



## زمین شناسی، پتروگرافی و اکتشافات ژئوشیمیایی افیولیت‌های منطقه

### چشمه سیر سبزوار

<sup>۱</sup> ابراهیمی وحید\*، <sup>۲</sup> مظاهری سید احمد، <sup>۳</sup> ابراهیمی خسرو، <sup>۴</sup> غفاری راد حسین

۱- کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

### چکیده

افیولیت سبزوار یکی از زیر تقسیمات بزرگ کمپلکس افیولیتی واقع شده در امتداد مرز شمالی خرد قاره ایران مرکزی قرار دارد، و یکی از گروه‌های افیولیتی و کالرد ملانژ داخل ایران است. سنگ‌های آذرین این کمپلکس شامل پریدوتیت (هارزبورگیت، دونیت و لرزولیت) سرپانتینیت، به مقدار کم پیروکسنیت، گابروها و توالی آتشفشانی است که یک محدوده وسیع از ترکیبات بازالت‌ها و آندزیت‌های بازالتی تا داسیت- ریوداسیت، ریولیت‌ها و بازالت‌ها نمایش می‌دهد. سنگ‌های رسوبی شامل یک توالی از سنگ‌های کم عمق - عمیق دریایی تریاس بالایی تا کرتاسه زیرین می‌شود. منطقه مورد مطالعه در ۳۰ کیلومتری شمال سبزوار واقع در ۸ کیلومتری روستای زعفرانیه و شمال روستای چشمه سیر قرار دارد. اکثر سنگ‌های منطقه توده‌های هارزبورگیتی و دونیتی می‌باشد که به طور متوسط تا شدید سرپانتینیتی شده‌اند. مطالعات ژئوشیمیایی در منطقه در غالب ژئوشیمی رودخانه‌ای انجام شد. آنالیز ژئوشیمی به روش AAS در دانشگاه فردوسی مشهد برای شش عنصر شامل Fe، Ni، Co، Mn، Cr، Cu و Ni انجام شد. نتایج این آنالیزها در مورد هیچ کدام از این شش عنصر آنومالی خاصی نشان نداد.

### Geology, petrography and geochemical exploration in Cheshme Sir regional ophiolitic Sabzevar

V.Ebrahimi, S.A.Mazaheri, KH.Ebrahimi, H.Ghaffari rad

Department of geology, Ferdowsi university of Mashhad, Iran

### Abstract

The Sabzevar ophiolite is a highly dismembered ophiolite complex located along the northern boundary of the central Iranian microcontinent (CIM), and is one of the internal Iranian group of ophiolites and colored melanges. The igneous rocks of this complex consist of peridotites (harzburgite, dunite and lherzolite), serpentinite, minor pyroxenite, gabbros, and a volcanic sequence that exhibits a wide range of composition from basalts and basaltic andesites to rhyodacite-dacites, rhyolites and basanites. Sedimentary rocks include a variety of Upper Triassic to Lower Cretaceous deep- and shallow-marine rocks. The study area located 30 km north of Sabzevar in 8 km north of the Zafaranieh village and Cheshmeh Sir village. Most rock of the area are harzburgite and dunite masses and have been moderate to severe serpentinized. Geochemical stream sediment studies was perform. Geochemical analysis using AAS at Ferdowsi University of Mashhad for six elements including Cu, Cr, Mn, Co, Ni and Fe were performed. The results of analysis on the six elements show any anomaly.

### مقدمه

سرزمین افیولیتی شمال سبزوار عمدتاً شامل سکانس افیولیتی کرتاسه و سنگ‌های رسوبی همراه با سنگ‌های ولکانوسیدیمتری اواخر کرتاسه پسین [۱،۲]، سنگ‌های رسوبی میوسن و پلیوسن، نهشته‌های عهد حاضر (کواترنری) و همچنین توده‌های نفوذی گابرویی، دیوریتی و گرانیتی است [۳]. اگر چه از نظر توالی بخش‌های مختلف افیولیت در این

ناحیه به طور وسیعی در هم ریخته شده است، با این وجود شامل سنگ‌هایی است که بیانگر یک سکانس افیولیتی کامل است. سنگ‌های عمده در افیولیت سبزوار از هارزبورژیت و دونیت تشکیل شده‌اند. دایک‌های دیابازی، گابرویی به تعداد زیاد به صورت نفوذی‌های آلتزه شده (رودنژیته شده) در سنگ‌های الترامافیک گسترش دارند. سنگ‌های ولکانیکی شامل بازالت‌های بالشی به همراه سنگ‌های رسوبی (سنگ آهک پلاژیک فسیل‌دار و رادیولاریت) تکمیل کننده این کمپلکس افیولیتی هستند [۴].

### راه دسترسی به منطقه

منطقه مورد مطالعه در ۳۰ کیلومتری شمال شرق سبزوار بین طول‌های جغرافیایی  $58^{\circ} 3' 41''$  تا  $58^{\circ} 8' 34''$  شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $36^{\circ} 12' 59''$  تا  $36^{\circ} 17' 6''$  شمالی قرار دارد (شکل ۱). در مسیر جاده سبزوار به نیشابور پس از طی ۳۰ کیلومتر به روستای زعفرانیه می‌رسیم. در سمت چپ جاده یک جاده خاکی قرار دارد که پس از طی ۸ کیلومتر در این جاده به روستای چشمه سیر می‌رسیم. منطقه مورد مطالعه بلافاصله در قسمت شمالی روستای چشمه سیر واقع شده است.

### زمین شناسی

از نظر زمین شناسی واحدهای سنگی موجود در منطقه مورد مطالعه عبارتند از:

**واحد هارزبورژیت:** واحد فوق دارای گسترشی نسبتاً زیاد است. ترکیب کلی هارزبورژیتی دارند، که در بخش‌هایی سرپانتینیتی شده و گاهی نیز در اثر پدیده‌های تکتونیکی بعد از جایگزینی کاملاً قطعه قطعه شده‌اند.

**واحد سرپانتینیت:** ظهور این سنگ‌ها بیشتر در امتداد و طول گسل‌های بزرگ می‌باشند. سنگ‌های پریدوتیتی اعم از هارزبورژیت، دونیت، لرزولیت و غیره تحت تاثیر دگرسانی شیمیایی، سرپانتینیتی شده‌اند و دایک‌های متعدد گابرو و دیابازی قطع کننده این واحد است.

**واحد گابرویی:** این واحد به صورت دایک‌هایی با روند‌های گوناگون واحد‌های هارزبورژیتی و سرپانتینیتی را بریده است. به نظر علوی [۵] سن آن‌ها هم عرض کرتاسه پسین ( فاز لارامید و شاید جوان تر) ارزیابی می‌شود.

**واحد سنگ‌های آتشفشانی:** این واحد شامل بازالت و توف می‌باشد.

### پتروگرافی

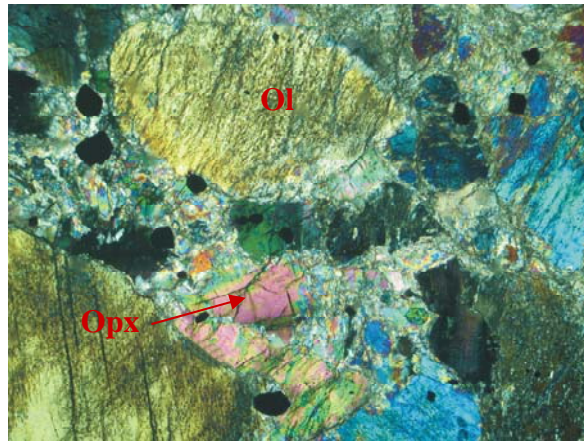
#### پریدوتیت‌ها

در این منطقه پریدوتیت‌ها گسترش زیادی دارند که به صورت ادغام شده ( آمیزه‌های رنگین) با دیگر واحدهای سنگی قابل مشاهده می‌باشند. اکثر واحدهای پریدوتیتی منطقه از هارزبورژیت، لرزولیت و به مقدار کم از دونیت تشکیل شده است که عمدتاً سرپانتینزه شده و تبدیل به سرپانتینیت شده‌اند. از نظر مینرالوژی پریدوتیت‌هایی که در منطقه مورد مطالعه وجود دارد اکثراً از الیوین و opx تشکیل شده‌اند و از نظر نام گذاری هارزبورژیت هستند. دیگر کانی‌هایی که در این پریدوتیت‌ها وجود دارد عبارتند از cpx، کرومیت، مگنتیت و دیگر اکسیدهای آهن و سرپانتین. در

این نمونه‌ها الیوین‌ها به سرپانتین تبدیل شده‌اند ولی کلینوپیروکسن‌ها که بیشتر بافت شیلر دارند چندان دست خوش تغییر نشده‌اند. نمونه برداری‌هایی که از پریدوتیت‌ها انجام شده به صورت زیر می‌باشد.

### هارزبورگیت

اکثر سنگ‌های منطقه شامل هارزبورگیت سرپانتینیزه شده می‌باشد که در اکثر نقاط منطقه دیده شده‌است (شکل ۳). کانی‌های اصلی شامل الیوین (۶۵-۵۰ درصد)، ارتوپیروکسن از نوع برونزیت (۳۰-۲۵ درصد)، کلینوپیروکسن (۵-۳ درصد) می‌باشد. بافت اصلی این نمونه گزنومورف گرانولار است اما بافت شیلر نیز در برونزیت مشاهده می‌شود. در این نمونه آلتراسیون توسعه چندان نداشته است و الیوین‌ها تا حدودی سرپانتینیزه شده‌اند و قطعات الیوین به صورت جزیره‌ای در متن سرپانتینی قرار گرفته است. ارتوپیروکسن‌ها خیلی جزئی آلتره شده‌اند و کلینوپیروکسن‌ها دست نخورده باقی مانده‌اند. سرپانتین در این سنگ‌ها از نوع لیزاردیت است که ۱۵ درصد از آن را تشکیل می‌دهد. در این مقطع اکسیدهای آهن هستند که قسمتی از آن را مگنتیت است و به طور کلی ۳ درصد از مقطع را اکسیدهای آهن تشکیل می‌دهد. (شکل ۱)



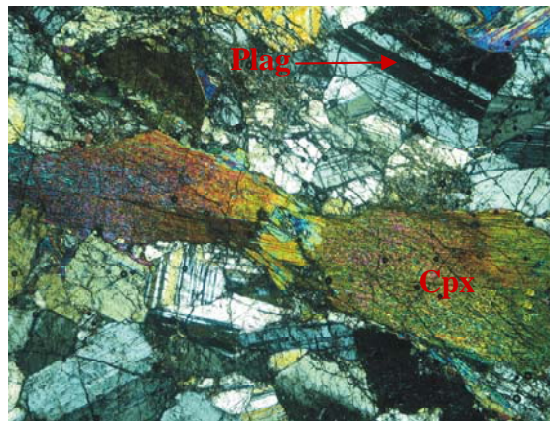
شکل ۱. بلورهای الیوین (Ol) و ارتوپیروکسن (Opx) در سنگ‌های هارزبورگیتی

### سرپانتینیت

این واحد بیشتر در قسمت شمال و شرق و غرب منطقه با وسعت زیاد رخنمون دارد. این واحد به شدت سرپانتینیزه شده به گونه‌ای که تشخیص کانی‌های اولیه غیر ممکن است. این سنگ‌ها بیش از ۹۰ درصد سرپانتینیزه شده‌اند. سرپانتین‌های موجود در این سنگ‌ها بیشتر شامل آنتی کوریت و لیزاردیت می‌باشد.

### گابرو

گابروها در دو منطقه با وسعت خیلی کم در جنوب شرق منطقه رخنمون دارند. سطح این توده‌ها هوازده و دارای رنگ سیاه و توپوگرافی خشن می‌باشد. بافت این سنگ‌ها گرانولار است. میزان پلاژیوکلاز حدود ۵۰ درصد، کلینوپیروکسن ۳۵ درصد، ارتوپیروکسن ۸ درصد و هورنبلند حدود ۷ درصد می‌باشد (شکل ۲).



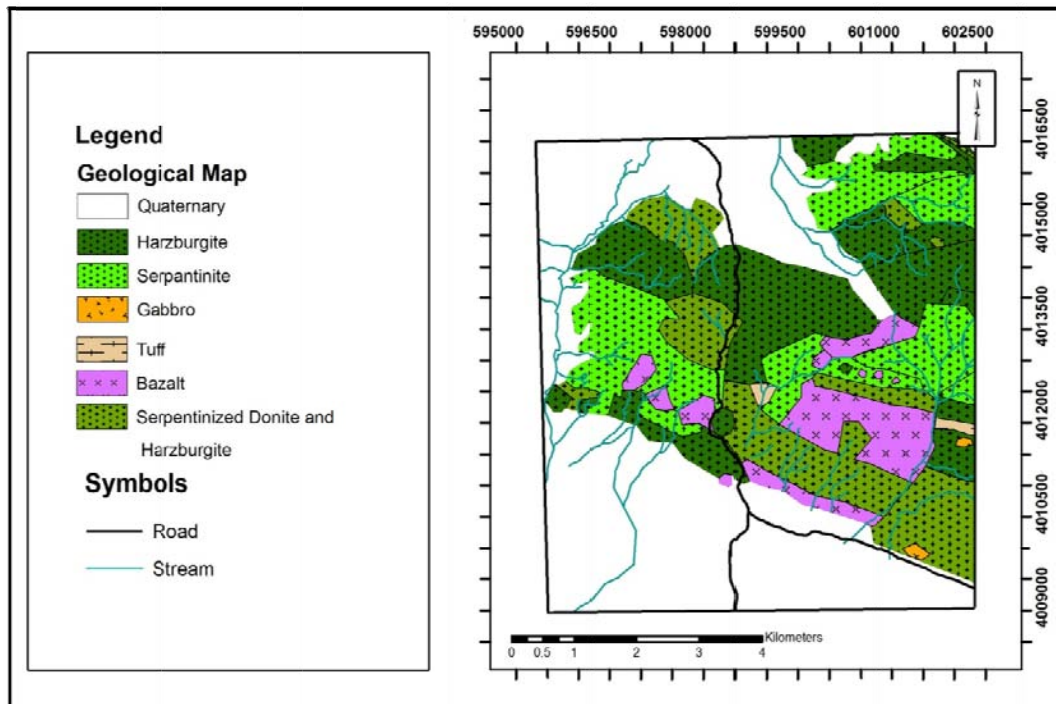
شکل ۲. گابرو با بلورهای پلازیوکلاز (Plag) و بلورهای درشت کلینو پیروکسن (Cpx)

### بازالت

این واحد بیشتر در قسمت مرکز و جنوب منطقه با وسعت تقریباً زیاد با توپوگرافی خشن کاملاً مشخص است (شکل ۳). بافت این سنگ دانه ریز است و دارای ۶۰ درصد پلازیوکلاز، ۳۰ درصد ارتوپیروکسن، ۵ کلینو پیروکسن و ۵ درصد هورنبلند است.

### دونیت و هارزبورگیت سرپانتینیزه شده

این واحد بیشتر در جنوب- جنوب شرق منطقه رویت شده است. در این سنگ‌ها شدت سرپانتینیزه شدن نسبت به واحد قبلی کمتر است به گونه‌ای که مقداری از کانی‌های اولیه که شامل الیوین و پیروکسن (بیشتر ارتوپیروکسن) است تا حدودی قابل تشخیص می‌باشد. در این سنگ‌ها برونزیت‌ها بافت شیلر از خود نشان می‌دهند. آنتی‌گوریت و لیزاردیت دو نوع سرپانتین غالب در این سنگ‌ها می‌باشد.



شکل ۳. نقشه زمین شناسی منطقه چشمه سیر



## روش مطالعه

از اهداف این مطالعه بررسی نتایج ژئوشیمی و کانی سازی مرتبط با افیولیت ها و تهیه نقشه های مربوطه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در منطقه مورد مطالعه است. به همین منظور طی پیمایش های صحرایی در منطقه شش نمونه رسوب رودخانه ای به منظور مطالعه هاله های ثانویه برداشت شد آنالیز این نمونه ها به روش AAS برای شش عنصر از جمله ، Cr، Mn، Co، Ni و Fe در دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. نتایج این آنالیز ها به طور خلاصه در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. نتایج آنالیز های رسوبات آبراهه ای منطقه مورد مطالعه

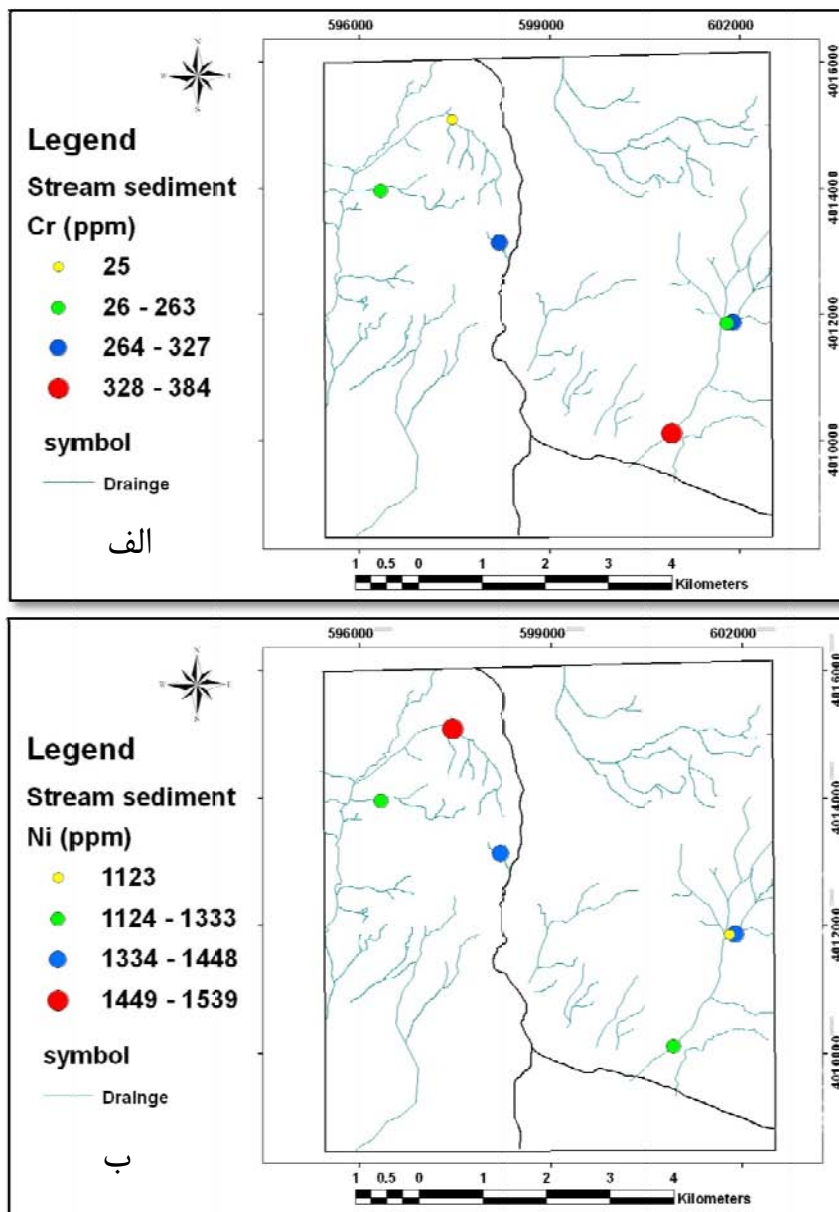
Fe %	Co (ppm)	Ni (ppm)	Mn (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	نام نمونه رسوب آبراهه ای
2.7	51.4	1255.1	657.7	262.6	28.1	Chr-S-1
2.9	59.7	1412.3	681.8	326.8	20.8	Chr-S-2
2.8	59.4	1538.7	605.5	24.9	13.1	Chr-S-3
2.5	59.8	1448.4	672.5	299.8	19.1	Chr-S-4
2.8	52.8	1122.5	643.2	209.8	33.7	Chr-S-5
3	57.3	1333.2	647.4	383.5	24.2	Chr-S-6

## ژئوشیمی رسوبات رودخانه ای

یکی از روش های بررسی هاله های ژئوشیمیایی ثانویه بررسی رسوبات آبراهه ای می باشد. در این پروژه نیز از روش بررسی هاله های ثانویه عناصر در رسوبات رودخانه ای برای یافتن کانی سازی های احتمالی در بالا دست منطقه استفاده شده است. با در نظر گرفتن رخنمون توده های الترامافیک و استفاده از تصاویر گوگل (با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰) نقاط مناسب برای برداشت رسوبات رودخانه ای انتخاب شد و سپس طی بازدید صحرایی نمونه هایی با وزن تقریبی ۴ تا ۵ کیلوگرم از عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتری برداشت شد. رسوبات پس از جمع آوری در آزمایشگاه تا ۸۰ مش (۲/۵ فی معادل ۰/۱۷۷) غربال شد و سپس تا ۲۰۰ مش برای انجام آنالیز AAS خردایش شد. نتایج تجزیه این رسوبات به شرح زیر می باشد. میزان متوسط مس در سنگ های الترامافیک ۸۰-۱۰ ppm است. میزان این عنصر در سنگ های منطقه حدود ۳۴-۱۳ می باشد که یک مقدار عادی را نشان می دهد. میزان Cr در سنگ های مناطق افیولیتی حدود ۳۵۰۰-۲۰۰۰ ppm است میزان این عنصر در سنگ های منطقه حدود ۳۸۴-۲۵ ppm است (شکل ۴. الف). در مورد Mn میزان متوسط در این تیپ سنگ ها ۱۳۰۰-۱۰۰۰ ppm است و میزان این عنصر در سنگ های منطقه بین ۶۰۶ تا ۶۸۸ ppm متغیر است. میزان Ni در این سنگ ها حدود ۱۱۲۳ تا ۱۵۳۹ ppm است (شکل ۴. ب) که با توجه به مقدار این عنصر در سنگ های الترامافیک که حدود ۳۰۰۰-۸۰۰ ppm است یک مقدار عادی می باشد. در مورد میزان Co که در مجموعه های افیولیتی حدود ۲۴۰-۱۲۰ ppm است این مقدار در سنگ های منطقه حدود ۵۱-۶۶ ppm است در نتیجه این عنصر نیز یک مقدار عادی به حساب می آید. مقدار آهن نیز حدود ۳-۲/۵ درصد است که یک مقدار عادی در نظر گرفته می شود.

## نتیجه گیری

مطالعات صورت گرفته در این مقاله به منظور اکتشاف کرومیت در منطقه چشمه سیر انجام گرفت. به همین منظور و برای پیدا کردن کانی سازی کرومیت و سایر عناصر در بالا دست رسوبات رودخانه ای صورت گرفت. ولی از آنجا که هیچ کدام از عناصر اندازه گیری شده آنومالی از خود نشان نمی دهند می توان نتیجه گرفت که استفاده از روش ژئوشیمی رودخانه ای در این منطقه جهت اکتشاف کرومیت مناسب نیست و جهت انجام مطالعات بعدی لازم است که از روش های دیگر مثل برداشت نمونه های ژئوشیمی سنگی و یا روش های ژئوفیزیکی استفاده نمود.



شکل ۴. موقعیت و فراوانی کروم (الف) و نیکل (ب) در رسوبات رودخانه ای.

## منابع

- ۱- اکرمی، م.ع؛ عسگری، ع. نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سلطان آباد، سازمان زمین شناسی کشور، تهران.
- 2 -Alavi, N., Report presented Tehran Symposium on the Geodynamics of Southwest, Tehrani, Asia (1975).
- 3-Madjidi, H., Geological Survey and Mineral Explorations of Iran. 1/100000 Geological map of Sabzevar, 7562 (2002).
- 4- Shojaat, B., Hassanipak, A.A., Mobasher. K and Ghazi, A. M., Jorunal of Asian Earth Sciences, 1 (2003).
- 5- Alavi Tehrani, N., Geological survey and Mineral Explorations of Iran Re., Geology and Petrology of Sabzevar Ophiolitic Complex (1977).