# كاني سازي طلا در ليستونيتهاي ايران مركزي

**موسي نقره ئيان*، محمدعلي حقيقي‌پور**، محمد علي مكي زاده*** ،**
**بتول تقي پور****و شهرزاد شرافت*****

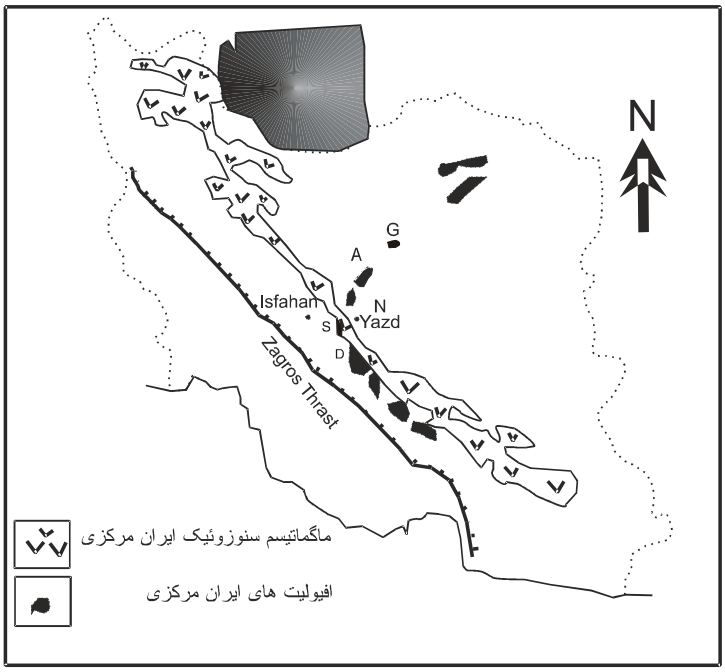
* گروه زمين شناسي دانشگاه اصفهان
**گروه شيمي دانشگاه اصفهان
*** دانشجوي دكتري دانشگاه شهيد بهشتي
****دانشجوي دكتري دانشگاه اصفهان، جهاد دانشگاهي واحد صنعتي اصفهان
***** دانشجوي دكتري دانشگاه اصفهان

## چكيده

سنگهاي اولترامافيک سازنده افيوليتها در اثر هجوم سيالات گرمابي حاوي $CO_2$ تحت تاثير فرآيند كربناته شدن تبديل به ليستونيت مي شوند. ليستونيتها با مجموعه كانيائي عمومي كوارتز و كربناتهاي حاوي Mg- Fe- Ca مشخص هستند. از چند دهه گذشته در افيوليتهاي جهان، كاني سازي طلا در همياقتي با اين سنگها مورد توجه قرار گرفته است.

افيوليتهاي ايران مركزي به شكل دو كمربند اصلي يعني دهشير- سورک- نائين و جندق-انارک رخنمون دارند. اين افيوليتها در بخش سرپانتينيتي خود ليستونيتي شده اند. دگرساني گرمابي در اين سنگها تا مرحله سيليسي شدن(شكل گيري بيربيريتها) نيز پيش رفته است.در افيوليت دهشير ليستونيتها(در دو نقطه)هم ساز با روند عمومي افيوليت ها فاقد كاني سازي طلا هستند. در حاليكه ليستونيتي شدن تا مرحله تشكيل بيربيريت در افيوليت سورک پيش رفته است و كاني سازي طلا در همياقتي با فريت كروميت مشاهده شده است. كاني سازي پيريت در بخشهاي شديدا سيليسي شده (بيربيريت) همراه با ناهنجاري طلا- جيوه در افيوليت نائين شاخص مي باشد.در سرپانتينيتهاي جندق فرآيند كربنات زائي سنگهاي تالک – سرپانتين كربنات با ناهنجاري ناچيز طلا را شكل داده است. افيوليت قديمي انارک ميزبان وسيع ليستونيتي شدن با مراحل مختلف تكوين كانيهاي متنوع مي باشد. وجود طلا علاوه بر مشاهدات ميكروسكوپي توسط آناليزهاي ژئوشيميايي نيز به اثبات رسيده است.

**واژه هاي كليدي:** افيوليت، سرپانتينيت، ليستونيت، بيربيريت، طلا




**نقشه ۱- موقعیت افیولیت هاي ایران مرکزي**

**دهشیر:D سورک:S نائین:N انارک:A جندق:G**

# Gold Mineralization in Central Iran Listvenites

**M. Noghreian[*], M. A. Haghighipoor[**], M. A. Mackizadeh[***], B. Taghipour[****] and S. Sherafat[*****]**

**[*]Department of Geology, University of Isfahan**
**[**]Department of Chemistry, University of Isfahan**
**[***]Ph.D. Candidate, Shahid Beheshti University**
**[****] Jahad Daneshgahi, of Isfahan University of Technology and Ph.D. Candidate, University of Isfahan**
**[*****] Ph.D. Candidate, University of Isfahan**

## Abstract

Listvenites are formed during the $CO_2$-rich fluids ultramafics interactions. Commonly, these carbonatized ultramafic rocks (especially serpentinites) are characterized by quartz and Mg-Fe-Ca carbonates assemblage. Gold mineralization in these rocks had been a new target for exploration during the past decades.

There are two main ophiolitic belts in Central Iran, Dehshir-Surk-Nain belt and Jandagh-Anarak belt. Hydrothermal alterations have produced listvenites and finally birbirites (silicified serpentinites) in ultramafic members of these ophiolites. In Dehshir, listvenites and paralistvenites are outcropped along the

ophiolite belt and are barren. In Surk, listvenitization is followed by bribirites formation and gold mineralization has a close association with ferrite chromites.

There is pyrite mineralization in highly silicified serpentinites with Au-Hg anomaly in Nain ophiolites. In Jandagh serpentinites, talc-carbonate rocks are formed during carbonatization. Trace amounts of gold anomaly are detected in these rocks. Anarak old ophiolites have widespread listvenitization. Various minerals and ore minerals with multistage paragenesis are characteristic. In addition to geochemical anomaly, gold mineralization is detected as visible gold.

**Key words**: Ophiolite, Serpentinite, Listvenite, Birbirite, Gold

**مقدمه**

ليستونيتها عضو سرپانتيني مجموعه هاي افيوليتي هستند كه تحت تأثير دگرساني گرمابي از نوع كربناته شدن (Carbonatization) واقع شده اند. اين سنگها كه به سبب كاني شناسي خاص خود به سنگهاي كوارتز-كربنات ( Auclair et al, 1993) يا مجموعه اي سيليسي-كربنات (Sazanov,1975) مشهورند. يكي از مهمترين انواع سنگهاي حاوي كاني سازي طلا، نقره، جيوه، پلاتين، آرسنيک و آنتيموان در مجموعه آلتراسيون هاي ليستونيتي –بيربيريتي در كمربند هاي افيوليتي هستند. اين آلتراسيون در شرايط خاص محلول گرمابي كلريدي غني از $S, K, CO_2$ و PH<5 ، درجه حرارت ۴۰۰-۲۵۰ درجه سانتي گراد و فشار ۱,۸-۰,۶ كيلوبار، سنگ منشا و ساختار تكتونيكي مناسب ايجاد مي شود( Sazonov, 1978).

در جديدترين مطالعه(Halls et al, 1995) ليستونيت يک نوع سنگ ويژه است كه مي تواند در دسته برسيتيك - فيليک (Spirinov,1991) جاي گيرد ليستونيتي شدن با وجود پتاسيم از كربناته شدن اولترامافيک ها متمايز مي‌شود لذا متاسوماتيسم آلكالن را نيز در بر مي گيرد.

ليستونيت ها در رخنمون هاي صحرائي به اشكال عدسي و رگه اي داخل سرپانتينيتها و يا در همبريهاي زمين ساختي آنها با سنگهاي اطراف ديده مي شوند. كوارتز و كربنات حاوي Mg-Fe-Ca عمده كاني هاي سازنده اين سنگها هستند ولي بقاياي سرپانتين، كروم اسپينل، تالک، كلريت، فوشزيت «مسكويت كروم دار» و كانه هاي مختلف نيز در اين سنگها ديده مي شوند. بافت غالب اين سنگها دانه اي، پورفيروئيد، رگه اي، نواري و شبحي(Ghost texture) باقيمانده از سرپانتينيت اوليه مي‌باشد.

محصول نهايي دگرساني سرپانتينيت ها بعد از ليستونيتي شدن سنگهاي شديداً سيليسي شده اي هستند كه به نام بيربيريت (birbirite) مشهورند. اين سنگها كوارتزيت هاي هيدروترمال نيز ناميده شده اند(سازونوف، ۱۹۷۸).

موارد متعدد كاني سازي فلزي«طلا، جيوه، آنتيموان، سرب و نيكل» از ليستونيتهاي مجوعه افيوليتي مناطق مختلف دنيا نظير ايتاليا، مراكش، عربستان سعودي و تركيه(Buisson et al,1985) گزارش شده است.

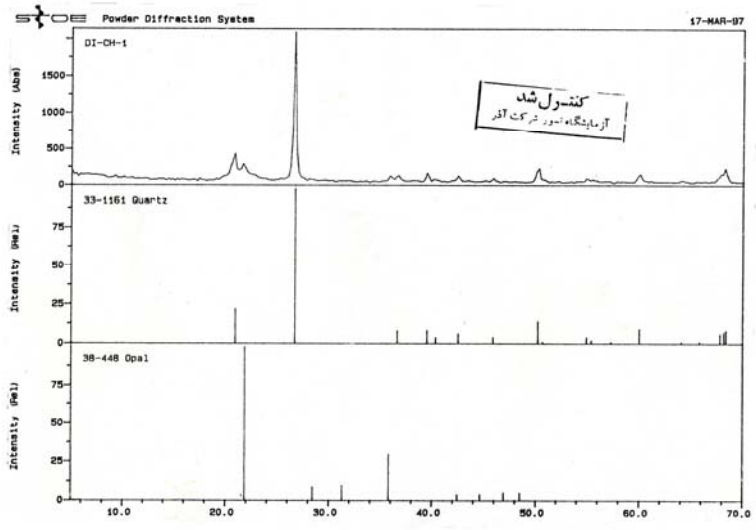
بزرگترين كانسار طلاي ليستونيتي در مجاور مرز شمالي ايران معدن زود (Zod) در ارمنستان است. اسميرنوف و همكاران كانسار فوق را جزو كانسارهاي سازند طلا-كوارتز-كالسدوني تقسيم بندي كرده اند(Smirnov et al, 1983) كه در كمربند افيوليت كرتاسه بالائي قفقاز كوچک واقع شده است. در ادامه اين افيوليتها در شمال غرب كشور (افيوليتهاي ماكو) آلتراسيون هاي سيليسي، آرژيليک و ليستونيتي همراه با

كاني سازي جيـوه شناسـايي شـده اسـت. امـامعلي پـور (۱۳۷۴) در منطقه سيه چشمه (ماكو) زون ناهنجاري طـلا (حـداكثرppm ۲۲) گـزارش نمـوده اسـت. زربـن كـوب (۱۳۷۴) با مطالعه ليستونيتهاي سهل آباد(بيرجنـد) آنهـا را كليدي براي پي جوئي طلا و جيوه معرفـي كـرده اسـت. يوسف زاده(۱۳۷۵) نيـز بـه كـاني شناسـي و پتروگرافـي ليستونيتهاي خوسف جنوب غربي بيرجند پرداخته اسـت. (عابدي،۱۳۷۶) بـراي اولـين بـار بـا اسـتفاده از مـدلهاي اكتشافي ژئوشيميائي ذخاير ليستونيتي كشورهاي شوروي سابق ليستونيتهاي افيوليت بيرجند (سـهل آبـاد) را مـورد مطالعه قرار داده است. در اين منطقـه آنومـالي طـلا(ppm ۰,۵) و جيوه (۱,۶ppm) تشخيص داده اسـت. ايـن مقالـه ضمن معرفي مناطق ليستونيتي در افيوليتهاي ايران مركزي به ارزيابي پيدايش طلا در آنها نيز مي پردازد(نقره ئيـان و همكاران ۱۳۷۷و۱۳۸۰).

سنگهاي افيوليتي در امتداد گـسلهاي سراسـري ايـران مركزي به شكل كمربند رخنمون دارنـد كـه از آن جملـه مي توان به كمربند افيوليتي شمال نائين، سورک، دهـشير، جندق و انارک اشاره نمود. در اين ميان مجموعه افيوليتي انارک و جندق با سن پروتروزوئيـک بـالايي – كـامبرين زيـرين (بـاقري، ۱۳۷۲) از قـديميترين افيوليتهـاي ايـران مركزي محسوب مي شوند. افيوليتهـاي نـائين، سـورک و دهشير در ارتباط با زمين درز خرده قـاره ايـران مركـزي بوده و در كرتاسه بالايي شكل گرفته اند.

## روش كار

بـراي شناسـايي كانيهـا و پتروگرافـي ليـستونيتها در ابتداي كار از نمونه هاي قابل توجه مقاطع ميكروسـكوپي و صيقلي تهيه شد. در مراحل بعدي براي شناسايي دقيـق تر فازهاي كانيايي«بويژه كربناتها» از روش پـراش سـنجي پرتوX (XRD) استفاده شد. تركيب شيميائي اين سنگها بـا روش فلورسانس اشعه ايكس (XRF) تعيين شد و از آنجا كه تجزيه به روش فعال سازي نوتروني (NAA) از دقيـق ترين روشهاي اندازه گيري طلا و عناصر رديـاب آن مـي باشد. نمونه هاي مشكوک به منظور تعيين مقـدار طـلا و عناصر رديابب همراه As, Hg, Sb, Cu توسـط روش فـوق مورد تجزيه قرار گرفت. شناسايي ذرات آزاد طلا و سـاير عناصـر بـه روش تكميلـي SEM «توسـط ميكروسـكوپ الكتروني» نيز انجام گرفته و وجـود عناصـر فـوق الـذكر محرز گرديد. آزمايشات XRD-SEM در مركـز تحقيقـات نسوز آذرانجام گرفته اسـت. آنـاليز هـاي NAA در مركـز تكنولوژي هـسته اي اصـفهان بخـش راكتـور مينيـاتوري انجام گرفت.




**نمودار ۱ - پراش‌سنجي نمونه‌اي از رخداد انواع سيليس رگه‌اي در ليستونيتهاي دهشير**

## بحث

در ايـن پـژوهش ليـستونيتهاي ايـران مركـزي در دو كمربند افيوليتي دهـشير (شـامل اردان، ديـزان، هوشـنگ آباد)- سورک- نائين و جندق-انارک (شامل زنجيرگـاه، پتيار، چاه شور، سبرز بررسي مي‌شوند.

### ۱- ليستونيتهاي منطقه دهشير

### ليستونيتهاي اردان- ديزان-هوشنگ آباد

عمده نمونه برداري افيوليتهـاي منطقـه دهـشير در دو نقطه از رخداد فراگير ليستونيتها در جنوب دهـشير يعنـي روستاهاي ديزان و اردان انجام گرفت. ليـستونيتهاي ايـن مناطق داراي مورفولوژي برجسته اي نسبت بـه سـنگهاي دربرگيرنده خود هستند. روند عمومي ليستونيتي شـدن از روند عمـومي افيوليتهـا پيـروي مـي‌كنـد، اصـولاً رخـداد ليستونيت در اين منطقه متنوع بوده و عمل كربناتـه شـدن تنها به توده هاي سرپانتينيت محـدود نمـي شـود. شـكل گيري پارا ليستونيتها از منشاء كنگلومرا ها و ماسـه سـنگ هاي پالئوسن كه در مجاورت گسلي با سـرپانتينيت هـاي غرب روستاي اردان واقع شده اند از آن جملـه اسـت. از مـوارد جالـب ايـن ليـستونيتها رخـداد اپـال- كلـسدوئن (نمودار۱) در همراهي با رگچه هـاي دولوميـت بلـورين سبز رنگ مي باشد. ظاهراً تنها نشان كاني سازي فلزي در اين منطقه آغشتگي سطحي ليستونيتهاي جنوب ديزان بـه مالاكيت و آزوريت است. مقدار عناصر با ارزش موجـود در ۴ نمونـه از ليـستونيتهاي ايـن منطقـه بـه شـرح زيـر مي‌باشد (جدول۱).

### ۲ـ ليستونيتهاي سورک

آميزه افيوليتي سورک بواسطه وجود دو گسل مـوازي بـا امتـداد تقريبـي N33W بـين سـنگهاي آذرآواري – آتشفشاني ائوسن رخنمون دارد. ليستونيتي شـدن نيـز در همين روند و بصورت رگه هاي ممتد تـا شكـسته انجـام گرفته است. مشاهدات صحرايي نشان مـي دهنـد كـه در اين منطقه دگرسـاني سـنگهاي اولترامافيـک تـا سيليـسي شدن و تشكيل بيربيريت نيز پيش رفته اسـت. از مطالعـه مقاطع ميكروسكوپي چنين بر مي آيد كـه كانيهـاي اوليـه

**جدول۱- مقدار عناصر با ارزش موجود در ۴ نمونه از ليستونيتهاي منطقه اردان - دهشير**

| عنصر / نمونه | Di-Ca | DE | Ar-3 | WA-1 |
|---|---|---|---|---|
| Ag ppm | 1.1 | 2.7 | 1.9 | 5.0 |
| As ppm | 13.96 | 5.3 | 16 | 592.4 |
| Au ppb | 5.83 | 0.9 | 17 | 0.08 |
| Cu ppm | 135.2 | 120 | 300 | 257 |
| Sb ppm | 0.1 | 1.9 | 0.55 | 308 |

Di-Ca: رگچه اپال- كلسدوئن در جنوب اردان داخل ليستونيتها

DE: بيربيريت آغشته به مالاكيت- آزوريت جنوب ديزان

Ar-3: ليستونيت جنوب اردان

WA-1: پارا ليستونيت غرب اردان

**جدول۲- تركيب كاني شناسي ۴ نمونه از سنگهاي ليستونيتي منطقه سورک**

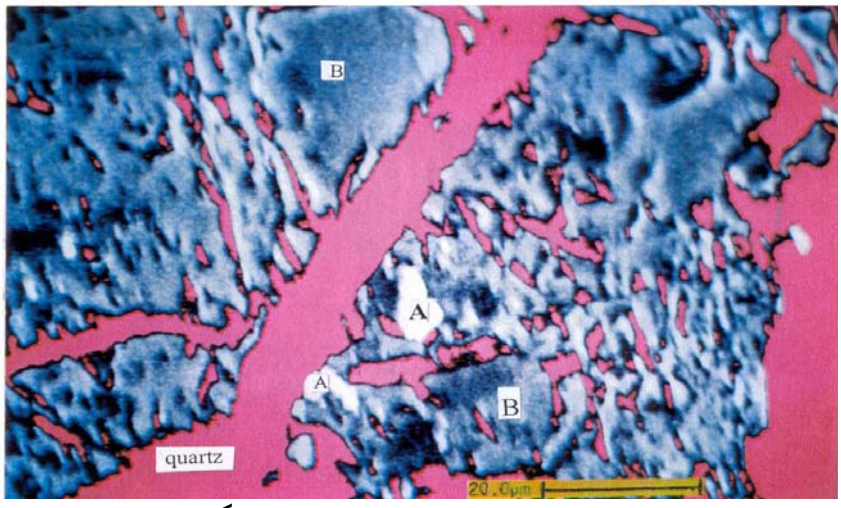
| نمونه | كاني شناسي |
|---|---|
| S-3 | منيزيت- كوارتز- دولوميت- دولوميت آهن دار- كلينوكلر - اوپال |
| S-5 | كوارتز- دولوميت- كلينوكلر- دولوميت آهن دار- آنتي گوريت |
| W-E-4 | كوارتز- دولوميت- كلسيت- سيدريت- دولوميت آهن دار- كروميت |
| W-E-1 | كوارتز- منيزيت- دولوميت- كلسيت- برونريت- دولوميت آهن دار- اسميت زونيت |
| DE-1 | كوارتز- تالک |

سرپانتينيتها در اثر هجوم محلول هـاي سرشـار از $CO_2$ و $SiO_2$ از بين رفته و از كانيهاي اوليه سنگ تنهـا بلورهـاي پيكوتيـت «اسـپينل كـروم دار» بـاقي مانـده اسـت. ديفراكتـومتري اشـعه ايكـس كـه در مـورد ۴ نمونـه از سنگهاي ليستونيتي منطقه انجـام گرفـت، مجموعـه هـاي كانيايي زير را مشخص نمود (جدول۲).

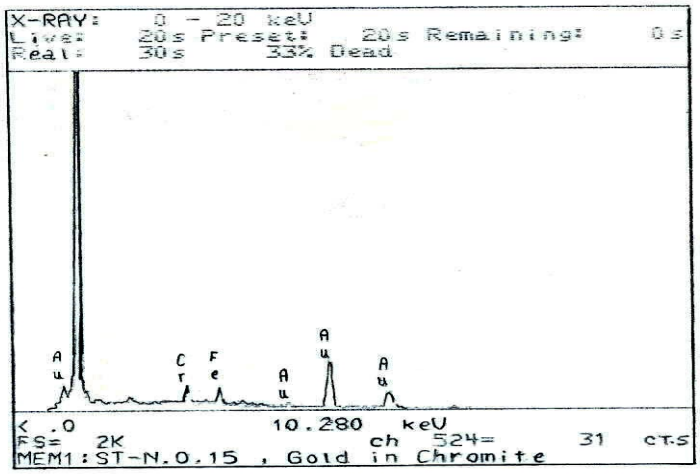
ويژگي بيربيريتهاي اين منطقه شـناور بـودن كروميتهـا داخل زمينه سيليسي ريـز دانـه اسـت. نمونـه اي از ايـن كروميتهـا توسـط ميكروسـكوپ الكترونـي SEM مـورد بررسي قرار گرفـت تـا تـأثير دگرسـاني و كـاني سـازي احتمالي آن مشخص شود. تجمع آهن بـويژه در حواشـي و شكستگي هاي كروميتها «فريت كروميت» و نيز وجـود ذرات ميكروني طـلا در همراهـي بـا بخـشهاي دگرسـان شده(تصوير۱، نمودار۲) از موارد جالب بدسـت آمـده در اين مرحله مي باشد. منـشاء طـلا داخـل كروميتهـا مـورد سئوال است. آيا كاني سازي طلا حـين ليـستونيتي شـدن، سيليسي شدن نهايي و شكل گيري فريت كروميـت روي داده و يـا طـلا از ابتـدا در كروميتهـاي پريـدوتيت جـاي داشته است؟ بمنظور تعيين مقدار طلا و همچنين عناصـر رديـاب ۳ نمونه به شرح زير مورد تجزيه قرار گرفتـه انـد (جدول۳).

### ۳-۱: ليستونيتهاي نائين

زون ليستونيت زائي نائين در امتـداد گـسلهاي رانـده




**تصویر۱- SEM پردازش شده از کرومیت (B) و طلا (A) لکه هاي سفيد كروميت دگرسان شده (فريت كروميت شده است)**




آنالیز نقطه‌ای دانه طلاکرومیتهای سورک ، Ca,Fe,Cr از زمینه وارد شده است.

**جدول۳- تركيب شيميايي ۳ نمونه سنگ**

| عنصر / نمونه | ST | W-E-100 | W-E-101 |
|---|---|---|---|
| Ag ppm | - - - - | 0.6 | 4 .2 |
| As ppm | 602.25 | 16.6 | 5.2 |
| Au ppb | 10.73 | 7.3 | 14.1 |
| Cu ppm | 1.18 | 103 | 19 |
| Sb ppm | - - - - | 0.532 | 348 |

ST: متوسط ۵ نمونه از بيربيريتهاي خاكستري رنگ

W-E-100: ليستونيت كرمي رنگ

W-E-101: ليستونيت قهوه اي رنگ

**جدول ۴- تجزيه شيميائي ۵ نمونه بيربيريت –ليستونيت نائين**

| عنصر / نمونه | Na-1 | Na-2 | Na-3 | Na-4 | Na-5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Hg ppm | 0.1 | 2.87 | 26.9 | 49.66 | n.d |
| Au ppm | 1.8 | n.d | 0.014 | 0.47 | 0.03 |

Na-1 بيربيريت برشي پيريت دار Na-3 بيربيريت زون اكسيدان

Na-2 ليستونيت – بيربيريت Na-4 بيربيريت Na-5 بيربيريت

بزرگ با روند شمالي – جنوبي بيرونزدگي دارد. مهمترين ويژگي زون ليستونيت نائين فراواني بيربيريتهاي غني از كانيهاي سولفيدي است كه اين كانيها براحتي با چشم غير مسلح قابل تشخيص مي باشند. پديده فراگير رخداد بيربيريت ها يا سيليسي شدن به صورت هاي زير احتمالا به وجود آمده است :

a . هجوم و پر كردن شكافهاي ليستونيت و تشكيل رگچه

b . جانشيني مستقيم در سرپانتينيت بدون گذر از مرحله كربناته شدن

c . كوارتز در تعادل با كانيهاي كربناته ليستونيت و ايجاد بافتهاي گرانولار و پورفيروئيد

d . جانشيني سيليس دانه ريز رگچه اي در چند مرحله

نمونه اي از بيربيريتهاي حاوي سولفيد كه قسمت اعظم آنها داراي پيريت اكسيده بوده مورد تجزيه قرار گرفت (جدول ۴) و آنومالي جالب توجه جيوه «۴۹,۶۶ $_{ppm}$» را نشان داد «مقدار طلاي نمونه $_{ppb}$ ۰/۴۷».

بررسي‌هاي ميكروسكوپ «SEM» اين نمونه هميافتي طلا ميكروني با پيريتهاي اكسيد شده «گوئتيت هاي لانه زنبوري» را به خوبي محرز ساخت. كاني سازي پيريت و نيز كانيهاي سولفيدي منحصراً در بيربيريتهاي حاصل جانشيني سيليس دانه ريز رگچه اي «نوع d» رخ داده است.

## ۴-۱: ليستونيتهاي جندق

ليستونيت زايي در جنوب شرق جندق(معدن تالک) منحصر به سنگهاي تالک- كربنات و سرپانتين – كربنات است كه از كربناته شدن سرپانتينيت ها بوجود آمده اند. در اين منطقه فرآيند كربنات‌زايي در سطح تماس مرمرهاي خاكستري پالئوزوئيک با توده سرپانتينيت به وقوع پيوسته است. سنگهاي تالک- كربنات و نيز سرپانتين- كربنات مراحل انتقالي ليستونيتي شدن را نشان مي‌دهند. تجزيه نمونه اي از اين سنگهاتوسط روش NAA مقدار طلاي موجود در آنها را ppb ۱۸۰ نشان داده است.

## ۲ـ ليستونيت زايي در منطقه عمومي انارک

در منطقه عمومي انارک كه شامل مناطق زنجيرگاه، پتيار، چاه شور، سبرز و عشين مي شود. ليستونيتها گسترش بيشتري دارند و عمدتاً بموازات زونهاي گسله و در امتداد شرقي – غربي شكل گرفته اند. خردشدگي در محل عبور گسلها و تسهيل حركت محلولهاي غني از $CO_2$ باعث كربنات‌زايي وسيع و فراگير در ناحيه شده است.

بررسي‌هاي صحرايي نشان مي دهد كه علاوه بر سرپانتينيتها، سنگهاي مجاور آنها نظير ماسه سنگ‌ها، كنگلومراها و مرمرها نيز متحمل پديده كربناتيزاسيون

**جدول۵- نتايج آناليز سنگهاي طلا دار ليستونيتي انارک (تکنواکسپورت،۱۹۸۱)**

| شماره نمونه | Au gr/t | شماره نمونه | Au gr/t |
|---|---|---|---|
| $E_4$-811/7 | 0.8 | $E_4$-4871 | 0.1 |
| $E_4$-15 01 | 0.8 | $E_4$-4874/7 | 0.1 |
| $E_4$-1501/2 | 0.2 | $E_4$-4874/8 | 0.1 |
| $E_4$-1547/1 | 0.2 | $E_4$-4874/13 | 0.2 |
| $E_4$-1560/2 | 0.1 | $E_4$-4874/14 | 0.2 |
| $E_4$-1580/4 | 0.1 | $E_4$-4882 | 0.2 |
| $E_4$-4749/5 | 0.7 | $E_4$-4939/3 | 0.2 |
| $E_4$-4749/7 | 0.2 | $E_4$-4946 | 0.2 |
| $E_4$-4781/2 | 0.2 | $E_4$-4746/3 | 0.4 |
| $E_4$-4846/8 | 1.0 | $E_4$-4946/4 | 0.2 |
| $E_4$-4869 | 0.4 | | |

شده اند. پريدوتيتهاي سرپانتينيزه اين منطقه نيز توسط رگه هاي متعدد و متقاطع کربنات- کوارتز و کريزوتيل در جهات مختلف قطع شده اند. بررسي مقاطع ميکروسکوپي نشان مي دهند که کربناتهاي کلسيم، منيزيم و کوارتز عمده کاني هاي سازنده ليستونيتهاي منطقه بوده و کاني هاي فرعي کلريت، ترمولیت و بقاياي سرپانتين نيز مشاهده شده اند. بافت سنگ گرانوبلاستيک و گاهي گرانوبلاستيک پلي گونال است. کوارتز در اينجا عمدتاً از نوع کلسدوئن است. کانيهاي دولوميت، برونريت، آنکريت، بروسيت، تالک، فوشزيت، پيريت، گالن، ميلريت، نيکلين و نيز طلا توسط مطالعات ميکروسکوپي و يا SEM تشخيص داده شده اند (Technoexport, 1981 و نقره ئيان و همکار،۱۳۸۰).

در ليستونيتهاي گردنه زنجيرگاه، جهت گيري کاني هاي ورقه اي کلريت و ترمولیت احتمالاً بيانگر تبلور همزمان با تکتونيک (Syntectonic) اين دو کاني است و همبافتي طلا با کاني هاي فوق شکل گيري طلا در اين مرحله را پيشنهاد مي کند. مطالعه روابط پاراژنتيکي کانيها نشان مي دهد که ليستونيت زايي يک فرآيند چند مرحله اي بوده است براي مثال در يک مورد سرپانتين و دولوميتهاي دانه ريز از کاني هاي نسل اول هستند که در مراحل بعدي توسط دولوميت دانه ريز، کلسدوئن و کلريت جانشين شده و احتمالاً پيريت و ديگر کانه هاي همراه در مرحله آخر همراه دولوميت هاي هيدروترمال شکل گرفته اند. در جدول ۵ نتايج آناليز سنگهاي ليستونيتي طلا دار منطقه انارک به نقل از تکنواکسپورت (1981, 1984) آورده شده است.

## نتيجه‌گيري

ليستونيت زائي يک فرآيند دگرساني گرمابي و يک پديده فراگير در افيوليت هاي ايران مرکزي نظير افيوليتهاي ساير مناطق ايران و جهان است. در افيوليت دهشير ناهنجاري Au تاکنون مشاهده نشده است. در مقابل ناهنجاري Cu, Sb, As قابل توجه است. در

ليستونيت هاي سورک پيدايش Au در همیافتي با فرآيند دگرساني كروميتها مشاهده شده است كه يک مورد كمياب از كاني‌سازي طلا قابل مشاهده در نمونه معرفي مي گردد.

پيچيده‌ترين روابط پاراژنتيكي كانيها در تكوين بيريتهاي نائين مشاهده مي شوند، اين دگرساني كه مرحله نهائي ليستونيتي شدن است با رخداد همیافتي Hg, Au مشخص است. در جندق فرآيند كربناته براي ليستونيتي شدن در مرحله انتقالي سنگهاي حاوي تالک- سرپانتين– كربنات متوقف مانده است با اين وجود ناهنجاري Au قابل تأمل است.

وسيع ترين پديده ليستونيتي شدن در افيوليتهاي قديمي انارک ديده مي شود. اين ليستونيتها با كاني سازي متنوع غير فلزي، فلزي (Au, As, Ni) همراه هستند و به نظر مي رسد براي پي جوئي طلا مناسبترين مكان باشند.

## منابع


۱- باقري، س. زمين شناسي و پترولوژي افيوليت منطقه انارک (ايران مركزي)، پايان نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۴۴ صفحه، منتشر نشده.۱۳۷۲.

۲- زرين كوب، م.ح. و آفتابي، ع. طلا در رگه هاي ليستونيتي (سيليسي، كربناتي) و محلول هاي گرمابي- دگرگوني و ارتباط آنها با واكنشهاي آبزا در ايران و جهان، فصلنامه معادن و فلزات، شماره ۵۲-۵۴، صفحه ۲۰تا ۲۹. ۱۳۷۴.

۳- نقره ئيان ، م.، مكي زاده، م. ع.، شرافت، ش. پتروگرافي و ژئوشيمي ليستونيتها در مجموعه هاي افيوليتي ايران مركزي، گزارش پاياني طرح پژوهشي شماره۰۷۴۰۷۱۳ دانشگاه اصفهان، ۶۶ صفحه، منتشر نشده. ۱۳۷۷.

۴- يوسف زاده، م. ح. پترولوژي پديده هاي ليستونيتي شدن در مجموعه هاي آذرين و رسوبي شرق خوسف(جنوب غربي بيرجند)، پايان نامه كارشناسي ارشد پترولوژي، دانشگاه اصفهان،۲۹۱ صفحه. ۱۳۷۵.

۵- عابدي، آ. مطالعات ژئوشيميائي به منظور ارائه مدل اكتشافي روي ليسونيتهاي منطقه سهل آباد، جنوب شرق بيرجند، رساله كارشناسي ارشد، دانشگاه تربيت معلم تهران، ۱۲۱ صفحه، منتشر نشده. ۱۳۷۶.

۶-امامعلي پور، ع . بررسي زمين شناسي ، ژئوشيمي و كاني شناسي جيوه و عناصر وابسته در منطقه سيه چشمه ماكو، رساله كارشناسي ارشد، دانشگاه شهيد بهشتي، ۲۵۷ صفحه منتشر نشده. ۱۳۷۴.

۷- نقره ئيان، م.، حقيقي پور،م.ع. فلز زائي طلا در كانسارهاي شمال انارک(افيوليت ملانژ عشين- پتيار) ايران مركزي، گزارش پاياني طرح پژوهشي شماره ۷۸۰۸۲، دانشگاه اصفهان، ۸۳ صفحه، منتشر نشده. ۱۳۸۰.

8- M., Auclair, M., Gauthier, J., Trottier, M., Jebrak, and F., Chartrand, Mineralogy, Geochemistry and Paragenesis of the Eastern Metals Serpentinite-Associated Ni-Cu-Zn Deposits, Quebec Appalachians, Economic Geology, Vol.88, pp123-138. (1993).

9- G., Buisson, and M., Leblance, Gold in Carbonatized ultramafic rocks from ophiolite complexes, Economic Geology, Vol.80, pp2026-2029. (1985).

10- C., Halls, R., Zhao, Listwaenite and related rocks: Perspectives on terminology and mineralogy with refrence to an occurrence at Cregganbaun Co. Mayo, Republic of Ireland. Mineralium Deposite, Vol.30, pp303-313. (1995).

11-V/O Technoexport, Detailed Geological prospecting in Anarak area (Central Iran), Report No.13, Moscow, pp293. (1981).

12- V/O Technoexport, Qutine of Metallogeny of Anarak area (Central Iran), Moscow, pp136. (1984).

13- V.N., Sazonov, Listvenitization and mineralization

Science Publishers, Moscow, 171pp. (1975).

14- V.N., Sazonov, Chromium in the hydrothermal process (Khrom v gidrotermal-nom protse sse): Nauka Press. Moscow. (1978).

15- V.I(editor), Smirnov, A.I., Ginzburg, V.M., Grigoriev, and G.F., Yakovlev, Studies of mineral deposits, English translation, Mir Publishers Moscow, 286 pp. (1983).

16- E.M., Spiridonov, listvenites and zeolites, International Geology Review 33(4): 397-407.(1991).