





دانشگاه بیرجند
دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی

گرایش تکتونیک

عنوان :

تحلیل لرزه زمین ساختی گسل جنوب بیرجند به کمک
شواهد ریخت زمین ساختی و نو زمین ساختی

استاد راهنما:

دکتر محمد مهدی خطیب

اساتید مشاور:

دکتر ابراهیم غلامی

دکتر سید سعید احمدی زاده

نگارش:

مهین عرب خزاعی

بهمن ۸۹

چکیده

گسل جنوب بیرجند در مرز کوه باقران و دشت بیرجند در ۲ کیلومتری جنوب شهر بیرجند واقع شده است. سیمای گسل جنوب بیرجند به صورت یک گسل ناپیوسته است و از قطعات متعددی تشکیل شده است. برای ارزیابی فعالیت مورفوتکتونیک گسل جنوب بیرجند، از شاخص‌های مورفومتریک استفاده شده است. نتایج حاصل از محاسبه این شاخص‌ها، فعالیت زمین ساختی نسبتاً بالایی را برای گسل جنوب بیرجند ارائه می‌دهد. نقشه کنتری ترسیم شده برای برخی از شاخص‌ها فعالترین مناطق زمین ساختی در طول گسل را منطقه کوه ریچ، دهنو، علی آباد، زمان آباد و سورک معرفی می‌کند. با بررسی ساختارهای هندسی و عوارض مورفولوژی، سازوکار گسل جنوب بیرجند امتدادلغز چپگرد با مولفه معکوس معرفی می‌شود. همچنین با استفاده از هندسه گسل، محاسبه بعد فرکتالی در عرض و طول پهنه گسل جنوب بیرجند و ویژگی‌های مورفوتکتونیک شش قطعه ساختاری را معرفی کردیم که از شرق به غرب شامل قطعات بیجار، نوفرست، علی آباد، امیرآباد شیبانی، دهنو و کوه ریچ با طول ۹، ۸، ۱۴، ۱۸، ۶، ۱۴ کیلومتر و بعد فرکتالی ۱/۳۸۵، ۱/۳۹۲، ۱/۲۰۹، ۱/۲۴۵، ۱/۳۶۱، ۱/۱۸۲ می‌باشند. قطعه کوه ریچ با توجه به بعد فرکتالی محاسبه شده و شاخص‌های مورفوتکتونیک فعالترین قطعه گسلی، قطعه بیجار با سازوکار امتداد لغز با مولفه معکوس کمترین فعالیت تکتونیک و قطعه علی آباد با سازوکار امتدادلغز چپ بر با مولفه معکوس طویل‌ترین قطعه، معرفی می‌شود.

بیشینه شتاب افقی وارد بر شهر بیرجند $0.78g$ شتاب ثقل زمین، از گسل جنوب بیرجند با توان لرزه زایی ۷/۴۴ ریشتر است. مناطق خطر خیلی بالا تا بالا در گستره بیرجند در دشت بیرجند (در نتیجه عملکرد گسل‌های شمال بیرجند و جنوب بیرجند) و دشت ماژان در نتیجه عملکرد گسل گیو شناسایی شدند.

کلید واژه: شاخص مورفومتریک، گسل جنوب بیرجند، قطعه بندی، بعد فرکتالی، بیشینه شتاب افقی

تقدیم به پدر و مادرم

به پاس

فداکاری و محبت بی دریغ شان

که هرچه دارم و خواهم داشت

مرهون دعای خیر آنهاست

تشکر و قدردانی

ستایش برای خداست، آن نخستین بی آغاز و آن واپسین بی انجام. او که عطاهای بزرگ می بخشد و نعمت های سترگ می دهد، ستایش کم را پذیراست و شکر اندک را سپاسگزار.

از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر محمد مهدی خطیب به خاطر تمام تلاش ها و زحماتشان که در جهت راهنمایی ام در دوران تحصیل و مراحل انجام این پژوهش به من ارزانی داشتند، بی نهایت سپاسگزارم و موفقیت روزافزون ایشان را آرزومندم.

از جناب آقای دکتر ابراهیم غلامی که در امر مشاوره پایان نامه بنده را یاری نمودند قدردانی می نمایم.

همچنین از جناب آقای دکتر سید سعید احمدی زاده به خاطر راهنمایی هایشان در بخش GIS تشکر می نمایم.

برخود لازم می دانم از آقای دکتر نوروزی و آقای دکتر شبستری که داوری این پایان نامه را برعهده داشتند قدردانی نمایم. از جناب آقای دکتر محمدی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی کمال تشکر را دارم.

از آقای مهندس بهلگردی، کارشناس محترم گروه زمین شناسی دانشگاه بیرجند و آقایان واله و حسن نژاد که به نحوی در کار پایان نامه مرا یاری رساندند صمیمانه سپاسگزارم.

و در نهایت:

از دوستان، هم کلاسی ها و هم اتاقی های عزیزم که در طی این دوره تحصیلی از هیچ یاری و محبتی مرا بی نصیب نگذاشتند صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم.

فهرست

فصل اول: کلیات

- ۱-۱) مقدمه ۲
- ۲-۱) تبیین موضوع ۲
- ۳-۱) اهداف اصلی پژوهش ۳
- ۴-۱) فرضیه ها ۳
- ۵-۱) موقعیت جغرافیایی ۳
- ۶-۱) موقعیت توپوگرافی ۴
- ۷-۱) آب و هوا ۵
- ۸-۱) راههای دسترسی به منطقه ۶
- ۹-۱) داده های مورد استفاده ۷
- ۱۰-۱) پیشینه تحقیق ۷
- ۱۱-۱) روش تحقیق ۱۰
- ۱-۱۱-۱) مطالعات دفتری ۱۰
- ۲-۱۱-۱) مطالعات صحرایی ۱۱
- ۳-۱۱-۱) تحلیل و پردازش داده ها ۱۱

فصل دوم: زمین شناسی ناحیه ای

- ۱-۲) موقعیت ایران و پهنه زمیندرز سیستان در کمربند آلپ- هیمالیا ۱۳
- ۲-۲) جایگاه پهنه شرق ایران و موقعیت منطقه مورد مطالعه در تقسیم بندی های زمین شناسی ایران ۱۴
- ۳-۲) زمینشناسی پهنه زمیندرز سیستان ۱۷
- ۱-۳-۲) چینه شناسی پهنه زمیندرز سیستان ۱۷
- ۲-۳-۲) عناصر ساختاری پهنه زمیندرز سیستان ۱۸
- ۱-۲-۳-۲) چینها ۱۸
- ۲-۲-۳-۲) گسلها ۱۹
- ۴-۲) چگونگی و زمان پیدایش پهنه زمیندرز سیستان ۲۲
- ۵-۲) ستون زمین ساختی ایالت سیستان ۲۵
- ۶-۲) افیولیت ملانژ جنوب بیرجند ۲۷
- ۷-۲) چگونگی پیدایش افیولیت ملانژ جنوب بیرجند ۲۸
- ۸-۲) چینه شناسی سنگی ناحیه جنوب بیرجند ۲۹
- ۱-۸-۲) آمیزه افیولیتی ۲۹
- ۲-۸-۲) رخساره فلیش ۳۰
- ۳-۸-۲) سنگ های آذرآواری و رسوبات جوان تر ۳۰
- ۹-۲) گسل جنوب بیرجند ۳۱
- ۱۰-۲) واحدهای سنگی زمین ساختی که توسط گسل قطع شده اند ۳۱

فصل سوم: قطعه بندی گسل جنوب بیرجند

- ۳۵..... (۱-۳) قطعه بندی
- ۳۵..... (۱-۱-۳) ناپیوستگی های هندسی پهنه ی گسلش
- ۳۶..... (۱-۱-۳) خمش گسلی
- ۳۶..... (۲-۱-۳) پرش گسلی
- ۳۷..... (۳-۱-۳) انشعاب گسلی
- ۳۸..... (۴-۱-۳) اختتام گسلی
- ۳۸..... (۲-۳) قطعه بندی گسل جنوب بیرجند براساس ناپیوستگی های هندسی
- ۴۵..... (۳-۳) قطعه بندی پهنه های گسلش بر اساس تحلیل هندسه فرکتالی
- ۴۵..... (۱-۳-۳) تحلیل فرکتالی گسل جنوب بیرجند
- ۴۶..... (۱-۳-۵) محاسبه ی بعد فرکتالی پهنه گسل جنوب بیرجند در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰
- ۴۸..... (۲-۱-۳-۳) محاسبه ی بعد فرکتالی طول گسل جنوب بیرجند
- ۵۱..... (۳-۱-۳-۳) بررسی بعد فرکتالی در عرض گسل جنوب بیرجند
- ۵۶..... (۴-۱-۳-۳) محاسبه ی هندسه ی فرکتالی بر پایه ی قطعه بندی منطقه به ۶ قطعه گسلی

فصل چهارم: تحلیل هندسی گسل جنوب بیرجند

- ۶۷..... (۱-۴) مقدمه
- ۶۷..... (۲-۴) گسل جنوب بیرجند
- ۶۸..... (۳-۴) روش برداشت گسل جنوب بیرجند
- ۷۵..... (۴-۴) تعیین راستای تنش های اصلی در منطقه
- ۷۷..... (۵-۴) درزه ها
- ۷۷..... (۱-۵-۴) تجزیه و تحلیل شکستگیهای منطقه مطالعاتی

فصل پنجم: مورفوتکتونیک و نئوتکتونیک گسل جنوب بیرجند

- ۸۰..... (۱-۵) مقدمه
- ۸۱..... (۲-۵) شاخصهای مورفولوژی جبهه کوهستان
- ۸۱..... (۱-۲-۵) شاخص پیچ و خم پیشانی کوهستان
- ۸۷..... (۲-۲-۵) درصد رخدار شدن جبهه کوهستان
- ۹۱..... (۳-۵) شاخصهای مورفولوژی مقطع دره
- ۹۱..... (۱-۳-۵) نسبت پهنای به ارتفاع دره
- ۹۶..... (۲-۳-۵) نسبت V
- ۱۰۱..... (۴-۵) شاخص های مورفولوژی کانال رودخانه
- ۱۰۲..... (۱-۴-۵) شاخص سینوسیتهی کانال رودخانه
- ۱۰۷..... (۲-۴-۵) شاخص طول-گرادیان رود
- ۱۱۲..... (۵-۵) هیپسومتري (نسبت ارتفاع E_T)
- ۱۱۶..... (۶-۵) فعالیتهای نسبی زمینساختی

۱۱۹	..... مقایسه شاخص های مورفومتریک در قطعات گسل جنوب بیرجند
۱۲۰	..... بررسی فعالیت های نوزمین ساختی
۱۲۰	..... ۵ - ۸ - ۱) علائم و شواهد زمین شناسی
۱۲۱	..... ۵ - ۸ - ۲) علائم ژئومورفولوژی
۱۲۱	..... ۵ - ۸ - ۳) علائم و شواهد زلزله شناسی
۱۲۱	..... ۵ - ۸ - ۴) علائم و شواهد ژئودزی
۱۲۱	..... ۵ - ۸ - ۵) علائم و شواهد تاریخی
۱۲۲	..... ۵ - ۸ - ۶) علائم و شواهد باستان شناسی
۱۲۲	..... ۹-۵) مورفولوژی گسل جنوب بیرجند
۱۲۲	..... ۱۰-۵) شواهد گسلش
۱۲۳	..... ۵-۱۰-۱) آبراهه ها
۱۲۵	..... ۵-۱۰-۲) مخروطه افکنه
۱۲۷	..... ۵-۱۰-۳) پشته های مسدودکننده
۱۲۷	..... ۵-۱۰-۴) افزایش های گسلی
۱۲۸	..... ۵-۱۰-۵) قطع شدگی عوارض
۱۲۹	..... ۵-۱۰-۶) تغییر رنگ رسوبات در امتداد گسل
۱۳۰	..... ۵-۱۰-۷) رودخانه مئاندری

فصل ششم: تحلیل لرزه خیزی و پهنه بندی به کمک GIS

۱۳۳	..... ۶-۱) مقدمه
۱۳۳	..... ۶-۲) کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در پهنه بندی خطر زمین لرزه
۱۳۳	..... ۶-۳) زمین آمار
۱۳۴	..... ۶-۳-۱) تغییرنا
۱۳۸	..... ۶-۳-۲) کریجینگ
۱۴۰	..... ۶-۳-۳) بررسی توزیع داده ها
۱۴۰	..... ۶-۳-۴) بررسی روند جهانی داده ها
۱۴۱	..... ۶-۳-۵) بررسی همسانگردی و ناهمسانگردی داده ها
۱۴۱	..... ۶-۳-۶) کنترل اعتبار تغییرنا
۱۴۳	..... ۶-۴) پهنه بندی خطر لرزه خیزی در گستره بیرجند با استفاده از GIS
۱۴۳	..... ۶-۴-۱) جمع آوری اطلاعات
۱۴۳	..... ۶-۴-۱-۱) رابطه میان توان لرزه زایی و طول گسل
۱۴۶	..... ۶-۴-۱-۲) برآورد بیشینه شتاب گرانش افقی زمین (PGA)
۱۴۸	..... ۶-۴-۲) پردازش اطلاعات و ارائه مدل پهنه بندی لرزه ای در گستره مورد مطالعه توسط نرم افزار ArcGIS
۱۴۸	..... ۶-۴-۲-۱) بررسی توزیع داده های مورد مطالعه
۱۵۰	..... ۶-۴-۲-۲) بررسی روند جهانی داده های مورد مطالعه
۱۵۰	..... ۶-۴-۲-۳) بررسی تغییرنا و همسانگردی یا ناهمسانگردی داده های مورد مطالعه
۱۵۱	..... ۶-۴-۲-۴) بررسی کنترل اعتبار تغییرنا جهت ارزیابی اعتبار نقشه

۱۵۲	..... ۵-۶) په‌نه ب‌ندی خطر زمين لرزه براي چهار گوش بيرجند
۱۵۳	..... ۶-۶) په‌نه ب‌ندی خطر زمين لرزه در گستره نزديك بيرجند
۱۵۴	..... فصل هفتم: نتيج‌ه گيري
۱۶۰	..... منابع

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱) تصویر ماهواره ای از موقعیت گسل جنوب بیرجند ۴
- شکل (۲-۱) تصویر دشت بیرجند و کوه باقران ۵
- شکل (۳-۱) نقشه راههای دسترسی به منطقه ۶
- شکل (۱-۲) جایگاه زمین‌شناسی ایران در نوار چین خورده آلپ-همالیا ۱۳
- شکل (۲-۲) واحدهای اصلی زمین‌شناسی پهنه جوشخورده سیستان ۱۷
- شکل (۳-۲) مراحل آغاز و پایان فرورانش در حاشیه شرقی لوت ۲۳
- شکل (۴-۲) نمایش شماتیک تکامل ساختاری پهنه زمیندرز سیستان ۲۴
- شکل (۵-۲) تصویر ماهواره ای از افیولیت ملانژ جنوب بیرجند، گسل جنوب بیرجند و موقعیت آن نسبت به شهر بیرجند ۲۸
- شکل (۶-۲) رخنمون سنگ های لیسوینیت و پریدوتیت در جنوب غری روستای چهکنند، جهت دید به به سمت غرب ۳۲
- شکل (۷-۲) رخنمون شیل و آهک ماسه ای در امتداد گسل در جنوب غرب روستای ملک آباد ۳۲
- شکل (۸-۲) رخنمون آمیزه رنگین و سنگ آهک ماسه ای که توسط گسل جنوب بیرجند قطع شده‌اند ۳۳
- شکل (۱-۳) هندسه و واژگان برای خمشها و پرشهای چپ و راست ۳۷
- شکل (۲-۳) تصویر ماهواره ای از منطقه مورد مطالعه، نشان دهنده قطعات و نحوه اتصالات قطعات گسلی ۳۹
- شکل (۳-۳) قطعه گسلی کوه ریچ ۴۰
- شکل (۴-۳) قطعه گسلی دهنو بین قطعه های گسل ریچ و امیرآباد شیبانی ۴۱
- شکل (۵-۳) قطعه گسلی امیرآباد شیبانی بین قطعه های گسل دهنو و علی آباد ۴۲
- شکل (۶-۳) قطعه گسلی علی آباد بین قطعه های گسل نوفرست و امیرآباد شیبانی ۴۳
- شکل (۷-۳) قطعه نوفرست بین قطعه های گسل بیجار و علی آباد ۴۴
- شکل (۸-۳) قطعه گسلی بیجار ۴۵
- شکل (۹-۳) نقشه منطقه مورد مطالعه همراه با گسل ها و شبکه های رسم شده با طول ضلع اولیه ۵۰ کیلومتر، نمایش شبکه بندی ۶ مرحله ای ۴۷
- شکل (۱۰-۳) نقشه شبکه بندی الگوی پراکندگی گسل جنوب بیرجند به چهار گوش های مربعی اصلی با طول ضلع اولیه ۱۰ کیلومتری. شبکه بندی فرعی یکی از چهار گوش های فرعی ۴۹
- شکل (۱۱-۳) نقشه منطقه مورد مطالعه همراه با گسل ها و شبکه های رسم شده در به دست آوردن بعد فرکتالی در سمت شمال و جنوب امتداد گسل جنوب بیرجند. نمایش شبکه بندی ۵ مرحله ی در شبکه g ۵۲

- شکل ۳-۱۲) نقشه‌ی منطقه مورد مطالعه همراه با گسل‌ها شبکه‌های رسم شده با طول ضلع اولیه ۶ کیلومتر نمایش شبکه‌بندی ۵ مرحله‌ی در قطعه دوم (دهنو) ۵۷
- شکل ۴-۲) تصویر ماهواره‌ای از منطقه مورد مطالعه همراه با معرفی شش قطعه با موقعیت ایستگاه‌های برداشتی ۶۹
- شکل ۴-۳) الف- امتداد گسل جهت دید به سمت شمال. ب- رخنمون سطح گسل همراه با ریک ۳۵ درجه، جهت دید به سمت شمال شرق ج- استریوپلات گسل ۶۹
- شکل ۴-۴) الف- امتداد گسل جهت دید به سمت شمال ب- رخنمون سطح گسل همراه با ریک ۱۰ درجه، جهت دید به سمت شمال ج- استریوپلات گسل ۷۰
- شکل ۴-۵) الف- امتداد گسل به همراه رخنمون سطح گسل همراه با ریک ۶۰ درجه، ب- استریوپلات گسل ۷۱
- شکل ۴-۶) الف- رخنمون سطح گسل جهت دید به سمت جنوب ب- استریوپلات گسل ۷۱
- شکل ۴-۷) الف- رخنمون سطح گسل در جنوب علی‌آباد همراه با ریک ۲۸ درجه و استریوپلات گسل ۷۲
- شکل ۴-۸) الف- امتداد گسل ب- رخنمون سطح گسل همراه با ریک ۶۰ درجه ج- استریوپلات گسل ۷۳
- شکل ۴-۹) الف- امتداد گسل جهت دید به سمت شمال ب- رخنمون سطح گسل همراه با ریک ۷۰ درجه، جهت دید به سمت شمال شرق ج- استریوپلات گسل ۷۴
- شکل ۴-۱۰) الف- رخنمون سطح گسل همراه با ریک ۵۰ درجه، جهت دید به سمت شمال شرق ج- استریوپلات گسل ۷۴
- شکل ۴-۱۱) الف- رخنمون سطح گسل در منطقه دهنو، جهت دید به سمت شمال شرق ب- استریوپلات گسل ۷۵
- شکل ۴-۱۲) تعیین محور کشش و فشارش و حد واسط در منطقه بر اساس روش دو وجهی عمود بر هم ۷۶
- شکل ۴-۱۳) نقشه ساختاری منطقه مورد مطالعه همراه با نمودارهای گل سرخی ترسیم شده در ایستگاه‌های برداشت شده ۷۸
- شکل ۴-۱۴) نمودار گل سرخی نهایی مربوط به درزه‌های برداشتی از منطقه مطالعاتی ۷۸
- شکل ۵-۱) عوامل موثر در تعیین پیچ و خم پیشانی کوهستان ۸۱
- شکل ۵-۲) تصویر ماهواره‌ای گسل پیشانی کوهستان و ایجاد پیشانی تقریباً خطی در جنوب شرق بیرجند ۸۴
- شکل ۵-۴) نقشه کنتری شاخص S_{mf} در امتداد گسل جنوب بیرجند ۸۶
- شکل ۵-۵) عوامل موثر در تعیین درصد مسطح شدگی پیشانی کوهستان ۸۷
- شکل ۵-۶) نقشه کنتری شاخص $F\%$ در امتداد گسل جنوب بیرجند ۹۰
- شکل ۵-۷) عوامل موثر در تعیین نسبت پهنای کف دره به عمق دره ۹۱
- شکل ۵-۸) تصویر ماهواره‌ای منطقه به همراه محل برداشت داده‌های V_f ۹۴
- شکل ۵-۹) نقشه کنتری شاخص V_f در امتداد گسل جنوب بیرجند ۹۵

- شکل ۵-۱۰) عوامل موثر در تعیین نسبت V ۹۶
- شکل ۵-۱۱) دره‌های به شکل V که نشان‌دهنده فعال بودن منطقه از نظر تکتونیکی..... ۹۷
- شکل ۵-۱۲) تصویر ماهواره ای منطقه به همراه محل برداشت داده های V ۹۹
- شکل ۵-۱۳) نقشه کنتوری شاخص V در امتداد گسل جنوب بیرجند..... ۱۰۰
- شکل ۵-۱۴) عوامل موثر در تعیین سینوسیتهی رودخانه..... ۱۰۲
- شکل ۵-۱۵) تصویر ماهواره ای منطقه به همراه محل برداشت داده های S ۱۰۵
- شکل ۵-۱۶) نقشه کنتوری شاخص S در امتداد گسل جنوب بیرجند..... ۱۰۶
- شکل ۵-۱۷) عوامل موثر در تعیین شاخص شیب رود..... ۱۰۸
- شکل ۵-۱۸) تصویر ماهواره‌ای منطقه به همراه محل برداشت داده های S_L ۱۰۹
- شکل ۵-۱۹) نقشه کنتوری شاخص S_L در امتداد گسل جنوب بیرجند..... ۱۱۱
- شکل ۵-۲۰) تصویر ماهواره ای منطقه به همراه محل برداشت داده های E_T ۱۱۳
- شکل ۵-۲۱) نقشه کنتوری شاخص E_T در امتداد گسل جنوب بیرجند..... ۱۱۶
- شکل ۵-۲۲) جابجایی آبراهه‌ها در گسل جنوب بیرجند در محل های a, b, c ۱۲۴
- شکل ۵-۲۳) جابجایی آبراهه در امتداد قطعه گسل امیرآباد شیبانی در مربع a ۱۲۴
- شکل ۵-۲۴) جابجایی آبراهه در امتداد قطعه گسل علی آباد در مربع b ۱۲۴
- شکل ۵-۲۵) جابجایی آبراهه در امتداد قطعه گسل علی آباد در مربع c ۱۲۵
- شکل ۵-۲۶) وضعیت مخروط افکنه‌ها در الف: پیشانی‌های فعال ب: پیشانی‌های با فعالیت کم..... ۱۲۶
- شکل ۵-۲۷) موقعیت مخروط افکنه در پیشانی کوه..... ۱۲۶
- شکل ۵-۲۸) موقعیت پشته مسدود کننده و حرکت ظاهری گسل جنوب بیرجند..... ۱۲۷
- شکل ۵-۲۹) اسکارپ گسلی در منطقه علی آباد با ۶ متر ارتفاع قائم..... ۱۲۸
- شکل ۵-۳۰) گسل جنوب بیرجند در مرز بین رسوبات کرتاسه و ترشیاری..... ۱۲۹
- شکل ۵-۳۱) تفاوت رنگ و رخساره در امتداد گسل جنوب بیرجند..... ۱۲۹
- شکل ۵-۳۲) الف: رودخانه مئاندری ب: دیواره قائم رودخانه نشان‌دهنده تکتونیک فعال..... ۱۳۰
- شکل ۶-۱) نمودار تغییرنما..... ۱۳۶
- شکل ۶-۲) نمودار تغییرنما در مدل کروی..... ۱۳۷
- شکل ۶-۳) نمودار تغییرنما در مدل نمایی..... ۱۳۷

- شکل ۴-۶) نمودار تغییرنما در مدل گوسی ۱۳۹
- شکل ۵-۶) نمودار کریجینگ ۱۳۹
- شکل ۶-۶) هیستوگرام توزیع نرمال داده های شتاب گرانش زمین در نرم افزار GIS ۱۴۹
- شکل ۷-۶) نمودار QQplat برای داده های شتاب گرانش زمین در نرم افزار GIS ۱۴۹
- شکل ۸-۶) نمودار روند در داده های مورد مطالعه در نرم افزار GIS ۱۵۰
- شکل ۹-۶) نمودار تغییرنما و سطح ناهمسانگردی بدست آمده در جهت N در نرم افزار GIS ۱۵۱
- شکل ۱۰-۶) نمودار کنترل اعتبار تغییرنما ۱۵۱
- شکل ۱۱-۶) پهنه بندی خطر نسبی لرزه ای گستره بیرجند که بر اساس بیشینه شتاب افقی ترسیم شده است ۱۵۲
- شکل ۱۲-۶) پهنه بندی خطر نسبی لرزه ای در گستره نزدیک بیرجند (نسبت به یک نقطه) ۱۵۳

فهرست نمودارها

- نمودار ۱-۳) دیاگرام لگاریتمی عکس طول ضلع مربعها به تعداد مربع های حاوی گسل ۴۷
- نمودار ۲-۳) دیاگرام لگاریتمی مربوط به شبکه فرکتالی ۶ پهنه گسل جنوب بیرجند ۴۹
- نمودار ۳-۳) دیاگرام لگاریتمی عکس طول ضلع مربعها به تعداد مربع های حاوی گسل در شبکه a شرق گسل ۵۳
- نمودار ۴-۳) دیاگرام لگاریتمی عکس طول ضلع مربعها به تعداد مربع های حاوی گسل در شبکه a' غرب گسل ۵۴
- نمودار ۵-۳) دیاگرام لگاریتمی عکس طول ضلع مربعها به تعداد مربعهای حاوی گسل در مربع b قطعه کوه ریچ ۵۸
- نمودار ۶-۳) دیاگرام لگاریتمی عکس طول ضلع مربعها به تعداد مربعهای حاوی گسل در مربع d قطعه دهنو ۵۹
- نمودار ۷-۳) دیاگرام لگاریتمی عکس طول ضلع مربعها به تعداد مربعهای حاوی گسل در مربع e قطعه امیرآبادشیبانی ۶۱
- نمودار ۸-۳) دیاگرام لگاریتمی عکس طول ضلع مربعها به تعداد مربعهای حاوی گسل در مربع F قطعه علی آباد ۶۲
- نمودار ۹-۳) دیاگرام لگاریتمی عکس طول ضلع مربعها به تعداد مربعهای حاوی گسل در مربع N قطعه نوفرست ۶۳
- نمودار ۱۰-۳) دیاگرام لگاریتمی عکس طول ضلع مربعها به تعداد مربعهای حاوی گسل در مربع Z قطعه بیجار ۶۴
- نمودار ۱-۵) هیستوگرام فراوانی شاخص S_{mf} در امتداد گسل جنوب بیرجند ۸۶
- نمودار ۲-۵) هیستوگرام فراوانی شاخص $F\%$ در امتداد گسل جنوب بیرجند ۹۰
- نمودار ۳-۵) هیستوگرام فراوانی شاخص V_f در امتداد گسل جنوب بیرجند ۹۵
- نمودار ۴-۵) هیستوگرام فراوانی شاخص V در امتداد گسل جنوب بیرجند ۱۰۰
- نمودار ۵-۵) هیستوگرام فراوانی شاخص S در امتداد گسل جنوب بیرجند ۱۰۵

- نمودار ۵-۶) هیستوگرام فراوانی شاخص S_L در امتداد گسل جنوب بیرجند. ۱۱۱
- نمودار ۵-۷) هیستوگرام فراوانی شاخص E_T در امتداد گسل جنوب بیرجند. ۱۱۵
- فهرست جداول
- جدول ۳-۱) تقسیم بندی هندسی پهنه گسل جنوب بیرجند و نحوه اتصال قطعات گسل ۳۸
- جدول ۳-۲) ابعاد مربع ها و تعداد مربع های حاوی گسل، در طول گسل جنوب بیرجند ۵۰
- جدول ۳-۳) محاسبه بعد فرکتالی ساختارهای خطی در طول گسل جنوب بیرجند در ۱۳ شبکه اصلی ۵۰
- جدول ۳-۴) ابعاد مربع ها و تعداد مربع های حاوی شکستگی، برای ۲۰ مربع در سمت جنوب گسل جنوب بیرجند ۵۳
- جدول ۳-۵) ابعاد مربع ها و تعداد مربع های حاوی شکستگی، برای ۲۰ مربع در سمت شمال گسل جنوب بیرجند ۵۴
- جدول ۳-۶) بعد فرکتالی محاسبه شده در عرض گسل جنوب بیرجند. ۵۶
- جدول ۳-۷) ابعاد مربع ها و تعداد مربع های حاوی گسل برای ۳ مربع از قطعه کوه ریج ۵۸
- جدول ۳-۸) ابعاد مربع ها و تعداد مربع های حاوی گسل برای قطعه دهنو. ۵۹
- جدول ۳-۹) ابعاد مربع ها و تعداد مربع های حاوی گسل برای قطعه امیرآباد شیبانی ۶۰
- جدول ۳-۱۰) ابعاد مربع ها و تعداد مربع های حاوی گسل برای ۴ مربع قطعه علی آباد ۶۱
- جدول ۳-۱۱) ابعاد مربع ها و تعداد مربع های حاوی گسل برای یک مربع قطعه نوفرست ۶۲
- جدول ۳-۱۲) ابعاد مربع ها و تعداد مربع های حاوی گسل برای دو مربع قطعه بیجار ۶۴
- جدول ۳-۱۳) میانگین بعد فرکتالی قطعات در هر مربع ۶۵
- جدول ۵-۱) مقادیر شاخص سینوسیتهی پیشانی کوهستان در امتداد گسل جنوب بیرجند ۸۵
- جدول ۵-۲) جدول مقادیر شاخص $F\%$ در امتداد گسل جنوب بیرجند ۸۹
- جدول ۵-۳) مقادیر شاخص V_f در امتداد گسل جنوب بیرجند ۹۴
- جدول ۵-۴) مقادیر شاخص نسبت V در امتداد گسل جنوب بیرجند ۹۹
- جدول ۵-۵) مقادیر شاخص S در امتداد گسل جنوب بیرجند ۱۰۴
- جدول ۵-۶) مقادیر شاخص S_L در امتداد گسل جنوب بیرجند ۱۱۰
- جدول ۵-۷) مقادیر نسبت ارتفاع در امتداد گسل جنوب بیرجند ۱۱۵
- جدول ۵-۸) میانگین شاخص های مورفومتری در هر یک از قطعات گسل جنوب بیرجند.
- جدول ۶-۱) محاسبه توان لرزه زایی گسل ها در محدوده مورد مطالعه ۱۴۵
- جدول ۶-۲) بیشینه شتاب محتمل در گستره مورد مطالعه ۱۴۷

فصل اول

کلیات

۱-۱) مقدمه

از گذشته های دور تاکنون، وقوع زمین لرزه ها، جوامع بشری را تهدید می کرده است. نام زمین لرزه به فوریت در ذهن بشر، ویرانی، مرگ و بدبختی را تداعی می کند. با پیشرفت روزافزون علم و دانش، بشر تلاش کرده است هر چه بیشتر این پدیده ی ویرانگر را بشناسد تا بتواند تأثیرات مخرب آن را کاهش دهد. از این رو شناخت سرچشمه های لرزه زا در هر گستره از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد.

۱-۲) تبیین موضوع

از آنجاییکه کشور ایران به سبب موقعیت جغرافیایی بر روی کمربند زلزله خیز آلپ-همالیا واقع شده است، رخداد زمین لرزه به عنوان یکی از مخربترین پدیده ها در کشور مطرح شده است. یکی از عناصر کلیدی در برآورد خطر زمین لرزه ویژگی سرچشمه های لرزه زا است. بنابراین شناخت سرچشمه های لرزه زا برای تحلیل رفتار لرزه زمین ساختی در هر گستره از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از این رو زمین شناسان با روش های گوناگون به مطالعه و ارزیابی فعالیت گسل ها پرداخته اند. یکی از این روش ها انجام بررسی های ساختاری و ویژگی های ریخت زمین ساختی میباشد که به دلیل کمبود اطلاعات لرزه شناسی دستگاهی لزوم استفاده از آن روز به روز بیشتر نمایان میشود.

گسل جنوب بیرجند، یکی از شاخه های فرعی پایانه شمالی سیستم گسلی نهبندان می باشد که به طرف غرب خمیده شده است. این گسل دارای سازوکار امتدادی چپ بر با مولفه معکوس میباشد. با توجه به بررسی ریخت زمین ساخت های ایجاد شده در طول گسل و مشاهده عکس های ماهواره ای و هوایی می توان گفت گسل جنوب بیرجند فعال است.

علت انتخاب این گسل برای تحقیق فاصله نزدیک آن (تقریباً ۲ کیلومتر) به شهر بیرجند است، که به عنوان یکی از سرچشمه های لرزه ای موثر برای شهر بیرجند محسوب می شود که تاکنون کار زمین شناسی زیادی روی آن انجام نشده است.

۳-۱) اهداف اصلی پژوهش

- بررسی ویژگی های ریخت زمین ساختی منطقه مورد مطالعه
- تعیین مناطق خطر در منطقه مطالعاتی
- بکارگیری GIS در تجزیه و تحلیل نقشه ها و اطلاعات لرزه زمین ساختی
- تعیین نرخ فعالیت گسل جنوب بیرجند
- تهیه فتوموزاییک و نقشه ساختاری از روند گسل جنوب بیرجند
- تعیین موقعیت محورهای تنش در منطقه
- بررسی و محاسبه هندسه فرکتالی ساختارهای خطی پهنه گسلش
- شناسایی قطعات مختلف گسل جنوب بیرجند

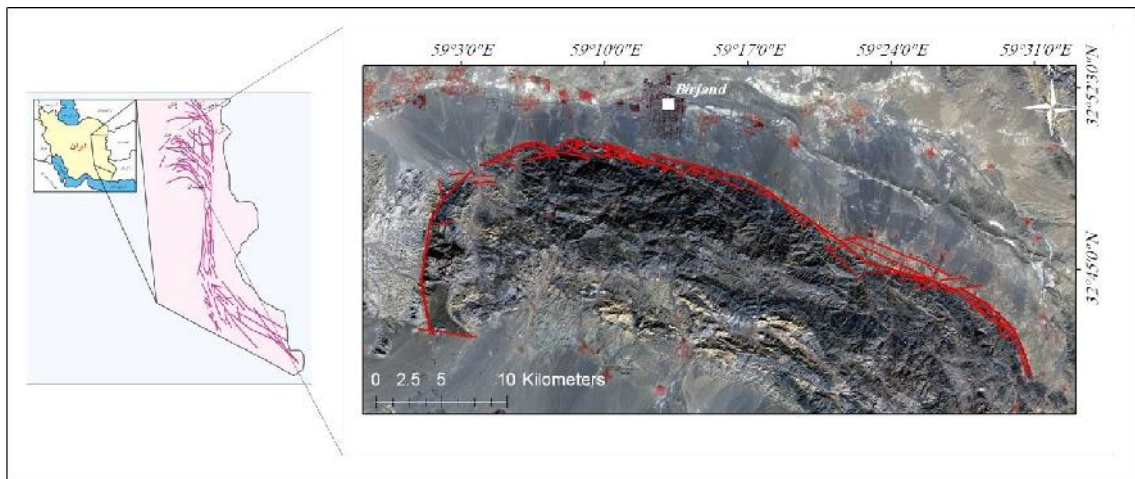
۴-۱) فرضیه ها

- ✓ تمام طول گسل فعال می باشد.
- ✓ شواهد نو زمین ساختی حاکی از فعال بودن این گسل دارد که میتواند به عنوان یکی از سرچشمه های لرزه ای موثر بر شهر بیرجند محسوب گردد.
- ✓ گسل جنوب بیرجند با طول تقریبا ۷۰ کیلومتر بیشترین شتاب افقی را به شهر بیرجند وارد می کند.

۵-۱) موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه در شرق ایران در ایالت ساختاری سیستان واقع شده است، گسل جنوب بیرجند در فاصله ی ۲ کیلومتری جنوب شهر بیرجند، با موقعیت جغرافیایی $32^{\circ} 43'$ تا $32^{\circ} 40'$ شمالی و $59^{\circ} 1'$ تا

۵۹°۳۰' خاوری در مرز کوه باقران و دشت بیرجند قرار دارد (شکل ۱-۱). شهرستان بیرجند با موقعیت جغرافیایی ۳۲°۵۳' شمالی و ۵۹°۱۳' خاوری در خاور کشور ایران قرار دارد و مرکز استان خراسان جنوبی می باشد. شهرستان بیرجند از طرف شمال با شهرستان قائن و از جنوب به استان سیستان و بلوچستان محدود می گردد. از طرف خاور به کشور افغانستان و از طرف باختر به شهرستان فردوس و طبس (بلوک لوت) میرسد. فاصله این شهر تا مشهد ۴۸۶ کیلومتر و تا زاهدان ۴۵۸ کیلومتر و تا پایتخت ۱۳۵۰ کیلومتر می باشد. جمعیت شهرستان بیرجند طبق سرشماری سال ۱۳۸۵، ۲۳۸۸۸۳ نفر است. ارتفاع متوسط از سطح دریا که در فرودگاه شهر بیرجند اندازه گیری شده است ۱۴۹۵ متر می باشد.

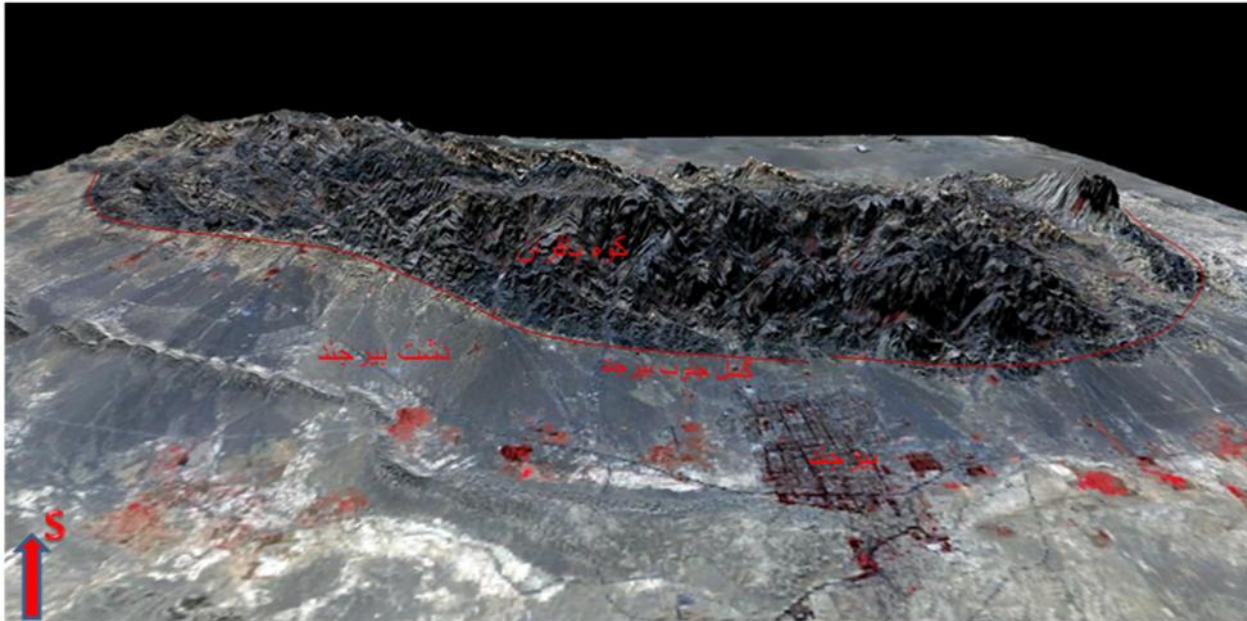


شکل ۱-۱) تصویر ماهواره ای از موقعیت گسل جنوب بیرجند

۱-۶) موقعیت توپوگرافی

گستره مورد مطالعه، در جنوب شهر بیرجند، در مرز کوه باقران در جنوب و دشت بیرجند در شمال واقع شده است. رشته کوه باقران شامل قطعات پوسته اقیانوسی (افیولیت ملانژها)، نهشته های رخساره فلیش مربوط به کرتاسه پایینی و نهشته های کربناته و سنگ های آذرآواری می باشد که ارتفاع بلندترین قله آن به حدود ۲۶۵۰ متر میرسد. مقاطع توپوگرافی با راستای شمالی- جنوبی از رشته کوه باقران در جنوب بیرجند بیانگر افزایش نشیب دامنه شمالی نسبت به دامنه جنوبی بوده است که این، نشانه حرکت مواد به سمت جنوب در این منطقه است (خطیب، ۱۳۶۸). شکل ۱-۲ تصویر تهیه شده توسط نرم افزار Global

maper از منطقه مورد مطالعه میباشد که وضعیت آن را از لحاظ توپوگرافی و موقعیت گسل را نشان میدهد.



شکل (۱-۲) تصویر دشت بیرجند و کوه باقران که توسط نرم افزار Global Mapper تهیه شده است.

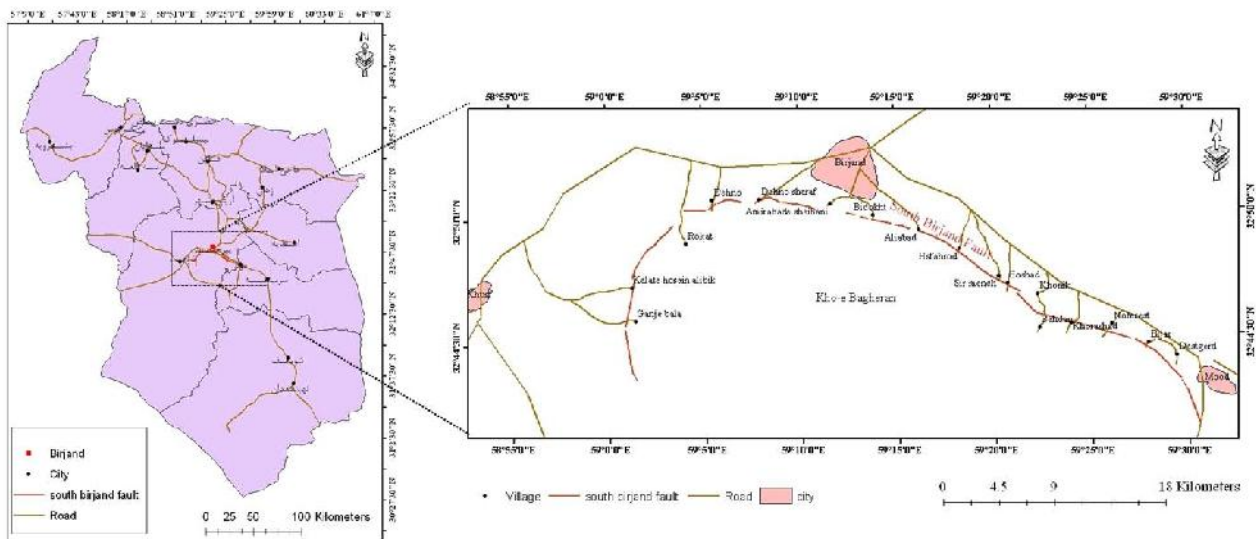
۷-۱) آب و هوا

گستره مورد مطالعه به دلیل قرار گرفتن بین عرض های ۳۱-۳۴ درجه شمالی و مجاورت با منطقه کویری ایران دارای آب و هوای خشک می باشد. لذا مقدار باران در این منطقه ارتباط مستقیم با ارتفاعات دارد و میزان بارندگی در مناطق کوهستانی بیشتر است. میانگین بارندگی سالانه ۱۷۲ میلی متر بوده است. اختلاف درجه حرارت در طول شبانه روز در فصول مختلف زیاد بوده و گاهی به ۵۰ درجه سانتیگراد می رسد، حداکثر مطلق آن ۴۴ درجه، حداقل مطلق آن ۲۱/۵- و میانگین دمای سالانه ۱۶/۴+ ثبت شده است. متوسط فشار هوا در این منطقه حدود ۸۵۲ میلی بار می باشد، میانگین رطوبت سالانه ۳۶٪ و طول دوره خشکی به ۲۶۰ روز می رسد (شناسنامه اقلیمی ایستگاه هواشناسی بیرجند). پوشش گیاهی از نوع بیابانی و نیمه بیابانی (تاغ، قیچ و بومادران) و کوهستانی بادام و بید خشک می باشد.

۸-۱) راه‌های دسترسی به منطقه

۱- از طریق جاده آسفalte بیرجند- زاهدان به سمت جنوب شرق تا شهر مود، تعداد زیادی جاده فرعی از آن جدا میشود که به روستاهای نوفرست، چهکنند، بهلگرد، علی آباد، اسفهرود، چاچ می رسند. از طریق این جاده های فرعی میتوان به منطقه مورد بررسی رسید.

۲- از جاده آسفalte بیرجند - کرمان به طرف غرب یک جاده آسفalte به سمت جنوب غرب جدا میشود و تا خوسف ادامه دارد، از طریق جاده های فرعی که که از این مسیر جدا شده و تا روستاهای دهنو، امیرآبادشیبانی، رکات، زمان آباد و ... یار ادامه دارند نیز میتوان به منطقه مورد مطالعه در مرز کوه و دشت رسید. (شکل ۱-۳)



شکل ۱-۳) نقشه راه‌های دسترسی به منطقه