

## تحلیل ساختاری و نقش آن در جایگاه ماده معدنی در معادن فلئوریت مازندران، مطالعه موردی: معادن کمرپشت و شش رودبار

میثم تدین

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس تهران

علی ناکینی

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس تهران

محمد محجل کفشدوز

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس تهران

نعمت الله رشید نژاد عمران

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس تهران

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱/۴

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲۴

Ma\_tady@yahoo.com:

### چکیده

معادن فلئوریت کمرپشت و شش رودبار در خاور البرز مرکزی قرار دارند. در محدوده دو معدن واحدهای چینه‌ای عضو کربناته ورسک از سازند الیکا با سن تریاس میانی، سازند محلی پالند با سن تریاس پسین و سازند شیلی شمشک وجود دارند. معادن کمرپشت و شش رودبار از نظر زمین‌شناسی ساختمانی هر دو دارای ساختمان طاق‌دیس می‌باشند که هر کدام به ترتیب بخشی از طاق‌دیس شش رودبار و طاق‌دیس لامرد هستند. ماده معدنی در این معادن به صورت چینه‌سان و رگه‌ای است. جایگاه چینه‌شناسی فلئوریتی که به صورت چینه‌سان در این معادن وجود دارد، در بخش فوقانی سازند الیکا و زیر سازند شمشک قرار گرفته است. ذخیره دیگر فلئوریت در این معادن بصورت رگه‌ای است که در گسل‌های اصلی متمرکز شده است. ژئومتری ماده معدنی فلئوریت چینه‌سان در هر دو معدن همخوان با لایه‌بندی است. مدل کاربردی ارائه شده، قابل تعمیم برای تمام معادن فلئوریت زیرپهنه البرز مرکزی است.

**کلمات کلیدی:** ایران، البرز، معدن کمرپشت، معدن شش رودبار، فلئوریت، زمین‌شناسی ساختاری.

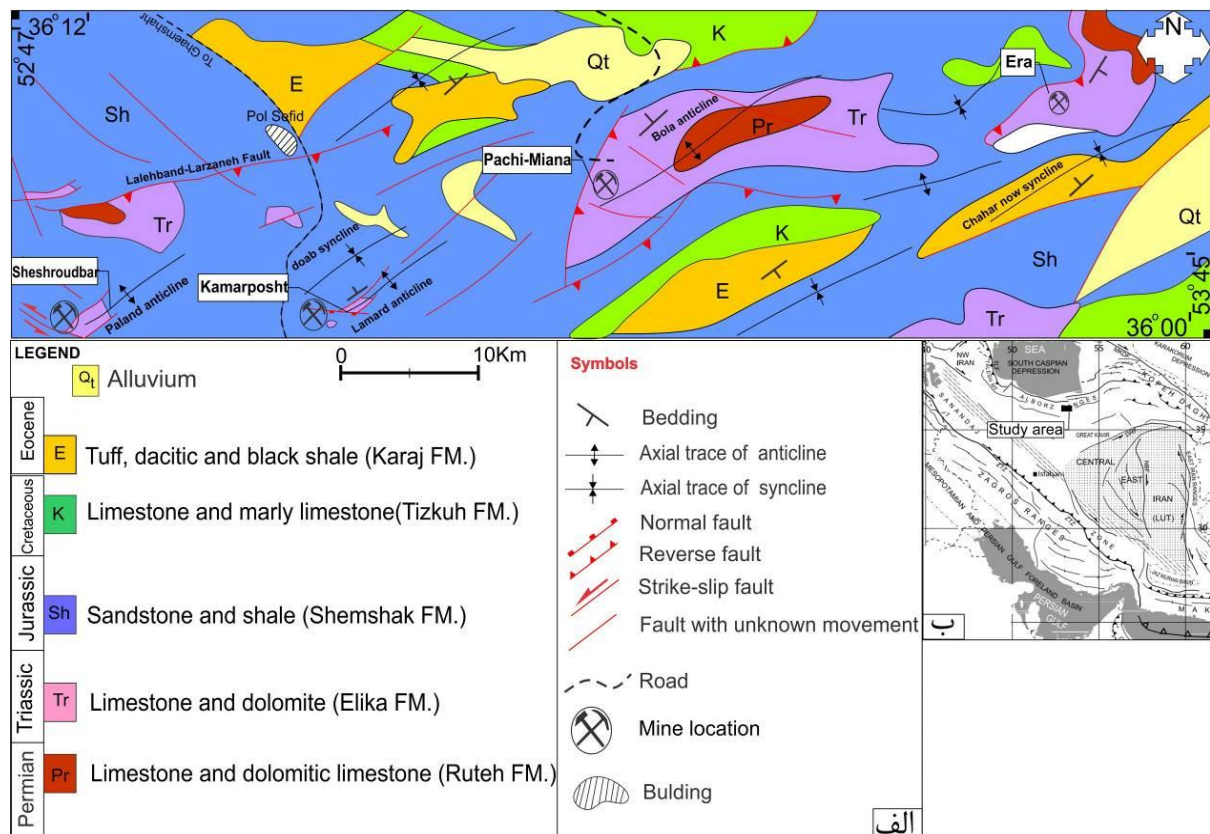
### مقدمه

کشور ایران با تولید تقریبی سالانه ۶۰ هزار تن فلوریت (حدود یک درصد تولید جهانی)، پانزدهمین تولید کننده فلوریت در دنیا محسوب می‌شود (Ghorbani, 2013; Weber and Zsak, 2005; Miller, 2006). بخش‌های بالایی سازند کربناته الیکا، به سن تریاس میانی، در بخش مرکزی پهنه ساختاری البرز در شرق مازندران (مناطق سوادکوه، خطیرکوه و کیاسر) (علیرضایی، ۱۳۶۶)، میزان مهم کانی‌سازی متعدد فلوریت-سرب-باریت است که از آن جمله می‌توان به معادن پاچی‌میانا (گرچی‌زاده، ۱۳۷۴)، شش رودبار (راستاد و شریعتمدار، ۱۳۸۰)، کمرپشت و ارا اشاره کرد. این تمرکز چشمگیر کانی‌سازی، البرز مرکزی را به یکی از مهمترین ایالت‌های معدنی فلوریت-سرب-باریم در ایران تبدیل کرده است (شکل ۱). ذخایر تریاس میانی در البرز (سازند الیکا) به عنوان یک دوره فلئوریت‌زایی در ایران شناخته شده است (Ghorbani and Momenzadeh, 1994). معادن فعال فلئوریت کمرپشت و شش رودبار در استان مازندران، شهرستان سوادکوه، حدفاصل پل ورسک تا کوه فراخ‌کش در خاور شهرستان رودبار است که فاصله بین این دو محدوده معدنی ۱۶ کیلومتر می‌باشد (شکل ۲). کانسارهای فلوریت در البرز مرکزی و خصوصا در منطقه شرقی آن (سوادکوه)، از نظر منشأ و نوع کانسار، کاملا مشابه هم بوده و قابل مدل‌سازی می‌باشند (رجعی خاقلاهی و مرتضوی،

۱۳۸۹). ماده معدنی در هر دو معدن در سنگ‌های کربناته بخش میانی سازند الیکا قرار دارد. در این پژوهش سعی بر این است که با توجه به مطالعات و اندازه‌گیری‌های صحرایی دقیق، ارتباط ماده معدنی با زمین‌شناسی ساختاری حاکم بر دو محدوده معدنی کمرپشت و شش رودبار بررسی و نقش آن در جایگاه ماده معدنی شناخته شود تا راهنمودی برای اکتشافات ناحیه‌ای باشد.

### زمین‌شناسی (جایگاه ساختاری-چینه‌شناسی-زمین‌شناسی اقتصادی)

منطقه مورد مطالعه، از نظر تقسیم‌بندی زمین‌ساختی، در پهنه البرز و زیر پهنه البرز مرکزی قرار گرفته است (Stöcklin, 1968). معدن کمرپشت بر روی ورقه یکصد هزارم پل سفید (وحدتی دانشمند و کریمی، ۱۳۸۲) و معدن شش رودبار بر روی ورقه یکصد هزارم قائم شهر (وحدتی دانشمند و کریمی، ۱۳۸۲) قرار دارند (شکل ۲). واحدهای سنگی، که در محدوده مورد مطالعه رخنمون دارند، دارای محدوده سنی تریاس میانی تا ژوراسیک هستند. واحدها از قدیم به جدید شامل رسوبات آهک تیره و ضخیم لایه عضو میانی سازند الیکا، دولومیت و آهک روشن کریستالین عضو ورسک از سازند الیکا به سن تریاس میانی است و سازند محلی (غیر رسمی) پالند با تناوبی از سنگ آهک، شیل و ماسه سنگ به سن تریاس پایانی است. این سازند،



شکل ۱. الف) نقشه زمین شناسی ساده شده از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ قائم شهر، کیاسر (سعیدی و اکبرپور، ۱۳۷۱)، پل سفید و نقشه سمنان با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰ (Samadian et al., 1994) و موقعیت معادن فلوریت در مناطق سوادکوه، ختیرکوه و کیاسر (اصلاح شده از نبی‌لو و همکاران، ۱۳۹۲). ب) موقعیت منطقه مورد مطالعه (بر گرفته و ساده شده از Berberian and King, 1981)

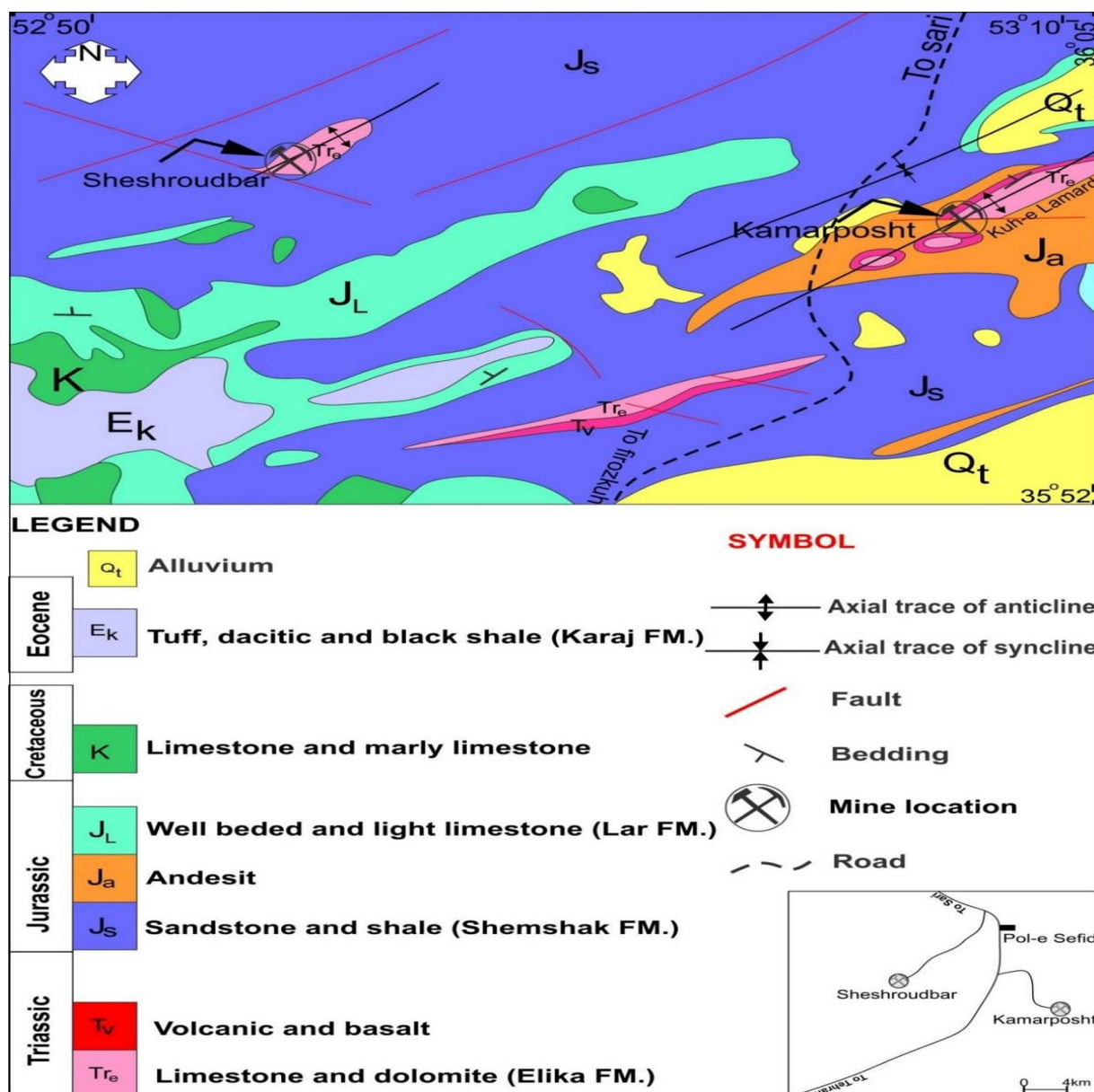
افق اصلی) مورد شناسایی قرار گرفته است. ژئومتری ماده معدنی در کلیه افق های مذکور، همخوان با لایه‌بندی بوده و بطور عمده به شکل‌های لایه‌ای و عدسی دیده می‌شوند (راستاد و شریعتمدار، ۱۳۸۰).

### ساختار

به منظور بررسی ساختارهای منطقه، چندین پیمایش عمود بر روند ساختارها صورت گرفت و ویژگی‌های چین‌ها و گسل‌های رخنمون یافته در این برش‌ها برداشت شده‌اند. ابتدا ساختارهای هر دو معدن را به صورت جداگانه مورد بررسی قرار داده و سپس ارتباط این معادن با یکدیگر مطالعه شده است. علاوه بر این، با استفاده از تصویر ماهواره‌ای (geoeeye)، نقشه ساختاری گسل‌ها و شکستگی‌ها تهیه شده است. در انتها ارتباط کانی‌زایی با ساختار حاکم بر دو معدن معدنی مورد مطالعه، به تفصیل بیان شده است.

اکثر معادن سرب و روی با میزبان سنگ کربناته در کشور در ارتباط با ساختارهای زمین‌شناسی، مانند چین‌خوردگی و گسل می‌باشند (قربانی، ۱۳۸۱؛ مهدوی و رحیمی، ۱۳۸۹؛ ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۹؛ محمدی نیایی، ۱۳۸۶؛ ناکینی و همکاران، ۱۳۹۲؛ تدین و همکاران، ۲۰۱۳؛ کویانی صدر و همکاران، ۱۳۹۲؛ ناکینی و همکاران، ۲۰۱۳؛ جاویدی مقدم و همکاران، ۱۳۹۳؛ Ghazban et al., 1994). یکی از مطالعات ضروری که برای اکتشاف و پیگیری ماده معدنی صورت می‌گیرد، شناخت سازوکار ساختارهای زمین‌شناسی از جمله چین‌خوردگی‌ها و گسل‌ها می‌باشد. علاوه بر این، شناخت ساختار در معادن با میزبانی واحدهای کربناته می‌تواند راهنمای

تنها در بخش‌هایی از محدوده معدن شش رودبار، روی سازند الیکا قرار گرفته و معمولاً به صورت ناپیوسته توسط شیل‌های خاکستری با بین لایه‌های ماسه سنگ نازک لایه سازند شمشک پوشیده می‌شود (راستاد و شریعتمدار، ۱۳۸۰). از لحاظ جایگاه ساختاری، معدن کمربست در تقادیس کوه لامرد، با روند سطح محوری شمال‌خاور - جنوب باختر، واقع شده است و ماده معدنی در واحدهای آهکی متوسط لایه با رنگ روشن و دولومیتی ضخیم لایه تریاس میانی عضو ورسک از سازند الیکا قرار گرفته است که توسط واحدهای شیلی ژوراسیک پوشیده شده‌اند. از خاور کوه لامرد به سوی شمال، در چند نقطه از کوه‌های البرز فلئوریت یافت شده که در بالاترین لایه‌های آهکی سازند الیکا جای دارد، مانند مناطق میانا (پاچی - میانا)، شش رودبار، بالا دوآب، آبگرم که در همگی آنها همراه فلئوریت، سرب و باریت هم دیده می‌شود (نبوی، ۱۳۶۶). معدن شش‌رودبار بخشی از طاق‌دیس پالند رودبار است که همچون محدوده معدنی کمربست دارای امتداد شمال‌خاور-جنوب باختر است. در محدوده معدن شش‌رودبار واحدهای قابل مشاهده بخش فوقانی سازند الیکا به سن تریاس میانی می‌باشد که روی آن را سازند محلی پالند و پس از آن سازندهای شمشک و لار می‌پوشاند. در معدن شش رودبار، بخش فوقانی سازند الیکا در برگزیده لایه‌ها و عدسی‌ها، و تجمعات فلوریت، گالن و باریت بوده و در حدود ۲۰۷ متر ضخامت دارد. واحدهای سنگی آن شامل آهک، آهک دولومیتی و دولومیت غنی از سیلیس و در برخی موارد مقادیر زیادی ژیبس و لایه‌های تبخیری می‌باشد. این سازند در بعضی نقاط توسط سازند پالند پوشیده می‌شود، ولی در محدوده معدن معمولاً با سازند شمشک همبری گسله دارد. فلوریت در بخش فوقانی سازند الیکا از پایین به بالا در ۴ افق (۲ افق فرعی و ۲



شکل ۲. نقشه زمین شناسی ساده شده منطقه خطیرکوه و سوادکوه و موقعیت معادن فلوریت کمرپشت و شش رودبار (اصلاح شده از تدین و همکاران، ۱۳۹۲).

باختری است که واحدهای تریاس، به ویژه سازند الیکا و بخش ورسک را شامل می‌شود و رسوبات شیلی و ماسه سنگی شمشک به صورت ناپیوسته روی واحدهای زیرین واقع شده‌اند. محدوده معدن را گسل‌های زیادی تحت تاثیر قرار می‌دهند که این گسل‌ها نیز سبب جابجایی در ساختمان طاقدیس لامرد شده‌اند. در ادامه به تشریح کامل ساختار معدن (طاقدیس لامرد) پرداخته می‌شود.

معدن کمرپشت ۱- شامل بخش‌های مرکزی، جنوبی و باختری است. بخش مرکزی این معدن دربرگیرنده منطقه لولای طاقدیس لامرد و شامل بالاترین بخش دولومیتی سازند الیکا است که جایگاه چینه شناسی قرارگیری لایه فلئوریت چینه‌سان نیز هست و به صورت ناپیوسته با شیل ژوراسیک پوشیده شده است (شکل ۴). در بخش مرکزی به منظور استخراج ماده معدنی پنج تونل موازی، دقیقاً در راستای محور طاقدیس لامرد، حفاری شده است (شکل ۴). بخش جنوبی معدن کمرپشت-۱ شامل یال جنوب خاوری طاقدیس لامرد است که توسط زون گسلی با امتداد شمال خاوری-جنوب باختری قطع شده است و ماده معدنی رگه‌ای در آن جای گرفته است. در نهایت بخش باختری معدن کمرپشت-۱، که بخش انتهایی یال شمال خاوری طاقدیس لامرد است،

مناسبی برای تعیین تیپ کانه‌زایی و نحوه جابجایی و تمرکز ماده معدنی باشد.

## معدن کمرپشت

### چین خوردگی

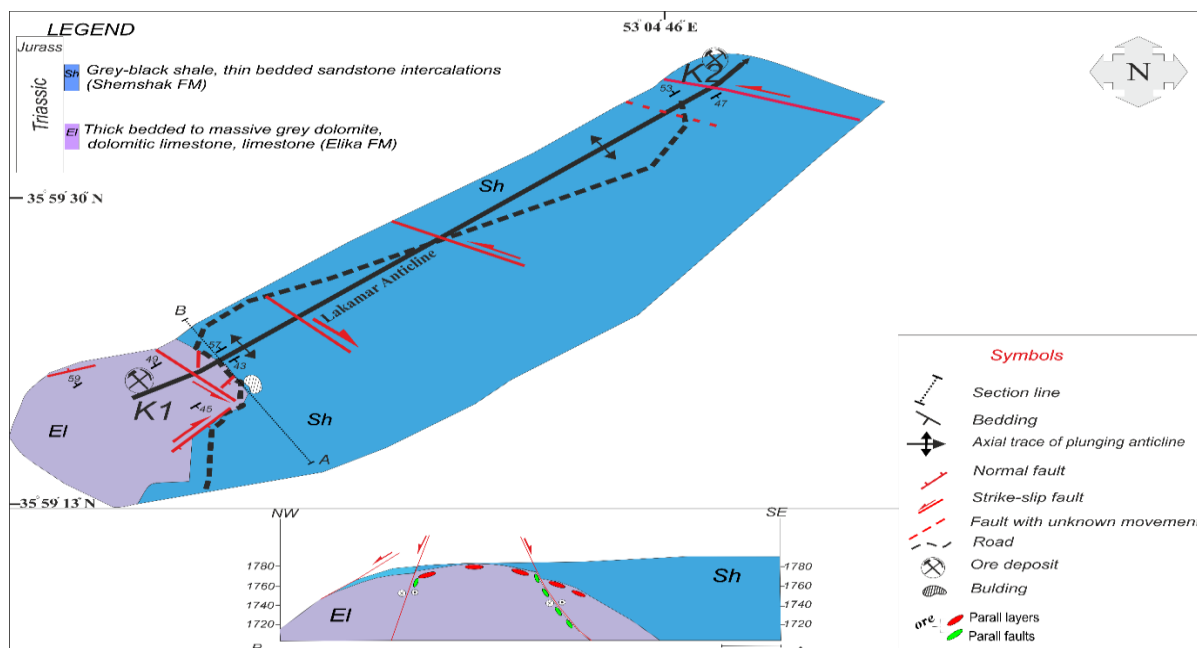
کانی سازی معدن کمرپشت در واحدهای آهکی متوسط لایه با رنگ روشن و دولومیتی ضخیم لایه تریاس میانی عضو ورسک از سازند الیکا واقع شده است که توسط واحدهای شیلی ژوراسیک پوشیده شده‌اند. همانگونه که در پیشتر تشریح شد، جایگاه فلئوریت چینه‌سان در محدوده معدنی کمرپشت نیز در بالاترین بخش دولومیتی سازند الیکا قرار دارد و در معدن کمرپشت-۱ مرز بالایی و پایینی لایه فلئوریت چینه‌سان به صورت عادی است (شکل ۵).

محدوده معدنی کمرپشت خود شامل دو بخش جنوب باختری و شمال خاوری است که به ترتیب با نام‌های کمرپشت-۱ و کمرپشت-۲ شناخته می‌شوند، فاصله این دو معدن هفتصد و پنجاه متر است. تمرکز اصلی شرکت معدنی فلئوریت مازندران در بخش کمرپشت-۱ است. محدوده معدنی کمرپشت بخشی از طاقدیس کوه لامرد است (شکل ۳). با توجه به انداره گیری‌های صحرایی صورت گرفته، این طاقدیس دارای امتداد شمال خاوری- جنوب

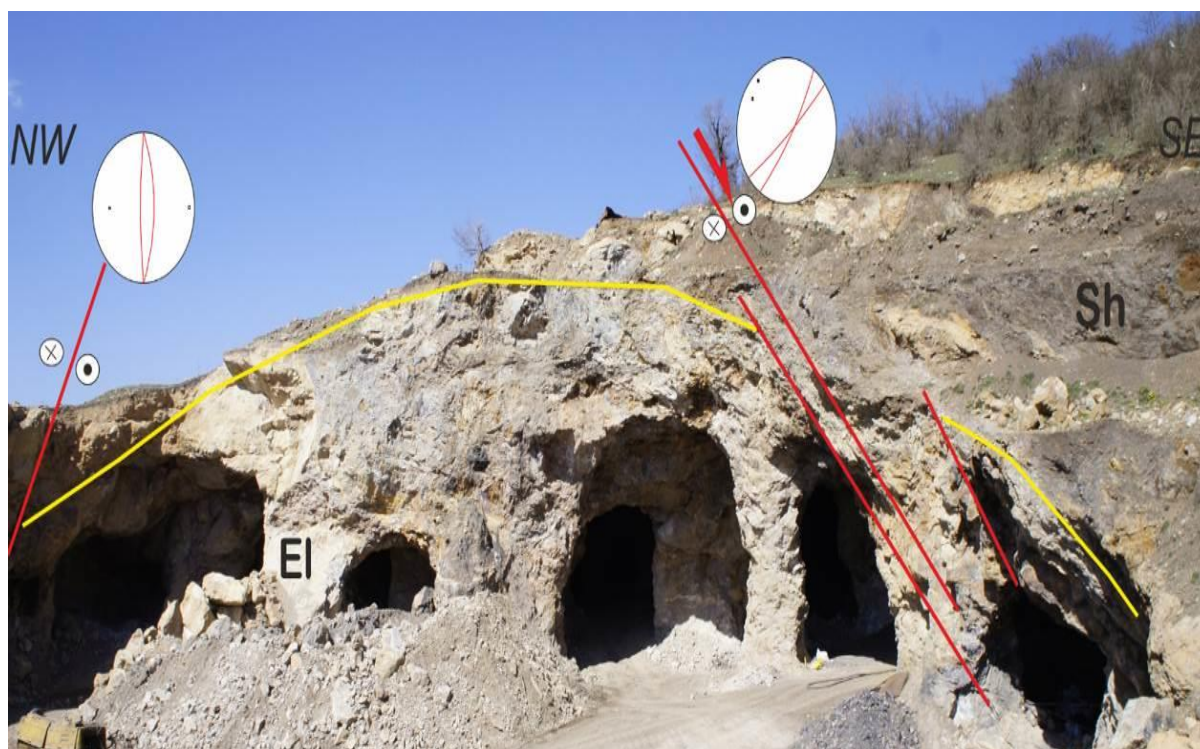


باختری) است که واحدهای تریاس، به ویژه سازند الیکا و بخش ورسک، را شامل می‌شود. یال جنوب خاوری طاقدیس لامرد به طور میانگین دارای موقعیت 46,45SE و یال شمال باختری آن به طور میانگین دارای موقعیت 243,51°NW است. محور طاقدیس لامرد دارای ۹ درجه به سمت ۰۵۶ یعنی شمال خاوری است. یال شمال باختری طاقدیس لامرد توسط گسل شمال خاوری - جنوب باختری محدود شده است و ادامه یال این طاقدیس در اثر فرسایش از بین رفته است (شکل ۳)

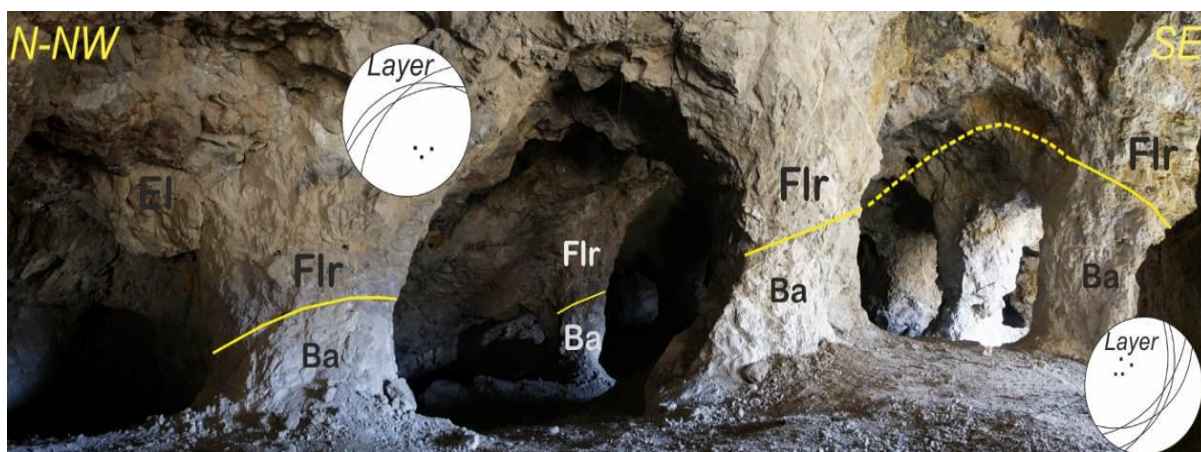
توسط گسلی با راستای شمال خاوری - جنوب باختری قطع و فلئوریت رگه‌ای در امتداد این گسل نیز متمرکز شده است. معدن کمرپشت-۲ بخش شمال خاوری طاقدیس لامرد است و دربرگیرنده سنگهای آهکی دولومیتی سازند الیکا است که توسط گسلی عرضی بریده شده است و فلئوریت رگه‌ای در امتداد این گسل متمرکز شده است (شکل ۳). براساس اندازه گیری های انجام گرفته، طاقدیس لامرد دارای زاویه بین یالی ۸۵ درجه است و جزو چین‌های باز دسته‌بندی می‌شود. سطح محوری طاقدیس لامرد دارای موقعیت 236,88 NW (شمال خاوری - جنوب



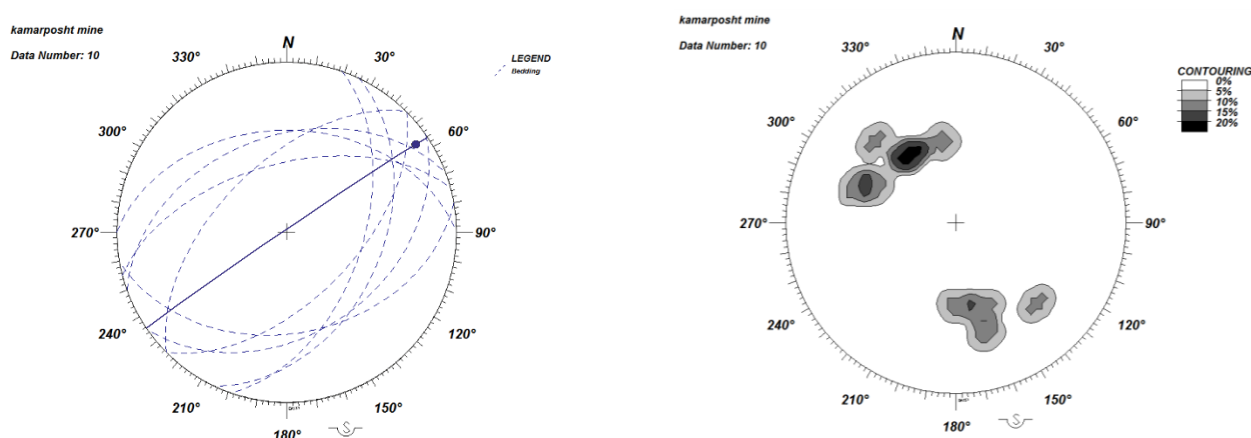
شکل ۳. نقشه زمین شناسی محدوده معدنی کمرپشت و مقطع ساختاری ترسیم شده در راستای مشخص شده. K1 محدوده معدنی کمرپشت-۱ و K2 محدوده معدنی کمرپشت-۲



شکل ۴. نمایی از بخش مرکزی و تونل‌های حفاری معدن کمرپشت-۱، تونل‌ها به موازات محور طاقدیس حفاری شده است.



شکل ۵. نمایی از داخل تونل‌های بخش مرکزی معدن کمرپشت ۱- و موقعیت فلوریت چینه سان در واحد الیکا.



شکل ۶. نمودار کنتوری لایه بندی برداشت شده از طاقدیس لامرد معدن کمرپشت (تصویر سمت راست)، استریونت لایه بندی طاقدیس لامرد و موقعیت سطح محوری و محور طاقدیس لامرد (تصویر سمت چپ).

جنوب باختری متاثر شده است که در بخش مرکزی معدن کمرپشت-۱ از خاور به باختر به ترتیب دارای موقعیت‌های ۰۴۲ و شیب ۷۳ به سمت جنوب خاوری و ۰۱۰ و شیب ۸۰ به سمت شمال باختری هستند و در بخش باختری دارای موقعیت ۰۳۷ و شیب ۷۰ به سمت شمال باختری است (شکل ۴ و ۳). اما گسل‌های عرضی، که طاقدیس لامرد را متاثر کرده‌اند، همانطور که پیشتر بیان شد، امتدادی عمود بر امتداد محور طاقدیس لامرد یعنی امتداد کلی شمال باختری- جنوب خاوری دارند.

در بخش مرکزی معدن کمرپشت-۱، زون گسلی قطع کننده یال جنوب خاوری طاقدیس لامرد توسط گسلی با امتداد ۱۱۷ به صورت امتدادلغز چپلغز، سبب جابجایی ۳۸ متری بخش جنوبی زون گسلی مذکور نسبت به بخش شمالی آن به سمت خاور شده است (شکل ۳). در انتهای تونل‌های بخش مرکزی کمرپشت-۱، عملکرد گسلی با امتداد ۱۲۰، و سازوکار مایل لغز نرمال و امتدادی راستلغز، باعث جابجایی هسته طاقدیس لامرد شده‌است. در محدوده معدنی کمرپشت-۲، گسلی با امتداد ۲۹۲ و شیب ۷۶ درجه به سمت.. بخش شمال خاوری طاقدیس لامرد را به صورت عرضی با ساز و کار امتدادلغز چپلغز بریده است (شکل ۳). درحد فاصل معادن کمرپشت-۱ و کمرپشت-۲، دو گسل عرضی امتدادلغز دیگر طاقدیس لامرد را بریده‌اند (شکل ۳).

## گسلش

طاقدیس لامرد، در محدوده معدنی کمرپشت، توسط گسل‌های زیادی مورد گسلش واقع شده است که می‌توان گسل‌ها را در دو دسته اصلی معرفی و بررسی کرد. دسته اول گسل‌های طولی یا امتدادی هستند که هم راستای محور طاقدیس لامرد و دارای امتداد کلی شمال خاوری- جنوب باختری هستند. دسته دوم گسل‌های عرضی هستند که تقریباً دارای امتداد شمال باختری- جنوب خاوری عمود بر راستای محور طاقدیس لامرد هستند (شکل ۳).

در محدوده معدنی کمرپشت-۱، یال جنوب خاوری طاقدیس لامرد توسط زون گسلی با امتداد ۰۴۸، شمال خاوری- جنوب باختری و شیب ۷۹ درجه به سمت ۱۳۸ یعنی جنوب خاوری با سازوکار مایل لغز نرمال و امتداد لغز راستلغز جابه جا شده است، عرض این زون گسلی ۱۰ متر است (شکل ۴ و ۸). یال شمال باختری طاقدیس لامرد توسط گسل بزرگی با امتداد شمال خاوری- جنوب باختری بریده شده، عملکرد این گسل باعث شده تنها بخش کمی از یال شمال باختری این طاقدیس قابل مشاهده باشد. یال شمال باختری طاقدیس لامرد در بخش مرکزی و باختری کمرپشت-۱ توسط دسته‌ای از گسل‌های مایل لغز نرمال با مولفه امتداد لغز راستلغز با امتداد شمال خاوری-





شکل ۷. تصویری از گسل محدود کننده یال شمال باختری طاقدیس لامرد در بخش مرکزی معدن کمربست ۱.

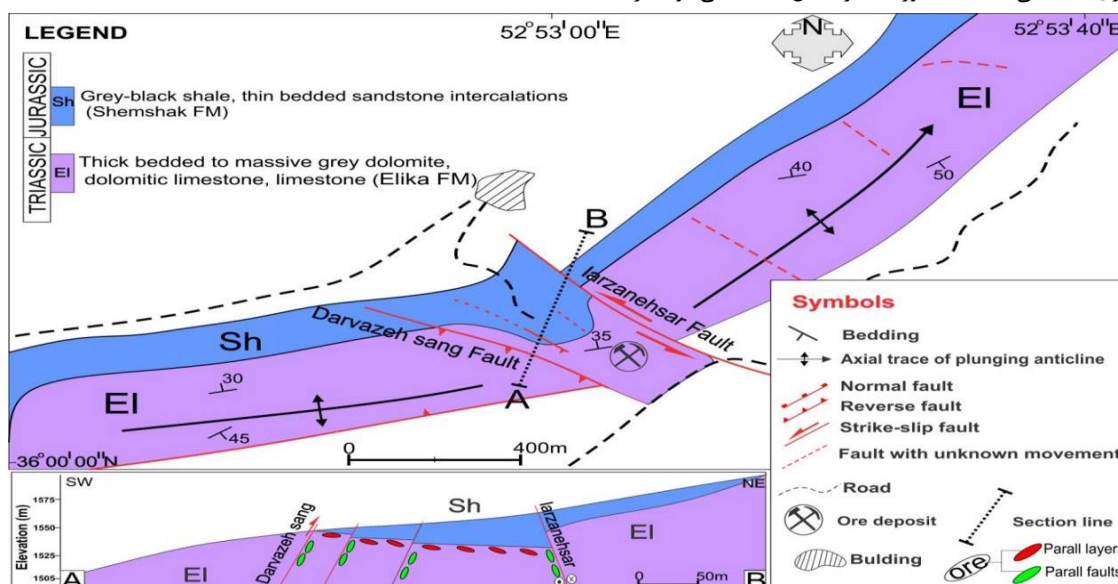


شکل ۸. تصویری از گسل محدود کننده یال جنوب خاوری طاقدیس لامرد در بخش مرکزی معدن کمربست ۱. معدن شش رودبار

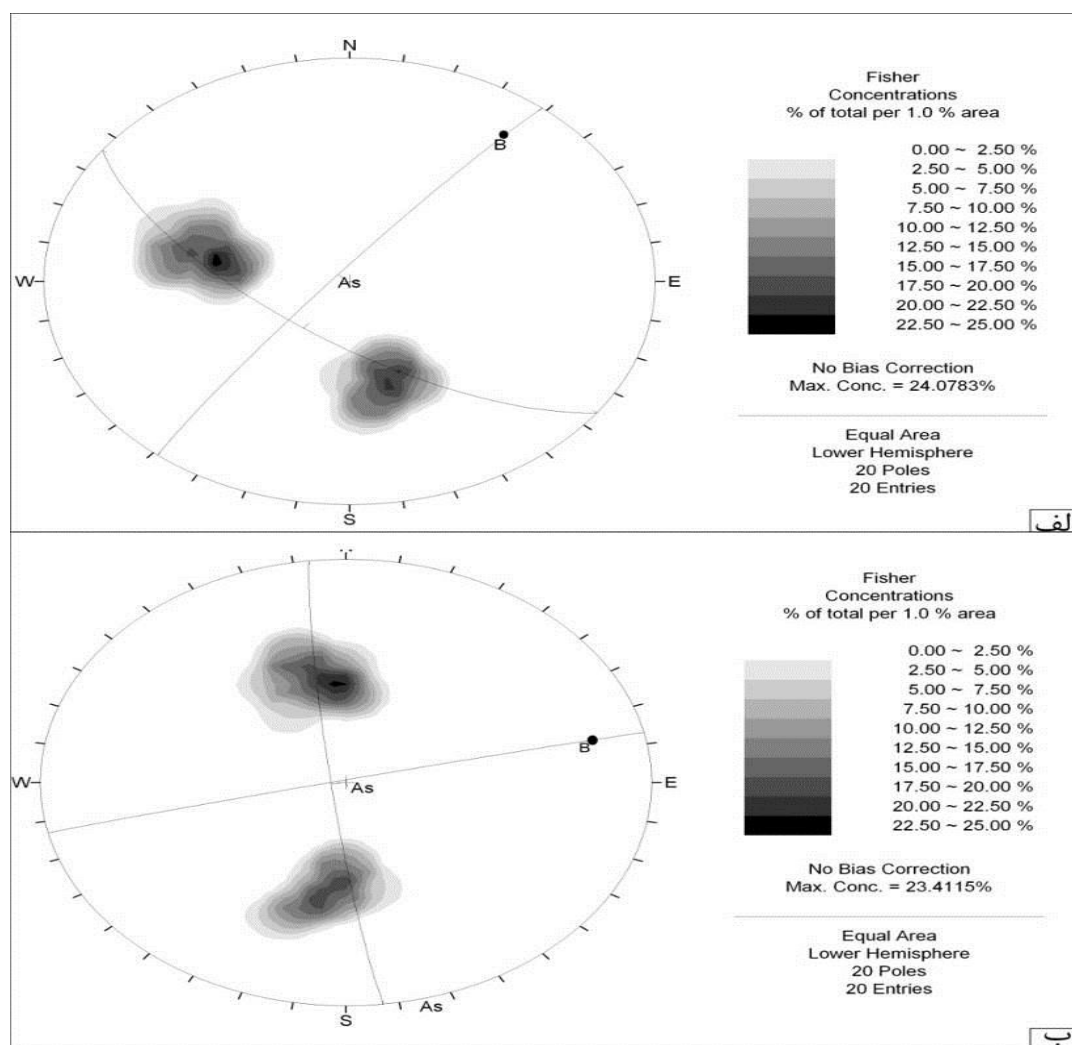
### چین خوردگی

محدوده معدن، در اثر فعالیت دو گسل موازی لرزنه سر و دروازه سنگ، طاقدیس پالند رودبار به طور عرضی قطع و محور طاقدیس از راستای N۰۳۹ به NV۸ در راستای شمال باختری-جنوب خاوری قرار گرفته است. روند سطح محوری تاقدیس در سمت شمال خاوری N۰۳۹ و به سمت جنوب باختری NV۸ می باشد. همچنین، در اثر فعالیت گسل طولی جنوب معدن، در محدوده معدن شش رودبار، قسمتی از یال جنوبی طاقدیس قطع شده است.

معدن شش رودبار، بخشی از طاقدیس پالند رودبار با امتداد شمال خاوری- جنوب باختری است. واحدهای رخنمون یافته در محدوده معدن، متعلق به سازند ضخیم لایه آهکی- دولومیتی الیکا به سن تریاس میانی می باشد. بر روی واحدهای الیکا، واحد شیلی-ماسه سنگی شمشک به سن ژوراسیک دیده می شود (شکل ۱۳). با توجه به برداشت های صورت گرفته، زاویه بین یالی طاقدیس ۸۰-۹۰ درجه و با سطح محوری تقریباً قائم و با میل ۲۰ درجه به سمت شمال خاوری دیده می باشد. همانطور که در شکل ۹ دیده می شود، در



شکل ۹. نقشه زمین شناسی محدوده معدنی شش رودبار و مقطع ساختاری ترسیم شده در راستای مشخص شده.



شکل ۱۰ الف. استریوگرام بخش شمال خاوری طاقدیس پالند رودبار. ب- استریوگرام بخش جنوب باختری طاقدیس پالند رودبار.

جنوب خاوری، به ترتیب در مرز جنوب باختری و شمال خاوری طاقدیس شش رودبار قرار دارند. این دو گسل و گسل‌های موازی در محدوده معدنی، تاقدیس پالند را به صورت عرضی قطع کرده‌اند (شکل ۱۱). در ادامه سازوکار این دو گسل مورد بررسی قرار گرفته است.

### گسلش

گسل‌ها از عناصر اصلی و موثر در ساختار و همچنین کانه‌زایی منطقه می‌باشند. به طور کلی، برای گسل‌های منطقه معدنی شش رودبار، می‌توان به دو روند کلی شمال باختری-جنوب خاوری و شمال خاوری-جنوب باختری، اشاره کرد. گسل‌های دروازه سنگ و لرزنه سر، با راستای شمال باختری-



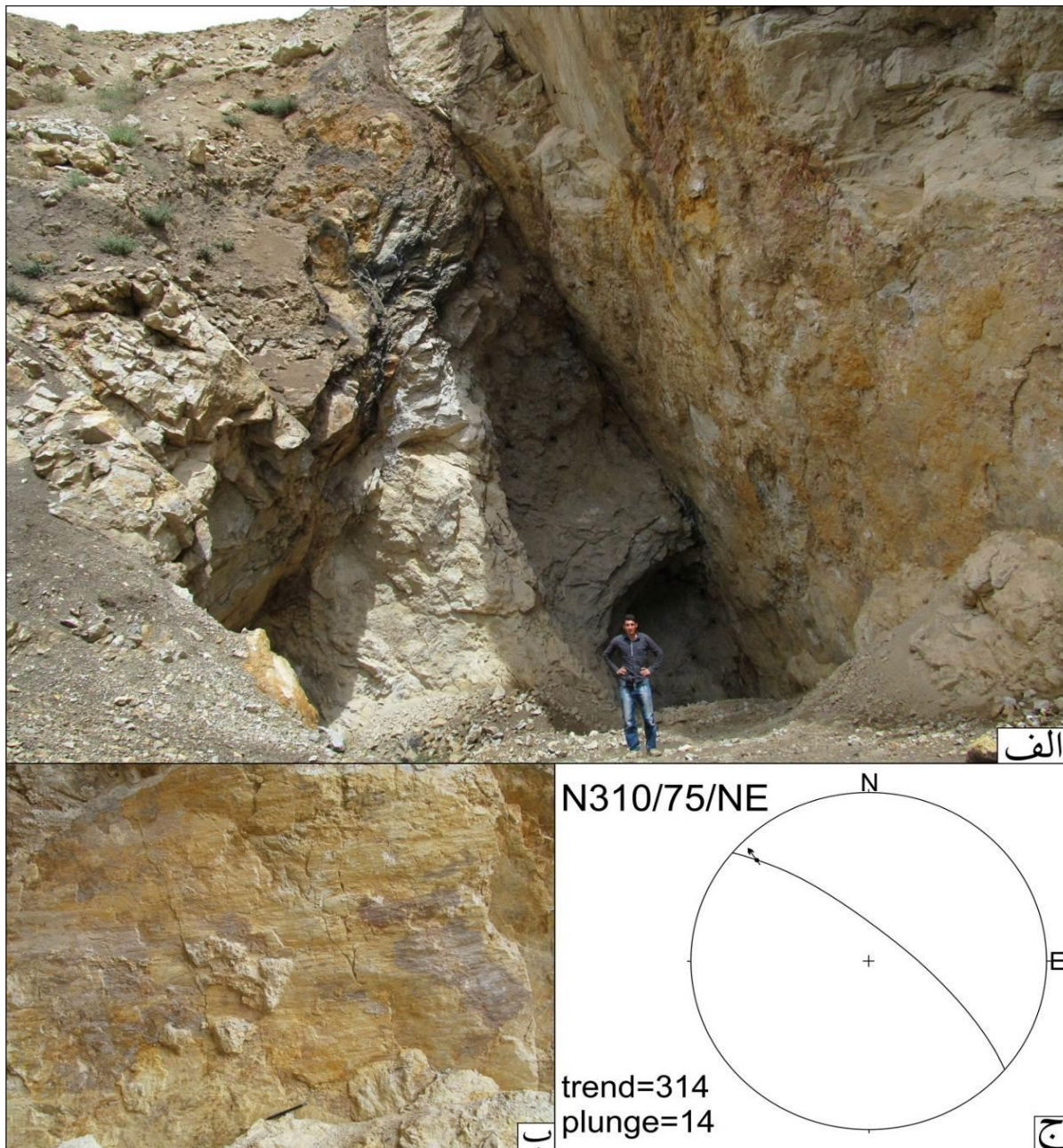
شکل ۱۱. تصویر ماهواره‌ای (که با استفاده از نرم افزار SAS planet و نقشه Bing (Virtual Earth) تهیه شده است) از گسل لرزنه سر و دروازه سنگ. همان طور که در تصویر مشاهده می‌شود، ادامه گسل لرزنه سر را می‌توان در سمت جنوب خاوری منطقه نیز دنبال کرد. در این نقطه آثار کانه‌زایی مشاهده می‌شود.



## گسل لرزنه سر

گسل لرزنه سر، با طول تقریباً یک کیلومتر و امتداد  $N310$  و شیب  $66$  تا  $83$  درجه به سمت شمال خاوری می‌باشد. این گسل یکی از گسل‌های اصلی منطقه معدنی شش رودبار می‌باشد که روند کانه‌زایی را کنترل می‌کند. سازوکار این گسل با توجه به پله‌های گسلی بر روی سطح گسل، حرکت راست‌الغز چپگرد با ریک  $15$  درجه به سمت شمال باختری و مولفه کم شیب

لغز نرمال را نشان می‌دهد (شکل ۱۲). حفاری‌های صورت گرفته در امتداد این گسل شامل ۶ ترانشه می‌باشد که تمامی ترانشه‌ها حاوی ماده معدنی بوده و در قسمت‌هایی از آنها استخراج صورت گرفته است. با توجه به تصویر ماهواره‌ای (شکل ۱۱) ادامه این گسل را می‌توان در سمت جنوب خاوری مشاهده کرد. کانه‌زایی فلوریت در این نقطه نیز دیده می‌شود.



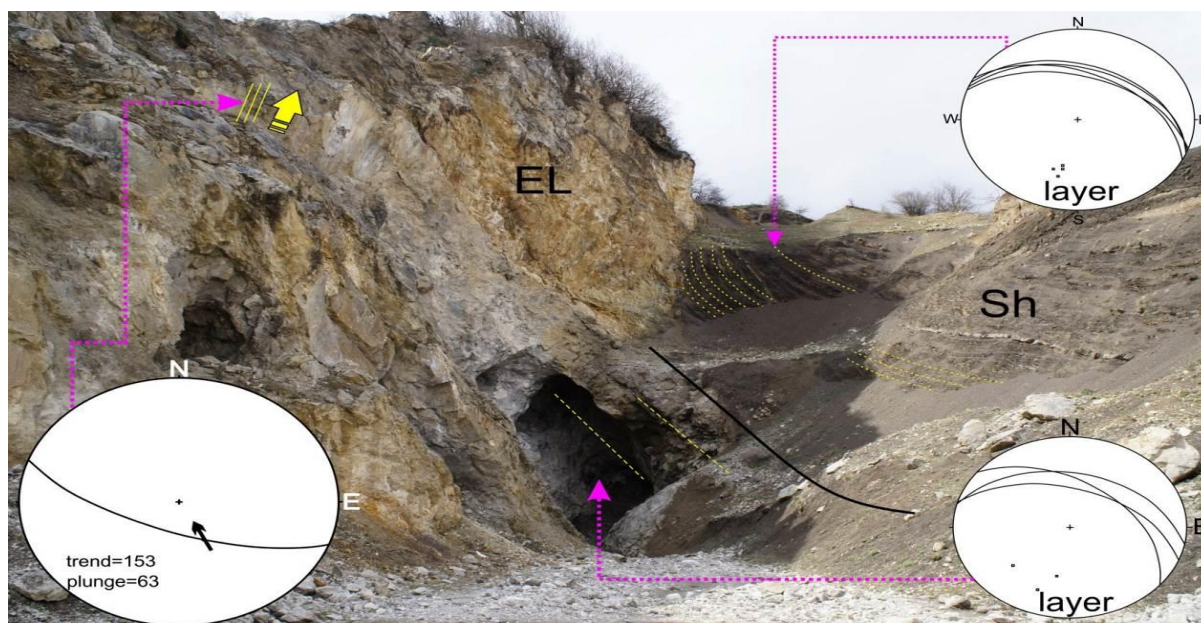
شکل ۱۲. الف: نمایی از گسل چپگرد لرزنه سر. در فرودبوار این گسل کانه‌زایی فلوریت دیده می‌شود. جهت دید شمال باختر. ب- پله‌های گسلی گسل لرزنه سر. ج- استریوگرام گسل چپگرد لرزنه سر.

## گسل دروازه‌سنگ

گسل دروازه‌سنگ، با طول  $450$  متر و امتداد  $N290$  و شیب متوسط  $75$  به سمت جنوب باختری، حد باختری معدن شش رودبار را محدود می‌کند. شکل خمیده شدن واحدهای شیلی در نزدیکی این گسل، نشان دهنده حرکت معکوس می‌باشد (شکل ۱۳). در امتداد این گسل، گسل‌های دیگری با شیب

زیاد و جهت شیب متفاوتی نیز دیده می‌شوند. در این محدوده نیز کانی‌زایی در امتداد این گسل متمرکز شده است. روند کانی‌زایی در این منطقه، صرف نظر از تمرکز در راستای این گسل، توسط لایه بندی نیز کنترل می‌شود (شکل‌های ۱۳ و ۱۴-ب).

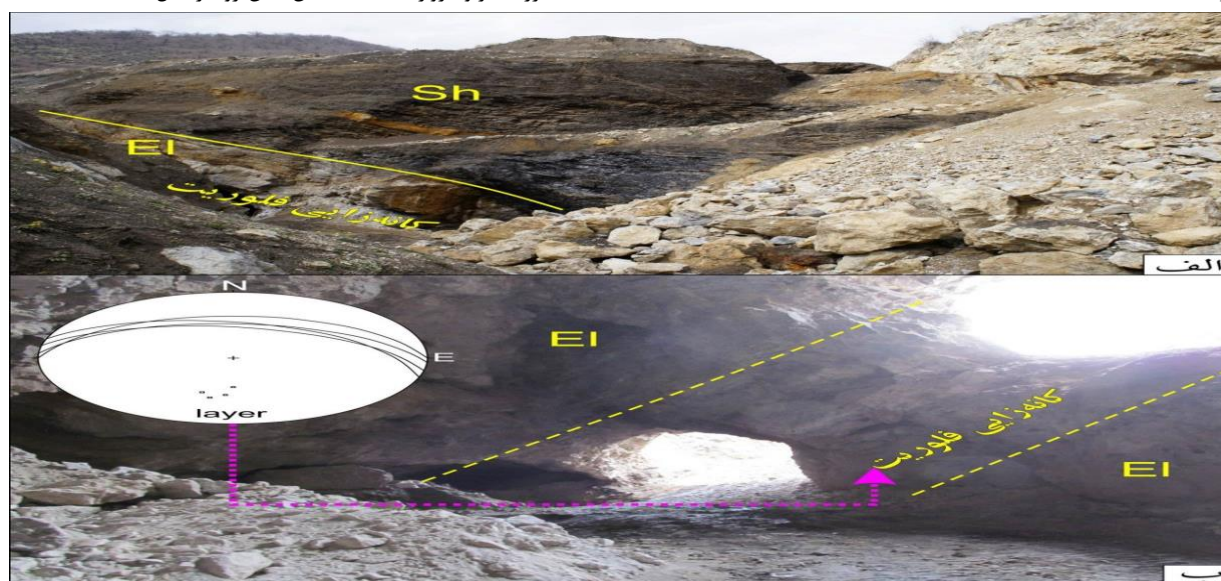




شکل ۱۳. نمایی از گسلش معکوس و صفحه گسل دروازه سنگ. تحت تاثیر این گسل، خمیدگی واحدهای شیلی (Sh) در مرز بین واحدهای آهکی-دولومیتی الیکا (El) دیده می شود، جهت دید به سمت شمال باختری.

همانطور که در شکل نشان داده شده است (شکل ۱۳-ب) بخشی از کانه زایی موازی با لایه بندی می باشد. این موضوع در قسمت مرکزی (بین گسل های لرزه سر و دروازه سنگ) معدن شش رودبار قابل مشاهده است.

در بین گسل های لرزه سر و دروازه سنگ، گسل هایی هم روند با این دو گسل نیز دیده می شوند (شکل ۹) که در این گسل ها نیز تمرکز کانی سازی دیده می شود.



شکل ۱۴. الف) نمایی از واحدهای آهکی-دولومیتی الیکا (EI) با واحدهای شیلی-ماسه سنگی شمشک (Sh) در بین گسل های لرزه سر و دروازه سنگ. جهت دید شمال باختری. ب- نمایی از کانه زایی فلوریت در داخل تونل های حفاری شده. در این منطقه کانه زایی در واحد الیکا موازی با لایه بندی دیده می شود، جهت دید به جنوب جنوب خاوری.

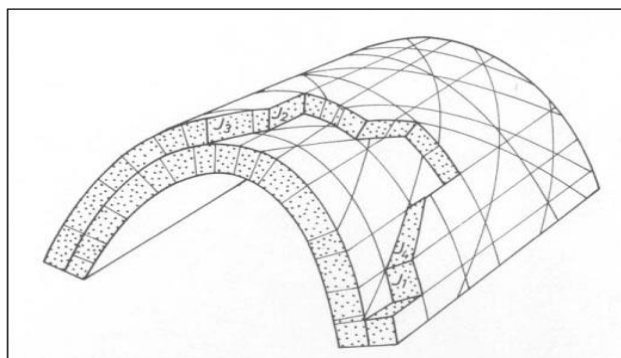
نوع دوم به صورت رگه ای، با ذخیره و عیار بالا، فاقد لامینیشن است، محصول پر شدن فضاهای خالی حاصل از شکستگیها یا گسل های کششی که در طی چین خوردگی ایجاد شده اند. همانطور که بیان شد، فلئوریت های رگه ای دارای دو امتداد اصلی شمال خاوری - جنوب باختری و شمال باختری - جنوب خاوری هستند که دسته اول موازی امتداد محوری طاقدیس لامرد و پالند رودبار است که جزو گسل های امتدادی دسته بندی می شوند و دارای مکانیسم کششی و نرمال هستند (Ramsay and Huber, 1987)، دسته دوم گسل های با امتداد شمال باختری - جنوب خاوری و دارای امتدادی عمود بر امتداد محوری چین ها است و جزو گسل های عرضی دسته بندی می شوند و همچون گسل های امتدادی

### تحلیل و نتیجه گیری

بر اساس بررسی های چینه شناسی و اندازه گیری های انجام شده از لایه بندیها و گسل های محدوده های معدنی کمپشت و شش رودبار، همچنین معادن ارا و پاچی - میانا، می توان جمع بندی مناسبی را در زمینه ساختار کلی، در معادن فلئوریت موجود در محدوده شرق البرز مرکزی، ارائه کرد: کانسار کمپشت و شش رودبار حامل دو نوع یا دو نسل ذخیره ماده معدنی فلئوریت هستند. نوع اول چینه سان - چینه کران، موازی لایه بندی و دارای لامینیشن، در بالاترین بخش از سازند الیکا قرار دارد و موقعیت آن از لایه بندی پیروی می کند (نبوی، ۱۳۶۶، شریعتمدار و راستاد، ۱۳۸۰).

فراهم آورده‌اند (شکل ۱۴).

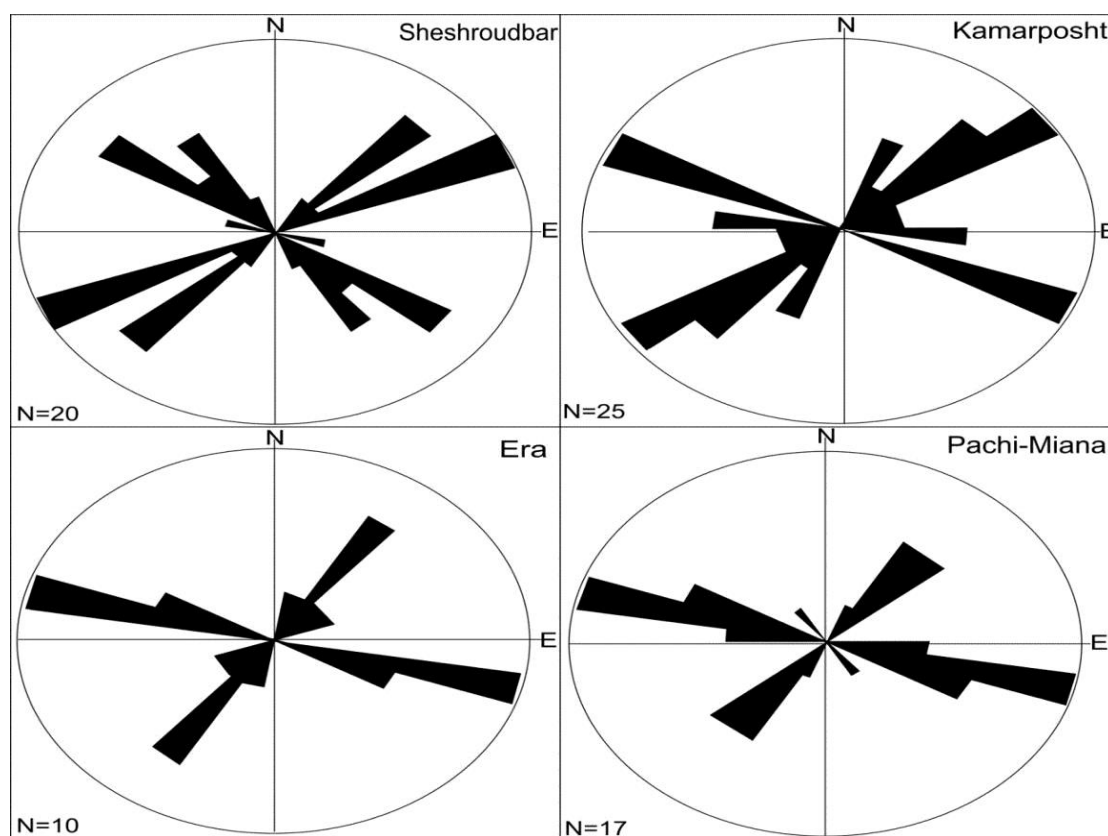
دارای سازوکار کششی و نرمال هستند (Ramsay & Huber, 1987). این دو دسته شکستگی‌ها یا گسل‌ها بهترین فضا را برای تجمع فلئوریت رگه‌ای



شکل ۱۵. نمایی شماتیک از شکستگی‌های ایجاد شده در حین چین خوردگی، شکستگی‌های دسته J1 از نوع عرضی و کششی، شکستگی دسته J2 از نوع طولی یا امتدادی و کششی، شکستگی‌های J3 و J4 از نوع مورب دارای مکانیسم امتدادلفز.

گسل‌ها و زون‌های گسلی با امتدادی موازی محور چین‌ها و در راستای تقریباً عمود بر امتداد چین خوردگی‌ها تمرکز یافته‌اند.

نتایج کاربردی ارائه شده در بالا را می‌توان در تمام معادن فلئوریت زیرپهنه البرز مرکزی تعمیم داد، یعنی تمام ذخایر فلئوریت موجود در این پهنه چنانچه به صورت چین‌ها باشند در واحدهای کربناته تریاس بالایی الیکا بصورت سین ژنتیک تشکیل شدند و چنانچه به صورت رگه‌ای باشند در شکستگی‌ها،



شکل ۱۶. نمودار گل سرخی امتدادی گسل‌ها و زون‌های گسلی فلئوریت دار معادن کمرپشت، شش رودبار، پاچی میانا و ارا.

تحقیق یاری نمودند.

از استاد محترم جناب آقای دکتر ابراهیم راستاد که با راهنمایی‌های ارزنده ما را یاری کردند سپاسگزاریم.

### قدردانی و تشکر

از شرکت تعاونی فلورین مازندران و شرکت پالش سنگ شهرک صنعتی شومست با مدیریت مهندس رضا رفیعی فرد و کارمندان محترم این دو شرکت کمال تشکر را داریم که با همکاری‌شان ما را در انجام این



## منابع

- ابراهیمی.م.ج.، آفتابی.ع.، محمدی نیایی.ر.، ۱۳۸۹، ویژگی‌های ساختمانی، بافتی، کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی و الگوی تشکیل کانسار انگوران در مثلث کانسارهای نوع متصاعدی-رسوبی (Sedex)، سولفید توده‌ای (VMS) و دره می سی سی پی (MVT)، فصلنامه پتروژئولوژی، سال اول، شماره سوم، دانشگاه اصفهان، ص ۱۱-۲۰.
- تدین.م.، محجل.م.، رشیدنژاد عمران.، ناکینی.ع.، رفیعی‌فرد.ر.، ۱۳۹۲، بررسی و تحلیل ساختاری و کانی‌سازی فلئوریت در البرز مرکزی، سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین‌المللی علوم زمین.
- جاویدی مقدم.م.، کریمپور.م.ج.ف.، حیدریان شهری.م.ر.، ملک زاده شفاوردی.آ.، ۱۳۹۳، تلفیق داده‌های زمین‌فیزیکی با حفاری‌های اکتشافی در محدوده مرکزی منطقه شکسته سبز، شمال غرب بیرجند، مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، شماره ۱۲، ص ۲۵-۴۰.
- راستاد.الف.، شریعتمدار.الف.، ۱۳۸۰، کانسار فلئوریت شش رودبار (سوادکوه مازندران) محیط تشکیل و ساخت و بافت‌های رسوبی-دیاژنتیک آن، علوم زمین، سال دهم، ص ۲۰-۳۷.
- رجبی خانقاهی.ع.، مرتضوی.م.، ۱۳۸۹، مدلسازی اکتشاف فلورین در سازند الیکا (تریاس میانی) در البرز مرکزی همراه با مطالعه موردی بر روی معدن چناربن، شهرستان سوادکوه. نخستین همایش زمین‌شناسی اقتصادی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۵-۱۲.
- سعیدی.ع.، اکبرپور.م.ر.، ۱۳۷۱، نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی کیاسر، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی.
- قربانی.م.، ۱۳۸۱، دیباچه‌های بر زمین‌شناسی اقتصادی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۹۵ ص.
- کاوایانی صدرخ.، خطیب.م.م.، زرین کوب.م.ج.، ۱۳۹۲، ارتباط وضعیت ساختاری با کانه‌زایی بر اساس داده‌های مغناطیس‌هوائی، ماهواره‌ای و مطالعات صحرایی محدوده معدنی چشمه خوری (شمال‌باختر بیرجند)، مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، شماره ۹، ص ۵۴-۶۲.
- محمدی نیایی.ر.، ۱۳۸۶، خاستگاه نهشته‌های ناسولفید روی در معادن سرب و روی ایران و کاربردهای اکتشافی آن، بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین، ص ۷-۱۰.
- مهدوی.الف.، رحیمی.ب.، ۱۳۸۹، کانسارهای سرب و روی با میزان کربناته در محور ملایر-اصفهان و ارتباط آنها با ساختارهای گسلی-کاربرد روش آنالیز فرای، نخستین همایش زمین‌شناسی اقتصادی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۶.
- ناکینی.ع.، محجل.م.، تدین.م.، ۱۳۹۲، ساختار روراندگی در معدن دره زنجیر (جنوب‌باختر یزد)، سی و دومین گردهمایی علوم زمین و نخستین کنگره بین‌المللی تخصصی علوم زمین، تهران. ص ۷.
- ناکینی.ع.، محجل.م.، راستاد.الف.، بویری کناری.م.، ۱۳۹۲، روند کانه‌زایی سرب و روی در منطقه ایرانکوه و ارتباط آن با روندهای ساختاری-کاربرد روش آنالیز فرای، هفدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران و اولین نشست تخصصی بین‌المللی کوهزاد زاگرس، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ص ۹.
- نبوی.م.ج.، ۱۹۹۶، نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی سمنان، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی.
- نبی‌لوف.، شفیعی بافتی.ب.، امینی.الف.، ۱۳۹۲، معدن کمرپشت (شرق استان مازندران): (نگینی دیگر بر کمربند فلئوریت البرز مرکزی)، سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین‌المللی علوم زمین.
- وحدتی دانشمند.ف.، کریمی.ح.، ۱۳۸۲، نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی قائم‌شهر، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی.
- وحدتی دانشمند.ف.، کریمی.ح.، ۱۳۸۲، نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی پل سفید، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی.
- Berberian.M., King.G.C.P., 1981, Towards a Paleogeography and Tectonic Evolution of Iran, Canadian Journal of Earth Science, 18, 210-265. Compression: Geological Society of London Special Publication: 155, P: 233-245.
- Ghazban.F., McNuTr.R.H., Schwarcz.H.p., 1994, Genesis of Sediment-Hosted Zn-Pb-Ba Deposits in the Irankuh District, Esfahan Area, West-Central Iran, Economic Geology Vol:89, P: 1262-1278.
- Ghorbani.M., 2013, The Economic Geology of Iran, Mineral Deposits and Natural Resources. Series: Springer Geology, XV, 569 p
- Ghorbani.M., Momenzadeh.M., 1994, Mineralization phases of Iran, 13th congregation of earth scientists, Geological Survey of Iran (In Farsi).
- Miller.M.M., 2007, 2006 Minerals Yearbook, Fluorspar, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, vol: 1, 12P.
- Rajabi.a.b., Rastad.E., Canet.C., 2013, Metallogeny of Permian-Triassic carbonate-hosted Zn-Pb and F deposits of Iran: A review for future mineral exploration, Australian Journal of Earth Sciences, Vol: 60, Issue: 2, P: 197-216.
- Ramsay.J.G., & Huber.M.I., 1987, The Techniques of Modern Structural Geology. Volume 2: Folds and Fractures, Academic Press, London.
- Samadian.M.R., Nabavi.M.H., Alavi Naini.M., Shahrabi.M., Hamed.A.R., Vaezipour.M.J., N.I.O.C., compiled by Aghanabati.A., & Hamed.A.R., 1994, Geological Map of Semnan, Geological Survey and Mineral Exploration of Iran, Scale 1:250,000.
- Stöcklin.J., 1968, Structural history and tectonics of Iran: a review, Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull, Vol: 52, no: 7, p: 1229-1258.
- Weber.L., Zsak.G., 2005, World mining data, vol: 20, Federal Ministry of Economics and Labour of the Republic of Austria, Vienna, 249 p.