

الله أكبر



دانشکده علوم پایه

گروه زمین شناسی

ارزیابی اثرات ساختگاهی در شهر خلیل آباد با استفاده از میکروترموورها

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

زمین شناسی مهندسی

استاد راهنما

دکتر ناصر حافظی مقدس

استاد مشاور

دکتر غلامرضا لشکری پور

نگارنده

ویدا طاهرپور خلیل آباد

بهمن ۹۲

تقدیم به

پدرم

به صلابت کوه

مادرم

به زلالی چشمه

خواهرم

به طراوت شبنم

برادرم

به صمیمیت باران

تقدیر و تشکر

حمد و سپاس مر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشان را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود.

هر چند واژه‌ها را یارای آن نیست که لطف و بزرگواری عزیزانی را که در تمام دوران زندگی جرعه نوش دریای بیکران مهر و محبتشان بوده‌ام، به تصویر بکشند، بر خود لازم می دانم که مراتب تشکر قلبی و باطنی خویش را از الطاف و مهربانی‌های آنان ابراز دارم.

از پدر و مادر عزیزم که همواره در طول زندگی، الطافشان را بر من ارزانی داشته و در راه تحصیل علم مشوقم بوده‌اند، صمیمانه تشکر می کنم.

از خواهر عزیزم که با صبر و متانت در تمامی لحظات زندگی پشتیبان و امید بخش من بوده است و برادر بزرگواریم که حضورش، دلگرمی و تلاش را برایم به ارمغان می آورد، سپاسگزارم.

از زحمات بی شائبه استاد گرانقدر، جناب آقای دکتر ناصر حافظی مقدس که با صبر و حوصله بسیار و راهنمایی‌های بی دریغشان مرا در انجام این رساله یاری نمودند، تشکر و قدردانی می نمایم. از استاد بزرگوار، جناب آقای دکتر غلامرضا لشکری پور که در انجام این پژوهش، از همفکری و نظرات سازنده ایشان بهره برده‌ام، صمیمانه سپاسگزارم. از استاد اندیشمند، جناب آقای دکتر محمد غفوری که در طول تحصیل، از محضرشان کسب فیض نموده‌ام، کمال تشکر را دارم. همچنین از زحمات ارزشمند جناب آقای دکتر سید مسعود همام مدیریت محترم گروه زمین شناسی و تمامی اساتید بزرگوار گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد که در طول تحصیل در دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد راهنمایم در عرصه علم آموزی بوده‌اند تشکر و قدردانی می کنم.

از حمایت صمیمانه ریاست محترم گروه مطالعات آب‌های زیرزمینی شرکت آب منطقه ای استان خراسان رضوی، جناب آقای مهندس مدنی صمیمانه سپاسگزارم. همچنین از پرسنل محترم شرکت زمین فیزیک پویا کمال تشکر را دارم.

همچنین از همکاری جناب آقای مهندس غلامرضا توکلی شهردار محترم خلیل آباد صمیمانه قدردانی می نمایم.

و در نهایت قدردان زحمات تمامی عزیزانی هستم که در این مسیر به نوعی حامی اینجانب بوده اند.

پیشگفتار

ایران از جمله کشورهای زلزله خیز دنیا است که به سبب موقعیت زمین شناسی خاص خود، همواره با زمین لرزه به عنوان یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی مواجه بوده است، بنابراین انجام مطالعاتی جهت شناخت زمین لرزه ها و ارائه راهکارهایی جهت کاهش اثرات سوء آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

شهر خلیل آباد که به عنوان منطقه مورد مطالعه در پژوهش پیش رو انتخاب شده است، به علت قرار گرفتن در نزدیکی گسل فعال درونه، از پتانسیل لرزه خیزی بالایی برخوردار می باشد. از سوی دیگر، قرار گرفتن این شهر بر روی نهشته های آبرفتی، می تواند سبب تشدید اثر زمین لرزه و به تبع آن افزایش میزان خسارات ناشی از وقوع زلزله در منطقه شود. با توجه به توسعه شهر خلیل آباد و افزایش روند ساخت و سازها، ارزیابی اثرات محلی ساختگاه برای این شهر ضروری بوده و می تواند به عنوان راهکار مناسبی در خصوص کاهش اثرات زمین لرزه در منطقه در نظر گرفته شود.

در پژوهش پیش رو جهت ارزیابی اثرات ساختگاهی در شهر خلیل آباد و تهیه نقشه پهنه بندی شاخص آسیب پذیری زمین در این منطقه، شهر خلیل آباد به شبکه های ۵۰۰ متری تقسیم گردید و مقرر شد تا اندازه گیری های میکروترمور تک ایستگاهی در ۳۰ ایستگاه در سطح منطقه مورد نظر صورت پذیرد. سپس بر اساس روش نسبت طیفی مولفه افقی به قائم میکروترمورها، مقادیر فرکانس تشدید و فاکتور تقویت در هر ایستگاه محاسبه گردید و نقشه شاخص آسیب پذیری زمین تهیه شد.

این رساله در ۵ فصل تدوین شده است که مشروح آنها ذیلا ارائه می شود:

در فصل اول که با عنوان "کلیات" مشخص گردیده، موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، ویژگی های آب و هوایی آن، بیان مساله و اهداف و ضرورت مطالعه ذکر شده است.

در فصل دوم که تحت عنوان "پیشینه تحقیق" نامگذاری شده است، پس از بیان مقدمه، به معرفی اثرات ساختگاهی، تاریخچه کاربرد میکروترمورها، منشا آنها، مثال هایی از کاربرد و تحلیل میکروترمورها پرداخته شده است. این فصل با بیان خلاصه ای از مطالب ذکر شده، پایان می یابد.

فصل سوم این رساله با عنوان "زمین شناسی منطقه"، پس از ذکر مقدمه ای کوتاه، به بیان جایگاه تکتونیکی منطقه پرداخته و پس از آن چینه شناسی عمومی منطقه، ژئومرفولوژی منطقه و تاریخچه لرزه خیزی منطقه می پردازد. در انتها نیز توضیحاتی در خصوص تهیه نقشه زمین شناسی مهندسی شهر خلیل آباد و ضرورت آن ارائه شده است. پایان بخش این فصل، خلاصه ای در خصوص مطالب گفته شده در همین فصل می باشد.

در فصل چهارم که "برداشت و تفسیر میکروترمورها" نامیده شده است، ابتدا مقدمه ای در خصوص مطالب این فصل بیان شده و سپس سایر قسمت های این فصل شامل تعیین موقعیت ایستگاه های برداشت داده های میکروترمور، عملیات برداشت داده های میکروترمور، تجهیزات مورد استفاده در اندازه گیری داده های میکروترمور، عملیات پردازش

داده‌های میکروترمور، پراکندگی فاکتور تقویت در منطقه مورد مطالعه، تهیه نقشه هم فرکانس تشدید منطقه و بررسی شاخص آسیب پذیری در منطقه مورد مطالعه، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در انتهای این فصل نیز خلاصه‌ای از مطالب گفته شده در این فصل آورده شده است.

فصل آخر این رساله با عنوان "نتیجه گیری و پیشنهادات" به بیان نتایج به دست آمده از این پژوهش و ارائه پیشنهادات مربوطه می پردازد.

ویدا طاهرپور خلیل آباد

زمستان ۱۳۹۲

چکیده

شهر خلیل‌آباد در استان خراسان رضوی، در نزدیکی گسل فعال درونه قرار گرفته است، بنابراین به لحاظ لرزه زمین‌ساختی از پتانسیل لرزه‌ای بالایی برخوردار است. از طرفی این ناحیه بر روی ضخامت زیادی از آبرفت قرار دارد که می‌تواند سبب تشدید زمین‌لرزه‌ها و افزایش شدت خرابی در زلزله‌های آینده شود.

در این پژوهش، براساس برداشت و تفسیر میکروترمورها به روش تک ایستگاهی در ۳۰ نقطه از محدوده شهر خلیل‌آباد و با استفاده از تکنیک ناکامورا، خصوصیات دینامیکی آبرفت در پهنه شهر تعیین شده و براساس آن پهنه بندی شاخص آسیب پذیری زمین در منطقه انجام شده است. در تمامی مراحل برداشت و پردازش داده‌های میکروترمور از معیارهای توصیه شده توسط گروه سزای SESAME استفاده شده است. نتایج به دست آمده از داده‌های میکروترمور نشان می‌دهند که مقادیر فاکتور تقویت در یک مسیر مشخص، سیری نزولی یا صعودی را طی نمی‌کنند، بلکه در سطح منطقه، روند تغییرات آنها مرتباً جابه‌جا می‌گردد. همچنین عمده قسمت‌های شهر خلیل‌آباد دارای فرکانس تشدید کمتر از ۱ هرتز می‌باشند که این مساله می‌تواند نقش مهمی در تخریب سازه‌های با پیوند بلند در منطقه داشته باشد. بررسی شاخص آسیب پذیری زمین نیز حاکی از بالاتر بودن این شاخص در نواحی جنوبی شهر می‌باشد. بنابراین با توجه به توسعه شهر خلیل‌آباد و گسترش ساخت و سازها در این شهر و پتانسیل لرزه‌ای بالا در منطقه، پژوهش پیش‌رو می‌تواند گام مهمی جهت طراحی ایمن سازه‌ها در محدوده مطالعاتی باشد.

در این مطالعه همچنین نقشه زمین‌شناسی مهندسی این شهر با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ نیز تهیه گردیده است که بر اساس آن مشخص شد شهر خلیل‌آباد بر روی ضخامت زیادی آبرفت ریز دانه قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: اثرات ساختگاهی، میکروترمور، روش ناکامورا

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه	۳
۳-۱- ویژگی‌های آب و هوایی شهر خلیل آباد	۳
۴-۱- بیان مساله	۵
۵-۱- اهداف و ضرورت مطالعه	۵
فصل دوم: پیشینه تحقیق	۷
۱-۲- مقدمه	۸
۲-۲- اثرات ساختگاه	۸
۱-۲-۲- معرفی	۸
۲-۲-۲- مثال‌هایی از وقوع پدیده اثرات ساختگاه	۹
۳-۲-۲- مفاهیم و تعاریف بنیادی فیزیکی	۱۰
۱-۳-۲-۲- تاثیر امپدانس و میرایی در قلمرو زمانی و فرکانسی	۱۰
۲-۳-۲-۲- تشدید	۱۴
۴-۲-۲- روش‌های تخمین اثرات ساختگاهی	۱۸
۱-۴-۲-۲- روش‌های تجربی-آزمایشگاهی	۱۸
۱-۱-۴-۲-۲- روش نسبت طیفی استاندارد (SSR)	۱۹
۲-۱-۴-۲-۲- تکنیک پروژه معکوس تعمیم یافته (GIS)	۱۹
۳-۱-۴-۲-۲- تکنیک موج کدا	۱۹
۴-۱-۴-۲-۲- روش نسبت طیفی مولفه افقی به قائم (HVSR)	۲۰
۱-۴-۱-۴-۲-۲- نکاتی در خصوص کاربرد روش‌های SSR و HVSR	۲۰
۲-۴-۲-۲- روش‌های تجربی	۲۱
۳-۴-۲-۲- روش‌های نیمه تجربی	۲۲

۲۳	..... روش‌های تئوری (عددی و تحلیلی) ۴-۴-۲-۲
۲۴	..... مدل‌های تحلیلی ساده ۱-۴-۴-۲-۲
۲۴	..... پاسخ یک بعدی ستون خاک ۲-۴-۴-۲-۲
۲۵	..... روش‌ها و مدل‌های دو بعدی و سه بعدی پیشرفته ۳-۴-۴-۲-۲
۲۶	..... تاریخچه کاربرد میکروترمورها ۳-۲
۳۱	..... منشا میکروترمورها ۴-۲
۳۳	..... مثال‌هایی از کاربرد میکروترمورها ۵-۲
۳۴	..... ارزیابی اثرات ساختگاهی ۱-۵-۲
۳۵	..... تعیین سرعت موج برشی ۲-۵-۲
۳۶	..... ارزیابی پتانسیل روانگرایی خاک ۳-۵-۲
۳۷	..... ریزپهنه بندی لرزه‌ای و مدیریت بحران ۴-۵-۲
۳۸	..... تعیین پاسخ لرزه‌ای سازه‌ها ۵-۵-۲
۴۱	..... تخمین عمق سنگ بستر و بررسی ضخامت آبرفت ۶-۵-۲
۴۲	..... بررسی ساختارهای زیرسطحی ۷-۵-۲
۴۲	..... اکتشاف ذخایر هیدروکربنی ۸-۵-۲
۴۳	..... تحلیل میکروترمورها ۶-۲
۴۴	..... روش فرکانس-عدد موج موسوم به روش f-k ۱-۶-۲
۴۴	..... روش خود همبستگی مکانی موسوم به روش SPAC ۲-۶-۲
۴۵	..... روش ساختگاه مرجع یا نسبت طیفی استاندارد ۳-۶-۲
۴۶	..... روش نسبت طیفی مولفه افقی به قائم ۴-۶-۲
۵۰	..... کاربرد عمومی روش نسبت طیفی مولفه افقی به قائم برای تقویت موج S ۱-۴-۶-۲
۵۰	..... کاربردهای روش نسبت طیفی مولفه افقی به قائم ۲-۴-۶-۲
۵۱	..... تاثیر پارامترهای مختلف بر نسبت‌طیفی مولفه افقی به قائم ۳-۴-۶-۲
۵۲	..... مقایسه روش نسبت طیفی مولفه افقی به قائم با سایر تکنیک‌ها ۴-۴-۶-۲

۵۵	۲-۴-۵- ملاحظات در خصوص استفاده از روش نسبت طیفی مولفه افقی به قائم.....
۵۸	۲-۷- خلاصه مطالب فصل دوم.....
۵۹	فصل سوم: زمین شناسی منطقه.....
۶۰	۳-۱- مقدمه.....
۶۰	۳-۲- جایگاه تکتونیکی منطقه.....
۶۱	۳-۲-۱- گسل تکنار.....
۶۲	۳-۲-۲- گسل درونه.....
۶۴	۳-۳- چینه شناسی عمومی منطقه.....
۶۵	۳-۴- ژئومرفولوژی منطقه.....
۶۷	۳-۴-۱- نهشته‌های بادبزنی‌های آبرفتی در منطقه.....
۶۸	۳-۴-۲- سیستم تراس‌های رودخانه‌ای در منطقه.....
۶۸	۳-۵- تاریخچه لرزه خیزی منطقه.....
۷۰	۳-۶- تهیه نقشه زمین شناسی مهندسی شهر خلیل آباد و ضرورت آن.....
۷۳	۳-۷- خلاصه مطالب فصل سوم.....
۷۵	فصل چهارم: برداشت و تفسیر میکروترمورها.....
۷۶	۴-۱- مقدمه.....
۷۶	۴-۲- تعیین موقعیت ایستگاه‌های برداشت داده‌های میکروترمورها.....
۷۷	۴-۳- عملیات برداشت داده‌های میکروترمورها.....
۷۸	۴-۴- تجهیزات مورد استفاده در اندازه گیری داده‌های میکروترمورها.....
۷۸	۴-۴-۱- لرزه سنج SL07.....
۷۸	۴-۴-۲- رایانه قابل حمل.....
۷۹	۴-۴-۳- سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS).....
۷۹	۴-۴-۴- کمپاس.....
۷۹	۴-۵- عملیات پردازش داده‌های میکروترمورها.....

۸۰	۴-۵-۱- شرایط اختصاصی داده‌ها.....
۸۰	۴-۵-۲- انتخاب پنجره‌های زمانی.....
۸۰	۴-۵-۳- تعیین پارامترهای پردازش.....
۸۱	۴-۵-۴- تعیین پارامترهای خروجی.....
۸۱	۴-۵-۵- بررسی منحنی‌های نسبت طیفی.....
۸۱	۴-۵-۶- ذخیره نتایج.....
۸۱	۴-۵-۷- اعتبارسنجی منحنی‌های نسبت طیفی H/V.....
۸۱	۴-۵-۷-۱- معیارهایی برای اعتبار منحنی نسبت طیفی H/V.....
۸۲	۴-۵-۷-۲- معیارهایی برای پیک H/V واضح.....
۸۳	۴-۵-۸- بررسی و تحلیل منحنی‌های نسبت طیفی H/V.....
۸۸	۴-۶- پراکندگی فاکتور تقویت در منطقه مورد مطالعه.....
۹۰	۴-۷- تهیه نقشه هم فرکانس منطقه مورد مطالعه.....
۹۲	۴-۸- بررسی شاخص آسیب پذیری در منطقه مورد مطالعه.....
۹۵	۴-۹- خلاصه مطالب فصل چهارم.....
۹۶	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات.....
۹۷	نتیجه گیری.....
۹۸	پیشنهادات.....
۹۹	منابع.....

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه..... ۴
- شکل ۲-۱- شمایی از روند انجام این مطالعه..... ۶
- شکل ۱-۲- مثال‌هایی از یک مدل ساده تقویت ساختگاه یک بعدی ۱۱
- شکل ۲-۲- پاسخ‌های طیفی محاسبه شده در مرکز حوضه برای مدل‌های یک، دو و سه بعدی..... ۱۳
- شکل ۳-۲- شمایی از یک نوسانگر هارمونیک ساده ۱۵
- شکل ۴-۲- تغییر دامنه جابه جایی نوسانگر همزمان با تغییر بسامد زاویه‌ای نیروی محرک..... ۱۶
- شکل ۵-۲- تصاویر استروبوکوپیک از ایجاد الگوهای موج ایستاده بر روی ریسمان مرتعش ۱۷
- شکل ۶-۲- شمایی از دو روش نسبت طیفی استاندارد و نسبت طیفی مولفه افقی به قائم ۲۱
- شکل ۷-۲- فرآیند تولید جنبش‌های قوی ناشی از زمین لرزه با تکنیک تابع گرین ۲۳
- شکل ۸-۲- نقشه پتانسیل روانگرایی در شهر Loag در فیلیپین ۳۶
- شکل ۹-۲- مقادیر محاسبه شده برای شاخص آسیب پذیری در منطقه Yuan-Lin در تایوان..... ۳۷
- شکل ۱۰-۲- تغییر شکل برشی لایه سطحی..... ۳۹
- شکل ۱۱-۲- شمایی از ساز و کار روش HyMAS..... ۴۳
- شکل ۱۲-۲- سه نوع مسیر حرکت ذره در طول انتشار امواج ریلی ۴۸
- شکل ۱۳-۲- سه نوع نسبت طیفی امواج ریلی بنیادی..... ۴۹
- شکل ۱-۳- نقشه زمین شناسی حوضه آبریز کاشمر..... ۶۳
- شکل ۲-۳- شمایی از ارتفاعات کوه سرخ..... ۶۵
- شکل ۳-۳- شمایی از آبخاوری واقع در ارتفاعات شمال خلیل آباد..... ۶۷
- شکل ۴-۳- زمین لرزه‌های با بزرگی بیش از ۵ ریشتر در ۱۰۰ کیلومتری شهر خلیل آباد..... ۷۰
- شکل ۵-۳- موقعیت مقاطع مورد استفاده در تصویر ماهواره‌ای..... ۷۲
- شکل ۶-۳- تغییرات شیب در مقطع شفیع آباد- رکن آباد..... ۷۲
- شکل ۷-۳- نقشه زمین شناسی مهندسی شهر خلیل آباد ۷۴

- شکل ۴-۱- موقعیت ایستگاه‌های برداشت میکروترمور..... ۷۶
- شکل ۴-۲- تجهیزات مورد استفاده در اندازه‌گیری داده‌های میکروترمور..... ۷۹
- شکل ۴-۳- منحنی‌های نسبت طیفی به دست آمده برای ایستگاه‌های مورد برداشت..... ۸۶
- شکل ۴-۴- مقادیر فاکتور تقویت به دست آمده برای هر ایستگاه..... ۸۸
- شکل ۴-۵- نمودار درصد فراوانی بازه‌های فاکتور تقویت در شهر خلیل آباد..... ۸۹
- شکل ۴-۶- نقشه هم تقویت شهر خلیل آباد..... ۸۹
- شکل ۴-۷- مقادیر فرکانس تشدید به دست آمده برای هر ایستگاه..... ۹۰
- شکل ۴-۸- نمودار درصد فراوانی بازه‌های فرکانس تشدید در شهر خلیل آباد..... ۹۱
- شکل ۴-۹- نقشه هم فرکانس تشدید شهر خلیل آباد..... ۹۱
- شکل ۴-۱۰- نمودار دامنه در برابر فرکانس پیک‌های H/V..... ۹۲
- شکل ۴-۱۱- پراکندگی مقادیر شاخص آسیب پذیری زمین در شهر خلیل آباد..... ۹۳
- شکل ۴-۱۲- نمودار درصد فراوانی بازه‌های شاخص آسیب پذیری زمین در شهر خلیل آباد..... ۹۴
- شکل ۴-۱۳- نقشه پهنه بندی شاخص آسیب پذیری زمین در شهر خلیل آباد..... ۹۴

فهرست جداول

- جدول ۱-۲- مقادیر پیشنهادی برای انواع میکروترمورها بر اساس مقدار فرکانس و چشمه امواج ۳۱
- جدول ۲-۲- مقایسه ریزلرزه‌ها و میکروترمورها ۳۳
- جدول ۱-۳- خلاصه‌ای از چینه شناسی منطقه ۶۴
- جدول ۱-۴- معیارهای اعتبار منحنی نسبت طیفی H/V ۸۲
- جدول ۲-۴- معیارهای وضوح پیک H/V ۸۲
- جدول ۳-۴- مقادیر به دست آمده برای فرکانس غالب، فاکتور تقویت و شاخص آسیب پذیری زمین در ایستگاه‌ها ۸۷

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

بشر و حیات او همواره از سوی حوادث طبیعی گوناگون مورد تهدید قرار گرفته‌اند. با رشد فکری جوامع بشری، انسان دریافت که می‌تواند راهکارهایی جهت مقابله با بلایای طبیعی و کاهش مخاطرات بیابد. از سوی دیگر، رشد جمعیت و گسترش سکونتگاه‌ها در نواحی پر مخاطره سبب افزایش اثرات مخرب حوادث طبیعی، به خصوص در کشورهای در حال توسعه و جوامع صنعتی گردیده است.

در میان حوادث طبیعی، زمین لرزه‌ها از جمله مخرب‌ترین آنها به شمار می‌روند. اساساً وقوع زمین لرزه‌ها در طول تاریخ خسارات مالی و جانی فراوانی به بشر وارد نموده‌اند تا آنجا که از آنها به عنوان "بلایای طبیعی" یاد می‌کنند. به نظر می‌رسد که به کارگیری سیاستی در جهت کاهش اثرات سوء زمین لرزه‌ها، بهترین گزینه برای مقابله با این گونه حوادث باشد، به علاوه لازم است تمامی کشورها به ویژه کشورهای که بیشتر در معرض خطر وقوع زلزله می‌باشند، تلاش‌های خود را در جهت کاهش خطر زلزله ارتقا دهند. از جمله این کشورها، می‌توان به ایران اشاره کرد که به واسطه قرار گرفتن بر روی کمربند آلپ-همالیا در زمره کشورهای زلزله خیز دنیا واقع شده است. فلات ایران به لحاظ زمین ساختی یکی از فعال‌ترین مناطق جهان است و لذا همواره در آن شاهد وقوع زلزله‌های با شدت کم و زیاد هستیم.

امروزه به خوبی ثابت شده است که تخریب حاصل از زمین لرزه‌های مخرب، تا حد زیادی به خصوصیات و اثرات ساختگاه محلی مربوط می‌شود. علت عمده این تخریب را می‌توان به تشدید امواج لرزه‌ای به وسیله نهشته‌های آبرفتی موجود در منطقه نسبت داد. در واقع آنچه حضور یک لایه آبرفتی را در هنگام وقوع زلزله با اهمیت جلوه می‌دهد، قابلیت تشدید آن لایه می‌باشد، به گونه‌ای که در زمان انتشار امواج زلزله از سنگ بستر به سمت قسمت‌های فوقانی، خصوصیات دینامیکی آبرفت سبب تقویت و یا تضعیف این امواج می‌گردند. چنانچه این فرکانس با فرکانس طبیعی سازه یکسان باشد، پدیده تشدید به وقوع خواهد پیوست (Pitilakis, 2004).

به طور کلی به منظور تعیین واکنش دینامیکی ساختگاه‌ها راهکارهای گوناگونی ارائه شده است. به عنوان مثال می‌توان از داده‌های حاصل از زلزله‌ها یا انفجارها استفاده نمود که در این صورت با محدودیت‌هایی نظیر صرف زمان و هزینه زیاد جهت فراهم نمودن اطلاعات مورد نیاز روبرو خواهیم بود. از سوی دیگر، انجام آزمایشات ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی به منظور دستیابی به داده‌های گمانه‌ای و محاسبه تغییرات سرعت امواج در لایه‌های مختلف زمین نیز به لحاظ زمانی و اقتصادی مقرون به صرفه نیستند. در این میان به نظر می‌رسد استفاده از میکروترمورها با توجه به هزینه مالی و زمانی اندک، سهولت روش کار و قابلیت اندازه‌گیری به میزان وسیع، رویکرد مناسبی برای تعیین خصوصیات ساختگاه باشد. اصولاً میکروترمورها یا نوفه‌های لرزه‌ای محیطی به عنوان حرکات ضعیف زمین شناخته می‌شوند که دامنه جابجایی آنها در حدود ۰.۱ تا ۱ میکرومتر بوده و محدوده پریودی آنها در بازه ۰.۱ تا ۱۰ ثانیه قرار می‌گیرد (Kanai and Tanaka, 1961).

ناکامورا در سال ۱۹۸۹، آنالیز میکروترمور را با پیشنهاد نمودن یک تکنیک جدید، که روش نسبت طیفی مولفه افقی به قائم نامیده می شود، تغییر داد. از آن زمان تاکنون مطالعات زیادی در خصوص کاربرد میکروترمورها در ارزیابی اثرات ساختگاهی انجام شده است که از آن جمله می توان به مطالعات Lermo و Chavez-Garcia (۱۹۹۴)، Bindi و همکاران (۲۰۰۰)، Nguyen و همکاران (۲۰۰۴)، Gosar و همکاران (۲۰۱۰)، Kockar و Akgun (۲۰۱۲) اشاره نمود.

در این مطالعه، ضمن تهیه نقشه زمین شناسی مهندسی شهر خلیل آباد با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ به ارزیابی اثرات ساختگاهی این شهر با استفاده از داده‌های میکروترمور پرداخته شده است. با عنایت به این که شهر خلیل آباد به سبب نزدیکی به گسل فعال درونه به لحاظ لرزه زمین ساختی از پتانسیل لرزه ای بالایی برخوردار می باشد، بنابراین مطالعه پیش رو می تواند گام مهمی جهت طراحی ایمن سازه ها در محدوده مطالعاتی باشد.

۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

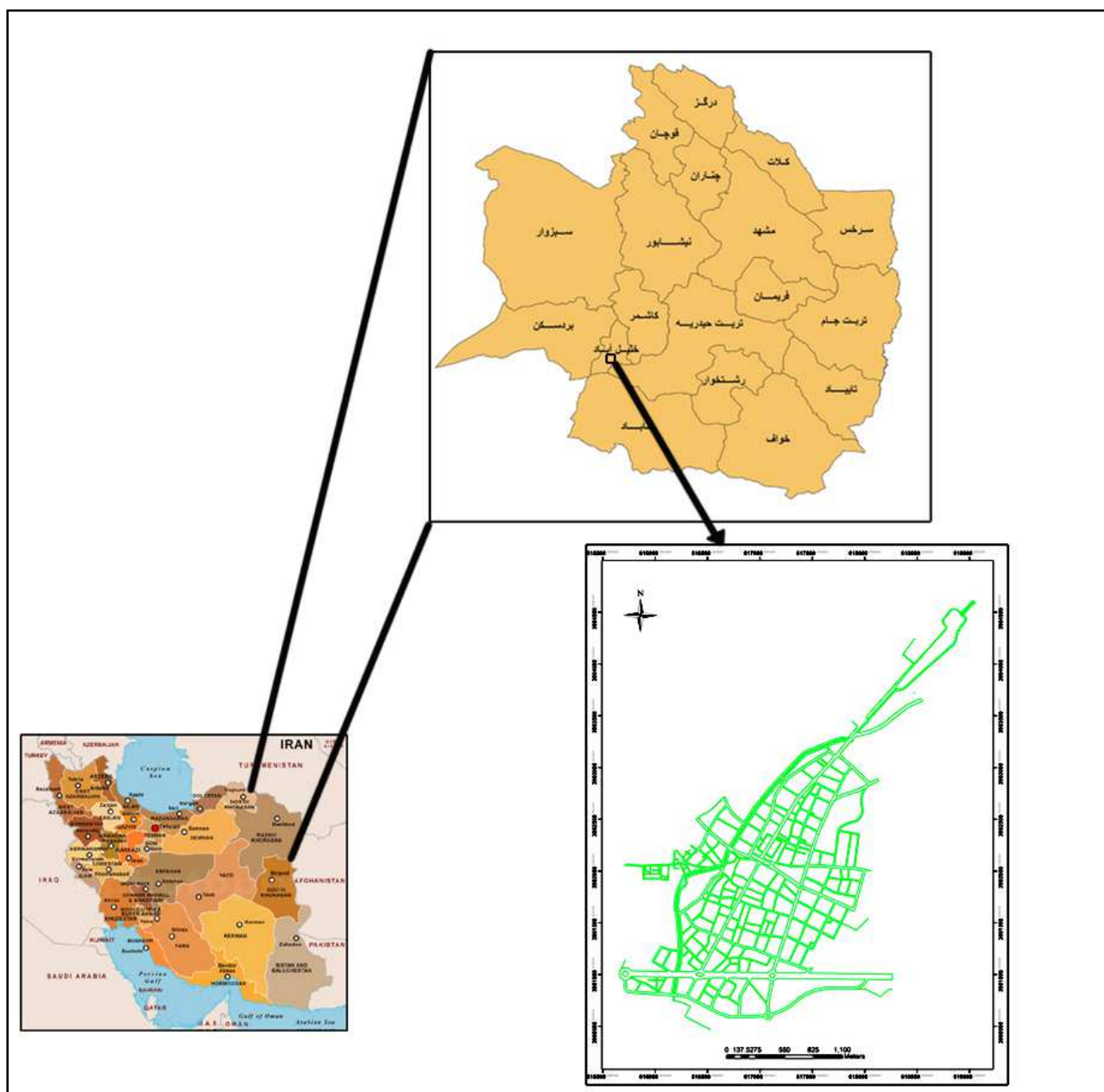
شهر خلیل آباد در دشت کاشمر در استان خراسان رضوی واقع شده است. این شهر از شمال به بخش کوهسرخ شهرستان کاشمر، از جنوب به بخش بجستان شهرستان گناباد، از شرق به شهرستان کاشمر و از غرب به شهرستان بردسکن محدود می شود.

منطقه مورد مطالعه به لحاظ موقعیت جغرافیایی در محدوده طول های جغرافیایی $58^{\circ}12'33.68''$ و $58^{\circ}21'48.69''$ شرقی و عرض های جغرافیایی $35^{\circ}11'32.74''$ و $35^{\circ}19'6.46''$ شمالی قرار گرفته است و ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۹۷۵ متر می باشد. شکل ۱-۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.

۳-۱- ویژگی های آب و هوایی شهر خلیل آباد

آب و هوای حاکم بر منطقه کویری و خشک است و زمستان های معتدل و تابستان های گرم و خشک دارد. حداکثر درجه حرارت ۴۵ درجه و حداقل آن ۱۶ درجه زیر صفر می باشد. این اختلاف ۶۱ درجه ای که در کویر نمک به بیش از این نیز می رسد، نشان دهنده طبیعت غالب کویری منطقه خلیل آباد می باشد. بارندگی منطقه به دلیل آب و هوای گرم چندان زیاد نیست و متوسط ۱۵ ساله آن در ایستگاه هوا شناسی کاشمر رقم ۱۷۹ میلی متر را نشان می دهد که همین میزان اندک بارش نیز از انضباط و یکنواختی برخوردار نبوده و دارای نوسانات زیادی می باشد. اصولاً بادهایی که این منطقه را متاثر می کنند به ۳ دسته تقسیم می شوند. دسته اول بادهایی هستند که در فصول سرد سال وزیده و جهت وزش آنها از سمت شمال می باشد.

دسته دوم بادهایی هستند که از سمت شرق می وزند و به اعتقاد مردم محلی بارانزا می باشند، حال آنکه بادهای بارانزا از سوی شمال غربی می وزند و دسته سوم بادهای سوزانی هستند که در تابستان از سمت جنوب منطقه کویری به سمت شمال می وزند و همراه خود گرد و غبار و ماسه زیادی در هوا پراکنده می کنند.



شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

۴-۱- بیان مساله

کشور ایران به سبب موقعیت زمین شناسی خاصی که دارد، همواره با زمین لرزه به عنوان یک بلای طبیعی دست به گریبان بوده است، بنابراین انجام مطالعاتی در خصوص شناخت زمین لرزه ها و بیان راهکارهایی جهت به حداقل رساندن اثرات سوء آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. شهر خلیل آباد واقع در استان خراسان رضوی که به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب گردیده، در نزدیکی گسل فعال درونه قرار گرفته است، بنابراین به لحاظ لرزه زمین ساختی از پتانسیل لرزه ای بالایی برخوردار است.

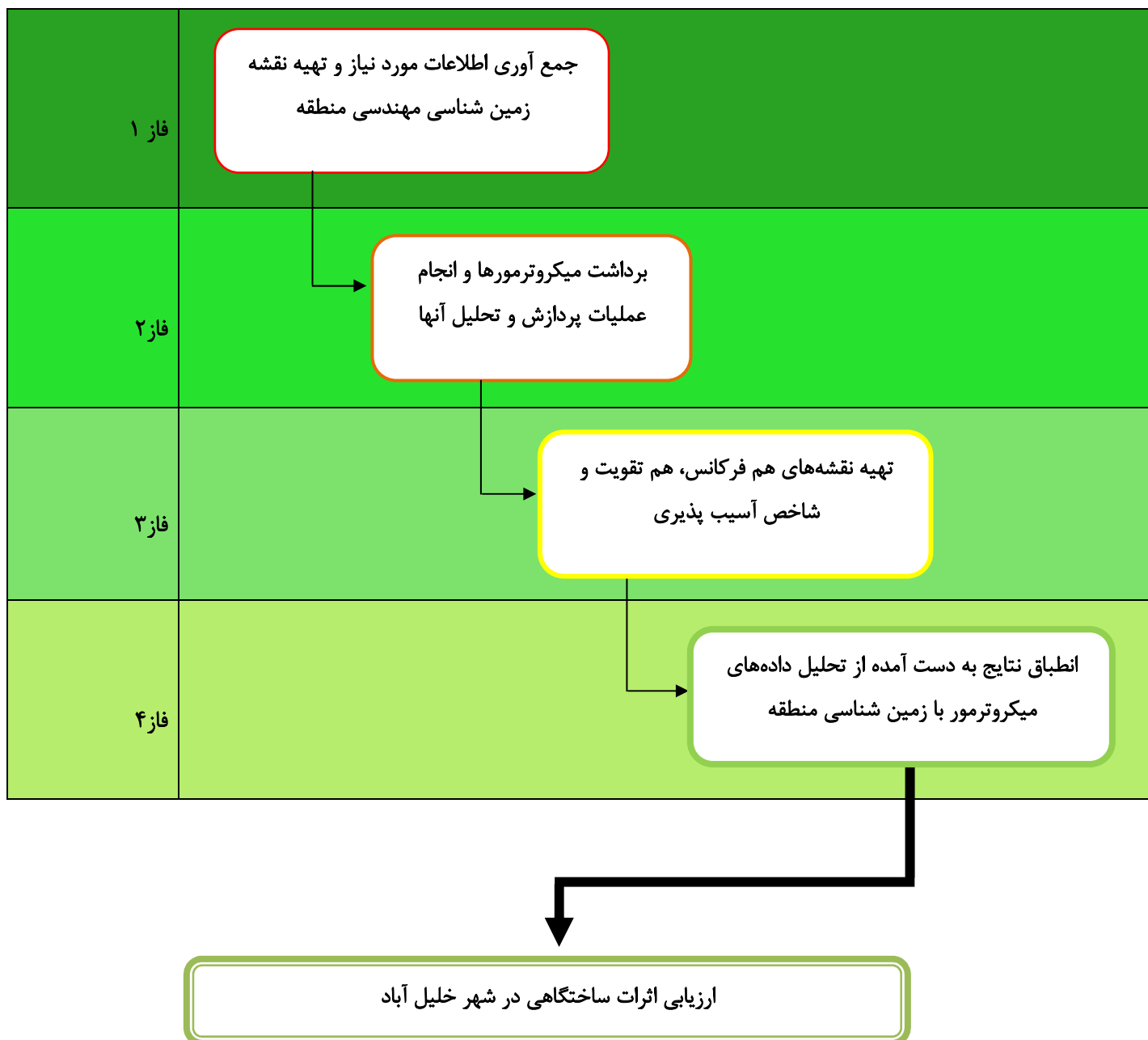
از سوی دیگر، مطالعات نشان داده اند که اثرات ساختگاهی می توانند نقش بسیار مهمی در میزان خسارات ناشی از زمین لرزه ها داشته باشند، بنابراین انجام مطالعاتی از این دست، می تواند گام مهمی در جهت کاهش عواقب زیانبار زمین لرزه در این منطقه باشد.

۵-۱- اهداف و ضرورت مطالعه

در این پژوهش به منظور ارزیابی اثرات ساختگاهی در شهر خلیل آباد اهداف زیر دنبال می شوند:

- ۱- شناخت زمین شناسی سطحی منطقه مورد مطالعه
- ۲- اندازه گیری مقادیر فرکانس تشدید و فاکتور بزرگنمایی
- ۳- تهیه نقشه های هم فرکانس، هم پریود، هم تقویت و نقشه شاخص آسیب پذیری

مراحل انجام پژوهش جهت نیل به اهداف فوق در شکل ۱-۲ آمده است.



شکل ۱-۲- شمایی از روند انجام این مطالعه