معرفی مناطق بی‌هنجاری کانی‌سازی آهن بر پایه داده‌های ژئوفیزیکی در محدوده فراش، استان کرمان

بهنام صامتی[1*]، افشار ضیاء ظریفی[2]، محمدرضا جعفری[3] و علی درویش‌زاده[4]

[1]دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران
[2]استادیار، گروه مهندسی معدن، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران
[3]استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران
[4]استاد، دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۰۴/ ۱۰/ ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: ۳۰/ ۰۳/ ۱۳۹۶

چکیده

منطقه مورد مطالعه در برگه فراش (از برگه‌های استاندارد نقشه‌برداری با مقیاس یک پنجاه هزارم) در استان کرمان، در فاصله ۵۰ کیلومتری جاده آسفالته جیرفت- درب بهشت و در پهنه جبال بارز جای دارد. منطقه مورد مطالعه در برگه استاندارد نقشه‌برداری با مقیاس یک دویست و پنجاه هزارم به نام بم قرار دارد. واحدهای سنگی منطقه شامل واحدهای نفوذی گرانیتی، گرانودیوریتی و واحدهای آتشفشانی رسوبی با ترکیب توف، آهک نومولیتی، کنگلومرا و آگلومراست. در بخش جنوبی محدوده فراش نفوذ سنگ‌های آذرین با ترکیب اسیدی در مجاورت واحدهای آهکی و توفی سبب کانه‌زایی اسکارن آهن شده‌اند. با استفاده از پردازش و تفسیر ۱۰۳۰ داده ژئوفیزیک مغناطیس‌سنجی زمینی با فواصل خطوط برداشت ۲۵ متری و رسم نقشه‌های شدت میدان مغناطیسی، همچنین با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی دیگر مانند نقشه‌های زمین‌شناسی و زمین‌ساختی منطقه، مناطق دارای پتانسیل کانی‌زایی فلزی معرفی شدند و پس از کنترل صحرایی معلوم شد که رخنمون‌های اصلی سنگ آهن در بخش‌های مرکزی به سوی جنوب خاور تمرکز یافته‌اند. میزبان اصلی سنگ آهن، در بخش مرکزی محدوده درون واحدهای اسکارنی و گرانیتی قرار دارند. روند کانی‌سازی شمال باختری- جنوب خاوری و کانی‌های اصلی آهن، مگنتیت و هماتیت هستند. در مناطق کانه‌زایی آهن دگرسانی‌های آرژیلیکی و پروپیلیتیکی نیز رخ داده است.

کلیدواژه‌ها: فراش، ژئوفیزیک، کانه‌زایی آهن، دگرسانی آرژیلیک.

***نویسنده مسئول:** بهنام صامتی
E-mail:sametitrading@yahoo.com

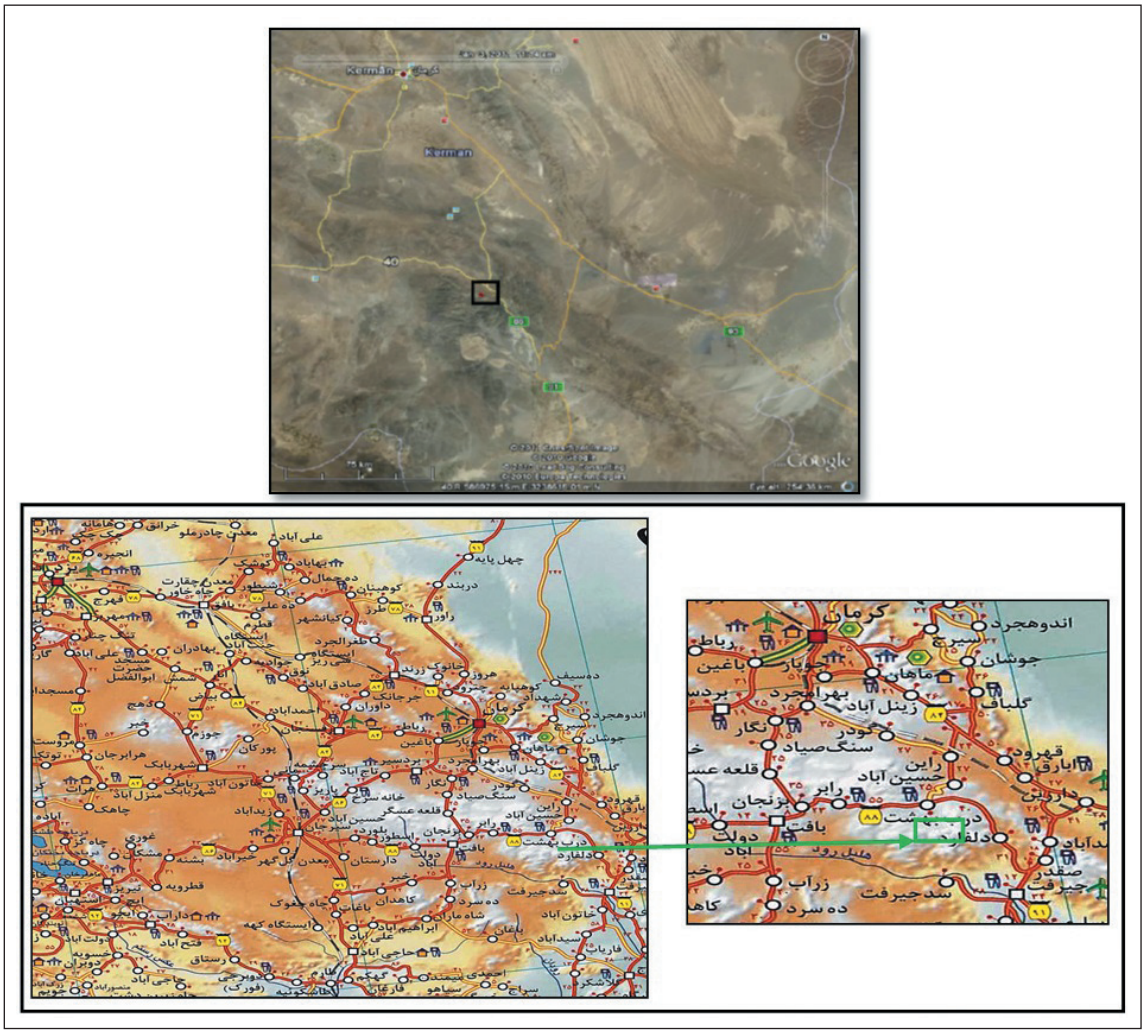
۱- پیش‌نوشتار

محدوده مورد مطالعه در جنوب خاور استان کرمان و در تقسیمات نقشه‌های زمین‌شناسی، در نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ بم، نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ ساردوییه و نقشه ۱/۵۰۰۰۰ فراش جای دارد. مطالعات اولیه اکتشافی شامل مطالعات زمین‌شناسی، سنجش از دور و اکتشافات لیتوژئوشیمیایی در این محدوده توسط شرکت پارس معدن تیراژ در سال ۱۳۹۰ انجام و بر پایه مطالعات زمین‌شناسی کانی‌زایی مس پورفیری، مس اسکارن و کانه‌زایی آهن گزارش شده است. در پیرامون محدوده مورد مطالعه کانی‌زایی مس و محدوده‌های اکتشافی مس پورفیری وجود دارد؛ ولی معادن فعال سنگ آهن یا مس وجود ندارد. معدن سنگ آهن بزنجان یکی از معادن سنگ آهن فعال در منطقه ساردوییه است (جعفری و یزدی، ۱۳۹۲). بخش ساردوییه استان کرمان به دلیلی جایگیری در پهنه جبال بارز دارای پتانسیل‌های فلزی و معادن سنگ آهن و مس است. در این پژوهش نیز با بهره‌گیری از برداشت‌های ژئوفیزیک مغناطیس‌سنجی در محدوده فراش و پردازش و تفسیر داده‌ها، مناطق امیدبخش کانی‌زایی فلزی سنگ آهن تعیین و معرفی می‌شود. در اکتشاف سنگ آهن، مدل‌سازی داده‌های ژئوفیزیکی بیشترین کاربرد را دارد که عبارت است از تعیین منبع بی‌هنجاری‌های موجود و ویژگی‌های آنها از روی مقدار تغییرات داده‌ها (زمردیان، و حاجب حسینیه، ۱۳۶۳). در منطقه مورد مطالعه فراش برداشت‌های نیمرخ‌های مغناطیس‌سنجی با فواصل ۲۵ متری انجام شد و ۱۰۳۰ برداشت مغناطیس‌سنجی زمینی به همراه مختصات‌های نقاط که توسط دستگاه تعیین موقعیت ماهواره ای (GPS) مشخص شدند؛ برای پتانسیل‌یابی کانی‌زایی آهن در منطقه مورد استفاده قرار گرفت. همچنین با استفاده از لایه‌های زمین‌شناسی و زمین‌ساخت منطقه و پردازش داده‌های مغناطیس‌سنجی زمینی مناطق کانی‌زایی آهن مشخص و معرفی شدند. در کنترل‌های صحرایی نیز واحدهای در برگیرنده کانی‌زایی آهن بررسی و نمونه‌برداری از آنها برای عیارسنجی از بی‌هنجاری‌های مغناطیس‌سنجی انجام شد.

۲- موقعیت جغرافیایی و بررسی زمین‌شناسی محدوده

محدوده مورد مطالعه فراش ساردوییه در نزدیکی جیرفت در استان کرمان جای دارد. منطقه فراش در طول جغرافیایی ۵۷ درجه ۱۵ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۳۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه تا ۲۹ درجه و ۱۵ دقیقه جای گرفته است. منطقه مورد مطالعه به سبب جایگیری در جنوب پهنه آتشفشانی ارومیه- دختر از دید کانی‌سازی فلزی پتانسیل‌های معدنی فراوانی را در خود جای داده است و از دید کانی‌سازی فلزی، به ویژه کانی‌زایی‌های پورفیری مس، سنگ آهن و کرومیت در منطقه یاد شده وجود دارند. با توجه به زمین‌شناسی منطقه و پتانسیل‌های موجود آهن در پیرامون محدوده مورد مطالعه و به دلیل جایگیری در پهنه دهج- ساردوییه کرمان، بررسی پتانسل‌های فلزی آهن محور اصلی پژوهش است. از دید زمین‌شناسی منطقه دارای واحدهای نفوذی گرانیتی و گرانودیوریتی و واحدهای آتشفشانی- رسوبی با ترکیب توف، آهک نومولیتی،کنگلومرا و آگلومراست. نفوذ سنگ‌های آذرین با ترکیب اسیدی در بخش جنوبی برگه در مجاورت واحدهای آهکی و توفی سبب کانه‌زایی اسکارن آهن شده است. از دید زمین‌شناسی ساختاری جزو کمان ماگمایی ارومیه- دختر و به‌طور دقیق‌تر جزیی از کمربند فلززایی دهج- ساردوییه به شمار می‌رود. جایگاه محدوده در تقسیم‌بندی زمین‌شناسی درویش‌زاده (۱۳۸۳)، در پهنه ایران مرکزی است. محدوده فراش در باختر نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰،۰۰۰ بم و جنوب خاور نقشه زمین‌شناسی۱:۱۰۰،۰۰۰ ساردوییه جای گرفته است. در شکل ۱ موقعیت محدوده دیده می‌شود. مهم‌ترین واحدهای رخنمون یافته در سطح محدوده شامل گرانودیوریت، گرانیت، توف و واحدهای آهکی است. کهن‌سال‌ترین سنگ‌های موجود در منطقه ساردوییه به سن پالئوزوییک هستند که در منطقه میانی و جنوب باختری منطقه و در کوه‌های پیره‌کوه، شغال‌کوه و بینه‌کوه با گسترشی در راستای شمال خاور- جنوب باختر رخنمون دارند. سن این سنگ‌ها کربنیفر پیشین و پرمین است و به شکل چند رخنمون از هم جدا نمایان هستند. سنگ‌های کربنیفر پیشین شامل سنگ‌آهک کرینوییددار و شیل آهکی خاکستری تیره با لایه‌بندی به نسبت

تیره است که به سوی شمال باختر شیب دارند. ستبرای تقریبی این واحد ۴۰۰ تا ۴۵۰ متر است و در میان این سنگ‌ها، سنگ‌های آتشفشانی پورفیری به شکل زیتونی تا سبز تیره دیده می‌شود. سنگ‌های پرمین از سنگ‌آهک خاکستری رنگ و سنگ‌آهک دولومیتی زردرنگ با لایه‌بندی ستبر تا توده‌ای پدید آمده است. توالی سنگ‌های ژوراسیک میانی در گوشه جنوب خاوری منطقه دیده می‌شوند. این واحد از تناوب شیل‌های ماسه‌ای تا آهکی سبز و خاکستری، ماسه‌سنگ خاکستری تا قهوه‌ای کم‌رنگ با سیمان آهکی و میکروکنگلومرا تشکیل شده است و به ستبرای لایه ماسه‌سنگی در بخش بالای تناوب کمی افزوده می‌شود. واحد ژوراسیک بالایی از توالی سنگ‌های دگرگونی پدید آمده است و به سوی بخش‌های زیرین تناوب درجه دگرگونی سنگ‌ها کمتر می‌شود. واحدهای آتشفشانی نیز در منطقه بیشتر آگلومرایی است که از قطعات لیتیک‌توف آندزیتی تا تراکی‌آندزیت بلوردار تشکیل شده است. آثار کانه‌زایی فلزی در منطقه (در رخنمون‌های سنگی منطقه فراش) بیشتر شامل مگنتیت، هماتیت، مالاکیت و آزوریت است.

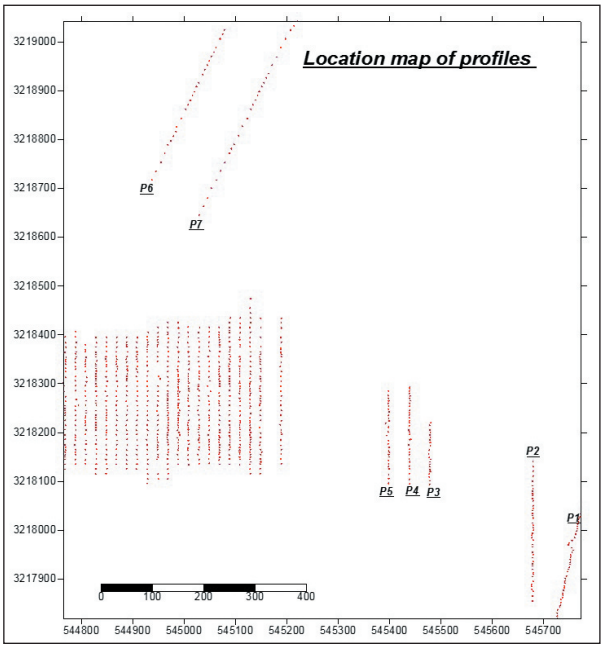


شکل ۱- راه‌های دسترسی و موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه فراش کرمان.

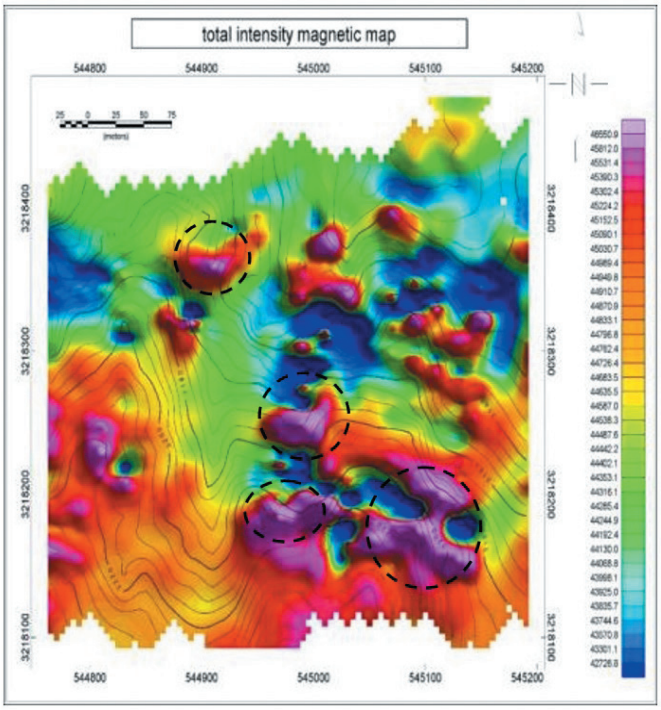
۳- پردازش داده‌های ژئوفیزیکی

شناسایی و پی‌جویی اولیه منطقه مورد مطالعه فراش بر پایه پتانسیل‌یابی فلزی داده‌های برداشت شده به روش ژئوفیزیک هوابرد در مقیاس برگه ۱/۲۵۰۰۰۰ بم انجام شد. در مرحله تکمیلی طراحی، برداشت‌های ژئوفیزیک مغناطیس‌سنجی زمینی در محدوده فراش با فواصل ۲۵ متری و طی شبکه برداشت نیمرخی در ۱۰۳۰ نقطه انجام و در هر نقشه شدت میدان مغناطیسی و مختصات جغرافیایی نقطه برداشت مشخص شد. در شکل ۲ نقشه نقاط برداشت داده‌های ژئوفیزیک مغناطیس‌سنجی زمینی منطقه مورد مطالعه فراش نشان داده شده است. داده‌های رقومی شده منطقه شامل ۱۰۳۰ برداشت در نرم‌افزار فراخوانی و پایگاه داده ایجاد شد. داده‌ها دارای ۳ ردیف طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و شدت میدان مغناطیسی هستند. پس از برداشت داده‌های مغناطیس، برای پردازش مراحل زیر انجام گرفت:

- ثبت مختصات داده‌های برداشت شده مغناطیس‌سنجی.
- کنترل کیفیت داده‌ها و حذف داده‌های خارج از رده.
- تصحیح روزانه داده‌های مغناطیس‌سنجی زمینی.
- حذف مؤلفه میدان کلی یا همان حذف IGRF.
- گرید کردن و شبکه‌بندی داده‌ها برای نقشه هم‌شدت. برای پردازش داده‌های مغناطیس‌سنجی از نرم‌افزار Oasis Montaj به دلیل قابلیت دیدن نقشه‌ها به‌صورت نقشه‌های شبکه‌بندی شده استفاده شده است (اخوان مقدم، ۱۳۸۹).



شکل ۲- جانمایی موقعیت نقاط برداشت مغناطیس‌سنجی.



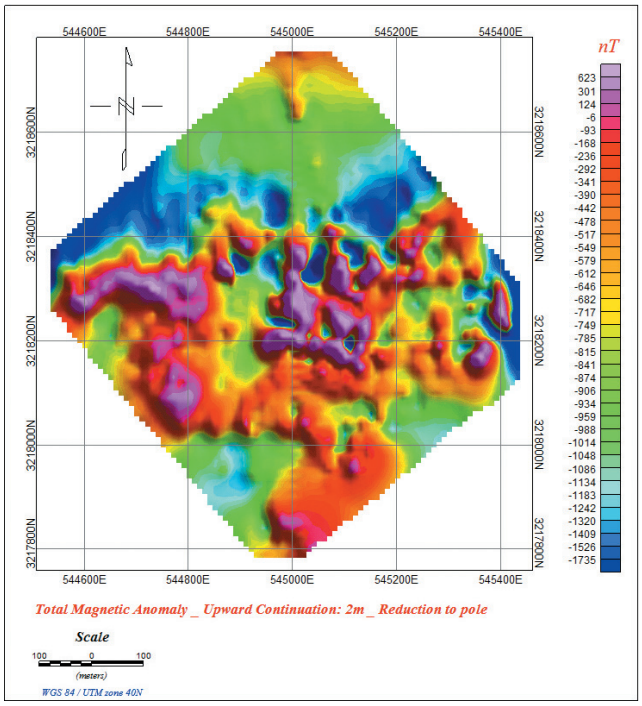
شکل ۳- نقشه شدت کل مغناطیس (مناطق امیدبخش) منطقه فراش کرمان.

در این مقاله برای تفسیر مغناطیسی از روش‌های کیفی و بهبودبخشی استفاده شده است. تفسیر و مدل‌سازی داده‌های ژئوفیزیکی به دو صورت کیفی و کمی صورت می‌گیرد. در تفسیر کیفی بیشتر، انواع ساختارهای ایجاد کننده ناهنجاری‌ها، سو، امتداد و میزان گسترش آنها مورد نظر قرار می‌گیرد. در این حالت شکل، ژرفا، گسترش، امتداد و خواص فیزیکی بی‌هنجاری‌ها به‌طور نسبی تعیین می‌شود.

۴- تعیین مناطق امیدبخش فلزی منطقه فراش کرمان

در ادامه تحلیل و تفسیر اطلاعات ژئوفیزیکی با استفاده از روش‌های بهبودبخشی و فیلترهای مختلف ژئوفیزیکی حذف تأثیرات سطحی و ژرف انجام شد. برای تعیین مناطق امیدبخش کانی‌زایی فلزی سنگ آهن در منطقه ابتدا نقشه بی‌هنجاری‌های مغناطیسی اولیه منطقه فراش به اندازه (۱۰ و ۲۰) به سوی بالا گسترش داده شد و جداسازی بی‌هنجاری ناحیه‌ای و باقیمانده و حذف نوفه‌های سطحی از داده‌های برداشت شده ژئوفیزیک منطقه فراش انجام شد.

با استفاده از فیلترهای مختلف ژئوفیزیکی بی‌هنجاری‌های موجود در محدوده مشخص و سعی شد پس از حذف نوفه داده‌های مغناطیسی، مرز محدوده‌های بی‌هنجاری در نقشه‌ها نشان داده شود. با توجه به ساختار کانسار موجود در منطقه و ذات رگه‌ای بودن آن مرز بی‌هنجاری‌های موجود تا حدودی مشخص و تعیین و با استفاده از فیلترهای برگردان به قطب و برای آشکارتر کردن مرزهای بی‌هنجاری در نقشه‌ها از روش blackely-simpson استفاده شد (ضیاءظریفی، ۱۳۸۹). نقشه پایه داده‌های مغناطیسی، مقدار شدت میدان مغناطیسی کل زمین را در نقاط اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد (شکل ۳). نقشه‌های شدت کل میدان مغناطیس در شکل ۳، نقشه برگردان به قطب در شکل ۴ و نقشه‌های گسترش به سوی بالا تا ۱۰ و ۲۰ متر در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. مقدار زمینه نیز ۴۵۸۰۰ گاماست که از مقادیر برداشت‌ها بیشتر است و می‌تواند به علت کم بودن شدت مغناطیس سنگ پایه در منطقه نسبت به مقدار جهانی آن باشد. در نقشه شدت کل میدان مغناطیسی، محدوده‌هایی در مرکز منطقه مورد مطالعه فراش، بی‌هنجاری‌های قابل ملاحظه‌ای از مقادیر بالای مغناطیس نشان می‌دهند. بر این اساس مناطق امیدبخش فلزی سنگ آهن در بخش مرکزی و خاوری منطقه با امتداد و گسترش کانی‌سازی شمال باختری- جنوب خاوری است. به‌طور کلی ۴ بخش اصلی در مناطق امیدبخش وجود دارد که مقادیر بی‌هنجاری بالای مغناطیس را مشخص می‌کنند و برای بررسی‌های بیشتر معرفی می شوند (شکل ۳).



شکل ۴- نقشه برگردان به قطب منطقه فراش.

۵–تفسیر نقشه‌های شدت میدان مغناطیسی منطقه فراش

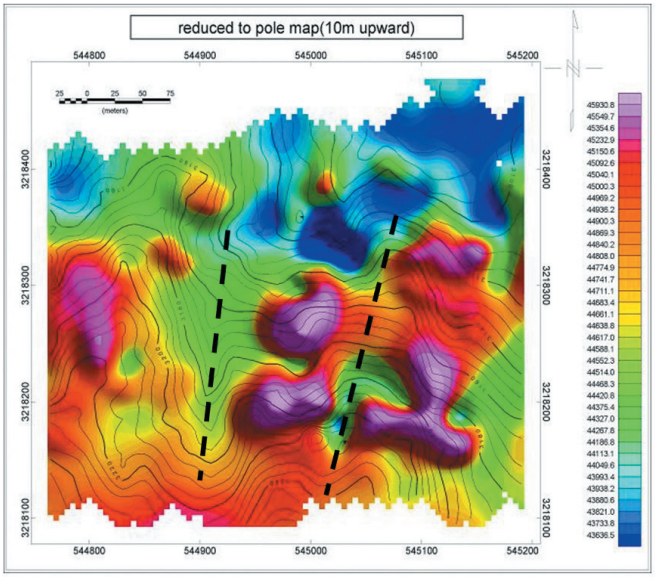
در راستای پتانسیل‌یابی سنگ آهن منطقه مورد مطالعه فراش ابتدا نقشه کانتوری تولید شده بررسی شد. در این نقشه، منحنی خطوط میزان شدت میدان مغناطیسی که پس از اعمال تصحیحات لازم روی داده‌ها رسم شده است؛ به خوبی محل دقیق بی‌هنجاری‌ها و فضای میان دو قطبی‌ها را نمایان می‌سازد. با توجه به نقشه‌های شدت کل میدان مغناطیس و ادامه فراسو چندین ناحیه اصلی بی‌هنجاری مشخص شد که نشان‌دهنده توده‌های آهن‌دار هستند. روی نقشه شدت کل میدان مغناطیس روند بی‌هنجاری‌ها به خوبی مشخص شده است. بی‌هنجاری‌ها تقریباً همگی امتدادی شمال باختری- جنوب خاوری دارند که کمی به جنوب متمایل شده است؛ یعنی آزیموت N110E . وقتی نقشه برگردان به قطب تهیه شد بی‌هنجاری‌ها تقریباً محل خود را بهتر نشان دادند. اما امتداد گسترش و روند کانی‌سازی در نقشه، کمتر از نقشه‌های پیش مشخص شدند. این می‌تواند به علت وجود توده‌های سطحی باشد که به‌طور نواری پشت هم جای گرفته‌اند. با استفاده از اطلاعات زمین‌شناسی بیشترین ژرفا برای توده‌های کانی‌سازی در این محدوده حدود ۳۰ متر و کمترین ژرفا صفر (توده در سطح زمین) بوده است. با رسم نقشه‌های ادامه فراسو تا ۲۰ متر مشخص شد که بی‌هنجاری‌ها تقریباً تا این ژرفا از بین می‌روند. روی نقشه گسترش به سوی بالا تا ۱۰ متر (شکل ۵) امتدادهای احتمالی گسل‌ها با توجه به نقشه نام برده مشخص شده است. رشته بی‌هنجاری در جنوب ژرفای بیشتری دارد. همچنین توده‌های مشخص شده روی نقشه نیز اهمیت نسبی بالایی دارند. می‌توان چنین گفت که توده‌هایی از لایه‌های متوالی وجود دارد که به‌طور متناوب از واحدهای از جنس توف و آهن تشکیل شده‌اند.

از نظر کلی روند حاکم بر کانی‌زایی آهن در منطقه فراش را می‌توان در امتداد شمال باختر- جنوب خاور تعیین کرد. دو سامانه گسل اصلی با بررسی وضعیت زمین‌ساخت منطقه در مرکز و بخش میانی محدوده وجود دارد که هر دو آنها روند شمال خاوری- جنوب باختری دارند. تأثیر این دو گسل در کانی‌زایی بخش میانی و مرکزی بسیار مؤثر است؛ به‌گونه‌ای که بی‌هنجاری اصلی و مهم منطقه در میان این دو گسل جای دارد (شکل ۵). امتداد اصلی بی‌هنجاری‌ها در محدوده شمال باختری- جنوب خاوری است ولی در برخی جاها این امتداد بر اثر عملکرد گسل‌ها جابه‌جا شده است. نفوذپذیری مغناطیسی حاصل از نمونه‌های سنگ بیانگر خلوص متوسط سنگ‌های آهن در منطقه است. بی‌هنجاری‌های مغناطیسی بر پایه نقشه‌های حاصل شده از منطقه فراش دارای ژرفای بیشینه ۱۰ متر است. محدوده بی‌هنجاری که در امتداد گسل‌ها جای گرفته‌اند تا حدودی ویژگی‌های یک میزبان مناسب کانی‌زایی فلزی را از خود نشان می‌دهند؛ چرا که هم شدت میدان مغناطیسی بالایی دارند و هم در پیرامون خود دارای بی‌هنجاری‌های منفی با شدت پایین هستند که می توانند یک دوقطبی مغناطیسی ایجاد کنند. از این رو بی‌هنجاری مغناطیسی مرکزی در منطقه فراش به عنوان بی‌هنجاری در ارتباط با کانی‌زایی سنگ آهن معرفی می‌شود.

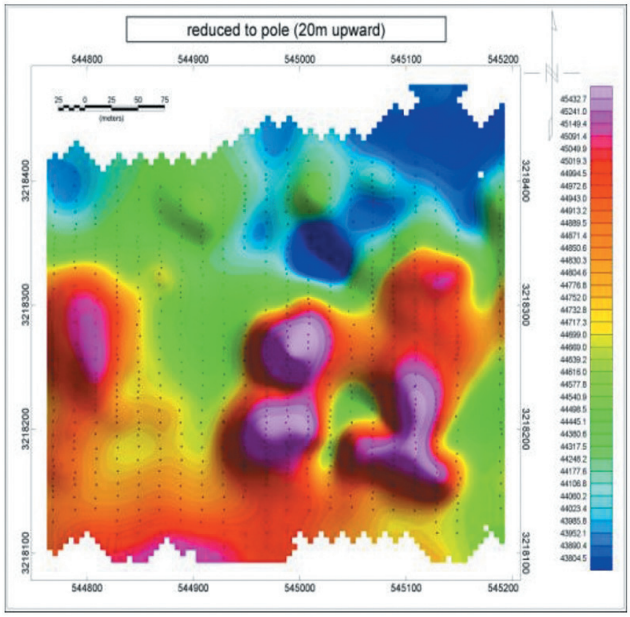
۶– تلفیق اطلاعات زمین‌شناسی با نقشه‌های مغناطیس‌سنجی فراش

برای بررسی‌های بیشتر اطلاعات زمین‌شناسی با اطلاعات ژئوفیزیکی پردازش شده تلفیق شدند. در بررسی‌های زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه که در بخش جنوب خاور برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ ساردوییه جای دارد. بیشترین گسترش مربوط به واحدهای نفوذی گرانودیوریت، گرانیت و همچنین واحدهای آتشفشانی آندزیتی و آندزیت بازالت و همچنین توف و کنگلومرا هستند. در این محدوده واحدهای آتشفشانی با ترکیب آندزیتی در منتهی الیه شمال محدوده و به‌صورت باریکه‌ای رخنمون دارد. این واحدها دربرگیرنده واحدهای دگرسانی هستند. کانه‌زایی آهن در محدوده فراش مربوط به سکانس آتشفشانی- رسوبی است که به‌صورت کانی های مگنتیت، هماتیت به‌صورت الیژیست، گوتیت و دیگر کانی های اکسیدی آهن به مقدار کمتر است که همشیب با واحدها دیده می‌شود. در پی نفوذ توده‌های گرانیتی و گرانودیوریتی این لایه آهن‌دار در همبری با توده‌های نفوذی به‌صورت عدسی‌ها، لایه های متمرکز و پرحجم در آمده است.

توده‌های گرانیتی و گرانودیوریتی نیز از آهن غنی هستند و در ادامه آن در بیشتر توده گرانیتی که از همبری واحد آتشفشانی- رسوبی فاصله زیادی دارد باز هم رگچه و رگه‌های آهن دیده می‌شود. در همبری این واحدها با توده نفوذی، غنی‌شدگی و تمرکز و همچنین کانی های اسکارنی مانند مگنتیت، هماتیت، گارنت، اپیدوت و.... ایجاد شده است. همراه با کانی‌زایی آهن در منطقه دگرسانی‌های آرژیلیکی و پروپیلیتیکی نیز دیده شده است که این دگرسانی‌ها می‌توانند کلید راهنمایی برای کانی‌زایی آهن در منطقه مورد مطالعه باشند (شکل ۷). از تلفیق نقشه ناهنجاری میدان مغناطیسی و نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه (شکل ۸) دیده می‌شود که ناهنجاری‌های مغناطیسی مرتبط با کانی‌سازی آهن بیشتر در حاشیه شمالی



شکل ۵- نقشه برگردان به قطب همراه گسترش به سوی بالا تا ۱۰متر.

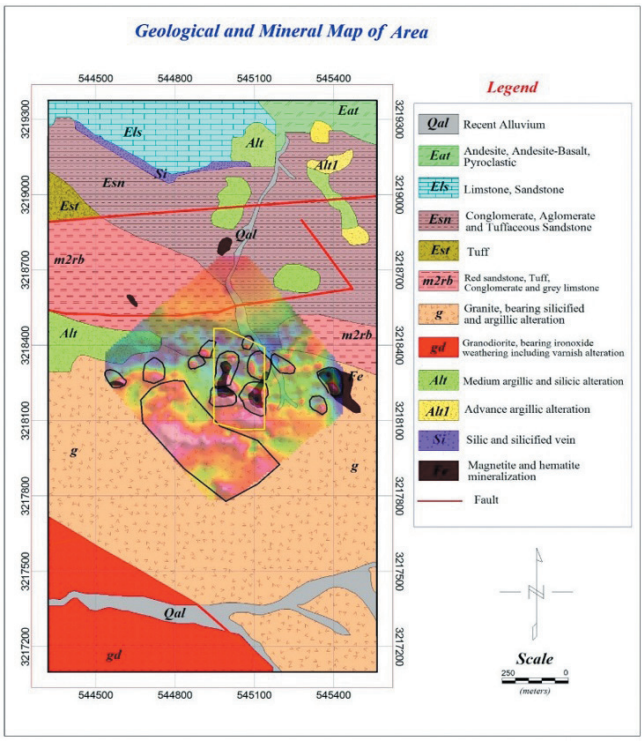


شکل ۶- نقشه برگردان به قطب و گسترش به سوی بالا تا ۲۰ متر.

شکل ۷- نمای دگرسانی‌های آرژیلیکی و پروپیلیتیکی همراه آهن.

واحد گرانیتی توزیع شده‌اند. با توجه به لایه زمین‌شناسی این شکل ناهنجاری‌های مغناطیسی بیشتر در حاشیه توده نفوذی گرانیت و در راستای گسل‌های منطقه است و این مناطق جایی هستند که در آنها کانی‌های مگنتیت و هماتیت نیز رخنمون دارند. در حاشیه شمالی واحد گرانیتی محدوده مورد مطالعه ناهنجاری‌های قوی ثبت شده بیشتر با کانی‌زایی آهن در ارتباط هستند؛ ولی بی‌هنجاری‌های اصلی این منطقه که در جنوب حاشیه شمالی واحد گرانیتی نقشه ظاهر شده بیشتر در ارتباط مستقیم با توده نفوذی گرانیت و یا احتمالاً در ارتباط با توده مگنتیتی با منشأ ژرف هستند. اما با توجه به پایین بودن دامنه بی‌هنجاری مغناطیسی ثبت شده در جنوب حاشیه شمالی واحد گرانیتی نقشه، احتمالاً منشأ این ناهنجاری در ارتباط با توده نفوذی گرانیت است. در شکل ۸ دگرسانی آرژیلیک از نوع پیشرفته با داشتن کانی‌های رسی کائولینیتی و دگرسانی‌های آرژیلیک متوسط و پروپلیتیکی مشخص شده است.

مدل‌سازی مغناطیسی با توجه به شرایط زمین‌شناسی و داشتن اطلاعات شکل توده نتایج مفیدی ارائه می‌دهد. در واقع مدل‌سازی و چگونگی قرارگیری تقریبی ناهنجاری‌های مغناطیسی می‌تواند برای تعیین بهتر محل حفاری‌های اکتشافی با توجه به وضعیت قرارگیری توده مفید باشد و به مراحل اکتشافات تکمیلی کمک کند. مدل‌سازی 2D به روش تالوانی به دلیل سادگی از دیرباز در تحلیل‌های گرانی‌سنجی و مغناطیس‌سنجی مورد استفاده قرار گرفته است. مدل مغناطیسی اصلی‌ترین کانسار



شکل ۸- تلفیق نقشه بی‌هنجاری میدان مغناطیسی و نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه.

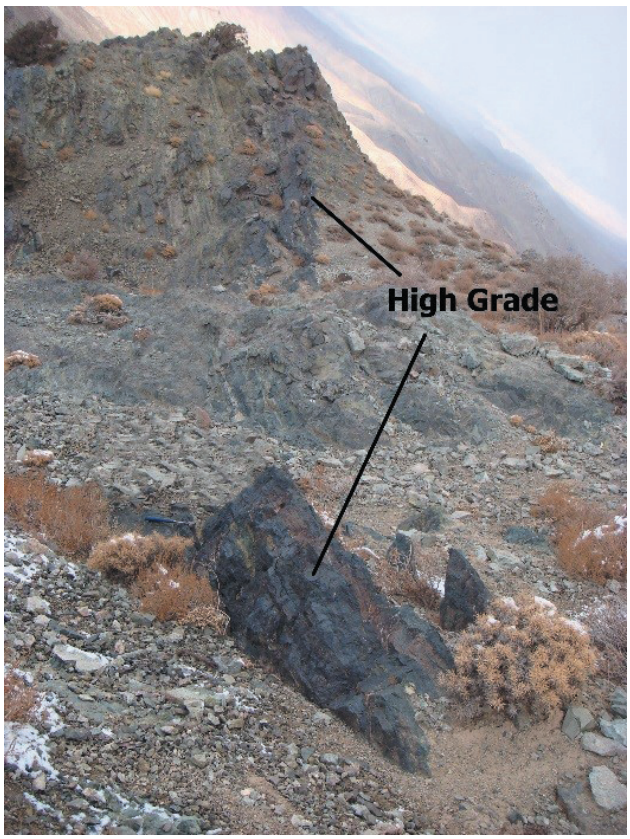
منطقه در شکل ۱۱ و موقعیت این نیمرخ (D1.D2) در شکل ۱۰ نشان داده شده که دامنه تغییرات در این نیمرخ ۱۰۰۰ نانو تسلا، فاصله میان نقاط برداشت در راستای خطوط برداشت حدود ۱۰ متر و فاصله میان خطوط برداشت حدود ۲۵ متر است.

۷- کنترل صحرایی محدوده‌های بی‌هنجاری مغناطیسی فراش

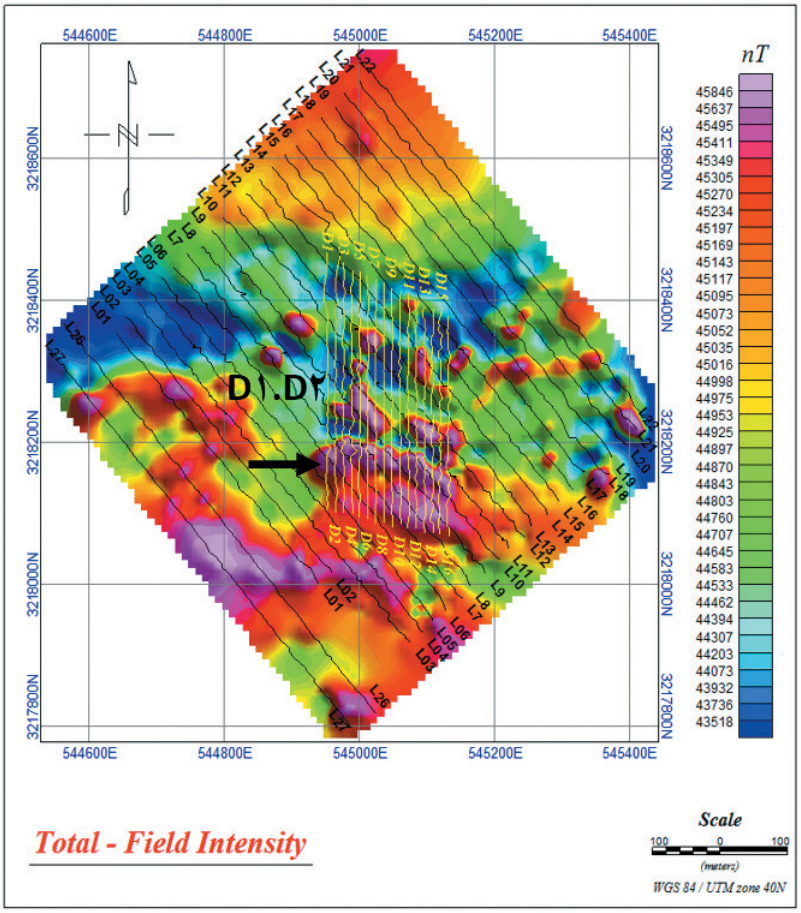
بررسی زمینی و کنترل عیارسنجی در منطقه با اهمیت بالا برای بی‌هنجاری مرکزی انجام شد که شدت بیشتری دارد. سنگ‌های گرانیتی و گرانودیوریتی همراه توف‌های آهکی و کنگلومراها، واحدهای سنگی میزبان کانی‌زایی آهن در این بی‌هنجاری بودند. از دید عیار کانی‌های اصلی مگنتیت و هماتیت در واحدهای سنگی، می‌توان منطقه با شدت بی‌هنجاری بالا در مرکز محدوده را به دو بخش تقسیم‌بندی کرد.

جدول ۱- عیارسنجی آهن به روش XRF از سنگ‌های محدوده بی‌هنجاری مغناطیسی مرکزی منطقه فراش کرمان.

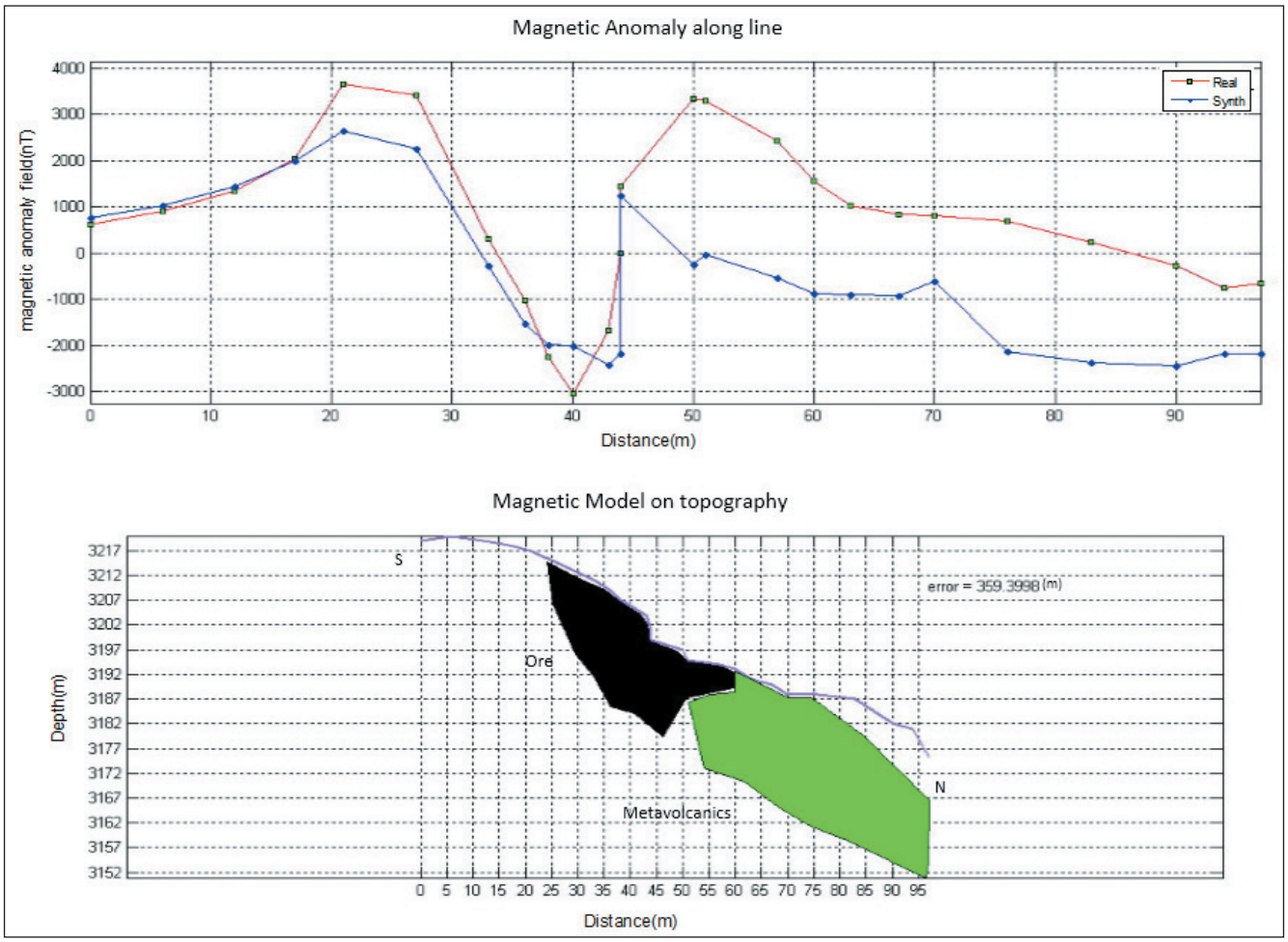
Sample	SiO_2(%)	Fe_2O_3(%)	CaO(%)	MgO%	TiO_2(%)	MnO(%)	P_2O_5(%)	S(%)	L.O.I(%)	Fe(t) (%)	FeO(%)
89-Gourbala -XRF01	19.60	58.19	10.46	1.21	0.704	0.200	0.335	0.116	2.27	40.67	10.15
89-Gourbala -XRF02	14.15	68.15	3.80	4.61	0.432	0.281	0.491	0.125	2.54	47.64	16.61
89-Gourbala -XRF03	10.94	75.14	4.30	2.92	0.576	0.205	0.203	0.096	1.37	52.38	12.84
89-Gourbala -XRF04	12.06	74.42	5.70	1.29	0.426	0.246	0.527	0.059	0.77	52.02	16.13
89-Gourbala -XRF05	21.91	48.40	10.45	2.19	0.354	0.442	0.372	0.100	2.67	34.6	5.92



شکل ۹- نمایی از کانه‌زایی پرعیار در محدوده مورد مطالعه.



شکل ۱۰- نقشه شدت میدان کل حاصل از داده‌های خام و پردازش نشده به همراه موقعیت خطوط برداشت و نیمرخ D1.D2.



شکل ۱۱- مدل دوبعدی به دست آمده در راستای نیمرخ D1.D2.

این دو بخش آهن‌دار شامل بخش پرعیار و کم‌عیارتر هستند؛ بخش کم‌عیارتر آن شامل کانی‌های اکسید آهن مانند هماتیت به‌صورت الیژیست و دیگر کانی‌های اکسیده و کربناته آهن است و بخش پرعیار هم کانی‌های مگنتیت و هماتیت را شامل می‌شود. برای کنترل عیار کانی‌زایی آهن در منطقه فراش ۵ نمونه برای عیارسنجی آهن از سنگ‌های محدوده ناهنجاری مغناطیسی گوربالا برداشت و به روش تجزیه شیمیایی XRF بررسی شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی نشان‌دهنده عیار آهن میان محدوده ۴۸% تا ۷۴% Fe_2O_3 است که عیار قابل قبول سنگ آهن و قابلیت معدنکاری این ناهنجاری فلزی منطقه فراش کرمان را نشان می‌دهد.

محدوده بی‌هنجاری آهن فراش را بر پایه شواهد زمین‌شناسی موجود می‌توان از نوع کانسارهای نوع آتشفشانی- اسکارنی مگنتیت و هماتیت در نظر گرفت که به‌صورت عدسی‌هایی در بخش میانی و به‌صورت اسکارن و همچنین به‌صورت لایه‌ای و همراه با استراتی‌فورم چینه‌ای در همبری توده نفوذی و سنگ‌های کربناتی ائوسن جای گرفته است. درجه خلوص و عیار آن قابل قبول و در حد قابل معدنکاری است و نتایج تجزیه شیمیایی به روش XRF نیز عیار مناطق بی‌هنجاری را تأیید می‌کند. همچنین میزان کانی‌های مضر (غیر آهنی) در نتایج تجزیه‌ها پایین هستند.

۸- نتیجه‌گیری

بر پایه نتایج داده‌های زمین‌شناسی و نقشه‌های ژئوفیزیکی تهیه شده در منطقه مورد مطالعه برای تعیین مناطق امیدبخش دو منطقه اصلی با تمرکز در بی‌هنجاری بخش مرکزی معرفی شد. منطقه فراش ساردوییه کرمان به دلیل جایگیری در پهنه جبال بارز و کمربند دهج- ساردوییه در جنوب پهنه آتشفشانی ارومیه- دختر از دید کانی‌سازی فلزی پتانسیل‌های معدنی بسیار مهمی هستند. کانی‌زایی های فلزی سنگ آهن و کرومیت در منطقه یاد شده وجود دارند که خود شاهدی برای کانی‌سازی‌های جدید در منطقه هستند. از دید زمین‌شناسی منطقه دارای واحدهای نفوذی گرانیتی و گرانودیوریتی و واحدهای آتشفشانی- رسوبی با ترکیب توف، آهک نومولیتی و کنگلومرا و آگلومراست. در بخش جنوبی نفوذ سنگ‌های آذرین با ترکیب اسیدی در مجاورت واحدهای آهکی و توفی سبب کانه‌زایی اسکارن آهن شده است (شکل ۹). بررسی و پردازش داده‌های مغناطیس‌سنجی زمینی به عنوان کاربردی‌ترین روش اکتشاف سنگ آهن در این پژوهش با ایجاد بانک داده اکتشافی به تعداد ۱۰۳۰ نقطه برداشت مغناطیس‌سنجی مبنای کار قرار گرفت. پردازش و تحلیل داده‌های مغناطیسی با استفاده از روش‌های کیفی و بهبود بخشی و نقشه‌های حاصل از آنها چند بی‌هنجاری آهن در بخش مرکزی منطقه مشخص کرد. پس از بررسی‌های کنترل زمینی و عیار سنجی به روش آنالیز شیمیایی مقادیر بالای عیار آهن در این بی‌هنجاری مشخص شد. سنگ‌های گرانیتی و گرانودیوریتی همراه با لایه‌های توف و آهک به عنوان سنگ میزبان کانی‌سازی آهن در منطقه فراش است. روند عمومی گسترش بی‌هنجاری در منطقه شمال باختری- جنوب خاوری است. با توجه به شواهد وجود عیار قابل قبول سنگ آهن، قابلیت ادامه معدنکاری برای سنگ آهن در منطقه وجود دارد. پیشنهادات زیر در مورد ادامه کار بررسی مناطق امیدبخش در منطقه فراش ارائه می‌شود:

- طراحی برداشت ژئوفیزیک مغناطیس‌سنجی تکمیلی با فواصل خطوط برداشت متراکم‌تر (۱۰ متر) در محدوده بی‌هنجاری مرکزی.
- همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی دیگر ژئوفیزیکی با داده‌های مغناطیس برای مناطق پیرامون محدوده فراش.
- حفاری پودری و مغزه‌گیری در نقاط با عیار قابل قبول بی‌هنجاری مغناطیسی مرکزی منطقه فراش.
- پردازش داده‌های دورسنجی مرتبط با کانی‌سازی فلزی در منطقه برای شناسایی دگرسانی‌های آرژیلیکی و پروپیلیتیکی به عنوان کلید راهنمای اکتشاف سنگ آهن.

کتابنگاری

اخوان‌مقدم، م.، ۱۳۸۹- برداشت، پردازش و تفسیر داده‌های ژئوفیزیک هوایی در منطقه جیرفت، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

جعفری، ح. ر. و یزدی، ع.، ۱۳۹۲- بررسی پتانسیل‌های معدنی فلزی در برگه ۱/۵۰۰۰۰ بزنجان شهرستان بافت کرمان، فصلنامه علمی پژوهشی زمین‌شناسی اکتشافی، سال ششم، شماره چهرام، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، صص. ۳۹ تا ۴۵.

درویش‌زاده، ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران (چینه‌شناسی، تکتونیک، دگرگونی و ماگماتیسم)، انتشارات امیر کبیر تهران، تهران، ایران.

زمردیان، ح. و حاجب حسینیه، ح.، ۱۳۶۳- ژئوفیزیک کاربردی، جلد اول، ترجمه کتابApplied Geophysics نوشته W. M. Telford، L. P. Geldart و R. E. Sheriff، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۸ ص.

ضیاءظریفی، ا.، ۱۳۸۹- کتاب مبانی اکتشافات رادیومتریک ژئوفیزیکی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، ۳۰۸ ص.

Introducing iron mineralization anomaly based on geophysical data in Farash area, Kerman province

B. Sameti[1*], A. Zia Zarifi[2], M. R. Jafari[3] and A. Darvishzadeh[4]

[1]Ph.D. Student, Department of Geology, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran, Iran

[2]Asistant Professor, Department of Mining Engineering, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Lahijan, Iran

[3]Asistant Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran, Iran

[4]Professor, School of Geology, College of Science, Tehran University, Tehran, Iran

Received: 2016 December 24 Accepted: 2017 June 20

Abstract

The study area is located in Farash 1:50000 sheet in Kerman province, at a distance of about 50 kilometers from the Jiroft-Darb Behesht road in the Jebalbarez zone. The study area is located in Bam 1:250000 sheet in the Sanandaj-Sirjan structural zone. Rock units include granite, granodiorite and volcano-sedimentary rocks combined with tuff, nummulite limestone, conglomerate and agglomerate. Due to intrusion of igneous rocks in the southern part of limestone and tuff, iron skarn mineralization is occurred. Using processing and interpretation of 1030 data ground magnetic survey with lines space of 25 meters and preparing maps of magnetic intensity and using data layers such as geological and tectonic maps, areas with potential mineralization of iron ore were introduced. After field control, it was cleared that the main outcrops of iron ore are concentrated in the central parts of the South East. The main host iron ore are skarn and granite in the middle part of the area. Trend of mineralization is NW-SE and main minerals of iron are magnetite and hematite. Iron mineralization are also occurred in zones of argillic and propylitic alteration.

Key words: Farash, Geophysics, Iron mineralization, Argillic alteration

For Persian Version see pages 233 to 240

*Corresponding author: B. Sameti; E-mail: sametitrading@yahoo.com