



دانشگاه تربیت معلم  
دانشکده علوم - گروه زمین شناسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد زمین شناسی  
گرایش پترولوژی

عنوان پایان نامه  
پترولوژی ، ژئوشیمی و پتروفابریک توده گرانیتی شیخ چوپان  
(غرب سقز)

استاد راهنما:  
دکتر صدرالدین امینی

استاد مشاور:  
دکتر محمد محجل

نگارنده:  
شاهو کریمی

بهمن ۱۳۹۰

صلى الله عليه وسلم

تقدیم بہ

پدر، مادر

و

مادر بزرگم

## چکیده

ناحیه مورد مطالعه در طول های شرقی  $46^{\circ}55'$  -  $45^{\circ}52'$  و عرض های شمالی  $36^{\circ}30'$  -  $36^{\circ}07'$ ، در حدود ۶۰ کیلومتری غرب شهر سقز و در زون ساختاری سنندج-سیرجان قرار دارد. مجموعه نفوذی شیخ چوپان و سیاه در علیا شامل سنگ های دیوریتی، گرانودیوریتی و گرانیتی به سن پرکامبرین؟ با بافت غالب گرانولار می باشد. کانی های اصلی در این سنگ های نفوذی فلسیک شامل پلاژیوکلاز، کوارتز، آلکالی فلدسپار و کانی های فرومنیزین آمفیبول و بیوتیت می باشند. این سنگ ها در سنگ های دگرگونی پرکامبرین نفوذ کرده و با آنها دارای همبری تیز می باشند. انکلاوهای میکروگرانولار مافیک و زینولیت های پوسته ای در آنها مشاهده شده و دایک های میکروگابرو، ریولیتی، آپلیتی و رگه های سیلیسی این سنگ ها را قطع می کند. بر اساس داده های ژئوشیمیایی عناصر اصلی و نادر، سنگ های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه از نوع کالک آلکالن، متالومینوس تا پرالومینوس و از تیپ *I* بوده و ماهیت منیزیم دار و کلسیک تا کلسیک-قلیایی دارند. فرایند اصلی تشکیل دهنده این سنگ ها ذوب بخشی است و فرایندهای اختلاط ماگمایی، آلیش و تفریق بلوری در کانی های فرعی بی تاثیر نبوده است. سنگ های نفوذی مورد بررسی غنی شدگی از عناصر *LIL* و تهی شدگی از عناصر *HFS* را نشان می دهد که از نشانه های وابستگی این سنگ ها به محیط فرورانش است. با توجه به فراوانی و نسبت عناصر نادر سنگ های این منطقه را می توان مربوط به حاشیه قاره ای فعال دانست. ذوب بخشی پروتولیت های پوسته زیرین در اثر گرمای حاصل از ماگماهای بازالتی محتمل ترین منشا برای این سنگ ها می باشد. توده های نفوذی مورد مطالعه متحمل نیروهای تکتونیکی شده و در آنها دگرشکلی رخ داده است. دگرریختی در شرایط تغییر حرارت و در یک پهنه برشی شکل پذیر در دمای ۳۰۰ تا ۶۰۰ صورت گرفته است.

**واژه های کلیدی:** پترولوژی، ژئوشیمی، گرانیت میلونیت، حاشیه فعال قاره ای، سنندج-سیرجان، شیخ چوپان.

## تقدیر و تشکر

شکروسپاس خدای را که با آفرینش گیتی گوشه ای از عظمت و کرامت خویش را نمایان ساخت و با آفرینش انسان و دمیدن ذره ای از نور معرفت خویش در وجود او زمینه را برای درک بزرگواری و کرامتش فراهم نمود.

اکنون که به لطف خداوند متعال این مطالعه به انجام رسیده است، لازم می دانم مراتب سپاس خود را خدمت بزرگواران و عزیزانی که به نحوی در به ثمر رسیدن آن مرا باری نموده‌اند ابراز دارم.

با تشکر فراوان از زحمات استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر صدرالدین امینی به پاس همه آنچه که در عرصه علم و طریق زندگی به من آموختند و در طول نگارش این پایان نامه با آنکه در خارج از ایران تشریف داشتند از هیچ کمکی دریغ نکردند و همیشه در اسرع وقت پاسخ نامه های الکترونیکی مرا داده اند.

از جناب آقای دکتر محمد محجل که بی ریا و صمیمانه مشاورت این پایان نامه را پذیرفتند و از هیچ کوششی فروگذار نکردند و دلسوزانه همیشه یاور بنده بودند، بسیار سپاسگذارم.

مراتب ادب و امتنان خود را از جناب آقای دکتر فریبرز مسعودی به واسطه قبول داوری این پایان نامه تقدیم می کنم.

مراتب سپاس و ارادت خود را به محضر جناب آقای دکتر محمدولی ولی زاده که داوری این پایان نامه را به عهده گرفتند ابراز می دارم.

از جناب آقای دکتر حسین معین وزیری و جناب آقای دکتر فریبرز مسعودی که دلسوزانه به سوالات بنده پاسخ داده و کار بنده را پیگیری کرده اند نهایت تشکر را دارم.

همچنین از جناب آقایان دکتر شهریار محمودی، دکتر سید علی مظهري و دکتر مرتضی دلآوری بابت راهنمایی بدون چشم داشتشان، پدر و مادر بزرگوار و برادران عزیزم که از هیچ کمکی دریغ نکردند، کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر مهرابی (مدیریت سابق گروه زمین شناسی)، جناب آقای دکتر رضایی (مدیریت فعلی گروه زمین شناسی)، جناب آقای حمداللهی (مسئول کارگاه مقطع گیری)، سرکار خانم اسدی (کارشناس گروه زمین شناسی)، سرکار خانم چرانی (مسئول آزمایشگاه گروه زمین شناسی) و جناب آقای مهندس دوستی (مسئول آزمایشگاه  $XRF$  گروه زمین شناسی)، بسیار سپاسگذارم.

در نهایت از خانم آلوسی، آقای مهندس امانتی، آقای مهندس کتابی، خانم مهندس دزواریی، خانم مهندس شعبان زاده و همه عزیزانی که به هر نحوی مرا در طی انجام این پژوهش مورد لطف و عنایت خویش قرار داده‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

و این مختصر که پیش رو دارید-با تمام اوج و فرود هایش- تنها جلوه ای از یک تلاش برای آغاز است و نه چیز دیگر.

بختیار باشید...

شاهو کریمی

بهمن ۱۳۹۰

# فہرست مطالب

چکیده

تقدیر و تشکر

## فصل اول: کلیات

۱,۱	مقدمه.....	۱
۲,۱	موقعیت جغرافیایی منطقه.....	۲
۳,۱	راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه.....	۲
۴,۱	آب و هوا و جغرافیای انسانی.....	۲
۵,۱	ژئومورفولوژی.....	۴
۶,۱	پیشینه مطالعاتی.....	۶
۷,۱	هدف از مطالعه.....	۸
۸,۱	توضیح مختصری از روش تحقیق و تکنیک های اجرایی.....	۹

## فصل دوم: زمین شناسی عمومی

۱,۲	مقدمه.....	۱۱
۲,۲	چینه شناسی ورقه آلت.....	۱۲
۱,۲,۲	پرکامبرین.....	۱۲
۲,۲,۲	پالئوزوئیک.....	۱۴
۳,۲,۲	مزوزوئیک.....	۱۴
۴,۲,۲	سنوزوئیک.....	۱۵
۳,۲	ماگماتیسم.....	۱۶
۴,۲	تکتونیک.....	۲۱

## فصل سوم: زمین شناسی صحرایی، طبقه بندی و پتروگرافی

۱,۳	مقدمه.....	۲۴
۲,۳	طبقه بندی سنگ ها.....	۳۰
۱,۲,۳	طبقه بندی شیمیایی.....	۳۰
۲,۲,۳	طبقه بندی نورماتیو.....	۳۳
۳,۳	پتروگرافی و زمین شناسی صحرایی.....	۳۶
۱,۳,۳	سنگ های اسیدی.....	۳۶
۲,۳,۳	سنگ های حدواسط.....	۴۳
۳,۳,۳	دایک و رگه ها.....	۴۵
۱,۳,۳,۳	رگه های سیلیسی.....	۴۵
۲,۳,۳,۳	دایک های فلسیک.....	۴۶
۳,۳,۳,۳	دایک های مافیک.....	۴۷
۴,۳,۳	انکلاوها.....	۴۹
۴,۳	ویژگی های بافتی.....	۴۹
۱,۴,۳	منطقه بندی در پلاژیوکلاز.....	۴۹

۴۹	..... ۱،۱،۴،۳ منطقه بندی عادی
۴۹	..... ۲،۱،۴،۳ منطقه بندی پیچیده در پلاژیوکلاز
۵۰	..... ۲،۴،۳ ماکل تارتان یا میکروکلین
۵۱	..... ۳،۴،۳ ویژگی های کوارتز
۵۱	..... ۵،۴،۳ پرتیت
۵۲	..... ۶،۴،۳ میرمکیت
۵۳	..... ۵،۳ تقسیم بندی باربارن (۱۹۹۹)
۵۳	..... ۶،۳ نتیجه گیری

### فصل چهارم: ژئوشیمی

۵۵	..... ۱،۴ مقدمه
۵۶	..... ۲،۴ تغییرات شیمیایی عناصر
۵۶	..... ۱،۲،۴ نمودارهای هارکر برای عناصر اصلی
۵۹	..... ۲،۲،۴ نمودارهای هارکر برای عناصر نادر
۶۱	..... ۳،۴ تعیین سری ماگمایی
۶۱	..... ۱،۳،۴ نمودارهای $AFM$ و $FeO^*/MgO-SiO_2$
۶۲	..... ۲،۳،۴ اندیس آکالی-کلسیک و ضریب آگپائیتی در مقابل $SiO_2$
۶۳	..... ۳،۳،۴ بررسی شاخص $Fe$
۶۴	..... ۴،۴ تعیین میزان اشباع از آلومین
۶۵	..... ۵،۴ نمودارهای عنکبوتی
۷۰	..... ۶،۴ فرایندهای تشکیل دهنده سنگ های منطقه
۷۰	..... ۱،۶،۴ بررسی اختلاط ماگمایی
۷۰	..... ۲،۶،۴ بررسی تبلور تفریقی
۷۲	..... ۳،۶،۴ تمایز ذوب بخشی از تبلور تفریقی
۷۵	..... ۴،۶،۴ مقایسه فرایندهای مختلف و بررسی فرایند اصلی
۷۵	..... ۱،۴،۶،۴ نمودار $Y$ در مقابل $Zr$
۷۵	..... ۲،۴،۶،۴ نمودارهای عناصر سازگار و ناسازگار
۷۸	..... ۷،۴ نتیجه گیری

### فصل پنجم: پتروژنز و محیط تکنونیک

۷۹	..... ۱،۵ مقدمه
۸۰	..... ۲،۵ تعیین خاستگاه ماگمایی گرانیوتوئید های مورد مطالعه
۸۱	..... ۱،۲،۵ تفکیک انواع $I$ و $S$
۸۱	..... ۱،۱،۲،۵ بر اساس شواهد صحرایی و پتروگرافی
۸۱	..... ۲،۱،۲،۵ با تکیه بر ژئوشیمی عناصر اصلی و نادر
۸۳	..... ۲،۲،۵ تفکیک $I$ و $A$
۸۷	..... ۳،۲،۵ تقسیم بندی باربارن (۱۹۹۹)



۳,۵	تعیین محیط تکتونیکی.....	۸۸
۱,۳,۵	نمودار $TiO_2-Al_2O_3$ (لومولر و گروس، ۱۹۷۹).....	۸۹
۲,۳,۵	نمودار $Y-Zr$ (لی مایتر، ۱۹۸۹).....	۸۹
۳,۳,۵	نمودارهای پییرس و همکاران (۱۹۸۴).....	۹۰
۴,۳,۵	نمودارهای مانیار و پیکولی (۱۹۸۹).....	۹۱
۵,۳,۵	تمایز گرانیتهای حواشی فعال قاره ای از گرانیتهای جزایر اقیانوسی (قوسی).....	۹۳
۱,۵,۳,۵	نمودار پییرس (۱۹۸۳).....	۹۳
۲,۵,۳,۵	بر اساس نمودارهای عنکبوتی.....	۹۳
۴,۵	پتروژنز توده های نفوذی منطقه.....	۹۵
۵,۵	نتیجه گیری.....	۱۰۰
<b>فصل ششم: پتروفابریک</b>		
۱,۶	مقدمه.....	۱۰۲
۲,۶	شواهد ماکروسکوپی.....	۱۰۴
۳,۶	شواهد میکروسکوپی.....	۱۰۴
۱,۳,۶	دگرشکلی کوارتز.....	۱۰۴
۲,۳,۶	دگرشکلی در پلاژیوکلاز.....	۱۱۴
۳,۳,۶	دگرشکلی در آکالی فلدسپار.....	۱۱۹
۴,۳,۶	دگرشکلی در بیوتیت.....	۱۲۴
۵,۳,۶	دگرشکلی در دیگر کانی ها.....	۱۲۶
۴,۶	پهنه برشی.....	۱۲۷
۵,۶	نتیجه گیری.....	۱۳۰
منابع.....		۱۳۲

# فصل اول

کلیات

# کلیات

## ۱-۱. مقدمه

در این فصل، موقعیت جغرافیایی، راه های ارتباطی، آب و هوا و ژئومورفولوژی و ویژگی های انسانی و اقتصادی منطقه مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفته و تاریخچه مطالعات قبلی انجام شده در منطقه، همچنین هدف از مطالعه حاضر و روش کار بیان شده است.

## ۲-۱. موقعیت جغرافیایی منطقه

ناحیه مورد مطالعه در طول های شرقی بین  $46^{\circ}55'$  تا  $45^{\circ}52'$  و عرض های شمالی بین  $36^{\circ}30'$  تا  $36^{\circ}07'$  و در چهارگوش  $1:100000$  آلود قرار دارد. این ناحیه در شمال غرب ایران، قسمت اعظم آن در استان کردستان و قسمتی از آن نیز در استان آذربایجان غربی، میان چهار شهر سقز (شرق)، بانه (جنوب)، سردشت (جنوب غرب) و بوکان (شمال شرق) واقع است (شکل ۱-۱).

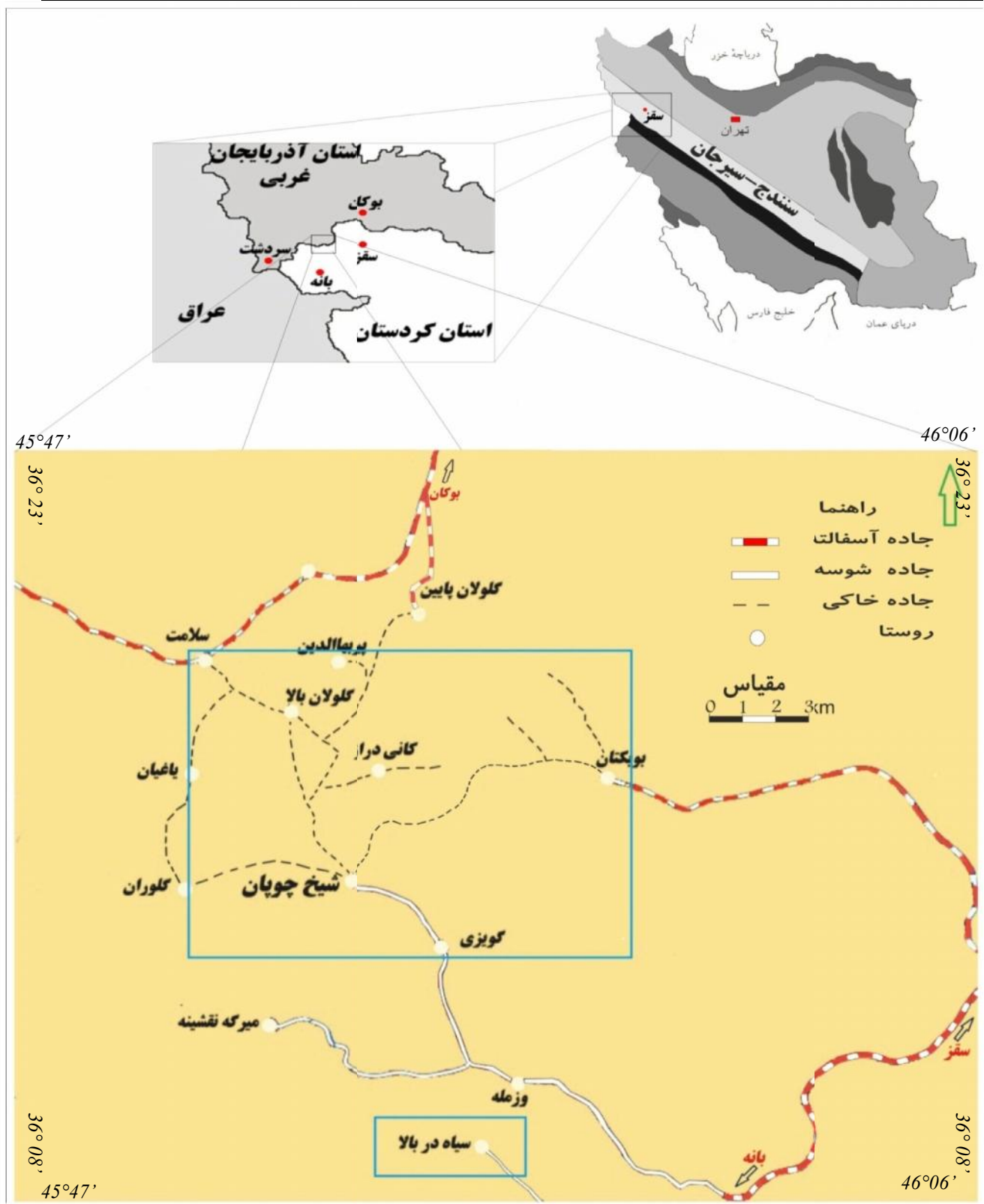
## ۳-۱. راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه

۱. راه فرعی شوسه که از جاده اصلی سقز-بانه به سمت شیخ چوپان و سیاه در بالا منشعب می شود
۲. راه های فرعی درجه ۲ که روستاهای این منطقه را به یکدیگر مرتبط می کند (شکل ۱-۱)
۳. راه های مال رو منتهی به زمین های کشاورزی
۴. قسمت شمالی توده از طریق راه های فرعی منشعب از جاده بوکان به روستای ابراهیم حصار (شکل ۱-۱) قابل دسترسی است.

(به علت کوهستانی بودن منطقه، بسیاری از نقاط، صعب العبور و فاقد جاده اتومبیل رو هستند).

## ۴-۱. آب و هوا و جغرافیای انسانی

آب و هوای این منطقه به علت موقعیت جغرافیایی و کوهستانی، دارای زمستان های بسیار سرد و برفی و تابستان های معتدل است، بیشترین درجه حرارت در تابستان  $38^{\circ}$  سانتیگراد بالای صفر و کمترین آن در زمستان  $25^{\circ}$  زیر صفر است و میانگین بارش سالانه  $500$  میلی متر است. به علت بارش برف در زمستان، چشمه های فراوان در سرتاسر منطقه یافت می شود. شغل اصلی مردم روستاها دامپروری و در درجه دوم کشاورزی است، محصولات کشاورزی آن هرچند کم ولی به طور عمده شامل گندم، جو، نخود و تخم آفتابگردان است (عمرانی و خبازنیا، ۱۳۸۲).



شکل ۱-۱. موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی به منطقه (زون های ساختاری از اشتوکلین (۱۹۶۸)). موقعیت توده های مورد مطالعه با مربع آبی رنگ نشان داده شده است.

## ۱-۵. ژئومورفولوژی

ورقه آلود از دیدگاه ژئومورفولوژی در یک وضعیت یک دست کوهستانی جای دارد. مناطق بلند آن منطبق با تراست اصلی است که واحدهای پرکامبرین و پالئوزوئیک را بر روی سنگ نهشته های مزوزوئیک رانده است. دره‌هایی که در نتیجه که حفر رودخانه ها پدید آمده اند افزون بر فرسایش ناشی از جریانات آب تابع شرایط تکتونیکی و عملکرد گسل ها هستند. آرایش و نوع آبراهه ها در گذر از سازندهای متفاوت از نظر سنگ شناسی تغییر می کند، آنچنان که گستره های شیستی پرکامبرین و فیلیت های کرتاسه حالت دندریتی دارند در حالیکه در محل سازندهای سخت آبراهه ها به شدت تابع تکتونیک اند. آبراهه های دندریتی که پیدایش آنها فزون بر جنس سنگ تابع عواملی نظیر شیب و جهات ساختمانی نیز است فاقد جهات اصلی اند و به طور عموم وابستگی با یکدیگر ندارند. در مسیر جاده مهاباد - سردشت پس از گذر از گردنه زمزیران در محل جریان یافتن رودخانه کلاس در نزدیکی سردشت با یک افت ناگهانی ارتفاعات روبرو می شویم و بخش های فیلیتی کرتاسه به صورت نواحی کم ارتفاع درمی آیند. وضعیت ریخت شناسی فیلیت های کرتاسه بسیار یکنواخت تر از شیل های پرکامبرین است، چرا که شیست های پرکامبرین در همه جا از یک سنگ شناسی یکسان برخوردار نیست. به جز این، همه واحدهای آهکی یا ماسه سنگی پالئوزوئیک و پرکامبرین مانند سازندهای باروت، لالون، میلا و آهک های پرمین همگی صخره ساز هستند و عمدتاً در ارتفاع واقع می شوند (عمرانی و خبازنیا، ۱۳۸۲).

از کوه های بلند و مهم منطقه آلود کوه وازنه در شمال بانه به بلندای ۲۷۱۵ متر و کوه کاپری در بخش مرکزی منطقه به بلندای ۲۴۸۸ متر را می توان نام برد و کوه قره قا به ارتفاع ۲۱۹۵ متر مرتفع ترین کوه در توده مورد مطالعه می باشد (شکل های ۱-۲ و ۱-۳).



شکل ۱-۲. نمایی کلی از بخشی از منطقه مورد مطالعه و روستای شیخ چوپان



شکل ۱-۳. نمایی از کوه قره قا که ارتفاع آن با استفاده از *GPS*، ۲۱۹۵ متر اندازه گیری شد.

## ۱-۶. پیشینه مطالعاتی

در کل منطقه آلوت مطالعات زمین شناسی اندکی صورت گرفته است که شاید به دلیل کوهستانی و مرزی بودن منطقه بوده و اکنون با بهبود نسبی راه های دسترسی و اطمینان زمین شناسان از امنیت کامل منطقه، انجام کارهای زمین شناسی در ورقه آلوت رو به گسترش می باشد. مخصوصاً توده مورد مطالعه تا کنون به طور جامع مطالعه نشده و این اولین مطالعه ی پترولوژی است که به صورت پایان نامه روی این توده انجام شده است. مطالعات انجام شده در ورقه آلوت به شرح زیر می باشند:

- نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ آلوت توسط عمرانی و خبازنیا در سال ۱۳۸۲.
- نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مهاباد توسط افتخار نژاد در سال ۱۹۷۳.
- حسن زاده و همکاران (۲۰۰۸) در مقاله خود که گرانیتهای نئوپروتروزوئیک - کامبرین آغازین را به روش  $U-Pb$  زیرکن تعیین سن کرده است دو نمونه از توده شیخ چوپان، در نزدیکی روستای شیخ چوپان و دیگری در نزدیکی روستای بوکتان، را نیز سن یابی کرده و به ترتیب سن های ۵۴۴ و ۵۵۱ میلیون سال را برای آن دو نمونه به دست آورده است.
- محجل (۱۳۸۳) در مقاله ای ساختار در پهنه های برشی طلا دار منطقه آلوت را مورد مطالعه قرار داده و ذکر کرده است که مجموعه سنگ های موجود در این منطقه پس از نهشته شدن در طی دو مرحله چین خورده است که برگوارگی سطحی محوری غالب با چین های بسته تا یال موازی، مرحله اول بوده است. پهنه های برشی شکل پذیر حاوی آنومالی طلا همزمان با اولین مرحله چین خوردگی و به موازات برگوارگی آن ایجاد شده اند و در طی دومین مرحله، چین خورده و تغییر روند پیدا کرده اند.
- توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (۱۳۷۹) طرح اکتشافی طلا در این منطقه انجام شده است و هم اکنون نیز پی جویی های تفصیلی در حال اجراست. محدوده آنومالی آلوت در شمال محور سقز-بانه با روند شمال غربی-جنوب شرقی گسترش دارد.



- معروفی نقدهی (۱۳۸۴) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود منطقه آلود را از نظر مطالعات ژئوشیمیایی و دورسنجی و تلفیق آنها با اطلاعات زمین شناسی در GIS برای مدلسازی طلای تپ ایبی ترمال و شناسایی نواحی امیدبخش کانه زایی، بررسی کرده است.
- جز موارد فوق کار علمی دیگری در این منطقه صورت نگرفته و در زیر به مواردی از کارهای انجام شده در مناطق اطراف توده (سقز و بانه) اشاره شده است:
- مظهری (۱۳۸۲) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود توده های آذرین غرب بانه را از نظر پترولوژی و ژئوشیمی بررسی کرده است. بر اساس این مطالعه این توده شامل دیورریت، بیوتیت گرانیت و گرانیت های گارنت دار می باشد. توده های پلوتونیک غرب بانه نیز، مانند منطقه مورد مطالعه، در یک سری از مجموعه های دگرگونی درجه پایین تزریق شده اند.
- امانی هفشجانی (۱۳۷۹) مطالعات پتروگرافی و پترولوژی توده های گرانیتوئیدی جنوب شرق سقز را انجام داده است. بر اساس مطالعات ایشان، این توده ها شامل دو دسته اسیدی و مافیک می باشند: توده مافیک یک استوک کوچک گابرویی بوده اما توده های اسیدی بر اساس بررسی های سنگ شناسی، به دو گروه گرانودیوریتی و آکالی گرانیت تقسیم شده اند.
- اطهری (۱۳۸۵) در پایان نامه خود مجموعه گرانیتوئیدی حسن سالاران را بررسی کرده و دو تیپ گرانیت مجزا با ژنز متفاوت را تشخیص داده است.
- عابدی و همکاران (۱۳۸۶) کانی شناسی، ژئوشیمی و ژنز کانسار آهن صاحب سقز را بررسی کرده اند. کانسار آهن صاحب در جنوب شرقی سقز قرار دارد و شامل کانی های ماگنتیت، هماتیت و ملاکیت و کانی های گانگ گارنت، دیوپسید، کلریت، پیریت و کلسیت می باشد.
- حیدری (۱۳۸۳) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود کانی شناسی، ژئوشیمی و فابریک کانه زایی طلا در پهنه برشی خمیری در منطقه کرویان (جنوب غرب سقز) را مطالعه کرده است.

- نصرت پور و حسن زاده (۱۳۸۷) پهنه برشی قبعلوجه در جنوب غرب سقز را از نظر کانه زایی طلا بررسی کرده اند. نتایج حاصل از مطالعات ژئوشیمیایی ایشان بیانگر پراکندگی طلا در پهنه برشی است بطوریکه تمرکز عیار در مرکز زون برشی خمیری به حداکثر  $5ppm$  رسیده است.
- علی یاری (۱۳۸۵) کانی شناسی، ژئوشیمی و فابریک کانه زایی طلا در پهنه های برشی قلقله، جنوب غرب سقز را در پایان نامه کارشناسی ارشد خود مطالعه کرده است.
- ترخانی (۱۳۸۳) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود پتروگرافی و پتروژنز سنگ های آتشفشانی کرتاسه در محدوده سقز را بررسی کرده است.
- عزیزی و همکاران (۱۳۸۶) ژئوشیمی سنگ های آتشفشانی کرتاسه سقز با تاکید بر رفتار عناصر خاک های نادر ( $REE$ ) را بررسی کرده اند.
- جلالی (۱۳۸۶) در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد توده نفوذی قلعه گاه واقع در شمال شرق سقز را مطالعه کرده و آنرا گرانیت نوع  $I$  مربوط به قوس های حاشیه ای تشخیص داده و همچنین وجود شواهد دگرشکلی را متذکر شده است.

#### ۱-۷. هدف از مطالعه

زون سنندج سیرجان از نظر زمین شناسی دارای جاذبه های بسیار می باشد و هنوز مسائل حل نشده فراوانی در آن دیده می شود. به خصوص در مورد منطقه سقز و بانه که به علت عدم انجام تحقیقات لازم در گذشته، اطلاعات چندانی از زمین شناسی آن وجود ندارد (اقتباس از مظهری، ۱۳۸۷). به همین علت در این مطالعه سعی شده بخشی از جنبه های زمین شناسی و پترولوژیکی توده گرانیتوئیدی شرق سقز، مورد بررسی قرار گیرد. همچنین به علت دگرشکلی این توده، پتروفابریک آن نیز بررسی شده است. احتمال می رفت این توده با توده های دیوریتی حمزه آباد در شرق خود و توده گرانیتی تموته در ورقه سقز ارتباط داشته باشند. پس ارتباط توده با توده های اطراف نیز بررسی شده است. در این مطالعه سعی گردید تا حد امکان اهداف زیر حاصل گردد:

- نمونه برداری سیستماتیک از توده مورد مطالعه و بررسی حد و گسترش آنها
- پتروگرافی دقیق سنگ های توده و بررسی بافت آنها
- بررسی ژئوشیمیایی و طبقه بندی مربوط به آن
- بررسی پتروفابریک تفصیلی توده و تعیین ریز ساختارهای آن
- تجزیه و تحلیل داده های ژئوشیمیایی، صحرایی، پتروگرافی و تعیین پتروژنز و جایگاه تکتونیکی توده  
گرانیتوئیدی مورد مطالعه

### ۸-۱. توضیح مختصری از روش تحقیق و تکنیک های اجرایی

- ۱- جمع آوری و مطالعه منابع و اطلاعات مربوط شامل: مقالات، گزارشها، پایان نامه ها و سایر تحقیقات انجام شده چه در ایران و چه در سایر نقاط جهان.
- ۲- تهیه نقشه های زمین شناسی، توپوگرافی، عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای منطقه مورد مطالعه در مقیاس های مختلف.
- ۳- مطالعات صحرایی شامل: تهیه ۱۲۵ نمونه دستی از کل منطقه، بررسی روابط صحرایی رخنمون های سنگی منطقه و نواحی مجاور و توصیف صحرایی دقیق نمونه های سنگی.
- ۴- تهیه ۶۵ مقطع نازک از توده مورد نظر، انکلاو ها و رگه ها و انجام مطالعات پتروگرافی و پتروفابریک و تهیه تصاویر میکروسکوپی
- ۵- خردایش و نرمایش ۲۴ نمونه سنگی در کارگاه دانشگاه تربیت معلم و انجام تجزیه به روش  $XRF$  در همان دانشگاه به منظور بررسی ژئوشیمیایی توده مورد نظر
- ۶- پردازش داده های حاصل از مطالعات صحرایی، آزمایشگاهی و تئوری با کمک گرفتن از انواع نرم افزارها ( $MinPet$ ،  $Excel$ ،  $Photoshop$ ،  $Winrock$ ،  $Thermocalc$ ،  $JGPet$  و ...)
- ۷- جمع بندی و تفسیر کلیه داده ها و ارائه نتایج کلی و در نهایت تهیه و تنظیم پایان نامه.

# فصل دوم

زمین شناسی عمومی