶۳

فصل چهارم : کاربرد میکروتریمورها در ریز پهنه بندی

۴-۱- مقدمه ۶۶

۴-۲- میکروتریمورها **و** خواص فیزیکی آنها ۶۷

۴-۲-۱- مکانیزم رفتار دستگاه اندازه گیری میکروتریمورها ۶۹

۴-۲-۲- روش های مختلف آنالیز میکروتریمورها ۷۰

۴-۲-۲-۱- روش دامنه طیفی ۷۱

۴-۲-۲-۲- روش نسبت طیفی نسبت به ایستگاه مرجع ۷۲

۴-۲-۲-۳- روش نسبت طیفی مولفه افقی به قائم (H/V). ۷۲

۴-۳- عوامل تاثیر گذار بر پردازش میکروتریمورها ۷۴

۴-۳-۱- شرایط رکوردگیری میکروتریمورها ۷۵

۴-۳-۲- طول پنجره ۷۶

۴-۴- کاربرد اندازه گیری میکروتریمورها در بررسی وضعیت خاک محل ۷۷

۴-۴-۱- بررسی حالت تشدید لایه‌های رسوبی با استفاده از میکروتریمورها در محدودهٔ پریود ۱ تا ۵ ثانیه در مناطق زلزله زده Hachinohe ، Amori ، Miyako (ژاپن) ۷۸

۴-۴-۱-۱- مقایسه بین نتایج ناشی از میکروتریمورها و زلزله ۸۷

۴-۴-۱-۲- نتیجه مطالعات ۸۸

۴-۴-۲- بررسی تاثیر شرایط ساختگاه بر تفاوت خرابی ساختمانها در زلزله بم..... ۸۹

۴-۴-۳- ریز پهنه بندی شهر تبریز با استفاده از میکروتریمورها..... ۹۱

۴-۴-۴- مطالعات خرد لرزه -سنجی جهت تعیین نوع ساختگاه در محدوده شهر سراوان..... ۹۲

۴-۴-۴-۱- اعتبار و صحت سنجی نتایج ۹۴

۴-۵- نقدی بر اعتبار و قابلیت کاربرد روش استفاده از میکروتریمورهابرای تعیین واکنش محل.... ۹۵

۴-۵-۱- نتیجه گیری ۹۹

فصل پنجم : مروری گذرا بر مبانی تئوری انواع روش های درون یابی و بررسی روش های تخمینی زمین آمار (کریجینگ)

۵-۱- مقدمه ۱۰۱

۵-۲- مبانی نظری برخی روش های درون یابی پر کاربرد ۱۰۲

۵-۲-۱- روش وزن دهی عکس فاصله (IDW) ۱۰۲
۵-۲-۲- روش درون‌یابی موضعی (LP) وتخمین گر عام (GP) ۱۰۳
۵-۲-۳- روش اسپلاین(Spline) ۱۰۴
۵-۲-۴- روش تابع شعاعی (RBF) ۱۰۴
۵-۲-۵- روش های درون یابی زمین آمار(Kriging) ۱۰۵
۵-۲-۵-۱- کاربرد سمی واریوگرام (Semi – variogram) در درون یابی کریجینگ ...۱۰۷
۵-۲-۵-۲- انواع کریجینگ بر حسب مشخصات ساختار فضایی ۱۱۰
۵-۳- معرفی معیارهای اعتبار سنجی روش های درون یابی ۱۱۳
۵-۳-۱- نمودار پراکنش مقادیر مشاهده ای و برآوردی ۱۱۳
۵-۳-۲- روش خطای ریشه دوم میانگین مربع خطا ۱۱۴

فصل ششم : پردازش میکروتریمورهای اندازه گیری شده درسطح بازار تبریز جهت تعیین اثر ساختگاه

۶-۱- مقدمه ۱۱۷
۶-۲- عملیات اندازه گیری میکروتریمورها در سطح بازار تبریز ۱۱۸
۶-۳- محاسبه نسبت H/V طیف فوریه ۱۲۴
۶-۳-۱- بررسی روش تهیه طیف در آنالیز داده های میکروتریمور ۱۲۴
۶-۳-۱-۱- تبدیل فوریه امواج پیوسته (CFT) ۱۲۵
۶-۳-۱-۲- تبدیل فوریه امواج گسسته (DFT) ۱۲۵
۶-۳-۱-۳- تبدیل سریع فوریه (FFT) ۱۲۶
۶-۳-۲- طول پنجره ۱۲۷
۶-۳-۳- **هموار کردن** Smoothing **طیف فوریه** ۱۲۸
۶-۳-۴- روند اجرای پردازش داده های میکروتریمور با استفاده از نرم افزار J-Sesame ... ۱۲۹
۶-۳-۴-۱- روند استخراج فرکانس طبیعی از نمودار H/V محاسبه شده نرم افزار وارائه نتـایج کلی ۱۳۳

۶-۴- اعتبار و صحت سنجی نتایج ۱۴۳
۶-۴-۱- گزارش آزمایش خاک در یکی از ایستگاه های اندازه گیری میکروتریمور ۱۴۳
۶-۴-۱-۱- روش ها و تجهیزات مورد استفاده ۱۴۶
۶-۴-۱-۲- نتایج آزمایش Down Hole در گمانه محل چهار سوق نزدیک تیمچه ملک... ۱۴۸
۶-۴-۲- محاسبه دوره تناوب طبیعی خاک از نتایج حاصل از آزمایش خاک ۱۵۰
۶-۴-۳- مقایسه و نتیجه گیری ۱۵۲

فصل هفتم : بررسی روش های مختلف درون یابی جهت تهیه نقشه های ریز پهنه بندی لرزه ای در بازار تبریز و ارائه نقشه های ریزپهنه بندی با کمترین خطا

۷-۱- روند تهیه نقشه های ریز پهنه بندی در بازار تبریز با استفاده از نرم افزار Arc-GIS ۱۵۶
۷-۱-۱- تهیه نقشه هوایی از موقعیت ایستگاه های اندازه گیری میکروتریمور با استفاده از مختصات جغرافیایی نقاط ۱۵۶
۷-۱-۲- معرفی اطلاعات نقاط به نرم افزار وتهیه Arc-GIS ۱۵۹
۷-۱-۲-۱- نگاه کلی به نرم افزارArc-GIS ۱۵۹
۷-۱-۲-۲- معرفی اطلاعات به نرم افزارArc-Map ۱۶۰
۷-۱-۲-۳- انجام روش های مختلف درون یابی بر روی داده ها ۱۶۵
۷-۲- ارائه نقشه های ریز پهنه بندی ۱۶۷
۷-۲-۱- نقشه ریز پهنه بندی بازار تبریز بر اساس فرکانس طبیعی ۱۷۱
۷-۲-۲- نقشه ریز پهنه بندی بازار تبریز بر اساس پریود طبیعی (Filled Contours)..... ۱۷۲
۷-۲-۳- نقشه ریز پهنه بندی بازار تبریز بر اساس ضریب بزرگ نمایی نسبی ۱۷۳
۷-۳- نتیجه گیری ۱۷۴
۷-۴- پیشنهادات ۱۷۸
پیوست الف – نرم افزار J-Sesame ۱۷۹
پیوست ب - نمودارهای خط ایده آل نظری برای درون یابی های کریجینگ (مطالعه موردی فرکانس طبیعی) ۱۹۱
فهرست منابع و مآخذ ۱۹۶

فهرست اشکال

شکل (۲-۱) - عوامل مؤثر در شدت اثر تخریبی زمین لرزه..... ۱۱

شکل(۲-۲) - میانگین اوج شتاب افقی مشاهده شده و پیش بینی شده برای زمین لرزه ۱۵ اکتبر ۱۹۷۹ دره امپریال..... ۲۱

شکل (۲-۳) - مقادیر متوسط شتاب های حداکثر در سنگ..... ۲۱

شکل (۲-۴) - تغییرات پریود طبیعی شتاب بر حسب فاصله مؤثر از گسل(سید و ادریس ۱۹۷۹)..... ۲۲

شکل(۲-۵) - نگاشتهای شتاب در سطح و زیر زمین که در اورایاسو ژاپن بدست آمده اند و اثر تشدید محلی را نشان می دهد ۲۴

شکل(۲-۶) - شتاب سنگ کف و تشدید ناشی از خاک در نقاط مختلف در زلزله ۱۹۷۷ رومانی..... ۲۵

شکل (۲-۷) – رابطه بین ساختمانهای تخریب شده و ضخامت آبرفت در زلزله ۱۹۶۷ کاراکاس..... ۲۶

شکل (۲-۸) – ارتباط حجم خرابی های شهر کاراکاس در زلزله ۱۹۶۷ با ضخامت آبرفت و تعداد طبقات ساختمانها..... ۲۷

شکل (۲-۹) – طیف های پاسخ شتاب در نقاطی با ضخامت آبرفت مختلف در مکزیکوسیتی (زلزله ۱۹۸۵)..... ۲۹

شکل (۲-۱۰) – موقعیت گسلهای فعال و کانون زمین لرزه و پسلرزه های زلزله ۱۹۸۶ نسبت به شهر کالاماتا..... ۳۰

شکل(۲-۱۱) – مقطع ژئوتکنیکی شمالی-جنوبی شهر کالاماتا و مقطع تیپ آبرفت در دو بخش ساحلی و مرکز شهر..... ۳۱

شکل(۲-۱۲) - نحوه توزیع شتاب در راستای شمالی-جنوبی..... ۳۲

شکل (۲-۱۳) – مقطع ژئوتکنیکی غربی- شرقی شهر کالاماتا و مقایسه سرعت امواج برشی در بخشهای مختلف این مقطع ۳۳
شکل (۲-۱۴) – نقشه مناطق هم شدت برای شهر سانفرانسیسکو در حین زلزله سال ۱۹۰۶ ..... ۴۰
شکل (۲-۱۵) – طبقه بندی زمین در پهنه شهر توکیو در سال ۱۹۵۵..... ۴۵
شکل(۲-۱۶) – طیف پاسخ انواع آبرفتها جهت طراحی سازه های بتنی در ژاپن..... ۴۶
شکل (۲-۱۷) – گروه بندی خاک با استفاده از پریود ماکزیمم میکروتریمورها..... ۴۷
شکل (۲-۱۸) – گروه بندی خاک با استفاده از دامنه حداکثر پریود طبیعی میکروتریمورها..... ۴۸
شکل (۲-۱۹) – مقایسه ضرایب بزرگن مایی نسبی ارائه شده توسط محققین مختلف..... ۴۹
شکل (۲-۲۰) – شکلهای طیفی پیشنهادی سید و ادریس ۱۹۸۳ برای آبرفتهای چهارگانه..... ۵۳
شکل (۲-۲۱) – طیف های پاسخ مقیاس شده ای که در آیین نامه های آمریکا بکار رفته اند..... ۵۳
شکل (۲-۲۲) – ریز پهنه بندی شهر تبریز بر اساس پریود الاستیکی خاک..... ۵۴
شکل (۳-۱) – نقشه کلی بازار تبریز..... ۵۷
شکل(۳-۲) - روندهای بنیادی در ناحیه تبریز- دریاچه ارومیه..... ۶۰
شکل (۳-۳) - نقشه تفصیلی روند شکستگی های بنیادی و خطواره های پیرامون تبریز، تهیه شده بر اساس تصویرهای ماهواره ای و بازدید های صحرایی..... ۶۱
شکل (۳-۴) - موقعیت گسل تبریز در کنار شهر تبریز و بازار..... ۶۲
شکل (۳-۵) - سناریوهای گسیختگی گسل..... ۶۳
شکل (۴-۱) - یک نمای شماتیک ازفرضیات بکار گرفته شده در روش‌های مختلف تعیین اثر ساختگاه..... ۷۱

شکل (۴-۲) - مدل ساده فرض شده توسط ناکامورا (۱۹۸۹) برای تفسیرمیکروتریمورها..... ۷۳

شکل (۴-۳) - نقاط اندازه گیری میکروتریمورها در منطقه Hachinohe..... ۸۱

شکل(۴-۴) - طیف توان میکروتریمورها برای نقاط مختلف در Hachinohe..... ۸۲

شکل (۴-۵) - ارتباط پریودهای طبیعی با وضعیت لایه‌های زیر زمین در Hachinohe..... ۸۳

شکل (۴-۶) - نقشه زمن شناسی و خطوط هم عمق برای سنگ بستر در Amori..... ۸۴

شکل (۴-۷) - نقاط اندازه گیری میکروتریمورها در منطقه Amori ۸۴

شکل(۴-۸) - طیف توان میکروتریمورها برای نقاط مختلف در Amori..... ۸۵

شکل (۴-۹) - ارتباط پریودهای طبیعی با وضعیت لایه رسوبی در طول خط اندازه‌گیری میکروتریمورها در Amori ۸۶

شکل(۴-۱۰) - نقاط اندازه گیری میکروتریمورها در منطقه Miyako..... ۸۶

شکل(۴-۱۱) - مقایسه بین طیف توان میکروتریمورها برای چهار نقطه اندازه گیری در Miyako..... ۸۷

شکل (۴-۱۲) - طیف واکنش سرعت برای رکوردهای زلزله Takachi-ohi در شهرهای Hachinohe ، Amori و Miyako..... ۸۸

شکل (۴-۱۳) - نمودارهای نسبت طیفی فوریه H/V برای ۵ قطعه از میکروتریمورهای کم نویز، همراه با متوسط آنها (به صورت پررنگ) برای ۴۰ رکورد انجام شده (ایستگاههای ۳۲ تا ۴۰)..... ۹۲

شکل (۴-۱۴) - مقادیر پریود طبیعی زمین سطحی در هر ایستگاه به همراه نقشه همتراز نظیر..... ۹۳

شکل (۴-۱۵) - طیف میانگین نسبتهای طیفی هموار شده..... ۹۲

شکل (۴-۱۶) – نمودار نسبت طیفی بعد از نرم شدن..... ۹۳
شکل (۴-۱۷) –ن قشه هم پریود طبیعی ساختگاه در ساختگاه شهر سراوان..... ۹۴
شکل (۴-۱۸) – نقشه هم ضریب بزرگ نمایی ساختگاه شهر سراوان..... ۹۴
شکل (۴-۱۹) – جانمایی موقعیت گمانه هایی که در آنها آزمون درون گمانه ای انجام شده است..... ۹۷
شکل(۵-۱) - تاثیر عامل توان m بر وزن نسبی در روش درون یابی IDW ۱۰۳
شکل (۵-۲) - مقایسه روش کار تابع شعاعی (RBF) با وزن دهی عکس فاصله (IDW) ۱۰۵
شکل (۵-۳) – تقسیم بندی کلی مدل های برازش واریوگرام ها ۱۰۸
شکل (۵-۴) – پارامترهای اساسی نمودار واریوگرام ۱۰۹
شکل (۵-۵) – نمودارهای برازش رایج ترین مدل های واریو گرام ۱۱۰
شکل (۵-۶) – دو نمونه از سمی واریوگرام هایی که در آنها روند و تناوب مشاهده می شود ۱۱۲
شکل (۵-۷) - نمونه ای از نمودار مقادیر مشاهده ای در مقابل مقادیر برآورد شده با یک روش درون یابی ۱۱۴
شکل (۶-۱) - دستگاه اندازه گیری میکروتریمور ۱۱۸
شکل (۶-۲) – نقشه هوایی بازار تبریز (پراکندگی ایستگاه های اندازه گیری میکروتریمور) ۱۱۹
شکل (۶-۳) – قسمت اول نقشه پراکندگی ایستگا ه ها ۱۲۰
شکل (۶-۴) – قسمت دوم نقشه پراکندگی ایستگاه ها ۱۲۰
شکل (۶-۵) – قسمت سوم نقشه پراکندگی ایستگاه ها ۱۲۱
شکل (۶-۶) – قسمت چهارم نقشه پراکندگی ایستگا ه ها ۱۲۱
شکل (۶-۷) – قسمت پنجم نقشه پراکندگی ایستگا ه ها ۱۲۲

شکل (۶-۸) – دستگاه اندازه گیری میکروتریمور و باطری ماشین جهت تامین برق مورد نیاز دستگاه ۱۲۳
شکل (۶-۹) – فرمت نوشتاری فایل saf، قابل پردازش توسط نرم افزار J-Sesame ۱۳۱
شکل (۶-۱۰) - پارامترهای تنظیم خودکار انتخاب پنجره ۱۳۱
شکل(۶-۱۱) - پارامترهای پردازش مورد استفاده ۱۳۳
شکل(۶-۱۲) – پنجره های انتخاب شده در رکورد ایستگاه ۲۴ ..... ۱۳۴
شکل (۶-۱۳) - نسبت طیفی قائم محاسبه شده در ایستگاه ۲۴ ..... ۱۳۴
شکل (۶-۱۴) - نسبت طیفی افقی محاسبه شده در ایستگاه ۲۴ ..... ۱۳۵
شکل (۶-۱۵) – نسبت طیفی و دامنه طیفی محاسبه شده تک پنجره راستای قائم در ایستگاه ۲۴ ..... ۱۳۶
شکل (۶-۱۶) – نسبت طیفی و دامنه طیفی محاسبه شده تک پنجره راستای افقی در ایستگاه ۲۴ ..... ۱۳۶
شکل(۶-۱۷) – تصویر شماتیک آزمایش تعیین سرعت موج برش به روش Cross Hole ۱۴۴
شکل (۶-۱۸) – تصویر شماتیک آزمایش تعیین سرعت موج برشی به روش Down Hole ۱۴۵
شکل (۶-۱۹) – فرزکاری و آماده سازی در سر گمانه جهت انجام آزمایش Down Hole ۱۴۷
شکل (۶-۲۰) – اعمال سربار بر روی الوار جهت چفت و بست کامل آن با زمین ۱۴۷
شکل(۶-۲۱) – اعمال ضربه قائم جهت تولید موج فشاری در سر گمانه ۱۴۸
شکل (۶-۲۲) – اعمال ضربه افقی جهت تولید موج برشی در سر گمانه ۱۴۸
شکل (۶-۲۳) – نمای شماتیک محاسبه پریود طبیعی ، طبق آیین نامه طراحی لرزه ای ژاپن ۱۵۱
شکل (۶-۲۴) – موقعیت نزدیکترین ایستگاه ها اندازه گیری میکروتریمور به محل آزمایش PS-Logging ۱۵۳
شکل (۷-۱) – نقشه های هوایی استخراج شده از نرم افزارGoogle Earth ۱۵۸

شکل (۷-۲) – فراخوانی داده های ذخیره شده به صورت فایل اکسل(فرمت csv)(مرحله۱) ۱۶۱
شکل (۷-۳) – فراخوانی داده های ذخیره شده به صورت فایل اکسل(فرمت csv)(مرحله ۲)..... ۱۶۱
شکل (۷-۴) – اختصاص سیستم مختصات به مجموعه نقاط مورد مطالعه(مرحله ۱) ۱۶۲
شکل (۷-۵) – اختصاص سیستم مختصات به مجموعه نقاط مورد مطالعه(مرحله ۲) ۱۶۳
شکل (۷-۶) – لایه event حاصل از فراخوانی فایل excel ۱۶۳
شکل (۷-۷) – تولید shape file از فایل event معرفی شده به نرم افزار ۱۶۴
شکل (۷-۸) – تعیین محدوده مورد مطالعه ۱۶۴
شکل (۷-۹) – محدوده مورد مطالعه جهت ریز پهنه بندی در نرم افزار Arc-GIS ۱۶۵
شکل (۷-۱۰) – مراحل انجام درون یابی در نرم افزار Arc-GIS10 (مرحله۱) ۱۶۶
شکل (۷-۱۱) – مراحل انجام درون یابی در نرم افزار Arc-GIS10 (مرحله۲) ۱۶۷
شکل (۷-۱۲) – نقشه هم فرکانس طبیعی محدوده مورد مطالعه بازار تاریخی تبریز با روش کریجینگ معمولی ۱۷۱
شکل (۷-۱۳)– نقشه هم پریود طبیعی محدوده مورد مطاله بازار تاریخی تبریز با روش کریجینگ عام ۱۷۲
شکل (۷-۱۴) – نقشه هم بزرگ نمایی محدوده ی مورد مطالعه بازار تاریخی تبریز با روش کریجینگ معمولی ۱۷۳
شکل (۷-۱۵) – فرآوانی مقادیر فرکانس طبیعی ساختگاه محدوده مورد مطالعه بازار تبریز طبق رده بندی جدول (۴-۲) ۱۷۶
شکل (۷-۱۶) – فرآوانی مقادیر پریود طبیعی ساختگاه محدوده مورد مطالعه بازار تبریز طبق رده بندی جدول (۴-۲) ۱۷۷

فهرست جداول

جدول (۲-۱) - مجموعه ای از روابط کاهشی شتاب زلزله بر حسب فاصله از گسل..... ۲۰

جدول (۲-۲) – همبستگی بین پریود و ویژگی زمین ساختگاه..... ۳۸

جدول (۲-۴) – نمونه هایی از روابط تجربی سازندهای مختلف زمین شناسی و مقدار متوسط بزرگ نمایی..... ۴۲

جدول(۲-۳) – نمونه هایی از روابط تجربی بین سازندهای مختلف زمین شناسی و تغییرات شدت زلزله..... ۴۱

جدول (۲-۵) – روابط تجربی بین سرعت موج برشی V_s و عدد SPT..... ۴۴

جدول (۲-۶) - طبقه بندی زمین بر اساس آیین نامه ساختمانی ژاپن..... ۴۵

جدول (۲-۷) – روابط بین ضریب بزرگ نمایی نسبی با سرعت موج برشی متوسط..... ۴۹

جدول(۳-۱) - اطلاعات هر سناریو..... ۶۲

جدول (۴-۱) - گروه بندی جنس زمین بر اساس آیین نامه ساختمانی ژاپن..... ۷۸

جدول (۴-۲) - رده بندی اثرهای ساختگاه..... ۹۲

جدول (۶-۱) – مقادیر آستانه پارامترهای پیک وا ضح..... ۱۳۸

جدول (۶-۲) – نتایج تحلیل نمودارهای H/V ایستگاه های اندازه گیری میکروتریمورها در بازار تبریز..... ۱۳۹

جدول (۶-۳) – مشخصات آزمایش Down Hole..... ۱۴۷

جدول (۶-۴) – مقادیر امواج برشی (s) و فشاری(p) و پارامترهای دینامیکی خاک در محل گمانه (بازار تبریز)... ۱۴۹

جدول (۶-۵) – نتایج محاسبه پریود و فرکانس طبیعی درمحل گمانه بازار..... ۱۴۷

جدول (۶-۷) – مقایسه نتایج تحلیل روش نسبت طیفی H/V و تحلیل داده های حاصل از آزمایشPS- Loggin ۱۴۹

جدول (۷-۱) – میزان خطای روش های مختلف درون یابی بر ای پارامتر فرکانس طبیعی..... ۱۵۲

جدول (۷-۲) – کم خطاترین روش های درون یابی برای پارامترهای پریود طبیعی و ضریب بزرگ نمایی... ۱۵۴

جدول (۷-۱) – میزان خطای روش های مختلف درون یابی بر ای پارامتر فرکانس طبیعی..... ۱۶۸

جدول (۷-۲) – کم خطاترین روش های درون یابی برای پارامترهای پریود طبیعی و ضریب بزرگ نمایی... ۱۷۰

چکیده

بطورکلی براساس تجربیات بدست آمده از زلزله های گذشته و بررسی میزان و نحوه توزیع آسیبهای ناشی از آنها برای ایمنی در مقابل مخاطرات ناشی از زلزله، دو عامل اساسی ایمنی سازه و ایمنی ساختگاه یا محل احداث سازه در نظر گرفته می شود. ایمنی ساختگاه در هنگام زلزله بستگی به مخاطرات ژئوتکنیکی و زمین شناسی نظیر زمین لغزش، روانگرایی و تشدید حرکات زمین به علت اثر شرایط ساختگاهی دارد. شرایط ساختگاهی نقش مهمی را در میزان تخریب سازه ها ایفا می کند. یکی از روشهای بررسی و پیش بینی به منظور اجتناب یا مقابله با پدیده های فوق تهیه نقشه های خاص پهنه بندی حاوی اطلاعاتی در مورد پتانسیل های بروز خطرات می باشد.

از طرفی ، از آنجا که سازه های تاریخی بایستی در مقابل زلزله های آینده جان سالم بدر برند، مطالعه روی مشخصات دینامیکی، ارزیابی قابلیت آسیب پذیری و در نهایت تقویت آنها، امری غیر قابل اجتناب می باشد. در این راستا ریز پهنه بندی بازار تاریخی تبریز، با استفاده از اندازه گیری های میکروتریمورها (ریز ارتعاشات)، به صورت تک ایستگاهی در ۶۳ محل، طی چهار مرحله انجام گرفته شده است؛ که طی این تحقیق مقادیر پریود طبیعی (پریود طبیعی) با توجه به مقادیر فرکانس طبیعی مربوطه و بر پایه روش ناکامورا، با استفاده از نرم افزارJ-Sesame برآورد گردیده و سعی شده نتایج مطالعه را با استفاده از اطلاعات کاملی که از آزمایش PS-Logging و Down Hole در یکی از نقاط مورد مطالعه، که توسط هیات ژاپنی با همکاری دانشگاه شهید مدنی آذربایجان و میراث فرهنگی(شرح کامل آزمایش و نتایج آن در یکی از فصول این رساله آمده است)، انجام شده بود مقایسه کنیم، که طی این مقایسه تطابق رضایت بخشی را تجربه نمودیم.

در آخر نقشه های هم پریود طبیعی ، هم فرکانس طبیعی و هم بزرگ نمایی نسبی با استفاده از نرم افزار-Arc GIS، بر پایه تکنیک درون یابی کریجینگ تهیه، و تغییر این پارامترها در گستره مربوطه توسط این نقشه ها بررسی شده اند..

کلید واژه : ریز پهنه بندی، بازار تاریخی تبریز، روش ناکامورا، آزمایش PS-Logging
نرم افزار J-Sesame ، کریجینگ

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

مساله تاثیر ساختگاه بر حرکات لرزه ای زمین از اوایل قرن بیستم مورد توجه محققین و دانشمندان قرار گرفته است. آنان با بررسی آثار ایجاد شده در اثر امواج لرزه در نقاط مختلف ساختگاه و همچنین شرایط لایه های آبرفتی محل، تاثیر ساختگاه را در تغییر خصوصیات مختلف امواج زلزله مورد ارزیابی قرار می دهند. این بررسی ها تا به امروز هم 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 دیدگاه مهندسی اهمیت زلزله به لحاظ تاثیراتی است که این زلزله ها در سازه هایی نظیر سدها، نیروگاهها، پل ها، مناطق مسکونی، تاسیسات صنعتی وحتی بناهای قدیمی و سنتی که می توانند هویت یک ملتی را معرفی نمایند، ایجاد می نمایند که 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. همچنین این سازه ها غالبا در بالای محل گسل یا محل شروع و تولید امواج زلزله بنا نشده، بلکه در فواصل مختلف نسبت به کانون زلزله قرار می گیرند. امواج لرزه با دور شدن از کانون آن و نیز با گذشتن از لایه های آبرفتی دستخوش تغییر و تحولاتی می شوند که عوامل مربوط به فاصله نقاط نسبت به کانون زلزله تحت عنوان "تاثیر مسیر" و عوامل مربوط به لایه های آبرفتی واقع بر سنگ بستر تحت عنوان "تاثیر ساختگاه" شناخته می شوند.

شهر تبریز در شمال غربی ایران و در نزدیکی یکی از گسل‌های مهم و شناخته شده‌ی زمین لرزه-ای فلات ایران گسترده شده است. گسل شمال تبریز در نزدیکترین فاصله با این شهر با وقوع حداقل ۱۶ زمین لرزه‌ی تاریخی به عنوانی گسلی زمین لرزه‌ای و فعال تلقی می‌شود که کانون زمین لرزه های ویران گری در منطقه آذربایجان بوده وخواهد بود [۱۲]. شهر تبریز یکی از شهرهای تاریخی این سرزمین است که از بناهای تاریخی آن می توان به : ارگ علیشاه تبریز، بازار تبریز، مسجد کبود و عمارت شهرداری تبریز اشاره کرد.

از طرفی حفاظت از بناهای تاریخی در سرتاسر دنیا و افزایش مقاومت آن‌ها در برابر نیروهای ویرانگر، به ویژه زلزله، هدف مهمی برای بسیاری از کشورهاست. خوب می‌دانیم که درجه خسارت در حین زلزله به یک سازه بستگی بسیار زیادی به خواص دینامیکی آن سازه و همچنین تقویت امواج لرزه‌ای در آن سازه (که متاثر از خواص دینامیکی محل ساختگاه است) دارد. به این دلیل قبل از مقاوم سازی سازه و محل ساختگاه، باید رفتار آنها مورد بررسی قرار گیرد. از طرف دیگر با توجه به