



# بررسی داده‌های اکتشافی ژئوشیمی سیلت آبراه‌های با کانسارهای هیدروترمال - ماگمایی

## مس (±طلا) ناحیه ساوه- رزن

سارا صفوی؛ دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی، پژوهشکده علوم زمین، [sara.safavy400@gmail.com](mailto:sara.safavy400@gmail.com)

سیدمهران حیدری؛ هیات علمی گروه کانی شناسی و اکتشافات معدنی کاربردی، پژوهشکده علوم زمین، [sm.heidari@gmail.com](mailto:sm.heidari@gmail.com)

افشین اکبرپور؛ هیات علمی گروه کانی شناسی و اکتشافات معدنی کاربردی، پژوهشکده علوم زمین، [afshinakbarpour@gmail.com](mailto:afshinakbarpour@gmail.com)

### چکیده

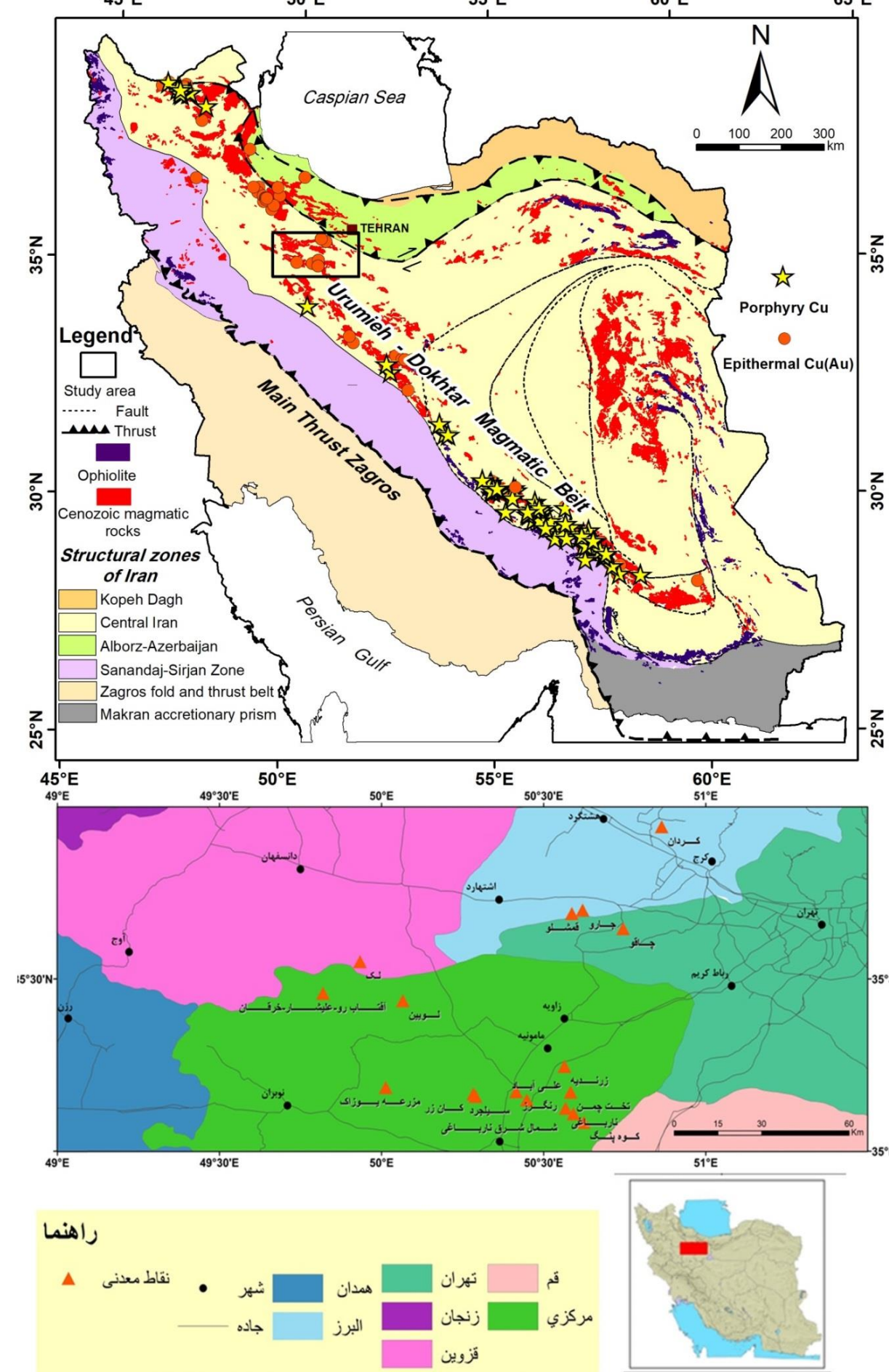
در این تحقیق با استفاده از داده‌های ژئوشیمیایی ناحیه‌های آبراه‌های در ناحیه ساوه-رزن به بررسی عوامل کنترل کننده کانه‌زایی پرداخته شده است. ناحیه ساوه-رزن با وسعت تقریبی ۱۸۰ کیلومتر مربع، به صورت دو کمربند شمالی و جنوبی با روند شمال‌غرب-جنوب‌شرق در کمان ماگمایی ارومیه دختر قرار دارد. این کمان ماگمایی به‌عنوان مهمترین میزبان ذخایر هیدروترمال-ماگمایی مس (طلا) و بویژه پورفیری-آبی‌ترمال کشور، شناخته می‌شود. عمده واحدهای رخنمون یافته در این ناحیه، متعلق به فاز ماگمایی ترشیری است که در بازه زمانی (انوسن-الیگوسن) تشکیل شده‌اند. این دوره با مجموعه‌ای بسیار ضخیم از توف، توف برش، گدازه، آگلومرا و ایگنمریت و بندرت توده‌های نفوذی نیمه عمیق همراه بوده که میزبان ذخایر مس زیادی می‌باشند. به منظور بررسی آنومالی‌های ژئوشیمیایی داده‌های آبراه‌های، جدایش ناهنجاری‌های ژئوشیمی درجه (۱ و ۲ و ۳) هر برکه به صورت جداگانه صورت گرفت.

از بررسی نتایج داده‌های ژئوشیمی سیلت آبراه‌های در این محور، با استفاده از مطالعات تک متغیره و چند متغیره می‌توان چنین نتیجه گرفت که وجود آنومالی‌های مس و ذخایر آن همچون زرنده، رنگرز، نارباغی، شمال‌شرق نارباغی و کان‌زر به نوعی همبستگی نسبی با حضور توده‌های نفوذی نیمه عمیق و گسل‌های حواشی آن دارد در صورتیکه این ارتباط در بین عناصر طلا و نقره با کانه‌زایی‌های فوق به این قطعیت نمی‌باشد و با فاصله از آن واقع است. بنابراین، حضور توده‌های نیمه عمیق در کانه‌زایی‌های مس به نوعی الزامی است و توده‌های نفوذی نقش بسیار پررنگی در شکل‌گیری این نقاط آنومال و احتمالاً منبعی برای تامین عنصر مس با و یا بدون طلا و نقره می‌باشند.

### مقدمه

اگرچه ژئوشیمی اکتشافی به منظور ردیابی مناطقی که در آن غلظت یک یا چند عنصر معین، بیش از حد معمول (بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی)، پایه گذاری شده است. اما با توجه به درک رفتار ژئوشیمیایی عناصر (ارتباط و همبستگی)، می‌توان تا حدی به شرایط محیطی و فرآیند تشکیل کانسار نیز پی برد، چرا که پراکندگی و تمرکز عناصر تابع شرایط حاکم از قبیل درجه حرارت، فشار هیدرواستاتیک، مجموعه‌های عنصری و غیره می‌باشد.

ناحیه ساوه-رزن با وسعت تقریبی ۱۸۰ کیلومتر مربع، به صورت دو کمربند شمالی و جنوبی با روند شمال‌غرب-جنوب‌شرق و بصورت پیوسته در ۷ استان کشور با مشخصات جغرافیایی، طول ۳۰° ۵۱' تا ۳۹° ۴۹' و عرض ۳۶° تا ۳۵° قرار دارد (شکل ۱). این مجموعه ماگمایی در بخش میانی-شمالی کمربند ماگمایی ارومیه دختر واقع است (شکل ۱). در این بین، ناحیه ساوه-رزن جزء نواحی است که ذخایر آبی‌ترمال در آن گزارش شده و از ظرفیت لازم برای تشکیل کانسارهای گرمابی-ماگمایی برخوردار می‌باشد (شکل ۱). بنابراین بررسی عوامل کنترل‌کننده کانه‌زایی در مقیاس ناحیه‌ای براساس داده‌های ژئوشیمی سیلت آبراه‌های به منظور درک شرایط محیطی و فرآیند تشکیل کانسار هدف اصلی این تحقیق می‌باشد.



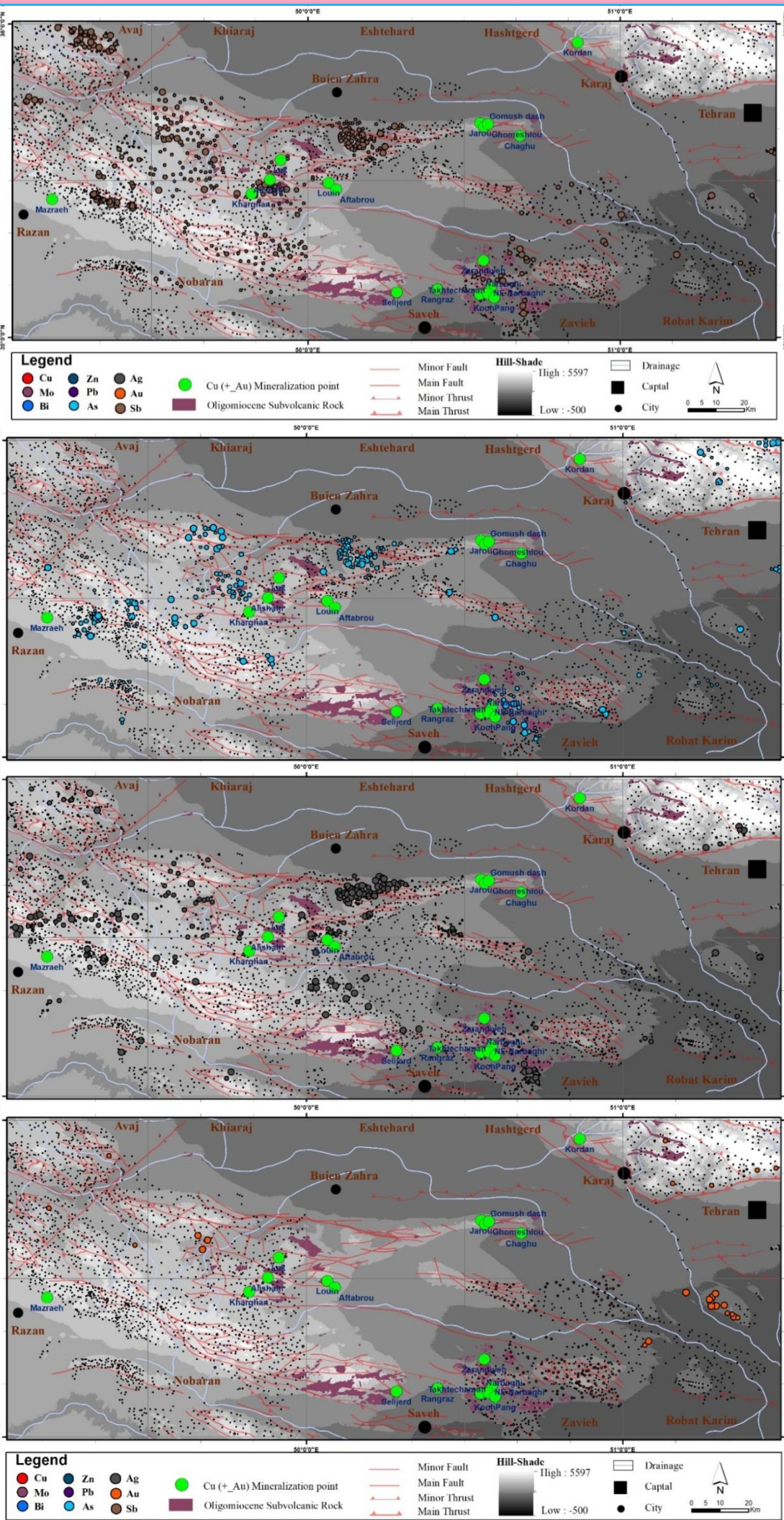
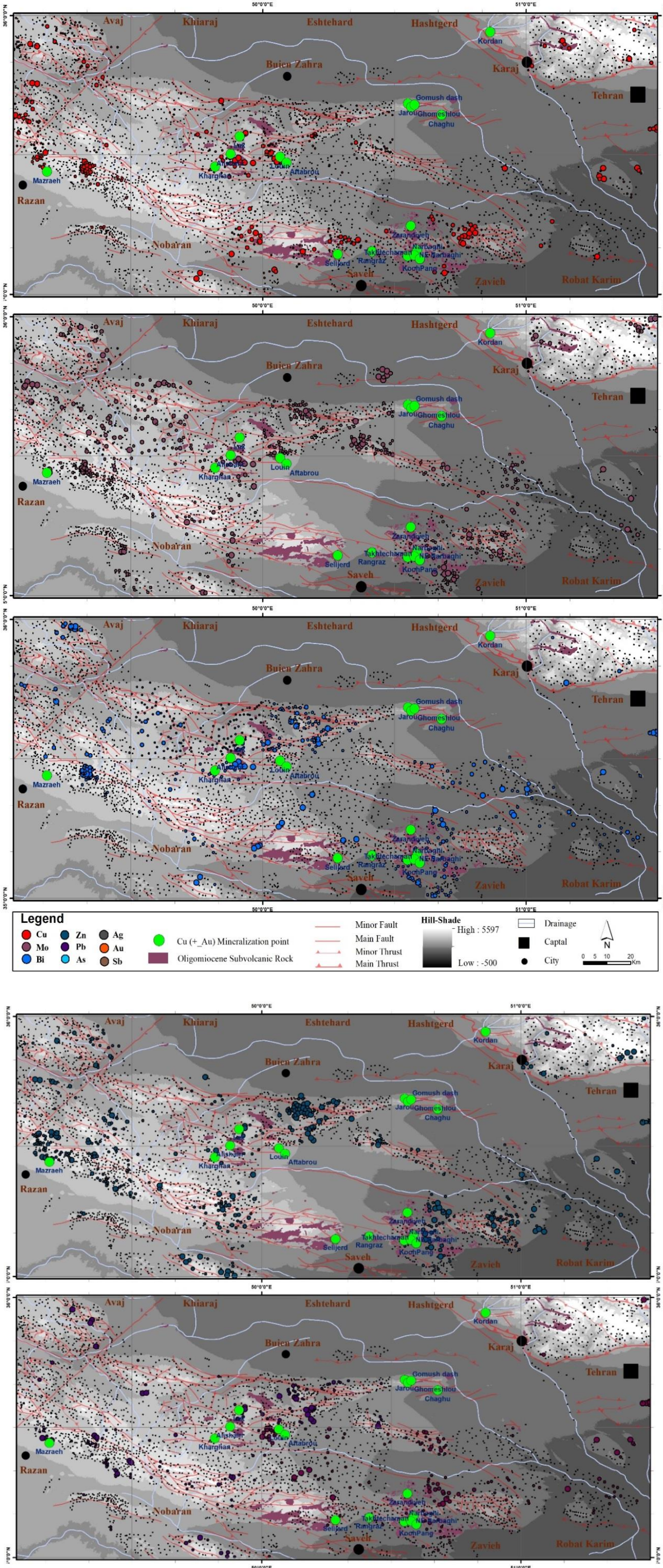
شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه در زون ساختاری و موقعیت آن نسبت به استانهای کشور

### بحث

در بررسی و مقایسه آنومالی‌های (درجه ۱ و ۲) عنصر مس در برکه‌هایی که آنومالی درجه یک و یا عیار میانگین عنصر مس در آن بالاتر از حد متوسط ( $ppm > 50$ ) است (از جمله زاویه و ساوه)، رخنمون توده‌های نفوذی نسبت به دیگر برکه‌ها بیشتر است. به عبارت بهتر، کانسارهای مس عمدتاً در بخش مرکزی ناحیه مورد مطالعه، بین پراکندگی عنصر مس و آنومالی‌های آن اغلب با حضور توده‌های نفوذی در بالا دست آن همخوانی دارد. این همخوانی علاوه بر عنصر مس در مولیبدن و بیسموت نیز قابل تشخیص است، که از یک‌طرف نشان‌دهنده ارتباط این عناصر با عناصر کالکوفیل و نقش کمپلکس‌های بی‌سولفیدی در کانه‌زایی است؛ و از طرف دیگر، ارتباط کانه‌زایی مس با عناصر ماگمایی نظیر بیسموت و مولیبدن، خود دلیلی بر نقش سیالات ماگمایی در تشکیل آن می‌باشد. در این بین آنومالی‌های درجه یک و دو مولیبدن (نقاط با عیار  $ppm > 2.3 - 10$ ) و بیسموت (نقاط با عیار بیشتر از  $ppm > 0.4 - 1$ )، اگرچه دارای مقادیر بالایی نمی‌باشند ولی توزیع و همبستگی آن با عنصر مس و توده‌های نفوذی در این ناحیه بر اهمیت آن می‌افزاید. دین و همکاران (۱۹۹۴)، معتقدند که چنین پارازیت‌هایی به نقش سیالات اسیدی مشتق شده از توده‌های نیمه‌عمیق حدواسط (سیلت ماگمایی) اشاره دارد.

در مقابل، آنومالی‌های (روی  $ppm > 1160 - 1$  (روی  $ppm > 40 - 5600$ ) و آنتی موان  $ppm > 184 - 11$ ) اگرچه مطابقت نسبتاً خوبی با هم نشان می‌دهند اما بیشترین تمرکز آنها بر خلاف مس، با فاصله از توده‌های نیمه عمیق بوده (برکه‌های اوج، خیارچ و تهران) و بیشترین تمرکز آن عمدتاً در واحدهای پیروکلاستیک اسیدی (توف‌ها) می‌باشد (شکل ۲). نقاط آنومال روی و سرب در تمام محور مورد مطالعه با عنصر مس و با عنصر طلا بصورت محدود و جزئی همبستگی داشته و همینطور این نقاط آنومال به صورت تجمع‌های محلی از روند گسل‌ها و شکستگی‌های محور تبعیت می‌کند (شکل ۲). آنتی‌موان با عنصر مس در برخی مناطق همبستگی بسیار محدودی نشان می‌دهد اما با عنصر نقره عموماً در تمام محور مورد مطالعه خصوصاً در شرق هر دو کمربند شمالی و جنوبی همبستگی دارد (شکل ۲).

آنومالی‌های آرسنیک ( $ppm > 1240 - 24$ ) به طور معمول در تمام نواحی گسترش داشته و با نقره همبستگی مکانی بیشتری نشان داده و همینطور این عنصر در غرب کمربند شمالی محور همراه با آنومالی‌های طلا بصورت پراکنده به چشم می‌خورد. همچنین آنومالی‌های نقره در بیشتر مکان‌ها با واحدهای سنگی که بیشتر شامل سنگ‌های آذرین انوسن و توده‌های نیمه عمیق الیگوسن است همبستگی مکانی نشان می‌دهد (شکل ۲). نقاط آنومالی نقره، نقطاتی با عیار بیشتر از  $ppm > 1$  است. عیار نقره  $ppm > 0.4 - 24$  نسبت به دو عنصر دیگر که قبلاً ذکر شده در محور مورد مطالعه کمتر بوده و پراکندگی این عنصر تقریباً در تمام محور یکسان است و در بیشترین مقدار خود به عیار  $ppm > 90$  می‌رسد. بنابراین عنصر نقره تنها در یک قسمت محدود شمال‌غرب محور ناهنجاری نشان داده و به بیشترین مقدار خود  $ppm > 295$  می‌رسد. عمدتاً این نقاط آنومال جایی خارج از واحدهای آذرین قرار دارند و تنها در برخی مناطق محور یا درون واحدهای آذرین به سن انوسن قرار گرفتند و با آنها در ارتباطند. عنصر طلا دارای آنومالی که در اینجا نقطاتی با عیار بزرگتر از  $ppm > 5$  در نظر گرفته شده است عمدتاً در برکه  $ppm > 100000$  خیارچ حضور دارد و همینطور بخش کوچکی نیز در برکه  $ppm > 100000$  تهران است. این عنصر در حاشیه برخی توده‌های نفوذی دیده می‌شود اما این توده‌ها با توجه به نقشه نمی‌توانند بعنوان منبع و مولد اصلی تشکیل این عنصر باشند، همانطور که در شکل (۲) دیده می‌شود نقاط آنومال در محل رخنمون کانسارهای لک و آفتاب‌رو-علیشار-خرقان هستند، بنابراین می‌توان اینگونه بیان نمود که در تمام محور تنها در قسمت باختر محور شمالی، عیار طلا به مقدار قابل ملاحظه‌ای ناهنجاری نشان داده است. لازم به ذکر است این منطقه دارای توده‌های نیمه عمیق اسیدی الیگوسن می‌باشد.



شکل ۲: موقعیت نمونه‌های ژئوشیمی برکه‌های ۱۹۰۰۰۰ ناحیه مورد مطالعه همراه با نقاط آنومال عناصر مس، مولیبدن، سرب، روی، نقره، طلا و کبریت و موقعیت آنها نسبت به گسل‌ها و توده‌های نفوذی.

با توجه مطالعات چند متغیره در ورقه‌های مختلف این محور، براساس نتیجه آنالیز کلاستر انجام شده در ورقه‌های زاویه و ساوه، دندروگرام ترسیم شده دارای دو شاخه اصلی است. که شاخه اول خود شامل دو زیر شاخه بوده که در زیر شاخه اول تنها عنصر طلا قرار دارد. در زیر شاخه دوم که خود دارای چهار زیر شاخه بوده در یکی از آنها تنها عناصر  $Zn$ ،  $Cu$  و  $Zn$  ارتباط با طلا واقع شده است. این مجموعه معرف احتمالی کانی‌سازی مس و روی در ورقه و ارتباط آن با توسعه سنگ‌های نفوذی و کربناتی است.

این روش (آنالیز فاکتوری) در برکه رزن تا مرحله پنجم انجام شد عناصری که در هیچ گروهی قرار نمی‌گرفتند تا مرحله ۴ حذف شدند و در مرحله پنجم بر اساس تپه‌های مورد نظر ۲ فاکتور شامل فاکتورهای دوم، سوم و چهارم از مرحله چهارم، برای آخرین مرحله انتخاب شدند. در مرحله پنجم فاکتور دوم شامل عناصر مس، طلا، مولیبدن، بیسموت و آنتی‌موان می‌باشد. در برکه خیارچ آنالیز فاکتوری مرحله‌ای در سه فاز صورت گرفت که عناصر مرتبط با توده نفوذی در فاکتور نخست از مرحله سوم شامل بیسموت و مس می‌باشند. در برکه تهران این آنالیز در چهار مرحله انجام شد و نتایج نشانگر فرارگیری مس، سرب و روی در فاکتور دوم، آرسنیک و آنتیموان در فاکتور سوم و نیز طلا و نیکل در فاکتور چهارم از مرحله آخر می‌باشند. در برکه تهران این فرایند در سه مرحله خاتمه یافت و عناصر مربوط به توده نفوذی در فاکتور نخست مرحله سوم شامل مس، سرب، بیسموت، آنتیموان و تانتالیوم می‌باشند. در نهایت در برکه رباط‌کریم بعد از انجام سه فاز آنالیز فاکتوری مرحله‌ای عناصر مربوط به توده نفوذی در فاکتور نخست که شامل مس، بیسموت، جیوه، منگنز، نیوبیم، سزیم، کبالت، اسکاندیوم، توریم، تلووریوم، اورانیوم، تانتالیوم، وانادیوم و اورانیوم است.

نتایج آنالیز فاکتوری مرحله‌ای (پنج مرحله) در برکه نوربان توسط رضایی و همکاران (۲۰۱۵)، فاکتور نخست مس، بیسموت و نقره بیان شده و نمونه برداری‌های تکمیلی صورت گرفته به حضور کانه‌زایی در مجاورت توده نفوذی اشاره دارد. این مطالعات در برکه زاویه و ساوه نیز پس از انجام سه مرحله آنالیز فاکتوری به ترتیب اشاره به قرار گرفتن مس و طلا در یک گروه عناصر مس، بیسموت، قلع، تلووریوم، تنگستن و روی (ساوه) در مرحله دوم انجام آنالیز فاکتوری در یک گروه و مرتبط با توده نفوذی بیان شده‌اند.

### نتیجه‌گیری

از بررسی نتایج داده‌های ژئوشیمی در محور مورد مطالعه، می‌توان چنین نتیجه گرفت که وجود آنومالی‌ها و پیرو آن ذخایر مس همچون زرنده، رنگرز، نارباغی، شمال‌شرق نارباغی، کان‌زر و یوزاک به نوعی همبستگی نسبی با حضور توده‌های نیمه عمیق و گسل‌های حواشی آن دارد در صورتیکه این ارتباط در بین عناصر طلا و نقره با کانه‌زایی‌ها بطور قطع وجود ندارد و به نوعی اشاره به حضور آنها بصورت محلی است. بنابراین، حضور توده‌های نیمه عمیق به نوعی الزامی است در صورتیکه در مورد آنومالی‌های طلا و نقره این مورد را نمی‌توان بیان نمود. بنابراین توده‌های نفوذی نقش بسیار پررنگی در شکل‌گیری این نقاط آنومال و به عنوان منبعی برای تشکیل عنصر مس و در مناطق مختلف طلا و نقره هستند.

### منابع

- امامی، م.ه.، ۱۳۷۹، ماگماتیسم در ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صفحه ۶۰۸.
- صفوی، س.، ۱۳۹۹، بررسی کانسارهای هیدروترمال-ماگمایی محور ساوه-رزن با تکراری به کانسار نارباغی شمالی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، پژوهشکده علوم زمین.
- رضایی، س.، ۱۳۹۲، بررسی کانسارهای مس در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ نوربان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

- Hedenquist, J.W., Arribas, J.A., Gonzalez-Urein, E., 2000. Exploration for epithermal gold deposits: Society of Economic Geologists, Review, v. 13, p. 245-277.
- Richards, J.P., Sholeh, A., 2016. The Tethyan tectonic history and Cu-Au metallogeny of Iran. In: Richards, J.P.(Ed.), Tectonics and Metallogeny of the Tethyan Orogenic Belt: Society of Economic Geologists Special Publication No. 19, 193-212.
- Rezaei, S., Lofzi, M., Afzal, P., Jafari, M.R., Shamseddin Meigoony, M., 2015. Delineation of Cu prospects utilizing multifactorial modeling and stepwise factor analysis in Noubaran 1:100,000 sheet, Center of Iran. Arabian Journal of Geosciences 8 (9): 7343-7357.