



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی زمین شناسی گرایش  
پترولوژی

مطالعات سنگ شناسی و کانی شناسی اسکارن‌های شرق قزان (جنوب غرب  
قمصر، استان اصفهان)

استاد راهنما:

دکتر سید محسن طباطبایی منش

استاد مشاور:

دکتر محمد علی مکی زاده

پژوهشگر:

رویا معین

مهر ماه ۱۳۹۲

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج  
مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی  
از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق  
به دانشگاه اصفهان است.

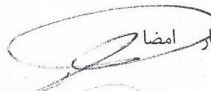

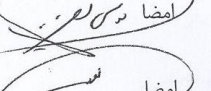



دانشگاه اصفهان  
دانشکده علوم  
گروه زمین شناسی

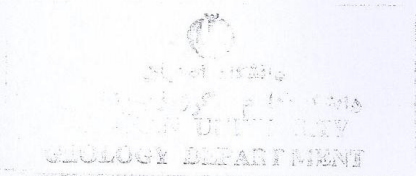
پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد / رساله دکتری رشته‌ی زمین شناسی  
گرایش پتروولوژی خانم رویا معین تحت عنوان

مطالعات سنگ شناسی و کانی شناسی اسکارن های شرق قزان (جنوب قمصر، استان اصفهان)

در تاریخ ۹۲/۷/۲۲ توسط هیات داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهائی رسید.

- |   |                            |                        |      |
|---|----------------------------|------------------------|------|
|  | دکتر سید محسن طباطبائی منش | با مرتبه علمی استادیار | امضا |
|  | دکتر محمد علی مکی زاده     | با مرتبه علمی استادیار | امضا |
|  | دکتر موسی نقره ثیان        | با مرتبه علمی استاد    | امضا |
|  | دکتر مرتضی شریفی           | با مرتبه علمی استادیار | امضا |

امضای مدیر گروه



## سپاسگزاری:

سپاس و ستایش خداوند حکیم را که توفیق عنایت فرمود تا این تحقیق با موفقیت به پایان رسد. به اقتضای وظیفه قدرشناسی لازم می دانم مراتب سپاس خویش را به عزیزانی که اینجانب را در تهیه این پایان نامه یاری نموده اند، تقدیم نمایم.

از استاد راهنمای ارجمند آقای دکتر سید محسن طباطبایی منش که همواره با راهنمایی‌ها و تذکرات ارزشمند خودشان نقش مؤثری در به انجام رساندن مطالعات داشته اند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم. از استاد مشاور گرامی جناب آقای محمد علی مکی زاده که با مساعدت و مشاورت ارزنده خودشان اینجانب را مرهون عنایت خویش قرار دادند، نهایت امتنان را دارم.

شایسته است مراتب تشکر و قدردانی خود را از آقای دکتر طباطبائی به واسطه ارسال نمونه‌ها برای تجزیه الکترون ماکروپروپ به آلمان اعلام نمایم.

از اساتید محترم گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان به ویژه اساتید بخش پتروئولوژی، آقایان دکتر نقره‌ئیان، دکتر ترابی، دکتر خلیلی و دکتر شریفی که افتخار شاگردیشان را داشته‌ام، کمال تشکر را دارم. از آقای دکتر صفری مدیر گروه محترم زمین شناسی به خاطر تسهیل امور اداری و پیگیری امور دانشجویان تحصیلات تکمیلی سپاسگزاری می‌نمایم.

از همدلی و همدردی دوستان و همراهان دوران تحصیل تشکر نموده و آرزوی کامیابی برایشان دارم.

از تلاش و مساعدت کارمندان محترم گروه زمین شناسی خانم‌ها شاپیری، ساکتی، احمدی و ابن نصیر و آقایان مهوری، اعتصام پور، آروین، مقتدری زاده، اسحاقی و صبوری قدردانی می‌کنم.

در پایان قدردانی و سپاس خود را به اعضای خانواده‌ام پدر و مادر عزیزم، یگانه خواهرم و برادرم و همسر عزیزم تقدیم می‌دارم که همواره در طول زندگی‌ام مرا مورد پشتیبانی و مهربانی خویش قرار داده‌اند.

تقدیم به:

پدر فداکار و مادر مهربانم و

همسر عزیزم

## چکیده

اسکارن‌های شرق قزان در ۱۶۰ کیلومتری شمال شرق اصفهان و در جنوب غرب قمصر قرار گرفته است و جزئی از نوار ارومیه دختر به حساب می‌آید. توده‌ی نفوذی این منطقه یک توده‌ی گرانیته - گرانودیوریتی بوده که در تماس با سنگ آهک‌های منطقه اسکارن را به وجود آورده است. کانی‌های اصلی این اسکارن کلینوپیروکسن، گارنت، ولاستونیت، وزوویانیت، کلسیت، آمفیبول می‌باشند و کانی‌های فرعی آن شامل اسفن، اپیدوت، کوارتز و کانی‌های اپاک شامل پیریت، کالکوپیریت، گوتیت، هماتیت، مالاکیت می‌باشند. اسکارن‌های این منطقه از نوع اسکارن‌های کلسیمی - منیزیمی می‌باشد و کانی‌های کلسیم دار موجود در آن شامل گارنت، وزوویانیت، اپیدوت و کانی منیزیم دار آن از نوع دیوپسید می‌باشد. اسکارن‌های این منطقه بر اساس پارائزهای کانیایی به ۶ دسته قابل تقسیم می‌باشند: کلینوپیروکسن اندواسکارن، کلینوپیروکسن - گارنت اسکارن، گارنت - ولاستونیت اسکارن، گارنت اسکارن، اپیدوت - آمفیبول اسکارن، گارنت - کوارتز اسکارن می‌باشند که براساس افزایش دما در سه رخساره‌ی آلبیت - اپیدوت هورنفلس، هورنبلاند هورنفلس و پیروکسن هورنفلس قابل تشخیص می‌باشند. در طی دگرگونی مجاورتی کانی‌های موجود در اسکارن در طی دو مرحله تشکیل یافته‌اند. در مرحله‌ی اول کانی‌های بی آب مانند گارنت، کلینوپیروکسن و ولاستونیت در طی دگرگونی پیشرونده و در مرحله‌ی دوم کانی‌های آبدار مانند اپیدوت، وزوویانیت، ترمولیت - اکتینولیت در طی دگرگونی پسرونده تشکیل یافته‌اند. در این منطقه به دلیل وجود توده‌ی نفوذی همراه با اسکارن در زون اندواسکارن کانی‌های پلاژیوکلاز به فراوانی دیده می‌شود که با توجه به آنالیزهای انجام گرفته نوع پلاژیوکلاز الیگوکلاز - آندزین تشخیص داده شد. در زون اسکارن نیز با توجه به آنالیزهای صورت گرفته نوع گارنت گروسولار - آندرادیت بوده و کلینوپیروکسن‌های موجود هم در زون اندواسکارن و هم در اسکارن دیوپسید تشخیص داده شد. آمفیبول‌های موجود در منطقه نیز از نوع کلسیمی - آهن دار بوده که به دلیل آهن فراوان منطقه آمفیبول‌ها از نوع فرواکتینولیت می‌باشند.

**واژگان کلیدی:** اسکارن، قزان، ارومیه دختر، اندواسکارن، کانی‌های فرعی، دگرگونی مجاورتی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول: کلیات</b>
۱-۱-۱	مقدمه
۳-۲-۱	موقعیت جغرافیایی منطقه
۴-۳-۱	آب و هوا و جغرافیای انسانی
۴-۴-۱	ژئومورفولوژی
۶-۵-۱	کارهای انجام شده ی قبلی
۸-۶-۱	هدف از مطالعه
۹-۷-۱	روش انجام کار
	<b>فصل دوم: زمین شناسی منطقه ای</b>
۱۰-۱-۲	مقدمه
۱۱-۲-۲	چینه شناسی منطقه
۱۱-۱-۲-۲	پالئوزوئیک - تریاس
۱۱-۲-۲-۲	ژوراسیک (لیاس) - سازند شمشک
۱۱-۳-۲-۲	کرتاسه زیرین (آپسین - آلبین)
۱۱-۴-۲-۲	کرتاسه بالائی (کامپانین - سانتونین)
۱۱-۵-۲-۲	ائوسن
۱۲-۶-۲-۲	الیگوسن
۱۲-۷-۲-۲	الیگوسن - میوسن
۱۲-۸-۲-۲	میوسن (سنگ های نفوذی)
۱۲-۹-۲-۲	پلیوکواترنری (گدازه های ریولیتی - داسیتی)
۱۲-۱۰-۲-۲	دوران چهارم
۱۳-۱-۱۰-۲-۲	تراس های قدیمی
۱۳-۲-۱۰-۲-۲	تراس های با ارتفاع متوسط
۱۳-۳-۱۰-۲-۲	آبرفت ها و رسوب های رودخانه ای عهد حاضر



عنوان	صفحه
۳-۲- زمین ساخت منطقه .....	۱۳
۱-۳-۲- گسل‌های ثقلی کرتاسه پایانی تا میوسن آغازی .....	۱۳
۲-۳-۲- گسل‌های تراستی بعد از میوسن آغازی .....	۱۳
۳-۳-۲- گسل‌های امتدادی جوانتر از میوسن میانی .....	۱۳
۴-۳-۲- گسل‌های عهد حاضر .....	۱۴
۴-۲- ماگماتیسم .....	۱۴
۵-۲- دگرگونی .....	۱۵
۶-۲- تصویر ماهواره‌ای منطقه .....	۱۷

### فصل سوم: پتروگرافی

۱-۳- سنگ‌های آذرین .....	۲۰
۱-۱-۳- گرانیت .....	۲۰
۲-۱-۳- گرانیت دگرسان شده .....	۲۰
۳-۱-۳- گرانودیوریت .....	۲۰
۲-۳- شواهد صحرائی از اسکارن‌ها .....	۲۲
۳-۳- اسکارن .....	۲۲
۱-۳-۳- کانی شناسی اسکارن‌های منطقه .....	۲۴
۱-۱-۳-۳- گارنت .....	۲۴
۲-۱-۳-۳- پیروکسن .....	۲۵
۳-۱-۳-۳- ولاستونیت .....	۲۶
۴-۱-۳-۳- اسفن .....	۲۷
۵-۱-۳-۳- آمفیبول .....	۲۹
۶-۱-۳-۳- وزوویانیت .....	۲۹
۷-۱-۳-۳- اپیدوت .....	۲۹
۸-۱-۳-۳- کلسیت .....	۲۹
۹-۱-۳-۳- کوارتز .....	۲۹
۱۰-۱-۳-۳- کانی‌های اپاک .....	۲۹
۴-۳- پاراژنهای کانیائی .....	۳۲
۱-۴-۳- کلینوپيروكسن اندواسكارن .....	۳۳

عنوان	صفحه
۳-۴-۲- گارنت کلینوپیروکسن اسکارن .....	۳۳
۳-۴-۳- گارنت اسکارن .....	۳۴
۳-۴-۴- گارنت ولاستونیت اسکارن .....	۳۵
۳-۴-۵- اپیدوت آمفیبول اسکارن .....	۳۶
۳-۴-۶- گارنت کوارتز اسکارن .....	۳۶
۳-۵-۵- مرمرها .....	۳۶

### فصل چهارم: کریستال شیمی

۴-۱- مینرال شیمی زون اندواسکارن منطقه مورد مطالعه .....	۳۸
۴-۱-۱- پلاژیوکلاز .....	۳۸
۴-۱-۲- کلینوپیروکسن های اندواسکارن .....	۴۲
۴-۲- مینرال شیمی کانی های اگزواسکارن منطقه مورد مطالعه .....	۴۴
۴-۲-۱- گارنت .....	۴۴
۴-۲-۱-۱- الگوی ساختاری منطقه ای گارنت .....	۴۷
۴-۲-۱-۲- نوع ساختار منطقه ای گارنت .....	۴۸
۴-۲-۱-۳- عوامل تشکیل ساختار منطقه ای رشد نوسانی .....	۴۹
۴-۲-۲- پیروکسن .....	۵۲
۴-۲-۳- کلسیت .....	۵۶
۴-۲-۴- آمفیبول .....	۵۷

### فصل پنجم: کانه سازی و دگرسانی

۵-۱- مقدمه .....	۵۹
۵-۱-۱- هماتیت .....	۵۹
۵-۱-۲- پیریت .....	۶۰
۵-۱-۳- کالکوپیریت .....	۶۰
۵-۱-۴- گوتیت .....	۶۱
۵-۱-۵- ملاکیت- آزوریت .....	۶۱
۵-۲- پتروژنز کانه زائی .....	۶۲
۵-۳- دگرسانی ها .....	۶۴
۵-۳-۱- دگرسانی کربناتی .....	۶۴
۵-۳-۲- دگرسانی سیلیسی .....	۶۵
۵-۳-۳- دگرسانی اپیدوتی .....	۶۶
۵-۳-۴- دگرسانی هماتیتی .....	۶۷

## فصل ششم: پتروژنز

۶۸	۱-۶- مقدمه
۶۹	۲-۶- مکانیسم تشکیل اسکارن
۶۹	۳-۶- رخساره‌های دگرگونی
۷۰	۴-۶- واکنش‌های دگرگونی
۷۰	۱-۴-۶- واکنش‌های مرحله پیشرونده
۷۴	۲-۴-۶- واکنش‌های پسرونده
۷۶	۵-۶- واکنش‌های دگرگونی در کانه‌های اسکارن قزان
۷۸	۶-۶- مدل پیشنهادی جهت تشکیل اسکارن قزان

## فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۸۰	۱-۷- نتیجه گیری
۸۲	۲-۷- پیشنهادات
۸۳	پیوست‌ها
۸۴	منابع

## فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- نقشه راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه .....	۳
شکل ۲-۱- نقشه زمین شناسی کاشان با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ .....	۵
شکل ۱-۲- کنتاكت بين توده نفوذی و اسکارن (دید به سمت شمال شرق).....	۱۵
شکل ۲-۲- منظره‌ای از دایک‌های منطقه (دید به سمت شرق).....	۱۵
شکل ۳-۲- نمونه‌ای از ساخت برشی در اسکارن‌های منطقه‌ی مورد مطالعه .....	۱۶
شکل ۴-۲- لایه بندی موجود در اسکارن‌ها.....	۱۶
شکل ۵-۲- وجود گارنت فراوان در منطقه مورد مطالعه و تشکیل گارنتیت .....	۱۷
شکل ۶-۲- تصویری از اسکارن‌های پینه‌ای در منطقه .....	۱۷
شکل ۷-۲- تصویر ماهواره‌ای از منطقه مورد مطالعه.....	۱۹
شکل ۳-۱-۱-A- بافت پرتیت و آنتی پرتیت در فلدسپارهای گرانیتهای منطقه قزان .....	۲۱
شکل ۳-۱-۲-B- یک نمونه از پلاژیوکلازهای واجد ساختار منطقه‌ای در گرانیتهای قزان .....	۲۱
شکل ۳-۱-۳-C- وجود پلاژیوکلاز دارای زونینگ همراه با کلینوپیروکسن و کوارتز و بیوتیت در یک نمونه از گرانودیوریت‌های منطقه .....	۲۱
شکل ۲-۳- مدل ژئوتکتونیکي آرمانی برای تشکیل اسکارن .....	۲۳
شکل ۳-۳-A- ادخال پیروکسن‌ها در داخل گارنت .....	۲۶
شکل ۳-۳-B- تشکیل کانی کلریت و اکتینولیت در اطراف گارنت .....	۲۶
شکل ۳-۳-C- تشکیل و تبلور گارنت به خرج پیروکسن .....	۲۶
شکل ۳-۳-D- ترمولیت در کنار پیروکسن .....	۲۶
شکل ۳-۳-E- پیروکسن‌های ریز همراه با کلسیت. ....	۲۶
شکل ۳-۳-F- رشد گارنت و پیروکسن‌های با رخ بسیار مشخص ۹۰ درجه‌ای در کنار یکدیگر .....	۲۶
شکل ۳-۴-A- ولاستونیت در مقطع طولی با رخ‌های ظریف .....	۲۸
شکل ۳-۴-B- ولاستونیت در مقطع عرضی .....	۲۸
شکل ۳-۴-C- اسفن خود شکل با برجستگی بالا در بین پیروکسن‌ها.....	۲۸
شکل ۳-۴-D- اسفن نیمه شکل تابی شکل حاصل از تجزیه کلینوپیروکسن‌ها .....	۲۸

## عنوان

## صفحه

- شکل ۳-۵-A- وجود مقدار فراوان فرواکتینولیت در اسکارن‌های منطقه ..... ۳۰
- شکل ۳-۵-B- تبدیل کلینوپیروکسن‌ها به ترمولیت- اکتینولیت (اورالیتی شدن) ..... ۳۰
- شکل ۳-۵-C- ناپایداری گارنت و تبدیل آن به وزوویانیت ..... ۳۰
- شکل ۳-۵-D- وجود اپیدوت در کنار گارنت و کوارتز و کلسیت ..... ۳۰
- شکل ۳-۶-A- کلسیت دارای رخ رومبوئندریک با بافت گرانوبلاستیک ..... ۳۱
- شکل ۳-۶-B- وجود کلسیت‌های رگه‌ای در بین گارنت‌های منطقه مورد مطالعه ..... ۳۱
- شکل ۳-۶-C- رگه‌های کوارتز در اسکارن‌های منطقه ..... ۳۱
- شکل ۳-۷-A- پیروکسن‌های با رخ بسیار واضح و ۹۰ درجه در زون اندواسکارن ..... ۳۴
- شکل ۳-۷-B- تبدیل کلینوپیروکسن به آمفیبول و تشکیل فرایند اورالیتی شدن ..... ۳۴
- شکل ۳-۸-A- از بین رفتن وزوویانیت و تبدیل آن به گارنت انیزوتروپ ..... ۳۴
- شکل ۳-۸-B- وجود کلسیت آمیبی شکل در بین بلورهای گارنت ..... ۳۴
- شکل ۳-۹-A- دگرسانی سیلیسی در گارنت اسکارن ..... ۳۵
- شکل ۳-۹-B- دگرسانی کربناتی در گارنت اسکارن ..... ۳۵
- شکل ۳-۹-C- مقطع میکروسکوپی از گارنت ولاستونیت اسکارن ..... ۳۵
- شکل ۳-۹-D- وجود فرواکتینولیت همراه با اپیدوت با بافت گرانوبلاستیک ..... ۳۶
- شکل ۳-۹-E- ناپایداری گارنت و تبدیل آن به کلسیت ..... ۳۶
- شکل ۳-۱۰-A- همراهی ولاستونیت همراه با کلسیت در مرمهرهای منطقه ..... ۳۷
- شکل ۳-۱۰-B- مرمهرهای پیروکسن و گارنت دار ..... ۳۷
- شکل ۴-۱-الف- محل قرارگیری پلاژیوکلازهای مورد مطالعه در دیاگرام Ab- Or- An ..... ۳۹
- شکل ۴-۱-ب- زونینگ نوسانی در پلاژیوکلازهای اندواسکارن ..... ۳۹
- شکل ۴-۲- تصویر BSI از پلاژیوکلازهای اندواسکارن با پروفیل مایکروپروب Cpx و Pl ..... ۳۹
- شکل ۴-۳- محل قرارگیری کلینوپیروکسن‌های اندواسکارن بر روی نمودار Quad ..... ۴۲
- شکل ۴-۴- نمودار مثلثی ترکیب پیروکسن‌های اندواسکارن و محل قرارگیری نمونه‌های مورد مطالعه ..... ۴۲
- شکل ۴-۵- نمودار تغییرات FeO, CaO, MgO, MnO در کلینوپیروکسن اندواسکارن از حاشیه به سمت مرکز ..... ۴۲
- شکل ۴-۶- نمودار مثلثی گارنت‌ها و محل قرارگیری گارنت‌های منطقه مورد مطالعه ..... ۴۵
- شکل ۴-۷- تغییرات اعضای انتهائی (گروسولار، آندرادیت، پیروپ، اسپسارتین، اوواروویت) از حاشیه به سمت مرکز ..... ۴۵

## عنوان

## صفحه

- شکل ۴-۸- رابطه ترکیب شیمیائی کانی‌های گارنت و نوع کانه‌زائی در انواع مختلف اسکارن ..... ۴۵
- شکل ۴-۹- مدل جامتویت و همکاران (۱۹۹۳) در مورد نحوه تشکیل گروسولار- آندرادیت در اسکارن .. ۴۷
- شکل ۴-۱۰- تغییرات درصد وزنی عناصر موجود در گارنت از حاشیه به مرکز ..... ۴۸
- شکل ۴-۱۱- تصویر BSI از گارنت و پیروکسن همراه با آن به همراه پروفیل‌های آنالیز نقطه‌ای ..... ۴۸
- شکل ۴-۱۲- موقعیت مکانی کلینوپیروکسن بر نمودار Q-J و تعیین گروه آن ..... ۵۲
- شکل ۴-۱۳- تصویر BSI از پیروکسن‌های در مجاورت گارنت در اسکارن‌های منطقه ..... ۵۳
- شکل ۴-۱۴- ترکیب شیمیائی پیروکسن اسکارن‌های منطقه بر اساس سه عضو انستاتیت- فروسیلیت -  
ولاستونیت و مقایسه آن با دیگر پیروکسن اسکارن‌های جهان (مینرت، ۱۹۹۴) ..... ۵۳
- شکل ۴-۱۵- طرح شماتیک تاثیر دما و مورفولوژی ماکل‌های دگرشکلی در کلسیت ..... ۵۶
- شکل ۴-۱۶- تصویری از کلسیت‌های موجود در منطقه و تعیین دمای تشکیل آن ..... ۵۷
- شکل ۴-۱۷- دیگرام‌های مرتبط با آمفیبول‌ها و محل قرارگیری نمونه‌های مورد مطالعه ..... ۵۷
- شکل ۵-۱-۱-A- هماتیت با بافت اسپکیولاریت ..... ۶۰
- شکل ۵-۱-۲-B- تبدیل هماتیت به گوتیت و وجود مقداری هماتیت برجای مانده به صورت رشته‌ای ..... ۶۰
- شکل ۵-۲- وجود پیریت با رنگ زرد برنجی در بین گوتیت ..... ۶۰
- شکل ۵-۳- هم رشدی کالکوپیریت و گوتیت و تبدیل پیریت به گوتیت ..... ۶۱
- شکل ۵-۴- گوتیت با بافت جعبه ای (box work) ..... ۶۱
- شکل ۵-۵-۱-A- وجود مالاکیت به رنگ سبز در بین گوتیت ..... ۶۲
- شکل ۵-۵-۲-B- مالاکیت با نور XPL بدون انعکاس داخلی ..... ۶۲
- شکل ۵-۶- نمودار تغییرات LogaO<sub>2</sub>- LogaS<sub>2</sub> برای تشکیل برخی از کانی‌های اکسیدی و سولفیدی در  
دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد ..... ۶۲
- شکل ۵-۷-۱-A- وجود کلسیت حفره‌ای در داخل گارنت ..... ۶۵
- شکل ۵-۷-۲-B- کلسیت با بافت رگه‌ای و رگچه‌ای ..... ۶۵
- شکل ۵-۷-۳-C- کلسیتی شدن در کلینوپیروکسن ..... ۶۵
- شکل ۵-۸-۱-A- کوارتز به صورت رگچه‌ای در داخل گارنت ..... ۶۶
- شکل ۵-۸-۲-B- کوارتز به صورت رگچه‌ای در گارنت کوارتز اسکارن ..... ۶۶
- شکل ۵-۸-۳-C- کوارتز به صورت حفره‌ای در داخل گارنت ..... ۶۶

عنوان	صفحه
شکل ۵-۹- اپیدوت با گزینشی سراسری همراه با گارنت و کلینوپیروکسن و کلسیت .....	۶۶
شکل ۵-۱۰-A- هماتیت به صورت رگچه‌ای ..	۶۷
شکل ۵-۱۰-B- هماتیت با بافت به صورت گزینشی سراسری .....	۶۷
شکل ۶-۱- تعیین رخساره دگرگونی با در نظر گرفتن فشار و دمای تشکیل آن .....	۷۰
شکل ۶-۲ نمودار فوگاسیته‌ی FO <sub>2</sub> نسبت به دما در حضور فشار شاره‌ی ۵۰۰ بار و XCO <sub>2</sub> ۰/۱ برای سیستم Fe-Ca-H-O-C-Si .....	۷۲
شکل ۶-۳- منحنی T-XCO <sub>2</sub> در فشار ۱۰۰۰ بار در سیستم (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -MgO-CaO-SiO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> O-CO <sub>2</sub> ) CMAS توسط Geo-Calc ترسی و فورست (۱۹۹۱) به نقل از باون (۱۹۶۴) .....	۷۳
شکل ۶-۴- منحنی فشار- دما برای تشکیل ولاستونیت در سیستم CO <sub>2</sub> -SiO <sub>2</sub> -MgO-CaO (ترسی و فورست، ۱۹۹۱) .....	۷۴
شکل ۶-۵- نمودار طرح گونه P-T منحنی‌های پایداری جهت تعادل کانی وزوویانیت .....	۷۵
شکل ۶-۶- نمودار ارتباط شماتیکی FO <sub>2</sub> -T برای اپیدوت .....	۷۶
شکل ۶-۷- ارتباط پایداری اکسیدهای آهن و آهن خالص، تاثیر فشار بر روی فازهای جامد قابل چشم پوشی است .....	۷۷

## فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳- پاراژنز کانیائی اسکارن‌های منطقه مورد مطالعه در طی دگرگونی پیشرونده و پسرونده.....	۳۳
جدول ۱-۴- نتایج تجزیه شیمیائی الکترون میکروپروب پلاژیوکلازهای موجود در زون اندواسکارن قزان	۴۰
جدول ۲-۴- نتایج تجزیه شیمیائی الکترون میکروپروب کلینوپیروکسن‌های اندواسکارن توده نفوذی قزان	۴۳
جدول ۳-۴- نتایج تجزیه شیمیائی الکترون میکروپروب گارنت‌های موجود در اسکارن‌های قزان .....	۵۰
جدول ۴-۴- نتایج تجزیه شیمیائی الکترون میکروپروب از پیروکسن‌ها در اسکارن‌های قزان .....	۵۴
جدول ۵-۴- نتایج تجزیه شیمیائی الکترون میکروپروب از آمفیبول‌ها در اسکارن قزان .....	۵۸
جدول ۱-۵- پاراژنز کانیائی اسکارن‌های منطقه مورد مطالعه بر مبنای برداشت‌های بافتی .....	۶۴



## فصل اول

### کلیات

#### ۱-۱- مقدمه

اسکارن سنگی دگرگونه با رنگ های متغیر سبز یا قرمز، گاهی خاکستری، سیاه، قهوه‌ای و یا سفید است و به طور معمول بر اثر متاسوماتیسم شیمیائی سنگ‌ها در هنگام دگرگونی و در منطقه‌ی همبری توده‌های نفوذی ماگمایی مانند گرانیب با سنگ‌های غنی از کربنات مانند سنگ آهک یا دولستون پدید می‌آید. با آنکه از ذخایر و انباشته‌هایی که هم اکنون به آنها اسکارن می‌گویند، تعاریفی قدیمی‌تر هم گزارش شده است ولی اولین کاربرد منتشر شده از اسکارن به زمان تورنبوم<sup>۱</sup> ای (۱۸۷۵) بر می‌گردد. پس از آنکه تورنبوم (۱۸۸۲-۱۸۷۶) واژه‌ی اسکارن را برای نخستین بار در مقالاتش استفاده و آن را در دو نوع برون اسکارن<sup>۲</sup> (اسکارن قهوه‌ای پر مایه از گارنت) و درون اسکارن<sup>۳</sup> (اسکارن سبز پر مایه از پیروکسن) به کار برد. سنگ‌های میزبان توده‌های نفوذی در نزدیکی همبری به طور معمول تحت تاثیر تبلور دوباره<sup>۴</sup>، دگرسانی و جانشینی قرار می‌گیرند و در شماری از آنها هم کانسازسازی رخ می‌دهد. مناطق نزدیک یا همجوار توده‌های نفوذی، امتدادگسل‌ها و مناطق اصلی برشی<sup>۵</sup>، سیستم‌های کم عمق زمین گرمائی<sup>۶</sup>، بستر دریاها و مناطق ژرف پوسته‌ی زیرین یعنی نواحی دگرگونی انباشتی<sup>۷</sup> از مناطق معمول در اسکارن‌هاست (حلمی، ۱۳۸۸).

---

<sup>۱</sup> .Törenbohm

<sup>۲</sup> .Exoskarn

<sup>۳</sup> .Endoskarn

<sup>۴</sup> .Recrystalization

<sup>۵</sup> .Shear zone

<sup>۶</sup> .Geothermal

<sup>۷</sup> .Bural metamorphism

امروزه برای معرفی سنگ‌های سیلیکاته که ترکیب کانی‌شناسی پیچیده دارند و ضمن دگرگونی متاسوماتیک در سنگ‌های کربناته در یک هاله‌ی دگرگونی همبندی به وجود آمده‌اند، واژه‌ی اسکارن به کار می‌رود. یکی از مهمترین پارامترها در بررسی اسکارن‌ها، زون‌بندی آن‌ها است. زون‌بندی از مقیاس میکرومتری تا کیلومتری گسترش دارد و بازتاب نفوذ سیالات، واکنش سنگ دیواره، تغییرات دما و اختلاط سیالات است (ناکانو<sup>۱</sup>، ۱۹۷۸ - اوچی آی<sup>۲</sup>، ۱۹۷۸). اغلب نهشته‌های اسکارن بزرگ با فاصله از توده نفوذی و نیز زمان نسبی وابسته به نفوذ، زون‌بندی می‌شوند (مینرت<sup>۳</sup>، ۱۹۹۸). در اغلب اسکارن‌ها یک الگوی زون‌بندی عمومی در محل برخورد اسکارن اسکارن و آهک وجود داد. تغییر در این الگوی عمومی بازتاب دهنده تفاوت در شیمی ماگما، ترکیب سنگ میزبان، عمق تشکیل و حالت اکسایش است (مینرت، ۱۹۹۸). گستره بافت‌های تشکیل شده از بعضی رویدادها می‌تواند برای تشخیص مرحله پیشین و پسین تشکیل اسکارن به کار گرفته شود.

---

<sup>1</sup> . Nakano

<sup>2</sup> . Ochiai

<sup>3</sup> . Meinert

## ۲-۱- موقعیت جغرافیائی منطقه

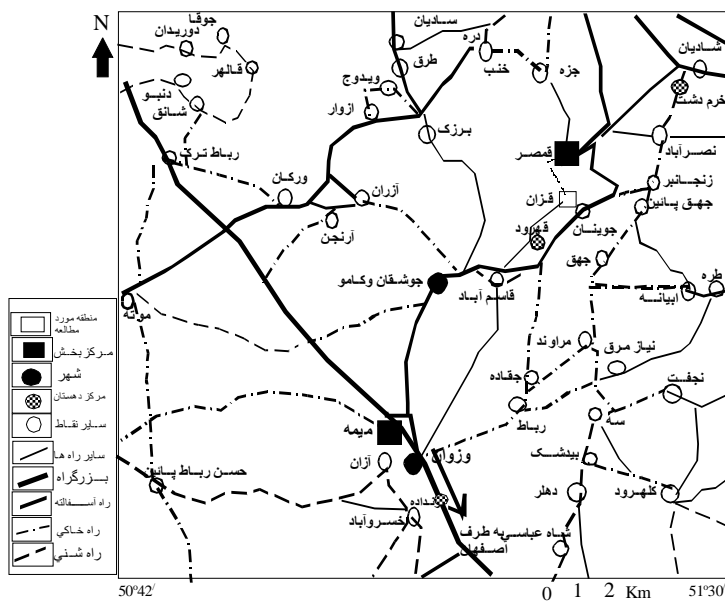
منطقه‌ی مورد مطالعه با مختصات جغرافیائی  $51^{\circ}20'$  تا  $51^{\circ}24'$  طول شرقی و  $33^{\circ}40'$  تا  $33^{\circ}44'$  عرض شمالی در جنوب غرب قمصر قرار گرفته است. این منطقه بخشی از رشته‌کوه‌های قهرود است که با روند شمال غرب- جنوب شرق در منطقه‌ی مورد مطالعه قرار دارد.

راه‌های ارتباطی:

دو راه اصلی برای دسترسی به منطقه مورد مطالعه وجود دارد

۱- از طریق جاده‌ی اصفهان- تهران توسط جاده‌ی فرعی شمال شرق شهرستان میمه که به سمت جوشقان قالی- قهرود و سپس روستای قزان ادامه می‌یابد.

۲- از طریق کاشان- قمصر- قزان- قهرود (شکل ۱-۱). تمامی این راه‌ها آسفالت‌ه هستند و تنها از روستای قزان به سمت قهرود جاده خاکی می‌باشد.



شکل ۱-۱: نقشه‌ی راه‌های دسترسی به منطقه‌ی مورد مطالعه (بختیاری، ۱۳۸۴)

### ۱-۳- آب و هوا و جغرافیای انسانی:

از لحاظ اقلیمی منطقه‌ی کاشان گرم و خشک و عمدتاً بدون پوشش گیاهی است. بارندگی در دشت‌های غربی بیشتر و پوشش گیاهی آن زیادتر است. مناطق اطراف قهرود، به علت کوهستانی بودن و ارتفاع زیاد، دارای آب و هوای معتدل در تابستان و سرد در زمستان می‌باشد. در زمستان بارش برف و باران وجود دارد. دمای هوا در گرم‌ترین روز سال به ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و در سردترین روز سال در بهمن و اسفند به منفی ۱۵ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌رسد. میانگین بارش سالانه حدود ۱۴۷/۷۷ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۹/۵ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد (زاهدی، ۱۳۷۰). به طور کلی شرایط آب و هوایی کلی منطقه مورد مطالعه معتدل تا سرد و کوهستانی می‌باشد. در قمصر و روستاهای اطراف آن گل محمدی پرورش می‌یابد که در تولید عطر و گلاب از آن استفاده می‌شود. از صنایع دستی این منطقه می‌توان به قالی بافی کاشان و جوشقان و سرامیک سازی در نطنز اشاره نمود. قمصر و سه (soh) از شهرک‌های قدیمی منطقه اند که به ترتیب در دامنه‌ی شرقی و دامنه‌ی غربی روستای قهرود قرار دارند.

### ۱-۴- ژئومورفولوژی

کوه کرکس بلندترین قله در این منطقه است که با امتداد شمال غربی - جنوب شرقی منطقه را به دو بخش متمایز شرقی و غربی تقسیم می‌کند. مورفولوژی منطقه‌ی کاشان با توجه به ارتفاعات شمال شرقی و جنوب غربی به دو شکل قابل تشخیص می‌باشد. ۱- دشت غربی شامل ارتفاعات کوهستان لطیف، کوه‌های قهرود و دهق و دشت‌ها که شامل دشت اردستان کاشان و دشت مورچه‌خورت می‌باشد. ۲- دشت شرقی که کویری خشک با ارتفاع میانگین ۱۰۰۰ متر بوده که تپه‌های شنی و ریگزارها را شامل می‌شود و ارتفاع دشت غربی به حدود ۱۵۰۰ متر می‌رسد. از لحاظ ژئومورفولوژی بین نوع و جنس سنگ‌ها ارتباطی نزدیک وجود دارد. سنگ‌های آذرین این منطقه شامل گرانیت و گرانودیوریت‌های میوسن میانی بوده که به صورت یک باتولیت بزرگ در منطقه دیده می‌شود. سنگ‌های آتشفشانی کوه‌های مرتفعی ساخته و دارای رخنمونی با حالت صخره‌ای هستند. بخش‌های جنوبی این منطقه اغلب مسطح بوده و توسط رسوبات آبرفتی کوتاه‌تر و عهد حاضر حاصل از فرسایش سنگ‌های قدیمی‌تر پوشیده شده است. از چشمه‌های مهم در این منطقه می‌توان به چشمه‌ی قهرود و جویان اشاره نمود که میزان کیفیت آب این چشمه‌ها با یکدیگر متفاوت می‌باشد. رودهای فصلی در این منطقه نیز حضور دارد که حاصل عملکرد گسل‌های جوان و قدیمی می‌باشد. رودخانه‌ی بنی‌رود (بن‌رود) از جمله رودهای پرآب و دائمی است که از ارتفاعات غربی و جنوبی قهرود تغذیه شده و به سمت قزان و قمصر ادامه می‌یابد (برگرفته از بدر، ۱۳۹۱).