



پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی تکتونیک

عنوان:

## تحلیل ساختاری و مورفوتکتونیک گسل سراوان

استاد راهنما:

دکتر علی اصغر مریدی

استاد مشاور:

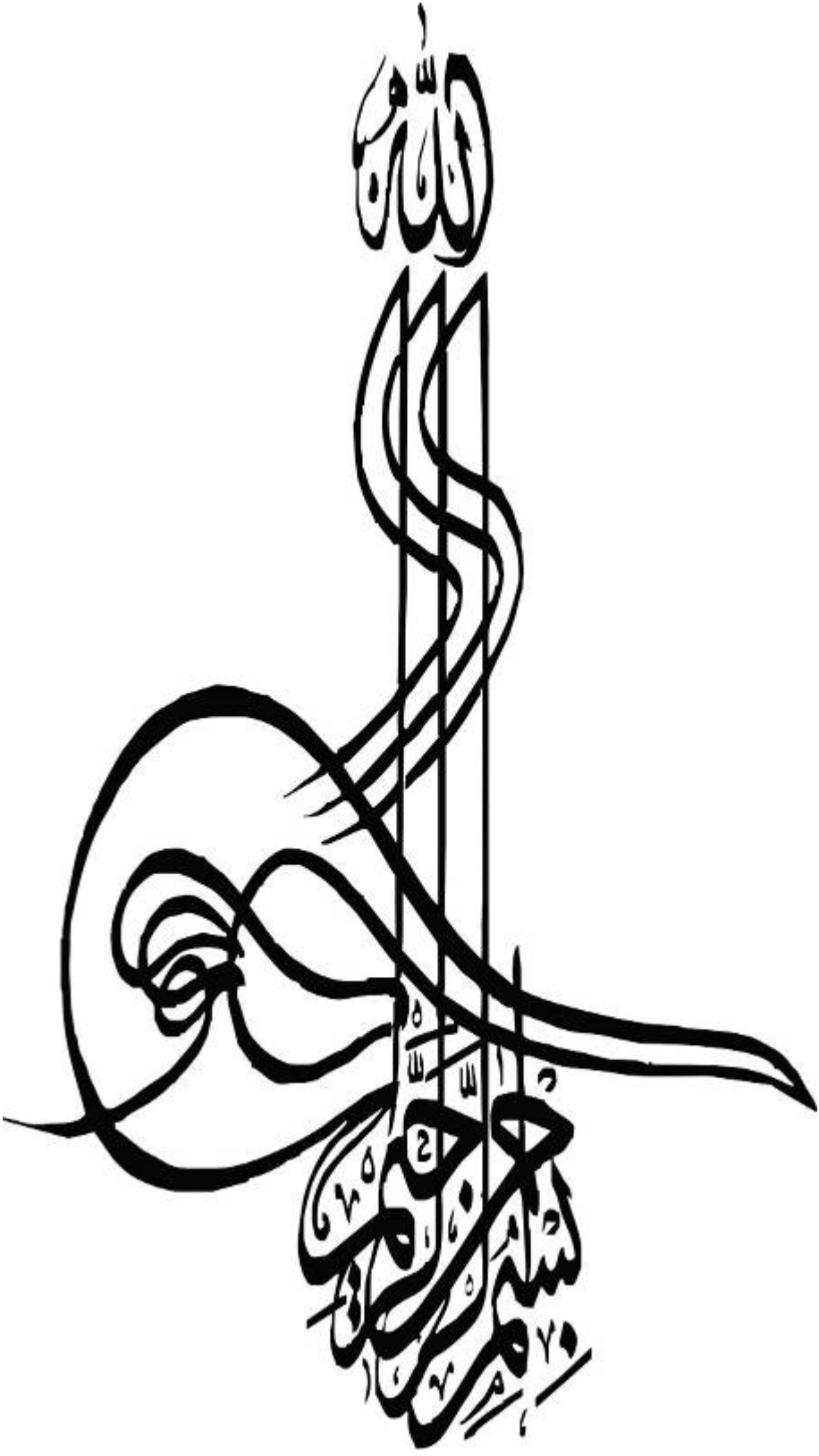
دکتر ساسان باقری

تحقیق و نگارش:

سعید دهقانی

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

آبان ۱۳۸۸





## تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب سعید دهقانی تأیید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: سعید دهقانی

امضاء

تقدیم به پدر و مادرم  
به پاس عاطفه و گرمای امیدبخش وجودشان که  
در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است.  
تقدیم به خواهران و برادرم عزیزم  
به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز  
فروکش نمی کند.

## سپاسگذاری

در ابتدا از اساتید گرانقدر و بزرگوایم جناب آقای دکتر مریدی به پاس هدایت و راهنمایی اینجانب، و همچنین جناب آقای دکتر باقری به پاس مشاوره در طول انجام این پایان نامه و دکتر محمد خطیب و دکتر علی احمدی به عنوان داوران این کار تشکر می‌کنم.

از مدیریت محترم گروه زمین شناسی جناب آقای مهندس مهران و همچنین سرکار خانم یعقوبی، برای زحماتشان در مدت تحصیل اینجانب در این دانشگاه سپاس گذاری می‌کنم.

از همکلاسی‌هایم آقایان یبلویی، مظفرخواه و خانم‌ها عارف‌نژاد و عسگرپور تشکر می‌کنم و از درگاه خداوند متعال برای آن‌ها آرزوی سعادت روز افزون را دارم.

از دوستان عزیزم، آقایان مهندس مجید یوسف نژاد، مهرداد منصوری، جواد عاشوری، محسن منصوری، علی رضا نودهی، سعید انصاری، مصطفی محمدی، مسلم دانش، اقبال عبادی، سعید نادری، محمود پسندیده، حسین قدیمی، ایمان لشنی، و تمام دوستان همراه که هرگز فراموششان نخواهم کرد مخصوصاً ورودی ۸۶ و ۸۷ کارشناسی ارشد زمین شناسی، کمال تشکر و قدردانی را دارم و محبتشان را سپاس می‌گویم.

بدون شک پشتیبانی و مهربانی خانواده عزیزم اصلی‌ترین عامل موفقیت اینجانب در طول زندگی‌ام بوده و خواهد بود. دست آن‌ها را می‌بوسم به تک تکشان می‌بالم.

## چکیده

گسل سراوان در جنوب شرقی ایران و در مختصات ۲۷ درجه تا ۲۸ درجه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۶۲ درجه و ۴۵ دقیقه طول شرقی قرار دارد که با نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ سراوان پوشیده شده است. در تقسیم بندی زمین‌ساختی ایران، گسل سراوان و محدوده عملکرد آن در منطقه زون جوش خورده و فلیش شرق ایران قرار می‌گیرد. بیشتر سنگ‌های این منطقه عمدتاً فلیش‌های ائوسن است. این گسل که سراسر دامنه جنوبی رشته کوه‌های شمال شرق - شرق سراوان را می‌پیماید، حدود ۲۷۰ کیلومتر طول داشته و واحدهای چینه شناسی بادامو - سیاهان را از سراوان تفکیک می‌کند.

بخش اعظم این گسل (در سراسر دشت سراوان) امتداد عمومی N50W داشته و حدود ۵۰ کیلومتر از شرق گسل (در حد فاصل روستای دهک تا مرز پاکستان) نیز در امتداد تقریباً شرقی - غربی قرار دارد. پس از بررسی پاره‌ای از ساختارهای گستره مورد مطالعه مشخص شد که روند اصلی ساختارها نظیر گسل‌های اصلی و محور چین‌ها و ... شمال باختر - جنوب خاور بوده و روند اصلی این ساختارها N130-140 است.

گسل سراوان یک گسل معکوس با مولفه امتداد لغز راست بر است. با رسم نیمرخ‌های توپوگرافی در طول گسل و بررسی شیب توپوگرافی و همچنین نسبت‌های محاسبه شده (نسبت ارتفاع، نسبت  $V$ ،  $VF$ ،  $Smf$ ) که برخاستگی منطقه را نشان می‌دهند این نتیجه حاصل می‌شود که برخاستگی سمت شرقی گسل بیش از سمت غربی آن است، با در نظر گرفتن این موضوع و شیب شمال شرقی گسل، کوتاه شدگی منطقه و مولفه معکوس برای این گسل به اثبات می‌رسد. وجود شواهد مورفولوژیک مانند آبراهه‌های جابجا شده حرکات راست بر گسل را برای جوانترین مرحله عملکرد آن یعنی سنوزوئیک پسین به اثبات می‌رساند.

رابطه بین  $Mb$  و  $M_s$  در منطقه با توجه به زمین لرزه‌های موجود به صورت  $M_s = 1.6359 Mb - 3.7405$  می‌باشد و لذا پارامتر لرزه خیزی منطقه با تصحیح زمانی به صورت  $\text{Log}N = -.511 M_s + 1/62$  محاسبه گردید. بیشترین شتاب توسط گسل سراوان بر شهر وارد می‌شود که در حدود ۰.۱۵. شتاب گرانش می‌باشد. کمترین شتاب نیز توسط گسل کند، بر شهر وارد می‌شود که حدود ۰.۰۸۲. شتاب گرانش است.

## کلمات کلیدی:

گسل سراوان، جنوب شرق ایران، مورفوتکتونیک، لرزه خیزی.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: کلیات .....
۲	۱-۱- مقدمه .....
۲	۲-۱- تعریف مسأله.....
۳	۳-۱- فرضیات تحقیق.....
۳	۴-۱- روش انجام تحقیق.....
۳	۱-۴-۱- مطالعات کتابخانه ای.....
۴	۲-۴-۱- مطالعات صحرایی .....
۴	۳-۴-۱- تحلیل و تفسیر داده‌ها.....
۴	۵-۱- مراحل تحقیق.....
۵	۶-۱- اهمیت و اهداف تحقیق.....
۶	۷-۱- پیشینه تحقیق.....
۷	۸-۱- موانع و مشکلات تحقیق.....
۷	۹-۱- موقعیت جغرافیایی و ویژگی های آب و هوایی ناحیه.....
۸	۱۰-۱- موقعیت جغرافیایی و اقلیمی سراوان.....
۹	۱۱-۱- تقسیمات جغرافیایی.....
۹	۱۲-۱- راه های ارتباطی سراوان.....
۱۱	۱۳-۱- عوارض طبیعی و آب و هوا.....
۱۲	فصل دوم: زمین شناسی منطقه .....
۱۳	۱-۲- مقدمه .....
۱۳	۲-۲- موقعیت ایران در کمربند آلپ - هیمالیا .....
۱۴	۳-۲- بررسی تکتونیک پهنه خاور ایران.....
۲۲	۴-۲- چینه شناسی زمین درز سیستان .....
۲۳	۵-۲- چینه شناسی منطقه مورد مطالعه .....
۲۳	۱-۵-۲- واحد بیرگ.....
۲۴	۲-۵-۲- واحد سراوان.....
۲۵	۱-۲-۵-۲- زیر واحد عابدان .....
۲۵	۲-۲-۵-۲- زیر واحد مردان.....

۲۵	..... زیر واحد سیمیش ۳-۲-۵-۲
۲۶	..... زیر واحد دبه ۴-۲-۵-۲
۲۶	..... زیر واحد کاهن داوود ۵-۲-۵-۲
۲۷	..... زیر واحد دهک ۶-۲-۵-۲
۲۷	..... واحد بادامو- سیاهان ۳-۵-۲
۲۹	..... واحد نهنگ ۴-۵-۲
۳۰	..... رسوبات کواترنر ۵-۵-۲
۳۱	..... <b>فصل سوم: معرفی گسل های منطقه</b>
۳۲	..... مقدمه ۱-۳
۳۲	..... دسته بندی گسل های ایران ۲-۳
۳۲	..... گسل های زمین لرزه ای ۳-۳
۳۴	..... معرفی گسل ها ۴-۳
۳۵	..... گسل سراوان ۱-۴-۳
۳۶	..... گسل بیرگ ۲-۴-۳
۳۶	..... گسل مهاده ۳-۴-۳
۳۷	..... گسل چگرد ۴-۴-۳
۳۷	..... گسل سوران ۵-۴-۳
۳۸	..... گسل دهک ۶-۴-۳
۳۸	..... گسل نوک جو ۷-۴-۳
۳۹	..... گسل سیمیش ۸-۴-۳
۳۹	..... گسل سرتنگ ۹-۴-۳
۴۰	..... <b>فصل چهارم: مورفوتکتونیک و نئوتکتونیک منطقه</b>
۴۱	..... مقدمه ۱-۴
۴۱	..... ویژگی های ریخت سنجی کوه ها ۲-۵
۴۲	..... تضاریس جبهه کوهستان ۱-۲-۴
۴۵	..... شاخص درصد بریده شدگی (رخ دار شدن) پیشانی کوهستان ۲-۲-۴
۴۷	..... نسبت کف دره بر ارتفاع آن ۳-۲-۴
50	..... شاخص های کانال رودخانه ۳-۴
۵۱	..... شاخص طول - گرادیان رودخانه ۱-۳-۴
۵۴	..... هیپسومتری (نسبت ارتفاع $E_f$ ) ۴-۴
۵۷	..... نسبت $V$ ۵-۴
۵۹	..... شاخص ناتقارنی حوضه زهکشی ۶-۴



۶۱	نتایج حاصل از داده‌های مورفو تکتونیک.....	۷-۴
۶۱	بررسی فعالیت‌های نوزمین‌ساختی.....	۸-۴
۶۱	علائم و شواهد زمین‌شناسی.....	۱-۸-۴
۶۲	علائم ژئومورفولوژی.....	۲-۸-۴
۶۲	علائم و شواهد زلزله‌شناسی.....	۳-۸-۴
۶۲	علائم و شواهد ژئودزی.....	۴-۸-۴
۶۲	علائم و شواهد تاریخی.....	۵-۸-۴
۶۳	علائم و شواهد باستان‌شناسی.....	۶-۸-۴
۶۳	بررسی شواهد ریخت‌زمین‌ساختی در منطقه مطالعاتی.....	۹-۴
۶۴	آبراهه‌ها.....	۱-۹-۴
۶۵	چشمه‌های خطی.....	۲-۹-۴
۶۷	مخروط افکنه‌ها.....	۳-۹-۴
۶۹	<b>فصل پنجم: تحلیل هندسی و جنبشی ساختارها.....</b>	
۷۰	مقدمه.....	۲-۵
۷۱	چین.....	۱-۵
۷۱	طبقه‌بندی چین‌ها.....	۱-۲-۵
۷۳	چین خوردگی‌های منطقه.....	۳-۵
۷۳	چین 1.....	۱-۳-۵
۷۴	چین 2.....	۲-۳-۵
۷۶	چین 3.....	۳-۳-۵
۷۷	چین 4.....	۴-۳-۵
۷۸	شکستگی‌ها.....	۴-۵
۷۹	تجزیه و تحلیل شکستگی‌های منطقه مطالعاتی.....	۱-۴-۵
۸۳	بررسی ویژگی‌های میدان تنش.....	۵-۵
۸۳	تکتونیک فعال در شرق ایران.....	۱-۵-۵
۸۴	تعیین راستای تنش دیرینه اصلی وارد بر منطقه مطالعاتی.....	۲-۵-۵
۸۵	تعیین موقعیت محورهای استرین با استفاده از سطح محوری چین‌ها.....	۱-۲-۵-۵
۸۶	گسل سراوان.....	۶-۵
۸۶	شیب، امتداد و طول گسل.....	۱-۶-۵
۸۷	سازوکار گسل سراوان.....	۲-۶-۵
۸۷	تغییر شکل کلی ناحیه.....	۷-۵

۸۹	..... فصل ششم: تحلیل خطر زمین لرزه	
۹۰	..... مقدمه	۱-۶-
۹۱	..... توزیع جغرافیایی زمین لرزه‌ها در جهان	۲-۶-
۹۱	..... کمربند حاشیه اقیانوس آرام	۱-۲-۶-
۹۲	..... کمربند آلپ - هیمالیا یا آلیپاید	۲-۲-۶-
۹۲	..... کمربند پشته میانی اقیانوس اطلس	۳-۲-۶-
۹۳	..... پهنه بندی خطر نسبی زمین لرزه در ایران	۳-۶-
۹۵	..... لرزه زمین ساخت گستره مورد مطالعه	۴-۶-
۹۶	..... ایالت‌های لرزه زمین ساختی	۱-۴-۶-
۹۷	..... جایگاه لرزه زمین ساختی منطقه مورد مطالعه	۲-۴-۶-
۹۸	..... بررسی پارامترهای لرزه خیزی منطقه	۵-۶-
۹۹	..... داده‌های لازم برای به دست آوردن پارامترهای لرزه خیزی	۱-۵-۶-
۹۹	..... زمین لرزه‌های تاریخی منطقه	۱-۱-۵-۶-
۱۰۰	..... زمین لرزه‌های دستگاهی	۲-۱-۵-۶-
۱۰۱	..... رابطه بین $M_s$ و $M_b$	۲-۵-۶-
۱۰۳	..... مقایسه فراوانی - بزرگی زمین لرزه‌ها	۳-۵-۶-
۱۰۳	..... مقایسه سال - تعداد زمین لرزه‌ها	۴-۵-۶-
۱۰۴	..... ارزیابی خطر زمین لرزه به روش تجربی - آماری	۵-۵-۶-
۱۰۷	..... تعیین دوره بازگشت زمین لرزه‌ها	۶-۵-۶-
۱۰۸	..... برآورد DBE و MCE	۷-۵-۶-
۱۰۹	..... برآورد خطر زمین لرزه به روش قطعی	۸-۵-۶-
۱۱۰	..... تشخیص جزئیات چشمه‌های لرزه‌ای	۹-۵-۶-
۱۱۱	..... تخمین بیشینه زمین لرزه ( $M_{MAX}$ )	۱۰-۵-۶-
۱۱۵	..... برآورد پارامترهای حرکتی زمین با استفاده از روابط تجربی	۶-۶-
۱۱۵	..... رابطه‌ی میان بزرگی و شدت زمین لرزه‌ها	۱-۶-۶-
۱۱۵	..... کاهش شدت زمین لرزه	۲-۶-۶-
۱۱۶	..... برآورد شتاب افقی در کانون	۳-۶-۶-
۱۱۸	..... روش‌های برآورد بیشینه شتاب گرانش زمین	۷-۶-
۱۲۰	..... محاسبه بیشینه شتاب افقی (PGA) وارد بر شهر	۱-۷-۶-
۱۲۱	..... زمین لرزه ۱۰ اردیبهشت ۱۳۸۸	۸-۶-

۱۲۳	..... فصل هفتم: نتیجه گیری
۱۲۴	..... ۱-۷- نتایج
۱۲۶	..... مراجع
۱۳۲	..... پیوست‌ها

## فهرست جدول ها

صفحه	عنوان جدول
۴۴	جدول ۴-۱: اعداد بدست آمده برای شاخص $S_{mf}$ در ۲۸ قطعه از گسل سراوان.....
۴۷	جدول ۴-۲: اعداد بدست آمده برای شاخص $F\%$ در ۲۸ قطعه از گسل سراوان.....
۴۹	جدول ۴-۳: اعداد بدست آمده برای شاخص $V_f$ در ۲۸ قطعه از گسل سراوان.....
۵۳	جدول ۴-۴: اعداد بدست آمده برای شاخص $SL$ .....
۵۵	جدول ۴-۵: پارامترهای نسبت ارتفاع زمین‌های در امتداد گسل سراوان.....
۵۸	جدول ۴-۶: مقادیر شاخص نسبت $V$ در امتداد گسل سراوان.....
۶۰	جدول ۴-۷: نتایج حاصل از محاسبه $T$ .....
۱۰۵	جدول ۶-۱: بزرگی زلزله - لگاریتم فراوانی تجمعی زلزله ها.....
۱۰۷	جدول ۶-۲: برآورد دوره بازگشت زمین‌لرزه‌های با بزرگی مختلف برای منطقه مورد مطالعه...
۱۰۹	جدول ۶-۳: برآورد DBE و MCE برای عمر مفید ۱۰ تا ۱۰۰ ساله.....
۱۱۴	جدول ۶-۴: برآورد توان لرزه زائی گسل‌های کواترنر در منطقه.....
۱۱۷	جدول ۶-۵: برآورد پارامترهای حرکتی زمین با استفاده از روابط تجربی.....
	جدول ۶-۶: برآورد پارامترهای حرکتی زمین؛ شتاب افقی و قائم $(a_v, a_h)$ ، سرعت افقی و قائم $(V_v, V_h)$ ، جابجایی افقی و قائم $(D_v, D_h)$ .....
۱۲۱	جدول ۶-۷: برآورد بیشینه شتاب افقی وارد بر سراوان از گسل‌های پیرامون آن.....

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان شکل
۸	شکل ۱-۱ تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه.....
۹	شکل ۱-۲: تقسیمات جغرافیایی شهرستان سراوان.....
۱۰	شکل ۱-۳: راه های ارتباطی سراوان.....
۱۴	شکل ۲-۱: جایگاه زمین‌شناسی ایران در کمربند کوهزایی آلپ - هیمالیا.....
۱۷	شکل ۲-۲: پهنه ساختاری ایران و موقعیت زون شرق ایران.....
۲۱	شکل ۲-۳: تکامل تکتونیکی زون جوش خورده سیستان در عرض جغرافیایی $32^{\circ}N$ .....
۲۲	شکل ۲-۴: انطباق گسل‌های امتدادلغز بزرگ مرکز و شرق ایران با تئوری خط لغزش.....
۳۳	شکل ۳-۱: نقشه گسل‌های فعال ایران.....
۳۴	شکل ۳-۲: تصویر سه بعدی منطقه مورد مطالعه به همراه گسل‌های کوتاه‌تر.....
۳۵	شکل ۳-۳: گسل‌های کوتاه‌تری منطقه مورد مطالعه.....
۳۵	شکل ۳-۴: گسل سراوان.....
۳۶	شکل ۳-۵: تصویر ماهواره‌ای از گسل بیرگ.....
۳۷	شکل ۳-۶: تصویر ماهواره‌ای از گسل سوران و دهک.....
۳۸	شکل ۳-۷: تصویر ماهواره‌ای از گسل نوک جو.....
۳۹	شکل ۳-۸: تصویر ماهواره‌ای از گسل سر تنگ.....
۴۲	شکل ۴-۱: وضعیت تضاریس جبهه کوهستان در دو محیط تکتونیکی متفاوت.....
۴۳	شکل ۴-۲: تقسیم بندی منطقه مطالعاتی برای بدست آوردن شاخص Smf.....
۴۵	شکل ۴-۳: روش اندازه گیری شاخص Facet.....
۴۶	شکل ۴-۴: تقسیم بندی منطقه برای بدست آوردن شاخص Facet.....
۴۸	شکل ۴-۵: وضعیت ارتفاع متوسط دیواره‌ها در مقابل عرض کف دره.....
۴۹	شکل ۴-۶: تصویر ماهواره‌ای موقعیت مناطق انتخابی جهت تعیین سینوسیتهی کانال رود.....
۵۲	شکل ۴-۷: روش محاسبه شاخص SL.....
۵۲	شکل ۴-۸: نمودار نیمه لگاریتمی جهت نمایش داده های شاخص SL.....
۵۶	شکل ۴-۹: نیمرخ‌های توپوگرافی تهیه شده عمود بر گسل سراوان.....
۵۷	شکل ۴-۱۰: نسبت V.....
۵۸	شکل ۴-۱۱: دره V شکل در منطقه سراوان.....
۵۹	شکل ۴-۱۲: دیاگرام ایده آل برای محاسبه تقارن توپوگراف.....

- شکل ۴-۱۳: نمونه از حوزه مطالعه شده در منطقه..... ۶۰
- شکل ۴-۱۴: مجموعه‌ای از اشکال زمین که در اثر گسلش امتداد لغز ایجاد می‌شوند..... ۶۳
- شکل ۴-۱۵: تصویر ماهواره‌ای جابجایی راستگرد آبراه‌ها در اثر عملکرد گسل سراوان..... ۶۴
- شکل ۴-۱۶: جابجایی راستگرد در اثر عملکرد گسل سراوان..... ۶۵
- شکل ۴-۱۷: تصویر ماهواره‌ای نمونه‌ای از چشمه‌های موجود در مسیر عبور گسل سراوان... ۶۶
- شکل ۴-۱۸: نمونه‌ای از چشمه‌های موجود در مسیر عبور گسل سراوان..... ۶۶
- شکل ۴-۱۹: وضعیت مخروط افکنه‌ها الف: پیشانی‌های فعال، ب: پیشانی‌های با فعالیت کم..... ۶۷
- شکل ۴-۲۰: تصویر ماهواره‌ای از وضعیت مخروط افکنه‌ها در منطقه مورد مطالعه..... ۶۸
- شکل ۵-۱: ترسیم نوع چین‌ها براساس پلانچ محور و شیب سطح محوری چین..... ۷۱
- شکل ۵-۲: طبقه‌بندی چین‌ها براساس زاویه بین یالی..... ۷۲
- شکل ۵-۳: طبقه بندی هندسی از چین..... ۷۳
- شکل ۴-۵: چین 1..... ۷۴
- شکل ۵-۵: تعیین موقعیت سطح محوری (A.P) و محورهای مربوط به چین 1..... ۷۴
- شکل ۵-۶: چین 2..... ۷۵
- شکل ۵-۷: تعیین موقعیت سطح محوری (A.P) و محورهای مربوط به چین 2..... ۷۵
- شکل ۵-۸: چین 3..... ۷۶
- شکل ۵-۹: تعیین موقعیت سطح محوری (A.P) و محورهای مربوط به چین 3..... ۷۷
- شکل ۵-۱۰: چین 4..... ۷۷
- شکل ۵-۱۱: تعیین موقعیت سطح محوری (A.P) و محورهای مربوط به چین 4..... ۷۹
- شکل ۵-۱۲: نقشه زمین شناسی سراوان همراه با نمودار گل سرخی شکستگی‌های منطقه... ۸۰
- شکل ۵-۱۳: طرح کلی شکستگی‌های موجود در منطقه..... ۸۰
- شکل ۵-۱۴: نمودار گل سرخی نهایی مربوط به درزه‌های برداشتی از منطقه مطالعاتی..... ۸۱
- شکل ۵-۱۵: نمودار فراوانی روند گسل‌ها و کل شکستگی‌های منطقه به درصد..... ۸۲
- شکل ۵-۱۶: نقشه هم‌شدت شکستگی منطقه سراوان..... ۸۴
- شکل ۵-۱۷: بررسی ژئودینامیک فلات ایران و نواحی مجاور آن..... ۸۵
- شکل ۵-۱۸: الف: سیکلوگراف مربوط به سطح محوری چین‌های موجود در منطقه. ب: موقعیت محورهای اصلی تنش بدست آمده برای منطقه مورد مطالعه..... ۸۶
- شکل ۵-۱۹: روند عمومی شکستگی‌های منطقه..... ۹۱
- شکل ۶-۱: نقشه جغرافیایی زمین‌لرزه‌ها در جهان..... ۹۲
- شکل ۶-۲: نقشه خطر لرزه‌ای جهان (۱۹۹۹ GSHAP)..... ۹۲
- شکل ۶-۳: نقشه پهنه بندی خطر لرزه‌ای در ایران..... ۹۵

- شکل ۶-۴: ایالت‌های لرزه زمین ساخت ایران (نوگل سادات، ۱۳۷۲)..... ۹۷
- شکل ۶-۵: ایالت‌های لرزه زمین ساخت ایران (بربریان، ۱۹۷۶)..... ۹۸
- شکل ۶-۶: موقعیت کانونی زمین لرزه‌های دستگاهی سال ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۹ با شعاع ۱۵۰ کیلومتری سراوان..... ۱۰۱
- شکل ۶-۷: رابطه بین  $M_b$  و  $M_s$  در ناحیه مورد مطالعه..... ۱۰۲
- شکل ۶-۸: بزرگی زمین لرزه‌ها ( $M_s$ ) در برابر فراوانی آن‌ها در گستره مورد مطالعه..... ۱۰۳
- شکل ۶-۹: فراوانی زلزله های منطقه مورد مطالعه بر اساس سال رخداد آن‌ها..... ۱۰۴
- شکل ۶-۱۰: نمودار  $M_s$  در برابر  $\text{Log}N$  به منظور محاسبه فرمول لرزه‌خیزی گوتنبرگ- ریشتر..... ۱۰۶
- شکل ۶-۱۱: سازوکار کانونی زمین لرزه ۸۸/۲/۱۰ شمال غربی سراوان..... ۱۲۲

فصل اول

کلیات

## ۱-۱: مقدمه

وابستگی انسان به زمین امری است که حتی در دوره‌های پیش از تاریخ نیز همواره وجود داشته و توجه وی پیوسته معطوف به زمین و شناخت آن بوده است. از ابزارها و وسائل اولیه زندگی گرفته، تا مواد مورد نیاز در تهیه تجهیزات پیچیده زندگی او همه برخاسته از زمین است. دانش و فنون پیشرفته امروز، به این وابستگی و توجه انسان نیروئی روزافزون می بخشد. نیاز شتابنده صنایع به مواد اولیه معدنی و کشف و استخراج ذخائر طبیعی، احداث سدها و ساختمان‌های بزرگ، راهسازی، ضرورت پیش بینی و پیشگیری از اغلب خطرهای طبیعی چون زمین لرزه، سیل، زمین لغزه همه از جمله عوامل بنیادی و نیروبخش در پیشرفت دانش و فنون زمین شناسی است.

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 رخدادهای تکتونیکی ویرانگر مانند زمین لرزه و زمین لغزش‌های تکتونیکی هستیم. برای استفاده جامعه، تفاسیر انجام شده برای کاهش خسارات مالی و جانی باید به اندازه کافی دقیق باشند.

فلات ایران در بخشی از کره‌ی زمین جای دارد که از دیدگاه لرزه خیزی بسیار فعال است و در طول تاریخ زمین لرزه های بزرگ و ویرانگر را به خود دیده است. تجربه نشان داده است که رویداد هر زمین لرزه در ایران زمین، سبب تلف شدن انسان های زیاد همراه با ویرانی هزاران سازه شده است. بدین ترتیب انجام پژوهش های صحرایی و دفتری لرزه زمینساختی به وسیله‌ی پژوهشگران با تجربه برای دوری از اشتباهات سازه ای و پهنه های فعال و ناآرام زمین و به کار بردن نتیجه‌ی به دست آمده در طراحی سازه های جدید، بسیار مفید خواهد بود.

## ۲-۱: تعرف مسأله

ایالت ساختاری نهبندان-خاش (زون فلیش شرق ایران) بخشی از کمربند چین - گسل خورده آلیپی و دارای گسل های فراوانی می‌باشد که از آن جمله می توان به سیستم های گسله زاهدان - کهورک - نهبندان و نصرت آباد اشاره کرد. اغلب این گسل ها دارای ماهیت امتداد لغز راست گرد بوده و در بعضی قسمت ها روند این گسل ها تغییر کرده است. گسل سراوان که در جنوب شرقی ایران قرار دارد مرز بین دو حوضه رسوبی متفاوت می‌باشد که به نظر می‌رسد یک گسل معکوس با مولفه امتدادی راست بر باشد. با توجه به مورفولوژی



موجود در امتداد گسل سراوان و اطلاعات موجود در عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های زمین شناسی این گسل یک گسل فعال می‌باشد.

مطالعه گسل سراوان به ما این امکان را می‌دهد که طی شناسائی و محدوده عملکرد این گسل:

۱- به ماهیت و میزان عملکرد هر دو مولفه امتداد لغز و شیب لغز آن پی ببریم.

۲- نئو تکتونیک و پتانسیل لرزه خیزی گسل سراوان را بررسی نمائیم.

۳- مهمترین زمان های فعالیت گسل سراوان را تعیین کنیم.

علت انتخاب منطقه برای پایان نامه وجود ساختارهای شاخص و شاخص‌های ریخت‌زمینساختی قابل توجه برای منطقه‌ای است که کار زمین‌شناسی زیادی روی آن انجام نشده است.

### ۳-۱: فرضیات تحقیق

در اجرای این کار فرضیات زیر مورد توجه است.

۱- ساختارهای موجود در منطقه راستای حرکت شمال شرق - جنوب شرق را بازگو می‌کنند.

۲- این گسل در مرز دو مجموعه سنگی با رخساره‌های متفاوت رسوبی واقع شده است.

۳- گسل سراوان در پی سنگ منطقه وجود دارد که توسط توالی ضخیم رسوبی پوشیده شده است.

۴- نبود رخداد لرزه‌ای در سده اخیر نمی‌تواند دلیلی بر غیر فعال بودن ناحیه باشد.

### ۴-۱: روش انجام تحقیق

شیوه تحقیق برای انجام این پایان نامه، به طور کلی شامل مطالعات کتابخانه‌ای، مطالعات لرزه ای و مطالعات صحرایی و در نهایت تلفیق و تحلیل داده ها است.

### ۴-۱-۱: مطالعات کتابخانه ای

مطالعات کتابخانه ای شامل موارد زیر است:

- جمع آوری مقالات علمی و گزارشات درباره موضوع، روش و پیشینه کار در مناطق مختلف.

- گردآوری فهرست زمین‌لرزه‌های اصلی با حذف پیش‌لرزه‌ها و پس‌لرزه‌ها و در نهایت ارزیابی رویداد زمین‌لرزه‌های اصلی.

- دسته بندی مقالاتی که تا کنون در رابطه با منطقه سراوان توسط سایرین کار شده و منتشر گردیده است.

- تهیه نقشه مقدماتی

- تحلیل و تفسیر داده ها با نرم افزار های مربوطه.

- تلفیق مطالب و بررسی شیوه و نتایج کار سایر محققان زمین شناسی ساختمانی و تعمیم آن به منطقه.

- تفسیر عکس های هوایی، تصاویر ماهواره ای، نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی.

#### ۱-۴-۲: مطالعات صحرایی

مطالعات صحرایی این تحقیق شامل ۱۰ روز کار پیوسته بیابانی بود. در طی این مدت در ایستگاه های مشخص برداشت هایی صورت گرفت. این اندازه گیری ها شامل برداشت گسل های موجود، شیب و امتداد لایه ها و چین های موجود در منطقه، مشخصات واحدهای سنگی و آبرفتی و دیگر ساختارهای زمین شناسی می باشد.

#### ۱-۴-۳: تحلیل و تفسیر داده ها

این مرحله شامل تحلیل و تفسیر عکس های گرفته شده از منطقه مطالعاتی و انجام عملیات نرم افزاری جهت هر چه گویاتر نمودن آن ها بوده است. در این تحقیق از نقشه های زمین شناسی سراوان، خاش، ایرانشهر، پیشین، و نره نو، با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، داده های SRTM، تصویر ماهواره ای لندست ۷ و همچنین نرم افزارهای متعددی از جمله: Global Mapper، ArcGIS، ER Mapper، Surfer، Geosoft، Corel DRAW و غیره استفاده شده است.

#### ۱-۵: مراحل تحقیق

این تحقیق بر اساس تلفیقی از مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی صورت گرفته است. نخست با مطالعه و تفسیر عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای و با استفاده از نرم افزار های مربوط و اعمال فیلتر های مناسب ساختار های زمین شناسی منطقه شناسایی شد و در نهایت نقشه زمین شناسی و ساختاری منطقه مورد مطالعه تهیه گردید. در مطالعات صحرایی علاوه بر کنترل و تصحیح نقشه تهیه شده، داده های ساختاری مورد

نیاز نیز برداشت شد. با استفاده از مطالعه نقشه های توپوگرافی و برداشت اطلاعات مورد نیاز در عملیات صحرایی، اندیس های مورفوتکتونیکي جهت سنجش میزان فعالیت تکتونیکي منطقه محاسبه گردید. در نهایت با تلفیق نتایج بدست آمده از مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی اطلاعات مورفوتکتونیکي و نئو تکتونیکي گسل سراوان مورد بررسی قرار گرفت.

مراحل بعدی کار شامل تهیه آمار لرزه های باستانی و دستگاہی منطقه، محاسبه پارامتر های لرزه زایی گسل ها، محاسبه تأثیر حرکت گسل ها بر روی شهر سراوان به روش آماری، بوده است، که در نهایت با تلفیق نتایج به دست آمده از هر قسمت، نتیجه نهایی اعلام شده است.

#### ۱-۶: اهمیت و اهداف تحقیق

کشور ایران به سبب ویژگی های زمین شناسی و ساختاری آن و واقع شدن در کمربند لرزه خیز آلپ-همیالیا، از جمله کشورهای آسیب پذیر جهان به شمار می رود و در طول تاریخ همواره شاهد زلزله های مخرب و ویرانگری بوده است، پس هر گونه کوشش برای ارزیابی این خطر مغتنم است. هنگامی که داده های پارینه لرزه زمین ساختی به اندازه کافی برای برآورد پتانسیل لرزه ای مناطق فعال در دسترس نباشد داده های ریخت زمین ساخت و نو زمین ساخت ابزار مناسبی برای برآورد این پتانسیل خواهد بود.

مطالعه گسل سراوان می تواند به روشن سازی تاریخ و سرگذشت تحولات تکتونیکي و دگرشکلی این بخش از زمین شناسی ایران کمک کند. همچنین این مطالعه می تواند به تفسیر تحولات پالئوجغرافیایی و حوضه های رسوبی و ژئو دینامیکي جنوب شرق ایران یاری رساند. علت انتخاب این منطقه برای پایان نامه وجود ساختار های شاخص و شاخص های ریخت زمین ساختی قابل توجیه برای منطقه ای است که کار زمین شناسی زیادی روی آن انجام نگرفته است.

اهداف عمده ای که در این تحقیق به دنبال آن بوده ایم عبارتند از:

- ۱- تعیین ماهیت و سازوکار گسل سراوان با توجه به شاخص های مورفوتکتونیک و تحلیل ساختاری.
- ۲- بررسی ویژگی های ساختاری منطقه مورد مطالعه.
- ۳- بررسی ویژگی های ریخت زمین ساخت منطقه مورد مطالعه.

#### ۱-۷: پیشینه تحقیق

مجموعه ای از کارهای صورت گرفته در این منطقه به قرار زیر است:

وزارت اقتصاد و سازمان زمین شناسی کشور توسط اشتوکلین، افتخار نژاد و هوشمند زاده با همکاری موحد اول، تقی زاده و دیگران، گزارش شماره ۲۲ زمین شناسی را در سال ۱۳۵۲ تهیه کردند که در آن به بررسی مقدماتی زمین شناسی در لوت مرکزی و شرق ایران پرداختند. ناحیه مورد گزارش که قسمت مرکزی بیابان لوت در شرق ایران و همچنین بعضی از کوه‌های حاشیه شمال شرقی آن را می پوشاند، جزئی از دو عنصر تکتونیکی خاور ایران یعنی بلوک لوت و منطقه فلیش در رشته کوه های شرق ایران است. این گزارش تفاوت ویژگی‌های زمین شناسی آن‌ها را مورد بررسی قرار می دهد و با تئوری‌های تکتونیک صفحه ای متداول، تضاد های چشمگیر موجود بین این دو حوضه زمین شناسی را بیان می نماید. این گزارش به طور عمده بر اساس کارهای شناسایی مقدماتی مولفان که در دسامبر ۱۹۷۰ و فوریه - مارس ۱۹۷۱ صورت گرفته، تنظیم گردید، ولی نتایج حاصل از مسافرت سال ۱۹۶۳ و بازدیدهای سایر اعضای سازمان زمین شناسی را شامل می باشد. اطلاعات مهمی درباره آثار مواد معدنی از گزارش‌های منتشر نشده سازمان، در این گزارش گردآوری شده است. به علاوه مطالعات سنگ شناسی، فسیل شناسی، ژئوشیمیایی و آزمایشات اشعه ایکس را شامل می باشد [۵۱].

کمپ و گریفیس<sup>۱</sup> (۱۹۸۲)، مقاله ای تحت نام "خصوصیت، ژنز و جایگیری تکتونیکی سنگ‌های آذرین در زمین درز سیستان، شرق ایران" نوشتند [۱۵].

تیروول و همکاران<sup>۲</sup> (۱۹۸۳)، کار خود را با مقاله ای به نام "زون جوش خورده سیستان، شرق ایران" به چاپ رساندند که یکی از مهمترین مطالعات زمین شناسی انجام گرفته مربوط به پهنه زمین درز سیستان است که در آن بیشتر به بررسی زمین شناسی و تکامل زمین ساختی پهنه سیستان پرداخته شده و بیشتر مناطق شمالی زاهدان تا نهبندان را در بر می گیرد [۴۴].

جمشید افتخارنژاد در سمینار بررسی قابلیت های زمین شناسی استان سیستان و بلوچستان در زاهدان در تاریخ ۱۳۶۵/۵/۷ و ۱۳۶۵/۵/۸ سخنرانی با موضوع "تاریخچه زمین شناسی و اکتشافات انجام شده و تکتونیک صفحه ای استان سیستان و بلوچستان" ارائه داده است [۵۳].

گزارش شماره ۵۷ در سال ۱۳۶۴، تحت عنوان "گزارش زمین شناسی پروژه شرق ایران، شمال مکران - جنوب بلوچستان" ارائه شده توسط مک کال، افتخار نژاد و صمیمی که همگی بوسیله سازمان زمین شناسی کشور به چاپ رسیده اند [۲۷].

---

<sup>1</sup> - Camp & Griffis

<sup>2</sup> - Tirrul & et al.