



تحلیل هندسی و جنبشی رگه های آراگونیتی در معدن انگوران

مرضیه مرتاض^۱، رضا نوزعیم*^۲، شجاع الدین نیرومند^۳، علی کنعانیان^۴، مهدی بهیاری^۵ محمد امینی^۶

^۱ کارشناسی ارشد دانشگاه تهران mortazmarzie@gmail.com

^۲ استادیار دانشگاه تهران nozaem@ut.ac.ir

^۳ دانشیار دانشگاه تهران niroomand@ut.ac.ir

^۴ استاد دانشگاه تهران kananian@ut.ac.ir

^۵ استادیار دانشگاه ارومیه m.behyari@urmia.ac.ir

^۶ دانشجوی دکتری دانشگاه تهران mohammad_amin720@yahoo.com

چکیده

پژوهش انجام شده درباره ی محدوده معدنی سرب و روی انگوران در استان زنجان واقع شده است. این محدوده یکی از مهمترین منابع معدنی و اقتصادی کشور است و در قسمت شمال غربی زون دگرگونی سنندج-سیرجان قرار دارد. ذخایر سرب و روی جهان عمدتاً از نوع کانسارهای غیرسولفیدی هستند و بخش اصلی ذخیره معدن انگوران هم غیرسولفیدی است. کانسار انگوران عمدتاً از سنگ های کرباته تشکیل یافته است، کانی شناسی بخش کربناته بسیار متنوع است و اسمیت زونیت، همی مورفیت و سروزیت از مهمترین کانی های این بخش هستند که اسمیت زونیت فراوانترین کانی روی و سروزیت مهمترین کانی سرب این معدن می باشد. علاوه بر بخش کربناته کانی های شایسته، کوارتز، کلسیت، اکسیدهای آهن و کانی های رسی مهمترین باطله های معدن را تشکیل می دهند. بیشترین پیشینه مطالعات انجام شده در این منطقه مربوط به بخش اقتصادی و کانی شناسی منطقه است و در این محدوده تاکنون درباره ی ساختار معدن و ارتباط آن با کانی زایی مطالعه ریشه ای صورت نگرفته است. براین اساس ما به دنبال یافتن پاسخ به پرسش ساختار منطقه و ارتباط ساختار با کانی شناسی منطقه هستیم. در محدوده ی پیت معدن انگوران رگه های فراوان کلسیتی و آراگونیتی (با عیار اندک سرب و روی) شناسایی و اندازه گیری شده اند که با راستای شمال شرقی-جنوب غربی نسبت به گسل اصلی معدن که دارای حرکت راستگرد با مولفه ی نرمال است، تشکیل شده اند. روند غالب رگه های داخل پیت معدن طبق رز دیاگرام رسم شده، شمال شرق-جنوب غربی است، براساس نمودار کنتور دیاگرام قطب رسم شده برای تمامی رگه های اندازه گیری شده در داخل پیت معدن انگوران برای رگه ها در قسمت شمال غربی با حداکثر زاویه ۳۸ درجه به دست آمده است.

واژه های کلیدی: معدن انگوران، ماده معدنی، رگه، گسل.



مقدمه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش در پهنه سنندج-سیرجان قرار گرفته است. از نظر محققان قدیمی‌ترین مجموعه سنگ در پهنه سنندج-سیرجان، سنگ‌های الترامافیک-گابرویی با سن پرکامبرین است. معدن انگوران در استان زنجان قرار گرفته است، وضعیت زمین‌شناسی استان زنجان به گونه‌ای است که شرایط مناسبی را از لحاظ کانی‌سازی و تشکیل مواد معدنی ایجاد نموده و این امر باعث شده تا این استان از لحاظ وجود معادن دارای پتانسیل مطلوبی باشد. محدوده انگوران از نظر ریخت‌شناسی قسمتی از ارتفاعات قره بلاغ یا تخت سلیمان است که بین شهرستان‌های ماهنشان و بیجار مشترک است. کوه بلقیس با ارتفاع ۳۳۳۲ متر در فاصله حدود ۱۰ کیلومتری غرب معدن انگوران به عنوان بلندترین قله منطقه قرار دارد. کانسار انگوران بیش از صدها سال است که به عنوان معدن فعال بوده و میلیون‌ها تن ماده معدنی تاکنون از آن استخراج شده است، و همچنان در زمره معادن فعال کشور قرار دارد و بزرگترین معدن سرب و روی کشور می‌باشد. اولین مطالعات زمین‌شناسی این کانسار در سال ۱۹۶۰ توسط بورنل انجام شده است. در آغاز این کانسار بیشتر به عنوان کانسار سرب معرفی شده بود ولی با ادامه مطالعات و حفاری در عمق نمایان شد که این کانسار بیشتر از نوع روی می‌باشد. در حال حاضر معدن انگوران در دو بخش روباز (Open pit) و زیر زمینی (Underground) در حال استخراج مواد معدنی می‌باشد. در حال حاضر الگوهای متعددی برای تشکیل کانسار انگوران بیان شده است که بیشتر آنها براساس خواستگاه و شرایط تشکیل کانسار رده‌بندی شده‌اند، که درباره‌ی رد و یا پذیرش آنها محققان و زمین‌شناسان به اتفاق نظر واحد نرسیده‌اند و هنوز درباره‌ی این تقسیم‌بندی‌ها بحث وجود دارد. رده‌بندی‌های جدیدی نیز پیشنهاد شده است که براساس سنگ درونگیر و محیط تکتونیکی است، البته باید حالت بینابین را هم در نظر گرفت. با این وجود تاثیر فرآیندهای ثانویه دگرگونی، هوازدگی، فرسایش و فعالیت‌های ساختاری، تعیین الگوی تشکیل این کانسار و نوع کانه‌زایی آن به مطالعات تکمیلی در منطقه مورد مطالعه نیاز دارد. گسل‌ها از مهمترین ساختارهای سطح زمین و زیرزمین است. حضور گسل در یک منطقه نشان می‌دهد که زمانی در گذشته، در طول آن جابه‌جایی رخ داده است. در بازدید صحرایی از محدوده مورد مطالعه تعدادی گسل برداشت شده و سپس با رسم نمودار رز دیاگرام از گسل‌ها متوجه می‌شویم روند بیشتر گسل‌های منطقه شمال شرقی-جنوب غربی و تعدادی از گسل‌ها دارای روند شمال غربی-جنوب شرقی هستند [4].

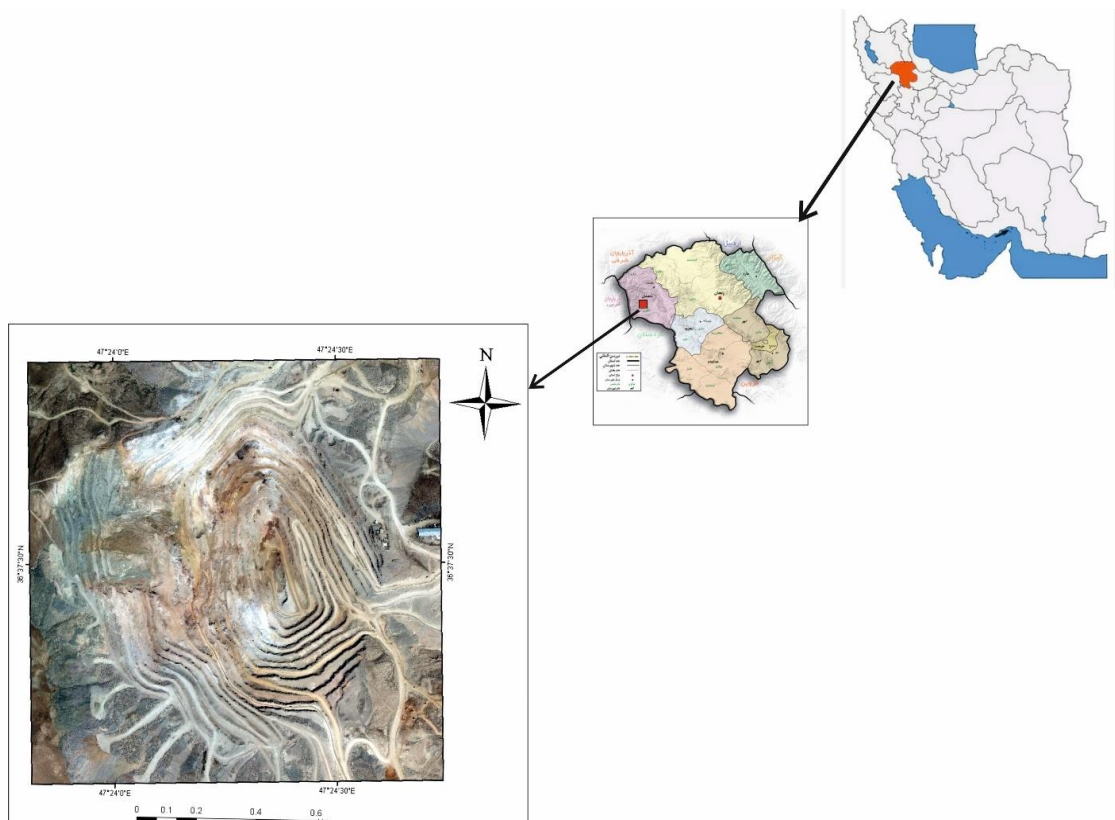
براساس مطالعات انجام شده و با توجه به شواهد دگرشکلی بر روی شیست‌های منطقه مورد مطالعه، دو مرحله دگرشکلی تشخیص داده شده است که همزمان با این دگرگونی‌ها دو نسل برگوارگی هم اتفاق افتاده است.

واحد سنگی مهم دیگر در معدن انگوران که بر روی شیست‌ها قرار می‌گیرد واحد آهکی-مرمری جانگوتاران می‌باشد. که چهره خشن و صخره‌ساز معدن مربوط به این واحد است. کانسار سرب و روی انگوران در همبری شیست‌ها و واحد مرمری جانگوتاران و همچنین گسل-های اصلی منطقه تشکیل شده است. در ادامه با بررسی ویژگی‌های سنگ‌شناسی و ساختاری برداشت شده در معدن انگوران سعی در ارائه الگوی ساختاری و ارتباط کانی‌زایی با واحدهای سنگی و ساختارها شده است.



موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی عمومی

معدن انگوران در استان زنجان و شهرستان ماهنشان قرار گرفته است (شکل ۱). از نظر ذخایر و تنوع مواد معدنی استان زنجان از غنی ترین استان های کشور محسوب می گردد. نام معدن انگوران از قرارگیری آن در بخش انگوران به مرکزیت شهر دندی گرفته شده است. برای این منطقه تاکنون فقط یک نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ (تکاب) و یک نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ (تخت سلیمان با شماره ۵۴۶۳) [1] توسط سازمان زمین شناسی کشور تهیه شده است و تاکنون نقشه متوسط مقیاسی از منطقه تهیه نشده است.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه ایران و تصویر ماهواره ای پیت معدن انگوران.

ماده معدنی در بخش مرکزی و هسته تاقدیس برگشته انگوران و در افق چینه شناسی بین شیست ها و مرمر جانگوتاران قرار گرفته است و برگشتگی این ساختمان نیز به حرکات آلپ پایانی نسبت داده شده است. حرکات راستالغزی گسل ها موجب شکل گیری خمش های محدود و چین های مرتبط با گسل ها (Fault related folds) گردیده است. ساختارهای موجود در منطقه را در دو دسته ساختارهای شکننا (Brittle) و ساختارهای شکل پذیر (Ductile) می توان دسته بندی نمود.

تغییرات شیب لایه بندی ها بیشتر مرتبط با عملکرد گسل ها اتفاق افتاده است. گسل های نرمال موجب افزایش موضعی شیب لایه بندی ها در داخل واحدهای سنگی سنوزوئیک شده اند. همچنین مؤلفه راستالغزی و شیب لغزی گسل های راستالغز و شیب لغز موجب چرخش محلی و یا تغییر شیب لایه بندی ها و تشکیل چین های کوچک شده اند.

محدوده معدنی انگوران در بر دارنده مجموعه ای از واحدهای سنگ چینه ای با پروتولیت پرکامبرین - کامبرین (دگرگون شده) و واحدهای سنگ چینه ای الیگومیوسن است که به نظر میرسد نبود چینه شناختی بزرگ بین کامبرین تا الیگومیوسن در محدوده مورد مطالعه حاصل فرآیندهای ساختاری است که موجب بالآمدن واحدهای دگرگونه با پروتولیت پرکامبرین - کامبرین در کنار واحدهای



سنگ چینه ای الیگومیوسن شده است. اگرچه در منابع مختلف واحد مرمر جانگوتاران را در فرادیواره ماده معدنی و شیست ها را در فرودیواره ماده معدنی انگوران معرفی نموده اند اما بررسی های دقیق تر نشان می دهد که بیشتر کانی سازی در پهنه گسل در داخل این واحد متمرکز شده است [2]. همبری این واحد با شیست هایی که به عنوان فرو دیواره ماده معدنی معرفی شده بودند به طور کلی، در سمت شمال و جنوب پیت گسل است. در همبری شمالی آنها کانی سازی متمرکز شده است اما در همبری جنوبی کانی سازی دیده نمی شود. در مطالعه تفصیلی مرمر جانگوتاران در پله های پیت معدنی انواع پدیده های ساختاری و کارستی و ارتباط آنها قابل تشخیص است. کانسار روی و سرب انگوران در میان فرادیواره های از مرمر و فرودیواره ای متشکل از شیست تشکیل شده است (شکل ۳). بر روی میکاشیست ها و الترامافیک های دگرگون شده یک واحد ستر از آهک و دولومیت دگرگون شده (مرمری) به رنگ خاکستری تیره با لایه-بندی متوسط تا ضخیم به ضخامت حدود ۵ تا ۳۰۰ متر قرار می گیرد که ارتفاعاتی را در بخش میانی منطقه به خود اختصاص داده است این واحد به نام مرمر جانگوتاران نامگذاری شده است که بخش فرادیواره را تشکیل می دهد. [3]

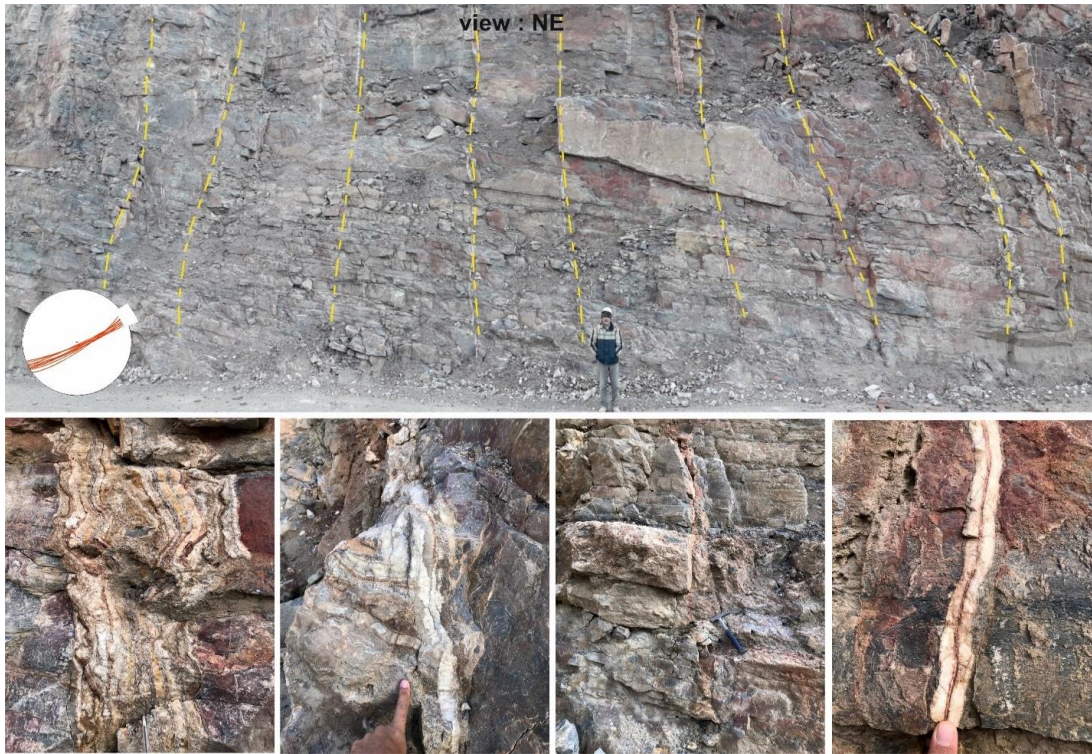
مطالعات کانی شناسی صورت گرفته در منطقه نشان می دهد که مهم ترین مجموعه کانی های تشکیل شده در کانسار سرب و روی انگوران به دو گروه سولفیدی و غیر سولفیدی (کانی های اکسیدی و کربناته) تقسیم می شوند و طی دو مرحله هیپوژن و سوپرژن تشکیل شده اند. کانسارهای سوپرژن از کانسارهای غیر سولفیدی هیپوژن و کانسارهای سولفیدی به وجود می آیند. [4]



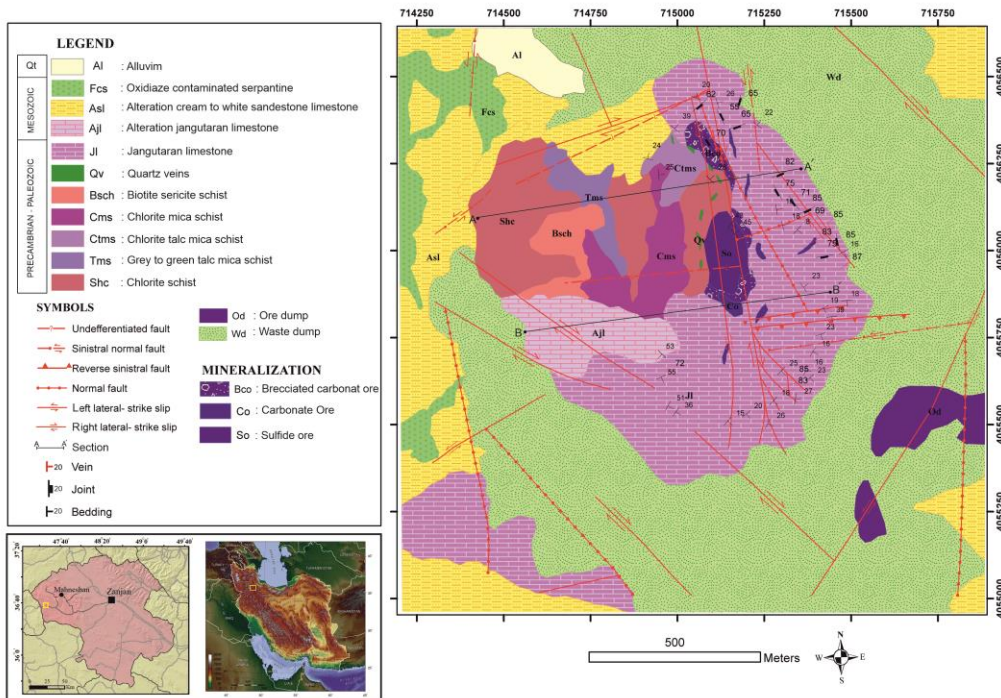
شکل ۲. نمایی از قسمت شیست و میکاشیست در معدن انگوران و مرز بین شیست ها و کربنات های پیت معدن انگوران.

برداشت های صحرایی

انواع مختلفی از رگه ها همراه با نهشته های معدنی در بازدید صحرایی از داخل پیت معدن انگوران برداشت شده است. انواع رگه ها تحت تاثیر مکانیسم ها و ساختارهای متفاوتی ایجاد می شوند. رگه ها تحت تاثیر مکانیسم های مختلفی نظیر برشی، کششی و کششی-برشی شکل می گیرند. رگه ها (vein) زمانی شکل می گیرند که مواد تشکیل دهنده کانی ها، توسط یک محلول آبی حمل شده و در درز و شکاف و شکستگی های سنگ ها ته نشین شوند (شکل ۳). رگه ها می توانند به صورت منظم یا نامنظم باشند. در مطالعه رگه ها باید دقت کافی داشته باشیم تا آنها را با دایک ها اشتباه نگیریم، رگه به این گونه است که یک یا چند کانی شاخص در داخل شکستگی ها تزریق میشوند مثال بارز آن رگه های کوارتز، رگه های کلسیت و... ولی دایک ها همیشه خواستگاه ماگمایی دارند مثل دایک بازالتی، دایک دیوریتی. رگه ها از دیدگاه اکتشافی بسیار بارز هستند به ویژه رگه هایی که در آنها کانی سازی رخ میدهد، قطب رگه ها به ما جهت کشش را نشان می دهد.



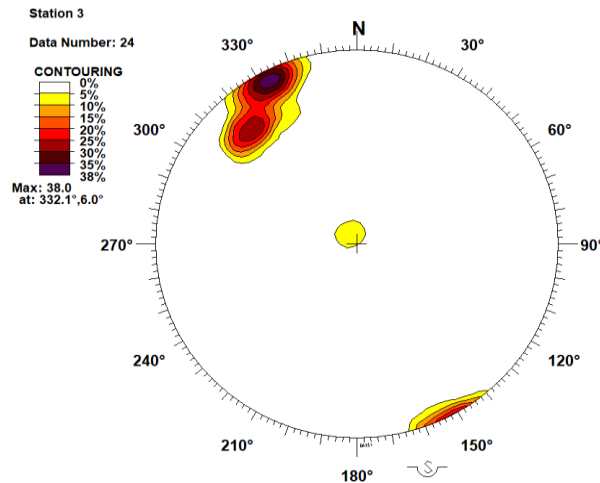
شکل ۳. نمونه‌ای از رگه‌های برداشت شده از یک ایستگاه در پیت معدن انگوران.



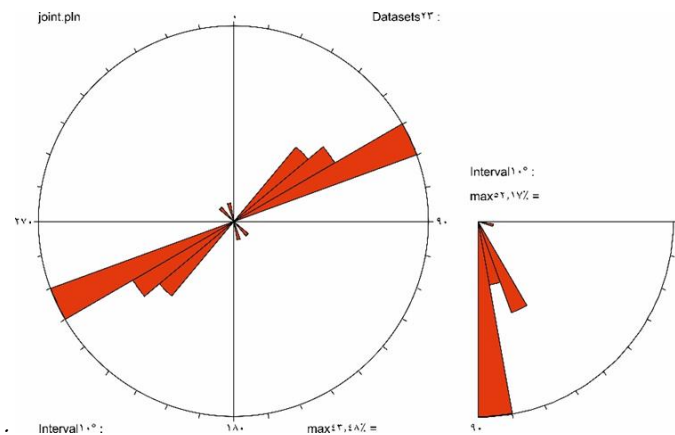
شکل ۴. نقشه تهیه شده از پیت معدن انگوران همراه با ساختارهای اندازه گیری شده.



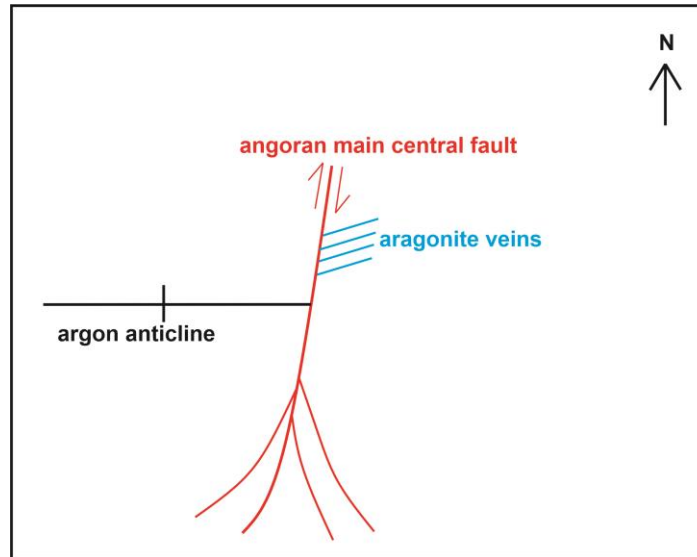
در مطالعه انجام شده در داخل پیت معدن انگوران در حدود ۲۳ رگه برداشت شده است که بیشتر آنها رگه کلسیتی و آراگونیتی است که دارای مقدار اندکی ماده معدنی سرب و روی با عیار اندک برداشت شده است. روند غالب رگه‌های داخل پیت معدن طبق رز دیاگرام (شکل ۵) رسم شده، شمال شرق-جنوب غربی است و مقدار خیلی اندکی از داده‌های رگه‌ها، در قسمت شمال غربی-جنوب شرقی است که بر اثر حرکت راستگرد گسل شمالی-جنوبی معدن انگوران که گسل اصلی معدن است به وجود آمده‌اند. براساس نمودار کنتور دیاگرام قطب شده برای تمامی رگه‌های اندازه‌گیری شده در داخل پیت معدن انگوران (شکل ۶) در قسمت شمال غربی با حداکثر زاویه ۳۸ درجه به دست آمده است.



شکل ۵. کنتور دیاگرام رسم شده برای تمامی رگه‌های برداشت شده از معدن انگوران.



شکل ۶. نمودار گل سرخی رسم شده برای تمامی رگه‌ها.



شکل ۷. مدل شماتیک ساده شده (بدون مقیاس) از وضعیت گسل اصلی و رگه‌های آراگونیتی در تاق‌دیس آرگون.

نتیجه‌گیری

معدن سرب و روی انگوران در زون دگرگونی سنندج سیرجان قرار دارد که از واحدهای سنگی شیست‌ها و آهک‌های جانگوتاران تشکیل شده است. در داخل پیت معدن یک گسل اصلی بزرگ شمالی جنوبی راستگرد با مولفه ی شمال وجود دارد که در قسمت جنوبی معدن به چند شاخه منشعب شده است. بیشتر رگه‌های برداشت شده از پیت معدن، رگه کلسیتی و آراگونیتی است که دارای مقدار اندکی ماده معدنی سرب و روی با عیار اندک است. روند غالب رگه‌های داخل پیت معدن طبق رز دیاگرام شمال شرق-جنوب غربی است و مقدار خیلی اندکی از داده‌های رگه‌ها، در قسمت شمال غربی-جنوب شرقی است که بر اثر حرکت راستگرد گسل شمالی-جنوبی معدن انگوران که گسل اصلی معدن است به وجود آمده‌اند.



منابع

- [1] باباخانی، ع.ر.، قلمقاش، ج.، ۱۳۷۷. نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ تخت سلیمان. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [2] بیرالوند، م.، محجل، م.، قاسمی، م.ر.، بالاتو، پ.، معدنی پور س.، ۱۳۹۵، فرگشت زمانی فضایی مجموعه تکاب، پایان نامه دوره دکتری زمین‌شناسی، گرایش تکتونیک، دانشگاه تربیت مدرس.
- [3] شرکت معدن زمین (مشاور)، شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران (کارفرما)، ۱۳۹۱، گزارش زمین‌شناسی معدن سرب وروی انگوران.
- [4] مرتاض، م.، نوزعیم، ر.، نیرومند، ش.، کنعانیان، ع.، بهیاری، م.، ۱۴۰۲، نقش عناصر ساختاری بر فلزایی معدن انگوران، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد زمین‌شناسی، گرایش تکتونیک، دانشگاه تهران.
- [5] فنودی، م.، حریری، ع.، باباخانی، ع.، ۱۳۷۹، نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰.۰۰۰ تکاب، سازمان زمین‌شناسی کشور.

- [5] Hitzman MW, Beatty DW (1996) The Irish Zn-Pb-(Ba) orefield. In: Carbonate-hosted lead-zinc deposits: Society of Economic Geologists Special Publication. pp 112–143.
- [6] Hodgson, R. A. , 1961a, *Reconnaissance of jointing in Bright Angel Area, Grand Canyon, Arizona*, Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol. , Vol. 45, no. 1, pp. 95-105.
- [7] Daliran, F., Pride, K., Walther, J., Berner, Z.A., Bakker, R.J., 2013, The Angouran Zn (Pb) deposit, NW Iran: Evidence for a two stage, hypogene zinc sulfide–zinc carbonate mineralization, *Ore Geology Reviews* 53, 373–402.
- [8] Daliran, F. (2008). The carbonate rock-hosted epithermal gold deposit of Agdarreh, Takab geothermal field, NW Iran—hydrothermal alteration and mineralisation. *Mineralium Deposita*, 43(4), 383-404.
- [9] Stockli, D.F., Hassanzadeh, J., Stockli, L.D., Axen, G.J., Walker, J.D., and Dewane, T.J., 2004, Structural and geochronological evidence for Oligo-Miocene intra-arc low-angle detachment faulting in the Takab-Zanjan area, NW Iran: Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 36, no. 5, p. 319.