دانشکده علوم
شناسی گروه زمین

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین‌شناسی
گرایش زمین‌شناسی اقتصادی

عنوان

مطالعه ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای اندیس‌های طلای جنوب‌غرب سقز، استان کردستان

استاد راهنما

دکتر صمد علیپور

استاد مشاور

مهندس محمود غضنفری

پژوهشگر

فانوس محمدی

شهریور ۱۳۹۱ شماره ۲۳

"حق چاپ برای دانشگاه ارومیه محفوظ می‌باشد"

پایان نامه آقای/خانم : فانوس محمدی به تاریخ ۱۳۹۱/۶/۱۶ شماره ۲۲۲۶-۲ مورد پذیرش هیات محترم داوران با رتبه عالی و نمره ۲۰ (به حروف بیست) قرار گرفت.

۱- استاد راهنما و رئیس هیئت داوران: دکتر صمد علیپور

۲- استاد مشاور: مهندس محمود غضنفری

۳- داور خارجی: دکتر یوسف رحیم سوری

۴- داور داخلی: دکتر علی عابدینی

۵- نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر رحیم نادعلی

بسم الله الرحمن الرحیم

تقدیم به بهترین زندگی‌ام، پدرم

به او که نیاسود تا من بیاسایم

و

فرشته زندگی، مادرم

به او که تمام هستی‌اش را فدای من کرد

بوسه بر دستان پر مهرتان می‌زنم.

تقدیم به خواهران عزیزم و همسران مهربانشان

که همواره در دوران تحصیل شان یار، همراه و مشوق من بوده‌اند.

و تقدیم به همه شیفتگان علم و دانش

تقدیر و تشکر

الهی تو را به عظمت ستودن وسیله سرور است و به شکر نعمت تو زبان گشودن مرتبه غرور است.

پروردگار را سپاس می گویم که مرا از الطاف بیکران خود بهره مند نمود و منت نهاده و نعمت تحصیل علم را بر من ارزانی داشت.

از استاد راهنمای گرامیم جناب آقای دکتر صمد علیپور که بار، نمودهای مفید و سازنده شان دریچه تازه ای از علم را به رویم گشوده و همواره سرمشق علمی و عملی من بوده، کمال تشکر را دارم.

از استاد مشاور فرزانه ام جناب آقای مهندس محمود غصنفری به خاطر تمام همکاری هائی که داشته اند و همیشه صبورانه همراه من بوده اند، کمال قدردانی را دارم.

از داوران محترم جناب آقای دکتر یوسف رحیم سوری و جناب آقای دکتر علی عابدینی نه به خاطر اینکه زحمت داوری این پروژه را بر عهده گرفتند بلکه برای بهترین بودنشان نهایت سپاس و تشکر را دارم.

از مساعدت و لطف نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر رحیم نادعلی بسیار سپاسگذارم.

از جناب آقای مهندس همتی، دکتر مجرد و دکتر فضل نیا به خاطر راهنمودها و مساعدت های علمی شان کمال تشکر را دارم.

و در نهایت از تمام دوستان عزیز، هم کلاسی ها و هم اتاقی های بزرگوارم که در این مدت با تشویق های خود باعث دلگرمی من شدند، بسیار سپاسگذارم.

نام خانوادگی: محمدی	**نام:** فانوس
عنوان پایان‌نامه: مطالعه ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای اندیس‌های طلای جنوب‌غرب سقز	
استاد راهنما: دکتر صمد علیپور	**استاد مشاور:** مهندس محمود غضنفری
رشته تحصیلی: زمین‌شناسی	**مقطع تحصیلی:** کارشناسی ارشد
گرایش: زمین‌شناسی- اقتصادی	**دانشکده:** علوم
موسسه: دانشگاه ارومیه	**تاریخ فارغ التحصیلی:** ۹۱/۰۶/۲۸
تعداد صفحه: ۱۲۲	
کلید واژه‌ها: ژئوشیمی، آبراهه، سقز، پهنه برشی، دگرگونی، سنندج-سیرجان، بی‌هنجاری	

چکیده

محدوده مورد مطالعه در ۱۰ کیلومتری جنوب‌غربی شهرستان سقز بین مختصات □00 ,00□ ,46° تا □00 ,00□ ,18 ,46° طول جغرافیایی و □00 ,00□ ,36° تا □00 ,00□ ,16 ,36° عرض جغرافیایی و در منطقه‌ای کوهستانی قرار دارد.

به لحاظ تقسیم‌بندی زون‌های ساختاری ایران محدوده مورد مطالعه در بخش شمال‌غربی زون سنندج- سیرجان واقع شده است و از نظر زون فلززایی نیز در محور کانه‌زائی سقز- سردشت قرار دارد، که این محور دارای ۷ پهنه برشی طلادار است و ۴ محدوده آن شامل قلقله، کرویان، قبغلوجه و حمزه‌قرنین در منطقه جنوب‌غرب سقز واقع شده است.

هدف از این مطالعه، بررسی ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای در منطقه جنوب‌غرب سقز برای ترسیم نقشه‌های بی‌هنجاری و امیدبخش نهایی طلا و عناصر ردیاب می‌باشد.

واحدهای زمین‌شناسی تشکیل دهنده پهنه‌های برشی منطقه شامل دگرگونه‌های پرکامبرین، فیلیت با میان‌لایه‌های آهکی، آهک‌های دگرگون شده و کریستالیزه، متاولکانیک‌های فلسیک و مافیک، سریسیت- شیست، کلریت- شیست، گرانیت میلونیتی و رسوبات کواترنری می‌باشند که به شدت دگریخته شده و دگرگونی در حد رخساره شیست سبز را تحمل کرده‌اند. کانه‌زائی در پهنه‌های برشی محدوده در داخل متاولکانیک‌های فلسیک، مافیک و سریسیت- شیست رخ داده است.

جهت مطالعات پتروگرافی و کانی‌شناسی تعداد ۱۱ مقطع نازک- صیقلی گرفته شد و همچنین ۱۰ نمونه برای آنالیز XRD به آزمایشگاه فیزیک دانشگاه ارومیه ارسال گردید.

بر اساس مطالعات پتروگرافی و کانی‌شناسی عمده کانی‌های تشکیل‌دهنده واحدهای سنگی پهنه‌های برشی طلادار شامل کوارتز، فلدسپار، کلریت، سریسیت، موسکوویت، آمفیبول، اپیدوت، زوئیزیت، کلسیت و کانی‌های کدر می‌باشند.

عمده بافت‌های مشاهده شده شامل بافت مورتار، بافت چشمی(Strain Caps)، سایه فشاری و بافت روبانی کوارتز، بافت گرانولار، بافت لپیدوبلاستیک، موزائیکی و تعدد سایز در بلورهای کوارتز، بافت غربالی در پلاژیوکلاز، بافت جریانی می‌باشد. وجود بافتها و کانی‌های ذکر شده و همچنین ساختارهای میلونیتی در نمونه‌های دستی و تشخیص جهت برگوارگی‌های نافذ میلونیتی حاصل از دگرشکلی در زیر میکروسکوپ دلالت از وجود پهنه‌های برشی با پتانسیل طلا در واحدهای سنگی منطقه می‌باشد. وجود رگه، رگچه-های ثانویه سیلیسی و سولفیدی همروند با برگوارگی نیز دال بر همزمان بودن دگرشکلی شکل‌پذیر با کانه‌زائی در محدوده مطالعاتی می‌باشد و وجود میکروترکهای ایجاد شده در بلورهای پلاژیوکلاز نیز دال بر مرحله دگرشکلی شکنای بعدی در محدوده است.

با توجه به مطالعات صحرایی و میکروسکوپی دگرسانی‌های موجود در منطقه جنوب‌غرب سقز شامل دگرسانی سریسیتی، کلریتی، سوسوریتی، سیلیسی، سولفیدی و کربناتی می‌باشد. دگرسانی‌های سیلیسی و سولفیدی شدیدتر در بخش درونی زون‌های برشی و پرشدگی فضاهای خالی و میکروترکهای حاصل از دگرشکلی شکل‌پذیر و شکنای بعدی دال بر ارتباط دگرشکلی و دگرسانی در محدوده موردمطالعه می‌باشد.

در ادامه کار، با برداشت نمونه‌های ژئوشیمیایی از رسوبات آبراهه‌ای(۳۵۱ نمونه، نمونه‌ها در آزمایشگاهی در چین برای ۲۲ عنصر به روش ICP-OES مورد آنالیز قرار گرفتند) و نمونه‌برداری از مناطق آنومالی‌دار جهت بررسی رفتار و همبستگی عناصر اصلی، جزئی و

نادر خاکی(۱۰ نمونه، نمونه‌ها در آزمایشگاه ACME کانادا برای ۴۴ عنصر به روش ICP-OES برای اکسیدها و ICP-MS برای عناصر جزئی و نادرخاکی مورد آنالیز قرار گرفتند) ادامه پیدا کرد.

بررسی‌های ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که همبستگی منفی و خوب سیلیسیم با دیگر عناصر اصلی و همبستگی منفی و خوب سدیم و کلسیم با پتاسیم دال بر منشا آواری بودن سیلیس و کلسیت و عدم نقش آنها در حمل دیگر عناصر می‌باشد، همچنین مقایسه میانگین دیگر عناصر اصلی رسوبات محدوده جنوب‌غرب سقز با UCC نشان می‌دهد که: اکسیدهای Mn, P, Ti, Fe غنی شده و اکسیدهای K, Na, Mg, Ca, Si, Al تهی شده‌اند و این منعکس کننده‌ی بلوغ فرآیندهای هوازدگی شیمیایی در محدوده مطالعاتی است.

همبستگی مثبت و بسیار خوب بین Zr با برخی از عناصر جزئی و Y, Hf دال بر کنترل تمرکز این عناصر توسط کانی زیرکن در رسوبات می‌باشد. همبستگی مثبت برخی عناصر جزئی با منگنز و آهن دلالت بر جذب این عناصر توسط اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن است.

نمودار نرمالیزه شده عناصر نادر خاکی نسبت به کندریت نشان می‌دهد که $LREE_S$ نسبت به $HREE_S$ دارای غنی‌شدگی می‌باشند و Eu نیز دارای آنومالی منفی بوده است که این به دلیل مقادیر پایین کانی‌های فلدسپاری و یا تخریب شدن آنها در رسوبات آبراهه‌ای می‌باشد.

مقایسه میانگین عناصر جزئی و نادرخاکی با UCC نشان می‌دهد که اکثر عناصر جزئی(HFSEها) و عناصر نادر خاکی غنی شده‌اند و عناصر LILها تهی شده‌اند که نشان دهنده قابلیت حل نسبی این عناصر و بلوغ فرآیندهای هوازدگی در محدوده جنوب‌غرب سقز است.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات **صفحه**

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- طرح مسئله و هدف از مطالعه ۱

۱-۳- روش مطالعه ۲

۱-۳-۱- گردآوری اطلاعات و مطالعه منابع ۲

۱-۳-۲- مطالعات صحرایی ۲

۱-۳-۳- مطالعات دفتری وآزمایشگاهی ۳

۱-۳-۴- نتیجه‌گیری و نگارش پایان‌نامه، تدوین مقاله و ارائه پیشنهادات ۴

۱-۴- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی منطقه مورد مطالعه ۴

۱-۵- شرایط آب و هوایی و پوشش گیاهی منطقه ۵

۱-۶- اوضاع اجتماعی ۵

۱-۷- مطالعات انجام شده قبلی ۶

۱-۷-۱- تاریخچه مطالعات اکتشافی ۶

۱-۸- متالوژنی و گسترش ذخایر جهانی طلا ۷

۱-۹- رده‌بندی کانسارهای طلا ۸

۱-۹-۱ رده‌بندی ارائه‌شده توسط Kerrich et al. (2000) ۸

۱-۱۰- کانسارهای طلای ایران ۱۰

۱-۱۱- روش‌های پی‌جویی و اکتشاف طلا ۲۰

۱-۱۱-۱- روش‌های پی‌جویی و اکتشاف طلا بر اساس پدیده‌های زمین‌شناسی ۲۰

۱-۱۱-۲- پی‌جویی و اکتشاف طلا از طریق روش‌های ژئوفیزیکی ۲۰

۱-۱۱-۳- پی‌جویی و اکتشاف طلا از طریق روش‌های ژئوشیمیایی ۲۰

فصل دوم: زمین‌شناسی

۲-۱- مقدمه ۲۲

۲-۲- زمین شناسی ناحیه‌ای ۲۲
۲-۳- جغرافیای دیرینه و محیط تکتونوماگمایی ناحیه مورد مطالعه ۲۲
۲-۴- موقعیت تکتونیکی پهنه سنندج- سیرجان و زیر پهنه‌های آن ۲۳
۲-۵- زمین‌شناسی عمومی منطقه سقز ۲۵
۲-۵-۱- مجموعه دگرگونه پرکامبرین..... ۲۶
۲-۵-۲- واحدهای آواری پرمین ۲۷
۲-۵-۳- واحدهای رسوبی ژوراسیک ۲۷
۲-۵-۴- مجموعه آتشفشانی- رسوبی کرتاسه ۲۷
۲-۵-۵- انباشته‌های جوان دوران چهارم ۲۷
۲-۵-۶- توده‌ها ودایک‌های نفوذی منطقه ۲۸
۲-۶- تکتونیک و تکوین زمین ساخت منطقه ۲۹
۲-۶-۱- گسل‌ها ۳۰
۲-۶-۲- چین‌ها ۳۰
۲-۷- دگرگونی ۳۰
۲-۸- دگرشکلی ۳۱
۲-۹- زمین شناسی محدوده معدنی مورد مطالعه ۳۳
۲-۱۰- سنگ چینه‌نگاری و سنگ شناسی واحدهای سنگی محدوده مورد مطالعه..... ۳۳
۲-۱۰-۱- فیلیت با میان لایه‌های آهک دگرگون و کریستالیزه ۳۳
۲-۸-۱-۱- فیلیت‌ها ۳۵
۲-۸-۱-۲- آهک‌های دگرگون و کریستالیزه ۳۵
۲-۱۰-۲- متاولکانیک‌های فلسیک..... ۳۶
۲-۱۰-۳- متاولکانیک‌های مافیک ۳۷
۲-۱۰-۴- سرسیت- شیست ۳۷
۲-۱۰-۵- کلریت شیست ۳۸

۲-۱۰-۶- پلاژیوکلاز- کلریت شیست ۳۸
۲-۱۰-۷- گرانیت میلونیتی ۳۹

فصل سوم: مطالعات پتروگرافی، دگرشکلی و دگرسانی

۳-۱- پتروگرافی ۴۰
۳-۱-۱- مقدمه ۴۰
۳-۱-۲- پتروگرافی سنگ میزبان ۴۰
۳-۱-۲-۱- سریسیت- شیست ۴۱
۳-۱-۲-۲- متاولکانیک‌های فلسیک ۴۴
۳-۱-۲-۳- متاولکانیک‌های مافیک ۴۵
۳-۲- دگرشکلی ۴۸
۳-۲-۱- مقدمه ۴۸
۳-۲-۲- دگرشکلی‌های منطقه جنوب‌غرب سقز ۴۸
۳-۲-۲-۱- دگرشکلی مرحله اول (D_1) ۴۸
۳-۲-۲-۲- دگرشکلی مرحله دوم (D_2) ۴۹
۳-۲-۲-۳- دگرشکلی مرحله سوم (D_3) ۴۹
۳-۲-۳- پهنه‌های برشی محدوده مورد مطالعه ۴۹
۳-۲-۴- شدت دگرشکلی متفاوت در پهنه‌های برشی ۴۹
۳-۲-۴-۱- پروتومیلونیت ۵۰
۳-۲-۴-۲- میلونیت ۵۱
۳-۲-۴-۳- اولترامیلونیت ۵۲
۳-۳- دگرسانی ۵۲
۳-۳-۱- انواع دگرسانی‌ها در محدوده جنوب‌غرب سقز ۵۳
۳-۴- ارتباط دگرسانی و دگرشکلی ۵۴

فصل چهارم: پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و جدایش ناهنجاری‌ها

۴-۱- عملیات نمونه‌برداری رسوبات آبراهه‌ای ۵۶
۴-۱-۱- مقدمه ۵۶
۴-۱-۲- مبانی نمونه‌برداری ۵۹

۴-۱-۲- عملیات نمونه‌برداری رسوبات آبراهه‌ای در منطقه جنوب‌غرب سقز ۵۹
۴-۲- پردازش داده‌ها و جدایش بی‌هنجاری‌ها ۶۰
۴-۲-۱- تخمین داده‌های سنسورد ۶۰
۴-۲-۱-۱- روش‌های جایگزینی ساده ۶۰
۴-۲-۱-۲- روش ترسیمی ۶۰
۴-۲-۱-۳- روش بیشترین درست نمایی کوهن ۶۱
۴-۲-۲- محاسبه خطای آنالیز شیمیایی ۶۲
۴-۲-۲-۱- روش گرافیکی هوارث و تامپسون ۶۲
۴-۲-۲-۲- روش حدود اطمینان ۶۲
۴-۲-۲-۳- روش انحراف از میانگین ۶۲
۴-۲-۳- انتخاب عناصر برای بررسی‌های ژئوشیمیایی ۶۵
۴-۲-۴- تعیین نوع توزیع فراوانی عناصر ۶۶
۴-۲-۵- تعیین شاخص‌های آماری عناصر..... ۶۸
۴-۲-۶- تعیین همبستگی بین عناصر (نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای)..... ۶۹
۴-۲-۷- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای(کلاستر) ۷۷
۴-۲-۷- جدایش بی‌هنجاری‌ها ۷۹
۴-۲-۷-۱- روش آماری کلاسیک (میانگین(x) و انحراف معیار(s)) ۷۹
۴-۲-۷-۲- روش حاصلضرب P.N ۸۳
۴-۲-۷-۳- آنالیز فاکتوری ۸۶

فصل پنجم: ژئوشیمی اکسیدهای اصلی و عناصر کمیاب

۵-۱- مقدمه ۹۲
۵-۲- بررسی رفتار عناصر اصلی در رسوبات آبراهه‌ای ۹۳
۵-۲-۱- ضریب همبستگی عناصر اصلی ۹۳
۵-۲-۲- میانگین مقدار عناصر اصلی رسوبات در مقایسه با UCC ۹۶
۵-۳- بررسی رفتار عناصر جزئی در رسوبات رودخانه‌ای ۹۷

۵-۳-۱- میانگین مقدار عناصر جزئی در رسوبات در مقایسه با UCC ۹۷
۵-۳-۲- همبستگی بین عناصر اصلی و جزئی در رسوبات ۹۹
۵-۳-۲-۱- همبستگی پتاسیم با برخی از عناصر جزئی ۱۰۰
۵-۳-۲-۲- همبستگی آهن با برخی از عناصر جزئی ۱۰۰
۵-۳-۲-۳- همبستگی Ti و P با Nb و Ta ۱۰۱
۵-۳-۲-۴- همبستگی عناصر اصلی با Sr ۱۰۱
۵-۳-۲-۵- همبستگی بین برخی عناصر اصلی با Cs ۱۰۱
۵-۳-۲-۶- همبستگی Mn با Co, Mo, Nb ۱۰۲
۵-۳-۲-۷- همبستگی Al_2O_3 با برخی از عناصر جزئی ۱۰۲
۵-۳-۲-۷- همبستگی بین عناصر جزئی Nb, Ta, Zr, Hf, Th ۱۰۳
۵-۴- بررسی رفتار عناصر نادر خاکی در رسوبات آبراهه‌ای..... ۱۰۴
۵-۴-۱- مقایسه میانگین REE_S در رسوبات مناطق بی‌هنجار جنوب‌غرب سقز با UCC و کندریت ۱۰۵
۵-۴-۲- همبستگی بین عناصر اصلی و جزئی با عناصر نادر خاکی..... ۱۰۷

فصل ششم: خلاصه، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۶-۱- مقدمه..... ۱۱۰
۶-۱-۱- مطالعات صحرایی..... ۱۱۰
۶-۱-۲- مطالعات پتروگرافی، دگرشکلی و دگرسانی..... ۱۱۰
۶-۱-۳- مطالعات ژئوشیمیایی ۱۱۲
۶-۱-۳-۱- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی ۱۱۲
۶-۱-۳-۲- ژئوشیمی مناطق بی‌هنجاری ۱۱۴
۶-۲- پیشنهادات ۱۱۶
منابع و مآخذ ۱۱۷

فهرست اشکال

شکل (۱-۱) پهنه سنندج- سیرجان و موقعیت ذخائر طلای مرتبط با پهنه‌های برشی در آن. ۳

شکل (۱-۲) نقشه راههای دسترسی به منطقه موردمطالعه ۵

شکل (۱-۳) خاستگاه تکتونیکی کانسارهای اپی‌ژنتیک غنی از Au. در این شکل شماتیک، موقعیت کانسارهای طلای تیپ کوهزایی (Orogenic Au) موجود در کمربندهای دگرگونی، (در مرکز تصویر) با علامت (*) مشخص شده است (Goldfarb et al., 1998). ۹

شکل (۱-۴) مقایسه کانسارهای طلای کوهزایی (تصویر سمت راست) با دیگر کانسارهای واقع در مرزهای همگرا براساس عمق تشکیل و محیط ساختمانی (Groves et al., 1998). ۱۰

شکل (۱-۵) پهنه‌های ساختاری-متالوژنیکی دارای پتانسیل طلا در ایران (اصفهانی‌نژاد و همکاران، ۱۳۷۹)..... ۱۲

شکل (۱-۶) موقعیت برخی از کانسارها واندیس های مهم طلا در ایران بر اساس تیپ آنها. ۱۹

شکل (۲-۱) جایگاه زمین‌ساختی پهنه سنندج- سیرجان در کوهزاد زاگرس و موقعیت منطقه موردمطالعه بر روی آن (Mohajjel, 1997)..... ۲۴

شکل (۲-۲) زیر پهنه با دگرشکلی پیچیده که تمام کانسارهای طلای تیپ پهنه برشی زون سنندج- سیرجان در آن قرار دارند (Mohajjel et al., 2003)..... ۲۵

شکل (۲-۳) موقعیت پهنه سنندج- سیرجان از دیدگاه پهنه‌بندی زمین‌شناسی ایران و جایگاه کانسارهای طلای قلقله، کرویان، قبغلوچه (در جنوب‌غرب سقز)، موته و زرترشت(مربعات سفید رنگ) در پهنه فوق الذکر(تصاویر ماهواره‌ای لندست، ۱۳۷۸). ۲۶

شکل (۲-۴) نقشه ساده شده‌ی زمین شناسی همراه با سیستم‌های گسلی محدوده جنوب‌غرب سقز (برگرفته از باباخانی و همکاران، ۱۳۸۲) ۲۹

شکل (۲-۵) نمایی کلی از پهنه‌های برشی دگرسان وکانه‌دار و واحدهای سنگی محدوده‌ی مطالعاتی. ۳۴

شکل (۲-۶) نمایی از برگوارگی و رگه‌های کوارتزی سفیدرنگ داخل واحد فیلیتی منطقه که چین‌خورده و بودین شده‌اند. . ۳۵

شکل (۲-۷) نمایی از تناوب فیلیت و آهک در بخش کمرپایین پهنه برشی کانه‌دار. ۳۶

شکل (۲-۸) نمونه دستی از واحد متاولکانیک فلسیک همراه با برگوارگی میلونیتی..... ۳۷

شکل (۲-۹) الف) رخنمون واحد متاولکانیک مافیک (Maf)به طور متناوب با واحد متاولکانیک فلسیک (Fel) در داخل پهنه-های برشی دگرسان وکانه‌دار؛ ب)تصویر نمونه دستی از واحد متاولکانیک مافیک که نشان دهنده برگوارگی میلونیتی ناشی از جهت یافتگی ترجیحی کانی‌ها می‌باشد..... ۳۷

شکل (۲-۱۰) رخنمون واحد کلریت شیست کمر بالا با رنگ سبز تیره و مورفولوژی خشن در بخش‌های فوقانی پهنه‌های برشی کانه‌دار محدوده مطالعاتی. ۳۸

شکل (۲-۱۱) رخنمون واحد پلاژیوکلاز- کلریت شیست همراه با نوارها وجدایش‌های کوارتزی که در طی دگرشکلی ضعیف تشکیل شده است. ۳۹

شکل (۳-۱) پورفیروکلاستهای کوارتز دارای کشیدگی و تعدد سایز در بلورهای کوارتز در نورxpl. علائم اختصاری به کار رفته عبارتنداز: Ser= سریسیت و Qtz= کوارتز ۴۱

شکل (۳-۲) (a, b) اندازه‌های متفاوت رگه های کلسیتی از حد میلیمترتا سانتیمتر، (c) بلورهای پلاژیوکلاز دگرسان شده به اپیدوت و زوئیزیت، (d) نسلهای متفاوت کوارتز در نورxpl. علائم اختصاری به کار رفته: Cal V.(Calcite Veinlets)= رگچه‌های کلسیتی ،Qtz= کوارتز، Zo= زوئیزیت، Ep= اپیدوت ۴۲
شکل (۳-۳) (a,b) نسلهای متفاوت کانی‌های اوپک(پیریت) که در بعضی جاها در راستای رگه‌ها و در بعضی قسمت‌ها درون بلورهای پلاژ دگرسان شده(ppl)، (c) بافت ساروجی(xpl)، (d)بافت روبانی و خاموشی موجی کوارتز، اشتقاق کانی‌های نرمتر و سختتر(xpl)، (e,f)بافت Strain Caps و سایه فشاری در بلورهای کوارتز و فلدسپار و دورزدگی بلور بیوتیت و کلریت در نور ppl و xpl. علائم اختصاری به کار رفته: Py V.(Pyrite Veinlets)= رگچه‌های پیریت، Py= پیریت، Fel= فلدسپار، Chl= کلریت، Ms= موسکوویت، Bt= بیوتیت، Ser= سریسیت، Op= کانی‌های اوپک، Plag= پلاژیوکلاز ۴۳
شکل (۳-۴)(a) کینک باند و ریزشکستگی‌ها در بلور پلاژیوکلاز در نور xpl. (b) بافت گرانولار نیمه‌شکلدار تا بی‌شکل در نور xpl. علائم اختصاری به کار رفته: Hbl= هورنبلند، Act= اکتینولیت، Micro-Crack= ریزشکستگی ۴۴
شکل (۳-۵) (a)بافت مارتیتی در مگنتیت‌ها که تبدیل به هماتیت شده‌اند که در نور انعکاسی قابل تشخیص است. (b) بلورهای هماتیت که به رنگ قرمز قهوه‌ای دیده می‌شود که در نور عبوری(xpl) قابل تشخیص است. علائم اختصاری به کار رفته: Hem= هماتیت، Mgt= مگنتیت. ۴۴
شکل (۳-۶) (a)نمونه دستی واحد متاولکانیک فلسیک (b)نمونه میکروسکوپی از واحد متاولکانیک فلسیک همراه با بلورهای درشت فلدسپار و ریز کوارتز، کانی‌های اوپک (عمدتا پیریت) قابل مشاهده است (c,d)اکسی هیدروکسیدهای آهن و بلورهای نیمه‌شکلدار پیریت که دگرشکل شده‌اند و حالت خمیری پیدا کرده‌اند در نور ppl وxpl. علائم اختصاری به کار رفته: Qtz= کوارتز، Py= پیریت، Op= کانیهای اوپک، K-Fel= فلدسپار پتاسیم. ۴۵
شکل (۳-۷) (a) نمونه دستی از واحد متاولکانیک فلسیک همراه با تفکیک نوارهای تیره و روشن. (b) بافت گرانوکلاستیک و وجود کانیهای خانواده هورنبلند در زمینه ریز کوارتز و الکالی فلدسپار در نورxpl، (c) ماکل کارلسباد و پلی‌سنتتیک در بلورهای پلاژیوکلاز و وجود ریزشکستگی در آنها در نورxpl، (d) و (e) بافت ویتروفیری و غربالی در بلورهای پلاژیوکلاز و کوارتز که تبدیل به اپیدوت و زوئیزیت شده‌اند (در نور ppl و xpl). علائم اختصاری به کار رفته: Cal V.(Calcite Veinlets)= رگچه‌های کلسیتی، Hbl= هورنبلند، Act= اکتینولیت، K-Fel= فلدسپار پتاسیم، Plag= پلاژیوکلاز، Zo= زوئیزیت، Ep= اپیدوت ۴۷
شکل (۳-۸) بافت جریانی و دگرشکلی‌های D_1 و D_2 ، برگوارگی‌هایS_1، S_2 و نسلهای متفاوت کانی‌های اوپک حاصل از این دگرشکلی‌ها در نورxpl. علائم اختصاری به کار رفته: Op= کانیهای اوپک. ۴۹
شکل (۳-۹) (a)نمونه میکروسکوپی از پروتومیلونیت‌ها با تعدد پورفیروکلاستهای فلدسپار وتبلوردینامیکی بلورهای کوارتز، (b)وجود تیغه‌های دگرشکلی در بلورهای فلدسپاری و نهشت سیلیس درون این تیغه‌ها در نورxpl. علائم اختصاری به کار رفته: Micro-Crack= ریزترکها، Plag= پلاژیوکلاز، Py= پیریت، K-Fel= فلدسپار پتاسیم، Qtz= کوارتز. ۵۱
شکل (۳-۱۰) (a) فولیاسیون ممتد و پیوسته در واحد میلونیتی در نمونه دستی. (b)خمش در بلورهای پلاژیوکلاز ناشی از تنش و کرنش‌های محیطی در نورxpl ، (c) سایه واتنشی کوارتز در حاشیه پورفیروبلاست‌های فلدسپار که مشخصه پهنه برشی می‌باشد. علائم اختصاری به‌کار رفته: plag= پلاژیوکلاز، Op= کانی‌های کدر، Fel= فلدسپار، Qtz= کوارتز. ۵۲
شکل (۳-۱۱) (a,b) دگرسانی کربناتی که بصورت رگه رگچه‌های کلسیتی همروند با فولیاسیون میلونیتی است، (c) دگرسانی کلریتی که ناشی از تاثیر سیالات هیدروترمال بر سنگ دربرگیرنده است، (d) دگرسانی سریسیتی(بصورت همروند با

فولیاسیون میلونیتی) در نورxpl. علائم اختصاری به کار رفته: Cal= کلسیت، Ser= سریسیت، Qtz= کوارتز، Chl= کلریت، Plag= پلاژیوکلاز. (e,f) دگرسانی سیلیسی که با ساختار رگه‌ای، بافت توده‌ای بصورت همروند با روند عمومی پهنه برشی قابل مشاهده است. ۵۴

شکل (۳-۱۲) تصویر میکروسکوپی از دگرسانی سیلیسی و سولفیدی با دگرشکلی میلونیتی- اولترامیلونیتی و دگرشکلی شکنای بعدی بصورت ریزرگه و رگچه در نورxpl. علائم اختصاری به کار رفته: Fel= فلدسپار، Qtz= کوارتز. F : برگوارگی، V : رگه کوارتزی ۵۵

شکل (۴-۱) دندوگرام حاصل از تجزیه وتحلیل خوشه‌ای داده‌های محدوده جنوب‌غرب سقز..... ۷۸

شکل (۴-۲) بی‌هنجاری‌های به دست آمده از روش آماری کلاسیک برای عناصر (Au، Ag و As) به همراه نقشه موقعیت نمونه‌های آبراهه‌ای..... ۸۱

شکل (۴-۳) بی‌هنجاری‌های به دست آمده از روش آماری کلاسیک برای عناصر (Sb، B، Ba و Bi) ۸۲

شکل (۴-۴) بی‌هنجاری‌های به دست آمده از روش آماری کلاسیک برای عناصر (Pb، Zn و W)..... ۸۳

شکل (۴-۵) بی‌هنجاری‌های به دست آمده از روش حاصلضرب P.N برای عناصر (Au، Ag، As و Sb) ۸۵

شکل (۴-۶) بی‌هنجاری‌های به دست آمده از روش حاصلضرب P.N برای عناصر (B، Ba، Bi و W) ۸۶

شکل (۴-۷) بی‌هنجاری‌های به دست آمده از روش حاصلضرب P.N برای عناصر (Pb و Zn)..... ۸۷

شکل (۴-۸) مناطق بی‌هنجار با به کارگیری آنالیز فاکتوری- فاکتور۱: Ag، B، Bi، Pb، Zn و (Ba). ۸۸

شکل (۴-۹) مناطق بی‌هنجار با به کارگیری روش آنالیز فاکتوری- فاکتور۲: As و Sb. ۸۹

شکل (۴-۱۰) مناطق بی‌هنجار با به کارگیری روش آنالیز فاکتوری – فاکتور۳: Au و W. ۹۰

فهرست جداول

جدول (۱-۱) رده‌بندی برخی کانسارها واندیس‌های مهم طلا در ایران بر اساس مشخصات اصلی وتیپ آنها ۱۳
جدول (۴-۱) شاخص‌های آماری عناصر موردبررسی ۷۰
جدول (۴-۲) ماتریس همبستگی عناصر (Au، Ag، As، Sb، B، Ba، Bi، Pb، Zn و W) ۷۱
جدول(۵-۱) ضریب همبستگی اسپیرمن اکسیدهای عناصر اصلی ۹۴
جدول(۵-۲)میانگین مقدار عناصر اصلی رسوبات آبراهه‌ای محدوده در مقایسه با UCC (Taylor and McLennan, 1985). ۹۶
جدول(۵-۳) میانگین مقدار عناصر جزئی رسوبات آبراهه‌ای مناطق بی‌هنجار محدوده در مقایسه با UCC (Taylor and McLennan, 1985). ۹۸
جدول(۵-۴) ضریب همبستگی اسپیرمن بین عناصر اصلی و اکثر عناصر جزئی در رسوبات آبراهه‌ای محدوده مطالعاتی. ۹۹
جدول(۵-۵) میانگین مقدار عناصر نادر خاکی(REEs) محدوده جنوب‌غرب سقز در مقایسه با UCC (Taylor and McLennan, 1985) ۱۰۶
جدول(۵-۶) ضریب همبستگی اسپیرمن بین عناصر جزئی و REE ۱۰۸
جدول(۵-۷) ضریب همبستگی اسپیرمن بین عناصر اصلی و REE ۱۰۹
جدول(۵-۸) ضریب همبستگی اسپیرمن بین عناصر REE در رسوبات رودخانه‌ای جنوب‌غرب سقز..... ۱۰۹

فهرست نمودارها

نمودار (۴-۱) نمودارهای کنترلی تامپسون برای عناصر Au، Ag، As، B، Be، Ba، Co و Bi. ۶۴

نمودار (۴-۲) نمودارهای کنترلی تامپسون برای عناصر Cr، Cu، Sn، Ti، Hg، Mn، Mo و Ni. ۶۵

نمودار (۴-۳) نمودارهای کنترلی تامپسون برای عناصر Pb، Sb، V، W و Zn. ۶۶

نمودار (۴-۴) نمودارهای توزیع جامعه آماری برای عناصر Au، Ag، As، Sb، B و Ba. ۶۸

نمودار (۴-۵) نمودارهای توزیع جامعه آماری برای عناصر Pb، Zn، Bi و W..... ۶۹

نمودار (۴-۶) نمودارهای همبستگی (پراکندگی) (a) Au-Ag، (b) Au-W، (c) Au-Zn، (d) Au-Pb، (e) Au-B و (f) Au-Ba. ۷۱

نمودار(۴-۷) نمودارهای همبستگی (پراکندگی) (a) Au-Sb، (b) Au-As، (c) Au-Bi، (d) Ag-Sb، (e) Ag-B، (f) Ag-As، (g) Ag-Ba و (h) Ag-Bi. ۷۲

نمودار(۴-۸) نمودارهای همبستگی (پراکندگی) (a) Ag-Pb، (b) Ag-Zn، (c) Ag-W، (d) As-Sb، (e) As-B، (f) As-Ba، (g) As-Bi و (h) As-Pb. ۷۳

نمودار(۴-۹) نمودارهای همبستگی (پراکندگی) (a) As-Zn، (b) As-W، (c) B-Sb، (d) Ba-Sb، (e) Bi-Sb، (f) Pb-Sb، (g) Zn-Sb و (h) W-Sb. ۷۴

نمودار(۴-۱۰) نمودارهای همبستگی (پراکندگی) (a) Ba-B، (b) Bi-B، (c) Pb-B، (d) Zn-B، (e) W-B، (f) Bi-Ba، (g) Pb-Ba و (h) Zn-Ba. ۷۶

نمودار(۴-۱۱) نمودارهای همبستگی (پراکندگی) (a) W-Ba، (b) Pb-Bi، (c) Zn-Bi و (d) W-Bi، (e) Zn-Pb، (f) W-Pb و (g) W-Zn. ۷۷

نمودار(۵-۱) همبستگی بین اکسید Si با دیگر اکسیدهای اصلی. (a) با اکسید Al، (b) با اکسید Fe، (c) با اکسید Mg ، (d) با اکسید Ti ، (e) با اکسید Mn، (f) با اکسید Cr. ۹۴

نمودار(۵-۲) (a) پراکندگی Cr-Al (b) پراکندگی Al-Ca (c) پراکندگی Na-K (d) پراکندگی Ca-K ۹۵

نمودار(۵-۳) (a) پراکندگی Fe-Ti (b) پراکندگی P-Ti (c) پراکندگی Mn-Ti ۹۵

نمودار(۵-۴) مقایسه عناصر اصلی رسوبات بی‌هنجار جنوب‌غرب سقز با UCC (Taylor and McLennan, 1985) ۹۶

نمودار(۵-۵) مقایسه عناصر جزئی رسوبات بی‌هنجار جنوب‌غرب سقز با UCC (Taylor and McLennan, 1985). ... ۹۸

نمودار(۵-۶) همبستگی بین پتاسیم با Cs و Sr در رسوبات آبراهه‌ای مناطق بی‌هنجار محدوده جنوب‌غرب سقز. ۱۰۰

نمودار(۵-۷) همبستگی بین آهن با وانادیوم و کبالت در رسوبات آبراهه‌ای مناطق بی‌هنجار محدوده جنوب‌غرب سقز. ۱۰۱

نمودار(۵-۸) همبستگی بین Sr با Ca و Mg در رسوبات آبراهه‌ای مناطق بی‌هنجار محدوده جنوب‌غرب سقز. ۱۰۱

نمودار(۵-۹) (a) همبستگی بین Cs و Na (b) همبستگی بینMn و Nb (c) همبستگی بین Mn و Co. ۱۰۲

نمودار(۵-۱۰) همبستگی مثبت اکسید Al با برخی عناصر جزئی در رسوبات آبراهه‌ای مناطق بی‌هنجار محدوده جنوب‌غرب سقز. ۱۰۳

نمودار(۵-۱۱) همبستگی بین عناصر جزئی Nb، Ta، Zr، Hf و Th در رسوبات آبراهه‌ای مناطق بی‌هنجار محدوده جنوب‌غرب سقز. ۱۰۴

نمودار(۵-۱۲) میانگین مقدار عناصر نادر خاکی(REE) در مقایسه با UCC(Taylor and McLennan, 1985). ۱۰۶
نمودار(۵-۱۳) نمودار نرمالیز شده عناصر REE نسبت به Chondrite ۱۰۷

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

طلا از جمله نخستین عناصری است که از گذشته‌های دور، تمدن بشر ارزش آنرا دریافته و به استخراج آن روی آورده است. باستان‌شناسان براین باورند که اکتشاف و استخراج طلا در ایران سابقه چندین هزارساله دارد و از هزاره سوم پیش از میلاد از آن اشیاء زینتی درست میکرده‌اند.

با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ویژه، این فلز دارای موارد استفاده بالایی میباشد. مهم‌ترین کاربرد طلا در ساخت سکه و شمش به منظور پشتوانه ارزی کشورها می‌باشد، مقدار آن در بانکهای مرکزی ملل مختلف جهان حدود ۱۰۰،۰۰۰تن است. علاوه بر این، طلا به دلیل هدایت الکتریکی بالا و مقاومت در برابر خوردگی، به عنوان یک ماده‌ی بسیار مهم و حیاتی در ساخت لوازم الکترونیکی، صنعتی، داروسازی و دندان‌پزشکی استفاده می‌شود (بصیری، ۱۳۸۴).

نظر به اینکه، فلز طلا سرمایهٔ ملی و پشتوانه اقتصادی کشور ما نیز می‌باشد، بنابراین لزوم بررسی‌های پژوهشی در زمینه طلا با توجه به زمین‌شناسی مطلوب ایران برای تشکیل ذخائر طلا بویژه طلاهای تیپ کوهزایی، اپی‌ترمال و پهنه‌های برشی که می‌توانند ذخائر بزرگی را تشکیل دهند، روشن است. در این راستا مطالعات شناسایی و ژئوشیمی اکتشافی اندیس طلای جنوب‌غرب سقز در استان کردستان بعنوان موضوع پایان‌نامه انتخاب گردیده است (بصیری، ۱۳۸۴).

۱-۲- طرح مسئله و هدف از مطالعه

مسائل مربوط به تحولات زمین شناسی ایران و پدیده‌های متنوع ماگماتیسم، دگرگونی، ساختار وکانه‌زائی، همواره مورد توجه زمین شناسان و دیگر محققین علوم زمین بوده است . در میان مجموعه مسائل پیچیده و متعدد پهنه‌های ساختاری ایران، پهنه ساختاری سنندج - سیرجان ، با طول حدود ۱۷۰۰ کیلومتر ، از جایگاه ویژه ای برخوردار است . با توجه به گسترش کانی‌سازی تیپ پهنه‌های برشی شکل‌پذیر در کرویان (حیدری، ۱۳۸۳)، کانی‌سازی تیپ پهنه‌های برشی شکل‌پذیر و شکنا در قلقله (علی-یاری، ۱۳۸۵)، کانی‌سازی تیپ پهنه‌های برشی شکنا در قبغلوچه (نصرت‌پور، ۱۳۸۶) در بخش شمالی زون سنندج - سیرجان، کانی‌سازی تیپ برشی شکل‌پذیر - شکنا در چاه باغ موته (رشیدنژاد عمر ان، ۱۳۸۱ و کوهستانی، ۱۳۸۳)، در بخش مرکزی و میانی زون سنندج - سیرجان، و وقوع رخداد کانی‌سازی طلای تیپ پهنه برشی شکنا و شکل پذیر زرترشت (راستگوی مقدم، ۱۳۸۴) در بخش جنوبی این پهنه (شکل ۱-۱)، بنظر می‌رسد پهنه سنندج - سیرجان از پتانسیل بالای طلای تیپ پهنه‌های برشی برخوردار باشد . لذا محدوده موردمطالعه بین شهرستان‌های سقز و بانه در شمال‌غرب این پهنه (شکل۱-۲)، به عنوان یک منطقه پتانسیل‌دار طلا ,موضوع این تحقیق قرار گرفته است.

به‌طورکلی در محدوده بین سقز و سردشت، ۷ محدوده اکتشافی طلا وجود دارد که ۳ محدوده آن (قلقله, کرویان و قبغلوجه)به عنوان اهداف این پایان‌نامه در جنوب‌غرب سقز و ۴ محدوده آن (محدوده آلوت شامل میرگه‌نقشینه ,شیخ‌چوپان و زاوه‌کوه) و باریکا در شرق و شمال‌شرق سردشت قرار دارد (شکل۱-۲). مطالعات ژئوشیمیایی منطقه جنوب‌غرب سقز، میتواند ضمن ارائه یک الگوی علمی در مورد چگونگی تشکیل و فرآیندهای مؤثر در تمرکز طلا در محدوده‌های اکتشافی بین سقز و سردشت، برای اهداف اکتشافی این تیپ از کانسار در این منطقه معدنی و دیگر نواحی که زمین‌شناسی مشابه دارند، مفید واقع شود. پاسخ به این سوال که چگونگی توزیع وتمرکز طلا و عناصر ردیاب آن در رسوبات رودخانه‌ای منطقه جنوب‌غرب سقز چگونه بوده است وچه عواملی تشکیل و تمرکز طلا و عناصر ردیاب آن را در این رخداد کنترل کرده‌اند، از اهداف اصلی این تحقیق می‌باشد.