





دانشکده علوم طبیعی

گروه زمین‌شناسی

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین‌شناسی (تکتونیک)

عنوان

بررسی ساختارهای تکتونیکی شمال گسل تبریز- زنجان

استادان راهنما

دکتر بهزاد زمانی

دکتر علی یساقی

استاد مشاور

دکتر محسن موید

پژوهشگر

راضیه شریفی قطب‌آبادی

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

که وجودم برای آنان همه رنج و وجودشان برای من همه مهر است.

تشکر و قدردانی

سپاس ایزد یکتا که بی شک هر چه داریم از اوست. اینک که این نوشته به لطف او به پایان رسیده بر خود لازم می‌دانم که از زحمات اساتید گراتقدر، جناب آقای دکتر بهزاد زمانی و جناب آقای دکتر علی یساقی و مشاور محترم جناب آقای دکتر محسن موید که در تمام مراحل کار با صبر و بزرگواری فراوان مرا یاری دادند نهایت تشکر را داشته باشم. همچنین از تمام دوستان و بزرگوارانی که رنج این پروژه بر گردن آنان نیز بوده از جمله جناب آقای مهندس فریدی کمال تشکر و قدردانی را دارم و برایشان آرزوی توفیق روزافزون را از خداوند متعال خواستارم.

| | |
|---|-----------------------------|
| نام خانوادگی: شریفی قطب‌آبادی | نام:راضیه |
| عنوان پایان‌نامه: بررسی ساختارهای تکتونیکی شمال گسل تبریز- زنجان | |
| اساتید راهنما: دکتر بهزاد زمانی- دکتر علی یساقی. | استاد مشاور: دکتر محسن موید |
| مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد | رشته: زمین‌شناسی |
| گرایش: تکتونیک | گرایش: تکتونیک |
| مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد | گرایش: تکتونیک |
| تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹ | تعداد صفحات: ۱۵۳ |
| کلید واژه: زمین‌ساخت، لرزه‌زمین‌ساخت، راندگی، امتدادلغز، تنش. | |
| <p>چکیده:</p> <p>آذربایجان ایران، ناحیه‌ای در شمال‌باختر ایران است که از دگرشکلی و لرزه‌خیزی شدیدی برخوردار بوده و بین دو کوهزاد بزرگ قفقاز در شمال و زاگرس در جنوب قرار گرفته است. بسیاری از گسله‌های عمده و بزرگ از جمله گسل شمال تبریز، گسل آناطولی شمالی، گسل آناطولی جنوبی، گسل جوان اصلی (زاگرس) در باختر آذربایجان غربی این ناحیه میرا می‌شوند (Jackson, 1992, Hessami, 2003, ...). در این مطالعه محدوده شمال‌باختر ایران در شمال گسل تبریز (تا محدوده شهر میانه)، یعنی محدوده استان‌های آذربایجان خاوری و اردبیل مورد بررسی ساختاری قرار می‌گیرد.</p> <p>در این تحقیق، ساختارهای محدوده یاد شده در ارتباط با سوگیری تنش‌ها و با هدف چگونگی ارتباط آنها با زمین‌ساخت امروزی آذربایجان و نهایتاً وضعیت تکتونیک این محدوده مورد کنکاش قرار گرفته است. بررسی چین‌ها و گسل‌های این منطقه با استفاده از داده‌های سنجش از دور، گسترش و شاخص‌های ساختاری این ساختارها را مشخص نموده است. و با مقایسه این نتایج با سیستم‌های تنش زمین‌ساخت ناحیه، ارتباط آنها مورد بررسی قرار گرفته است.</p> <p>نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در آذربایجان دو سیستم تنش فشاری، یکی با روند NE-SW و دیگری با روند NW-SE عمل می‌کند. سیستم تنش اول موجب گسترش و توسعه ساختارهای زمین‌شناسی با روند تقریبی E-W گردیده است. مقایسه ساختارهای چین و گسل‌خورده در آذربایجان خاوری با سوگیری تنش‌های امروزی (NW-SE و NE-SW) انطباق قابل قبولی داشته و توسعه ساختارهای مذکور را، متاثر از این تنش‌ها نشان می‌دهد.</p> | |

فهرست مطالب

فصل اول

بررسی منابع

- ۱-۱: مقدمه ۱
- ۲-۱ موقعیت ایران در کمربند کوهزایی آلپ- هیمالیا ۲
- ۳-۱ موقعیت جغرافیایی منطقه ۳
- ۴-۱ پیشینه پژوهش ۶
- ۵-۱ روش تحقیق و سیر مطالعاتی ۷
- ۶-۱ گردآوری داده‌های مورد استفاده ۷
- ۷-۱ مطالعات صحرایی ۷
- ۸-۱ تجزیه و تحلیل داده‌های موجود ۸
- ۹-۱ پایه‌های نظری ۸
- ۱-۹-۱ انواع گسل‌ها ۸
- ۱-۱-۹-۱ گسل‌های امتدادلغز ۸
- ۲-۱-۹-۱ گسل‌های شیب‌لغز ۹
- ۱-۲-۱-۹-۱ گسل‌های معکوس ۱۰
- ۲-۲-۱-۹-۱ گسل‌های نرمال ۱۰
- ۲-۹-۱ نشانه‌های تشخیص گسل ۱۱
- ۳-۹-۱ جهت لغزش و خطواره خش خط ۱۱
- ۴-۹-۱ تشخیص جهت لغزش ۱۲
- ۵-۹-۱ چین‌خوردگی‌های در ارتباط با گسل راندگی ۱۲
- ۶-۹-۱ چین‌خوردگی دوباره ۱۳
- ۷-۹-۱ تنسور تنش و نحوه تعیین آن ۱۴
- ۱-۷-۹-۱ روش‌های گرافیکی تعیین تنسور تنش ۱۵

| | |
|----|---|
| ۱۵ | ۱-۹-۷-۲- روش‌های تحلیلی وارون تنش |
| ۱۷ | ۱-۹-۸- کاربردهای سنجش از دور در زمین‌شناسی و بررسی ساختارها |
| | فصل دوم |
| | مواد و روش‌ها |
| ۲۳ | ۲-۱- مقدمه |
| ۲۳ | ۲-۲- راه‌های دسترسی به منطقه |
| ۲۵ | ۲-۳- گزیده‌ای بر زمین‌ساخت و تکامل زمین‌ساختی منطقه مورد مطالعه |
| ۳۰ | ۲-۴- لرزه‌زمین‌ساخت منطقه مورد مطالعه |
| | فصل سوم: نتایج و بحث |
| ۳۸ | ۳-۱- مقدمه |
| ۳۸ | ۳-۲- بررسی گسل‌های موجود در محدوده شمال‌باختر |
| ۴۱ | ۳-۲-۱- گسل شمال تبریز |
| ۴۳ | ۳-۲-۲- گسل آستارا |
| ۴۳ | ۳-۲-۳- گسل ارس یا آپشرون - پالمیرا |
| ۴۳ | ۳-۲-۴- گسل میانه- اردبیل |
| ۴۴ | ۳-۳- تعیین سوی متوسط رژیم تنش زمین‌ساختی منطقه بر اساس داده‌های لرزه‌ای |
| ۴۵ | ۳-۳-۱- تعیین سوی متوسط رژیم تنش زمین‌ساختی در محدوده سامانه گسلی شمال تبریز |
| ۴۷ | ۳-۳-۲- تعیین سوی متوسط رژیم تنش زمین‌ساختی محدوده سامانه گسلی آستارا |
| ۵۰ | ۳-۳-۳- تعیین سوی متوسط رژیم تنش زمین‌ساختی محدوده نوور |
| ۵۱ | ۳-۳-۴- تعیین سوی متوسط رژیم تنش زمین‌ساختی محدوده گسل ارس |
| ۵۳ | ۳-۴- تعیین متوسط رژیم تنش زمین‌ساختی بر مبنای داده‌های لغزش گسلی |
| ۵۳ | ۳-۴-۱- محدوده رشته‌کوه‌های قوشه‌داغ (منطقه اهر) |
| ۵۹ | ۳-۴-۱-۱- بررسی رژیم تنش در باختر قوشه‌داغ و محدوده راندگی جنوب اهر |
| ۶۱ | ۳-۴-۲- بررسی‌های صحرائی و اندازه‌گیری گسل‌ها در رشته‌کوه‌های بزقوش: |
| ۷۶ | ۳-۵- تحلیل جدایش تنشها در محدوده مورد مطالعه |
| ۷۷ | ۳-۶- بررسی چین‌خوردگی‌های موجود در شمال‌باختر ایران |

| | |
|----|---|
| ۷۷ | ۳-۶-۱- مقدمه |
| ۷۸ | ۳-۶-۲- بررسی چین خوردگی‌های ورقه ۱/۲۵۰۰۰۰ مغان |
| ۷۸ | ۳-۶-۲-۱- تاقدیس اوتاداغ (۱) |
| ۷۸ | ۳-۶-۲-۲- ناودیس اوتاداغ (۲) |
| ۷۹ | ۳-۶-۲-۳- ناودیس گون "کلانسورا" (۵) |
| ۷۹ | ۳-۶-۲-۴- ناودیس گرمی (۹) |
| ۸۰ | ۳-۶-۲-۵- تاقدیس دیکدش (۱۱) |
| ۸۱ | ۳-۶-۲-۶- ناودیس آقامحمدخان بیگلو (۱۸) |
| ۸۱ | ۳-۶-۲-۷- ناودیس خمارلو (۲۱) |
| ۸۴ | ۳-۶-۳- بررسی چین خوردگی‌های موجود در ورقه ۱:۲۵۰۰۰۰ اردبیل |
| ۸۴ | ۳-۶-۳-۱- ناودیس آنی (۲۸) |
| ۸۵ | ۳-۶-۳-۲- تاقدیس پیرزوار (۳۱) |
| ۸۵ | ۳-۶-۳-۳- تاقدیس عباس‌آباد (۳۶) |
| ۸۶ | ۳-۶-۳-۴- ناودیس گون و تاقدیس گون چوبر (۳۷) |
| ۸۷ | ۳-۶-۳-۵- تاقدیس گون اینانلو (۴۳) |
| ۸۹ | ۳-۶-۴- بررسی چین خوردگی‌های موجود در ورقه ۱:۲۵۰۰۰۰ اهر |
| ۸۹ | ۳-۶-۴-۱- تاقدیس الله‌یارلو (۴۶) |
| ۹۰ | ۳-۶-۴-۲- ناودیس گون گاور (۴۹) و تاقدیس گون هوراند (۵۰) |
| ۹۰ | ۳-۶-۴-۳- تاقدیس گون کلیبرچای (۵۲) |
| ۹۱ | ۳-۶-۴-۴- چین خوردگی نیاباد (۵۹) |
| ۹۳ | ۳-۶-۴-۵- ناودیس (حوضه) مهربان (۶۴) |
| ۹۳ | ۳-۶-۴-۶- ناودیس (حوضه) خواجه (۷۰) |
| ۹۶ | ۳-۶-۵- بررسی چین خوردگی‌های موجود در ورقه ۱:۲۵۰۰۰۰ تبریزپلدشت |
| ۹۶ | ۳-۶-۵-۱- ناودیس خارواناق (۷۷) |
| ۹۷ | ۳-۶-۵-۲- ناودیس گلوجه‌بالا (۸۸) |
| ۹۷ | ۳-۶-۵-۳- تاقدیس گون قینر (۹۳) |
| ۹۹ | ۳-۶-۵-۴- گنبد تازه‌کند (۹۴) |

| | |
|-----|--|
| ۹۹ | ۳-۶-۵-۵- تاقدیس مرناب (۹۵) و ناودیس باقی داغی (۹۶) |
| ۱۰۰ | ۳-۶-۵-۶- تاقدیس عینالی (۱۰۲) |
| ۱۰۰ | ۳-۶-۵-۷- ناودیس عینالی (۱۰۳) |
| ۱۰۲ | ۳-۶-۶- ورقه ۱/۲۵۰۰۰۰ میانه |
| ۱۰۲ | ۳-۶-۶-۱- ناودیس گون چارلو (۱۰۴) |
| ۱۰۳ | ۳-۶-۶-۲- تاقدیس گون کالکانچال (۱۰۶) |
| ۱۰۳ | ۳-۶-۶-۳- ناودیس سورملی (۱۰۷) |
| ۱۰۳ | ۳-۶-۶-۴- ناودیس گون قرههورقان (۱۱۱) |
| ۱۰۴ | ۳-۶-۶-۵- ناودیس خلیج (۱۱۷) |
| ۱۰۴ | ۳-۶-۶-۶- تاقدیس آجی چای (۱۱۹) |
| ۱۰۵ | ۳-۶-۶-۷- ناودیس ایلیجک (۱۲۱) |
| ۱۰۷ | ۳-۶-۷- نتایج حاصل از بحث چین خوردگی |

فصل چهارم

بحث

| | |
|-----|----------------|
| ۱۱۴ | ۴-۱ بحث |
| ۱۲۰ | ۴-۲ نتیجه گیری |
| ۱۲۱ | پیشنهادات |
| ۱۲۳ | منابع |
| ۱۳۳ | پیوست و ضمیمه |

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۱) جایگاه زمین‌شناسی ایران در نوار چین خورده آلپ- هیمالیا. ۳
- شکل (۲-۱) موقعیت رشته کوه‌های اصلی منطقه شمال‌باختر در مدل رقومی ارتفاعی منطقه ۵
- شکل (۳-۱) تصاویر بلوک دیاگرام هندسه لغزش گسلی ۱۱
- شکل (۴-۱) تشخیص جهت لغزش گسل‌ها ۱۲
- شکل (۵-۱) نمایش اشکال چین‌های در ارتباط با گسل ۱۳
- شکل (۶-۱) تصویر چرخش ماهواره به دور زمین و تولید تصاویر ماهواره‌ای ۱۷
- شکل (۷-۱) تصویر ماهواره‌ای ساختارهای زمین‌شناسی ۲۰
- شکل (۱-۲) راه‌های دسترسی به منطقه ۲۴
- شکل (۲-۲) نقشه بخش مرکزی زون برخوردی عربستان- اوراسیا. ۳۲
- شکل (۳-۲) سرعت‌های اندازه‌گیری شده در شمال‌باختر ایران به وسیله شبکه متمرکز GPS ۳۳
- شکل (۱-۳) نقشه ساختاری شمال‌باختر ایران ۴۰
- شکل (۲-۳) ساختارهایی که امکان حرکت میکروپلیت آذری را در جهت NNE فراهم می‌آورد ۴۴
- شکل (۳-۳) نتایج تحلیل انجام شده در متوسط رژیم تنش در منطقه تبریز ۴۷
- شکل (۴-۳) نتایج تحلیل روی داده‌های زمین‌لرزه در متوسط رژیم تنش در منطقه تالش ۴۹
- شکل (۵-۳) نتایج تحلیل انجام شده در متوسط رژیم تنش در منطقه نوور. ۵۱
- شکل (۶-۳) نتایج تحلیل انجام شده در متوسط رژیم تنش در منطقه ارس ۵۳
- شکل (۷-۳) رشته کوه‌های موازی در منطقه اهر. ۵۴
- شکل (۸-۳) نمایش چشمه‌ها در منطقه اهر ۵۴
- شکل (۹-۳) نمایش ایستگاه‌های محدوده اهر ۵۵
- شکل (۱۰-۳) نمایی از سطح گسلی F_1 با سازوکار امتدادلغز چپگرد همراه با مولفه نرمال، ۵۵
- شکل (۱۱-۳) سطوح گسلی $F_{3(1)}$ و $F_{3(2)}$ ، F_4 و F_5 . ۵۶
- شکل (۱۲-۳) تصویر شیل‌های مدادی پالتوسن ۵۷
- شکل (۱۳-۳) گسل محور گردنه گویجه‌بل. ۵۷
- شکل (۱۴-۳) راندگی جنوب اهر در گردنه گویجه‌بل ۵۸
- شکل (۱۵-۳) سطح گسل رانده (پر شیب) جنوب اهر در گردنه گویجه بل. ۵۸

- شکل (۳-۱۶) موقعیت خش لغزهای اندازه‌گیری شده بر روی گسل معکوس (راندگی) جنوب اهر ۵۹
- شکل (۳-۱۷) تصویر استریوگرافی صفحات گسلی به همراه خطوط خش لغز و سوی لغزش منطقه اهر ۶۰
- شکل (۳-۱۸) نمایش موقعیت ایستگاه‌های محدوده بزقوش ۶۲
- شکل (۳-۱۹) زمین‌ریخت‌شناسی و ساختارهای مشاهده شده، ایستگاه ۱، واقع در شمال بزقوش. ۶۲
- شکل (۳-۲۰) - ایستگاه ۱، مجاور روستای دامباران، در این شکل آهک‌های نومولیت‌دار نمایان است ۶۳
- شکل (۳-۲۱) سطوح گسلی F_{13} ، F_{14} ، F_{15} ، F_{16} ، F_{17} ، F_{18} ، F_{19} و F_{20} ۶۴
- شکل (۳-۲۲) تصویر استریوگرافی صفحات گسلی ایستگاه ۱ بزقوش ۶۵
- شکل (۳-۲۳) سطح گسلی F_{25} ۶۶
- شکل (۳-۲۴) تصویر استریوگرافی صفحات گسلی مربوط به ایستگاه ۲ بزقوش ۶۷
- شکل (۳-۲۵) سطح گسلی F_{28} ۶۷
- شکل (۳-۲۶) تصویر استریوگرافی صفحات گسلی در محدوده ایستگاه ۳ بزقوش ۶۸
- شکل (۳-۲۷) سطح گسلی ۳۹، سطح گسلی ۴۰، سطح گسلی ۴۱، واقع در ایستگاه ۴ بزقوش ۷۰
- شکل (۳-۲۸) تصویر استریوگرافی صفحات گسلی در محدوده ایستگاه ۴ بزقوش ۷۱
- شکل (۳-۲۹) سطوح گسلی ۴۹، ۵۰، ۵۲، ۵۴، ۵۳، ۵۵ واقع در ایستگاه ۵ بزقوش ۷۲
- شکل (۳-۳۰) تصویر استریوگرافی صفحات گسلی در محدوده ایستگاه ۵ بزقوش ۷۳
- شکل (۳-۳۱): نیمرخ زمین‌شناسی مناطق میانه و اهر ۷۴
- شکل (۳-۳۲): وضعیت تنش‌ها در محدوده مورد مطالعه ۷۵
- شکل (۳-۳۳): نتیجه استریوگرافیک تحلیل انجام شده برای جدایش و بازسازی رژیم‌های تنش لرزه- زمین‌ساختی چندگانه ۷۷
- شکل (۳-۳۴): چین‌خوردگی منطقه مغان ۸۳
- شکل (۳-۳۵): چین‌خوردگی‌های منطقه اردبیل ۸۸
- شکل (۳-۳۶): چین‌خوردگی‌های بخش شمالی منطقه اهر ۹۲
- شکل (۳-۳۷): چین‌خوردگی‌های بخش جنوبی منطقه اهر (شمال گسل تبریز) ۹۵
- شکل (۳-۳۸): چین‌خوردگی‌های بخش شمالی منطقه تبریز ۹۸
- شکل (۳-۳۹): چین‌خوردگی‌های بخش جنوبی منطقه تبریز (شمال گسل تبریز) ۱۰۱
- شکل (۳-۴۰): چین‌خوردگی‌های منطقه میانه ۱۰۶
- شکل (۳-۴۱): نمایش منطقه مثلثی ۱۱۰

- ۱۱۱ شکل (۳-۴): نمایش تشکیل ساختارهای شانه تخم مرغی
- ۱۱۴ شکل (۴-۱): نقشه خطواره‌های مغناطیسی ناحیه شمال باختر ایران
- ۱۱۵ شکل (۴-۲): رومرکز زلزله‌های دستگاهی
- ۱۱۷ شکل (۴-۳): نمایش گسل‌های اصلی و جهت رژیم‌های تنش به دست آمده در منطقه
- ۱۱۸ شکل (۴-۴): روند چین خوردگی‌های موجود در شمال باختر ایران
- ۱۱۹ شکل (۴-۷): شکل شماتیک پهنه مثلثی

فهرست جدول‌ها

- جدول (۳-۱) نتایج مربوط به تحلیل روی داده‌های لرزه‌ای در منطقه تبریز در تعیین متوسط رژیم تنش. ۴۶
- جدول (۳-۲) نتایج مربوط به تحلیل انجام شده روی داده‌های لرزه‌ای در تعیین متوسط رژیم تنش ۴۹
در منطقه تالش
- جدول (۳-۳) نتایج مربوط به تحلیل انجام شده روی داده‌های لرزه‌ای در منطقه تبریز ۵۱
- جدول (۳-۴) نتایج مربوط به تحلیل انجام شده روی داده‌های لرزه‌ای در منطقه ارس ۵۳
- جدول (۳-۵) نتایج تحلیل تنش زمین ساختی در باختر گوشه داغ و محدوده تاثیر راندگی جنوب اهر. ۵۹
- جدول (۳-۶) نتایج تحلیل تنش زمین ساختی در ایستگاه ۱ بزقوش ۶۵
- جدول (۳-۷) نتایج تحلیل تنش زمین ساختی در ایستگاه ۲ بزقوش. ۶۶
- جدول (۳-۸) نتایج تحلیل تنش زمین ساختی در ایستگاه ۳ بزقوش. ۶۸
- جدول (۳-۹) نتایج تحلیل تنش زمین ساختی در ایستگاه ۴ بزقوش. ۷۱
- جدول (۳-۱۰) نتایج تحلیل تنش زمین ساختی در ایستگاه شماره ۵ بزقوش. ۷۳
- جدول (۳-۱۱): نتایج تنسورهای تنش تحلیل شده در محدوده مورد مطالعه ۷۶

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

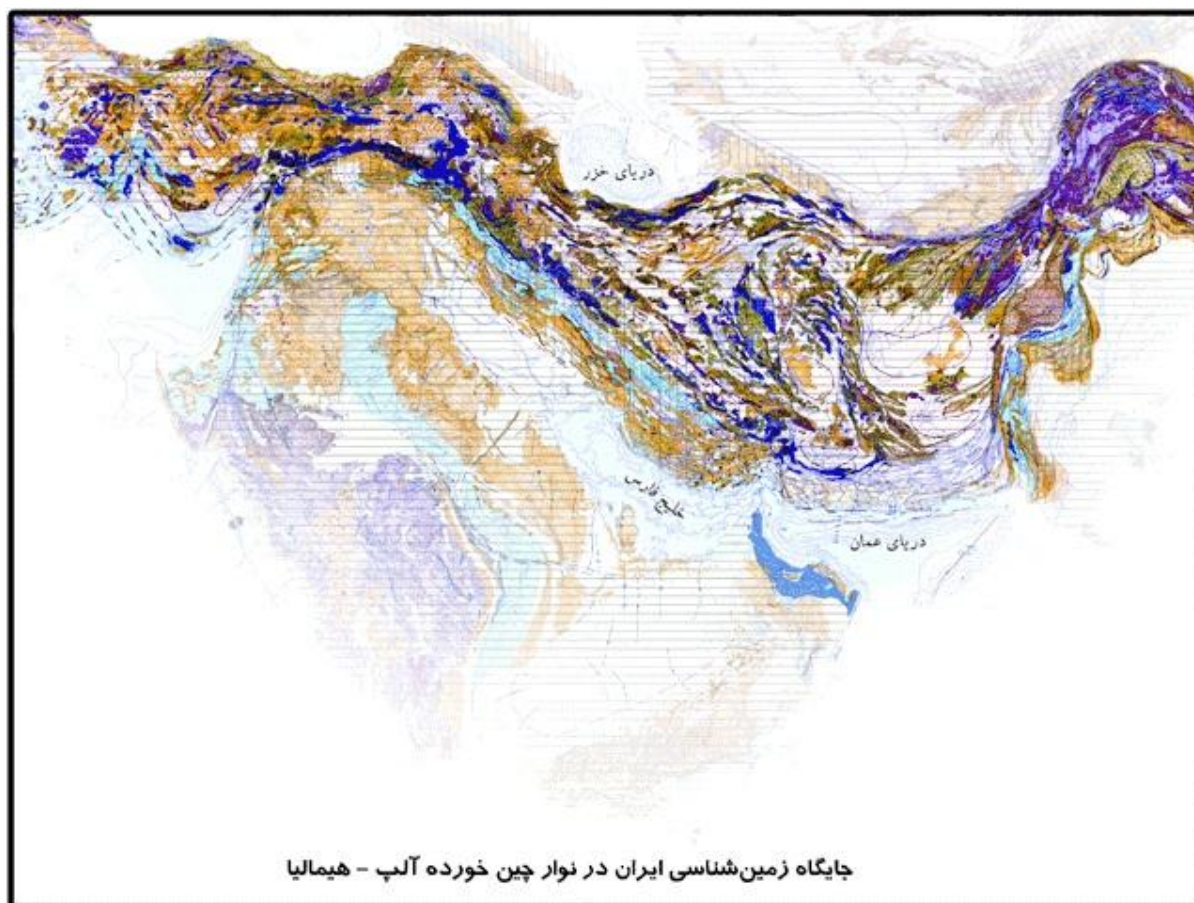
۱-۱- مقدمه

محدوده مورد مطالعه در شمال‌باختر ایران واقع شده و استان‌های آذربایجان خاوری و اردبیل را در بر می‌گیرد. منطقه مذکور، محدوده‌ای با مختصات جغرافیایی، ۴۵ تا ۴۹ درجه طول خاوری و ۳۷ تا ۴۰ درجه عرض شمالی را تحت پوشش قرار می‌دهد. مهم‌ترین ساختار موجود در این پهنه، گسل تبریز می‌باشد که زمین‌شناسی آذربایجان را تحت کنترل خود قرار داده است بطوریکه تحت عملکرد آن در شمال این گسل سازندهای سنوزوئیک و در جنوب آن سازندهای مزوزوئیک غالب هستند و دارای مکانیسم امتدادلغز راستگرد با مولفه فشارشی می‌باشد، همچنین گسل‌های ارس و آستارا نیز نقش عمده‌ای در زمین‌ساخت منطقه دارند. در واقع ترکیب این سه گسل اصلی منطقه، زمین‌ساخت پیچیده شمال‌باختر را شکل داده‌اند. آتشفشان سهند در جنوب‌باختر و آتشفشان سبلان در شمال‌خاور پهنه مذکور واقع شده‌اند و ارتفاع آنها به ترتیب ۳۵۶۲ متر و ۴۸۱۱ متر می‌باشد. پست‌ترین نقطه در این محدوده در حوالی رودخانه ارس قرار دارد که ارتفاع آن ۲ تا ۳ متر از سطح دریاهای آزاد می‌باشد. با توجه به نقشه زمین‌ساخت و لرزه‌زمین‌ساخت آذربایجان و با در نظر گرفتن ریخت‌زمین‌ساخت منطقه، ملاحظه می‌گردد که قله‌های سبلان و مجموعه سهند، به صورت توده‌های آتشفشانی که تا عمق زیادی درون پوسته نفوذ کرده‌اند، با توجه به رئولوژی مقاوم و سخت مواد آتشفشانی در مقابل سازندهای شکل‌پذیر و نرم سنوزوئیک مانع بزرگی در برابر تنش‌های زمین‌ساختی در پهنه آذربایجان و در برابر جابجایی‌های زمین‌ساختی می‌باشند. در نتیجه، در شمال‌خاور قله سبلان تغییر شکل‌های شکننده، در طول گسل‌های راندگی رشته‌کوه تالش متمرکز شده‌اند که محدوده بین پی‌سنگ جنوب خزر و توده آتشفشانی سبلان را شامل می‌شوند. انحنای گسل‌های اطراف قله سبلان به شمال‌باختر و جنوب‌خاور موید تاثیرپذیری عمده این ساختارها در این محدوده می‌باشد. وجود ساختارهای چین‌خورده در بخش‌های مرکزی میکروپلیت آذربایجان گویای شکل‌پذیرتر بودن سازندهای گسترده در سطح زمین در این نواحی بوده و وجود گسل‌های عمده‌ای، چون گسل تبریز، گسل ارس و گسل آستارا در محدوده‌های مرزی ناحیه مورد مطالعه، دلیل بر تمرکز زمین‌ساخت شکنا در حواشی این محدوده مثلث شکل می‌باشد. در این پژوهش، نقش گسل‌های اصلی بر روی زمین‌ساخت منطقه بررسی شده و ارتباط آنها با ساختارهای شکل‌پذیر محدوده مذکور در ارتباط با سیستم‌های تنش زمین‌ساختی، مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

۱-۲- موقعیت ایران در کمربند کوهزایی آلپ-همالیا

حدود ۹۰ درصد از خاک ایران در محدوده فلات ایران واقع شده است که بصورت تقریبی، حدود ۵۴ درصد خاک آن را کوهها شکل داده‌اند. فلات مثلثی شکل ایران از کوههای البرز در شمال، زاگرس در جنوب و جنوب‌باختر و ارتفاعات مکران در جنوب تشکیل شده و دیواره خاوری فلات را کوهستان‌های خاور ایران می‌سازند.

رشته‌کوه‌های ایران بخشی از سلسله‌کوه‌های آلپ-همالیا می‌باشد، این رشته‌کوه‌ها از کوهستانهای جنوب فرانسه آغاز شده و پس از عبور از رشته‌کوه آلپ، در شبه جزیره بالکان و ترکیه نیز تداوم می‌یابد. کمربند کوهستانی مذکور، در ایران دو شاخه می‌شود، شاخه شمالی از طریق رشته‌کوه‌های قفقاز کوچک (آذربایجان) وارد ایران شده و بصورت رشته‌کوه البرز به سمت جنوب و سپس به سمت خاور ادامه می‌یابد. شاخه جنوبی آلپ-همالیا از طریق جنوب ترکیه وارد ایران شده و کوه‌های زاگرس را تشکیل می‌دهد و به سمت جنوب خاور امتداد می‌یابد. رشته شمالی (البرز) پس از عبور از افغانستان به فلات تبت می‌رسد و رشته جنوبی (زاگرس) نیز پس از اتصال به پهنه مکران از طریق پاکستان به فلات تبت می‌پیوندد (آقاناتی، ۱۳۸۳). روند سلسله کوه‌های آلپ-همالیا در خاور فلات تبت (خاور چین) به سمت جنوب تغییر کرده، از مجمع‌الجزایر فیلیپین و اندونزی و از شمال استرالیا می‌گذرد و در اقیانوس آرام تا نیوزلند ادامه می‌یابد. این کمربند عظیم، محل برخورد دو ابرقاره اوراسیا و گندوانا است که خود از چندین کمربند کوهزایی کوچکتر تشکیل شده است.



شکل (۱-۱) جایگاه زمین‌شناسی ایران در نوار چین خورده آلپ-همالیا. (برگرفته از آقناباتی ۱۳۸۳)

۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه

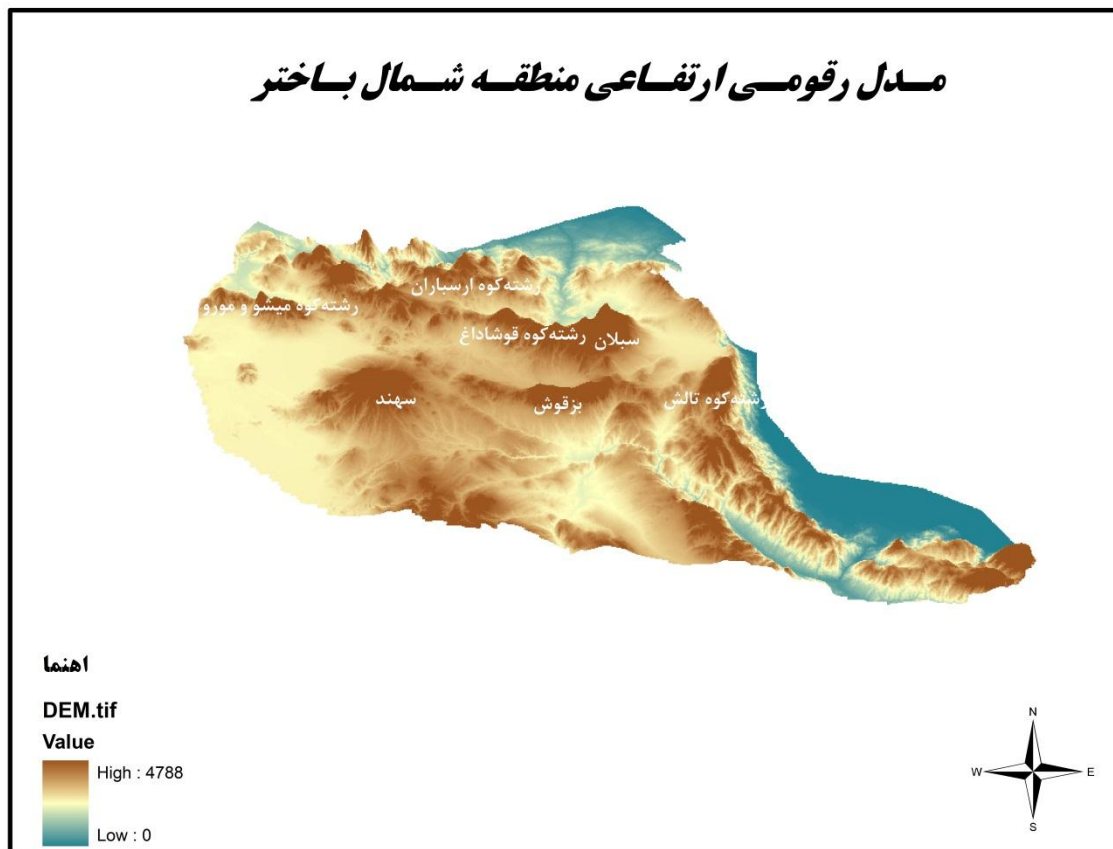
منطقه مورد مطالعه بخشی از شمال‌باختر ایران است، این ناحیه در نقشه جغرافیایی، محدود به استان‌های آذربایجان خاوری، اردبیل و قسمت‌هایی از استان‌های گیلان و زنجان است. رود ارس حدود شمالی آن را با جمهوری‌های آذربایجان، نخجوان و ارمنستان تشکیل داده است و رود قطور و آبهای دریاچه ارومیه، حدود باختری آن را با استان آذربایجان باختری هم‌جوار می‌کند. در جنوب، کشیدگی رشته‌کوه‌ها، دره‌ها، جلگه‌ها و دشت‌ها باعث پیوستگی استان با آذربایجان باختری و زنجان می‌شود. توپوگرافی منطقه، یکی از عوامل مهم آفرینش ویژگی‌های اقلیمی آذربایجان خاوری و عامل اصلی تنوع در آن می‌باشد. سیمای این استان از هفت واحد کوهستانی و دره‌ها و جلگه‌های میان آنها تشکیل شده است که عبارت از: ارسباران، میشو و مورو، قوشه-داغ، سبلان، سهند، بزقوش و تخت سلیمان است. شمالی‌ترین و بزرگ‌ترین این واحدها رشته‌کوه قوسی-

شکل ارسباران می‌باشد (شکل ۱-۲) که در ساحل رود ارس واقع شده است، این رشته‌کوه از طرف باختر به آرات و از خاور به کوه‌های تالش متصل می‌شود. این رشته‌کوه‌ها دنباله رشته‌کوه‌های قفقاز به شمار می‌آیند که به وسیله دره عمیق رود ارس از یکدیگر جدا می‌گردند (بدیعی، ۱۳۷۰، بایرام‌نژاد، ۱۳۸۶). دومین عارضه توپوگرافیک رشته‌کوه قوشه‌داغ می‌باشد که از شاخه جنوبی ارسباران، منشعب شده و به سمت خاور کشیده می‌شود و در منتهی‌الیه خاوری خود به توده عظیم و آتشفشانی سبلان ختم می‌شود (شکل ۱-۲). سبلان با ۴۸۱۱ متر ارتفاع، بلندترین نقطه استان محسوب می‌شود و خط‌الراس آن مرز مشترک استان‌های اردبیل و آذربایجان خاوری را تشکیل می‌دهد. در نظریه Didon & Geman, (1976) فازهای شکل‌گیری سبلان به شرح زیر آورده شده است (آقنابتی ۱۳۸۳): ۱- فاز گدازه‌های سبلان قدیم که شامل پنج مرحله ماگمازایی جداگانه است. ۲- فاز فرونشینی کالدر و فعالیت انفجاری که با انباشت حدود ۱۰۰ متر نهشته‌های آذرآواری در دامنه شمالی همراه بوده است. ۳- فاز تشکیل گنبدها و جریان گدازه سبلان جدید که با تشکیل روانه‌های تراکی‌اندزیت تا داسیت و شکل‌گیری بلندترین قسمت آتشفشان همراه بوده است. تکاپوی قدیمی سبلان از ائوسن شروع شده ولی آنچه که کوه سبلان را به وجود آورده در پلیوسن شروع به فعالیت کرده و تا آخرین دوره یخچالی ادامه داشته است (آقنابتی ۱۳۸۳).

رشته‌کوه میشو و مورو چهارمین واحد کوهستانی را در باختر و مراکز استان بوجود می‌آورد. این رشته‌کوه در شمال دریاچه ارومیه توسط ارتفاعات عون‌بن‌علی و شبلی تا شمال‌خاوری شهر تبریز کشیده می‌شود و قله ۳۱۵۵ متری آن شهرستان‌های مرند و شبستر را از هم جدا می‌سازد. پنجمین واحد توپوگرافیک استان رشته‌کوه بزقوش می‌باشد. این رشته‌کوه به همراه مجتمع آتشفشانی سهند (شکل ۱-۲) سومین ردیف رشته‌کوه‌های خاوری استان را پس از ارسباران، قوشه‌داغ و میشو بوجود می‌آورد که خط‌الراس ۳۳۰۳ متری آن بین شهرستان‌های سراب و میانه به شمار می‌رود. سهند با ۳۷۰۷ متر ارتفاع ششمین واحد کوهستانی، توده عظیم آتشفشانی دیگری است که قله زیبای آن منظره جنوبی شهر تبریز را بوجود می‌آورد. کوه‌های اربط یا تخت سلیمان هفتمین و جنوبی‌ترین عارضه توپوگرافیک استان می‌باشد که از دامنه‌های جنوبی سهند شروع شده و به سمت جنوب کشیده شده است. تغییرات سن پرتوسنجی گدازه‌های سهند، بین ۱۲ میلیون سال (میوسن میانی) تا ۱۴/۱ میلیون سال است (معین وزیری و امین سبحانی ۱۳۵۶). کوه‌های تالش در خاور آذربایجان با جهت شمالی- جنوبی به موازات حاشیه باختری دریای خزر تا دره سفیدرود در گیلان امتداد دارند. دامنه‌های باختری این رشته‌کوه‌ها دارای شیب ملایم و چهره عریان و بسیار کم‌درخت بوده و دامنه‌های خاوری آن

دارای شیب تند به سوی دریای خزر است. آقداغ، بلندترین قله آن با ارتفاع ۳۲۰۰ متر در نزدیکی سفیدرود واقع است (بدیعی ۱۳۷۰).

از مهم‌ترین رودهای این ناحیه رودخانه آجی‌چای با طول ۲۶۰ کیلومتر است که از ارتفاعات سبلان و دامنه‌های سهند سرچشمه می‌گیرد. رودهای ورکش صوفیان، دریان، اسکو نیز از دیگر رودهای حوضه این استان است. رود ارس در محدوده آذربایجان خاوری توسط ۱۸ رودخانه کوچک و بزرگ که از چند کیلومتر تا ۲۸۰ کیلومتر طول دارد تغذیه می‌شود و با ۳۳۶ میلیون مترمکعب آبدهی سالانه، پرآب‌ترین رود استان به شمار می‌آید.



شکل (۲-۱) موقعیت رشته‌کوه‌های اصلی منطقه شمال‌باختر در مدل رقومی ارتفاعی منطقه

۴-۱- پیشینه‌ی پژوهش

در منطقه شمال‌باختر ایران، مطالعات چندی در زمینه‌های مختلف از جمله، پترولوژیکی، ژئوشیمیایی، زمین‌شناسی اقتصادی و لرزه‌زمین‌ساختی و دیگر موارد وابسته به علوم زمین انجام شده، لیکن در ارتباط با زمین‌ساخت این منطقه کمتر مطالعه شده است. در این بخش منابع عمده‌ای که در ارتباط با زمین‌ساخت شمال‌باختر ایران، توسط زمین‌شناسان بسیاری مطالعه شده، ذکر گردیده است. برخی از این منابع، ارتباط زمین‌ساختی بین ارمنستان، قفقاز، ترکیه و شمال‌باختر ایران را بررسی کرده‌اند. همچنین در این ناحیه، نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰، توسط سازمان زمین‌شناسی کشور تهیه شده است که جهت اختصار، در بخش منابع به آن اشاره شده است.

Philip et al (1989) مراحل اولیه برخورد قاره‌ای را در منطقه قفقاز مورد بررسی قرار داده و طی مطالعات نوزمین‌ساختی، ژئوفیزیکی، ژئودتیک و زمین‌شناسی یک مدل مکانیکی از تغییرات موجود را ارائه داده‌اند. Jackson, (1992) مطالعاتی را بر روی جنبش همگرا و امتدادلغزی بین پلیت‌های عربی و اوراسیا در منطقه خاور ترکیه و قفقاز انجام داده است. همچنین Hessami et al (2003) نتایج اولیه‌ای را در زمینه مطالعه زمین‌لرزه‌های تاریخی و نرخ لغزش گسل شمال تبریز ارائه داده‌اند. Allen, (2004) نیز برخورد پلیت‌های عربی- اوراسیا در سنوزوئیک پسین را بازسازی کرده و به طور مقایسه‌ای میزان دگرشکلی فشارشی کوتاه مدت و بلند مدت را مورد بررسی قرار داده است. یکی از دیگر کارهای انجام شده توسط Karakhanian et al (2004) صورت گرفته است که به طور کلی زون‌های فعال گسلی را در مناطق ارمنستان، جنوب‌خاور ترکیه و شمال‌باختر ایران بررسی کرده‌اند.

Copley and Jackson (2006) زمین‌ساخت فعال فلات ایران- ترکیه را با تمرکز بر روی گسل‌های شمال‌باختر ایران و شمال‌خاور ترکیه مورد بررسی قرار داده‌اند. از کارهای دیگر بررسی‌های Masson et al (2006) است که مطالعاتی را تحت عنوان کشیدگی ایجاد شده در شمال‌باختر ایران توسط جنبش حوضه کاسپین جنوبی انجام داده‌اند.

مطالعاتی نیز در زمینه زمین‌ساخت در قالب کارشناسی ارشد در دانشگاه تبریز انجام شده که در اینجا اشاره‌ای کوتاه به آنها می‌کنیم. شاه‌پسندزاده در سال ۱۳۷۴، بررسی مقدماتی، لرزه‌زمین‌ساخت و خطر زمین-لرزه- گسلش در پهنه استان آذربایجان خاوری، را با حمایت موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله داشته است. در سال ۱۳۸۲ نورباقری بررسی‌های نوزمین‌ساختی و لرزه‌زمین‌ساختی را در منطقه خلخال در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد انجام داده است. جلال‌زاده بررسی‌های ساختاری و لرزه‌زمین‌ساختی جنوب-

باختر دریاچه ارومیه را در سال ۱۳۸۵ به اتمام رسانده است. در سال ۱۳۸۶ حسین پور بررسی‌های لرزه‌زمین-ساختی شمال‌باختر ایران انجام داده و پهنه‌بندی خطر زلزله در شهر تبریز را انجام داده است. چل‌گلی در سال ۱۳۸۶ مکانیسم‌های هندسی و جنبشی سیستم‌های گسل‌های نرمال جنوب تبریز و پیرامون آن را تحلیل کرده است. در سال ۱۳۸۶ چرب‌گو قطعه‌بندی گسل‌شمال تبریز را با استفاده از شواهد ریخت‌زمین‌ساختی و لرزه‌ای GIS مورد مطالعه قرار داده است. همچنین زمانی و همکاران (۱۳۸۰) شرایط زمین را در شهر تبریز بر اساس آخرین ویرایش آیین نامه ۲۸۰۰ ریز پهنه‌بندی نموده‌اند که در پیشینه پژوهشی این منطقه از دیدگاه لرزه‌زمین‌ساختی قابل توجه است.

۱-۵- روش تحقیق و سیر مطالعاتی

دستیابی به نتایج این پژوهش در سه مرحله، جمع‌آوری اطلاعات، برداشت‌های صحرائی و تجزیه و تحلیل داده‌ها صورت گرفت. در ذیل به این موارد اشاره شده است.

۱-۶- گردآوری داده‌های مورد استفاده

در این پژوهش، سعی شده است که از کلیه اطلاعات موجود در مقالات، کتاب‌ها، داده‌های بر روی خط (on line) و سایت‌های مرتبط با زمینه پژوهش استفاده شود. نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه در مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه شد و داده‌های لرزه‌ای (تاریخی و دستگاهی) که در کاتالوگ‌ها و پایگاه‌های لرزه‌نگاری به ثبت رسیده بودند نیز گردآوری شدند و در نهایت استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (ETM)، لایه‌های ارتفاعی منطقه (DEM)، برای شناسایی خطواره‌ها و چین‌خوردگی‌های موجود و همچنین تهیه نقشه‌های شماتیک استفاده شدند.

۱-۷- مطالعات صحرائی

به منظور دستیابی به اطلاعات لغزش گسل‌های منطقه، در چندین عملیات صحرائی، برداشت سطوح گسلی و خش‌خط‌های آنها صورت گرفت.