

## دگرسانی های گرمابی و کانی زایی طلا در افیولیت نائین،

### (شمال کوه زرد، شرق اصفهان)

محمدی، فاطمه<sup>1\*</sup>، نقره نیان، موسی<sup>2</sup>، مکی زاده، محمدعلی<sup>3</sup>، وهابی مقدم، بابک<sup>4</sup>.

1 و 4- دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

2 و 3- گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان

### چکیده

دو نوع دگرسانی گرمابی در افیولیت نائین (شمال کوه زرد) دیده شده: کربناته شدن و رودنژیتی شدن. در اثر هجوم سیالات گرمابی حاوی  $CO_2$  تحت تأثیر فرایند کربناته شدن بر روی سرپانتینیتها، لسیتونیتها (سنگهای کوارتز- کربناته) تشکیل شده اند. این دگرسانی و حمل طلا بعد از سرپانتینی شدن توسط سیالات غنی از  $Ca$ ،  $S$ ،  $As$  صورت گرفته است. لسیتونیتهای (شمال کوه زرد) به سه دسته ی: لسیتونیتهای کربناته، لسیتونیتهای سیلیسی، لسیتونیتهای سیلیسی- کربناته تقسیم شده اند که فراوانی لسیتونیتهای سیلیسی- کربناته در این منطقه از دو دسته دیگر بیشتر است. با وقوع پدیده ی دگرسانی تمرکز طلا بالا رفته و به آستانه ی اقتصادی می رسد. طلا با سرپانتینیتهای شدیداً کربناته و سیلیسی شده در همیافتی با اکسیدهای آهن و همچنین کانی های جیوه دار و در زمینه سیلیسی آغشته به کربناتها به صورت ذرات آزاد مشاهده شده است. بنابراین لسیتونیتهای این منطقه نیز مانند برخی لسیتونیتهای انارک و دهشیر دارای کانی زایی طلا میباشند.

**واژه های کلیدی:** لسیتونیت، افیولیت، دگرسانی گرمابی، طلا، کربنات.

## 1. مقدمه

واحدهای سنگی افیولیتها معمولاً میتوانند تحت تأثیر فرآیندهای دگرگونی قرار بگیرند.

(Coleman, 1977) انواع دگرگونیهای موجود در افیولیتها را به دو دسته خارجی و داخلی تقسیم نموده است. با توجه به بررسی افیولیت ملانژ نائین (شمال کوه زرد)، سنگهای حاصل از دگرسانی و دگرگونی داخلی بسیار متنوع بوده و به صورت تشکیل سرپانتینیت، لیستونیت و رودنژیت رخمون دارند. لیستونیتها نتیجه ی دگرسانی گرمابی در دمای متوسط (حدود 150 تا 300 درجه سانتیگراد) هستند (Buisson, Leblanc, 1985) که عمدتاً در توده های اولترامافیک نوع آلپی مشاهده می شوند. (Pipino, 1979 و Zhelobov Gresen et al, 1982)، (1979)، لیستونیتها را به عنوان سنگهای مستعد کانی سازی میدانند. این سنگها از لحاظ کانی سازی طلا، (Buisson, Leblanc, 1985) و Aydal, 1990 و نقره ئیان و همکار، (1380) مورد توجه قرار گرفته اند.

در این مقاله سعی بر آن است که لیستونیتهای شمال نائین (شمال کوه زرد، شرق اصفهان) را از دیدگاه پتروگرافی، معرفی کرده و همچنین کانی زایی طلا را در این منطقه مورد بررسی قرار دهیم.

## 2. زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

این منطقه نخستین بار توسط داوود زاده (1972) مطالعه شده است. افیولیتهای مورد مطالعه در زون ساختاری ایران مرکزی واقع شده اند و بخشی از کمر بند محصور کننده خرده قاره ایران مرکزی محسوب میشوند. باریکه افیولیتی شمال نائین با امتداد شمال غرب - جنوب شرق در امتداد گسل نائین - بافت رخمون دارد و ما بین رسوبات ترشیری در بخش شرقی و سنگهای آتشفشانی ائوسن - الیگوسن در بخش غربی قرار گرفته است. با

توجه به سن واحدهای مجاور، سن جایگیری این افیولیت را می توان کرتاسه فوقانی تا پالئوسن در نظر گرفت. (نقره ییان و همکاران، 1377). براساس مطالعات صحرایی سنگهای اولترامافیک در منطقه که شامل هارزبورژیت، دونیت، لرزولیت و ورلیت، سرپانتینیتها می باشند. در منطقه ی مورد مطالعه دگرسانی گرمابی از نوع رودنژیته شدن نیز مشاهده شده که در اثر هجوم سیالات غنی از Cao به سنگهای مجاور یا سرپانتینیتها هستند، چرا که Cao آزاد شده از فرایند سرپانتینیتی شدن با هجوم به سنگهای مستعد و واکنش پذیر مجاور خود که عمدتاً دایکهای گابرویی هستند واکنشهایی موسوم به رودنژیته شدن را باعث میشود.

### 3. روش کار

برای شناسایی کانی ها و پتروگرافی لیستونیتها در ابتدای کار از نمونه های قابل توجه، مقاطع میکروسکپی و صیقلی تهیه شد. مطالعات انجام شده جهت شناسایی ذرات طلای آزاد توسط SEM (میکروسکوپ الکترونی اسکن) نشان دهنده وجود ذرات طلا در منطقه مورد مطالعه می باشد.

### 4. دگرسانی گرمابی

دگرسانیهای گرمابی در افیولیت نائین گسترش چشم گیری دارند، رودنژیته شدن دایکهای گابرویی داخل سرپانتینیتها و لیستونیتی شدن سرپانتینیتها از آن جمله هستند. در امتداد گسلهای غالب منطقه که از هرزبورژیتهای سرپانتینیتی شده گذر کرده اند عملکرد سیالات غنی از  $CO_2$  باعث شکل گیری دگرسانی از نوع کربناته شدن است. لیستونیتها ماحصل این نوع دگرسانی بود در شرایط خاص محلول گرمابی کلریدی غنی از  $CO_2$ ، S، K و  $PH < 5$ ، درجه حرارت 40-250 درجه سانتیگراد و فشار 1/8 تا 0/6 کیلو بار، سنگ منشأ و ساختار تکتونیکی مناسب ایجاد میشود (Sazonov, 1978). تحقیقات

مقدماتی ایزوتوپی روی کانیهای کربناته‌ی موجود در لیستونیت‌های مراکش (Buisson, Leblanc, 1985) بیانگر این مطلب است که مقدار  $\delta^{13}\text{C}$  در محدوده 3٪- تا 5٪- قرار می‌گیرد که مشخص کننده‌ی مواد ناشی از گوشته است، اما نسبت  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  از 0/079 تا 0/711 و گستره وسیع  $\delta^{18}\text{O}$  (10%+ تا 25%+) نشان دهنده وجود محلول گرمابی پدیده‌ای است که با مواد پوسته‌ای یا آب دریا واکنش داشته است.

طبق نظریه‌ی (Margaritz and Taylor, 1976) به طور کلی منشأ محلول‌های گرمابی هم از مواد گوشته‌ای و هم از آب دریاست. در مطالعات (Halls, 1995) لیستونیت یک نوع سنگ ویژه است که می‌تواند در دسته برستیک - فیلیک (Spiridonov, 1991) جای گیرد.

## 5. لیستونیت‌های منطقه

لیستونیت‌های موجود در این منطقه رابا توجه به کانی‌شناسی و پتروگرافی و همچنین شواهد صحرایی می‌توان به سه دسته تقسیم نمود: الف) لیستونیت‌های کربناته ب) لیستونیت‌های سیلیسی - کربناته ج) لیستونیت‌های سیلیسی

### الف) لیستونیت‌های کربناتی

با توجه به حضور لیمونیت فراوان در این نوع سنگها، دارای رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای می‌باشند. مرز تحولی تبدیل شدن سرپانتینیت به لیستونیت‌های کربناته را در (تصویر 3) به خوبی می‌بینیم. کانی‌های اصلی تشکیل دهنده‌ی این نوع لیستونیتها: کربنات‌های منیزیم - آهن (منیزیت دولومیت)، کانی‌های کوارتز، کانیهای گروه سرپانتین، ارتوپیروکسن و کلینوپیروکسن همراه با کانی‌های فرعی، بازمانده کرومیت‌ها که دارای بافت (Pull apart) هستند و اکسیدهای آهن می‌باشد. در بعضی نمونه‌ها کوآتر و کربنات‌ها از بافت سرپانتینی اولیه (Mesh texture) تبعیت کرده‌اند.

## ب) لیستونیت‌های سیلیسی - کربناته

در نمونه دستی به رنگ زرد مایل به قهوه ای دیده میشوند و رگه های دولومیتی و کوارتزی فراوانی درون آنها دیده میشود. رگچه های تأخیری که با کلسیت و دولومیت پر شده نشان از دو مرحله کانی سازی دارد (تصویر 6). به علت تغییر شرایط محلولهای هیدروترمال ( کربناتها به صورت جانشینی، ریز و درشت ) ایجاد میشوند. کانیهای اصلی تشکیل دهنده این نوع لیستونیت ها: کربناتهای آهن و منیزیم و کوارتز و سیلیس آمورف و کانیهای گروه سرپانتین و کانیهای فرعی ، پیریت، کرومیت و لیمونیت و طلا میباشد.

## ج) لیستونیت‌های سیلیسی

این نوع لیستونیتها در نمونه دستی به رنگ سرخ تیره و قهوه ای (به علت اکسیداسیون کانیهای سولفیدی و ایجاد اکسیدهای آهن فراوان) دیده میشود و به علت ریزدانه بودن هیچ بلوری در آنها قابل مشاهده نیست. در این منطقه لیستونیت‌های سیلیسی روند شمالی - جنوبی دارند و سیستم هیدروترمال عمیق تر از سیستم هیدروترمال دو نوع سیستم دیگر لیستونیتها میباشد.

کانیهای اصلی تشکیل دهنده : کربناتها، کوارتز و سیلیس آمورف و کانیهای فرعی ، پیریت، گوتیت و طلا میباشد. این نوع لیستونیتها در حقیقت لیستونیتها یا سرپانتینیت‌هایی که مورد تهاجم سیالات حاوی  $\text{SiO}_2$  قرار گرفته اند و بیریریت نیز نامیده میشوند. این سنگها غنی از اشکال مختلف سیلیس یعنی کوارتز، کالسدون، کوارتزهای ریز جانشینی (ژاسپروئید) شبیه چرت، اپال و اکسیدهای آهن هستند. شواهد میکروسکوپی همراهی کانه ها (عمدتاً پیریت) را در ارتباط با مرحله سیلیسی شدن تأخیری (ژاسپروئید) نشان میدهد. (نقره ثیان و همکاران 1384).

## 6. کانی زایی طلا

به طور معمول عیار طلا در لیستونیتها 5 تا 20 مرتبه بیشتر از سنگهای اولترامافیک همراه که 5 ppb طلا دارند، میباشد. عیارهای بالایی از طلا به کانی سازی سولفور یا آرسنورکبالت یا وجود رگه های کوارتز تأخیری دربردارنده پیریت یا آرسنوپیریت مرتبط میشود. در طی فرایند کربناته شدن طلا از کانیهای اوپاک سنگهای اولترامافیک سرپانتیتی شده، شسته شده است. همانطور که سیستم هیدروترمال در حال پیشرفت و تکمیل شدن بوده است طلای حمل شده توسط محلولهای غنی از B, Co<sub>2</sub>, S, As, Cl, Na, K در امتداد همبوری تکتونیک، همراه با کوارتز، سولفورها، آرسنورها، هنگامی که این محلول وارد محیط آلکان و احیایی سنگهای کربناتی شده، انباشته شده است (Buisson & Leblanc, 1985).

بررسیهای میکروسکوپ SEM، همیافتی طلای میکرونی با پیریتهای اکسید شده را به خوبی محرز ساخته. ذرات طلای قابل مشاهده (visible) در زمینه سیلیسی دانه ریز در همراهی با شکستگی های زمینه به خوبی توسط میکروسکوپ SEM قابل رؤیت میباشد که با رنگ سفید و جلای بالای خود قابل تشخیص میباشد. آنالیزهای کیفی انجام شده نیز وجود طلای خالص را تأیید میکند.

## نتیجه گیری

مجموعه افیولیتی شمال نائین (شمال کوه زرد، شرق اصفهان) در بعضی قسمتها (سرپانتینیتها) مورد حمله محلولهای گرمابی قرار گرفته و پدیده ی لسیتوینتی شدن را نشان می دهند. لیستونیتهای موجود در این منطقه را بر اساس مطالعات صحرایی و کانی شناختی میتوان به سه دسته تقسیم کرد: الف) کربناته ب) سیلیسی - کربناته ج) سیلیسی که لیستونیتهای سیلیسی - کربناته در این منطقه از فراوانی بیشتری برخوردارند. بر اساس مطالعات میکروسکوپ الکترونی اسکن وجود طلا به صورت غیرعادی در

بخشهای سیلیسی در همراهی با پیریتها، اکسیدهای آهن و ترکیبات جیوه می باشند ثابت گردید.

## مراجع

- نقره ئیان، موسی، مکی زاده، محمدعلی و شرافت، شهرزاد(1377)، پتروگرافی و ژئوشیمی لسیتونیتها در مجموعه های افیولیتی ایران مرکزی - گزارش طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی دانشگاه اصفهان، 66صفحه.
- نقره ئیان، موسی، حقیقی پور، محمدعلی(1380) فلززایی طلا در کانسارهای شمال انارک (افیولیت ملانژ عشین - پتیار) ایران مرکزی، گزارش پایانی طرح پژوهشی شماره 82 - 78، دانشگاه اصفهان، 83 صفحه، منتشر نشده.
- نقره ئیان، موسی، مکی زاده، محمدعلی و محمدی، سعید(1384)، پتانسیل معدنی افیولیتهای ایران مرکزی: گزارش پایانی طرح پژوهشی کد 7/04،5533، دانشگاه اصفهان
- Aydal. D.(1990)Gold –bearing listwaenites in the Arac Massif , Kastamonu ,Turkey ,Terra Nova ,V.2,P.43-51.
- Buisson ,G. and Leblance ,M.(1985) Gold in carbonatized ultramafic rocks From ophiolite compelexes ,Econ ,Geol. V.80 ,p.2028-2029.
- Coleman ,R.G.,(1997) ,Ophiolites :Ancient oceanic lithosphere.?springer –verlag , Berlin , 229 p.
- Davoudzadeh , M .,1972 , Geology and petrology of the north of Nain , Central :Iran Report no ,14.
- Gresen ,R .L. Nisbet , P.C and Cool ,C. A .(1982) Alkali enrichment haloes and nickel depletion haloes 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.

- Halls , C. Zhao , R. (1995) :Listwaenite and related rocks:perspectives on terminology and mineralogy with refrence to an occurrence at cregganbaun co .Mayo , Republic of Irland . Mineralium Deposita , vol 30 ,pp303 - 313 .
- Margaritz ,M.and Taylor , H .P.J . (1976) Oxygen , hydrogen and carbon isotope studies of the Franciscan formaton coast Ranges , California :GEOCHEMICA AND Cosmochimica Acta .,v .40 ,p .215 -234.
- Pipino , C.(1979) Gold in Ligurian (Italy) ophiolites , proceedings of in International ophiolite symposium , Cyprus , p . 765 -773.
- Sazonov , V.N. (1978)Chromium in the hydrothermal process (Khrom v gidrotermal –nom protse sse):Nauka press . Moscow.
- Spiridonov, E.M.,(1991) Listvenites and Zeolites ,International Geology Review 33(4):397-407 .
- Zhelobov, P.P.,(1979) Alpine type hyperbasite rocks as a probable source of gold .Int .Geol.Rev .v .23 ,p.347-353.



