

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه بیرجند
دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی

گرایش تکتونیک

عنوان:

ارزیابی خطر زمین لرزه - گسلش در گستره

شهر سرايان (شرق ایران)

استاد راهنما:

دکتر محمد مهدی خطیب

استاد مشاور:

دکتر غلامرضا نوروزی

نگارش:

فاطمه افضلی نژاد گروهی

زمستان ۹۰

کلیه حقوق و مزایا اعم از

چاپ، تکثیر، نسخه برداری، ترجمه، اقتباس و ...

از این پایان نامه برای دانشگاه بیرجند محفوظ

می باشد.

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم

که عاشقانه توکل را و صبورانه اراده را به من آموختند، چرا که هیچ چیز مانند
توکل به بلندای رحمت الهی و اراده به پرواز، پریدن را آسان نمی‌کند.

تقدیم به خواهرم که شنوای حرف‌های دلم بود

و برادرانم که همواره حامی و پشتیبانم بوده‌اند.

و به ویژه تقدیم به همسر عزیزم

که اگر چه تجربه ولذت مهرورزیدن به او اندک زمانی است که
میسرم گشته اما دورستی روشن را در مقابل چشمانم به تصویر کشیده است.

او که همراهم شده و در سایه سار مهربانیش به آرامش رسیده‌ام.

تقدیر و شکر

فرض بود بر همه شکر و سپاس شکر و سپاسی نه به حد قیاس

شکر و سپاسی که خدا را سزود خالق مه، رازق ما را سزود

باشکر از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر خطیب، به پاس آن همه دانایی و دریچه‌ای از نور که روشنائی عالم تاریک جل بود و به قدر منزلت مقام دانسته‌ها که وجودش نهان را سیراب کرد و به گرمی دنیای تعهد و ایثار که در جلوه‌های گوناگون شامصادق بود.

بسی شایسته است از استاد ارجمند جناب آقای دکتر نوروزی که بارها بنامها و صبر و حوصله‌ی بنیاد من را در مسیر این رساله هدایت فرمودند راجع به من و از خداوند متعال برای ایشان آرزوی موفقیت و بهروزی میکنم.

از جناب آقای دکتر غلامی و جناب آقای دکتر سهبات که داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند قدر دانی می‌نمایم، همچنین از جناب آقای دکتر شبستری ناینده محترم تحصیلات تکمیلی کمال شکر را دارم.

در اینجا بر خود لازم می‌دانم از دوست عزیز و دلسوزم خانم صمیمی، صمیمانه شکر و قدر دانی کنم و همچنین از آقایان مهدی پور و فیروز که در انجام رساندن این رساله از بیچ‌لگی به اینجانب دریغ نکردند شکر فراوان دارم.

و با تقدیر خدمت پدر و مادر بسیار عزیز، دلسوز و فداکارم که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و انسانیت آنها بوده ایم و همواره چراغ وجودشان روشنگر راه مادر سخته‌ها و مشکلات بوده‌اند. از محبت‌های خالصانه و حمایت‌های بی‌دریغ پدر و همسرم که همواره تکیه‌گاهی امن و استوار برایم بوده‌اند صمیمانه شکر می‌کنم. امیدوارم بتوانم با تلاش بیشتر در این راه پانگنوی ذره‌ای از زحمات آنها باشم.

از همه کسانی که به نوعی در انجام رساندن این تحقیق یاری رسان من بودند و ذکر نام آنها در این مختصر نمی‌گنجد کمال شکر و قدر دانی می‌نمایم.

چکیده:

شهرستان سرایان در استان خراسان جنوبی، در موقعیت جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی و ۵۸ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی قرار دارد. گستره این شهرستان در محل تلاقی سه سیستم گسلی، دشت بیاض با روند E-W و سازوکار امتدادلغز چپگرد، سیستم گسل محمدآباد (شامل گسل های دوست آباد، چاهک موسویه و آفریز)، با روند N-S و سازوکار راستالغز راستگرد و گسل فردوس با روند NW-SE و سازوکار معکوس قرار گرفته است. ساختارهای جوان و فعال در این گستره از سازوکار گسل های فوق تأثیر پذیرفته اند.

محاسبه شاخص های ریخت زمین ساختی (پیچ و خم پیشانی کوهستان، سینوسیته رود، نسبت V و نسبت پهناى دره به ارتفاع دیواره ها) در طول گسل فردوس نشان دهنده کمترین مقادیر برای بخش میانی گسل می باشد، این مقادیر بیانگر فعالیت زمین ساختی بالا در بخش میانی گسل فردوس است (محل برخورد این گسل با گسل دشت بیاض و محل شهر سرایان) که با دور شدن از محل برخورد به سمت شمال غرب یا جنوب شرق، از فعالیت گسل کم می شود. تحلیل فرکتالی سیستم گسلی فردوس و همچنین نقشه های هم شدت شکستگی نشان از خطر لرزه خیزی بالا در گستره نزدیک شهر سرایان می باشد.

در مطالعات لرزه زمین ساختی در یک گستره ۱۵۰ کیلومتری از شهر سرایان که بر پایه تحلیل زمین آماری در GIS صورت گرفته است، مناطق خطر خیلی بالا تا بالا در این گستره در محل اتصال گسل های دشت بیاض - آبیز و دشت بیاض - فردوس (شهر سرایان) شناسایی شدند. با بررسی لرزه خیزی گسل های فعال منطقه بیشترین شتاب ثقل افقی محتمل بر شهر سرایان، ۰/۷۶۲ شتاب ثقل زمین و ناشی از گسل فردوس با طول حدود ۱۱۰ کیلومتر و توان لرزه زایی ۷/۶۴ ریشتر در فاصله ۵ کیلومتری از شهر، محاسبه شده است.

کلمات کلیدی: شهر سرایان، گسل فردوس، گسل دشت بیاض، سیستم گسل محمدآباد، شاخص

مورفومتریک، تحلیل فرکتالی، بیشترین شتاب ثقل افقی.

فهرست

فصل اول: کلیات

- ۱-۱- مقدمه ۱
- ۲-۱- تبیین موضوع ۱
- ۳-۱- سؤالات تحقیق ۲
- ۴-۱- فرضیات تحقیق ۳
- ۵-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه ۳
- ۶-۱- تاریخچه مطالعات قبلی ۵
- ۷-۱- روش انجام تحقیق ۶

فصل دوم: زمین شناسی ناحیه ای

- ۱-۲- مقدمه ۸
- ۲-۲- موقعیت ایران در کمربند آلپ-همالیا ۸
- ۳-۲- موقعیت زمین شناسی محدوده مورد مطالعه ۹
- ۴-۲- ویژگی های زمین شناسی پهنه لوت ۱۱
- ۵-۲- پایداری بلوک لوت ۱۳
- ۶-۲- نوزمین ساخت و لرزه زمین ساخت ایران ۱۴
- ۶-۲-۱- ایالت های لرزه زمین ساختی ایران ۱۴
- ۶-۲-۲- جایگاه لرزه زمین ساختی منطقه مطالعاتی ۱۶

فصل سوم: تکتونیک فعال

- ۱۷-۳-۱- مقدمه..... ۱۷
- ۱۷-۳-۲- تقسیم بندی گسل ها از نظر فعالیت لرزه خیزی..... ۱۷
- ۱۸-۳-۳- گسل های زمین لرزه ای..... ۱۸
- ۱۹-۳-۴- تکتونیک فعال شرق ایران..... ۱۹
- ۲۰-۳-۵- گسل های فعال منطقه مطالعاتی..... ۲۰
- ۲۰-۳-۵-۱- گسل فردوس..... ۲۰
- ۲۲-۳-۵-۲- گسل دشت بیاض..... ۲۲
- ۲۳-۳-۵-۳- سیستم گسل محمد آباد..... ۲۳
- ۲۶-۳-۵-۴- گسل آبیز..... ۲۶
- ۲۷-۳-۶- معرفی زمین لرزه های قبل از سده بیستم..... ۲۷
- ۲۹-۳-۷- معرفی زمین لرزه های سده بیستم..... ۲۹

فصل چهارم: بررسی ساختارهای منطقه مطالعاتی

- ۳۳-۴-۱- مقدمه..... ۳۳
- ۳۳-۴-۲- عناصر ساختاری مطالعه شده در منطقه..... ۳۳
- ۳۴-۴-۲-۱- گسل..... ۳۴
- ۴۸-۴-۲-۲- تعیین راستای تنش های اصلی در منطقه..... ۴۸
- ۵۰-۴-۲-۳- درزه..... ۵۰

فصل پنجم: تحلیل ریخت زمین ساخت

۵۳	۱-۵- مقدمه.....
۵۳	۲-۵- شاخص های ریخت زمین ساختی.....
۵۴	۱-۲-۵- شاخص پیچ و خم پیشانی کوهستان.....
۵۸	۲-۲-۵- شاخص سینوسیته کانال رودخانه.....
۶۱	۳-۲-۵- شاخص نسبت V.....
۶۳	۴-۲-۵- نسبت پهنا به ارتفاع دره.....
۶۶	۳-۵- فعالیت های نسبی زمین ساختی.....
۶۸	۴-۵- بررسی شواهد ریخت زمین ساختی گسل فردوس.....
۷۶	۵-۵- بررسی شواهد ریخت زمین ساختی گسل دوست آباد.....
۷۹	۶-۵- تحلیل فرکتالی گسل فردوس.....
۷۹	۱-۶-۵- محاسبه بعد فرکتالی گسل فردوس در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰.....
۸۱	۲-۶-۵- محاسبه ی بعد فرکتالی در طول گسل فردوس.....
۸۳	۳-۶-۵- محاسبه ی بعد فرکتالی براساس تقسیم بندی منطقه به ۳ بخش گسلی.....

فصل ششم: تحلیل لرزه خیزی به روش آماری

۸۷	۱-۶- مقدمه.....
۸۷	۲-۶- توزیع جغرافیایی زمین لرزه ها در جهان.....
۸۸	۳-۶- پهنه بندی خطر نسبی زمین لرزه در ایران.....
۹۰	۴-۶- جایگاه لرزه زمین ساختی منطقه مورد مطالعه.....
۹۱	۵-۶- بررسی پارامترهای لرزه خیزی منطقه مطالعاتی.....
۹۱	۶-۶- ارزیابی خطر زمین لرزه به روش تجربی- آماری.....
۹۲	۱-۶-۶- رابطه بین M_s و M_b

۹۴	۲-۶-۶- حذف پیش لرزه ها و پس لرزه ها.....
۹۵	۳-۶-۶- مقایسه فراوانی - بزرگی زمین لرزه ها.....
۹۵	۴-۶-۶- مقایسه سال تعداد زمین لرزه ها.....
۹۶	۵-۶-۶- موقعیت جغرافیایی زمین لرزه ها.....
۹۷	۶-۶-۶- مقایسه فراوانی - عمق کانونی زمین لرزه ها.....
۹۷	۷-۶-۶- فرمول لرزه خیزی منطقه.....
۹۹	۸-۶-۶- برآورد دوره بازگشت زمین لرزه ها.....
۱۰۰	۹-۶-۶- برآورد DBE و MCE.....
۱۰۱	۷-۶- برآورد خطر زمین لرزه به روش قطعی.....
۱۰۲	۱-۷-۶- تخمین بیشینه زمین لرزه (M_{MAX}).....
۱۰۵	۸-۶- برآورد پارامترهای حرکتی زمین با استفاده از روابط تجربی.....
۱۰۵	۱-۸-۶- رابطه‌ی میان بزرگی و شدت زمین لرزه ها.....
۱۰۶	۲-۸-۶- برآورد بیشینه شتاب افقی و قائم در کانون.....
۱۰۷	۳-۸-۶- برآورد بیشینه سرعت و جابه جایی افقی و قائم در کانون.....
۱۰۸	۴-۸-۶- برآورد بیشینه شتاب گرانش زمین (PGA).....

فصل هفتم: تحلیل لرزه خیزی با استفاده از GIS

۱۱۱	۱-۷- مقدمه.....
۱۱۱	۲-۷- زمین آمار.....
۱۱۱	۱-۲-۷- تغییر نما.....
۱۱۲	۲-۲-۷- کریجینگ.....
۱۱۴	۳-۲-۷- بررسی توزیع داده ها.....

- ۱۱۵.....۴-۲-۷- بررسی روند کلی داده‌ها
- ۱۱۵.....۵-۲-۷- بررسی همسانگردی و ناهمسانگردی داده‌ها
- ۱۱۵.....۶-۲-۷- کنترل اعتبار تغییرنما
- ۱۱۶.....۳-۷- تهیه نقشه هم شدت شکستگی منطقه مطالعاتی
- ۱۱۸.....۴-۷- پردازش اطلاعات توسط ابزار Geostatistical Analyst در نرم افزار ArcGIS
- ۱۱۹.....۱-۴-۷- بررسی توزیع داده‌های مورد مطالعه
- ۱۲۰.....۲-۴-۷- بررسی روند جهانی داده‌های مورد مطالعه
- ۱۲۱.....۳-۴-۷- بررسی تغییرنما و همسانگردی یا ناهمسانگردی داده‌های مورد مطالعه
- ۱۲۱.....۴-۴-۷- بررسی کنترل اعتبار تغییرنما جهت ارزیابی اعتبار نقشه
- ۱۲۲.....۵-۷- پهنه بندی خطر لرزه خیزی با استفاده از GIS برای منطقه مطالعاتی
- ۱۲۳.....۶-۷- پهنه بندی خطر زمین لرزه نسبت به شهر سرایان

فصل هشتم: نتیجه گیری و پیشنهادات

- ۱۲۵.....۱-۸- نتیجه گیری
- ۱۲۷.....۲-۸- پیشنهادات
- ۱۲۹.....منابع
- ۱۳۷.....پیوست

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- گسل های اصلی منطقه..... ۲
- شکل ۲-۱- موقعیت جغرافیایی و نقشه راه های ارتباطی منطقه مورد مطالعه..... ۴
- شکل ۱-۲- جایگاه زمین شناسی ایران در کمربند کوهزایی آلپ - هیمالیا..... ۹
- شکل ۲-۲- پهنه های رسوبی - ساختاری عمده ایران از نگاه آقناباتی..... ۱۱
- شکل ۳-۲- خرده قاره ایران مرکزی و زیرپهنه های آن..... ۱۲
- شکل ۱-۳- نقشه گسل های فعال ایران..... ۱۹
- شکل ۲-۳- نقشه گسل های اصلی منطقه مطالعاتی و موقعیت آنها نسبت به شهر سرایان..... ۲۰
- شکل ۳-۳- تصویر ماهواره ای از موقعیت گسل فردوس..... ۲۱
- شکل ۴-۳- تصویر ماهواره ای گسل دشت بیاض..... ۲۲
- شکل ۵-۳- تصویر ماهواره ای گسل دوست آباد..... ۲۴
- شکل ۶-۳- تصویر ماهواره ای گسل چاهک موسویه و گسل آفریز..... ۲۵
- شکل ۷-۳- تصویر ماهواره ای از گسل آبیز..... ۲۶
- شکل ۸-۳- پراکندگی زمین لرزه های تاریخی قبل از سال ۱۹۰۰ در محدوده خراسان..... ۲۹
- شکل ۹-۳- پراکندگی زمین لرزه های بین سال های ۱۹۶۴- ۲۰۰۱ در محدوده خراسان..... ۳۲
- شکل ۱-۴- نقشه ماهواره ای منطقه مطالعاتی همراه با موقعیت ایستگاه های برداشتی..... ۳۴
- شکل ۲-۴- تصویر کلی از منطقه به همراه گسل های برداشت شده..... ۳۵
- شکل ۳-۴- صفحه گسل F_1 به همراه تصویر استریوگرافی..... ۳۵
- شکل ۴-۴- صفحه گسل F_2 به همراه تصویر استریوگرافی..... ۳۶
- شکل ۵-۴- صفحه گسل F_3 به همراه تصویر استریوگرافی..... ۳۶
- شکل ۶-۴- صفحه گسل F_4 به همراه تصویر استریوگرافی..... ۳۷

- شکل ۴-۷- صفحه گسل **F₅** به همراه تصویر استریوگرافی.....۳۷
- شکل ۴-۸- صفحه گسل **F₆** به همراه تصویر استریوگرافی.....۳۸
- شکل ۴-۹- صفحه گسل **F₇** به همراه تصویر استریوگرافی.....۳۸
- شکل ۴-۱۰- صفحه گسل **F₈** به همراه تصویر استریوگرافی.....۳۹
- شکل ۴-۱۱- صفحه گسل **F₉** به همراه تصویر استریوگرافی.....۳۹
- شکل ۴-۱۲- گسل فردوس در مرز واحدهای آهکی و رسوبات نئوژن.....۴۰
- شکل ۴-۱۳- صفحه گسل **F₁₀** به همراه تصویر استریوگرافی.....۴۱
- شکل ۴-۱۴- صفحه گسل **F₁₁** و **F₁₂** به همراه تصاویر استریوگرافی آنها.....۴۱
- شکل ۴-۱۵- صفحه گسل **F₁₃** به همراه تصویر استریوگرافی.....۴۲
- شکل ۴-۱۶- صفحه گسل **F₁₄** به همراه تصویر استریوگرافی.....۴۲
- شکل ۴-۱۷- صفحه گسل **F₁₅** به همراه تصویر استریوگرافی.....۴۳
- شکل ۴-۱۸- صفحه گسل **F₁₆** به همراه تصویر استریوگرافی.....۴۳
- شکل ۴-۱۹- صفحه گسل **F₁₇** به همراه تصویر استریوگرافی.....۴۴
- شکل ۴-۲۰- صفحه گسل **F₁₈** به همراه تصویر استریوگرافی.....۴۴
- شکل ۴-۲۱- صفحه گسل های **F₁₉** و **F₂₀** به همراه تصاویر استریوگرافی.....۴۵
- شکل ۴-۲۲- صفحه گسل **F₂₁** به همراه تصویر استریوگرافی.....۴۶
- شکل ۴-۲۳- صفحه گسل **F₂₂** به همراه تصویر استریوگرافی.....۴۶
- شکل ۴-۲۴- صفحه گسل **F₂₃** با دو خش لغز متفاوت به همراه تصویر استریوگرافی.....۴۷
- شکل ۴-۲۵- صفحه گسل **F₂₄** به همراه تصویر استریوگرافی.....۴۷
- شکل ۴-۲۶- تعیین محورهای تنش در منطقه بر اساس روش دو وجهی عمود بر هم.....۴۸
- شکل ۴-۲۷- رزیدیاگرام گسل های برداشت شده.....۴۹
- شکل ۴-۲۸- بیضی کرنش در منطقه مطالعاتی به همراه گسل های ایجاد شده.....۵۰

- شکل ۴-۲۹- نقشه ماهواره‌ای منطقه همراه با نمودارهای گل سرخی..... ۵۱
- شکل ۴-۳۰- نمودار گل سرخی نهایی..... ۵۲
- شکل ۵-۱- تصویر ماهواره ای از موقعیت گسل فردوس..... ۵۴
- شکل ۵-۲- عوامل مؤثر در تعیین سینوسیته پیشانی کوهستان..... ۵۵
- شکل ۵-۳- پیشانی کوهستان تقریباً خطی در نزدیک روستای بادامک..... ۵۷
- شکل ۵-۴- میزان سینوسیته کانال رودخانه در شمال سرایان..... ۵۸
- شکل ۵-۵- تصویر ماهواره ای موقعیت مناطق انتخابی جهت تعیین شاخص سینوسیته کانال رودخانه در منطقه مطالعاتی..... ۵۹
- شکل ۵-۶- سینوسیته رود سرخمج، جنوب شرق سرایان..... ۶۱
- شکل ۵-۷- پارامترهای مؤثر در تعیین شاخص نسبت V..... ۶۱
- شکل ۵-۸- دره های V شکل در منطقه کوه زرد، شمال شرق سرایان..... ۶۳
- شکل ۵-۹- پارامترهای مؤثر در تعیین شاخص نسبت V..... ۶۴
- شکل ۵-۱۰- دره های عمیق در جنوب غرب سرایان، نزدیک بادامک..... ۶۶
- شکل ۵-۱۱- افراز خط گسله و افراز گسله..... ۶۹
- شکل ۵-۱۲- تصویر ماهواره‌ای موقعیت برداشت‌های صحرایی افرازهای گسلی..... ۷۰
- شکل ۵-۱۳- افرازهای گسلی فردوس..... ۷۱
- شکل ۵-۱۴- جابه جایی آبراهه در امتداد گسل فردوس..... ۷۲
- شکل ۵-۱۵- سطوح مثلثی در غرب تیغدر..... ۷۳
- شکل ۵-۱۶- تغییر رنگ رسوبات در امتداد گسل..... ۷۳
- شکل ۵-۱۷- رودخانه مئاندری، نشان دهنده تکتونیک فعال..... ۷۴
- شکل ۵-۱۸- موقعیت مخروط افکنه در پیشانی کوه..... ۷۵
- شکل ۵-۱۹- جابه جایی آبراهه در امتداد گسل دوست آباد..... ۷۷

- شکل ۵-۲۰- تغییر رنگ رسوبات در امتداد گسل دوست آباد.....۷۷
- شکل ۵-۲۱- جابه جاشدگی توده آندزیتی در امتداد گسل دوست آباد.....۷۸
- شکل ۵-۲۲- افزایش گسلی، گسل دوست آباد.....۷۸
- شکل ۵-۲۳- نقشه‌ی تهیه شده در ArcGis برای محاسبه‌ی بعد فرکتالی گسل.....۸۰
- شکل ۵-۲۴- نمودار لگاریتمی عکس طول ضلع مربع‌ها به تعداد مربع های حاوی گسل.....۸۰
- شکل ۵-۲۵- شبکه بندی گسل فردوس به چهارگوش‌های مربعی اصلی با طول ضلع اولیه ۱۰ کیلومتری.....۸۱
- شکل ۵-۲۶- دیاگرام لگاریتمی مربوط به شبکه فرکتالی ۷ گسل فردوس.....۸۲
- شکل ۵-۲۷- نقشه منطقه مورد مطالعه همراه با گسل ها و شبکه های رسم شده برای اعمال روش مربع شمار در به دست آوردن بعد فرکتالی با طول ضلع اولیه ۱۰ کیلومتر.....۸۳
- شکل ۵-۲۸- دیاگرام لگاریتمی مربوط به شبکه بخش شمالی گسل فردوس.....۸۴
- شکل ۵-۲۹- دیاگرام لگاریتمی مربوط به شبکه بخش میانی گسل فردوس.....۸۴
- شکل ۵-۳۰- دیاگرام لگاریتمی مربوط به شبکه بخش جنوبی گسل فردوس.....۸۵
- شکل ۶-۱- نقشه جغرافیایی زمین‌لرزه‌ها در جهان.....۸۷
- شکل ۶-۲- نقشه پهنه بندی خطر لرزه ای در ایران.....۸۹
- شکل ۶-۳- ایالت‌های لرزه زمین ساخت ایران (نوگل سادات ۱۳۷۲).....۹۰
- شکل ۶-۴- موقعیت کانونی زمین‌لرزه‌های دستگاهی سال ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۱.....۹۲
- شکل ۶-۵- رابطه بین Mb و Ms در منطقه مورد مطالعه.....۹۴
- شکل ۶-۶- مقایسه بزرگی زمین لرزه ها و فراوانی آن ها در منطقه مطالعاتی.....۹۵
- شکل ۶-۷- فراوانی زمین لرزه ها بر اساس سال رخداد آن ها.....۹۶
- شکل ۶-۸- موقعیت جغرافیایی زلزله ها.....۹۶
- شکل ۶-۹- مقایسه فراوانی - عمق کانونی زمین لرزه ها.....۹۷

- شکل ۶-۱۰- نمودار Ms در برابر LogN ۹۹
- شکل ۷-۱- نمودار کریجینگ ۱۱۳
- شکل ۷-۲- نقشه هم شدت شکستگی ۱۱۷
- شکل ۷-۳- نقشه هم شدت شکستگی کوتاهتر ۱۱۸
- شکل ۷-۴- هیستوگرام توزیع نرمال داده های شتاب گرانش زمین در نرم افزار GIS ۱۱۹
- شکل ۷-۵- نمودار QQplat برای داده های شتاب گرانش زمین در نرم افزار GIS ۱۲۰
- شکل ۷-۶- نمودار روند داده های مورد مطالعه در نرم افزار GIS ۱۲۰
- شکل ۷-۷- نمودار تغییرنما و سطح ناهمسانگردی در نرم افزار GIS ۱۲۱
- شکل ۷-۸- نمودار کنترل اعتبار تغییرنما ۱۲۲
- شکل ۷-۹- پهنه بندی خطر نسبی لرزه ای در گستره مورد مطالعه ۱۲۳
- شکل ۷-۱۰- پهنه بندی خطر نسبی لرزه ای در گستره نزدیک سرایان ۱۲۴

فهرست جداول

- جدول ۵-۱- محاسبه سینوسیته پیشانی کوهستان..... ۵۵
- جدول ۵-۲- مقادیر بدست آمده برای شاخص‌های مورفوتکتونیک در طول گسل فردوس..... ۵۷
- جدول ۵-۳- محاسبه سینوسیته کانال رود در منطقه مطالعاتی..... ۶۰
- جدول ۵-۴- محاسبه شاخص نسبت V در منطقه مطالعاتی..... ۶۲
- جدول ۵-۵- محاسبه شاخص V_f در منطقه مطالعاتی..... ۶۴
- جدول ۵-۶- داده های صحرایی افرازهای گسلی..... ۶۹
- جدول ۵-۷- داده های صحرایی جابه جایی آبراهه در امتداد گسل دوست آباد..... ۷۶
- جدول ۵-۸- محاسبه بعد فرکتالی ساختارهای خطی در طول گسل فردوس..... ۸۲
- جدول ۵-۹- بعد فرکتالی بخش های مختلف گسل فردوس..... ۸۵
- جدول ۶-۱- پنجره های زمانی و مکانی برای حذف پس لرزه ها و پیش لرزه ها..... ۹۵
- جدول ۶-۲- فراوانی زمین لرزه‌ها براساس بزرگی آنها در گستره ۱۵۰ کیلومتری از شهر سرایان..... ۹۸
- جدول ۶-۳- برآورد دوره بازگشت زمین لرزه های با بزرگی متفاوت..... ۱۰۰
- جدول ۶-۴- برآورد DBE و MCE..... ۱۰۱
- جدول ۶-۵- برآورد توان لرزه زایی گسل های با طول بیش از ۱۰ کیلومتر..... ۱۰۴
- جدول ۶-۶- برآورد پارامترهای حرکتی زمین..... ۱۰۵
- جدول ۶-۷- محاسبه بیشینه شتاب افقی و قائم..... ۱۰۶
- جدول ۶-۸- محاسبه بیشینه سرعت و بیشینه جابه جایی افقی و قائم..... ۱۰۷
- جدول ۶-۹- برآورد بیشینه شتاب افقی (PGA) وارد بر شهر سرایان..... ۱۱۰

فصل اول

کلیات

۱-۱ - مقدمه

یکی از اهداف مهم هر علم کشف اطلاعات جدید و سودمند برای جامعه است. در تکتونیک ما به دنبال راه هایی برای بررسی تاریخ تحولات زمین و تفسیر زمان و مکان رخداد های تکتونیکی ویرانگر مانند زمین لرزه ها هستیم. فلات ایران بر روی یکی از کمربندهای لرزه خیز جهان (کمربند آلپ - هیمالیا) قرار دارد که از نظر لرزه خیزی بسیار فعال است و در طول تاریخ، زمین لرزه های بزرگ و ویرانگر را به خود دیده است که هر کدام از این زمین لرزه ها، سبب تلف شدن انسان های زیاد همراه با ویرانی هزاران سازه شده است.

انسان از قرن ها پیش در پی آگاهی از سازوکار زمین لرزه ها، تعیین عوامل رخداد آن و پیش بینی زمانی و مکانی آن بوده است. اگر چه پیش بینی قطعی زمین لرزه در حال حاضر امکان پذیر نیست، ولی با درک ابعاد مختلف یک زمین لرزه و توان لرزه خیزی یک منطقه قادر به اتخاذ روش های مناسب ایمن سازی در جهت کاهش تلفات مالی و انسانی خواهیم بود. بدین ترتیب انجام پژوهش های صحرایی و دفتری لرزه زمین ساختی به وسیله ی پژوهشگران با تجربه برای دوری از اشتباهات سازه ای و پهنه های فعال و ناآرام زمین و به کار بردن نتیجه ی به دست آمده در انتخاب مکان مناسب و طراحی سازه های جدید، بسیار مفید خواهد بود.

۲-۱ - تبیین موضوع

محدوده مورد مطالعه شهرستان سرایان، یکی از شهرستان های استان خراسان جنوبی است که در پهنه ساختاری لوت (اشتوکلین و نبوی، ۱۹۷۳) و ایالت لرزه زمین ساخت لوت شمالی (نوگل سادات، ۱۳۷۲) قرار گرفته است؛ این شهر در موقعیت $33^{\circ}15'$ شمالی و $58^{\circ}31'$ شرقی قرار دارد. زمین لرزه های متعددی در محدوده مورد مطالعه رخ داده است از جمله: زمین لرزه های محمدآباد (۱۹۴۱)، دوست آباد (۱۹۴۷)، دشت بیاض (۱۹۶۸ و ۱۹۷۹) و فردوس (۱۹۶۸) که خساراتی را به شهر سرایان وارد کرده اند. این شهر در محل تلاقی سه سیستم گسلی، با سه روند و سازوکار مختلف قرار گرفته است (شکل ۱-۱):