مجله زمین‌شناسی اقتصادی
سال ۱۳۹۲، شماره ۱، (جلد ۵)
صفحه ۲۳ تا ۳۶

Journal of Economic Geology
2013, No. 1 (Vol. 5)
ISSN 2008-7306
Archive of SID

کاربرد هندسه فرکتالی برای تشخیص الگوی ناحیه‌بندی بافتی در ذخایر اپی‌ترمال (مطالعه موردی: اندیس مس- طلادار شیخ‌درآباد، استان آذربایجان شرقی)

سیدرضا مهرنیا

گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران

دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۵/۱۲، پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۱۸

چکیده

نتایج مطالعات ایزوتوپی و بررسیهای میکروترمومتری پیرامون اندیس مس– طلادار ناحیه شیخ‌درآباد از توابع شهرستان میانه در استان آذربایجان شرقی، بیانگر حضور ماگماتیسم تأخیری سنوزوئیک با رخساره غالب سریزیت آدولاریایی است که به‌دلیل وسعت رخساره‌های دگرسانی نئوژن، موجبات پیدایش رگه‌های سیلیسی با منشأ اپی‌ترمال را فراهم نموده است. شواهد به‌دست آمده از تغییرات بافتی مناطق مینرالیزه، ضمن مطابقت با الگوی ناحیه‌بندی بافتی ذخایر کوئینزلند، دارای ارتباط مکانی نزدیک با سری کانیایی کوارتز- پیریت- کالکوپیریت است. لذا براساس نتایج این تحقیق، در روشی نوین و مبتنی بر اصول هندسه فرکتال، توزیع‌پذیری غیرخطی سیلیس مطالعه و رابطه آن با تغییرات بافتی رگه‌های مینرالیزه، به‌منظور شناسایی رگه‌های طلادار شیخ درآباد استنتاج گردیده است. در عمل، پس از دست‌یابی به سازوکار تحولات بافتی منطقه، تابع نمایی توزیع سیلیس افراز گردیده و مؤلفه‌های متناظر با تغییرات بافتی واحد مینرالیزه به دقت بررسی شده‌اند. بدین ترتیب با ارزیابی روند تحولات بافتی کانیهای سیلیس و مقایسه آن با الگوی ناحیه‌بندی ذخایر ماگمایی- گرمابی، ملاک جدیدی برای پی‌جویی فلزات گرانبها معرفی گردیده که از آن به‌منظور تعیین اولویتهای اکتشافی طلا در منطقه شیخ درآباد استفاده شده است.

واژه‌های کلیدی: *فرکتال، اکتشاف طلا، توزیع سیلیس، سیال گرمابی، ناحیه‌بندی بافتی.*

مقدمه

اندیس مس- طلادار شیخ‌درآباد بخشی از گستره زمین‌شناختی شمال غرب ایران با مختصات مندرج در شکل ۱ است که با توجه به موقعیت مکانی و رخساره های ماگمایی- زمین‌ساخت منسوب به سنوزوئیک [۱]، به عنوان اثر معدنی مس با کانه‌زایی جزئی فلزات پایه و گرانبها در چهارگوشه زمین‌شناسی میانه (شماره سریال NJ3812) واقع در استان آذربایجان شرقی شناسایی گردیده است [۱] و [۲].

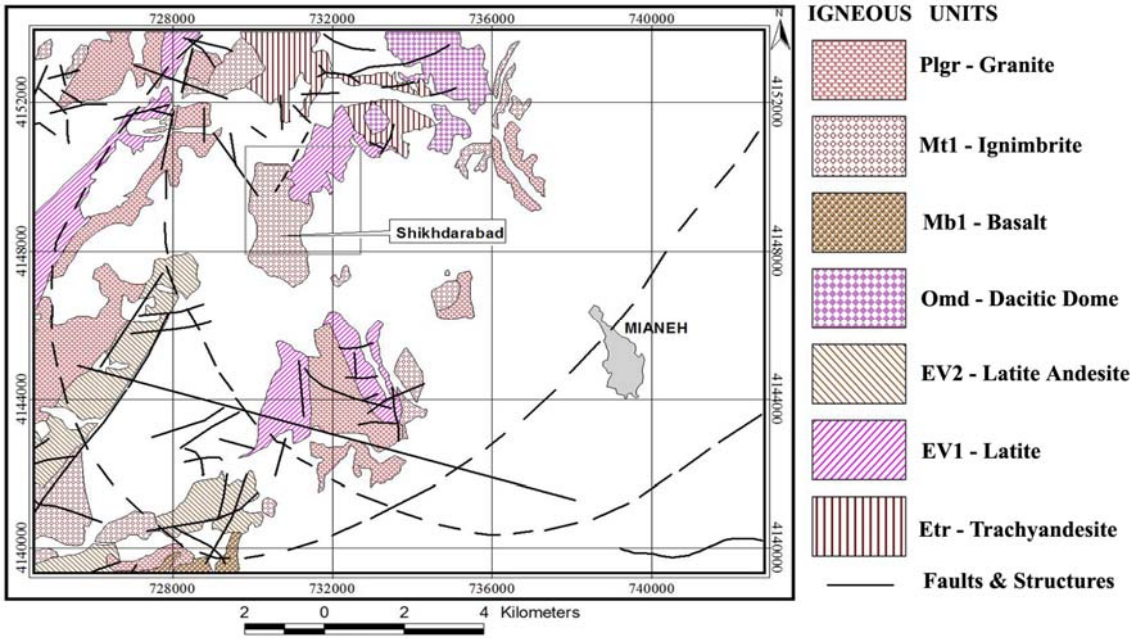
سنگهای آذرین منطقه شامل انواع گدازه‌های بازیک و توف‌های حدواسط تا اسیدی است که به‌طور مشخص با سری ماگمایی آلکالن در ارتباطند [۱]. مخروطهای ریولیتی، توف‌های ایگنمبریتی و نفوذیهای لاتیت دیوریتی با تفریق ماگمایی گسترده در زمره سازندهای زمین‌شناسی مرتبط با اندیس شیخ‌درآباد هستند. زمین‌ساخت منطقه، منسوب به حرکات کوه‌زایی نئوژن با فرازهای تاقدیسی و نشیبهای ناودیسی شکل متوالی (تافروژنیک) است. فعالیتهای تکتونوماگمایی این دوره، موجب تفریق ماگمایی وسیع از قطب ریولیت تا پیدایش سنگهای لاتیتی وگدازه‌های تراکی آندزیتی گردیده که در خلال فرآیندهای پساماگمایی، شرایط شکل‌گیری ذخایر گرمابی را فراهم نموده است [۲].

با توجه به شکل ۲، رخنمون وسیعی از مناطق دگرسانی (منسوب به فعالیتهای تأخیری نئوژن) توسط روشهای دورسنجی قابل تشخیص‌اند [۳]. با توجه به شکل مذکور، واحدهای دگرسانی شیخ‌درآباد شامل انواع آرژیلیک، پروپیلیتیک و اکسید- هیدروکسید آهن بوده و فرآیند کانه‌زایی مس- طلا در ارتباط نزدیک با رگه‌های کوارتز کربناتی و کوارتز- سریزیتی است.

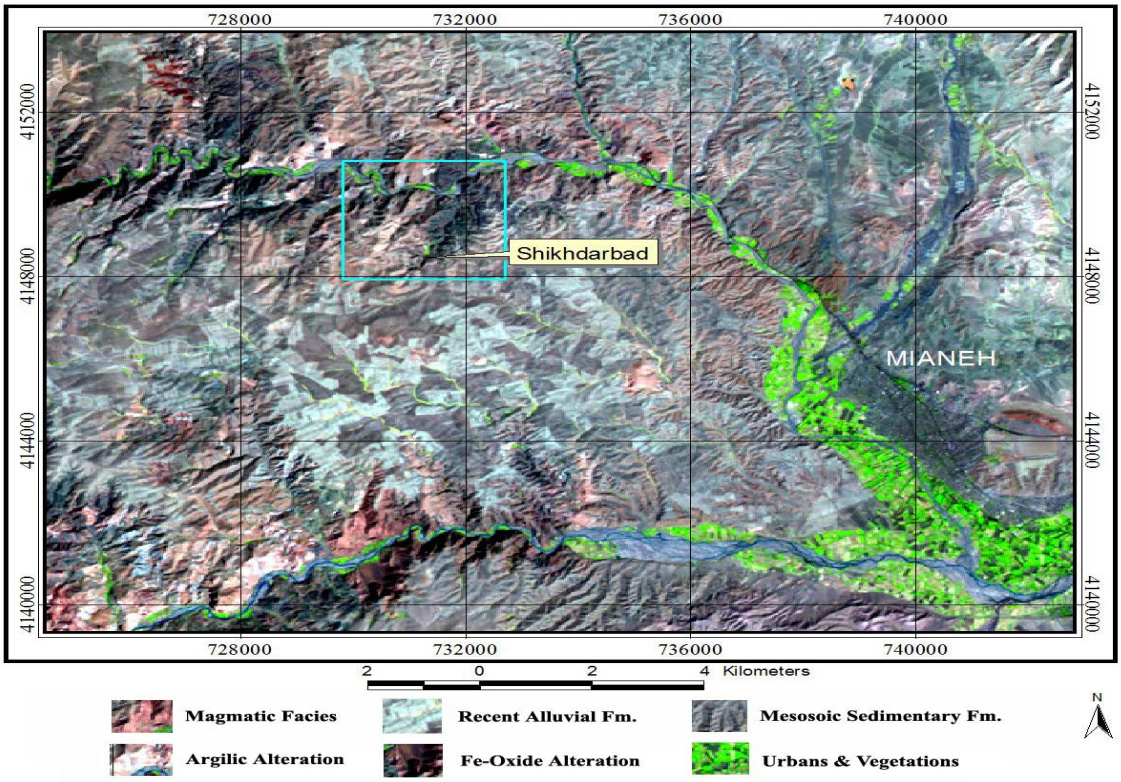
*مسؤول مکاتبات: r_mehrniya@pnu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. موقعیت اندیس مس طلادار شیخ‌درآباد در نقشه زمین‌شناسی چهارگوشه میانه، استان آذربایجان شرقی تقریق پساماگمایی ائوسن (ریولیت ایگنمبریتی و سنگهای لاتیت دیوریتی) به همراه فعالیتهای زمین‌ساختی سنوزوئیک موجب پیدایش این اندیس معدنی شده است (مرجع: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور)



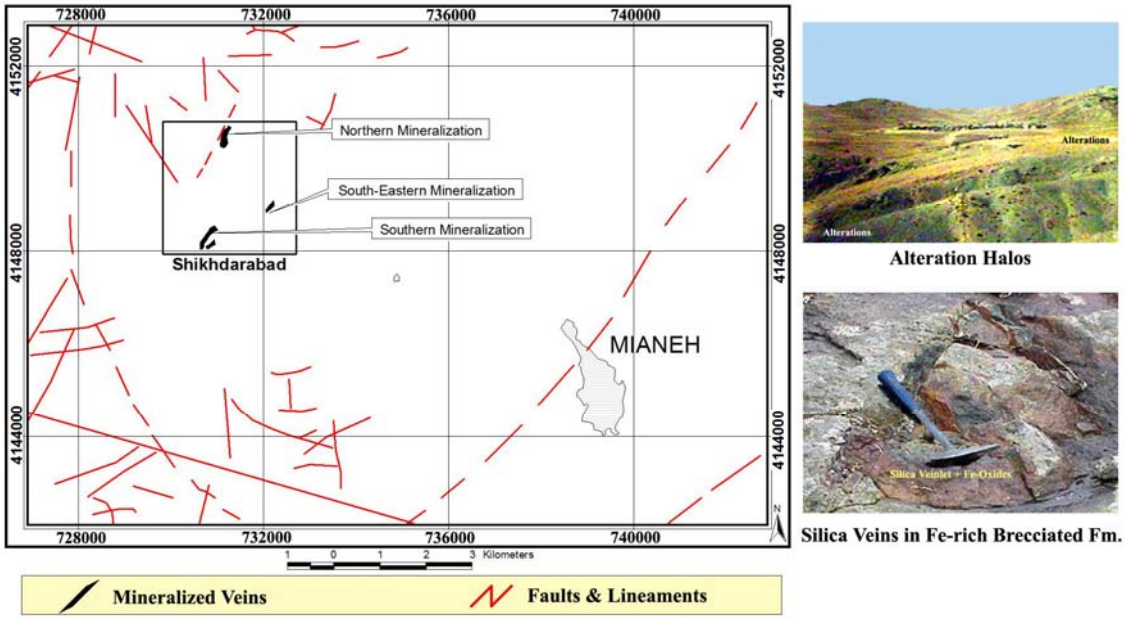
شکل ۲. عکس نقشه لندست ۷ از رخنمونهای ماگمایی- دگرسانی اندیس شیخ‌درآباد (FCC : 74-3/5 , Filter : IHS) اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن (قهوه‌ای) به همراه هاله رسی ناشی از شست‌وشوی اسیدی محلولهای هیدروترمال (سفید) موجب توسعه مناطق دگرسانی در سازندهای ماگمایی (قرمز) شیخ‌درآباد شده اند. (مرجع : ماهواره لندست ۷، سنجنده ETM).

www.SID.ir

Archive of SID

رگه‌های معدنی شیخ‌درآباد دارای همبود متعارفی از کانه‌های پیریت و کالکوپیریت هستند [۳]. ساختار تافروژنیکی منطقه به عنوان الگوی زمین‌ساختی متأثر از حرکات کششی، عامل پیدایش فعالیت‌های پساماگمایی در واحدهای آتشفشانی و توده‌های نفوذی سنوزوئیک بوده و تعامل آن با پدیده‌های زمین‌شناسی منطقه، چشم انداز مناسبی را برای پی‌جویی ذخایر ماگمایی- گرمابی به‌وجود آورده است [۲].

خاستگاه اغلب مناطق مینرالیزه در غرب شهرستان میانه، در ارتباط با واحدهای ماگمایی سنوزوئیک و پدیده‌های دگرسانی بعد از آن بوده و استنتاج الگوی زایشی فلزات پایه و گرانبها مبتنی بر مطالعه میانبارهای سیال و سنجش ایزوتوپی اکسیژن است؛ که پس از درج ملاحظات کانه‌شناختی، سازوکار پیدایش واحدهای مینرالیزه با استفاده از الگوهای فازی و در ارتباط با حضور رخساره آدولاریائی (سامانه اپی‌ترمال) تعیین گردیده است [۳]. مطابق شکل ۳، پیدایش رگه‌های سیلیسی در هاله محاطی پروپیلیتیک- آرژیلیک، مهمترین رویداد پساماگمایی در اندیس شیخ‌درآباد می‌باشد که در اغلب موارد با میزبانی واحدهای تراکی آندزیتی ائوسن همراه است [۳].



شکل ۳. موقعیت جغرافیایی و تعدد رخنمونهای مینرالیزه در اندیس مس طلادار شیخ‌درآباد

نواحی امیدبخش معدنی در سه رخنمون شمالی، جنوبی و جنوب شرقی شیخ‌درآباد مشاهده گردیده و متشکل از دگرسانیهای آرژیلیک، اکسیدهای آهن و هاله محاطی پروپیلیتیک هستند. رگه‌ها و رگه‌چه‌های مینرالیزه عمدتاً با رخساره کانی شناختی کوارتز پیریت، کوارتز پیریت- کالکوپیریت و کوارتز سریزیتی همراه است.

با توجه به سوابق اکتشافی منطقه، آثار معدنی مس و طلا به‌صورت رگه‌ای و با پیدایش سری کانیایی کوارتز- پیریت- کالکوپیریت در سه بخش شمالی، جنوبی و جنوب شرقی شیخ‌درآباد مشاهده می‌گردد. همچنین با توجه به نتایج ژئوترمومتری ایزوتوپ اکسیژن و میکروترمومتری میانبارهای سیال اولیه، احتمال وجود رخساره سریزیت آدولاریایی در عمق مناطق مینرالیزه افزایش می‌یابد؛ اگرچه در سطح فرسایش کنونی اثری از کانی‌زایی آدولاریا مشاهده نمی‌گردد [۳]. از دیدگاه نظری، ویژگی بافتی مناطق مینرالیزه (با منشأ اپی‌ترمال)، برخورداری از الگوی ناحیه‌بندی بافتی، به عنوان معیاری برای تجمع عناصر تیپومرفیک در رگه‌های سیلیسی- کربناتی است [۴]. از این‌رو، بررسی پیدایش اشکال مختلف سیلیس شامل انواع کلسدون، اپال، آگات، آمتیست، کوارتز کلوفرمی، کوارتز نواری، کوارتز دانه‌شکری و بلورین به همراه تغییر عیار فلزات پایه در مناطق دگرسانی، نقش مهمی در پی‌جویی ذخایر طلای کوئینزلند داشته است [۵].

این تحقیق با استناد بر سوابق اکتشافی منطقه شیخ‌درآباد، خصوصیات بافتی رگه‌های مینرالیزه این ناحیه را با ویژگی

www.SID.ir

Archive of SID

بافتی ذخایر کوئینزلند مقایسه نموده و شواهدی را که دال بر ناحیه‌بندی بافتی در رگه‌های کوارتز پیریتی و کوارتز- پیریت- کالکوپیریتی می باشد؛ ارائه نموده است. با درنظر گرفتن جوانب امر، نشانه‌های به‌دست آمده از رگه‌های مینرالیزه شیخ‌درآباد، مؤید تغییرات بافتی نسبتاً منظم در محیط اپی‌ترمال می‌باشند. بدین‌ترتیب با استناد به روند تحولات بافتی منطقه و ارتباط آن با فرآیند توزیع ژئوشیمیائی سیلیس، امکان حل معادله نمایی شامل متغیرهای غلظت و سطح محصور ناشی از تغییرات غلظت توسط روش فرکتال فراهم گردیده و الگوی ناحیه‌بندی وابسته به تغییرات عیار طلا برای اولین بار و به روشی کاملاً ابداعی استنتاج گردیده است.

بدین ترتیب ضمن بازنگری در موقعیت مکانی آثار معدنی شیخ‌درآباد، روند تغییرات دگرسانی و عوامل مؤثر بر شرایط میزبانی ذخیره طلا از دیدگاه تحولات بافتی کانیهای سیلیس بررسی شده و با استناد بر خواص توزیع‌پذیری غیرخطی سیلیس، الگوی ناحیه‌بندی رخنمونهای مینرالیزه معرفی شده است.

معرفی شاخص ناحیه‌بندی بافتی در ذخایر طلای کوئینزلند

نتایج به‌دست آمده از تحقیقات موریسون [۴]، بیانگر ارتباط زایشی طلا با تغییرات بافتی رگه‌های حاوی کوارتز است که به موجب آن رده‌بندی خاصی با هدف سنجش تحولات بافتی ذخایر کوئینزلند ارائه شده است [۵]. مطابق جدول ۱، ناحیه‌بندی بافتی ذخایر کوئینزلند با اولویت تحولات بافتی سیلیس و برحسب تغییرات عیار فلزات پایه و گران‌بها درج گردیده است.

جدول ۱. الگوی ناحیه‌بندی بافتی سیلیس در ذخایر طلای اپی‌ترمال (نقل از موریسون، ۲۰۰۳)

در ذخایر کوئینزلند استرالیا، تغییرات بافتی که به غنی‌شدگی اولیه طلا منجر شده، با پیدایش رخساره کوارتز کلوفرمی و ظهور کانی آدولاریا (با بافت خزه‌ای) همراه بوده و این فرآیند با موقعیت مکانی ناحیه جوشش سیال گرمابی مطابقت دارد.

زون اصلی	کلسدونی		کراستیفرم - کلوفرم		بلورین	
زون فرعی	کربنات (هوازده)	کربناتی - کلسدونی	ماسیو کالسدونی	کلسدونی - کوارتزی	کوارتز ی	کوارتز - کربناتی
بافت اولیه	توده‌ای ، نواری	نواری (در بالا)	توده‌ای (غالب)	کلوفرم - نواری	نوارى - متبلور	دانه‌شکری	شانه‌ای
بافت ثانویه	جانشینی	تیغه‌ای (در پایین)	تیغه‌ای	تبلور دوباره (خزه‌ای)	تبلور دوباره (بافت سوزنی)	متغیر	متغیر
کانی همراه	کلسیت ، آگات	آمتیست	چرت و اکسید آهن	آدولاریا ، سولفید و کربنات	آدولاریا و سولفید فلزی	آدولاریا و سولفیدها	کلسیت بلورین
عیار طلا	ناچیز	کم	متوسط	زیاد	متوسط تا کم	ناچیز	
عیار فلزات پایه	ناچیز	ناچیز	ناچیز	کم	زیاد	متغیر	

چنانچه ملاحظه می‌گردد، در یک ناحیه‌بندی منجر به غنی‌شدگی اولیه فلزات پایه و گرانبها، حضور کوارتز کلوفرمی با همبودی از کانی آدولاریا، برای شکل‌گیری رگه‌های مینرالیزه حاوی طلا در عمق معینی از سامانه ماگمایی ضرورت دارد [۶]. فراوانی کلسدونی در سطح فرسایش رخنمونهای مینرالیزه، نشانه خوبی است که با فرض منظم بودن توالیهای بافتی، احتمال وجود رخساره کوارتز کلوفرمی را به‌عنوان بافت میزبان طلا افزایش می‌دهد.

با ادامه تحولات بافتی و گذار از منطقه جوشش سیال کانه‌دار، شاهد تبلور کوارتز دانه‌شکری خواهیم بود که در مطالعات

www.SID.ir

Archive of SID

موردی کوئینزلند، با کاهش عیار طلا و تمرکز قابل توجه عنصر مس همراه بوده است [۶]. معمولاً نوسان عیار طلا در رگه کلسدونی (معرف بخش سطحی ذخیره اپی‌ترمال)، بین ۱۰۰ تا ۳۵۰ میلی‌گرم در تن است که با مشاهده این تغییرات، احتمال دست‌یابی به مناطق پر عیار افزایش می‌یابد. بنابراین چنانچه در الگوی ناحیه‌بندی بافتی سامانه اپی‌ترمال، فرآیند شکل‌گیری رگه‌ها با پیدایش کلسدونی (سیلیس آمورف) آغاز گردیده و با تبلور کوارتز کلوفرمی در رخساره سریزیت آدولاریایی ادامه یابد، احتمال غنی‌شدگی اولیه فلزات گرانبها به‌ویژه در مجاورت سولفوآرسنیدهای آهن افزایش می‌یابد [۴].

سازوکار توزیع فرکتالی سیلیس در ذخایر ماگمایی – گرمابی

پیدایش سیلیس در واحدهای سطحی تا نیمه‌عمیق یک سامانه اپی‌ترمال، ناشی از شست‌وشوی اسیدی محلولهای گرمابی و اشباع شدن تأخیری سیالات مهاجر از ترکیبات حاوی سیلیس با فرمول عمومی SiO_2 می باشد؛ که به دلیل تغییر مؤلفه‌های ترمودینامیکی (فشار و حرارت)، امکان پیدایش اشکال مختلف سیلیس به‌صورت رگه و رگه‌چه در امتداد ساختمانهای گسلی فراهم می‌گردد. در تحلیل خطی یافته‌های ژئوشیمیایی، رابطه معنی‌داری بین توزیع ژئوشیمیایی سیلیس و تحولات بافتی رگه‌های مینرالیزه مشاهده نمی‌شود؛ در حالی‌که با استفاده از خواص توزیع‌پذیری ذاتی (Initial Condition) و جای‌گزینی معادله خط رگرسیون توسط توابع غیرخطی، امکان محاسبه ضرایب همبستگی و تعیین شاخص توزیع‌پذیری غیرخطی سیلیس توسط معادلات نسبی- نمایی (Power law relationships) فراهم گردیده و متعاقباً ناحیه‌بندی بافتی مناطق مینرالیزه بر حسب تغییرات بعد فرکتال استنتاج می‌گردد [۷].

روش پیشنهادی این تحقیق مبتنی بر اصول هندسه فرکتال (Fractal Geometry) است که در آن از روابط نمایی بین دو کمیت برای سنجش خواص خودتشابهی (Self Similarities) پدیده‌ها استفاده می‌شود [۸]. در این روش، تکرارپذیری کمیتهای متناظر، مستقل از مقیاس (Scale Independent) اندازه‌گیری آنها بوده و توابع آن بر خلاف معیارهای اقلیدسی (Euclidean)، فاقد مشتق و دیفرانسیل هستند. پیدایش مؤلفه‌های ذاتی با برد توابع تکرارپذیر (Itterative Functions) ، مهمترین رویداد طبیعی در حاشیه محیطهای آشوب‌ناک (Edge of Chaos) است. در چنین محیطی، امکان بررسی کمیتهای متناظر به‌صورت مستقل از مقیاس و با بهره‌گیری از روشهای تحلیل غیرخطی (Nonlinear Analysis) میسر می‌گردد که در مقایسه با توابع خطی (آمار کلاسیک) از نتایج مطلوبی برخوردار است [۸].

بدین‌ترتیب اندازه‌گیری سیلیس موجود در رخنمونهای دگرسانی و سنجش تغییرات آن با روشهای غیرخطی، رهیافت اکتشافی جدیدی است که امکان بررسی تحولات بافتی رگه‌های مینرالیزه را بر اساس تغییرات بعد فرکتالی فراهم می‌نماید [۸]. مطابق رابطه ۱، توزیع نسبی- نمایی سیلیس، دارای سه مؤلفه غلظت ($C(SiO_2)$)، سطح محصور متناسب با تغییرات غلظت ($A(SiO_2)$) و شاخص نمایی β است که با تبدیل لگاریتمی کمیتها در رابطه ۲، الگوی خطی Area-Concentration (A-C) طبق الگوی ارائه شده در شکل ۴ حاصل می‌گردد [۷] و [۸].

$$A(SiO_2) \propto C(SiO_2)^{-\beta} \qquad (۱)$$

$$\mathrm{Log}A(SiO_2) = \beta \mathrm{Log}C(SiO_2) \qquad (۲)$$

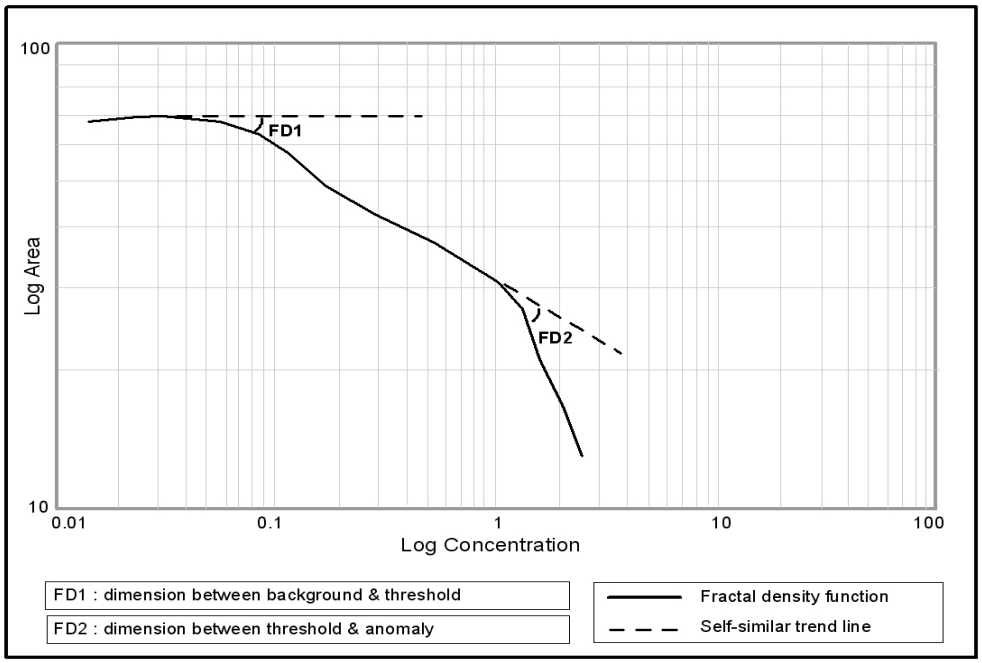
در این شکل، رابطه بین غلظت و سطح محصور متناسب با تغییرات غلظت از نوع نمایی بوده و در مختصات لگاریتمی به معادله خط با ضریب زاویه β تبدیل می‌شود. مؤلفه‌های خود تشابه نقاط هم استقامتی هستند که پس از ظهور کمیتهای حدی (نقطه عطف تابع)، موجب افزایش یا کاهش ضریب β شده و خاصیت خودتمایلی (Self affine)، باعث تفیک جوامع فرکتال به زیرگروههای زمینه‌ای (Background)، آستانه‌ای (Threshold) و بی‌هنجاری (Anomaly) می‌گردد .

روش مطالعه

روش عملی تحقیق، با تشکیل پایگاه اطلاعات مکانی در محیط GIS آغاز گردیده و با درج سوابق اکتشافی طلا به منظور نمونه‌برداری از مناطق امیدبخش معدنی (شکل ۱) ادامه یافته است [۸]. سنجش کمی نمونه‌ها با ارسال ۱۷ نمونه (حاوی آثار کانه‌زایی) به مؤسسه تحقیقاتی Amdel (استرالیا) و درخواست مطالعه نمونه‌ها به روش اسپکترومتری جرمی (ICP-Mass) به‌عمل آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴. رسم تابع فرکتال در الگوی لگاریتمی Area - Concentration (نقل از مندلبروت، ۲۰۰۵)

در این الگو: توزیع کمی مؤلفه موردنظر (Concentration) از رابطه نمایی (غیرخطی) با سطوح درون‌یابی شده از همان توزیع (Area) برخوردار بوده و در مختصات لگاریتمی به‌صورت توابع چند فرکتالی مشاهده می‌گردد.

طبق مندرجات جدول ۲، تغییرات کمی سیلیس (SiO_2 %) با نوسان عیار فلزات پایه و گرانبها در ارتباط بوده که با در نظر گرفتن قابلیت سنگهای فلسیک منطقه برای میزبانی طلا و برخی از فلزات پایه (با منشأ گرمابی)، از شاخص توزیع‌پذیری سیلیس به عنوان ملاک جدیدی برای توجیه سازوکار شکل‌گیری رگه‌های مینرالیزه استفاده شده است.

از آن‌جا که دست‌یابی به تابع توزیع سیلیس نیازمند درون‌یابی کمیتها و ایجاد همبستگی فضایی بین نقاط بی‌هنجاری است؛ لذا مطابق شکل ۵ با بهره‌گیری از ابزار تحلیلگر مکانی (Spatial Analyst, SA)، تغییرات کمی سیلیس توسط روشهای زمین‌آماری (وزن‌دهی در فواصل معکوس، IDW) درون‌یابی شده‌اند. طی این فرآیند، شبکه‌ای از متغیرهای تصادفی پیوسته جای‌گزین نقاط بی‌هنجاری با برد تصادفی گسسته شده و احتمال توزیع سیلیس توسط تابع لگاریتمی A-C (رابطه ۲) بررسی شده است.

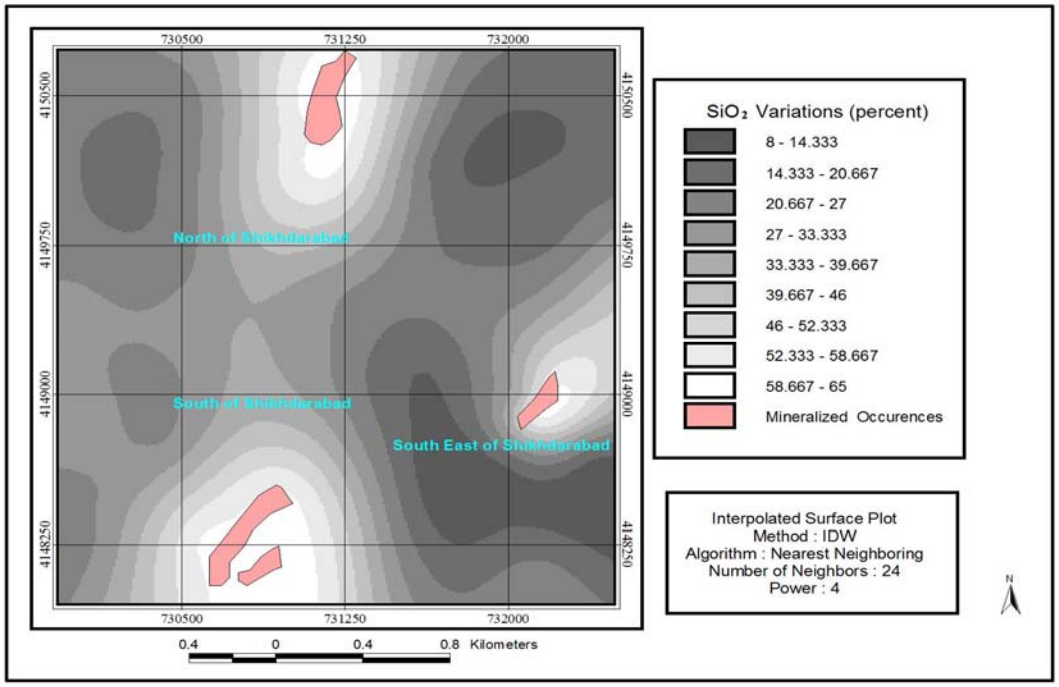
پس از تفکیک اجزای متناظر، خواص خودتشابهی جوامع بی‌هنجاری با بهره‌گیری از بسته نرم‌افزاری SA بازبینی و نتایج آن مطابق شکل ۶ درج گردیده است. بر روی شکلهای ۵ و ۶، علاوه‌بر الگوی پراکندگی سیلیس، تغییرات عیار طلا به‌عنوان مؤلفه توپولوژیکی (Topological) متناظر با مکان هندسی گرادیان‌های ژئوشیمیایی مشاهده می‌شود. در مقام مقایسه، همبستگی مکانی طلا با روند توزیع‌پذیری سیلیس، پس از به‌کارگیری معادلات فرکتالی بهبودیافته که این امر مؤید حاکمیت رفتارهای آشوب‌ناک (Chaotic) بر توزیع ژئوشیمیایی عناصر سازنده در خلال فازهای پساماگمایی است. همزمان با سنجش مکانی مؤلفه‌های ژئوشیمیائی، تحولات بافتی نمونه‌ها توسط روشهای میکروسکپی (۱۷ مقطع نازک و ۱۷ مقطع صیقلی) مطالعه و نتایج آن در جدول ۲ درج گردیده است. مطابق جدول مذکور، اغلب نمونه‌ها دارای زمینه شیشه‌ای تا ریزبلور بوده و حاوی ترکیبات سیلیس- کربناتی می‌باشند. دو نوع تغییر بافتی شامل سیلیس آمورف و کوارتز بلورین مشاهده می‌گردد. همبستگی طلا با رگه‌های پیریت دار منطقه شیخ درآباد معنی‌دار بوده و ظهور کوارتز بلورین در نمونه‌های به‌دست آمده از رخنمونهای مینرالیزه قابل توجه است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. نتایج سنجش کمی فلزات پایه و گرانبها به‌همراه تغییرات بافتی و نوع دگرسانی در نمونه‌های به‌دست آمده از اندیس شیخ‌درآباد (مرجع آنالیزهای دستگاهی: مؤسسه تحقیقاتی Amdel، استرالیا)

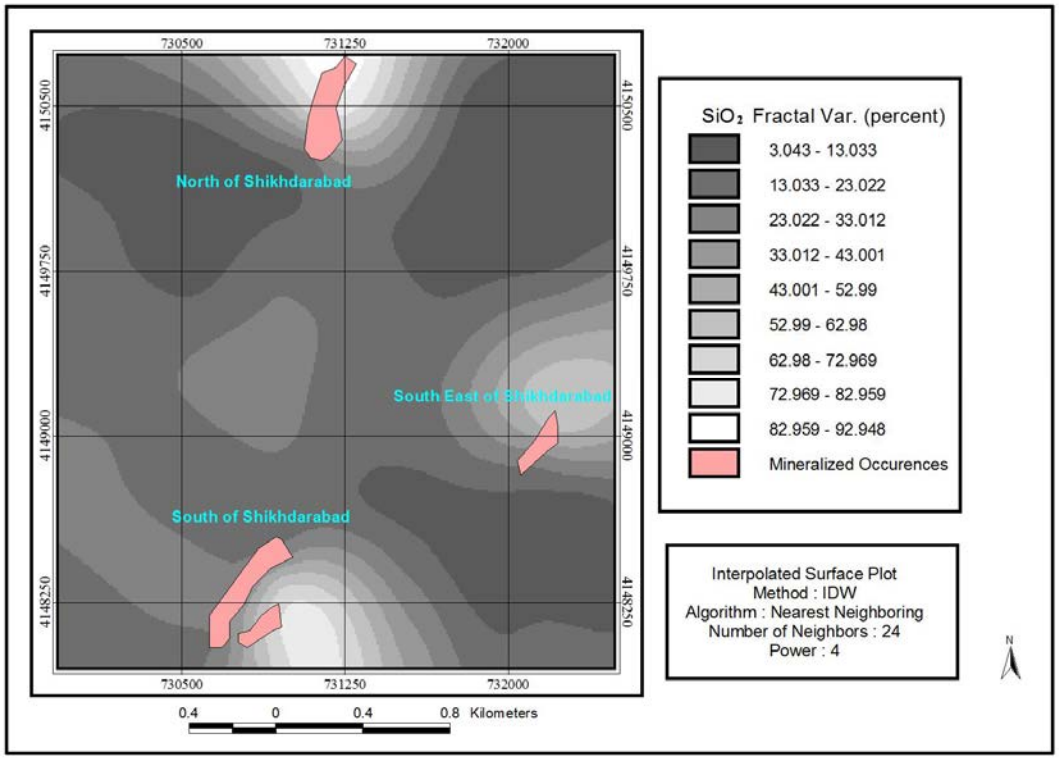
مشخصات نمونه				آنالیز عناصر فلزی (ICP)				مشخصات رگه میزبان						
منطقه	کد نمونه	مختصات (UTM)		Au	Cu	Pb	Zn	نوع دگرسانی				تغییرات بافتی		
		Easting	Northing	(ppb)	(ppm)			سیلیس	کربنات	سریزیت	رس	غیر متبلور	نیمه بلور	تمام بلور
شمال شیخ‌درآباد	۰۰۲-۸۹	۷۳۱۲۳۶	۴۱۵۰۶۳۹	۳۲۰	۷۱۳	۴۴	۱۹	×		×		×		
	۰۰۳-۸۹	۷۳۱۱۴۰	۴۱۵۰۵۳۷	۴۰۸	۱۰۱۴	۲۱	۳	×	×		×	×		×
	۰۰۷-۸۹	۷۳۱۲۳۰	۴۱۵۰۵۸۵	۳۹۴	۹۲۰	۱۷	۱۱	×	×	×	×			×
	۰۰۹-۸۹	۷۳۱۱۲۸	۴۱۵۰۴۶۵	۲۳۰	۸۴۰	۴۴	۸	×		×		×		
	۰۱۴-۸۹	۷۳۱۱۶۴	۴۱۵۰۳۶۴	۲۵۸	۵۵۰	۱۰۲	۳۲	×			×		×	
جنوب شیخ‌درآباد	۰۲۳-۸۹	۷۳۰۹۳۱	۴۱۴۸۱۶۵	۵۴۰	۴۷۰	۷۰	۲۲	×			×	×		
	۰۲۷-۸۹	۷۳۰۸۴۱	۴۱۴۸۱۵۹	۵۰۰	۴۸۰	۲۵	۳۸	×		×			×	×
	۰۳۱-۸۹	۷۳۶۸۶۵	۴۱۴۸۰۸۱	۵۸۰	۷۷۷	۹۸	۵۲	×	×		×		×	×
	۰۳۳-۸۹	۷۳۰۸۴۱	۴۱۴۸۳۲۶	۴۵۰	۱۱۸۰	۱۸۰	۴۴	×		×	×		×	×
	۰۰۶-۹۰	۷۳۰۹۳۷	۴۱۴۸۴۷۶	۲۷۵	۱۶۲۵	۱۳۰	۷۵	×	×				×	
	۰۰۴-۹۰	۷۳۰۶۶۲	۴۱۴۸۱۹۵	۳۰۰	۹۳۰	۳۰	۸	×	×		×	×		
جنوب شرقی شیخ‌درآباد	۰۴۱-۸۹	۷۳۲۲۱۰	۴۱۴۹۰۵۵	۲۱۰	۷۸۰	۴۸	۴۰	×	×				×	
	۰۴۴-۸۹	۷۳۲۱۸۶	۴۱۴۸۹۸۹	۲۳۵	۱۹۲۰	۴۰	۳۸	×	×		×		×	×
	۰۴۵-۸۹	۷۳۲۱۲۶	۴۱۴۸۹۱۸	۱۰۸	۱۰۹۵	۸	۱۱	×		×		×		
	۰۱۰-۹۰	۷۳۲۰۸۴	۴۱۴۸۹۰۶	۱۱۵	۹۸۵	۲۵	۳	×	×		×	×		
	۰۱۱-۹۰	۷۳۲۰۸۷	۴۱۴۸۸۶۴	۱۸	۱۸۹۶	۴۰	۱۹		×	×			×	×
	۰۱۵-۹۰	۷۳۲۱۴۴	۴۱۴۹۰۰۷	۳۲	۲۰۸	۱۸	۲۶		×		×		×	



شکل ۵. رابطه توزیع ژئوشیمیایی سیلیس (پیوسته) با تعدد رخنمونهای مینرالیزه در اندیس مس طلادار شیخ‌درآباد گرادیان سطوح درون‌یابی شده (به روش زمین‌آماری) منطبق بر مکان هندسی رگه‌های مینرالیزه است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. رابطه توزیع فرکتالی سیلیس با موقعیت رگه‌های مینرالیزه در اندیس شیخ‌درآباد

درون‌یابی سیلیس توسط روش فرکتال موجب تغییر دامنه پیوستگی در سطوح بی‌هنجاری گردیده و بخشی از رخنمونهای مینرالیزه در زمینه‌ای با تهی‌شدگی نسبی از سیلیس قرار می‌گیرند. لذا در مقایسه با توزیع خطی SiO_2 (شکل ۵)، نتایج این درون‌یابی با مکان جغرافیایی رگه‌های طلادار شیخ‌درآباد مطابقت بیشتری دارد.

بررسی تحولات بافتی اندیس شیخ‌درآباد

با توجه به تغییرات سنگ میزبان و تنوع رخساره‌های دگرسانی و نیز با در نظر گرفتن محتوای کانه‌های فلزی در بخشهای مختلف اندیس شیخ‌درآباد، تغییرات بافتی در سه بخش شمالی، جنوبی و جنوب شرقی به شرح زیر بررسی گردیده است.

الف- تغییرات بافتی رگه سیلیسی مینرالیزه در شمال شیخ‌درآباد مطابق شکلهای ۷ و ۸ دارای همبودی از کانه‌های پیریت و کالکوپیریت است. عیار طلا در زمینه سیلیسی غیرمتبلور (شکل۷)، کمتر از ۳۵۰ میلی‌گرم در تن بوده که با تبلور کوارتزهای دانه‌درشت (شکل ۸) به بیش از ۴۰۰ میلی‌گرم در تن افزایش یافته است. میزبان رگه سیلیسی در بخش شمالی از نوع توف‌های ایگنمبریتی میوسن بوده که به همراه مخروطهای ریولیتی همین دوره در هاله توامی از دگرسانیهای سریزیت- کربناتی مشاهده می‌گردند [۲].

ب- تغییرات بافتی رگه مینرالیزه در نواحی جنوبی شیخ‌درآباد مطابق شکلهای ۹ و ۱۰ معرفی شده‌اند. عیار طلا در رگه‌چه سیلیسی غیرمتبلور (شکل۹)، بیش از ۳۰۰ میلی‌گرم در تن است که با تبلور کوارتز متشکل از ادخالهای پیریت و کالکوپیریت (شکل۱۰) به بیش از ۵۵۰ میلی‌گرم در تن افزایش یافته است.

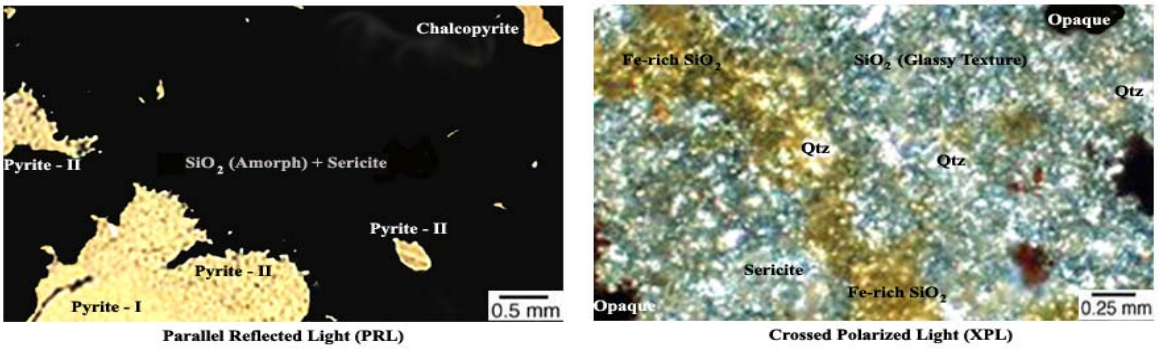
میزبان رگه مینرالیزه در بخش جنوبی شیخ‌درآباد از نوع توف‌های ریولیتی اواخر پالئوژن است که در اغلب رخنمونها به‌صورت ایگنمبریتی و با هاله وسیعی از کانیهای رسی مشاهده می‌گردد [۹].

پ- تغییرات بافتی رگه‌های کوارتز - کربنات - سریزیتی در جنوب شرقی شیخ‌درآباد مطابق شکلهای ۱۱ و ۱۲ بررسی شده است. عیار طلا در رگه کلسیتی (شکل ۱۱)، کمتر از ۲۰ میلی‌گرم در تن است اما با افزایش محتوای سیلیس و پیدایش رگه‌چه‌های کوارتز هماتیتی (شکل ۱۲) به عیار ۲۳۰

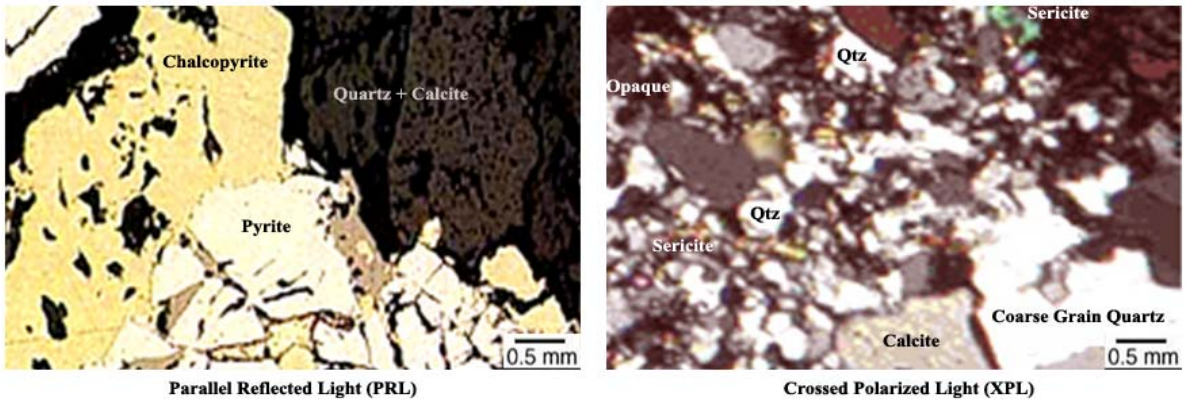
www.SID.ir

Archive of SID

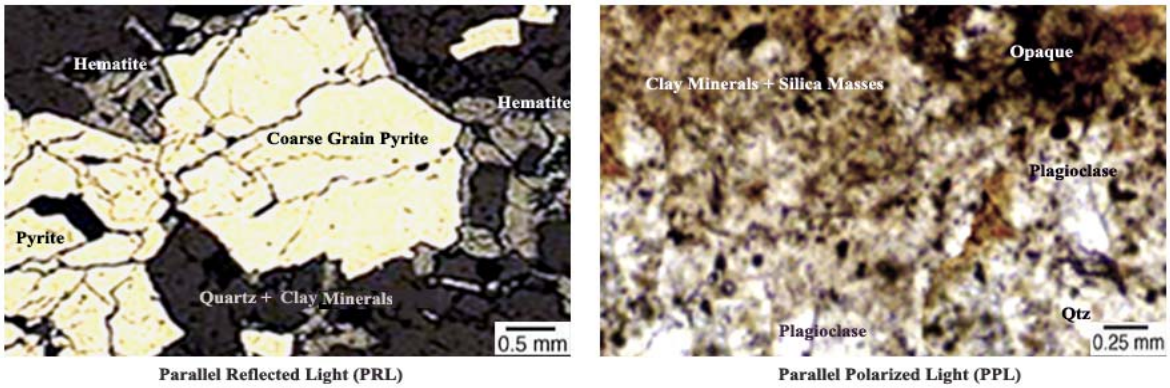
میلی‌گرم در تن می رسد. میزبان رگه مینرالیزه در جنوب شرقی شیخ‌درآباد، واحد لاتیت دیوریتی منسوب به ائوسن بوده (شکل ۱) و دگرسانی آن شامل انواع سریزیت و پروپیلیتیک به‌همراه پیدایش رگه‌چه‌های سیلیسی- کربناتی با بافت شیشه‌ای تا متبلور است [۹].



شکل۷. مقطع میکروسکپی متعلق به رگه مینرالیزه در شمال شیخ‌درآباد (نمونه ۸۹-۰۰۲، جدول ۲)
راست: میدان دید نور عبوری با زمینه سیلیس آمورف و کوارتز ریزدانه به همراه مقادیر جزئی سریزیت
چپ: میدان دید نور انعکاسی از پیریت‌های نسل اول و دوم، کالکوپیریت و آثار غیرمرئی طلا با عیار ppb ۳۲۰



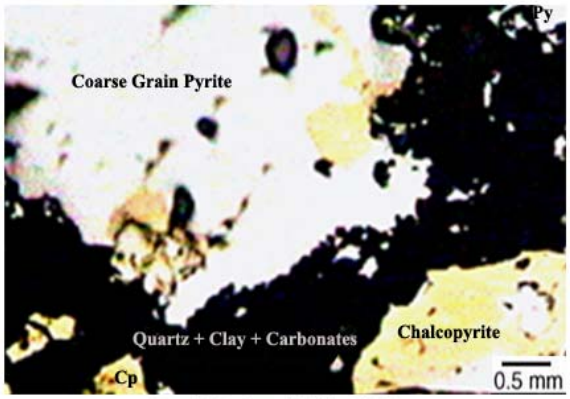
شکل۸. مقطع میکروسکپی متعلق به رگه مینرالیزه در شمال شیخ‌درآباد (نمونه ۸۹-۰۰۷، جدول ۲)
راست: میدان دید نور عبوری از کانیهای کوارتز بلورین و کلسیت دانه‌درشت در زمینه‌ای از سریزیت‌های پراکنده
چپ: میدان دید نور انعکاسی از همبود کانه‌های پیریت، کالکوپیریت و آثار غیرمرئی طلا با عیار ppb ۴۲۰



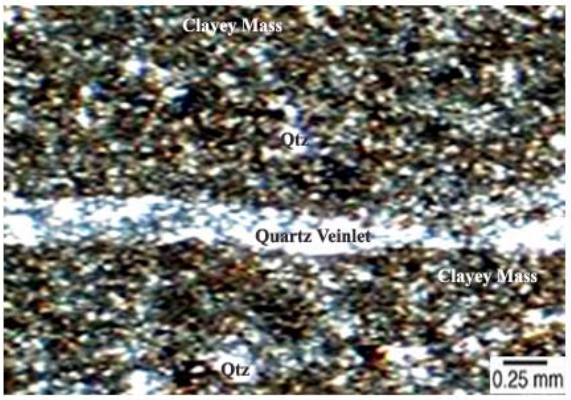
شکل ۹. مقطع میکروسکپی متعلق به رگه مینرالیزه در جنوب شیخ‌درآباد (نمونه ۸۹-۰۲۳، جدول ۲)
راست: میدان دید نور عبوری از زمینه رسی متراکم با تبلور پراکنده پلاژیوکلاز و سیلیکات های فرومنیزین
چپ: میدان دید نور انعکاسی از همبود کانه‌های پیریت، هماتیت و آثار غیرمرئی طلا با عیار ppb ۳۳۰

www.SID.ir

Archive of SID

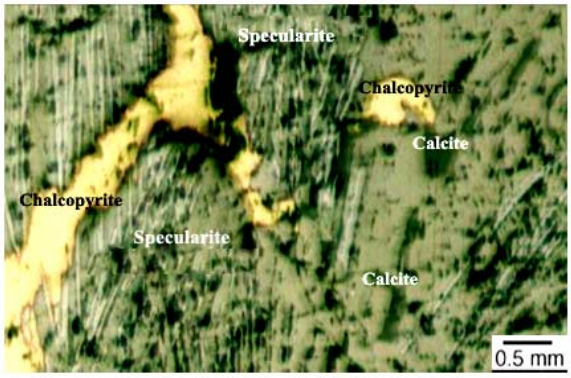


Parallel Reflected Light (PRL)

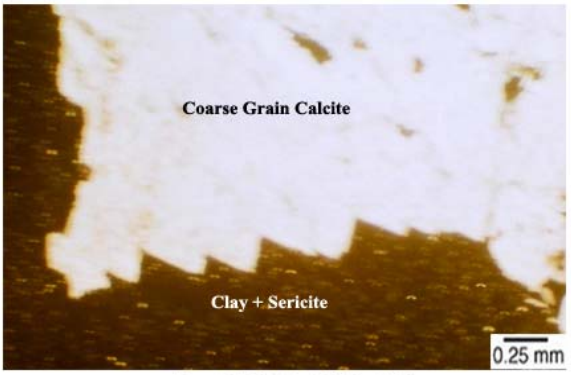


Crossed Polarized Light (XPL)

شکل۱۰. مقطع میکروسکپی متعلق به رگه مینرالیزه در جنوب شیخ‌درآباد (نمونه ۸۹-۰۳۱، جدول ۲)
راست: میدان دید نور عبوری از رگه‌چه کوارتز بلورین در زمینه‌ای از کانیهای رسی با تراکم بالا
چپ: میدان دید نور انعکاسی ازهمبود کانه‌های پیریت، کالکوپیریت و آثار غیرمرئی طلا با عیار ^{ppb} ۵۵۵

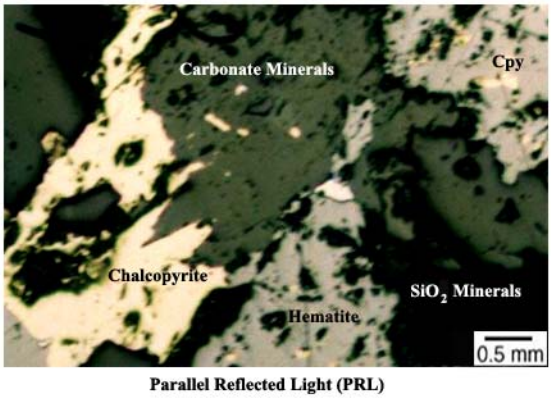


Parallel Reflected Light (PRL)

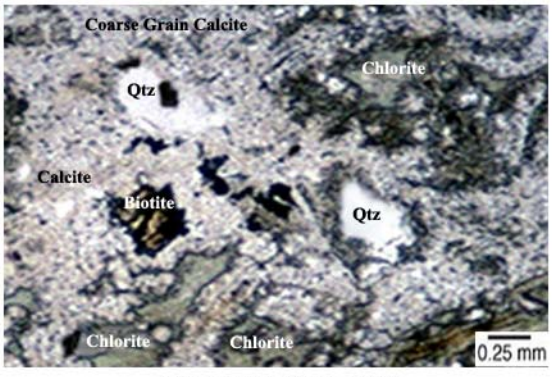


Parallel Polarized Light (PPL)

شکل۱۱. مقطع میکروسکپی متعلق به رگه مینرالیزه در جنوب شرقی شیخ‌درآباد (نمونه ۹۰-۰۱۱، جدول ۲)
راست: میدان دید نور عبوری از کانی کلسیت بلورین در زمینه‌ای از کانیهای رسی و سریزیت
چپ: میدان دید نور انعکاسی از کانه‌های کالکوپیریت، اسپکیولاریت و آثار ناچیز طلا با عیار ^{ppb} ۱۸



Parallel Reflected Light (PRL)



Crossed Polarized Light (XPL)

شکل۱۲. مقطع میکروسکپی متعلق به رگه مینرالیزه در جنوب شرقی شیخ‌درآباد (نمونه ۸۹-۰۴۴، جدول ۲)
راست: میدان دید نور عبوری از سری کانیایی کلسیت ، کلریت، کوارتز در رخساره پروپیلیتیک
چپ: میدان دید نور انعکاسی از همبود کانیایی هماتیت، کالکوپیریت با آثار طلای غیرمرئی با عیار ^{ppb} ۲۳۵

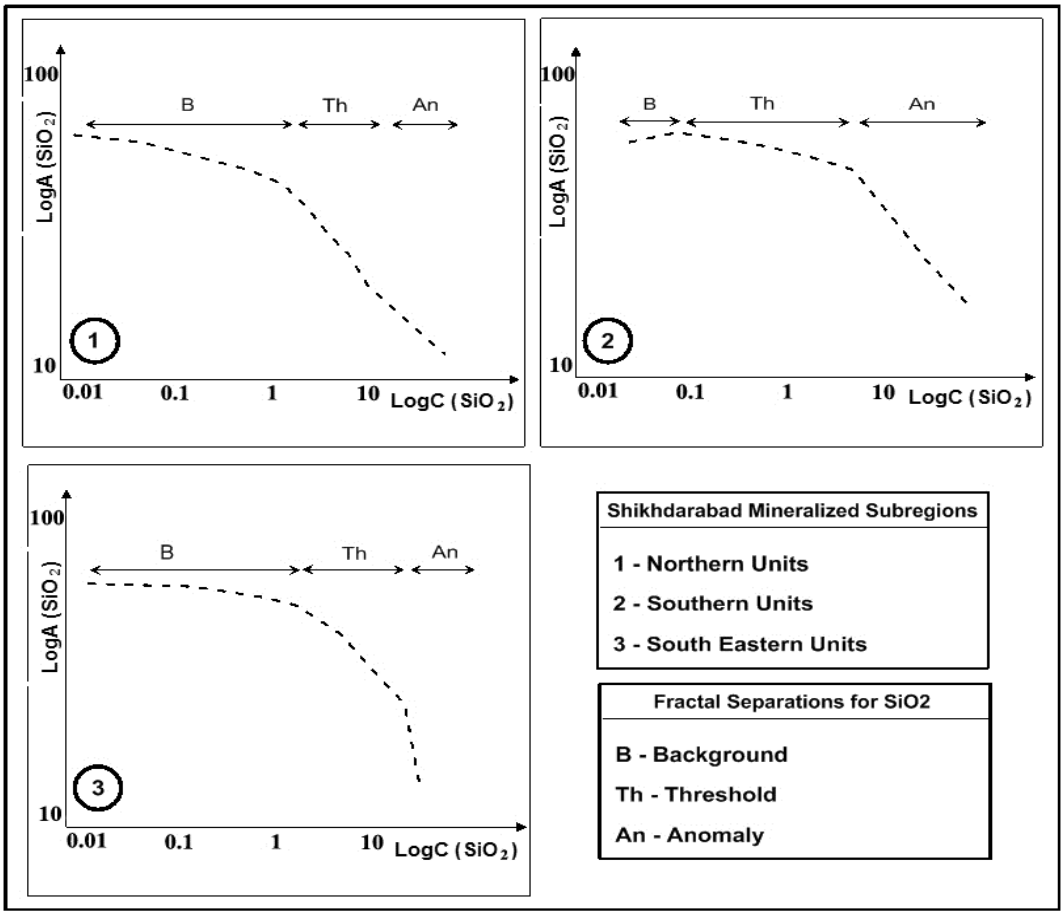
www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس ملاحظات فوق، نوسان عیار طلا در اندیس مس طلادار شیخ‌درآباد، تابعی از الگوی ناحیه‌بندی بافتی در رگه‌های سیلیسی منطقه است. لذا با استفاده از روش ارائه شده در این تحقیق، از شاخص تغییرات کمی سیلیس به عنوان معیار ژئوشیمیایی مرتبط با فرآیند دگرسانی و با هدف دست‌یابی به موقعیت مکانی رگه‌های مینرالیزه استفاده شده است. بدین ترتیب با بررسی توزیع فرکتالی سیلیس، امکان پیش‌بینی نواحی امیدبخش معدنی با توجه به الگوی ناحیه‌بندی حاکم بر رخنمونهای طلادار شیخ درآباد به وجود آمده است [۸].

نقش توزیع فرکتالی سیلیس در پراکندگی آثار معدنی شیخ‌درآباد

شکل۱۳، بیانگر توزیع غیرخطی سیلیس در معادله نمایی A-C (رابطه ۲) بوده و به‌طور جداگانه برای آثار معدنی موجود در رخنمونهای شمالی (۱۳- الف)، جنوبی (۱۳- ب) و جنوب شرقی شیخ‌درآباد (۱۳- ج) محاسبه گردیده است.



شکل۱۳. مقایسه توابع توزیع فرکتالی سیلیس (الگوی لگاریتمی A-C) در مناطق امیدبخش شیخ‌درآباد

۱- تفکیک جوامع در مناطق مینرالیزه شمالی با زمینه توسعه‌یافته و حدود آستانه - بی‌هنجاری محدود

۲- تفکیک جوامع در مناطق مینرالیزه جنوبی با زمینه محدود و حدود آستانه - بی‌هنجاری کاملاً توسعه‌یافته

۳- تفکیک جوامع در مناطق مینرالیزه جنوب شرقی با حد زمینه توسعه‌یافته و حد آستانه- بی‌هنجاری محدود

مطابق شکل، تفکیک جوامع بی‌هنجاری از مقادیر آستانه و زمینه ای، مبتنی بر تغییرات بعد فرکتال (Fractal Dimensions) بوده و متناسب با ضرایب خط معادله مذکور در مقیاس لگاریتمی است [۸]، [۱۰]. در جدول۳، افزایش بعد فرکتالی سیلیس، با پیدایش رگه‌های مینرالیزه و شکل‌گیری سری کانیایی پیریت - کالکوپیریت مطابقت داشته و در پی آن

www.SID.ir

Archive of SID

عیار طلا به دلیل افزایش خواص خودتشابهی سیلیس (تبدیل بافت شیشه‌ای به کوارتز بلورین) افزایش می‌یابد (شکل ۱۰). در مقام مقایسه، ناحیه‌بندی بافتی رگه‌ها درمناطق شمالی و جنوبی شیخ‌درآباد از وضعیت مطلوبی برخوردارند؛ از این‌رو توزیع ژئوشیمیایی سیلیس با سازوکار تغییرات بعد فرکتالی به عنوان مؤلفه‌نمایی متناسب با تحولات غیرخطی (آشوب‌ناک) مطابقت داشته و نقاط عطف تابع چگالی سیلیس منطبق بر مکان هندسی کمیتهای خودتمایل می‌باشد. به بیان دیگر، وفور نسبی اجزای متناظر در هر یک از جوامع بی‌هنجاری، مؤید برقراری شرایط مناسب برای پایداری نوع مشخصی از گونه‌های بافتی است که با ظهور کمیتهای نامتجانس (تغییر شیب خط به همراه گسیختگی در نقاط هم استقامت تابع)، احتمال بروز تغییرات بافتی در الگوی ناحیه‌بندی مناطق مینرالیزه افزایش می‌یابد [۸]. از آن‌جا که پایداری سامانه‌های اپی‌ترمال، مرهون برقراری تعادل شیمیایی و ترمودینامیکی بین سیال کانه‌دار و محیط مهاجرت آن می‌باشد [۱۱]. لذا در محیطهای متأثر از تفریقهای پساماگمایی، بررسی تحولات بافتی سیلیس به عنوان معیار ژئوشیمیایی مؤثر بر رفتار کمپلکس‌های فلزی حایز اهمیت بوده و تشخیص الگوی تحولات بافتی با استفاده از روشهای فرکتالی، احتمال دست‌یابی به ذخایر طلا را افزایش می‌دهد [۹]، [۱۱].

برخلاف بخشهای شمالی و جنوبی، مناطق مینرالیزه در جنوب شرقی شیخ‌درآباد، با کاهش رخنمونهای دگرسانی و تغییرات سنگ میزبان (جای‌گزینی ریولیت توسط لاتیت پورفیری – شکل ۱) همراه بوده و افزایش محسوسی در محتوای کانیهای کربناتی مشاهده می‌گردد. تحولات بافتی این منطقه با ظهور تعداد محدودی از اجزای متناظر (شکل ۱۳- ج) قابل تشخیص است. بدین ترتیب تابع چگالی سیلیس در مقایسه با بخشهای شمالی و جنوبی از تغییرات بعد فرکتالی کمتری برخوردار بوده و توزیع بی‌هنجاریهای ژئوشیمیایی موجب کاهش نقاط هم استقامت (شاخص خودتشابهی پدیده‌ها در تابع چگالی فرکتال) گردیده است (جدول ۳). ضعف الگوی ناحیه‌بندی بافتی سیلیس ناشی از سازوکارهای احتمالی نامناسب در روند تحولات ماگمایی منطقه است؛ که در مجموع باعث کاهش احتمال شکل‌گیری رگه‌های بارور (با تأکید بر میزبانی طلا) در جنوب شرقی شیخ‌درآباد شده است. پراکنش جزئی سیلیس (در سطح فرسایش کنونی) و تغییر رخساره‌های پساماگمایی سنوزوئیک از عوامل مؤثر بر کانه‌سازیهای پراکنده (غیراقتصادی) در جنوب شرقی شیخ‌درآباد بوده و مؤید منطقه‌بندی ضعیف با توسعه محدود هاله‌های دگرسانی است.

نتیجه گیری و پیشنهادها

در این تحقیق با استفاده از خاصیت توزیع‌پذیری غیرخطی سیلیس و تعیین مؤلفه‌های تکارپذیر (Recursive) در خلال بررسی تحولات بافتی مناطق مینرالیزه، روشی نوینی برای محاسبه همبستگی طلا با تغییرات بعد فرکتالی سیلیس ارائه گردیده که نتیجه آن با تعیین اولویت اکتشافی مناطق مینرالیزه در بخشهای شمالی، جنوبی و جنوب شرقی اندیس شیخ‌درآباد همراه بوده است. ملاک ناحیه‌بندی بافتی منطقه شیخ‌درآباد بر اساس الگوی استنتاج شده از تحولات بافتی ذخایر کوئینزلند انتخاب گردیده که پس از نمونه‌برداری از رخنمونهای مینرالیزه و سنجش تغییرات سطحی سیلیس (SiO_2)، درون‌یابی داده‌ها با استفاده از روشهای زمین‌آماری و با هدف تعیین تابع چگالی تغییرات سیلیس به‌عمل آمده است. با دست‌یابی به برد متغیرهای پیوسته (داده شبکه، شکل ۶)، موقعیت مکانی رخنمونهای دگرسانی با دقت قابل قبول شناسایی و پس از بازنویسی مؤلفه‌های توزیع سیلیس (در معادله A-C) ، تغییرات بعد فرکتال به عنوان شاخص نمایی مرتبط با کمیتهای متناظر منظور گردیده است. با توجه به همبستگی کمیتهای تکارپذیر با روند تحولات بافتی سیلیس (جدول ۳)، نتایج این تحقیق با تأکید بر اولویت اکتشاف طلا در منطقه شیخ‌درآباد به شرح زیر بیان می‌گردد.

- در واحد مینرالیزه بخش شمالی، مناطق دگرسانی با رخنمون کانیهای رسی (آرژیلیک) از وسعت کمی برخوردار بوده و به‌طور مشخص دارای رگه‌چه‌های پراکنده سیلیس با میزبان ریولیتی است. از دیدگاه فرکتالی، الگوی ناحیه‌بندی بافتی این منطقه با شکل‌گیری محدودی از مؤلفه‌های متناظر در ارتباط است؛ که طی گذار از تحولات بافت شیشه‌ای به انواع متبلور، قابلیت میزبانی ذخیره طلا را افزایش داده و این مهم با بررسی تغییرات بعد فرکتال در معادله A-C قابل استنتاج است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. رابطه توزیع فرکتالی سیلیس با تغییر بافت کانیها و تغییر عیار طلا در نمونه‌های به‌دست آمده از اندیس شیخ‌درآباد

پیدایش زوجهای متشابه طی فرآیند توزیع فرکتالی سیلیس با تغییرات عیار طلا نسبت مستقیم داشته و مؤید الگوی ناحیه‌بندی مناسب در واحدهای مینرالیزه جنوب و شمال شیخ‌درآباد است. رگه‌های جنوب شرقی شیخ‌درآباد فاقد این معیارها هستند.

طلا (ppb)	ملاحظات بافتی			تغییر ات بعد فرکتالی سیلیس			درصد سیلیس	نمونه	منطقه
	کلسیت	آدولاریا	کوارتز	پدیده خودتشابهی	جزئی	کلی			
۳۲۰	درشت بلور - پراکنده	مشاهده نگردید	کلسدونی - ریز بلور	پیدایش زوجهای متشابه	۱/۰۵	۱/۰۴۸	۷۱/۱۵	۰۰۲-۸۹	شمال شیخ‌درآباد
۴۰۸					۱/۰۳		۷۰/۰۰	۰۰۳-۸۹	
۳۹۴					۱/۰۵		۷۰/۰۰	۰۰۷-۸۹	
۲۳۰					۱/۰۷		۶۵/۲۰	۰۰۹-۸۹	
۲۵۸					۱/۰۴		۶۱/۱۵	۰۱۴-۸۹	
۵۴۰	ریز بلور - پراکنده	مشاهده نگردید	کوارتز بلورین - کلوفرم	تجمع زوجهای متشابه	۱/۱۷	۱/۱۱۸	۸۱/۲۵	۰۲۳-۸۹	جنوب شیخ‌درآباد
۵۰۰					۱/۱۲		۷۱/۵۰	۰۲۷-۸۹	
۵۸۰					۱/۰۸		۷۲/۱۵	۰۳۱-۸۹	
۴۵۰					۱/۰۹		۷۵/۰۰	۰۳۳-۸۹	
۲۷۵					۱/۱۱		۶۲/۲۰	۰۰۶-۹۰	
۳۰۰					۱/۱۴		۶۰/۱۵	۰۰۴-۹۰	
۲۱۰	درشت بلور -پراکنده	مشاهده نگردید	سیلیس آمورف	عدم ظهور کمیتهای متشابه	۱/۰۵	۱/۰۳۱	۶۱/۱۵	۰۴۱-۸۹	جنوب شرقی شیخ‌درآباد
۲۳۵					۱/۰۴		۵۸/۱۵	۰۴۴-۸۹	
۱۰۸					۱/۰۱		۵۲/۴۵	۰۴۵-۸۹	
۱۱۵					۱/۰۲		۵۷/۱۵	۰۱۰-۹۰	
۱۸					۱/۰۴		۴۲/۱۵	۰۱۱-۹۰	
۳۲					۱/۰۳		۴۰/۴۵	۰۱۵-۹۰	

- در رخنمونهای جنوبی اندیس شیخ‌درآباد، هاله دگرسانی نسبتاً وسیعی با میزبانی واحدهای ریولیتی - ریوداسیتی مشاهده می‌گردد که به‌طور عمده از رگه‌های سیلیسی با ترکیب کوارتز هماتیت، کوارتزپیریت و کوارتز سریزیت تشکیل شده‌اند. علاوه بر سیلیسی‌شدن سنگ دیواره ، مجموعه‌ای از کانیهای رسی با رخساره غالب مونتموریلونیتی قابل تشخیص بوده که به همراه هاله پروپیلیتیک (کلسیت ، کلریت ، سریزیت) در اطراف رگه‌های سیلیسی مشاهده می‌گردند. از دیدگاه فرکتالی، افزایش عیار طلا با توالی مؤلفه‌های خودتشابه و تغییرات ضریب خط معادله A-C در ارتباط است. بر اساس احتمالات موجود، فرآیند توزیع ژئوشیمیایی سیلیس در ضلع جنوبی شیخ‌درآباد منطبق بر تحولات بافتی منجر به تجمعات کانساری است. لذا وفور نسبی سیلیس آمورف در رگه‌ها و رگه‌چه‌های سطحی منطقه و تغییرات تدریجی آن به کوارتز بلورین (در مناطق عمیق‌تر)، بیانگر مطابقت شاخصهای بافتی اندیس جنوبی با الگوی ناحیه‌بندی ذخایر اپی‌ترمال است.

- تغییرات عیار طلا در جنوب شرقی شیخ‌درآباد، متأثر از حضور کانه‌های مس و هیدروکسیدهای آهن است که همراه با پیدایش دگرسانی کربنات - سریزیتی و توسعه رخساره پروپیلیتیک، به‌صورت رگه‌چه‌های پراکنده (سیلیسی–کربناتی) در میزبان لاتیت پورفیری مشاهده می‌گردند. الگوی ناحیه‌بندی بافتی رگه‌ها ضعیفتر از مناطق شمالی و جنوبی بوده و کمبود اجزای متناظر در سطح توزیع فرکتالی سیلیس (جدول ۳)، مؤید نقصان تحولات بافتی برای شکل‌گیری رخساره کوارتز پیریتی است. بنابراین شرایط لازم برای میزبانی طلا در رگه‌های مس‌دار این منطقه به‌وجود نیامده است. در

www.SID.ir

Archive of SID

بازدیدهای صحرایی، واحد مینرالیزه جنوب شرقی شیخ‌درآباد محدود به دگرسانی کوارتز سریزیتی بوده و پایین بودن عیار طلا در رگه‌های سطحی منطقه، احتمال دست‌یابی به نواحی امیدبخش عمقی را کاهش می‌دهد.

- مقایسه رگه‌های مینرالیزه در دو بخش شمالی و جنوبی اندیس شیخ‌درآباد نشان داد که الگوی ناحیه‌بندی بافتی در واحدهای شمالی از مؤلفه‌های متناطرکمتری برخوردارند؛ لذا تغییر ابعاد فرکتالی و همبستگی کمیتهای متجانس در بخش شمالی ضعیفتر از بخش جنوبی بوده که باتوجه به میانگین تغییرات عیار طلا، احتمال دست‌یابی به رگه پرعیار در عمق رخنمونهای دگرسانی بخش جنوبی افزایش می‌یابد.

بر اساس نتایج این تحقیق، اولویت اکتشاف طلا در سامانه‌های اپی‌ترمال تابعی از تغییرات بعد فرکتال با ظهور خواص خودتشابه در کمیتهای ژئوشیمیایی است. تغییرات بعد فرکتال در اندیس شیخ‌درآباد متأثر از الگوی توزیع سطحی سیلیس بوده و مطابقت مکانی آن با تغییرات بافتی رخنمونهای مینرالیزه در بخشهای جنوبی و شمالی این اندیس، بیانگر اولویت اکتشافی این مناطق برای پی‌جویی ذخایر طلای اپی‌ترمال است. بدین‌ترتیب از دیدگاه فرکتالی، رگه‌های مینرالیزه بخش جنوب شرقی از شرایط بافتی مناسب برای میزبانی ذخایر طلا برخوردار نمی‌باشند.

- با فرض این‌که بین احتمال تجمع طلا و ظهور کانی آدولاریا در عمق واحدهای ماگمایی شیخ‌درآباد رابطه مستقیمی برقرار باشد (نظیر آنچه که از ذخایر طلای کوئینزلند گزارش شده است)، پیشنهاد بررسی تحولات بافتی رگه‌های جنوبی در خلال حفر ترانشه‌ها و چاهکهای اکتشافی مطرح می‌گردد. سازوکار پیش‌بینی شده در این تحقیق با نمونه‌برداری لیتوژئوشیمیایی از عمق هاله‌های دگرسانی آغاز و با تعیین موقعیت رخساره سریزیت آدولاریایی ادامه خواهد یافت. همچنین سنجش دقیق تغییرات عیار طلا و توجه مضاعف به سازوکار تحولات بافتی رگه مینرالیزه در امتداد پروفیل‌های شمالی – جنوبی توصیه می‌گردد. بدین‌ترتیب تعیین توالی بافتی و الگوبرداری فرکتالی از روند تغییرات بافتی سیلیس، قابلیت پیش‌داوری در عمق هاله‌های دگرسانی را با هزینه کمتر از روشهای متداول (ناحیه‌بندی ژئوشیمیایی عناصر ردیاب) فراهم می‌نماید.

منابع

[1] Lescuyer J., "*Petrology & petrography of Cenozoic volcanism in Mianeh area*", Ph.D Thesis Subject, University of Paris (1978) 420p.

[2] Aleaster M., "*Aghvaran license Report in Mianeh target area - Eastern Azerbaijan of Iran*", Final report for Karand Co. ltd. (2001) 40p.

[۳] مهرنیا ر.، "*نحوه پیدایش طلا و ترکیبات وابسته به آن در ماگماتیسم سنوزوئیک چهارگوشه میانه*"، پایان‌نامه دوره دکترای تخصصی، دانشگاه شهید .بهشتی، دانشکده علوم زمین، (۱۳۸۳) ۲۰۰ ص.

[4] Morrison G., Guoyi D., AMIRA Preliminary Report, "*Textural Zoning in Epithermal Quartz veins*", J.C Univ., Queensland (2001) 129p.

[5] Morison G, "*Textural Zoning Variations Related to Gold Mineralization Potentials in Epithermal Systems*", Queensland J.C Univ. press, Queensland, Australia (2009) 249p.

[6] Guoyi D., AMIRA Final Report, "*Epithermal gold deposit in Queensland*", J.C Univ. Queensland, Australia (2002) 245p.

[۷] مهرنیا ر.، "*بازنگری در الگوی تغییرات بافتی اندیس تکمه‌داش با هدف پی‌جویی طلا در عمق رخساره‌های دگرسانی*"، چهاردهمین همایش بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران ، دانشگاه بیرجند (۱۳۸۶) ص ۳۱۱-۳۱۷.

[8] Mandelbrot B., "*The Fractal Geometry of Nature*", 21st Updated Edition, W.H Freeman & Company, New York (2005) 468.

[۹] مهرنیا ر.، "*توزیع‌پذیری غیرخطی سیلیس، روش نوینی برای شناسایی الگوی ناحیه‌بندی بافتی در اندیس های طلادار استان آذربایجان شرقی*" ، مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۶، شماره۱ (۱۳۸۹) ص ۶۹-۸۲.

[10] Mehrnia R., "*Using Multifractal Peculiarities of ETM Spectrums for Realizing Gold Mineralization Potentials in Eastern Azerbaijan*", 6th SASTech, Kuala Lumpur, Malaysia (2012) 243-252.

[11] Hedenquist J. W., Arribas A., Izawa E., "*Epithermal gold deposits, Styles, characteristics and exploration*", Society of Resource Geology, Updated Edition (2009) 83p.

www.SID.ir