

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بسمتعالی



دانشگاه گیلان

دانشکده علوم پایه

تأیید اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای / خانم حسینعلی تاج الدین رساله «واحدی خود را با عنوان: «عوامل کنترل کننده کانه زایی طلا در سنگ‌های دگرگونه منطقه سقز- سردشت، شمال باختری پهنه دگرگونه سنندج- سیرجان» در تاریخ ۹۰/۶/۳۰ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده است و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری پیشنهاد می کند.

| اعضای هیات داوران | نام و نام خانوادگی | رشته تخصصی | رتبه علمی | امضاء |
|---------------------------|------------------------------|--------------------|-----------|-------|
| ۱- استاد راهنما | دکتر ابراهیم راستاد | زمین شناسی اقتصادی | دانشیار | |
| ۲- استاد راهنمای دوم | دکتر عبدالمجید یعقوب پور | زمین شناسی اقتصادی | استاد | |
| ۳- استاد مشاور اول | دکتر محمد محجل | زمین شناسی اقتصادی | دانشیار | |
| ۴- استاد مشاور دوم | Dr. Bierlein, Frank | زمین شناسی اقتصادی | - | |
| ۵- استاد ناظر داخلی | دکتر مجید قادری | زمین شناسی اقتصادی | استادیار | |
| ۶- استاد ناظر داخلی | دکتر نعمت اله رشیدنژاد عمران | زمین شناسی اقتصادی | استادیار | |
| ۷- استاد ناظر خارجی | دکتر محمدحسن کریم پور | زمین شناسی اقتصادی | استاد | |
| ۸- استاد ناظر خارجی | دکتر سعید علیرضایی | زمین شناسی اقتصادی | استادیار | |
| ۹- نماینده تحصیلات تکمیلی | دکتر مجید قادری | زمین شناسی اقتصادی | استادیار | |

آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجناب حسینعلی تاج‌الدین دانشجوی رشته زمین‌شناسی اقتصادی ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۳ مقطع دکتری دانشکده علوم پایه متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق‌الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجناب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا:

تاریخ:

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل رساله دکتری نگارنده در رشته زمین شناسی اقتصادی است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر ابراهیم راستاد و جناب آقای دکتر عبدالمجید یعقوب پور و مشاوره جناب آقای دکتر محمد محجل از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب حسینعلی تاج الدین، دانشجوی رشته زمین شناسی اقتصادی مقطع دکتری تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: حسینعلی تاج الدین

تاریخ و امضا:



دانشکده علوم پایه

رساله دکتری رشته: زمین شناسی گرایش: اقتصادی

عنوان رساله:

عوامل کنترل کننده کانه‌زایی طلا در سنگ‌های دگرگونه منطقه سقز - سردشت،
شمال باختر پهنه دگرگونه سنندج - سیرجان

نگارش:

حسینعلی تاج‌الدین

اساتید راهنما:

دکتر ابراهیم راستاد

دکتر عبدالمجید یعقوب‌پور

استاد مشاور:

دکتر محمد محجل

شهریور ۱۳۹۰

تقدیم ہے

ہمسفر کرامی

و

پسر م "امیر ہدی"

سپاس و قدردانی

"اللهم انى اعوذ بك من علم لا ينفع"

خداوند را شاکرم که توفیق ادامه تحصیل در مقطع دکتری را برایم میسر ساخت و در این مسیر درک و بهره‌گیری از محضر درس اساتید و صاحب‌نظران ارجمند و فرهیخته را نصیبم کرد تا بتوانم در سایه راهنمایی‌های ارزنده و کارگشای این بزرگواران، ماحصل تحقیقات خود در این مقطع را در قالب رساله پیش رو به نگارش درآورم. در انجام این تحقیق خود را مدیون زحمات و مساعدت‌های عزیزان بسیاری می‌دانم که بی‌تردید بدون حضور و همکاری ثمربخش ایشان، امکان به‌نتیجه رسیدن آن وجود نمی‌داشت؛ از این رو لازم می‌دانم که زحماتشان را ارج نهاده و صمیمانه از همه آنان تشکر نمایم.

- استاد گرانقدر جناب آقای دکتر ابراهیم راستاد، که به عنوان استاد راهنمای اینجانب، بیشترین نقش را در هدایت و به انجام رسیدن این رساله بر عهده داشتند؛ اینجانب در مقطع کارشناسی ارشد نیز از تعالیم و راهنمایی‌های ارزنده این بزرگوار بهره‌مند شدم و از ایشان علاوه بر مشق علم، درس زندگی نیز آموختم. بی‌شک راهنمایی‌های ارزنده ایشان، که با پشتکار و تلاش زایدالوصف، دقت، تیزبینی و سجایای اخلاقی همراه بوده است، سهم اصلی را در پربارتر شدن رساله داشته است. از خداوند متعال، حسن عاقبت، توفیق در خدمت، سلامتی و سربلندی برای ایشان آرزو مندم.

- استاد فرزانه زنده یاد جناب آقای دکتر عبدالمجید یعقوب‌پور، که با بزرگواری قبول زحمت نموده و به عنوان دیگر استاد اینجانب، راهنمایی این رساله را پذیرفتند. بزرگواری که دلسوزانه و با خلوص‌نیت، برای این مهم زحمت زیادی کشیدند. قطعاً احاطه علمی و سجایای اخلاقی ایشان بر کسی پوشیده نیست و دقت و تیزبینی این استاد عالیقدر، نقش مهم و ارزنده‌ای در هرچه پربارتر شدن رساله داشته است. از خداوند متعال رحمت، مغفرت و رضوان الهی را برایشان مسئلت دارم.

- استاد فرهیخته جناب آقای دکتر محمد محجل که مشاوره این رساله را عهده‌دار شدند. ایشان به واسطه اشراف کاملی که بر زمین‌شناسی منطقه سقز - سردشت دارند و نیز به جهت راهنمایی‌های ارزنده و کارگشایشان در حل مسائل تکتونیکی و پتروفابریکی منطقه، سهم بزرگی در به انجام رسیدن این تحقیق دارند. این بزرگوار، در بازبینی مقاطع میکروسکوپی و همچنین در کنترل مباحث ساختاری از هیچ کوششی فروگذار نکردند. بی‌شک آموخته‌های کم‌مقدار خویش در زمینه ساختار و پتروفابریک را مرهون دانش کم‌نظیر استاد می‌بینم و بسیار از ایشان سپاسگزارم.

- از استاد ارجمند جناب آقای دکتر مجید قادری، که هم در طول تحصیل یاریام دادند و هم با قبول داوری این رساله بر غنای آن افزودند، سپاسگزارم.

- از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر نعمت‌الله رشیدنژاد عمران که با قبول داوری این رساله و همچنین در طول تحصیل در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری از مساعدت های علمی و معنوی ایشان بسیار بهره بردم. ایشان علاوه بر شخصیت برجسته علمی که دارند، به حق یکی از ذخایر و پشتوانه‌های معنوی برای دانشجویان زمین‌شناسی دانشگاه می‌باشند.

- استاد ارجمند، جناب آقای دکتر محمدحسن کریم پور به عنوان عضو هیأت داوران که با قبول داوری رساله، مطالب این تحقیق را کنترل نموده و با ارائه راهنمایی‌های ارزنده، اینجانب را در جهت ارتقای کیفی رساله یاری رساندند.

- استاد ارجمند، جناب آقای دکتر سعید علیرضایی به عنوان عضو هیأت داوران که با قبول داوری این رساله، با دقت و تیزبینی فراوان، پیشنهادات ارزشمند و سازنده‌ای را در جهت ارتقای کیفی رساله ارائه نمودند.

- استاد گرامی جناب آقای دکتر Richard Goldfarb از سازمان زمین‌شناسی آمریکا، که در طول انجام این تحقیق، از هر گونه تلاشی برای راهنمایی علمی اینجانب دریغ نکرده و ضمن انجام تمام آنالیزهای ایزوتوپی پایدار و سن سنجی، با ارائه راهنمایی‌های ارزنده خود در پیشبرد اهداف رساله، اینجانب را یاری نمودند.

- ریاست محترم دانشکده علوم پایه جناب آقای دکتر علی ارومیه‌ای، ریاست و اساتید محترم بخش زمین‌شناسی، معاونین و کارکنان محترم دانشکده علوم پایه و همه مسوولین در بخش‌های مختلف دانشگاه تربیت مدرس که سهم مهمی در انجام این تحقیق داشته‌اند.

- اساتید بزرگوار آقایان دکتر Patrick Mercier-Langevin و دکتر Jane M. Peter از سازمان زمین‌شناسی کانادا، به جهت ارائه رهنمودهای ارزنده در رابطه با زمین‌شناسی و زایش کانسار سولفید توده‌ای باریکا، ارسال مقالات و ویرایش و ارتقاء علمی نسخه‌های اولیه مقالات استخراج شده از این کانسار.

- دکتر Emil Makovicky از دانشگاه کپنهاگ دانمارک به جهت انجام تعدادی از آنالیزهای الکترون میکروپروب و تهیه تصاویر SEM و همچنین بسیاری از اساتید خارجی دیگر که با مکاتبه از طریق پست الکترونیکی در مراحل مختلف تحقیق، از نظرات ارزنده ایشان بهره بردم.

بدیهی است که انجام این رساله بدون همکاری‌های همه جانبه و فراگیر سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور مقدور نبود، از این رو از ریاست محترم سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور جناب آقای مهندس محمد تقی کره‌ای، که علاقمند به آموزش و ارتقای سطح علمی کارشناسان این سازمان بوده و در این راه از هیچ کوششی فروگذار نکرده‌اند، کمال تشکر را دارم.

- معاونین محترم اکتشاف سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، جناب آقایان مهندس ناصر عابدیان و مهندس بهروز برنا و همچنین مدیریت محترم امور اکتشاف، جناب آقای مهندس سرمد روزبه کارگر که

همواره مشوق و یاریگر اینجانب و دیگر کارشناسان معاونت اکتشاف در جهت آموزش و ارتقای سطح علمی کارشناسان بوده و ضمن در اختیار قرار دادن امکانات صحرایی و آزمایشگاهی در راستای انجام پروژه‌های سازمان، نهایت مساعدت و همکاری را در اجرای سریعتر و بهترین تحقیق مبذول داشته‌اند.

- دوست و همکار بزرگوارم جناب آقای دکتر شجاع الدین نیرومند، که در تمامی مراحل انجام این پژوهش از مساعدت های علمی و معنوی ایشان بهره مند بوده‌ام.

- دوست و همکار گرامی‌ام جناب آقای مهندس محمود غضنفری، که نزدیک به ۱۰ سال در محدوده‌های معدنی کردستان فعالیت داشته و اطلاعات و تجربیات علمی و اجرایی ارزنده خویش را در اختیار اینجانب قرار داده است.

- دوستان و همکاران اینجانب در معاونت اکتشاف سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور آقایان مهندس محمدباقر دری، مهندس بهروز مهری، مهندس سید مهدی علوی خوشحال، مهندس علی کریمی، مهندس رسول سپهری‌راد، مهندس شهرام رحمانی، مهندس محمود قاسمی، دکتر حمایت جمالی و دکتر علی مختاری به جهت همکاری صمیمانه و تبادل نظرات مفید آنها در طول انجام رساله.

- دیگر همکاران، دوستان و اساتید اینجانب در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، جناب آقایان دکتر امیر علی شعبانی، دکتر محمد لطفی، مهندس مهدی حاج نوروزی، دکتر جعفری راد، دکتر شیخ الاسلام، مهندس علایی مهابادی، دکتر خلعتبری، سرکار خانم مهندس پادیار، سرکار خانم مهندس علوی و همچنین دوستان اینجانب در دانشگاه تربیت مدرس آقایان دکتر فریدین موسیوند، دکتر حسین کوهستانی، دکتر فرهنگ علی‌باری، مهندس علی یارمحمدی، مهندس منصور کاظمی، مهندس سجاد مغفوری، مهندس سامان قادری و دیگر دوستانی که افتخار آشنایی و همکاری با آنها را در دانشگاه داشتم.

- از ریاست محترم مرکز فرآوری و تحقیقات مواد معدنی ایران، جناب آقای مهندس دره‌بیدی، ریاست محترم گروه کانی‌شناسی مرکز، جناب آقای دکتر بهروز کریمی، مسئول محترم بخش الکترون میکروپروب مرکز، سرکار خانم مهندس شهبابی فر و نیز از مسئول محترم آزمایشگاه میکروترموتری میانبرهای سیال، سرکار خانم مهندس آقاجانی، که در انجام مطالعات مربوطه همکاری‌های صمیمانه‌ای داشته و زحمات بسیاری کشیده‌اند، تشکر می‌کنم.

- مردم بزرگمنش و صمیمی شهرستان‌های سقز، بانه و سردشت، به ویژه اهالی محترم روستاهای باریکا، قبغلوچه، کسنزان، کرویان، میرگه‌نقشینه و زاوه‌کوه به جهت میزبانی صمیمانه و بی‌ریا در طول بازدیدهای متعدد از منطقه.

- از پدر، مادر، برادران و خواهران و نیز از همسر و فرزندم که همواره مشوق و پشتیبان من بوده و در طول مدت تحصیل اینجانب رنج‌ها و زحمات بسیاری را متحمل شدند، بسیار سپاسگزارم و از خداوند متعال برای آنان حسن عاقبت، سلامتی و طول عمر با برکت را خواستارم.

- و در پایان از تمامی سرورانی که در انجام این رساله نقش داشته ولی نام آنها نیامده است، پوزش طلبیده و از آنها کمال تشکر را دارم.

چکیده:

محدوده سقز - سردشت، که در شمال شرقی پهنه سنج - سیرجان واقع شده است، میزبان تعدادی از کانسارها و رخدادهای طلا است که در دهه اخیر شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. قدیمی‌ترین سنگ‌های این محدوده، مجموعه‌ای متشکل از فیلیت، شیست و گنایس‌های منسوب به پرکامبرین هستند که توسط نهشته‌های جوانتر پالئوزوئیک، مزوزوئیک و ترشیری پوشیده شده و بوسیله تعدادی توده نفوذی با ترکیب حدواسط تا اسیدی قطع شده‌اند. تاکنون در محدوده سقز - سردشت، کانسار سولفید توده‌ای غنی از طلای باریکا و ۹ کانسار و رخداد دیگر طلا از نوع کوهزایی، اکتشاف و معرفی شده است.

واحدهای سنگی رخنمون یافته در محدوده کانسار سولفید توده‌ای غنی از طلا (و نقره) باریکا، مجموعه‌ای از سنگ‌های آتشفشانی - رسوبی دگرگون شده کرتاسه متشکل از فیلیت، اسلیت، متاندزیت و متاتوفیت را شامل می‌شوند. مطالعات پتروکتونیک انجام شده بر روی سنگ‌های آتشفشانی محدوده باریکا نشان می‌دهد که سنگ‌های آتشفشانی میزبان کانسار از یک گوشته غنی شده (نسبت به مورب) در بالای یک زون فرورانش منشأ گرفته و در قلمرو کمان قاره‌ای حاصل از فرورانش قرار دارند.

کانسار باریکا از دو بخش کانسنگ چینه‌سان و پهنه استرینگر، که هر دو در واحد متاندزیت قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. بخش چینه‌سان کانسار متشکل از کانسنگ‌های سولفیدی و باریتی همراه با بخش‌های فرعی از نوارهای سیلیسی می‌باشد که به صورت توده‌ای و یا نوارهای موازی بر روی رگه‌های سیلیسی پهنه استرینگر قرار دارد. بخش چینه‌سان کانسار از نظر کانی‌شناسی تنوع زیادی داشته و از پیریت، اسفالریت، گالن، استیب‌نیت، تتراهدریت - تنانتیت، مجموعه‌ای از سولفوسالت‌های Ag, As, Sb و Pb، آلگار و طلا (الکتروم) تشکیل شده است. پهنه استرینگر کانسار با طول بالغ بر ۳ کیلومتر و پهنای حداکثر ۸۰۰ متر در کمر پایین کانسنگ چینه‌سان رخ داده است. کانی‌شناسی رگه‌های سیلیسی موجود در این پهنه ساده بوده و شامل پیریت، گالن، اسفالریت، تتراهدریت - تنانتیت و مقادیر نادر کالکوپیریت می‌باشد. هر دو بخش کانسنگ چینه‌سان و پهنه استرینگر در اثر عملکرد پهنه برشی باریکا به شدت دگرشکل شده‌اند.

مطالعه میانبارهای سیال بر روی نمونه‌های کوارتز (پهنه استرینگر) و باریت (کانسنگ چینه‌سان) در کانسار باریکا، حاکی از آن است که دمای همگن شدن سیالات کانه‌ساز در محدوده ۱۳۲ تا ۲۸۳ (به طور میانگین حدود ۱۸۵) درجه سانتی‌گراد و شوری آنها در محدوده ۱/۴ تا ۹/۶ درصد وزنی NaCl بوده است

که نزدیک به شوری آب دریا می‌باشد. مقادیر $\delta^{18}\text{O}$ برای نمونه‌های کوارتز از رگه‌های سیلیسی پهنه استرینگر در محدوده $4/3$ تا $6/3\%$ اندازه‌گیری شده است. مقادیر $\delta^{34}\text{S}$ برای کانه‌های سولفیدی موجود در بخش‌های مختلف کانسنگی (پیریت، اسفالریت و گالن)، تغییرات محدودی در دامنه $-0/8$ تا $5/6\%$ را نشان داده و در محدوده کانسارهای سولفیدی آتشفشان‌زاد کوروکو قرار می‌گیرد. همچنین این مقادیر از ترکیبات $\delta^{34}\text{S}$ نشاندهنده منشأ گرفتن گوگرد از سنگ‌های آندزیتی کم‌پایین می‌باشد. دماهای ایزوتوپی برای دوازده جفت کانه همزیست گالن - اسفالریت و گالن - پیریت در محدوده 146 تا 293 درجه سانتی‌گراد محاسبه شده که با دماهای حاصل از مطالعه میانبارهای سیال منطبق است.

فرایندهای دگرگونی و دگرشکلی اعمال شده بر روی کانسار باریکا، ساخت، بافت و کانی‌شناسی کانسنگ چینه‌سان اولیه، که در آن طلا به صورت غیر قابل رؤیت در داخل پیریت‌های فرامبوئیدال نهشته شده است، را تغییر داده و ساخت‌ها، بافت‌ها و سیماهای جدیدی از کانه‌زایی را ایجاد نموده است؛ عملکرد دگرگونی ناحیه‌ای بر بخش چینه‌سان کانسار، موجب تبلور پیریت‌های فرامبوئیدال و تشکیل پیریت‌های درشت بلور و همچنین تشکیل الکتروم در مرز دانه‌های پیریت دوباره متبلور شده، گردیده است. عملکرد پهنه‌برشی باریکا، دگرشکلی شدید کانسار و تحرک دوباره طلا و عناصر Ag, Pb, Sb, Hg و As از کانسنگ اولیه و نهشت دوباره آنها در فضاها حاصل از عملکرد دگرشکلی را موجب شده که نتیجه آن به تشکیل الکتروم‌های درشت دانه قابل مشاهده با چشم و کانه‌های سولفوسالتی با ترکیب پیچیده غنی از Ag, Pb, Sb, Hg و Pb در ریزشکستگی‌های موجود در کانسنگ چینه‌سان و نهایتاً افزایش بازیافت طلا در کانسار منجر شده است.

موقعیت کانی‌سازی‌های طلای کوهزایی در محدوده سقز - سردشت، که به دو زیر رده مزوزونال و ایپی‌زونال قابل تمایزند، توسط پهنه‌های برشی کنترل شده است. کانه‌زایی‌های طلای مزوزونال که کانسارهای قفلله، کرویان، قبغلوچه و رخداد‌های طلای گسنزان، حمزه‌قرنین و قره‌چر را شامل می‌شوند، در پهنه‌های برشی شکل‌پذیر - شکنا جایگیر شده و با کانه‌زایی پیریت، پیروتیت، آرسنوپیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، گالن، الکتروم و \pm مولیبدنیت همراهند. دگرشکلی کنترل‌کننده این نوع کانه‌زایی‌ها (D_{2a})، از نوع شکل‌پذیر - شکنا بوده و با دگرسانی‌های سیلیسی، کربناتی، سولفیدی و متاسوماتیسم پتاسیک همراهی می‌گردد.

بر اساس مطالعات ریزدماسنجی میانبارهای سیال، سیالات کانه‌ساز در کانسار قبغلوچه سیالاتی کم شور ($0/2$ تا $9/2$ معادل با درصد وزنی NaCl) با دمای همگن شدن 168 تا 376 درجه سانتی‌گراد بوده

است. مقادیر $\delta^{18}\text{O}$ برای نمونه‌های کوارتز از کانسنگ‌های طلا دار قبعلوجه در محدوده $4/8$ تا $7/5\%$ و مقادیر $\delta^{34}\text{S}$ برای پیریت‌های موجود در کانسنگ، تغییرات محدودی در دامنه $0/4$ تا $3/4\%$ را نشان داده‌اند. سن کانسنگ‌های طلا دار در این دسته از کانسارها به روش $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ، $59/2$ میلیون سال تعیین شده است که با دگرشکلی مرحله D_{2a} همزمان است.

کانه‌زایی‌های طلای اپی‌زونال که رخدادهای میرگه‌نقشینه، زاوه کوه و شوی را شامل می‌شوند، در پهنه‌های بُرشی شکنا و به صورت رگه و رگچه‌های سیلیسی کانهداری که واحدهای آتشفشانی - رسوبی دگرگون شده پرکامبرین و کرتاسه را قطع کرده‌اند، تمرکز یافته و با کانه‌زایی طلا (میرگه نقشینه)، آنتیموان - طلا (زاوه کوه) و سرب - روی - مس - طلا (شوی) همراه هستند. دمای همگن شدن میانبارهای سیال در رخداد طلای میرگه‌نقشینه در محدوده 162 تا 215 درجه سانتی‌گراد و شوری آنها $11/1$ تا $15/1$ معادل با درصد وزنی NaCl اندازه‌گیری شده است. مقدار $\delta^{18}\text{O}$ برای نمونه‌های کوارتز از کانسنگ‌های طلا دار میرگه‌نقشینه در محدوده $3/6$ تا $4/6\%$ و مقدار $\delta^{34}\text{S}$ برای استینیت‌های رگه‌های کانهدار زاوه کوه $2/1$ - $3/1\%$ اندازه‌گیری شده است.

مجموعه داده‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد که سیالات کانساز در کانسارها و رخدادهای طلای کوهزایی در منطقه سقز - سردشت، سیالات دگرگون‌زادی هستند که در موقعیت کانسارهای مزوزونال، احتمالاً با آبهای ماگمایی و در موقعیت کانسارهای اپی‌زونال با آبهای جوی اختلاط یافته و به صورت اپی‌ژنتیک در موقعیت‌های مناسب ساختاری، که همان پهنه‌های بُرشی و غسل‌ها هستند، نهشته شده‌اند. کانسارهای مزوزونال، از نظر ذخیره و عیار طلا، از اهمیت اقتصادی بالاتری نسبت به کانه‌زایی‌های اپی‌زونال برخوردارند.

مجموعه مطالعات انجام شده بر روی کانسارها و رخدادهای طلا در محدوده سقز - سردشت، نشاندهنده آن است که موقعیت تکتونیکی، دگرگونی، دگرشکلی و نوع آنها، ماهیت و نوع سنگ میزبان، دگرسانی گرمایی و بالاخره ماگماتیسم از عوامل کنترل کننده تشکیل و تمرکز کانه‌زایی طلا در این محدوده بوده‌اند.

کلمات کلیدی: کانسار سولفید توده‌ای غنی از طلای باریکا، کانسارهای طلای کوهزایی مزوزونال و اپی‌زونال، دگرشکلی، پهنه‌های بُرشی شکل‌پذیر و شکنا، سقز - سردشت، سنندج - سیرجان.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

| عنوان | صفحه |
|---|------|
| ۱-۱ مقدمه | ۲ |
| ۲-۱ طرح مسئله و اهداف تحقیق | ۳ |
| ۳-۱ روش تحقیق | ۸ |
| ۱-۳-۱ گردآوری داده‌ها | ۹ |
| ۲-۳-۱ مطالعات صحرائی | ۹ |
| ۳-۳-۱ مطالعات آزمایشگاهی و دستگاهی | ۱۲ |
| ۴-۳-۱ جمع بندی، تلفیق داده‌ها، ارائه مقالات و نگارش رساله | ۱۶ |
| ۴-۱ مطالعات قبلی | ۱۶ |
| ۵-۱ موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی | ۲۱ |
| ۶-۱ اقتصاد ذخایر طلا | ۲۲ |

فصل دوم: زمین شناسی ناحیه‌ای

| | |
|--|----|
| ۱-۲ مقدمه | ۲۸ |
| ۲-۲ مروری بر ویژگی‌های پهنه سنندج - سیرجان و جایگاه ژئودینامیکی آن | ۲۸ |
| ۳-۲ تاریخچه و مراحل تکوین پهنه سنندج - سیرجان | ۳۰ |
| ۴-۲ زمین‌شناسی منطقه سقز - سردشت | ۳۵ |
| ۱-۴-۲ چینه‌شناسی | ۳۶ |
| ۱-۱-۴-۲ پرکامبرین | ۳۶ |
| ۲-۱-۴-۲ پالئوزوئیک | ۴۰ |
| ۳-۱-۴-۲ مزوزوئیک | ۴۰ |
| ۱-۳-۱-۴-۲ ژوراسیک | ۴۰ |
| ۲-۳-۱-۴-۲ کرتاسه | ۴۱ |

| | |
|----|--|
| ۴۴ | ۴-۱-۴-۲ ترشیری |
| ۴۵ | ۲-۴-۲ افیولیت و آمیزه رنگین (واحد Om) |
| ۴۵ | ۳-۴-۲ ماگماتیسیم |
| ۴۷ | ۴-۴-۲ دگرگونی |
| ۴۹ | ۵-۴-۲ دگرشکلی |
| ۵۰ | - چین‌ها |
| ۵۰ | - گسل‌ها و پهنه‌های بُرشی |
| ۵۱ | ۵-۲ پتانسیل‌های معدنی در منطقه سقز - سردشت |

فصل سوم: زمین شناسی محدوده‌های معدنی

| | |
|-----|---|
| ۵۵ | ۱-۳ مقدمه |
| ۵۵ | ۲-۳ زمین‌شناسی محدوده کانسار باریکا |
| ۵۵ | ۱-۲-۳ چینه‌شناسی |
| ۷۱ | ۲-۲-۳ توده‌های نفوذی |
| ۷۳ | ۳-۳ زمین‌شناسی محدوده کانسارهای قلقله، کرویان و قبغلوچه |
| ۷۳ | ۱-۳-۳ چینه‌شناسی |
| ۸۳ | ۲-۳-۳ توده‌های نفوذی |
| ۸۷ | ۴-۳ زمین‌شناسی محدوده رخداد طلای میرگه‌نقشینه |
| ۹۲ | ۵-۳ زمین‌شناسی محدوده رخداد طلای زاوه‌کوه |
| ۹۴ | ۶-۳ زمین‌شناسی محدوده رخداد طلای گسنزان |
| ۹۶ | ۷-۳ زمین‌شناسی محدوده رخداد سرب- روی - مس (و طلا - نقره) شوی |
| ۹۷ | ۸-۳ زمین‌شناسی محدوده رخداد طلای حمزه‌قرنین |
| ۱۰۰ | ۹-۳ زمین‌شناسی محدوده رخداد طلای قره‌چر |
| ۱۰۱ | ۱۰-۳ دگرگونی و دگرشکلی و نحوه عملکرد آنها در محدوده‌های معدنی |
| ۱۰۱ | ۱-۱۰-۳ کانسار طلای باریکا |

- ۱۱۰..... ۲-۱۰-۳ کانسارهای طلای قلقله، قبغلوچه و کرویان
- ۱۲۲..... ۳-۱۰-۳ رخدادهای طلای میرگه‌نقشینه و زاوه‌کوه
- ۱۳۰..... ۴-۱۰-۳ رخداد طلای قره‌چَر
- ۱۳۱..... ۵-۱۰-۳ رخداد طلای حمزه‌قرنین

فصل چهارم: کانسارها و رخدادهای معدنی (کانه‌زایی و دگرسانی)

- ۱۳۳..... ۱-۴ مقدمه
- ۱۳۳..... ۲-۴ کانسار باریکا
- ۱۳۴..... ۱-۲-۴ سنگ میزبان، شکل، ابعاد و عیار ماده معدنی
- ۱۳۶..... الف) کانسنگ چینه‌سان
- ۱۴۰..... ب) کانسنگ رگه‌ای (پهنه استرینگر)
- ۱۴۳..... ۲-۲-۴ دگرسانی
- ۱۴۷..... ۳-۴ کانسارهای طلای قلقله، قبغلوچه و کرویان
- ۱۴۷..... ۱-۳-۴ سنگ میزبان، شکل، ابعاد و عیار ماده معدنی
- ۱۴۸..... ۲-۳-۴ دگرسانی
- ۱۵۰..... ۱-۲-۳-۴ دگرسانی در محدوده قبغلوچه
- ۱۵۰..... الف) دگرسانی در واحد شیست میلونیتی
- ۱۵۰..... - دگرسانی کلریت - موسکویت - کربنات
- ۱۵۰..... - دگرسانی کوارتز - کربنات - بیوتیت - سولفید
- ۱۵۴..... - دگرسانی سرسیتی
- ۱۵۴..... - دگرسانی کلریتی
- ۱۵۶..... ب) دگرسانی در سنگ میزبان گرانیتوئیدی
- ۱۵۷..... - دگرسانی کوارتز - فلدسپار - کربنات - سولفید (\pm موسکویت \pm بیوتیت)
- ۱۵۸..... - دگرسانی سرسیتی
- ۱۶۱..... ۴-۴ رخداد طلای حمزه‌قرنین
- ۱۶۱..... ۱-۴-۴ سنگ میزبان، شکل، ابعاد و عیار ماده معدنی

- ۱۶۳..... ۲-۴-۴ دگرسانی
- ۱۶۳..... ۵-۴ رخداد طلای قره چَر
- ۱۶۳..... ۱-۵-۴ سنگ میزبان، شکل، ابعاد و عیار ماده معدنی
- ۱۶۴..... ۲-۵-۴ دگرسانی
- ۱۶۵..... ۶-۴ رخداد طلای گسنزان
- ۱۶۵..... الف) کانه‌زایی طلا در سنگ میزبان آهکی
- ۱۶۵..... ب) کانه‌زایی طلا در کلریت شیست‌های میلونیتی شده
- ۱۶۵..... ج) کانه‌زایی طلا در سنگ‌های گرانیتیوئیدی دگرسان شده
- ۱۶۷..... ۷-۴ رخداد طلای میرگه‌نقشینه
- ۱۶۸..... ۱-۷-۴ سنگ میزبان، شکل، ابعاد و عیار ماده معدنی
- ۱۷۰..... ۲-۷-۴ دگرسانی
- ۱۷۲..... ۸-۴ رخداد طلای زاوه کوه
- ۱۷۳..... ۱-۸-۴ سنگ میزبان، شکل، ابعاد و عیار ماده معدنی
- ۱۷۳..... ۲-۸-۴ دگرسانی
- ۱۷۵..... ۹-۴ رخداد سرب - روی - مس (و طلا - نقره) شوی

فصل پنجم: کانی‌شناسی، ساخت، بافت، توالی پاراژنزی و شیمی کانه‌ها

- ۱۷۷..... ۱-۵ مقدمه
- ۱۷۷..... ۲-۵ کانسار باریکا
- ۱۷۸..... ۱-۲-۵ ساخت، بافت و کانی‌شناسی کانسنگ چینه‌سان
- ۱۷۸..... ۱-۱-۲-۵ مرحله همزمان با نهشت کانسنگ
- ۱۸۱..... ۲-۱-۲-۵ مرحله دگرگونی (ناحیه‌ای)
- ۱۸۱..... ۳-۱-۲-۵ مرحله دگرشکلی
- ۱۹۰..... ۴-۱-۲-۵ مرحله هوازگی
- ۱۹۱..... ۲-۲-۵ ساخت، بافت و کانی‌شناسی در بخش کانسنگ رگه‌ای (پهنه استرینگر)

| | |
|----------|---|
| ۱۹۸..... | ۳-۲-۵ کانی‌شناسی و شیمی کانه‌ها |
| ۲۰۴..... | ۳-۵ کانسار قبغلوچه |
| ۲۰۴..... | ۱-۳-۵ ساخت، بافت و کانی‌شناسی در سنگ میزبان شیستی |
| ۲۱۳..... | ۲-۳-۵ ساخت، بافت و کانی‌شناسی در سنگ میزبان گرانیتوئیدی |
| ۲۱۵..... | ۳-۳-۵ کانی‌شناسی و شیمی کانه‌ها |
| ۲۲۰..... | ۴-۵ کانسار قفله |
| ۲۲۶..... | ۵-۵ کانسار کرویان |
| ۲۲۷..... | ۶-۵ رخداد طلای حمزه‌قرنین |
| ۲۲۸..... | ۷-۵ رخداد طلای قره‌چر |
| ۲۲۸..... | ۸-۵ رخداد طلای گسنزان |
| ۲۲۸..... | ۹-۵ رخداد طلای میرگه‌نقشینه |
| ۲۳۴..... | ۱۰-۵ رخداد آنتیموان - طلای زاوه‌کوه |
| ۲۳۶..... | ۱۱-۵ رخداد سرب - روی - مس (و طلا - نقره) شوی |

فصل ششم: مطالعات ژئوشیمیایی

| | |
|----------|--|
| ۲۳۹..... | ۱-۶ مقدمه |
| ۲۴۱..... | ۲-۶ روش مطالعه |
| ۲۴۲..... | ۳-۶ مطالعات ژئوشیمیایی در کانسار طلای باریکا |
| ۲۴۳..... | ۱-۳-۶ طبقه‌بندی و تعیین سری ماگمایی سنگ‌های آتشفشانی محدوده کانسار |
| ۲۴۳..... | ۲-۳-۶ محیط تکتونیک و پتروژنز سنگ‌های آتشفشانی محدوده کانسار |
| ۲۴۶..... | ۳-۳-۶ ژئوسیمی عناصر کانه‌ساز در کانسار باریکا |
| ۲۴۶..... | ۱-۳-۳-۶ ژئوسیمی بخش کانسنگ چینه‌سان |
| ۲۴۹..... | ۲-۳-۳-۶ ژئوسیمی بخش استوک‌ورک (رگه‌های سیلیسی پهنه استرینگر) |
| ۲۵۳..... | ۴-۳-۶ مقادیر و نسبت‌های فلزات پایه، گرانبها و کمیاب در کانسار باریکا |

- ۲۵۳..... نسبت Au/Ag -
- ۲۵۴..... نسبت Cu/Zn -
- ۲۵۵..... نسبت روی $100Zn/(Zn+Pb)$ -
- ۲۵۷..... ژئوشیمی عناصر کمیاب -
- ۲۵۷..... ۵-۳-۶ زون‌بندی کانی‌شناسی و عنصری کانسار
- ۲۵۷..... الف) زون‌بندی کانی‌شناسی و عنصری در بخش کانسنگ چینه‌سان
- ۲۵۸..... ب) زون‌بندی کانی‌شناسی و عنصری در بخش رگه‌های سیلیسی پهنه استرینگر
- ۲۵۸..... ۴-۶ مطالعات ژئوشیمیایی در کانسارهای طلای قبغلوچه، ققله و کرویان
- ۲۵۸..... ۱-۴-۶ کانسار طلای قبغلوچه
- ۲۵۹..... ۱-۱-۴-۶ فراوانی طلا و عناصر همراه
- ۲۵۹..... ۲-۱-۴-۶ توزیع و همبستگی طلا و عناصر همراه
- ۲۶۱..... ۲-۴-۶ کانسار طلای ققله
- ۲۶۴..... ۱-۲-۴-۶ فراوانی طلا و عناصر همراه
- ۲۶۴..... ۲-۲-۴-۶ توزیع و همبستگی طلا و عناصر همراه
- ۲۶۷..... ۳-۴-۶ کانسار طلای کرویان
- ۲۶۷..... ۱-۳-۴-۶ فراوانی طلا و عناصر همراه
- ۲۶۷..... ۲-۳-۴-۶ توزیع و همبستگی طلا و عناصر همراه
- ۲۷۰..... ۵-۶ مطالعات ژئوشیمیایی در رخداد طلای حمزه‌قرنین
- ۲۷۰..... ۱-۵-۶ فراوانی طلا و عناصر همراه
- ۲۷۰..... ۲-۵-۶ توزیع و همبستگی طلا و عناصر همراه
- ۲۷۳..... ۶-۶ مطالعات ژئوشیمیایی در رخداد طلای میرگه‌نقشینه
- ۲۷۳..... ۱-۶-۶ فراوانی طلا و عناصر همراه
- ۲۷۳..... ۲-۶-۶ توزیع و همبستگی طلا و عناصر همراه
- ۲۷۵..... ۷-۶ مطالعات ژئوشیمیایی در رخداد طلای زاوه‌کوه
- ۲۷۵..... ۱-۷-۶ فراوانی طلا و عناصر همراه

- ۲۷۷..... ۶-۶-۲ توزیع و همبستگی طلا و عناصر همراه
- ۲۷۸..... ۶-۸ مطالعات ژئوشیمیایی در رخداد طلای قره‌چَر
- ۲۸۰..... ۶-۸-۱ فراوانی طلا و عناصر همراه
- ۲۸۰..... ۶-۸-۲ توزیع و همبستگی طلا و عناصر همراه
- ۲۸۱..... ۶-۹ مطالعات ژئوشیمیایی در رخداد طلای کسنزان
- ۲۸۱..... ۶-۱۰ مطالعات ژئوشیمیایی در رخداد رخداد سرب - روی - مس (و طلا - نقره) شوی
- ۲۸۳..... ۶-۱۱ خلاصه و جمع بندی

فصل هفتم : مطالعات میانبارهای سیال

- ۲۸۶..... ۷-۱ مقدمه
- ۲۸۶..... ۷-۲ روش مطالعه
- ۲۸۷..... ۷-۳ پتروگرافی میانبارهای سیال
- ۲۸۹..... ۶-۴ مطالعات ریز دماسنجی میانبارهای سیال در کانسار باریکا
- ۲۸۹..... ۷-۴-۱ انتخاب نمونه‌ها و روش مطالعه
- ۲۹۰..... ۷-۴-۲ پتروگرافی میانبارهای سیال
- ۲۹۰..... ۷-۴-۲-۱ میانبارهای سیال در نمونه‌های کوارتز (پهنه استرینگر)
- ۲۹۰..... ۷-۴-۲-۲ میانبارهای سیال در باریت (بخش چینه‌سان)
- ۲۹۱..... ۷-۴-۳ ریزدماسنجی میانبارهای سیال
- ۲۹۱..... ۷-۴-۳-۱ دماهای همگن شدن
- ۲۹۲..... ۷-۴-۳-۲ شوری
- ۲۹۳..... ۷-۴-۳-۳ نتایج مطالعات ریز دماسنجی میانبارهای سیال
- ۲۹۶..... ۷-۵ مطالعات ریز دماسنجی میانبارهای سیال در کانسار قبغلوچه
- ۲۹۶..... ۷-۵-۱ انتخاب نمونه‌ها و روش مطالعه
- ۲۹۷..... ۷-۵-۲ پتروگرافی میانبارهای سیال
- ۲۹۹..... ۷-۵-۳ ریزدماسنجی میانبارهای سیال

- ۲۹۹..... ۱-۳-۵-۷ دماهای همگن شدن
- ۳۰۱..... ۲-۳-۵-۷ شوری
- ۳۰۱..... ۳-۳-۵-۷ نتایج مطالعات ریز دماسنجی میانبارهای سیال
- ۳۰۴..... ۶-۷ مطالعات ریز دماسنجی میانبارهای سیال در رخدادهای میرگه‌نقشینه
- ۳۰۴..... ۱-۶-۷ انتخاب نمونه
- ۳۰۴..... ۲-۶-۷ پتروگرافی میانبارهای سیال
- ۳۰۶..... ۳-۶-۷ ریزدماسنجی میانبارهای سیال
- ۳۰۶..... ۱-۳-۶-۷ دماهای همگن شدن
- ۳۰۶..... ۲-۳-۶-۷ شوری
- ۳۰۷..... ۳-۳-۶-۷ نتایج مطالعات ریز دماسنجی میانبارهای سیال

فصل هشتم: ایزوتوپ‌های پایدار و رادیوژنیک

- ۳۱۲..... ۱-۸ مطالعات ایزوتوپ‌های پایدار
- ۳۱۲..... ۱-۱-۸ مقدمه
- ۳۱۲..... ۲-۱-۸ آماده‌سازی نمونه‌ها و روش مطالعه
- ۳۱۳..... ۱-۲-۱-۸ مطالعات ایزوتوپی گوگرد
- ۳۱۴..... ۲-۲-۱-۸ مطالعات ایزوتوپی اکسیژن
- ۳۱۵..... ۳-۱-۸ مطالعه ایزوتوپ‌های پایدار در کانسار باریکا
- ۳۲۱..... ۴-۱-۸ دماسنجی ایزوتوپی
- ۳۲۱..... ۱-۴-۱-۸ مقدمه
- ۳۲۱..... ۲-۴-۱-۸ کانی‌های مناسب برای دماسنجی ایزوتوپ گوگرد
- ۳۲۲..... ۳-۴-۱-۸ دماسنجی ایزوتوپی در کانسار باریکا
- ۳۲۳..... ۵-۱-۸ مطالعه ایزوتوپ‌های پایدار در کانسار قبغلوچه
- ۳۲۹..... ۶-۱-۸ مطالعه ایزوتوپ‌های پایدار در رخدادهای میرگه‌نقشینه
- ۳۳۰..... ۷-۱-۸ مطالعه ایزوتوپ‌های پایدار در رخدادهای طلا - آنتیموان زاوه‌کوه