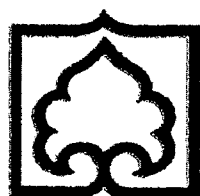


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه شاهرود

دانشکده علوم پایه

گروه زمین شناسی

پایان نامه برای دریافت کارشناسی ارشد

گرایش پترولوژی

عنوان:

پتروگرافی و دگرشکلی سنگهای دگرگونی ناحیه چورزق - ریحان واقع
در جنوب باختری زنجان

پژوهشگر:

اکرم قدیمی

استاد راهنما:

دکتر جواد ایزدیار

فروردین ماه ۸۸

۱۳۸۸/۶/۱۱

کتابخانه دانشگاه شاهرود
تاسیس ۱۳۸۸

۱۱۶۲۶۴



دانشگاه زنجان

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

شماره: ۱۶۱۷/ع

تاریخ: ۱۳۸۵/۱/۲۵

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد
خانم: اکرم قدیم رضی آباد رشته: زمین شناسی گرایش: پترولوژی

تحت عنوان: پتروگرافی و دگرشکلی سنگهای دگرگونی ناحیه چورزق - ریحان واقع در جنوب باختری زنجان

در تاریخ ۸۸/۱/۲۵ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه زنجان برگزار گردید و نظر هیأت داوران بشرح زیر می باشد:
قبول (با درجه: عالی) امتیاز: (۱۸/۲۰) دفاع مجدد مردود

۱- عالی (۲۰-۱۸)

۲- بسیار خوب (۹۹/۱۷-۱۶)

۳- خوب (۹۹/۱۵-۱۴)

۴- قابل قبول (۹۹/۱۳-۱۲)

رتبه علمی

نام و نام خانوادگی

عضو هیأت داوران

استادیار

دکتر جواد ایزدیار

۱- استاد راهنما

استادیار

دکتر منصور قربانی

۲- استاد ممتحن خارج از دانشگاه

استادیار

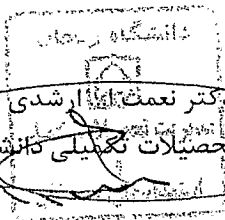
دکتر علی حاج ابوالفتح

۳- استاد ممتحن داخل دانشگاه

استادیار

دکتر محمدعلی اسم خانی

۴- نماینده تحصیلات تکمیلی



دکتر نعمت الله ارشدی
مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه

دکتر محمدعلی اسم خانی

معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی
دانشکده علوم

۸۸-۱-۲۵

تقدیم بہ پدر و مادر مہربانم

و

تقدیم بہ تو:

ای جاودانہ

بہترین تحریر

تقدیر و تشکر:

اکنون که به یاری و لطف خداوند متعال این نوشتار را به پایان رسانده‌ام بر خود لازم می‌دانم که از اساتید ارجمند و دوستانی که در مراحل مختلف مرا یاری نموده‌اند سپاسگزاری و تشکر نمایم.

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر جواد ایزدیار که به عنوان استاد راهنما در تهیه و تنظیم این پایان نامه با صبر و حوصله زیاد در کلیه مراحل مرا یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از سرکار خانم سمیه عظیمی به خاطر همراهی صمیمانه در انجام این پایان‌نامه سپاسگزارم.

از جناب آقای مهندس ترابی مهر که در برداشت‌های صحرایی و تهیه نقشه‌های ساختاری منطقه مرا یاری نمودند قدردانی و تشکر می‌کنم.

از زحمات جناب آقای جهانگیری که در تمام مراحل انجام پایان نامه مرا همراهی کردند نهایت سپاس و تشکر را دارم.

در پایان از تمامی عزیزانی که ذکر نام آنها در اینجا مقدور نیست، کسانی که به نحوی یاری و همراهی نمودند تشکر می‌کنم.

چکیده :

منطقه مورد مطالعه در جنوب باختری استان زنجان در محدوده طول‌های جغرافیایی $48^{\circ} 16'$ - $48^{\circ} 24'$ و عرض‌های جغرافیایی $36^{\circ} 32'$ - $36^{\circ} 36'$ واقع شده است. سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای منطقه شامل فیلیت، انواع شیست‌ها و میان لایه‌هایی از کوارتزیت می‌باشد. از سمت شمال به سمت جنوب منطقه زونهای کلریت، بیوتیت و استارولیت دیده می‌شود. مطالعه دگرشکلی این سنگ‌ها نشان می‌دهد که سنگ‌ها متحمل سه مرحله دگرشکلی شده‌اند و عناصر صفحه‌های S_1 ، S_2 و S_3 در آنها بوجود آمده است. S_1 از نوع کلیواژ سطح محوری، S_2 از نوع کلیواژ سطح محوری و کرنولیشن‌های ناشی از خطوارگی کانیایی و S_3 مرتبط با چینهای جناغی متقارن می‌باشد. S_1 و S_2 ثبت شده در فازهای دگرشکلی D_1 و D_2 نشانگر کوتاه‌شدگی در راستای شمالی-جنوبی و به احتمال قوی مربوط به فاز کوهزایی کاتانگایی می‌باشد. S_3 مربوط به فاز دگرشکلی D_3 نیز نتیجه کوتاه‌شدگی در راستای شمال غرب-جنوب شرق (فاز کوهزایی آلبی) می‌باشد. به علت عملکرد شدید فاز آلبی، شواهد مربوط به فاز دگرشکلی قدیمی‌تر از بین رفته و بندرت در منطقه مشاهده می‌شود. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر یک از فازهای دگرشکلی با یک فاز دگرگونی همراه است. همزمان با فاز دگرشکلی D_1 ، دگرگونی M_1 اتفاق افتاده و باعث تبلور کانیهایی کلریت، موسکویت، بیوتیت، آلبیت، کوارتز \pm ارتوز شده است. در فاز دگرشکلی D_2 ، از مقدار کلریت کاسته شده بر مقدار سرسیت و بیوتیت افزوده می‌شود. دگرگونی M_2 ، با فاز دگرشکلی D_3 صورت گرفته و تبلور کانیهایی کلریت، بیوتیت، موسکویت، استارولیت، کوارتز \pm ارتوز شده است. این بررسی‌ها نشان می‌دهد که تبلور کانیهایی بصورت پیشرونده بوده و شواهدی که با استناد به آنها بتوان انقطاعی بین مراحل تبلور کانیهایی طی مراحل D_1 و D_2 قائل شد وجود ندارد. دما و فشار محاسبه شده با استفاده از برنامه ترموکالک نشان می‌دهد که در مرحله دگرگونی M_1 ، فشار حدود 3 ± 0.5 کیلو بار و دما حدود 570 درجه سانتیگراد می‌باشد و با توجه به گرادیان زمین گرمایی محاسبه شده برای این مرحله دگرگونی (68 C/Km)، دگرگونی سنگهای منطقه شبیه مناطق دگرگونی ابوکوما در ژاپن و بوچان در اسکاتلند است. و با توجه به اینکه سنگ‌های منطقه از نوع دما بالا-فشار پایین می‌باشند رژیم تکتونیکی ناشی از کشش پوسته را برای این مرحله می‌توان در نظر گرفت. در مرحله دگرگونی M_2 ، فشار 5 ± 0.5 کیلو بار و دما حدود 610 درجه سانتیگراد و درجه زمین گرمایی در حدود ($39/6 \text{ C/Km}$) می‌باشد که این دما و فشار شبیه به دما و فشار منطقه دگرگونی باروین در اسکاتلند می‌باشد و چون دگرگونی سنگ‌های منطقه از نوع دما و فشار متوسط می‌باشد رژیم تکتونیکی ناشی از برخورد قاره‌ها را می‌توان برای این دگرگونی پیشنهاد داد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

تشکر و قدردانی

چکیده

فصل اول : کلیات

- ۱-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه ۱
- ۲-۱- راههای دسترسی به منطقه ۱
- ۳-۱- وضعیت توپوگرافی منطقه ۱
- ۴-۱- وضعیت آب و هوایی منطقه ۳
- ۵-۱- هدف و روش مطالعه ۴
- ۶-۱- تاریخچه مطالعات پیشین ۵

فصل دوم - پتروفابریک و مبانی نظری آن و کاربرد آن در تحلیل سرزمین های دگرگونی

- مقدمه ۷
- ۱-۲- تعریف علم پتروفابریک و مبانی نظری آن ۷
- ۱-۱-۲- مطالعه علم پتروفابریک در بخش ماکروسکوپی و مزوسکوپی ۸
- ۱-۱-۱-۲- انواع ساخت‌های داخلی و تحلیل هندسه ساختاری آنها ۹
- ۲-۱-۱-۲- کاربرد برگواره‌ها ۹
- ۳-۱-۱-۲- کاربرد خطواره‌ها ۱۰
- ۴-۱-۱-۲- تطابق نسل‌های ساختاری ۱۱
- ۲-۱-۱- مطالعه علم پتروفابریک در بخش میکروسکوپی ۱۳

- ۱۳.....۱-۲-۱-۲- ارتباط پورفیروبولاست با ساخت صفحه‌ای
- ۱۵.....۲-۲-۱-۲- زونینگ
- ۱۵.....۳-۲-۱-۲- انکلوزیون‌ها، رشد درهم و تاجی کانیها
- ۱۶.....۴-۲-۱-۲- شاخص‌های اثر برش
- ۱۷.....۵-۲-۱-۲- اثر برگشتگی چین و نامتقارن بودن رگه
- ۱۷.....۶-۲-۱-۲- سایه‌های فشاری نامتقارن
- ۱۸.....۷-۲-۱-۲- فابریک های S-C، نواره‌های برشی ومیکاهای ماهی مانند
- ۱۸.....۳-۲- تشخیص دگرشکلی پیشرونده از دگرشکلی مقطعی

فصل سوم - سرزمین های دگرگونی پرکامبرین ایران

- ۲۰.....مقدمه
- ۲۰.....۱-۳- سرزمین‌های دگرگون شده
- ۲۱.....۲-۳- پراکندگی جغرافیایی سنگ های دگرگونی پرکامبرین
- ۲۲.....۱-۳-۳- پرکامبرین در ایران مرکزی
- ۲۴.....۲-۳-۳- پرکامبرین در سنندج - سیرجان
- ۲۴.....۳-۲-۳- پرکامبرین در البرز
- ۲۵.....۴-۲-۳- سرزمین‌های آذرین پرکامبرین
- ۲۶.....۵-۲-۳- سرزمین‌های رسوبی پرکامبرین
- ۲۷.....۳-۳- رخدادهای زمین ساختی پرکامبرین
- ۲۸.....۱-۳-۳- فاز کوهزایی کارلین
- ۲۸.....۲-۳-۳- فاز کوهزایی بایکالین یا کاتانگایی

۳-۴- مروری بر مطالعات پتروفابریکی سرزمین های پرکامبرین ۳۱

فصل چهارم - زمین شناسی زنجان

مقدمه ۳۴

۴-۱- چینه شناسی زنجان ۳۷

۴-۱-۱- سنگ های دگرگونه پرکامبرین ۳۷

۴-۱-۲- نهشته های آواری سازند کهر ۳۷

۴-۱-۳- گرانیت دوران ۳۸

۴-۱-۴- نهشته های آواری-کربناته پرکامبرین بالایی-پالئوزوئیک زیرین ۳۹

۴-۱-۴-۱- سازند بایندر ۳۹

۴-۱-۴-۲- سازند سلطانیه ۳۹

۴-۱-۴-۳- سازند باروت ۴۰

۴-۱-۴-۴- سازند زاگون ۴۰

۴-۱-۴-۵- نهشته های پالئوزوئیک ۴۰

۴-۱-۴-۶- نهشته های مزوزوئیک ۴۱

۴-۱-۴-۷- نهشته های سنوزوئیک ۴۱

۴-۲- تکتونیک زنجان ۴۲

فصل پنجم - زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

مقدمه ۴۸

۵-۱- چینه شناسی منطقه مورد مطالعه ۴۸

- ۴۸.....۱-۱-۵ سنگ‌های دگرگونی (L.B.C).....
- ۴۹.....۲-۱-۵ سازند کهر (P CK).....
- ۴۹.....۳-۱-۵ نهشته‌های سازند بایندر (br) ۴.....
- ۵۰.....۴-۱-۵ سازند سلطانیه (S^{CS}).....
- ۵۰.....۵-۱-۵ نهشته‌های سازند باروت.....
- ۵۰.....۶-۱-۵ گرانیت دوران (gd).....
- ۵۲.....۲-۵ انواع سنگ‌های دگرگونی منطقه مورد مطالعه.....
- ۵۲.....۳-۵ ساختارهای مشاهده شده در منطقه.....
- ۵۲.....۱-۳-۵ چین خوردگی‌ها.....
- ۵۲.....۲-۳-۵ شیستوزیته.....
- ۵۶.....۳-۳-۵ خطواره.....
- ۵۸.....۴-۳-۵ درزه‌ها.....

فصل ششم - سنگ‌شناسی و زونهای کانیاپی

- ۶۰.....مقدمه.....
- ۶۱.....۱-۶ زونهای مشاهده شده در منطقه.....
- ۶۱.....۱-۱-۶ زون کلریت.....
- ۶۱.....۲-۱-۶ زون بیوتیت.....
- ۶۲.....۳-۱-۶ زون استارولیت.....
- ۶۳.....۲-۶ سنگ‌شناسی سنگ‌های مشاهده شده در زونهای مختلف منطقه مورد مطالعه.....
- ۶۳.....۱-۲-۶ فیلیت.....

۶۴.....	۲-۲-۶- کلریت شیست.....
۶۴.....	۳-۲-۶- موسکویت-کلریت شیست.....
۶۴.....	۵-۲-۶- موسکویت-کلریت-بیوتیت شیست.....
۶۵.....	۶-۲-۶- استارولیت شیست.....
۶۵.....	۴-۲-۶- تالک شیست.....

فصل هفتم - دگرشکلی سنگهای پلیتی

۷۳.....	مقدمه.....
۷۴.....	۷-۱- ساختارهای مزوسکوپی و میکروسکوپی حاصل از دگرشکلی.....
۷۴.....	۱-۱-۷- ساختارهای صفحه‌ای.....
۷۶.....	۲-۱-۷- ساختارهای خطی.....
۷۷.....	۲-۷- تشریح انواع ساختارهای مشاهده شده در منطقه مورد مطالعه.....
۷۷.....	۱-۲-۷- ساختارهای مزوسکوپی.....
۷۷.....	۱-۱-۲-۷- چین نسل اول (F_1).....
۷۷.....	۲-۱-۲-۷- چین نسل اول (F_2).....
۷۸.....	۳-۱-۲-۷- چین نسل سوم (F_3).....
۷۸.....	۴-۱-۲-۷- شیستوزیته نسل اول S_1
۷۹.....	۵-۱-۲-۷- شیستوزیته نسل دوم S_2
۷۹.....	۶-۱-۲-۷- شیستوزیته نسل سوم S_3
۷۹.....	۳-۷- ساختارهای میکروسکوپی.....
۸۰.....	۴-۷- مراحل دگرشکلی و ارتباط آن با مراحل دگرگونی.....

فصل هشتم - پاراژنز، رخساره و واکنش‌های دگرگونی

مقدمه.....	۸۸
۸-۱- نمایش ترسیمی مجموعه‌های کانی شناسی دگرگونی.....	۸۸
۸-۲- تعیین واکنش‌های دگرگونی.....	۹۸
۸-۲-۱- چگونگی تعیین واکنش‌های دگرگونی.....	۹۹
۸-۳- نمودارهای ترکیب-پاراژنز سنگ‌های دگرگونی گروه‌های ترکیبی مختلف.....	۱۰۴
۸-۳-۱- تاریخچه مختصری در مورد نمودارهای ترکیب پاراژنز.....	۱۰۴
۸-۴-۲- نمودار AFM تامپسون.....	۱۰۴
۸-۳-۳- نمودار ACF.....	۱۰۵
۸-۳-۴- نمودار AKF.....	۱۰۶
۸-۴- انتخاب سیستم مناسب برای مطالعه سنگ‌های پلیتی منطقه مورد مطالعه.....	۱۰۷
۸-۵- رخساره‌های دگرگونی در سنگ‌های پلیتی.....	۱۱۰
۸-۵-۱- رخساره زیر شیست سبز.....	۱۱۱
۸-۵-۲- رخساره شیست سبز.....	۱۱۱
۸-۵-۳- رخساره آمفیبولیت.....	۱۱۲
۸-۵-۴- رخساره گرانولیت.....	۱۱۳
۸-۵-۵- رخساره‌های دگرگونی سنگ‌های پلیتی در منطقه مورد مطالعه.....	۱۱۳

فصل نهم - ژئوشیمی سنگ‌های پلیتی

مقدمه.....	۱۱۸
۱۰-۱- شیمی سنگ کل.....	۱۱۸

۱۲۰..... ۱۰-۲- بحث و نتیجه گیری

فصل دهم - نتیجه گیری

۱۲۹..... نتیجه گیری

۱۳۲..... بحث و برداشت

۱۳۳..... فهرست منابع

فصل اول:

کلیات

فصل اول

کلیات

۱-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه :

استان زنجان که آن را فلات زنجان نیز می‌نامند، در ناحیه مرکزی شمال غربی ایران واقع شده است. این استان در $۱۰^{\circ} ۴۷'$ تا $۵^{\circ} ۵۰'$ طول شرقی و $۲۵' ۳۵^{\circ}$ تا $۲۵' ۳۷^{\circ}$ عرض شمالی خط استوا قرار دارد. استان زنجان از شمال به استان‌های اردبیل و گیلان، از شرق به استان قزوین، از جنوب به استان همدان، و از جنوب غربی و غرب به استان‌های کردستان، آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی محدود است. منطقه مورد مطالعه در جنوب باختری شهرستان زنجان در محدوده طول‌های جغرافیایی $۱۶' ۴۸^{\circ}$ تا $۲۴' ۴۸^{\circ}$ و عرض‌های جغرافیایی $۳۲' ۳۶^{\circ}$ تا $۳۶' ۳۶^{\circ}$ در جنوب روستای چورزق تا شمال روستای ریجان واقع شده است (شکل ۱-۱).

۲-۱- راههای دسترسی به منطقه :

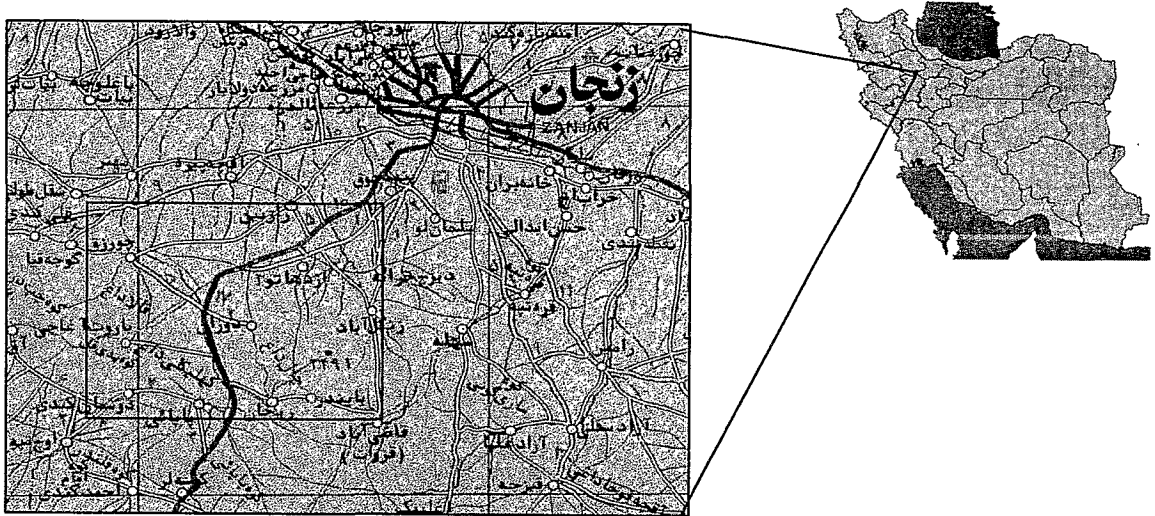
دستیابی به منطقه مورد مطالعه از طریق جاده اصلی زنجان - بیجار ممکن می‌باشد. علاوه بر این جاده، راههای فرعی که منشعب از جاده اصلی زنجان - بیجار هستند مثل راههای فرعی منتهی به روستاهای چورزق و باروت آجاجی نیز برای دسترسی به منطقه وجود دارد (شکل ۱-۱).

۳-۱- توپوگرافی منطقه :

از نظر شکل ظاهری زمین، استان زنجان دارای دو منطقه کوهستانی و جلگه‌ای می‌باشد. مناطق کوهستانی این استان اغلب دارای قله مرتفعی هستند. کوههای زنجان توسط رودهای ابهر و زنجان به دو بخش متمایز شمال شرقی و جنوب غربی تقسیم می‌شوند. ناهمواریهای بخش جنوب غربی واحد زنجان را چند رشته کوه موازی هم تشکیل می‌دهند که در حد فاصل بین دره قزل اوزن و فرورفتگی زنجان - ابهر از جنوب شرقی به طرف شمال غربی امتداد یافته‌اند. این کوهها عمدتاً از سنگهای رسوبی

ساخته شده‌اند. کوه سیاه (۲۷۲۰ متر) و سلطانیه (۲۷۰۰ متر) از بلندترین کوه‌های این رشته محسوب می‌شوند. در جنوب غربی کوه‌های سلطانیه فرورفتگی کاوند-دو تپه واقع است که در واقع یک فرورفتگی سینکلینالی است که توسط تشکیلات ترشیاری و کرتاسه که به عنوان تپه‌های سعید آباد-کرسف شناخته می‌شود پر شده است. تپه‌های سعید آباد - کرسف در جنوب غربی کوه‌های سلطانیه با روند عمومی شمال غرب-جنوب شرق قرار گرفته است. این تپه‌ها عمدتاً از سازنده‌های دوران سوم تشکیل شده است. تشکیلات این منطقه خصوصاً سازنده‌های کرتاسه توسط سنگ‌های آذرین و دایکها قطع گردیده‌اند. کوه‌های بخش شمال شرقی زنجان بر عکس بخش مقابل به صورت یک برجستگی یکپارچه است و توده‌های وسیع نفوذی (گرانیت) و توفه‌های سبز ائوسن اسکلت اصلی آن را تشکیل می‌دهد. حدود این برجستگی را در غرب، چاله زنجان و در شرق دره قزل‌اوزن تعیین می‌کند. جهت آن جنوب شرقی - شمال غربی است. بنابراین دامنه شرقی آن مستقیماً به سمت دره قزل‌اوزن زهکشی می‌شود و آب‌های دامنه غربی ضمیمه رودهای ابهر و زنجان رود می‌گردد. کوه قاجار (۲۸۸۹ متر) و چله خان (۲۷۲۴ متر) از مهمترین قله‌های آن می‌باشند.

مناطق جلگه‌ای نیز سایر نقاط دیگر استان را پوشانده است. دشت زنجان با وسعت قابل توجهی از شمال به ارتفاعات طارم و از جنوب به ارتفاعات سلطانیه که در حدود ۲۹۰۰ - ۱۷۰۰ متر ارتفاع دارند، محدود شده است. این دشت مانند یک نوار طولانی از سه راهی تاکستان تا میانه کشیده شده است و رودخانه‌های زنجان رود در قسمت غرب و خرمدره در جهت شرق آن جریان دارند (ایزدیار و همکاران،



شکل ۱-۱- نقشه ۱/۳۰۰۰۰۰ راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه، اقتباس از نقشه راههای استان زنجان، گیاشناسی، شماره ۲۰۳.

۴-۱- وضعیت آب و هوایی منطقه :

استان زنجان با توجه به تاثیر ناهمواریها و تماس غیر مستقیم با توده هوای مرطوب غربی و شمالی، صرف نظر از خصوصیات محلی و عرض جغرافیایی، دو نوع آب و هوای متفاوت دارد: آب و هوای کوهستانی که نواحی قیدار، زنجان و ابهر را در بر می‌گیرد و زمستانهای سرد و پربرف و تابستانهای معتدل از ویژگیهای آن است.

آب و هوای گرم و نیمه مرطوب منطقه طارم علیا که تابستانهای گرم و زمستانهای ملایم دارد و از درجه رطوبت و میزان بارندگی قابل توجهی نیز برخوردار است.

بر اساس داده‌های ایستگاه هواشناسی استان زنجان، میانگین میزان بارندگی در این استان سالانه ۳۲۳ میلی‌متر است. حداکثر دما در شهر زنجان ۴۰ و حداقل آن ۲۹/۶- درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. از لحاظ اقلیمی منطقه مورد مطالعه نیمه خشک و سرد بوده و دارای تابستانهای معتدل و زمستانهای سرد می‌باشد. حداکثر دما در تابستان ۳۶ درجه سانتی‌گراد و حداقل دما در زمستان ۲۵- درجه سانتی‌گراد

می‌رسد. مقدار نزولات برف و باران در حد متوسط بوده و میانگین بارندگی سالانه تقریباً ۲۸۵ میلی‌متر می‌باشد (ایزدیار و همکاران، ۱۳۸۴).

۱-۵- اهداف و روش مطالعه :

۱-۵-۱- اهداف مطالعه

الف- تعیین زونهای دگرگونی

ب: جدا کردن مراحل مستقل دگرشکلی و دگرگونی

ج: تعیین روابط زمانی و فضایی بین رخداد‌های دگرشکلی و دگرگونی

د: تعیین اهمیت جنبشی مراحل دگرشکلی و دگرگونی

۱-۵-۲- روش مطالعه

مراحل تحقیق و مطالعه در مرحله اول شامل مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی منابع موجود در ارتباط با منطقه مورد مطالعه بود که شامل جمع‌آوری اطلاعات در زمینه‌های مختلف زمین‌شناسی عمومی منطقه بصورت کتب، گزارش، رساله‌های دوره‌های کارشناسی ارشد و یا مطالعات دانشگاهها و سازمان زمین‌شناسی کشور بود. در این مرحله از تحقیق از منابع اینترنتی نیز استفاده شد که بیشتر شامل مقالات و تحقیقاتی بود که در نواحی همجوار منطقه مورد مطالعه انجام گرفته بود. همچنین از نقشه‌های زمین‌شناسی منتشر شده توسط سازمان زمین‌شناسی کشور و نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی سازمان نقشه‌برداری نیز استفاده شد.

مرحله دوم شامل پیمایش‌های صحرایی بود که به منظور شناسایی منطقه صورت پذیرفت. در این بازدید برداشتهای صحرایی زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی و ساختاری (نظیر مطالعه واحدهای سنگ‌شناسی و تفکیک آنها، مطالعات ساختارهای ماکروسکوپی و مزوسکوپی مثل تنوع چین‌ها، انواع تورق و تخطط‌های دگرگونی و ارتباط آنها با یکدیگر و...) صورت گرفت. در انتهای این مرحله نقشه‌های سنگ‌شناسی ساختاری و مناطق دگرگونی از منطقه تهیه گردید.

مرحله سوم شامل مطالعات صحرایی، تهیه مقاطع نازک میکروسکوپی و مطالعه آنها و انجام آنالیزهای XRF و XRD بود.

در مرحله چهارم تجزیه و تحلیل داده‌های ساختاری ماکروسکوپی و مزوسکوپی با استفاده از نرم افزار Stereoplot، تجزیه و تحلیل داده‌های میکروسکوپی فابریکی و کانیاپی به منظور نتیجه‌گیری پایانی صورت گرفت.

۱-۶- تاریخچه مطالعات پیشین:

در منطقه مورد بحث تاکنون مطالعه مدونی در مورد ساختارهای درونی سنگ‌های دگرگونی صورت نگرفته است و قدیمی‌ترین کار انجام شده در این منطقه مربوط به اشتوکلین و همکاران (۱۹۶۹) است که دو فاز دگرشکلی را در منطقه تشخیص داده‌اند. اندازه‌گیری محورهای بتا که توسط حقی‌پور در این منطقه بر روی فیلیت‌ها انجام شده است، راستای غالب N-S از خود نشان داده است. راستای N-S بدست آمده توسط حقی‌پور کاملاً با راستای دگرشکلی‌های پوسته‌ای جوانتر موجود در کوههای طالش متفاوت است، ولی به نحو قابل توجهی با راستای خطواره‌های مشاهده شده در فیلیت‌های پرکامبرین در کوههای سلطانیه مطابقت دارد (Stocklin J., Eftekhar - nezhad J., ۱۹۶۹).

نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ زنجان که توسط باباخانی و صادقی (۱۳۸۳) تهیه شده مختصری به مطالعه منطقه مورد مطالعه پرداخته است.

منطقه مورد مطالعه توسط ایزدیار و همکاران (۱۳۸۴) نیز در قالب درس عملیات صحرایی دوره کارشناسی بطور مقدماتی مورد مطالعه قرار گرفته است. ولی در منطقه ماه‌نشان و همچنین شاهین دژ که در همجواری منطقه مورد مطالعه قرار دارند، مطالعاتی بر روی دگرشکلی و دگرگونی سنگ‌های دگرگونی این مناطق و ارتباط آنها با یکدیگر صورت گرفته است. مطالعات در منطقه ماه‌نشان حاکی از وجود دو مرحله دگرشکلی است که هریک از فازهای دگرشکلی با یک فاز دگرگونی همراه است (ساکي و همکاران، ۱۳۸۳). در منطقه شاهین دژ نیز سه فاز دگرگونی تشخیص داده شده است که

دگرگونی M_1 و M_2 بر دگرشکلی‌های D_1 و D_2 منطبق است و دگرگونی M_2 فاقد دگرشکلی است
(جمشیدی بدر و همکاران، ۱۳۸۱).