Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy, Vol.5,No.2, Autumn 1997

Indices of Mineralization In The North - East Arsanjan Ophiolite Complex With Special Reference To Listvenitization

Khademi, E. and Shahabpour, J.
Department of Geology, Shahid Bahonar University, Kerman, IRAN

Key Words : *North - east Arsanjan ophiolite complex, Listvenites, Gold*

Abstract : The north - east Arsanjan ophiolite complex is part of the Neyriz ophiolite complex located 24 km north - east of Arsanjan in the south - eastern part of the Zagros range . In 1:250,000 geologic map of Shiraz, this complex has been considered as an ultramafic complex, however, it is principally represented by serpentinized harzburgite and dunite, basalt, metadolerite, spilite, limestone, radiolarian chert, dolostone, sedimentary breccia, and listvenites which are reported for the first time from the outer Zagros ophiolite belt in this article.

Economic mineral indications in this region can be divided into two groups : 1) primary magmatic deposits which include chromite and platinum group elements , and 2) secondary deposits which are produced due to alteration, and include listvenites and talc.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

مجلهٔ بلورشناسی و کانی شناسی ایران، سال پنجم، شمارهٔ دو، پائیز ۱۳۷۶ از صفحهٔ ۱۱۵ تا ۱۳۲

پژوهشی

کانسارسازی در مجموعهٔ افیولیتی شمال شرق ارسنجان با نگرشی ویژه بر پدیدهٔ لیستونیتی شدن

ابراهیم خادمی و جمشید شهاب پور

بخش زمین‌شناسی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان

چکیده: مجموعهٔ افیولیتی شمال شرق ارسنجان، بخشی از افیولیتهای نیریز است که در کمربند افیولیتی زاگرس ـ عمان ـ بلوچستان، یا کمربند خارجی تراست زاگرس، بیرون زده است. این مجموعه در شمال شرق استان فارس و در فاصلهٔ ۲۴ کیلومتری شمال شرق شهرستان ارسنجان قرار گرفته است. در نقشهٔ زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ شیراز، از آن به عنوان یک مجموعهٔ الترامافیکی نام برده شد، ولی در اینجا این مجموعه به واحدهای سنگی تفکیک شده‌اند. این مجموعهٔ افیولیتی از سنگهای متنوعی تشکیل شده است. به طور کلی واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه عبارت اند از: هارزبورژیتها و دونیتهای سرپانتنیزه- که زمینهٔ اصلی سنگهای منطقه را تشکیل می‌دهند- بازالت، متادلریت، اسپلیت، سنگهای آهکی، چرتهای رادیولاریت، دولومیت، واحدهای برشی، و لیستونیتها، که در این مقاله برای اولین بار در مجموعهٔ افیولیتی کمربند خارجی گسل زاگرس گزارش می‌شود.

بطور کلی دو گروه پدیدهٔ کانسار سازی را می‌توان در این منطقه مشاهده کرد: گروه اول که دارای نشانه‌هائی است از کانسارهای ماگمائی اولیه، مانند آثاری از کانسارسازی کرومیت و عناصر گروه پلاتین (پالادیوم)، و گروه دوم‌کانسارهای حاصل از فرایندهای دگرسانی، مانند لیستونیت و تالک.

واژه‌های کلیدی: *مجموعهٔ افیولیتی شمال شرق ارسنجان، لیستونیت، طلا*

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

مقدمه

مجموعه‌های افیولیتی دارای منابع معدنی با ارزشی هستند که از آن جمله می‌توان از عناصری مانند کرم، نیکل، پلاتین، طلا، مس، و کانیهای غیرفلزی نظیر تالک، منیزیت، هونتیت، و پنبه نسوز نام برد. این مجموعه‌های افیولیتی در ایران گسترش قابل توجهی یافته‌اند، و اگرچه بسیاری از آنها مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، اما مناطقی از این مجموعه‌ها نیز وجود دارند که مطالعات دقیقی روی آنها انجام نشده است. از جملهٔ این مناطق، مجموعهٔ افیولیتی شمال شرق ارسنجان است. وجود لیستونیتها و آثاری از کانسارهای کرومیت و عناصر گروه پلاتین (پالادیوم) در مجموعه افیولیتی شمال شرق ارسنجان ما را بر آن داشت که این مجموعه را به طور دقیقتری مورد مطالعه قرار دهیم. براساس مطالعات بوئیسون و لوبلان[۱] [۱] روی سه مجموعه افیولیتی، ولتری[۲] (لیگوریا، ایتالیا)، کمربند مافیک ـ الترامافیک سپرعربی[۳] (عربستان سعودی)، و بوآزر[۴] (مراکش)، وجود طلا در لیستونیتهای این مناطق به اثبات رسیده است. آنها لیستونیتها رابه عنوان سنگهائی مستعد کانسارسازی می‌دانند. همچنین آیدال[۵] [۲] (۱۹۹۰) لیستونیت‌های جمی‌کوی[۶] واقع در شمال مرکزی ترکیه را مورد مطالعه قرار داد و وجود نابهنجاری طلا در آنها را به اثبات رساند. لیستونیتها از لحاظ کانسازسازی جیوه [۳، ۴، ۵]، آرسنیک [۶]، سرب [۷]، و نیکل [۸] نیز مورد توجه قرار دارند.

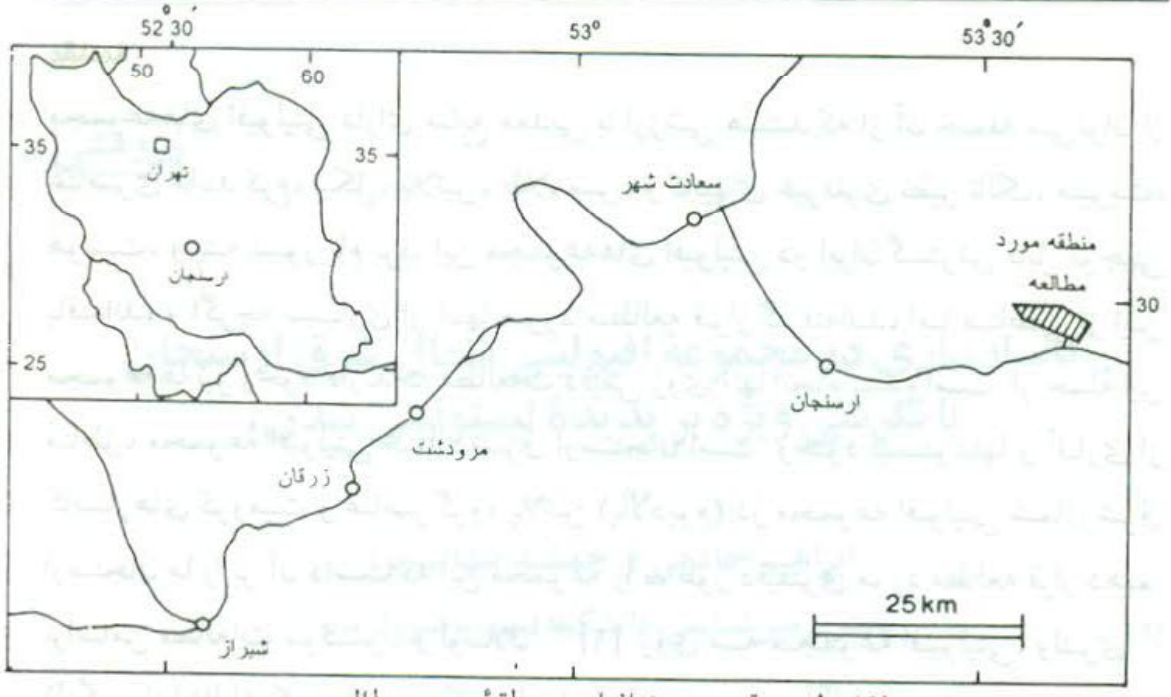
هدف از این مقاله معرفی مجموعهٔ افیولیتی شمال شرق ارسنجان از نظر کانسارسازی، خصوصاً کانسارسازی طلای مرتبط با سنگهای لیستونیتی است.

زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

به طور کلی افیولیت نیریز در سه منطقه بیرون‌زده‌است: ۱ـ شمال غرب نیریز، ۲ـ شمال

1- Leblanc and Buisson
2- Voltri
3- Ultramafic - mafic belts of the Arabian shield
4- Bou Azzer
5- Aydal
6- Gemikoy

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

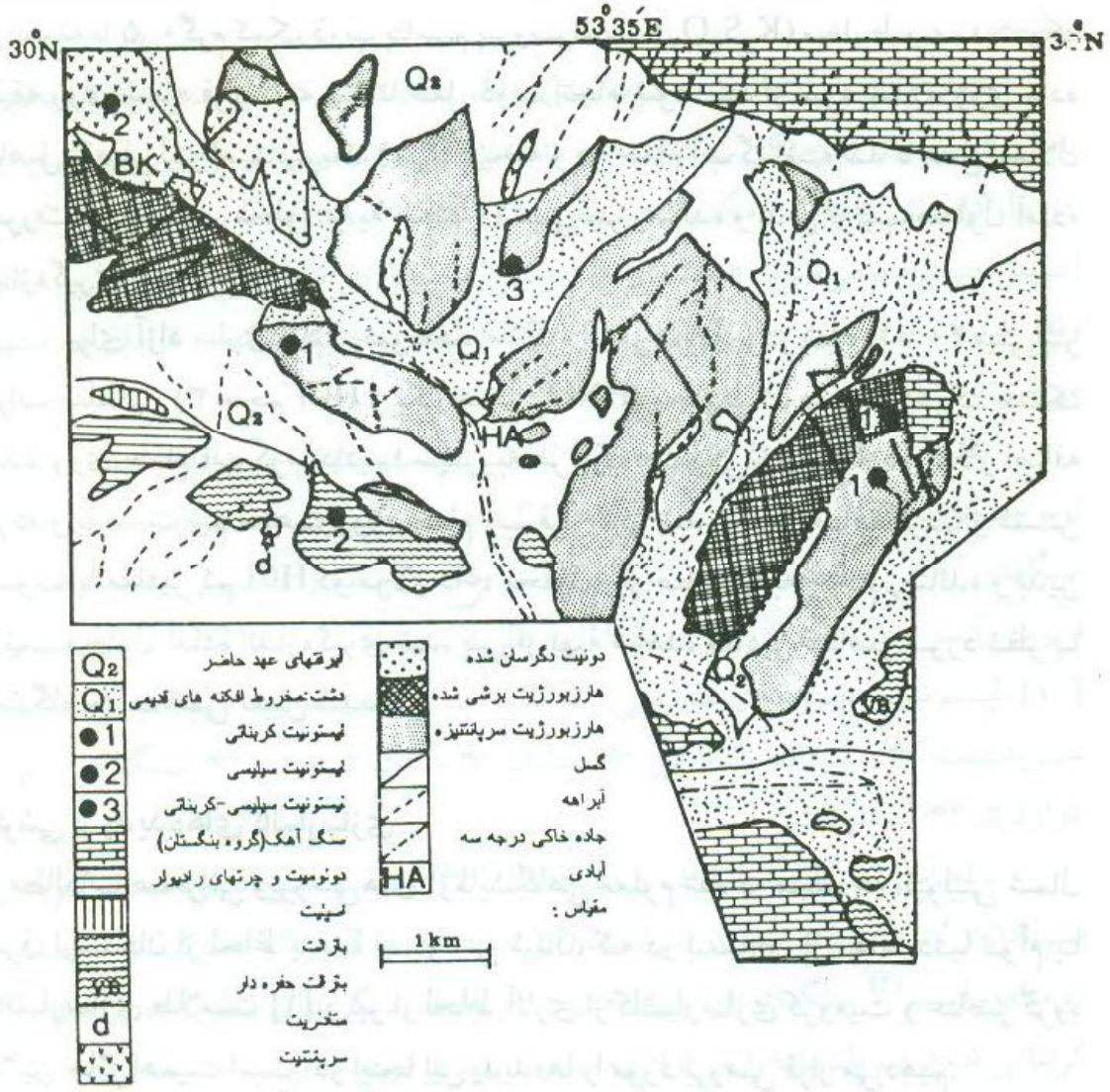


شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه.

شرق دریاچهٔ طشک و ۳ـ شمال شرق ارسنجان.

مجموعهٔ افیولیتی شمال شرق ارسنجان، بین طولهای جغرافیائی ′۳۰ °۵۳ و ′۳۸ °۵۳ شرقی و عرضهای جغرافیایی ′۵۶ °۲۹ و ′۰۰ °۳۰ شمالی (شکل ۱)، قرار دارد. براساس مطالعات صحرائی، واحدهای سنگی منطقهٔ مورد مطالعه ازسنگهای فرامافیک شامل هارزبورژیتها، دونیتها، سرپانتنیتها، و سنگهای مافیک، شامل متادلریت، بازالت، اسپلیت، و سنگهای رسوبی، شامل سنگهای آهکی، سنگ دولومیت، چرتهای رادیولاریت و واحدهای برشی تشکیل یافته است (شکل ۲). بیرون‌زدگی هارزبورژیتها از دونیت‌ها و سرپانتنیتها به مراتب بیشتر است؛ به طوری که بخش اصلی سنگهای منطقه را تشکیل می‌دهند. بازالت از جمله فراوانترین سنگ بازی موجود در منطقه است که به صورت توده‌ای است، و ساخت بالشی در آن دیده نمی‌شود. از پدیده‌های بسیار جالب موجود در بازالت‌ها وجود بافتهای بسیار متنوع پرفیری، گلومروپرفیری، حفره‌ای، آبله‌ای (بافت شعاعی) و بین پردای است. سنگهای آهکی به صورت میکرایت‌اند و به سری بنگستان مربوط می‌شوند. این سری شامل تشکیلات کژدمی و سروک است که از سنگهای آهکی و آهکهای مارنی با لایه‌بندی ضخیم و یا توده‌ای تشکیل شده است. سن

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]



شکل ۲ نقشهٔ زمین‌شناسی منطقهٔ مورد مطالعه (HA حاجی آباد، BK بهکدان).

این تشکیلات آلبین پیشین تا سنومانین پسین است.

تماس بین واحدهای مختلف سنگی، در این مجموعهٔ افیولیتی بیشتر از نوع زمین‌ساختی و یا رسوبی است و در بعضی از قسمتها نیز پوشیده است.

روش کار

اندازه‌گیریهای شیمیایی در آزمایشگاه ژئوشیمی بخش زمین‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شدند. برای آزاد سازی عناصر سرب، مس، روی، و نقره، ۱ر۰ گرم از

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

هر نمونه با ۵ر۰ گرم کمک ذوب پتاسیم پیروسولفات ($K_2S_2O_7$) مخلوط وبه مدت یک دقیقه روی شعله قرار داده شد تا عمل ذوب انجام شود. بعد از سرد شدن، روی ماده حاصل ۳ میلی‌لیتر اسیدنیتریک (۱:۱) ریخته و در حمام آب گذاشته شد تا عمل انحلال صورت گیرد. سپس محلول را به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده و بدین ترتیب محلول آماده اندازه‌گیری شد.

برای آزاد سازی طلا از نمونه‌ها، ۱۰ گرم از هر نمونهٔ پودر شده را با ۴۰ میلی‌لیتر تیزاب سلطانی (۳ حجم HCl و یک حجم HNO_3) مخلوط کرده و تانزدیک خشک شدن روی حمام آب گرما دادیم؛ سپس به هر یک ۵۰ میلی‌لیتر HCl دو مولار اضافه کرده و به مدت نیم ساعت روی حمام آب قرار داده شد. بعد از صاف کردن و شستن رسوب با مقادیر کم HCl دو مولار داغ، محلول زیر صافی را به حجم رسانده و بدین ترتیب محلول آمادهٔ اندازه‌گیری شد. پس از تهیهٔ شاهد، مقادیر عناصر مورد نظر با دستگاه جذب اتمی تعیین شدند.

نگرشی بر پدیده‌های کانسارسازی

از مطالعات صحرائی وبررسی‌های آزمایشگاهی معلوم شد که مجموعهٔ افیولیتی شمال شرق ارسنجان از لحاظ پدیدهٔ لیستونیتی شدن، که در بسیاری از نقاط دنیا توأم با کانسارسازی طلاست [۱] و نیز از لحاظ آثاری از کانسارسازی کرومیت و عناصر گروه پلاتین حائز اهمیت است. در اینجا این پدیده‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

لیستونیتها

به طور کلی لیستونیت یک مجموعه سیلیسی ـ کربناتی است که در اثر کربناتی شدن سنگهای فرامافیک به‌وجود می‌آید [۱]. این واژه را اولین بار لوبوچنیکوف[1] [۹]، بک[2] [۱۰] و پلوشکو[3] بکار گرفتند. لیستونیتها عمدتاً در توده‌های فرامافیک نوع آلپی مشاهده می‌شوند [۶، ۸، ۱۲] و با هیچ سنگ آذرین درونی یا بیرونی در تماس مستقیم

1- Lobochnikov
2- Bok
3- Ploshko

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

نیستند.

معمولاً لیستونیتها حاوی کربناتهای Mg، Fe ، Ca و کوارتز همراه با سرپانتین، تالک، فوشسیت (موسکویت کرم‌دار) و کانه‌های فلزی به صورت فرعی است. بین این کانیها، کانیهای هماتیت، مگنتیت، سولفیدهای Ni، Fe یا Fe-Cu و آثار کمی از کرم - اسپینل نیز دیده می‌شود. عدسیهای لیستونیتی معمولاً در طول مرزهای زمین‌ساختی واقع شده‌اند و به طور جانبی از طریق زون تالک ـ کربنات به سنگهای فرامافیک منتهی می‌شوند [۱].

نظریات متفاوتی در مورد نحوهٔ تشکیل لیستونیتها وجود دارد. بنابر عقیده لوبوچنیکوف[۹]، لیستونیت سنگی است که در اثر افزوده شدن Mg، Fe و Si به سنگهای آهکی به‌وجود می‌آید. لیکن با توجه به حضور کانیهائی نظیر اولیوین، ارتوپیروکسن و کرومیت در این سنگها، این نظریه نمی‌تواند درست باشد. بنا بر نظر بک [۱۰]، لیستونیت مجموعه‌ای سیلیسی ـ کربناتی است که طی مراحل زیر حاصل می‌شود: سرپانتنیت ← سرپانتنیت‌تالکی ← تالک ← سنگ کربناتی ← سنگ کربناتی - کوارتزی ← لیستونیت.

براساس نظریهٔ میخائیلوف و مسکالوا[1] [۱۳] فرایند سرپانتینی شدن، کربناتی شدن و لیستونیتی‌شدن، فرایندهائی مستقل و غیرقابل برگشت از پدیده اتومتامورفیسم[2] سنگهای فرا بازی هستند. از طرف دیگر بنابر نظریهٔ هندرسون[۳] کربناتی شدن سرپانتنیتها را می‌توان به صورت زیر توضیح داد.

$$Mg_{2.7}Fe^{+2}Fe^{+3}(Si_{1.8}Al_{0.2})O_5(OH)_4 + 0.05(SO_4)^{-2} + 0.1(H^+) + 0.55(H_2S) + 2.7CO_2$$

سرپانتین — سیال گرمایی

$$= 2.7MgCO_3 + 1.6SiO_2 + 0.1\,Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 0.3FeS_2 + 2.4H_2O$$

مگنزیت — کائولینیت — پیریت

سنگهای کربناتی ـ سیلیسی (سیلیکاتی)

1- Mikhaylov and Moskaleva

2- Autometamorphism

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

یکی از ایرادهایی که به این نظریه وارد است، آن است که کانسارسازی مگنزیت در بسیاری از مناطق همراه با لیستونیت مشاهده نشده است. براساس مطالعات بوئیسون و لوبلان [۱]، لیستونیتی شدن سنگهای اولترا شبیه به عمل سرپانتینی شدن است و این فرایند نتیجهٔ دگرسانی گرمابی در دمای متوسط (حدود ۱۵۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد) است. تحقیقات مقدماتی ایزوتوپی روی کانیهای کربناتی موجود در لیستونیتهای مراکش [۱] بیانگر این مطلب است که مقدار $\delta^{13}C$ درمحدودهٔ ٪۳- تا ٪۵- قرار می‌گیرد، که مشخص کننده مواد ناشی از گوشته است؛ اما نسبت $^{87}Sr/^{86}Sr$ از ۰٫۷۰۹ تا ۰٫۷۱۱ و گسترهٔ وسیع $\delta^{18}O$ (٪۱۰+ تا ٪۲۵+) نشان دهنده وجود محلول گرمابی پیچیده‌ای است که با مواد پوسته‌ای یا آب دریا واکنش داشته است. طبق نظریهٔ مارگاریتز و تایلور[1] [۱۴]، به طور کلی منشاء محلولهای گرمابی هم از مواد گوشته‌ای و هم از آب دریاست.

بررسی پراکندگی لیستونیتها در ایران

مطالعهٔ لیستونیتها در ایران قدمت چندانی ندارد. در ایران لیستونیتها توسط افتخارنژاد و همکاران [۱۵] در منطقهٔ خراسان، علوی تهرانی [۱۶] در منطقهٔ حاجات، و زرین کوب [۱۷] در منطقهٔ سهل‌آباد بیرجند مورد مطالعه گرفته است. لیستونیتهای موجود در افیولیتهای تراست زاگرس (شمال شرق ارسنجان) برای اولین بار در این مقاله گزارش می‌شود.

لیستونیتی شدن و ارتباط آن با کانسارسازی

بنابر مطالعات بوئیسون و لوبلان [۱] روی لیستونیتهای لیگوریا (ایتالیا)، مراکش، و عربستان سعودی، طلا به صورت بسیار اتفاقی در درون عدسیهای لیستونیتی توزیع شده است. در زونهای غنی از طلا، بیشتر نمونه‌ها دارای ۱ تا ۱۰ پی‌پی‌ام طلا هستند، و نیز مقدار آن در لیستونیتها ۵ تا ۲۰ برابر بیش از مقادیر پیشنهاد شده برای سنگهای فرامافیک است (۵ پی‌پی‌بی[2]).

1- Margaritz and Taylor 2- PPb

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

بیشترین عیار طلا در سرپانتنیتهای غنی از سولفید (۵ پی‌پی‌بی) مشاهده شده است. این امرنشان می‌دهد که طلا در سرپانتنیتها بیشتر در کانیهای اوپک متمرکز می‌شود و تقریباً ۵۰ درصد طلا مربوط به فازهای اوپک موجود در سرپانتنیتها است. به طور کلی لیستونیتها معمولاً سنگهایی حاوی طلا هستند و بیشترین مقدار طلای آنها (۱ تا ۱۰ پی‌پی‌ام) در زونهای غنی از پیریت و به طور استثنائی به آرسنورهای کبالت و نیز رگه‌های کوارتزی تأخیری، با کانیهای فرعی پیریت و آرسنوپیریت مربوط است. تجزیه کانیهای جداشده از لیستونیتها بیانگر آن است که طلا بیشتر همراه با پیریت (۱۰ تا ۵۰ پی‌پی‌ام) و یا آرسنورکبالت (۱ تا ۱۰۰ پی‌پی‌ام) مشاهده می‌شود. طلای خالص (۵ تا ۵۰ میکرون) به طور استثنایی در پیریت و یا در اطراف دانه‌های لیمونیتی شده پیریت دیده می‌شود. بنابراین در زونهای اکسیده، هوازدگی پیریت ممکن است موجب غنی‌شدن طلا شود [۱].

تجزیهٔ عناصر کمیاب موجود در نمونه‌های لیستونیتی رابطه‌ای مثبت بین As، Au و K، As، Au را نشان می‌دهد [۱]. عناصری مثل Cu، Ag، Bi، Sb و B نیز ممکن است همراه با مقادیر بالای طلا وجود داشته باشند. این عناصر می‌توانند به عنوان ردیاب برای پی‌جوئی لیستونیتهای مستعد کانسارسازی طلا بکار روند.

لیستونیتهای مجموعهٔ افیولیتی شمال شرق ارسنجان

لیستونیتهای موجود در این منطقه را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

۱ـ لیستونیتهای کربناتی، ۲ـ لیستونیتهای سیلیسی و ۳ـ لیستونیتهای سیلیسی ـ کربناتی.

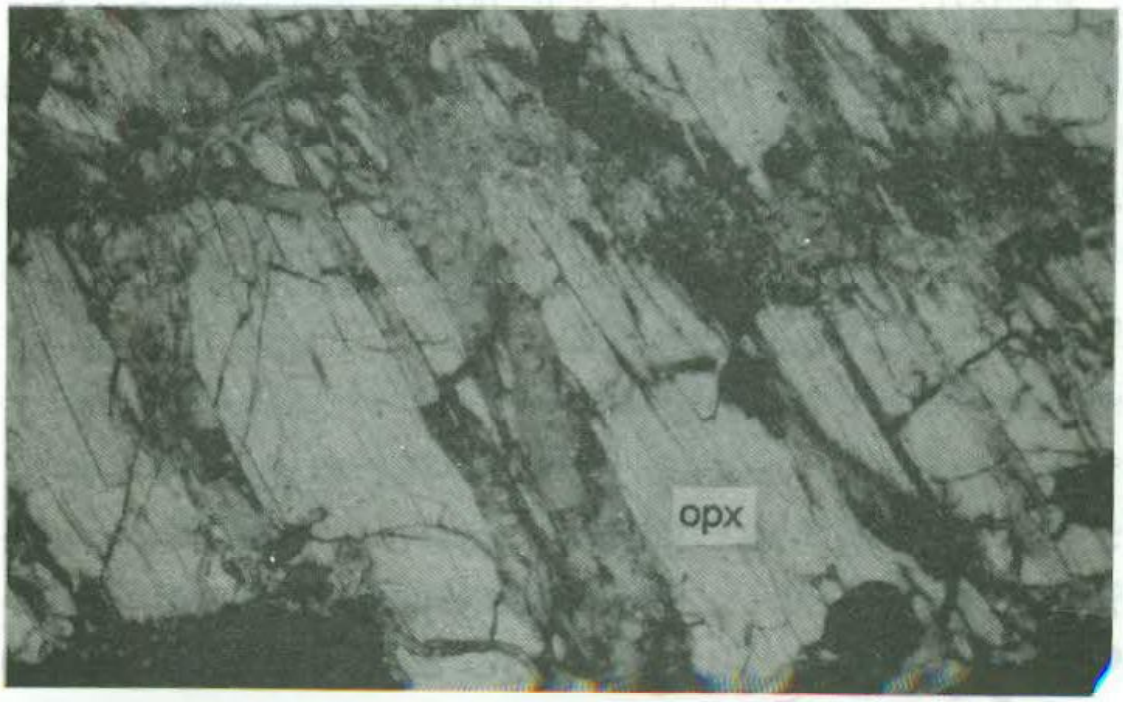
۱ـ لیستونیتهای کربناتی

با توجه به حضور مقادیر زیادی لیمونیت در آنها، این سنگها دارای رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای هستند (شکل ۳). در مواردی که سطح سرپانتنیتهابا خاکهای برجا، پوشاند شده است، وجود لیستونیتها به صورت خاک زرد رنگی بر سطح زونهای برشی کاملاً مشخص است.

در زیر میکروسکوپ بلورهای نیمه شکل‌دار تا بی‌شکل ارتوپیروکسن که تحت

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

شکل ۳ بیرون زدگی لیستونیتهای کربناتی.



شکل ۴ شروع دگرسانی کربناتی شدن در ارتوپیروکسنهای موجود در لیستونیتهای کربناتی (نورپلاریزه، بزرگنمائی X۱۲۵، OPX= ارتوپیروکسین).

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

تأثیر کربناتی شدن قرار گرفته است، قابل مشاهده است (شکل ۴). ارتوپیروکسنها از بقایای کانیهای سنگ اولیه است که در بعضی از قسمتها به باستیت تبدیل شده‌اند. البته در مقاطع میکروسکوپی بقایایی از کلینوپیروکسنها نیز دیده می‌شوند که آنها نیز تحت تأثیر دگرسانی کربناتی شدن قرار گرفته‌اند. کانیهای اوپک شامل کرومیت و اکسیدهای آهن است. این کانیها نیز خرد شده‌اند و تحت تأثیر محلولهای گرمابی غنی از CO_2 قرار گرفته‌اند.

۲ـ لیستونیتهای سیلیسی

این نوع لیستونیت در نمونهٔ دستی به رنگ سرخ تیره و قهوه‌ای دیده می‌شود، و به علت ریز دانه بودن هیچ بلوری در آنها قابل مشاهده نیست. از پدیده‌های بسیار جالب موجود در این لیستونیتها وجود بافت جعبه‌ای است. از این بافت می‌توان به عنوان راهنمایی برای شناسایی لیستونیت‌های سیلیسی در منطقه استفاده کرد. مراحل تشکیل این نوع بافت را می‌توان به صورت زیر توضیح داد:

الف ـ ایجاد شکستگی در اثر فرایندهای زمین‌ساختی در سنگهای مربوط به مجموعهٔ افیولیتی

ب ـ نفوذ محلولهای گرمابی بالارو حاوی CO_2 و SiO_2 و ایجاد دگرسانی سیلیسی شدید در امتداد درزه‌ها و تشکیل رگچه‌های مقاوم.

ج ـ هوازدگی و فرسایش بخشهای آسیب‌پذیر واقع بین رگچه‌ها و باقی ماندن دیواره‌های مقاوم که از جنس کوارتز، کلسدونی و غیره است.

۳ـ لیستونیتهای سیلیسی ـ کربناتی

این نوع لیستونیتها در نمونهٔ دستی به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای دیده می‌شوند و در درون آنها رگه‌های کلسیتی و کوارتزی فراوانی دیده می‌شود.

کانی‌شناسی لیستونیتها

براساس مطالعات میکروسکوپی، کانیهای مختلف موجود در لیستونیتهای شمال شرق ارسنجان را می‌توان در جدول ۱ خلاصه کرد:

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

جدول ۱ مقایسهٔ انواع لیستونیتهای شمال شرق ارسنجان

نوع لیستونیت	کانی‌های اصلی	کانی‌های فرعی
لیستونیت کربناتی	دولومیت،کلسیت،کانی‌های‌گروه سرپانتین، تالک، ارتوپیروکسن و کلینوپیروکسن	هماتیت،کرومیت،کرم‌اسپینل، لیمونیت و پیروتیت
لیستونیت‌های سیلیسی	کربناتها،کوارتز و سیلیس آمورف	هماتیت، گالن و لیمونیت
لیستونیت‌های سیلیسی ـ کربناتی	کوارتز، سیلیس آمورف،دولومیت، کلسیت و کانیهای گروه سرپانتین	طلا،پیریت،کرومیت و لیمونیت

ژئوشیمی لیستونیتهای شمال شرق ارسنجان

مطالعات ژئوشیمیایی به منظور بررسی حضور نابهنجاری طلا، نقره، سرب، روی، و مس انجام شد. با توجه به عیارهای محاسبه شده در مورد مس و روی، هیچگونه عیار غیرعادی در نمونه‌ها دیده نشد، و حتی عیار آنها کمتر از عیار عادیشان در پوستهٔ زمین بود (جدول ۲). این مطلب می‌تواند نشانگر شسته شدن این عناصر از سطوح فوقانی و انتقال آنهابه قسمتهای عمیق‌تر و احتمالاً تشکیل یک زون غنی‌سازی سولفوری در عمق باشد. حضور بافت جعبه‌ای در لیستونیتها دلیل دیگری است بر این مدعا؛ لیکن سرب و نقره دارای عیار غیرعادی است. وجود طلا در لیستونیتهای سیلیسی ـ کربناتی (شکل ۵ـ الف) باعث به وجود آمدن عیار غیرعادی طلا در سنگهای مورد مطالعه شده است. حضور گالن در لیستونیتهای سیلیسی، و پیریت در لیستونیتهای سیلیسی ـ کربناتی شواهدی دال بر رخداد کانسارسازی در این سنگها است. از نتایج جالب توجه، وجود ارتباط معکوس بین عیار طلا و نقره (شکل ۶ـ الف) و رابطهٔ مستقیم بین عیار نقره و سرب (شکل ۶ـ ب) در لیستونیتهای منطقه مورد مطالعه است.

ذخایر کرومیت و عناصر گروه پلاتین

ضمن مطالعات صحرائی، یک توده دونیتی سرپانتینی شده حاوی لایه‌ای از کرومیت در منطقه مورد مطالعه، مشاهده شد. در این توده دو نوع بافت قابل تشخیص است: بافت

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

جدول ۲ نتایج حاصل از تجزیهٔ عناصر طلا، نقره، سرب، روی، و مس با دستگاه جذب اتمی در نمونه‌های لیستونیت مورد مطالعه و مقایسه آنها با مقادیر میانگین این عناصر در پوستهٔ زمین(بر حسب ppm)

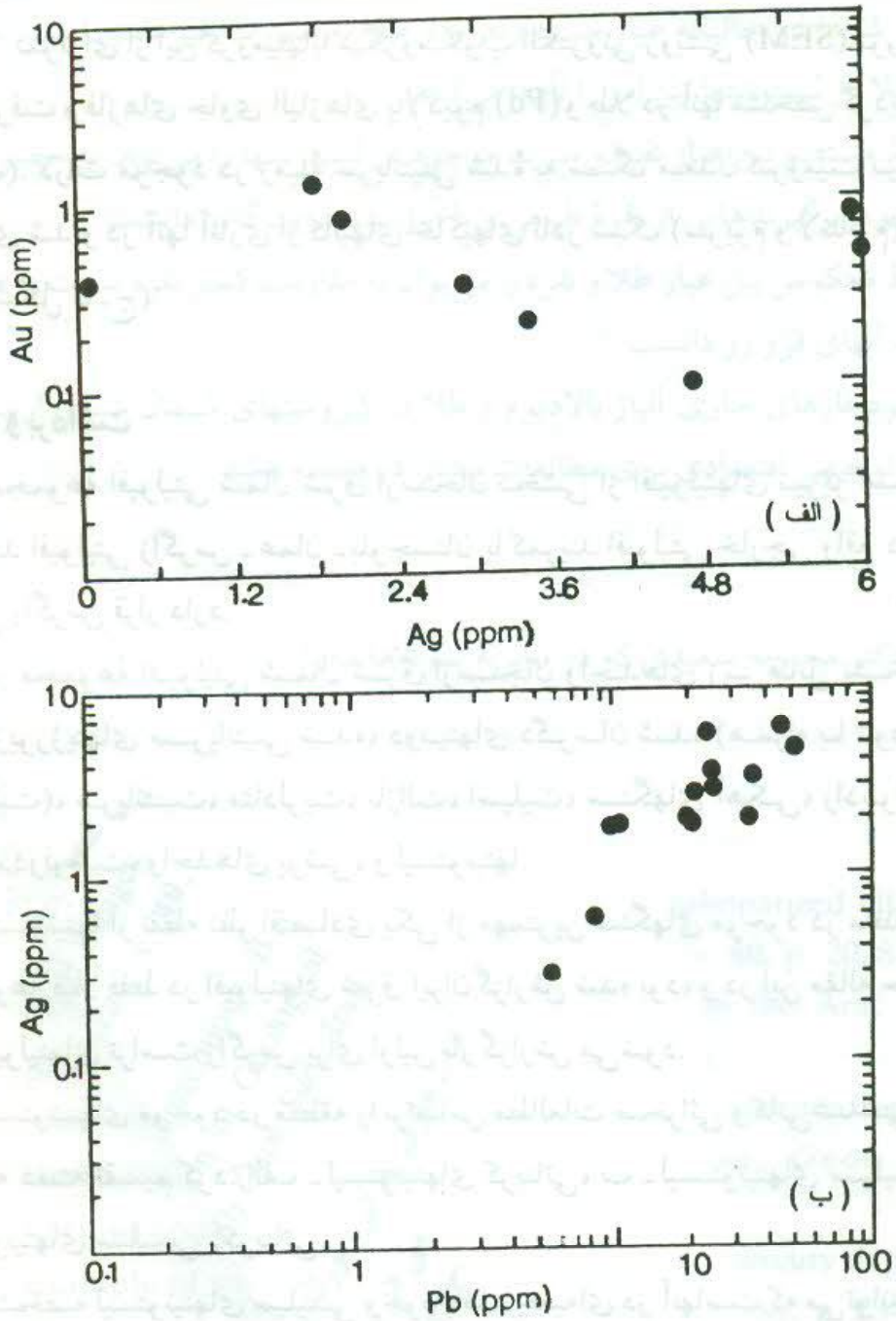
عناصر / شماره نمونه	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
۱	۰٫۸۳	۵٫۹	۳٫۳	۲۳٫۸	۲۸٫۸
۲	۰٫۳۶	۲٫۹	۲۷٫۰	۲۵٫۳	۸۰٫۸
۳	۰٫۵۲	۶٫۰	۶۶٫۰	۴۶٫۸	۲۸٫۵
۵	۰٫۳۹	۰٫۱	۲۹٫۶	–	۲۱٫۳
۷	۱٫۲۹	۱٫۸	۸۶٫۰	۱۰٫۰	۳۲٫۷۸
۱۱	۰٫۸	۲٫۰	۸٫۱	۲۰٫۱	۴۴٫۳
۱۲	۰٫۲	۴٫۷	۶٫۷	۵۲٫۳	۳۵٫۹
۱۳	۰٫۲۲	۳٫۴	۵٫۲	۳۶٫۳	۱۹٫۵
۴	–	۰٫۶	۷۷٫۰	۸٫۶	۳۲٫۵
۶	–	۲٫۷	۱۵٫۰	۲۱٫۶	۱۰۴٫۹
۸	–	۰٫۳	۱۳٫۱	۵٫۷	۳۱٫۵
۹	–	۱٫۹	۵٫۵	۲۱٫۰	۴۳٫۸
۱۰	–	۱٫۹۸	۵٫۶	۱۰٫۵	۳۳٫۹
۱۴	–	۲٫۰	۵٫۱	۳۵٫۰	۵۷٫۹
۱۵	–	۳٫۵	۴٫۹	۲۵٫۰	۲۰٫۲
۱۶	–	–	۴٫۹۵	–	۶۹٫۱
۱۷	–	٫۴	–	–	۲۱٫۷
۱۸	–	–	۳٫۰	–	۲۳٫۷
۱۹	–	–	۳٫۵	–	۴۴٫۹
۲۰	–	۰٫۶	۵٫۰	–	۲۰٫۵
میانگین در پوسته‌زمین	۰٫۰۰۳	۰٫۰۷	۵۰	۱۲٫۵	۷۰

(–) اندازه‌گیری نشده است.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

شکل ۵ الف: یک ذره طلا در یک لیستونیت سیلیسی ـ کربناتی (نور عادی منعکسه X۵۰۰)؛ ب، فاز حاوی آلیاژهای پالادیوم و طلا در کرومیتهای شمال شرق ارسنجان؛ ج: کانیهای مربوط به خاکیهای نادر در زمینهٔ سرپانتینی کرومیت شمال شرق ارسنجان.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]



شکل ٦ ارتباط بین عیار طلا و نقره (الف) و نقره و سرب (ب) در نمونه‌های لیستونیت شمال شرق ارسنجان.

اولیهٔ ماگمائی و بافت ثانویه حاصل از فرایندهای زمین‌ساختی؛ بافت اولیهٔ کرومیتها از نوع پراکنده و بافت ثانویه از نوع برشی یا کاتاکلاستیک است.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

نمونه‌ای از این کرومیتهابا میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد مطالعه قرار گرفت و فازهای حاوی آلیاژهای پالادیوم (Pd) و طلا در آنها مشخص گردید (شکل ۵ ـ ب). ذرات موجود در زمینهٔ سرپانتینی شدهٔ به سنگ معدن کرومیت نیز تجزیه نقطه‌ای شد و در آنها آثاری از کانیهای خاکیهای نادر سبک (سریوم و لانتانوم) مشاهده شد (شکل ۵ ـ ج).

نتیجه و برداشت

۱ – مجموعهٔ افیولیتی شمال شرق ارسنجان بخشی از افیولیتهای نیریز است که در کمربند افیولیتی زاگرس ـ عمان ـ بلوچستان یا کمربند افیولیتی خارجی واقع در تراست اصلی زاگرس قرار دارد.

۲ ـ در مجموعهٔ افیولیتی شمال شرق ارسنجان واحدهای زیر قابل تشخیص‌اند: هارزبورژیتهای سرپانتینی شده، دونیتهای دگرسان شده (همراه با توده‌هائی از کرومیت)، سرپانتنیت، متادلریت، بازالت، اسپلیت، سنگهای آهکی، رادیولاریت‌ها، سنگ دولومیت، واحدهای برشی، و لیستونیتها.

۳ ـ لیستونیتها از نقطه نظر اقتصادی یکی از مهمترین سنگهای موجود در منطقه‌اند. این مجموعه قبلاً فقط در افیولیتهای شرق ایران گزارش شده بود، و در این مقاله حضور آنها در افیولیتهای تراست زاگرس برای اولین بار گزارش می‌شود.

۴ ـ لیستونیتهای موجود در منطقه را براساس مطالعات صحرائی و کانی‌شناختی می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: الف ـ لیستونیتهای کربناتی، ب ـ لیستونیتهای سیلیسی و ج ـ لیستونیتهای سیلیسی ـ کربناتی.

۵ ـ مشخصه لیستونیتهای سیلیسی وجود بافت جعبه‌ای در آنهاست که می‌تواند به عنوان راهنمایی در شناسایی این نوع سنگها در منطقه بکار رود.

۶ ـ مطالعات میکروسکوپی روی لیستونیتها، شواهدی مبنی بر کانسار سازی در آنها را نشان می‌دهد. از شواهد مذکور می‌توان به وجود طلا در لیستونیتهای سیلیسی ـ کربناتی و گالن در لیستونیتهای سیلیسی اشاره کرد.

۷ ـ براساس مطالعات ژئوشیمیایی، در لیستونیتها هیچگونه عیار غیرعادی مس و روی

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

دیده نمی‌شود؛ در حالیکه عیار سرب، نقره، و طلا به صورت غیرعادی است. وجود گالن و طلا در لیستونیتها این امر را تأیید می‌کند.

۸ ـ ارتباط مستقیم بین عیار نقره و سرب موجود در لیستونیتها را می‌توان به حضور نقره به صورت دربرگیرندهایی از نقرهٔ طبیعی و یا آرژنتیت درون گالن دانست.

۹ ـ ارتباط معکوس بین عیار طلا و نقره را می‌توان به مقاومت کمتر نقره نسبت به طلا در مجاورت آبهای فرو رو دانست.

۱۰ ـ وجود فازهای حاوی آلیاژ پالادیوم و طلا در کرومیتهای شمال شرق ارسنجان می‌تواند توجیهی اقتصادی برای مطالعات بیشتر در منطقه باشد.

قدردانی

از خانم دکتر محبوبه سعیدی که در تجزیهٔ نمونه‌ها ما را یاری کردند، کمال تشکر را داریم.

مراجع

1 - Buisson, G. and Leblanc, M. (1955) Gold in carbonatized ultramafic rocks from ophiolites complexs, *Econ, Geol.* v. **80,** p. 2028-2029.

2 - Aydal. D. (1990) Gold - bearing listwaenites in the Arac Massif, Kastamonu, Turkey, *Terra Nova,* v. **2,** p. 43-51.

3 - Henderson, F. B. (1969) Hydrothermal alteration and ore deposition in serpentinite - type mercury deposits, *Econ. Geol.* v. **64,** p. 489-499.

4 - Verdehburgh, L. M. (1982) Tertiary gold bearing mercury deposits of the Coast Ranges of California, California, *Geology,* p. 23-27.

5 - Studemister, P. A. (1984) Mercury deposits of western California: an overview. *Mineralium Deposita,* v. **19,** p. 202-207.

6 - Pipino, C. (1979) Gold in Ligurian (Italy) ophiolites, proceedings of International Ophiolite Symposium, Cyprus, p. 765-773.

7 - Moritz, R. P. et al. (1990) Source of lead in the gold - bearing quartz fuchsite vein at the Dame mine, Timmins, area Ontario, Canada,

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

Mineral. Deposita, v. **25,** p. 270-280.

8 - Gresen, R. L. Nisbet, P. C and Cool, C. A. (1982) Alkali enrichment haloes and nickel depletion haleos around gold - bearing silica - carbonate veins in serpentinite, Washington state. In precious Metals in the Northern Cordillera. The Association of Exploration Geochemist. Canada, 1982, p. 107 - 110.

9 - Lobochnikov, V. N., (1936) Ilchirsk and other serpentinites, Tsentralnogo Geologo Razvedochnoge Inst. *Trudy,* v. **38,** p. 24-56.

10 - Bok, I. I., (1956) Listwaenites, their features, varieties and formation conditions, Akad. Nauka Kazakhstan SSR. IZV, *Geology*, v. **22,** p. 56-64.

11 - Ploshko, V. V., (1936) Listwaenitization and Carbonatization at terminal stages of Urushten igneous complex, North Caucasus, *Int. Geol. Rev.,* v. **7,** p. 446-463.

12 - Zhelobov, P. P., (1979) Alpine type hyperbasite rocks as a probable source of gold. *Int. Geol. Rev.,* v. **23,** p. 347-353.

13 - Mikhaylov, V. P., and Moskaleva, V.V., (1956) Listwaenitization of Kazakhstan serpentinites, *Publs. Geol. Inst. Trudy,* v. **19,** p. 17.

14 - Margaritz, M. and Taylor, H. P. J. (1976) Oxygen, hydrogen and carbon isotope studies of the Franciscan Formation Coast Ranges, California: *Geochemica and Cosmochimica Acta.,* v. **40,** p. 215-234.

15 - Eftekhar - Nezhad, J., Aghanabati, A., and Hamzehpour, B., (Compilers) (1976) Kashmar : In the collection of Geological quadrangle map, No. **J 5.** geol. map. (1:250000) *Geol. Surv.* Iran, 1976.

۱۶ ـ علوی تهرانی، نورالدین (۱۳۶۱) بررسی زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و ویژگیهای عمده ژئوشیمی در ارتباط با پتروژنز سنگهای معدنی پنبه نسوز در منطقهٔ حاجات.

۱۷ ـ زرین کوب (۱۳۷۳) بررسی پتانسیل مواد معدنی باتأکید بر واکنشهای آبزا و پدیدهٔ لیستونیتی‌شدن در منطقهٔ سهل آباد، بیرجند، رساله فوق لیسانس، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۳۰۴ صفحه.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]