چکیده

محدوده کانی‌سازی مس کدر، در انتهای شمال باختری کمربند فلززایی کرمان قرار دارد. این محدوده در اوایل دهه ۱۹۷۰ کشف و در همان زمان، فعالیت‌های اکتشافی نیمه تفضیلی شامل تهیه نقشه زمین شناسی، برداشت های ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی و حفر ۲ حلقه گمانه اکتشافی انجام شد (گزارش شرکت ملی صنایع مس ایران، ۱۳۸۶). محدوده کدر در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ توسط شرکت ملی صنایع مس ایران مورد اکتشاف و ارزیابی دوباره قرار گرفت.

کانی‌سازی- دگرسانی در این محدوده، در ارتباط با یک توده نفوذی پورفیری با ترکیب گرانودیوریت تا کوارتزدیوریت از زمان میوسن است که در سری‌های آتشفشانی- آذرآواری ائوسن نفوذ کرده است. این مجموعه مورد هجوم دسته‌ای از دایک‌های گرانودیوریتی ریزدانه جوان تر قرار گرفته است. مهم‌ترین ساختارهای منطقه، گسل هایی با روند شمال خاوری- جنوب باختری و خاوری- باختری هستند که به نظر می رسد تا حدی کانی‌سازی و دگرسانی را کنترل کرده اند. سری ماگمایی سنگ‌ها در منطقه کدر در محدوده کالک‌آلکالن با پتاسیم متوسط قرار می‌گیرد. توده پورفیری کدر پرآلومین است و سنگ‌های آتشفشانی میزبان آن متالومین هستند. سنگ‌های نفوذی نیمه عمیق و سنگهای آتشفشانی در کدر، ویژگیهای ژئوشیمیایی سنگهای آذرین مربوط به جایگاه زمین‌ساختی فرورانشی و برخوردی را به نمایش می گذارند (همچون غنی‌شدگی در LILE و تهی‌شدگی در HFSE، غنی‌شدگی LREE نسبت به HREE و بی‌هنجاری مثبت Rb و K) و کانسار کدر، تعلق به مراحل نهایی تکامل کمان ماگمایی ارومیه- دختر دارد (غنی‌شدگی از عناصر Rb، Th، U، Ta، Nb، Hf و Zr و تهی‌شدگی از عناصر Ba، Sr، P، Zr و Ti).

کانی‌سازی هیپوژن در کدر با حضور پیریت و مقداری کالکوپیریت و اندکی بورنیت، کولیت، کالکوسیت، پیروتیت و مقادیر ناچیزی اسفالریت مشخص می‌شود که به صورت رگچه‌ای (استوک ورک) و افشان وجود دارند.

دگرسانی گرمابی در کدر، پهنه‌ای با وسعت بیش از ۱۰ کیلومتر مربع را می‌پوشاند و از این نظر، یکی از بزرگ‌ترین سیستم‌های دگرسانی در کمربند مس کرمان به شمار می‌رود. دگرسانی فیلیک بیشترین گسترش را دارد و بویژه در بخش‌های سطحی تحت تأثیر دگرسانی‌های رسی پیشرفته و دگرسانی سیلیسی قرار گرفته است. سیلیس به صورت رگه‌ها و پشته‌هایی با ابعاد متفاوت و بیشتر با بافت برشی، برجستگی‌های منطقه را تشکیل می‌دهد. دگرسانی پتاسیک به طور محدود در بخش‌های ژرف وجود دارد که در گمانه‌های حفاری مشاهده شده است. این دگرسانی با فراوانی بیوتیت و حضور فلدسپار قلیایی، مگنتیت و رگچه‌های ژیپس- انیدریت مشخص می‌شود. افزون بر این، دگرسانی‌های پروپیلیتیکی و آرژیلیکی نیز در منطقه مشاهده شده‌اند. با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، دگرسانی و کانی‌سازی، ذخیره کدر را می‌توان به عنوات یک ذخیره مس پورفیری معرفی کرد.

بر اساس مطالعات ایزوتوپ گوگرد، نسبت $\delta^{34}S$ برای ۶ نمونه پیریت رگچه‌ای و افشان، بین ۴/۸- تا ۱+ (میانگین ۱/۴-) است که یک منشأ ماگمایی را نشان می‌دهد و این ذخیره، از این نظر قابل مقایسه با دیگر ذخایر پورفیری در ایران (مانند سونگون، چاه فیروزه و میدوک) و بسیاری از کانسارهای پورفیری دیگر در کمربند آند است. هیچ تغییر یا تفاوت خاصی در نسبت ایزوتوپی گوگرد نسبت به ژرفای نمونه مشاهده نمی‌شود. به دلیل تفکیک ایزوتوپی بزرگ

بین سولفید- سولفات، حضور رگچه‌های انیدریت تا حدی بر ترکیب ایزوتوپی گوگرد در کانی‌های سولفیدی تأثیر داشته است و نمونه‌های سولفیدی سبک از نظر ایزوتوپی را می‌توان به تشکیل انیدریت نسبت داد.

میانبارهای سیال در شش نمونه کوارتز رگچه‌ای همراه با سولفید مطالعه شد. بر اساس این مطالعات، شش گروه میانبار سیال شناسایی شد: ۱- سه فازی مایع- گاز- جامد (هالیت ± سیلویت)، ۲- سه فازی گاز- مایع- جامد (هالیت)، ۳- دو فازی گاز- مایع غنی از گاز، ۴- دو فازی مایع- گاز غنی از مایع، ۵- تک فازی گاز و ۶- تک فازی مایع؛ مطالعات دمافشارسنجی بر روی سه گروه ۱، ۳ و ۴ صورت گرفت. بیشترین فراوانی دمای همگن‌شدگی، مربوط به محدوده‌های دمایی بین ۳۰۴ تا ۳۲۴ درجه سانتیگراد و ۵۰۴ تا ۵۲۴ درجه سانتیگراد است. در مورد شوری دو محدوده اصلی، یکی با شوری بالا (بین ۳۵ تا بیش از ۷۰ درصد وزنی نمک طعام) و دیگری با شوری پایین (۰/۵ تا ۲۰ درصد وزنی نمک طعام) تشخیص داده شد. اندازه‌گیری‌های چگالی در نمونه‌های مطالعه شده نیز بیشترین فراوانی را در دو محدوده چگالی ۰/۷۸ تا ۰/۸۳ و ۰/۶۳ تا ۰/۶۸ نشان می‌دهد.

از مقایسه دمای همگن‌شدگی در میانبارهای منطقه کدر با دیگر پورفیری‌ها به این نتیجه می‌رسیم که دمای سیال‌های کانه‌دار در کدر، بالاتر از بسیاری از سیستم‌های پورفیری دیگر بوده است. ذخیره کدر از این نظر قابل مقایسه با ذخیره ریگان بم است که دمای بالای سیال، به عنوان یکی از دلایل عدم نهشت مس و تمرکز یک ذخیره پورفیری اقتصادی عنوان شده است (Hezakhani, 2006).

عیار پایین مس در کدر، با وجود گستردگی زیاد دگرسانی-کانیسازی، می‌تواند ناشی از نقش تأثیر دگرسانی فیلیک باشد. به این صورت که در ابتدا، کانی‌سازی متمرکز با عیار بالا همراه با دگرسانی پتاسیک اتفاق افتاده است اما در ادامه، ضمن دگرسانی فیلیک، مس دستخوش تحرک دوباره و در حجم وسیع‌تری پراکنده شده است.

دلیل دیگر ممکن است ژرفای جایگیری کم توده پورفیری باشد به‌گونه‌ای که بخش مهمی از سیال‌های کانه‌دار از سیستم خارج شده‌اند. همچنین ممکن است که ماگمای مولد ذخیره کدر، از ابتدا حاوی مس چندانی نبوده است. زمان فوق اشباع شدن ماگما از آب نیز تأثیر بسیار زیادی در کانی‌سازی دارد و یکی از عوامل کنترل‌کننده مهم در کانی‌سازی گرمابی و عیار ذخیره است.

Abstract

The kader copper prospect is located to the northwest of the Kerman copper belt in southern Iran. This prospect is explored in 1970, by Yugoslav experts and at the same time, semi-detailed exploration activities included geological mapping, geophysical and geochemical interpretation and drilling of two exploratory boreholes. Kader area in recent years, was explorated by National Iranian Copper Industries Company.

The alteration-mineralization in Kader is associated with a Oligomiocene granodiorite to quartz-diorite porphyritic intrusion that intruded into the Eocene volcanic and pyroclastic rocks. Late granodioritic dykes intruded into both porphyritic intrusion and the host rocks. The major structures in region are structures with the trend northeast - southwest and east - west which sometimes controlled mineralization and alteration. Rocks in the study area are calc-alkaline with moderate ranges of potassium. The porphyry rocks are aluminum-rich and the host volcanic rocks have Al medium. Rocks in the study area, related to tectonic

subduction and collision position and Kader deposit, belonging to the final stages of evolution of Urmie-Dokhtar magmatic arc.

Hypogene mineralization in the Kader region is characterized with Pyrite and some Chalcopyrite. Bornite, Covellite, Chalcocite, Pyrotite and Sphalerite are rare. All of these minerals are as veinlets and disseminated grains.

Hydrothermal alteration covers a large area, >10 km2 in extent, and in this respect, Kader is one of the largest alteration systems known in the Kerman Belt. Quartz-sericite (phyllic) alteration dominates, and is superimposed by silicic and advanced argillic alterations at surface and shallow levels. Silica ledges are common features in Kader. Potassic alteration, characterized by secondary biotite, k-spar, magnetite, and gypsum-anhydrite veinlets, was identified at deep levels in two boreholes. Furthermore, propylitic, Argillic, carbonate and chlorite alteration have been observed in the area. Considering the association with porphyritic intrusions, alteration assemblages, and ore mineralogy, Kader can be classified as a typical porphyry copper deposit.

Based on sulfur isotopes studies, the $\delta^{34}S$ values vary between -4.8 to +1 (mean -1.4) for six samples veinlets and disseminated grains Pyrite, implying a magmatic source for sulfur and possibly copper. In this respect, the Kader porphyry prospect is comparable to many other porphyry copper deposits in Iran (e.g. Sungun, Meidook, and Chahfiroozeh) and those in Andes. There is no change or difference in sulfur isotopic ratios of the sample depth. Because of Large isotopic separation Between sulfide and sulfat, anhydrite veinlets Has had an impact in sulfur isotopic ratios in sulfide minerals partly. Light isotope of sulfide samples can be attributed to the formation of anhydrite.

Fluid inclusions in six samples veinlets and disseminated grains Pyrite was studied. Based on this studies, six groups of fluid inclusions was recognized: 1) three phase liquid-gas-solid (halite ± sylvite), 2) three phase gas-liquid-solid (halite), 3) gas-rich two phase gas-liquid, 4) liquid-rich two phase liquid-gas, 5) mono-phase gas and 6) mono-phase liquid. Thermometric analysis were performed on three groups 1. 3 and 4. The most frequent homogenization temperature, ranges between 304 to 324°C and 504 to 524°C. Salinity have been detected in two range, one with high salinity (between 35 to more than 70 wt % NaCl) and the other with low salinity (0.5 to 20 wt % NaCl). Density of samples has the most frequent in two ranges between 0.78 to 0.83 and 0.63 to 0.68.

Comparison between homogenization temperatures in Kader's fluid inclusions and another porphyries Shows, temperature of ore fluids in Kader is higher than many other porphyry systems, hence Kader prospect is comparable to Rigan (Bam) prospect that high temperature of fluids is one of the reasons for nonconcentration of copper and noneconomic porphyry prospect (Hezakhani, 2006).

Low-grade copper in the Kader, with a high extent of alteration- mineralization, may be due to the effect of phyllic alteration. the first, high-grade concentrated mineralization with potassic alteration has occurred. But then, with phyllic alteration, copper undergoes mobility and is scattered in greater range.

It is possible another evidence is the depth of porphyry mass is low, so that much of the ore fluids been removed from the system. It is also possible that generated magma of Kader prospect, not much of the contained copper. The time of becomes magma supersaturated from water is very affective on the mineralization and is a one of important controlling factors in hydrothermal mineralization and prospect's grade.

فهرست

۱-۱. پیشگفتار ۲

۱-۲. موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی ۲

۱-۳. جغرافیا و زمین‌ریخت‌شناسی ۴

- شرایط آب‌وهوایی ۴

- وضعیت توپوگرافی ۴

۱-۴. مطالعات پیشین ۵

۱-۵. طرح مسئله و هدف از مطالعه ۸

۱-۶. روش مطالعه و نمونه‌برداری ۸

۲-۱. زمین شناسی ناحیه‌ای ۱۱

۲-۱-۱. کرتاسه ۱۲
۲-۱-۲. ائوسن ۱۳
۲-۱-۳. الیگوسن- میوسن ۱۳
۲-۱-۴. نئوژن ۱۳
۲-۱-۵. پلیوپلیستوسن ۱۴
۲-۲. زمین‌ساخت ۱۴

۲-۳. زمین‌شناسی اقتصادی ۱۸

۲-۳-۱. کانسارهای پورفیری ۲۱
۲-۳-۲. کانسارهای اپی‌ترمال ۲۱
۲-۳-۳. کانسارهای رگه‌ای ۲۱
- معدن سرچشمه ۲۱

- معدن مس میدوک ۲۲

۲-۴. زمین‌شناسی محدوده کدر ۲۴

۲-۴-۱. سری‌های آتشفشانی- آذرآواری ائوسن ۲۴
۲-۴-۲. توده نفوذی کدر ۲۴
۲-۴-۳. دایک‌های پس از کانه‌زایی ۲۶
۲-۴-۴. نهشته‌های رسوبی نئوژن ۲۷
۳-۱. مقدمه ۲۹

۳-۲. نامگذاری (طبقه‌بندی) سنگ‌ها ۲۹

۳-۳. تعیین سری ماگمایی ۳۰

۳-۴. تعیین جایگاه زمین‌ساختی سنگ‌ها ۳۲

۳-۵. رسم نمودارهای عنکبوتی و تعیین منشأ ماگمای سازنده ۳۵

- نتایج حاصل از بررسی نمودارهای عنکبوتی ۳۸

۴-۱. سنگ‌نگاری ۴۱
۴-۱-۱. واحد آتشفشانی میزبان ۴۱
۴-۱-۲. واحد پورفیری ۴۳
۴-۱-۳. واحد دایک های پس از کانه زایی ۵۰
۴-۲. دگرسانی گرمابی ۵۱

۴-۳. مجموعه‌های دگرسانی ۵۱

۴-۳-۱. دگرسانی پتاسیک یا پتاسیمی یا بیوتیتی ۵۱
۴-۳-۲. دگرسانی فیلیک یا سرسیتی یا QSP ۵۳
۴-۳-۳. دگرسانی آرژیلیک متوسط ۵۴
۴-۳-۴. دگرسانی آرژیلیک پیشرفته ۵۴
۴-۳-۵. دگرسانی پروپیلیتیک ۵۴
۴-۳-۶. دگرسانی کلریتی ۵۵
۴-۳-۷. دگرسانی سیلیسی ۵۶
۴-۳-۸. دگرسانی کربناتی ۵۶
۴-۴. دگرسانی‌های همراه با کانسارهای مس پورفیری ۵۶

۴-۵. دگرسانی گرمابی در کدر ۵۷

۴-۵-۱. دگرسانی سریسیتی یا کوارتز- سریسیتی ۵۹
۴-۵-۲. دگرسانی پروپیلیتیک ۵۹
۴-۵-۳. دگرسانی سیلیسی ۶۰
۴-۵-۴. دگرسانی آرژیلیک ۶۱
۴-۵-۵. دگرسانی آرژیلیک پیشرفته ۶۲
۴-۵-۶. دگرسانی پتاسیک ۶۲
۴-۵-۷. دگرسانی‌های دیگر ۶۲
۴-۶. کانه‌نگاری ۶۴

- کانی‌های سولفیدی ۶۴

۴-۶-۱. پیریت (FeS_2) ۶۴
۴-۶-۲. کالکوپیریت ($CuFeS_2$) ۶۴
۴-۶-۳. بورنیت (Cu_5FeS_4) ۶۵
۴-۶-۴. کولیت (CuS) ۶۵
۴-۶-۵. پیروتیت (FeS) ۶۵
۴-۶-۶. کالکوسیت (Cu_2S) ۶۶
۴-۶-۷. اسفالریت (ZnS) ۶۶
- کانی‌های اکسیدی ۶۷

۴-۶-۹. مگنتیت (Fe_3O_4) ۶۷
۴-۶-۱۰. هماتیت (Fe_2O_3) ۶۷
۵-۱. مقدمه ۷۰
۵-۲. نسبت ایزوتوپی گوگرد در کدر ۷۰
– نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها ۷۰
۵-۳. ایزوتوپ های پایدار گوگرد ۷۱
۵-۴. کاربرد ایزوتوپ‌ها در حل مشکلات موجود در زمینه منشأ کانسارها ۷۵
۶-۱. مقدمه ۷۸
۶-۲. تاریخچه ۷۸
۶-۳. طبقه‌بندی میانبارهای سیال ۷۹
۶-۴. نحوه به تله افتادن میانبارهای سیال اولیه ۸۰
۶-۵. اصول حاکم در مطالعات میانبارهای سیال ۸۲
۶-۶. پتروگرافی میانبارهای سیال ۸۲
درجه پرشدگی (Degree of Filling) ۸۳
۶-۷. مطالعات میانبارهای سیال در منطقه مورد مطالعه ۸۳
– ترکیب (Composition) ۸۸
– درجه پرشدگی (F) ۸۸
۶-۸. روش‌های حرارت‌سنجی میانبارهای سیال ۸۸
۶-۹. روش انجماد (Freezing) ۹۰
– تعیین درجه شوری ۹۰
۶-۱۰. مقایسه مطالعات دمافشارسنجی در منطقه مورد مطالعه با چند کانسار پورفیری در ایران ۹۴
– سونگون اهر در آذربایجان شرقی (Calagari, 2003) ۹۴
– سرچشمه در کرمان (Hezakhani, 2005) ۹۵
– چاه فیروزه شهربابک در کرمان (Hezakhani, 2008) ۹۶
– ریگان بم در کرمان (Hezakhani, 2006) ۹۷
نتایج ۱۰۱
پیشنهادات ۱۰۴

کتابنگاری ۱۰۶
References ۱۰۷
پیوست‌ها ۱۰۸

۱-۱. پیشگفتار

محدوده اکتشافی کدر، در شمال باختر استان کرمان و در فاصله ۱۴کیلومتری جنوب باختر شهرستان دهج قرار دارد. این محدوده از شمال به روستای کدر و از جنوب به روستای سالو محدود می‌شود. کارهای اکتشافی فراوانی در این محدوده صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به بررسی‌های زمین‌شناسی- اکتشافی کارشناسان کشور یوگسلاوی سابق در سال ۱۳۵۱ اشاره کرد. کارشناسان یادشده، در این محدوده عملیات ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاری محدودی انجام داده‌اند.

دگرسانی گرمابی در محدوده اکتشافی کدر، پهنه‌ای با وسعت افزون بر $10\ km^2$ را شامل می‌شود که در ارتباط با یک توده آذرین نیمه عمیق است. با توجه به گسترش زون دگرسانی، توجه جدی‌تری در اکتشاف این منطقه توصیه شده است.

۱-۲. موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

محدوه اکتشافی کدر، در کمربند دهج - ساردوئیه یا کمربند مس کرمان در استان کرمان قرار دارد. این کمربند، پهنه‌ای وسیع بین ´۰۰ و °۲۸ تا ´۰۰ و °۳۱ عرض شمالی و ´۰۰ و °۵۴ تا ´۳۰ و °۵۸ طول خاوری را شامل می‌شود و از پهنه‌های مهم فلززایی مس در ایران است. محدوه مورد مطالعه، در حدود ۹۰ کیلومتری شمال باختر شهرستان شهر بابک و در فاصله حدود ۹ کیلومتری شمال خاور روستای خبر و ۱۴ کیلومتری جنوب باختر دهج قرار دارد (شکل ۱). مختصات UTM این محدوده عبارت است از:

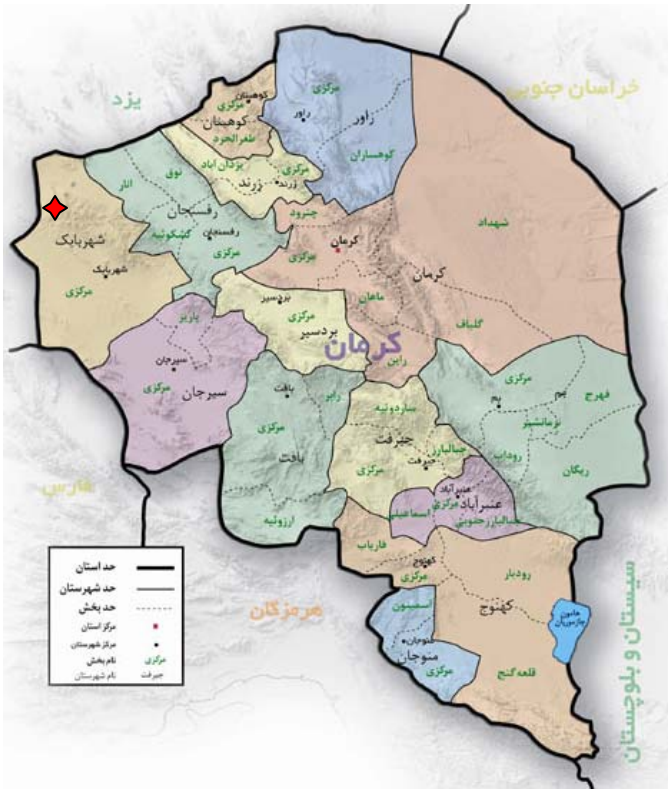
(۲۸۹۰۵۰-۲۸۲۳۵۰) : برای طول خاوری

(۳۳۹۰۹۵۰-۳۳۸۸۷۵۰) : برای عرض شمالی

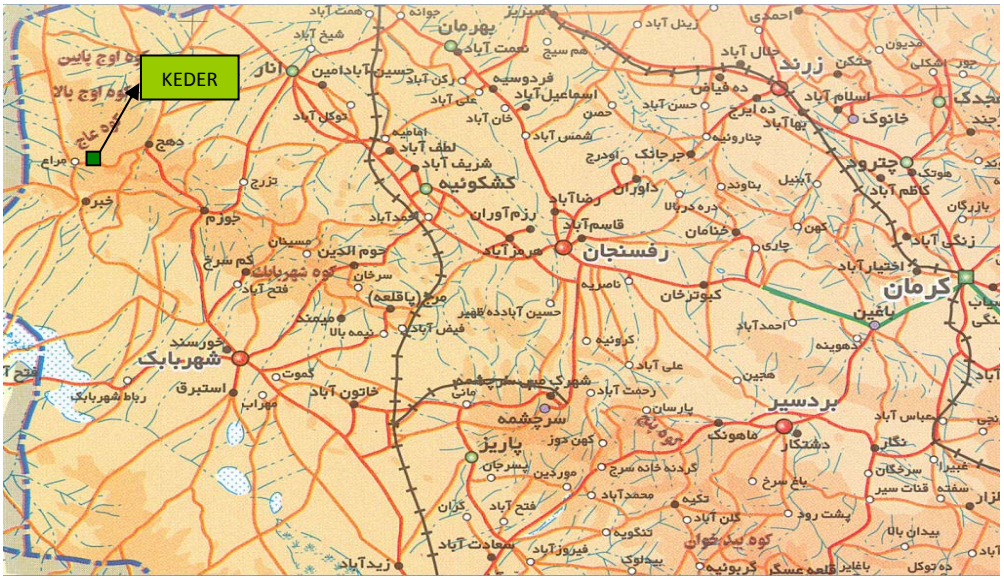
دسترسی به منطقه از دو راه امکان‌پذیر است (شکل ۲)

الف) از طریق شهربابک و سپس جاده آسفالته فرعی به سمت روستای خبر و پس از آن جاده خاکی تا شمال و جنوب منطقه اکتشافی

ب) از طریق شهر بابک- دهج و پس از آن جاده فرعی به سمت روستای کدر



شکل ۱- موقعیت محدوده اکتشافی کدر در نقشه استان کرمان (برگرفته از سایت Iran postcode) (بدون مقیاس).



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به محدوده اکتشافی کدر

(برگرفته از نقشه ۱:۱,۰۰۰,۰۰۰ راه‌های کشور) (بدون مقیاس).

۱-۳. جغرافیا و زمین‌ریخت‌شناسی

- شرایط آب‌وهوایی

استان کرمان از نظر آب‌وهوا و ریخت‌شناختی تنوع بسیار زیادی دارد. تفاوت‌های شدید ارتفاعی، عرض جغرافیایی و واقع شدن در همسایگی یکی از خشک‌ترین کویرهای جهان، از دلایل این تنوع است. اقلیم استان به سه منطقه کویری- حاشیه کویری، گرمسیری و سردسیری- معتدل کوهستانی تقسیم می‌شود. نواحی خاوری این استان به پهنه‌های کویری بسیار گسترده‌ای محدود می‌شود که تا استان سیستان و بلوچستان ادامه دارد. نواحی مرکزی آن که مهم‌ترین رشته کوه‌های آن سلسله جبال بارز است، کوهستانی و مرتفع، دارای زمستان و پائیز سرد، و بهار و تابستان نسبتاً معتدل است. این استان در نواحی جنوب باختری با رشته‌کوه‌های زاگرس همسایگی دارد. این وضعیت ریختاری و اقلیمی موجب تنوع بسیار زیاد اقلیم‌های کوچک و بزرگ شده است که هر کدام ویژگی‌های آب و هوایی خاص خود را دارند. همجواری با دو کویر لوت و زنگی احمد که در قسمت خاوری استان قرار دارند باعث شده است که بیابان وجه چیره و تأثیرگذار در اقلیم این استان باشد. حدود ۸۰ ٪ مساحت استان، در شرایط آب و هوایی خشک و فراخشک قرار گرفته است و با تبخیر بسیار زیاد و بارش‌های بسیار کم مشخص می شود. میزان بارندگی از ۲۵۰ تا ۴۰۰ میلی متر در مناطق کوهستانی و ییلاقی استان (عموماً مناطق شهربابک، بافت، لاله زار و ...) و ۳۰ تا ۶۰ میلی‌متر در عرض‌های جنوبی مانند بم و شهداد متغیر است. رطوبت نسبی استان بین ۷۰ ٪ در جیرفت و ۱۰٪ در شهرستان کرمان متغیر است. درجه حرارت از دست‌کم ۲۵- درجه سانتی‌گراد در بلندی‌های لاله زار تا ۵۰ درجه سانتیگراد در شهداد و تبخیر سالانه نیز از ۱۵۰۰ میلی‌متر در مناطق ییلاقی و کوهستانی تا ۴۵۰۰ میلی‌متر در مناطق عرض‌های جنوبی همچون جازموریان یا حاشیه کویر همچون شهداد مشاهده می‌شود.

استان کرمان تحت تأثیر دو گروه بادهای فرا منطقه‌ای بادهای باختری و جنوب باختری و بادهای جنوبی قرار دارد. زمان وزش باد باختری و جنوب باختری به‌ترتیب در اواخر پاییز و زمستان و بادهای جنوبی و موسمی، فصل بهار و تابستان است. همچنین بادهای منطقه‌ای که به‌علت اختلاف ارتفاع در نقاط مجاور رشته‌کوه‌ها و کوه‌های بزرگ یا مناطق حاشیه کویر می‌وزند، باعث به‌وجود آمدن گردباد (cyclone)های منطقه‌ای می‌شوند. این بادها بویژه در فصول گرم سال، موجب کاهش شدید رطوبت نسبی و افزایش تبخیر و تعرق می‌شوند و انبوهی از خاک و غبار را با خود به طرف شهرها، روستاها و مزارع حمل و خسارت‌های زیادی را ایجاد می‌کنند. لازم به یادآوری است که بیشتر بارش‌ها تحت تأثیر وزش بادهای باختری و جنوب باختری در زمستان و بهار هستند در حالی که بادهای جنوبی که از بخار آب دریای عمان و خلیج فارس تغذیه شده‌اند، موجب بارش‌های رگباری و سیل‌آسا بویژه در فصل تابستان می‌شوند (سایت گروه جغرافیای کرمان). کمربند دهج - ساردوئیه، منطقه‌ای سردسیری- معتدل کوهستانی در استان کرمان محسوب می‌شود (عطاپور، ۱۳۸۶).

- وضعیت توپوگرافی

مرتفع‌ترین نقطه استان کرمان، کوه هزار با ارتفاع ۴۴۶۵ متر و پست‌ترین نقطه استان، دشت شهداد با ارتفاعی کمتر از ۲۵۰ متر از سطح دریا است(سایت گروه جغرافیای کرمان).

منطقه مورد مطالعه، دارای توپوگرافی خشن و دره‌های ژرف است (شکل ۳). روند خط‌الرأس کوه‌های مارا و کوه‌های زامو سوی شمال باختری دارند و بیشترین ارتفاع این خط الرأس که بلندترین نقطه منطقه نیز هست، ۳۰۰۰ متر از سطح دریاست (گزارش شرکت ملی صنایع مس ایران، ۱۳۸۶). نزدیک‌ترین آبادی به محدوده اکتشافی، روستای کدر

است که در باختر منطقه قرار دارد. این روستا تعداد کمی خانه ییلاقی دارد که از اوایل بهار تا اوایل آبان ماه دارای سکونت است. روستا آب لوله کشی و برق ندارد.

شکل ۳- توپوگرافی خشن منطقه مورد مطالعه (نقشه برگرفته شده از Google map)

تفاوت ارتفاعی در منطقه مورد مطالعه، تا چند صدمتر می‌رسد. توپوگرافی در برخی دره‌های این منطقه، پرشیب و خشن و دسترسی فقط با استفاده از خودروهای صحرایی میسر است. پوشش گیاهی طبیعی منطقه شامل درختچه‌هایی از جنس گون است که با گسترشی تنک (۳-۲ درختچه در هر ۱۰۰ مترمربع در دره‌ها) منطقه را پوشش داده‌اند.

۱-٤. مطالعات پیشین

استان کرمان به دلیل تنوع ویژگی‌های زمین‌شناسی و منابع معدنی از سالیان بسیار دور مورد توجه زمین‌شناسان مختلف بوده است. Pillgrim (1924) و Clapp (1940) اولین زمین‌شناسانی بودند که به مطالعات زمین‌شناسی در استان پرداختند. Huckriede et al. (1962) بخش‌هایی از شمال استان (منطقه کرمان- ساغند) را مطالعه کردند. Benefeild & Clarke (1960)، به بررسی و اکتشاف کانسارهای مس و عناصر دیگر موجود در بخش‌هایی از استان پرداختند. سپس Bazin & Hubner (1969)، بخش‌هایی از باختر، جنوب و جنوب خاور استان را با هدف بررسی کانسارهای مس مطالعه کردند. اهمیت واقعی الگوهای اکتشافی از زمان کشف معدن مس سرچشمه در دهه ۱۳۴۰ آغاز شد. اولین مطالعات اکتشافی سیستماتیک در کمربند مس کرمان، مربوط به پروژه اکتشافی استان کرمان در سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۷۵ میلادی (اواخر دهه ۱۳۴۰ تا میانه دهه ۱۳۵۰ خورشیدی) است که توسط کارشناسان دولتی یوگسلاوی سابق انجام شد. در همین دوره، برخی شرکت‌های خصوصی همچون Selection Trust و Anaconda نیز در این زمینه فعالیت داشتند. مطالعات کارشناسان یوگوسلاو، قسمت اعظم

استان کرمان را پوشش داد و اطلاعات اولیه مناسبی را از سیستم‌های پورفیری در این منطقه مس‌خیز در اختیار نهاد. نتایج این مطالعات منجر به اکتشاف حدود ۶۰ نشانه معدنی و کانسار مس نوع پورفیری، رگه‌ای و اسکارنی در این منطقه شد. بر مبنای داده‌های مغناطیس‌سنجی هوایی، سیمای ساختمانی منطقه کدر، شبیه به سرچشمه است و در زون تقاطع گسل‌های طولی و متقاطع (Longitudinal and transverse) همانند سرچشمه قرار گرفته است (گزارش شرکت ملی صنایع مس ایران، ۱۳۸۶). همچنین کانسارهای متعدد سرب، روی، آهن، کرومیت و ... نیز در بخش‌های دیگر استان کشف شد. این مطالعات اولیه تا سال ۱۹۷۱ کامل شد و به دنبال آن، مطالعات نیمه تفصیلی ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی به همراه حفاری اکتشافی بین سال‌های ۱۹۷۲- ۱۹۷۱ انجام گرفت.

خلاصه‌ای از این مطالعات در محدوده اکتشافی کدر به شرح زیر است:

اکتشافات ژئوفیزیکی نیمه تفصیلی در مساحت ۵۷/۶ کیلومتر مربع

تهیه نقشه زمین‌شناسی- معدنی با مقیاس ۱: ۵۰۰۰ همراه با گزارش

مطالعات ژئوفیزیک تفصیلی ۳/۴۶ کیلو متر مربع

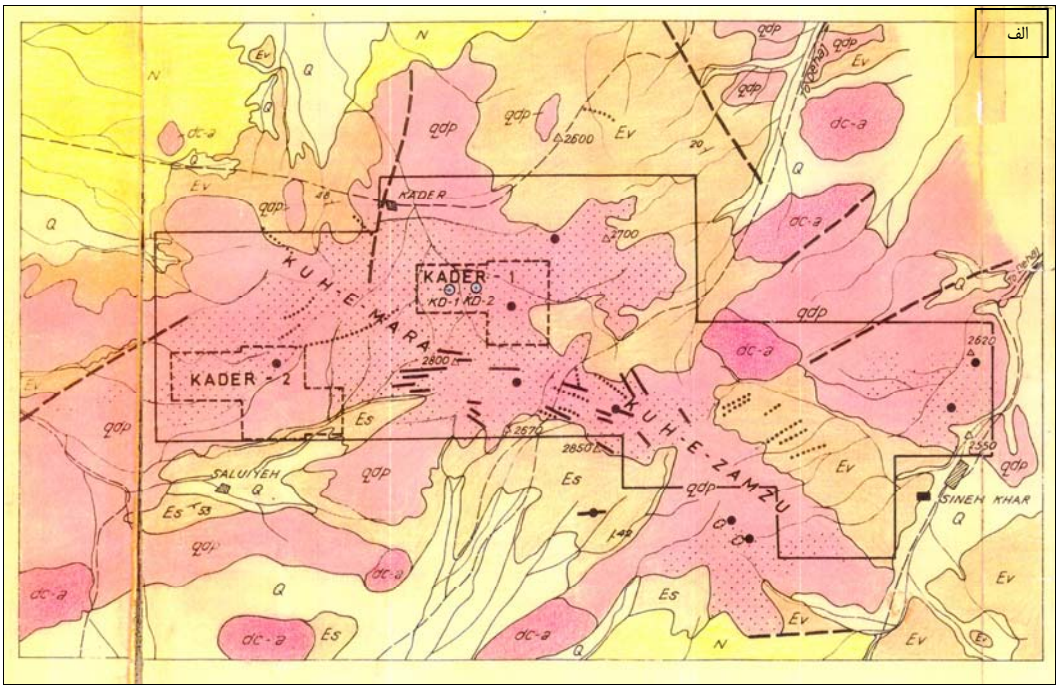
اکتشافات ژئوشیمیایی شامل نمونه‌برداری نیمه تفصیلی ژئوشیمیایی (۲۶۷ نمونه)

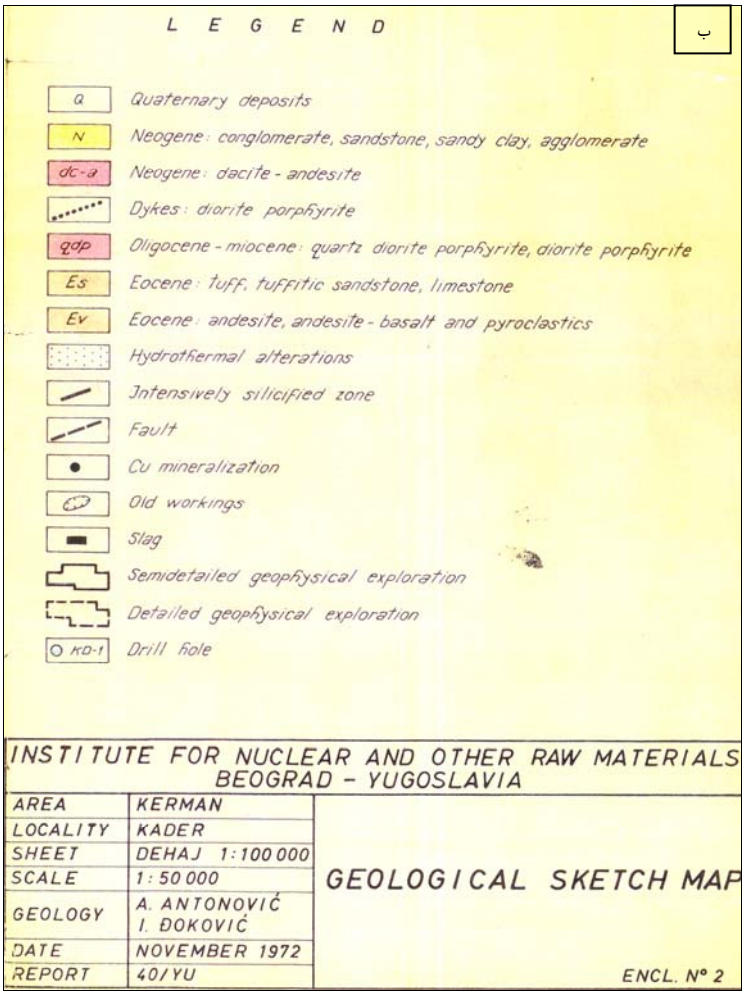
اکتشافات ژئوشیمیایی تفصیلی (۲۳۵ نمونه)

حفر ۲ حلقه گمانه اکتشافی به ژرفای ۲۰۰ متر که در منطقه بی‌هنجاری شماره یک به فاصله ۲۸۰ متر در دیوریت پورفیری حفر شده است. شکل ۵ نشان‌دهنده نقشه زمین‌شناسی منطقه کدر است که توسط یوگسلاوها برداشت‌شده است.

با وجود مطالعات ارزشمند زمین‌شناسان یاد شده، در گزارشات منتشر شده آنها، اشاره چندانی به ویژگی‌های کانی‌سازی- دگرسانی و ارتباط این دو پدیده با یکدیگر و با ماگماتیزم نشده است.

شکل ۴- گمانه اکتشافی شماره ۲ یوگوسلاوها. چکش، سوی شیب چاه (70 NE) را در درون زمین نشان می‌دهد.





شکل ۵- الف) نقشه ۱:۵۰۰۰ زمین‌شناسی منطقه کدر، تهیه‌شده توسط شرکت یوگسلاو در سال ۱۹۷۲ (بدون مقیاس) و ب) راهنمای نقشه.

به‌تازگی شرکت ملی مس اکتشافات تفضیلی تکمیلی را در این محدوده انجام داده است. این مطالعات اکتشافی که به‌طور سامانه‌ای بر روی محدوده کدر انجام شده است شامل موارد زیر است:

– تهیه نقشه زمین‌شناسی– معدنی محدوده به مقیاس ۱:۵۰۰۰ توسط شرکت کان ایران (۱۳۸۶).

– مطالعات لیتوژئوشیمیایی به مساحت ۱۳ کیلومتر مربع با شبکه ۱۰۰ در ۱۰۰ توسط شرکت کان آذین (۱۳۸۶).

– مطالعات ژئوفیزیکی در سه محدوده مجزا به مساحت ۱/۲۷ کیلومتر مربع در شبکه ۲۰ در ۱۰۰ توسط شرکت صمان کاو (۱۳۸۶).

بر پایه مطالعات بالا، مناطق بی‌هنجاری در محدوده کانی‌سازی کدر شناسایی و برای اجرای عملیات حفاری پیشنهاد شده است. بنابراین، بر پایه این مطالعات در این محدوده دو گمانه حفاری شد (شرکت ملی صنایع مس ایران، ۱۳۸۸) (تمامی آزمایش‌ها و پژوهش‌های انجام شده در این پایان‌نامه بر روی نمونه‌های برداشت شده از این دو گمانه صورت گرفته است).

۱-۵. طرح مسئله و هدف از مطالعه

ذخایر و نشانه‌های معدنی مس پورفیری زیادی در مجموعه ماگمایی موسوم به ارومیه– دختر وجود دارد. بخشی از این مجموعه که در استان کرمان واقع است، کمربند دهج– ساردوئیه نام دارد. در چند سال اخیر فعالیت‌های اکتشافی گسترده‌ای در این مجموعه ماگمایی صورت گرفته است. تشخیص معیارهایی برای شناخت پورفیری‌های بارور از نابارور، اهمیت علمی و کاربردی زیادی دارد. اهداف اصلی این پژوهش به شرح زیر است:

– مطالعه ویژگی‌های زمین شناسی محدوده اکتشافی کدر

– مطالعه ویژگی‌های پهنه‌های دگرسان محدوده اکتشافی کدر در سطح و عمق

– شناسایی مراحل کانی‌سازی و ارتباط کانی‌سازی با دگرسانی

– مطالعات میانبارهای سیال به منظور آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی– شیمیایی کانسار

– مطالعات نسبت ایزوتوپی گوگرد به‌منظور شناسایی منبع سیال کانه‌دار

– تلفیق نتایج حاصل از مطالعات گوناگون و مقایسه داده‌ها با داده‌های موجود از کانسارهای پورفیری دیگر در ایران

۱-۶. روش مطالعه و نمونه‌برداری

روش‌های اجرایی طرح عبارتند از:

۱– جمع‌آوری و مطالعه داده‌های موجود در مورد ذخیره کدر و دیگر ذخایر مس پورفیری در ناحیه کرمان

۲– بازدید صحرایی و نمونه‌برداری از سطح زمین و گمانه‌های اکتشافی

۳– انتخاب نمونه‌های معرف از توده پورفیری، سنگ‌های میزبان و دایک‌ها برای مطالعات سنگ‌نگاری، به منظور تشخیص سنگ‌ها و انواع دگرسانی در آنها (۲۹ نمونه) و تجزیه شیمیایی نمونه‌های مناسب (۸ نمونه)

۴- تهیه و مطالعه مقاطع کانه‌نگاری به منظور تشخیص کانی‌های فلزی (۱۲ نمونه)

۵- انتخاب نمونه‌های مناسب از رگه‌ها و رگچه‌های کوارتز همزمان با کانی‌سازی برای مطالعه میانبارهای سیال (۶ نمونه)

۶- انتخاب نمونه‌های مناسب از پیریت‌های رگه‌ای و افشان برای مطالعات ایزوتوپی (۶ نمونه)

۷- تلفیق نتایج، بحث، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد برای این محدوده

در پیوست ۱، فهرستی از نمونه‌های برداشت شده از منطقه کدر برای مطالعات مختلف آورده شده است.

۲-۱. زمین شناسی ناحیه‌ای

استان کرمان را می‌توان از نظر ساختاری و گسترش حوزه‌های رسوبی در زون ایران مرکزی قرار داد. همچنین این استان از نظر واحدهای زمین‌ساختی، مرتبط با بلوک طبس و سلسله کوه‌های طبس- کرمان است (سایت سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور).

پیکره‌های بزرگ سنگی در این استان را می‌توان به دسته‌های زیر تقسیم کرد (آقانباتی، ۱۳۸۳):

۱- پیکره‌های رسوبی که شامل رسوبات سکوی پالئوزوییک- مزوزوییک نواحی زرند- کوه‌بنان- راور و کرمان و ماهان می‌شود.

۲- پیکره‌های آذرین نفوذی و خروجی ترشیری و کواترنری که بخشی از یک زون ماگمایی بزرگ‌تر به نام ارومیه- دختر است. در این کمربند، سنگ‌های آتشفشانی کالکوآلکالن و آلکالن و توده‌های نفوذی گرانیتوئیدی وجود دارد.

۳- پیکره‌های دگرگونی دوران پالئوزوییک که در یک کمربند با روند شمال باختری- جنوب خاوری از شهربابک تا منوجان ادامه دارد و گستره وسیعی را در جنوب باختر استان کرمان پوشش داده است.

۴- پیکره‌های مافیک و اولترامافیک دوران پالئوزوییک و مجموعه‌های افیولیتی مزوزوییک و اوایل ترشیری که در مناطق حاجی‌آباد- دولت‌آباد- اسفندقه- کهنوج، شهربابک و بافت گسترش دارد و مجموعه‌های افیولیتی آن در زمین‌شناسی ایران به نام آمیزه‌های رنگین افیولیتی شهرت دارند.

۵- پیکره‌های رسوبی زون زاگرس

۶- پیکره‌های رسوبی کواترنری که بیشتر، در دشت‌ها، کوهپایه‌ها و کویرها وجود دارد و بیشتر آن را رسوبات آبرفتی تشکیل می‌دهد.

محدودهٔ کانی‌سازی- دگرسانی کدر در انتهای شمال باختری کمربند مس قرار دارد. گرچه می‌توان با توجه به موقعیت‌های جغرافیایی، تقسیم‌بندی‌های جدیدی برای کانی‌سازی‌های کمربند کرمان قائل شد ولی به‌طورکلی رخنمون‌های چیره کانی‌سازی مس در کمربند کرمان، متأثر از نفوذ توده‌های نیمه آتشفشانی در سنگ‌های آتشفشانی ارومیه- دختر است. این کمربند (ارومیه- دختر) به‌عرض تقریبی ۱۰۰ کیلومتر در امتداد راندگی زاگرس و با فاصله ۱۵۰ کیلومتری از آن قرار گرفته است. رخنمون‌های چیره و اصلی این منطقه (کمربند کرمان) از سنگ‌های آتشفشانی تشکیل شده‌اند. ماگمای تشکیل‌دهنده توده‌های نفوذی در این منطقه که با توجه به الگوی کمان آتشفشانی حرکات زمین‌ساختی زمان کرتاسه بالایی و از فرورانش و هضم بخش انتهای پوسته اقیانوسی واقع در بین دو صفحه عربستان و اوراسیا در امتداد گسل راندگی زاگرس تشکیل شده است، ترکیب اسیدی تا متوسط دارد (گزارش شرکت ملی صنایع مس ایران، ۱۳۸۶). با توجه به فرضیه بالا، می‌توان انتظار داشت که فعالیت‌های ماگمایی ترشیر، پس از پدیده برخورد دو قاره به وقوع پیوسته باشد. این فعالیت‌ها در طی ائوسن بالایی، الیگوسن و الیگومیوسن و پلیوسن در منطقه اورمیه- دختر انجام پذیرفته است که منطقه مورد مطالعه نیز بخش کوچکی از آن را تشکیل می‌دهد. در امتداد حاشیه قاره‌ای نیز، سنگ‌های افیولیتی مربوط به کرتاسه بالایی (منطقه دگرگونی سنندج- سیرجان) جایگزین شده‌اند که در جنوب باختر کمربند- اورمیه دختر قرار دارند. فعالیت‌های ماگمایی ترشیری محدود به حواشی نزدیک دو صفحه نیست، بلکه در داخل نواحی قاره‌ای نیز رخ داده است (گزارش شرکت ملی صنایع مس ایران، ۱۳۸۶). وجود فعالیت گسترده آتشفشانی مربوط به دوره ائوسن در ایران مرکزی، توسط بسیاری از پژوهشگران توضیح داده شده است و علت آن را مربوط به پدیده فرورانش در طول گسل

اصلـــی زاگرس دانسته و شیـب فرورونده را به‌طـرف شـمال خـــاور مشـخص کـرده‌انـد (Stöcklin, j., 1977, Berberian & King, 1981).

طبق تقسیم‌بندی Dimitrijevic (1973)، کمربند کرمان به لحاظ زمین‌شناسی و سـاختاری بـه شـرح زیـر قابـل تقسیم‌بندی است:

کمربند رفسنجان با بلوک‌های گوک- جوپار و مراد

کمربند دهج- ساردوئیه

کمربند آمیزه رنگین

کمربند اسفندقه- سبزواران

کمربند سیرجان

کمربند دهج- ساردوئیه به طول حدود ۵۰۰ کیلومتر، از دهج در شمال باختر استان کرمان تا ساردوئیه در جنوب خاور این استان کشیده شده است. این کمربند، ستبرایی حدود ۱۵ کیلومتر از سنگ‌های آتشفشانی اسیدی تا حدواسـط و بازی ائوسن را در بر می‌گیرد (Dimitrijevic, 1973). افق‌های رسوبی کم‌ستبرایی نیـز در قاعـده یـا بخـش‌هـای میانی این کمربند وجود دارد. حضور افق‌های رسوبی، آرامش نسبی در فعالیت آتشفشـانی را نشـان مـی‌دهـد. ایـن واحدهای آتشفشانی- رسوبی به طور دگرشیب بر روی واحدهای سنگی مزوزوییک قرار گرفتـه اسـت. تـوده هـای نفوذی الیگومیوسن درون واحدهای آتشفشانی، نفوذ کرده‌اند. واحدهای رسـوبی کـواترنری نیـز حواشـی کمربنـد را پوشانیده و درون بعضی از حوضه‌ها نهشته شده‌اند. اگر بخواهیم از زمان قدیم به جدید واحدهای مختلف این کمربند را مورد بررسی قرار دهیم می‌توانیم از واحدهای آمیزه رنگین متعلق به سن کرتاسه آغاز کنیم. واحدهای قدیمی‌تر از کرتاسه، در کمربند دهج- ساردوئیه رخنمون ندارند.

۲-۱-۱. کرتاسه

مهم‌ترین واحدهای رخنمون‌دار این زمان عبارتست از:

واحدهای کربناتی

فلیش‌های بردسیر- انار (کمربند دهج- ساردوئیه)

کمربند آمیزه رنگین

واحدهای کربناتی کرتاسه بردسیر- انار در شمال برگه دهج و در طول کوه کاله گاو و کوه بیدو و شـامل آهـک‌هـا، شیل، ماسه‌سنگ و دولومیت- آهک (سازند تفت) و مارن- آهک (سازند دره زنجیر) و همین‌طور واحـد آهـک‌هـا و دولومیت‌های اوربیتولین‌دار است. (بر اساس تقسیم‌بندی Dimitrijevic, 1973) سن این واحدهای کربناتی به‌طـور دقیق‌تر معادل آپتین- آلبین در نقشه یکصدهزارم دهج مشخص شده است.

در کرتاسه بالایی، کمربند آمیزه رنگین افیولیتی در جنوب خاور برگه دهج به‌همراه سنگ‌آهک برونزد دارد. به عقیده Gansser (1955)، بر طبق کارها و مطالعات پیشین، زون آمیزه رنگین کمربند کرمان کـه در بخـش جنـوبی ایـن کمربند برونزد دارد، از کامل‌ترین و متنوع‌ترین زون‌های آمیزه رنگین در نـوع خـود اسـت. آمیـزه‌ای از سـنگ‌هـای

بازیک- اولترابازیک- ماگماتیک، رسوبی و متامورف و سنگ‌های ماگمایی حدواسط در این کمربند دیده می‌شود. این کمربند در جنوب باختری محدوده کدر رخنمون دارد.

فیلیش‌های کمربند کرمان که در زون دهج- ساردوئیه بنام فیلیش‌های انار- بردسیر شناخته شده‌اند در اطراف فیض آباد، شمال خاور محدوده مورد مطالعه، برونزد دارد. در بین واحدهای فلیش و آمیزه رنگین، می‌توان برونزدهای کوچکی از گابرو- دیوریت را مشاهده کرد.

۲-۱-۲. ائوسن

واحدهای آتشفشانی- رسوبی مجموعه ائوسن بی‌شک مهم‌ترین و جالب‌ترین سیمای واحدهای زمین‌شناسی کمربند کرمان است. این مجموعه در طول کمربند کرمان با امتداد شمال باختر- جنوب خاور دارای یک امتداد ۵۰۰ کیلومتری و پهنای دست‌کم ۱۵ کیلومتر است. واحدهای رخنمون‌دار در زیرزون دهج- ساردوئیه بیشتر متعلق به مجموعه ائوسن میانی (Middle Eocene Sedimentary Complex) است که به همراه زیرزون سبزواران- اسفندقه گسترش ۴۵۰ کیلومتر و عرض ۵۰ کیلومتر دارد. در منطقه انار- شهربابک، واحدهای ائوسن از واحد آندزیت- بازالت قرمز شروع می‌شود (پایینی‌ترین واحد ائوسن میانی). و تا بالایی‌ترین واحد ائوسن میانی که توف‌های ماسه‌سنگی است، این واحد (توالی ائوسن میانی) قابل تقسیم‌بندی به ۱۰ واحد مختلف است که افزون بر واحدهای آندزیتی بازالتی، می‌توان به ترکیبات تراکیتی- تراکی آندزیتی- پیروکلاستیکی، توف بازالتی و ماسه‌سنگ توفی اشاره کرد. در برخی مناطق (به‌طور مثال اطراف محدوده مورد مطالعه کدر)، این واحدهای آتشفشانی ائوسن به‌طورکلی غیر قابل تقسیم‌بندی است و در نقشه یکصد هزارم دهج به نام Volcanogenic Eocene Rock جدانشده رقم خورده‌اند.

۲-۱-۳. الیگوسن- میوسن

در امتداد شمال خاور کمربند دهج- ساردوئیه (دهج- کوه آهوراک- کوه هزار- خانه خاتون- ساردوئیه و حنا) سازند قرمز بالایی با ناپیوستگی بر روی واحدهای ائوسن میانی و بالایی قرار گرفته است و شامل مارن‌ها و به‌طورکمتر توف‌ها و ماسه‌سنگ‌ها و به‌طور خیلی پراکنده مقادیرکمی از داسیت آندزیتی، پیروکلاست‌ها و آندزیت بازالت‌های گدازه‌ای است. در بخش جنوب خاوری کمربند دهج- ساردوئیه سازند قرمز بالایی عمدتاً برونزد ندارد و واحدهای ائوسن به‌طورمستقیم با سازند قم پوشیده شده‌اند. سازند قم در قسمت‌های شمال خاور این کمربند در اطراف دهج- انار از گسترش زیادی برخوردار است و در ادامه یک پیوستگی از رخنمون‌های سازند قم را از کوه‌های لاله زار تا ساردوئیه شاهد هستیم.

۲-۱-٤. نئوژن

واحدهای رخنمون‌دار نئوژن قسمت‌های شمال- شمال خاور و جنوبی زیرزون دهج- ساردوئیه را احاطه کرده‌اند و افزون بر آن، حد انتهای این زیرزون، یعنی باختر محدوده کدر را نیز این رسوبات احاطه کرده‌اند.

گرچه هیچ واحدی از این مجموعه به‌طور مستقیم ارتباطی با کانی سازی های این کمربند ندارد ولی به‌عنوان یک واحد دربرگیرنده از اهمیت خاص خود برخوردار است. ترکیب سنگی واحدهای این مجموعه، بیشتر از ماسه‌های رسی، ماسه‌سنگ‌های نیمه سخت تا سخت و کنگلومراهای با قطعات آتشفشانی که بیشتر، آرژیلیکی نیز هستند، تشکیل یافته‌اند. افزون بر این، رسوبات بخش‌هایی از مجموعه آتشفشانی زون دهج- ساردوئیه (به‌طور مثال محدوده مورد مطالعه) تحت تأثیر دایک‌های با ترکیب دیوریت پورفیری به سن ئوژن قرار گرفته‌اند که معمولاً غیر دگرسان هستند و ارتباطی با کانی‌سازی ندارند.

۲-۱-۵. پلیوپلیستوسن

در بخش‌هایی در شمال محدوده مورد مطالعه، با یک روند شمالی- جنوبی، یک واحد کنگلومرا- ماسه‌سنگی با قطعات آتشفشانی متنوع گسترش زیادی از خود نشان داده است که در نقشه یکصد هزارم دهج به سن پلیوپلیستوسن مشخص شده‌اند.

همچنین از آتشفشانی‌های موجود در منطقه، می‌توان به واحدهای آندزیت- داسیت و هیالوآندزیت اشاره کرد که از جمله آتشفشانی‌های اطراف محدوده مورد مطالعه را نیز شامل می‌شوند (واحد داسیت- آندزیت اطراف محدوده کدر).

قدیمی‌ترین واحد موجود در منطقه مورد مطالعه، مربوط به دوره ائوسن می‌شود و شامل سنگ‌های آندزیت، آندزیت- بازالت، تراکی‌آندزیت است که به‌طور متناوب در داخل آنها، سنگ‌های پیروکلاستیک، توف، برش و آگلومرا دیده می‌شود. توده‌های نامنظم از جنس کوارتزدیوریت و گرانودیوریت پورفیری مربوط به زمان اولیگوسن- میوسن با گسترش خاوری- باختری به طول ۱۵کیلومتر و عرض ۴-۳ کیلومتر دیده می‌شود که در نیمه خاوری، توده‌های آتشفشانی روی آنها را پوشانده است. به علت سردشدن سریع، توده‌های نفوذی از کوارتز دیوریت پورفیری (کم کوارتز) به دیوریت پورفیری و به صورت محلی به داسیت و آندزیت تبدیل می‌شوند. رسوبات ئوژن منطقه بیشتر شامل کنگلومرا، ماسه‌سنگ و ... است. افزون بر آنها، توده‌های داسیتی و آندزیتی مربوط به دوره ئوژن، به‌صورت متناوب آتشفشانی‌های ائوسن را قطع کرده‌اند.

۲-۲. زمین‌ساخت

از دیدگاه زمین‌ساخت در مقیاس بزرگ، استان کرمان دارای تنوع ساختاری زیادی است. این استان در طول حیات زمین‌شناسی خود، از پرکامبرین تاکنون پویایی ساختاری بسیاری داشته و هم اکنون از دیدگاه حرکات زمین بسیار پویا است.

در جنوب باختر، بخشی از زون خرد شده آن و در جنوب، بخشی از زون ساختاری مکران را شامل می‌شود. زون سنندج- سیرجان از نواحی باختر شهربابک تا نزدیکی زون گسلی زندان در کهنوج در این استان رخنمون دارد و رشته‌کوه‌های آتشفشانی ارومیه- دختر به‌صورت کمربندی با امتداد شمال باختری- جنوب خاوری از نزدیکی انار تا جنوب خاوری بم در آن امتداد می‌یابد. سکوی پالئوزوییک- مزوزوییک ایران مرکزی، بخش عمده‌ای از خاور، شمال و شمال خاور این استان را پوشش می‌دهد.

شکل ۱- تصویر پاناروما از کل منطقه کنار چاه شماره ۲ (بدون مقیاس).