

# بررسی کانسارهای کرومیت توده پریدوتیتی آبدشت

نوشته: دکتر سیامک باقریان\* و دکتر محمد طورچی\*\*

## A study of Chromite Deposits of the Abdasht Peridotites

By: Dr. S. Bagherian\* & Dr. M. Tourchi\*\*

### چکیده

نزدیک به ۵۰ رخداد کرومیتی که برخی از آنها اقتصادی هستند، در توده آبدشت واقع در مجموعه افیولیتی اسفندقه وجود دارد. سنگهای تشکیل دهنده توده اولترامافیک آبدشت، دونیت و هارزبورژیت و سنگ درونگیر ذخایر کرومیت، دونیت است. انباشته‌های کرومیت بیشتر عدسی شکل بوده و اغلب ساختار ماگمایی خود را حفظ کرده‌اند. این کانسارها بافت گرهکی، افشان و توده‌ای دارند که گاه در یک عدسی کرومیت، چند بافت در کنار هم نیز دیده می‌شوند. این ذخایر سرشار از کروم و کم مابه از آلومینیم هستند. هیچ‌گاه تمرکزهای معدنی نیکل، کبالت و عناصر گروه پلاتین در این کانسارها دیده نشده است. انباشته‌های موجود در توده آبدشت از نوع ذخایر کرومیت نوع آلی (انبانی) است.

**واژه‌های کلیدی:** زمین شیمی، منشاء، کانسارهای کرومیت، آبدشت، اسفندقه

### Abstract

Approximately 50 chromite outcrops are observed in the Esfandagheh Paleozoic ophiolite complex, of which few are economically important. Rock types in Abdasht area are mostly dunite and harzburgite and the chromite deposits occur as lens-shaped bodies in dunite. Texture of the bodies is nodular, disseminated and massive which occasionally all these textures can be seen together in one orebody.

These deposits are rich in chromium and poor in aluminum. Moreover, there is no mineral concentration of elements such as Ni, Co and PGE in the chromite ore and host rocks. The chromite deposits in Abdasht region are of Alpine type (podiform).

**Key words:** Geochemistry, Source, Abdasht Chromite Deposits, Esfandagheh

### موقعیت جغرافیایی

توده اولترامافیک آبدشت در خاور چهارگوش حاجی آباد (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰) و ۱۷۵ کیلومتری جنوب کرمان، در ناحیه اسفندقه واقع شده است و مختصات جغرافیایی آن:  $56^{\circ}47'$  -  $56^{\circ}44'$  طول شرقی و  $28^{\circ}24'$  -  $28^{\circ}19'$  عرض شمالی است. منطقه مورد مطالعه، از طریق جاده های کرمان - حاجی آباد - بندر عباس و همچنین جاده کرمان - بافت - دولت آباد قابل دسترسی است.

### هدف و روش کار

توده پریدوتیتی آبدشت، بیشتر، از سنگهای دونیت، هارزبورژیت، ویستریت و گاه ورلیت تشکیل شده است. این سنگها در بردارنده

### مقدمه

Stoklin (1968) در بررسی زمین‌شناسی ایران، درباره افیولیت‌های ناحیه آبدشت نیز مطالبی ارائه کرده است. Hillbrand (1983) مطالعاتی مقدماتی بر روی معادن کرومیت اسفندقه به عمل آورد زهره بخش (۱۳۶۱) در یک گزارش مقدماتی همراه با تهیه نقشه ای به مقیاس ۱:۵۰۰۰ توده اولترامافیک آبدشت را بررسی کرده است. Berberian (1974) تاریخچه ساختاری و دگرگونی ناحیه را مطالعه کرده، خوئی (۱۳۶۱) مشاهدات میکروسکوپی و کانی‌سازی سولفیدی و سیر تحولات آن را در منطقه اسفندقه (آبدشت و سیخوران) گزارش کرده است.

دارد (شکل ۳). بررسی اندازه گیری‌ها نشان می‌دهد که روند همگانی عدسی‌های کرومیت با راستای لایه بندی سنگهای پریدوتیتی، کم و بیش هماهنگی و هم‌خوانی دارد. در سنگهای ناحیه، آثار و نشانه‌هایی از لایه‌بندی، کشیدگی، جهت‌دار بودن کانیها و همچنین برگوارگی در سطح زمین به ندرت دیده می‌شود. ولی در بررسی‌های ژرف‌تر به‌ویژه میکروسکوپی، می‌توان هر این سه بافت را در سنگهای ناحیه مشاهده کرد.

### کانی شناسی توده پریدوتیتی آبدشت

**- اولیوین:** اولیوین نزدیک به ۹۵ تا ۹۹ درصد حجم دونیت و ۸۰ تا ۹۰ درصد حجم هارزبورژیت را تشکیل می‌دهد. اولیوین‌ها به شدت سرپانتینی شده‌اند، چنان که سرپانتین اجزای باقیمانده اولیوین را به صورت شبکه وار احاطه کرده است. زاویه ۲۷ در آن ۸۷ تا ۹۰ درجه است، که این نکته، بیانگر فورستریتی بودن اولیوینها است.

**- ارتوپروکسن:** در هارزبورژیت، لرزولیت و ورلیت موجود در توده آبدشت، ارتوپروکسن نیز وجود دارد. در سنگهای هارزبورژیتی نزدیک به ۱۰ تا ۲۵ درصد حجم سنگ را تشکیل می‌سازد. این کانی، اندازه‌ای از ۱ تا ۷ میلی‌متر دارد، و درشت‌ترین بلورهای سازنده پریدوتیت است. این کانی‌ها در میان اولیوین‌ها متبلور شده و گاه میان بارهایی از بلورهای اولیوین و اسپینل دارند. ارتوپروکسن در پریدوتیت‌ها کمتر از اولیوین سرپانتینی شده‌اند. بررسی کانی‌شناسی نشان می‌دهد که ترکیب آن در حدود انستاتیت است.

**- کلینوپروکسن:** این کانی در سنگ‌های لرزولیت موجود در توده آبدشت دیده می‌شود. این کانی در میان کانی‌های اولیوین و ارتوپروکسن متبلور شده و بسیار اندک سرپانتینی شده است. بررسی‌ها کانی‌شناختی این کانی نشان می‌دهد که ترکیب آن در حدود دیوپسید است.

**- پلاژیوکلاز:** در سنگ‌های دونیت و هارزبورژیت توده آبدشت مقادیری ناچیز پلاژیوکلاز دیده می‌شود. این کانی سفید متمایل به خاکستری، با زاویه رخ حدود ۸۸° است. بررسی کانی‌شناسی این کانی نشان می‌دهد که ترکیب آن آنورتیت است. این کانی اغلب به اپیدوت تجزیه شده است.

**- آزرست:** در سنگ‌های هارزبورژیتی توده آبدشت، کانی‌سازی آزرست کریزوتیلی رخ داده است ولی در حدی نیست که ارزش اقتصادی داشته باشد.

**- سرپانتین:** در مجموعه‌های افیولیتی آبدشت، پریدوتیت‌ها به گونه‌ای فراگیر سرپانتینی شده‌اند و کانی‌های سالم اولیوین، ارتوپروکسن و

عدسی‌هایی از کرومیت با ذخایر و عیار متفاوت هستند که از دیرباز مطالعه و بهره‌برداری شده است. هدف اصلی این مقاله، بررسی توده پریدوتیتی آبدشت و عدسی‌های کرومیت موجود در سنگهای آن از نظر کانی‌شناسی، سنگ‌شناسی، زمین‌شیمی و همچنین ساخت و بافت کرومیت است.

در این برنامه پژوهشی فعالیت‌های زیر به ترتیب انجام شده است:

- مطالعه کتابخانه‌ای و جمع‌آوری اطلاعات مربوط به افیولیت‌ها و آمیزه‌های افیولیتی، به ویژه افیولیت‌ها و آمیزه‌های افیولیتی ایران و مجموعه افیولیتی پالتوزویک اسفندقه.

- بررسی‌های مقدماتی و پیمایش صحرایی محدوده مورد مطالعه و همچنین توده‌های اولترامافیک مجاور ناحیه اسفندقه که در این بین، از نقشه زمین‌شناسی اسفندقه - دولت آباد (۱:۱۰۰۰۰۰)، نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰)، عکس‌های هوایی (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) استفاده شده است.

- نمونه برداری صحرایی از واحدهای اصلی سنگ‌های افیولیتی و کانسارهای کرومیت همراه آن، تهیه مقاطع نازک و صیقلی از نمونه‌های برداشت شده و مطالعه آنها از نظر کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی، تجزیه شیمیایی لازم از نمونه‌های انتخابی برداشت شده و برحسب نیاز طرح، چند نمونه برای تجزیه شیمیایی به خارج از کشور ارسال گردید.

در فرآیند بررسی، و نظر به مطالعات زمین‌شناسی، و با تکیه بر داده‌های زمین‌شیمیایی، زایش این کانسارها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته شد و سرانجام مدل پیدایش و خاستگاه کانسارهای آبدشت ارائه شد.

### توصیف توده پریدوتیتی آبدشت

توده اولترامافیک آبدشت بخشی از مجموعه افیولیتی اسفندقه است که در زون ساختاری سنندج - سیرجان قرار دارد (Stokin, 1968). همچنین این توده یکی از بیرونزدگیهای بزرگ است که در کمپلکس دگرگونه پالتوزویک جای گرفته است (Paragon, 1974) توده افیولیتی آبدشت از تپه و کوه‌های به نسبت مرتفعی به درازای ۸ کیلومتر و پهنای نزدیک به ۵ کیلومتر تشکیل شده است. این توده از سنگهای اولترامافیک با تناوبی کم و بیش منظم از پریدوتیت‌ها، شامل دونیت و هارزبورژیت پدید آمده که به دونیت - ورلیت و دونیت - لرزولیت تبدیل می‌شود. پریدوتیت‌های این ناحیه اغلب سرپانتینی شده‌اند. دگرسانی و تجزیه سطحی نیز در این سنگهای پریدوتیتی دیده می‌شود. هوازدگی سطحی سنگها باعث شده که تنوع رنگ در سطح زمین دیده شود. شیب و روند درزه‌ها، شکستگیها (شکل ۱) و گسلهای موجود توده (شکل ۲) حد ممکن بررسی و اندازه گیری شد. شمار زیادی از شکستگیهای پدید آمده در سنگهای پریدوتیت، با روند کلی نوارها و عدسیهای کرومیت ناحیه هم‌خوانی

**- لرزولیت:** این سنگ، سخت تر از دونیت و هارزبورژیت و ترکیب آن به شرح زیر است: اولیوین، کلینو و ارتوپروکسن،  $\pm$  اسپینل کروم دار،  $\pm$  پلاژیوکلاز،  $\pm$  هرسینیت،  $\pm$  هورنبلند و کلینوپروکسن گاه تا ۴۰ درصد حجم سنگ را تشکیل می دهد. اولیوین در لرزولیت، سرشار از آهن است. بافت سنگ گرانوبلاستیک می باشد. کانسارهای کرومیت آبدشت در ارتباط با سنگ های لرزولیتی نبوده و سنگ مادر به گونه ای فراگیر دونیت است. سرپانتینی شدن در لرزولیت، گاه تا ۷۵ درصد پیشرفت کرده است.

**- ورلیت:** سنگ سختی است همراه با دونیت، توده های مستقلی را پدید می آورد ترکیب کانی شناسی آن شامل اولیوین، کلینوپروکسن،  $\pm$  ارتوپروکسن،  $\pm$  اسپینل کروم دار،  $\pm$  پلاژیوکلاز و سولفیدهای نیکل - آهن است. بافت ورلیت گرانوبلاستیک بوده و همچنین بافت پویکیلیتیک نیز دیده می شود. سرپانتینی شدن، ورلیت ها را گاه تا ۵۰ درصد تحت تاثیر قرار داده است.

#### بررسی میکروسکوپی کانسنگ کرومیت

مطالعه میکروسکوپی سنگ های اولترامافیک دربردارنده کرومیت و همچنین توده های کرومیتیت نشان می دهد که کانی کرومیت چه سنگ های اولترامافیک و چه در کرومیتیت، به گونه خوش وجه (anhedral) یا بدوجه (subhedral) پدیدار شده و به رنگ های گلی و گاه تیره و سیاه دیده می شود. انواع سرشار از منیزیم، روشن تر هستند و به ویژه در لبه های بلور و رگه ها، رنگ کانی روشن تر است. این مطالعات نشان می دهد نقاط روشن که پیرامون محل شکستگیهای کرومیت دیده می شود، از لحاظ آهن نسبت به قسمتهای مرکزی پرمایه تر است. میان بارهای سیلیکاتی کرومیت نشان می دهد که تبلور این سیلیکاتها می توانند حاصل جدایش از مذاب کرومیتی باشد.

- بافت کرومیت: مطالعات زمین شناسی و میکروسکوپی انجام شده بر روی ذخایر کرومیت آبدشت نشان می دهد که کرومیت در آغاز به گونه ماگمایی و به همراه اولیوین و گاه ارتوپروکسن در لایه های دونیتی پدیدار شده و سپس در مراحل پسین، در اثر حرکات زمین ساختی گوناگون ساخت و بافت آن تغییر کرده است. کانه کرومیت به دو گونه در سنگ مادر دیده می شود:

**الف)** دانه های کم و بیش خودش وجه و پراکنده در سنگ مادر: در بیشتر موارد در کناره های این دانه های پراکنده، هاله ای از مگنتیت قرار گرفته که گاه این هاله، بلور کرومیت را به صورت ذره ای کوچک در میان می گیرد. هاله مگنتیت گاه شامل چند لایه است که لایه بیرونی آن مگنتیت، لایه میانی کرومیت و بخش درونی بیکوتیت است.

کلینوپروکسن بسیار اندک است. از چند نمونه سنگهای سرپانتینی شده توده آبدشت نمونه برداری شده که نتایج تجزیه شیمیایی آن در جدول ۱ آمده است.

**- منیزیت:** در توده آبدشت کانی منیزیت نهان بلور به فراوانی پدید آمده است، به گونه ای که شکستگی های سرپانتین، بیشتر از منیزیت پر شده اند. این رگه های منیزیتی به دلیل خلوص مناسب و همچنین بزرگی ابعاد رگه ها، در پاره ای از مناطق می تواند مورد توجه باشد. این کانی در سطح ناحیه به رنگ سفید و کمتر مایل به زرد دیده می شود. منیزیت ها حاصل دگرسانی و حل شدن سنگ های دونیت، سرپانتینیت و نهشت آنها در طول و گسل ها است. از مشخصات دیگر رگه های منیزیت در این ناحیه بافت گل کلمی است. از این ماده معدنی در ۵ محل نمونه برداری انجام شده که نتایج تجزیه شیمیایی آن در جدول شماره ۲ آمده است.

#### سنگهای سازنده توده آبدشت

در مجموعه پریدوتیتی آبدشت چند واحد سنگی وجود دارد که از دیدگاه کانی شناسی تا اندازه ای با یکدیگر ناهمسانی دارند.

**- پریدوتیت ها:** این واحد، قسمت اعظم توده را شامل می شود و از دونیت، هارزبورژیت، ورلیت و اندکی لرزولیت پدیده تشکیل شده است.

**- سرپانتینیت:** سرپانتینیت از دگرسانی پریدوتیت در اثر پدیده سرپانتینی شدن به وجود آمده است.

**- کرومیتیت:** پیکره های عدسی مانند کرومیت در سنگ های پریدوتیت پدید آمده است. در این مقاله، کرومیتیت جداگانه مورد بررسی قرار داده می شود.

**- دونیت:** ترکیب شیمیایی دونیت شامل ۹۵ تا ۹۹ درصد اولیوین، ۰ تا ۵ درصد ارتوپروکسن، ۰ تا ۲ درصد اسپینل کروم دار  $\pm$  کلینوپروکسن  $\pm$ ، پلاژیوکلاز و  $\pm$  سولفیدها است. تمرکزهای انسانی کرومیتیت، سنگ میزبان دونیت را همراهی می کند. اولیوین های این سنگ ها بیش از ۹۵ درصد فورستریت، پدید آمده اند و همواره گرهک های کرومیت نیز از فورستریت تشکیل شده است. دونیت نیز با هارزبورژیت همراه است. بافت دونیت ها، گرانوبلاستیک و کمتر میلونیتی است. فرآیند سرپانتینی شدن گاه تا ۱۰۰ درصد دونیت را متاثر ساخته است. دگرگونی دونیت ها در زون های برشی، باعث ایجاد شیستهای آتئی گوریتی شده است.

**- هارزبورژیت:** در توده آبدشت هارزبورژیت فراوان و ترکیب آن شامل ۸۰ تا ۹۰ درصد اولیوین، ۱۰ تا ۱۵ درصد ارتوپروکسن، ۱ تا ۲ درصد اسپینل کروم دار،  $\pm$  کلینوپروکسن و  $\pm$  پلاژیوکلاز است. سرپانتینی شدن در هارزبورژیت هم دیده می شود.

مطالعات زمین شناختی، میکروسکوپی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها، به منظور یافتن و بررسی این عناصر انجام گرفت. کانی‌های سولفیدی توده آبدشت در دو بخش دیده می‌شوند:

۱. کانی‌های سولفیدی در دونیت‌های در برگیرنده عدسی‌های کرومیت.

۲. کانی‌های سولفیدی در عدسی‌های کرومیتیت همراه دونیت.

– پنتلانیدیت: فراوان‌ترین کانی سولفیدی در توده آبدشت است. پنتلانیدیت در طول شکستگی‌های نخست رشته‌ای می‌شود و به تدریج به براونیت تغییر می‌یابد. در طول شکستگی براونیت، دانه‌های ریز پیریت و مارکازیت نیز پدیدار می‌شوند. هنگامی که دو کانی براونیت و ویولاریت با هم از پنتلانیدیت به وجود می‌آیند، ویولاریت به صورت شبکه‌ای و براونیت به گونه پرکننده فضاهای خالی دیده می‌شود. گاهی کولیت بر روی براونیت، قرار می‌گیرد.

– پیروتیت: در برخی مقاطع، بلورهای ریز مستقل پیروتیت دیده می‌شود، اما در بسیاری نمونه‌ها با پنتلانیدیت همراه است.

– کلکوپیریت: این کانی به مقدار بسیار کم در برخی از مقاطع دیده شده و به طور عمده با پنتلانیدیت و پیروتیت همراه است.

– کانی‌های اکسیدی (مگنتیت): دانه‌های کرومیت به صورت بافت متراکم در بیشتر مواقع دگرسانی را گذرانده و به مگنتیت تبدیل شده است. مگنتیت گاه به صورت مستقل، به شکل دانه‌های ریز پراکنده نیز یافت

می‌شود و گاه دگرسانی خفیفی را دچار شده و پدیده ماریتی شدن در آن نمایان شده است.

#### مطالعه زمین شیمیایی توده آبدشت

توده آبدشت از نظر زمین شیمیایی و برای یافتن نیکل، کبالت، عناصر گروه پلاتین و همچنین کروم، مورد بررسی قرار گرفت. دونیت سرپانتینی شده ناحیه، مقدار نیکل تا ۲۷۰۰ ppm می‌رسد. در پاره‌ای از نقاط که سنگهای اولترامافیک دگرسانی بیشتری را تحمل کرده‌اند، مقدار نیکل نیز افزایش یافته است، چنان که عیار نیکل به ۴۷۰۰ ppm و کبالت به ۱۶۰ ppm می‌رسد و جالب اینکه در این نقاط، فرآیند سرپانتینی شدن نسبت به دیگر نقاط آبدشت بیشتر است، در حالی که در دیگر نقاط توده، مقدار نیکل ۲۷۰۰ ppm - ۲۰۰۰ و مقدار کبالت ۱۲۰ ppm - ۱۰۰ متغیر است. مقدار نیکل در سنگهای دربرگیرنده عدسی‌های کرومیت نسبت به مقدار آن در خود عدسی‌های کرومیت بیشتر است، به گونه‌ای که در کرومیتها عیار نیکل از ۱۸۰۰ - ۱۱۰۰ ppm تغییر می‌کند. در حال حاضر کانسارهایی از نیکل اقتصادی و قابل بهره برداری هستند که مقدار عیار عنصر نیکل در آن بالای یک درصد باشد. لذا نتایج این بررسی‌ها نشان

(ب) در کناره‌ها و درون سنگ‌های پریدوتیتی: در این حالت انباشت کرومیت، کرومیتیت را پدید می‌آورد. توده کرومیتیت بیشتر به صورت عدسی کشیده دیده می‌شود. درون عدسی‌های کرومیت، کانه با بافت فشرده با دانه بندی گوناگون ریز، متوسط و درشت، با ناخالصی کم و گاه به صورت لکه‌های درشت حاصل از انباشت دانه‌های کرومیت درون کرومیت پوست پلنگی مشاهده می‌شود. کرومیت در جاهایی دچار دگرسانی گردیده و به مگنتیت تبدیل شده است. ولی در این کرومیت، مگنتیت با زایش مستقل کمتر دیده شده است. بررسی میکروسکوپی انجام شده بر روی کرومیتیت و سنگ‌های دربرگیرنده عدسی‌ها، بافت‌های گوناگونی را در آنها نشان می‌دهد. در همه این کانسنگها بافت ماگمایی اولیه، به صورتهای گوناگون دیده می‌شود، از جمله بافت گرهمی، کاتاکلاستیک و افشان. بافت توده‌ای می‌تواند حاصل به هم چسبیدن گرهمهای اولیه باشد. کانسنگهای کرومیت با بافت گرهمی، بیشتر کانسارهای کرومیت آبدشت را شامل می‌شود. این وضعیت بیانگر این واقعیت است که کرومیت ابتدا از مذاب سیلیکاتی به تدریج متبلور شده و ذخایر کرومیت با بافت پراکنده را همراه آن پدید آورده است. در صورت آشفته شدن محیط آرام ماگمایی، این دانه‌های پراکنده و مذاب به یکدیگر می‌پیوندند که پس از انجماد، بافت گرهمی را می‌سازند.

بافت کاتاکلاستیک از بلورهای خردشده کرومیت به همراه قطعات زاویه‌دار سنگ‌های دربرگیرنده پدید آمده است. بررسی‌های میکروسکوپی و ماکروسکوپی کانسارهای کرومیت آبدشت، نشان دهنده اثر زمین ساخت در پیدایش این بافت است. بافت کاتاکلاستیک گاه بر اثر برون رسست (exsolution) سرپانتین از میان دانه‌های کرومیت به بافت توده‌ای به طور کامل متراکم تبدیل می‌شود.

بافت توده‌ای، فرآورده افزایش تنش برشی است که در زونهای برشی و نیز زون‌های گسلی دیده می‌شود. این بافت از انواع بافتهای ماگمایی کرومیت، در نتیجه واپسین مرحله دگرشکلی و در اثر تنش‌های وارده ایجاد شده است.

با در نظر گرفتن ساخت و بافت ماگمایی (بافت پراکنده و گرهمی) در عدسی‌های کرومیت، آنها را می‌توان در گروه کانسارهای ناهم شیب به شمار آورد. از سوی دیگر در پاره‌ای از نواحی، بافتهای ماگمایی به طور کامل از بین رفته است که می‌تواند نتیجه تغییرات محلی در اثر چین خوردگی یا گسلس و دگرشکلی باشد که به تغییر بافت‌های اولیه ماگمایی می‌انجامد، به گونه‌ای که سرپانتین از درون لایه‌های کرومیت بیرون شده و غنی شدگی عدسی‌های کرومیت را در پی داشته است. از این رو، کانسار در گروه کانسارهای هم‌شیب جای می‌گیرد.

– کانی‌های سولفیدی: از آنجا که سنگهای اولترامافیک منبع با اهمیت پلاتین، نیکل، کبالت و کروم نقاط جهان را در بردارند، از این رو

بالتر از کرومیت های نوع چینه سان است و مقدار آلومینوم، آن نسبت به کرومیت های چینه سان پایین تر است (شیخی کاریزکی ۱۳۷۱).

### نتیجه گیری

نزدیک به ۵۰ رخداد کرومیتی پراکنده که تعدادی از آنها اقتصادی و قابل بهره برداری است، در سطح توده پریدوتیتی مجموعه افیولیتی پالئوزویک اسفندقه وجود دارد. نهشته های موجود در توده آبدشت، از نوع ذخایر کرومیت نوع آلی (انبانی) است و دلایل متعددی می تواند این نکته را تأیید کند، از جمله وجود ردیف افیولیتی کامل در ناحیه اسفندقه، ویژگی های کانی شناسی و شیمیایی کرومیت با مقادیر بالای  $Cr_2O_3$ ، درصد کم اکسید تیتانیم، کمپایی عناصر گروه پلاتین، و مقادیر کم  $Al_2O_3$  در این ذخایر. سنگ در برگیرنده ذخایر کرومیت، دونیت است که در بیشتر جاها، سریانی و منیزیتی شده است. ذخایر کرومیت بیشتر به شکل عدسی دیده می شوند. کرومیت به صورت بافت های توده ای، پوست پلنگی (گرهگی)، پراکنده و افشان وجود دارد. بیشتر کانسارهای کرومیت در سطح توده، دارای بافت گرهگی هستند. با بررسیهای انجام شده می توان اظهار کرد که در محیط ماگمایی اولیه، کرومیت به گونه ذرات مذاب و به صورت ناهمباز در یک مذاب سیلیکاتی پدید آمده و در شرایط آرامش محیط ماگمایی و همگام با سرد شدن ماگما، این ذرات ناهمباز مذاب کرومیتی به همراه مذاب سیلیکاتی، به تدریج متبلور شده و نهشته های کرومیت با بافت پراکنده را پدید آورده اند. در صورت آشفتنگی محیط آرام ماگمایی، این دانه های پراکنده و مذاب به یکدیگر می پیوندند و بافت گرهگی را پدید می آورند. نهشته های کرومیت با بافت توده ای، می تواند در اثر دگرشکلی، و از انواع دیگر ذخایر کرومیت پدید آمده باشد. بافت کاتاکلاستیک می تواند فرآورده رخ دادهای زمین ساختی باشد. صرف نظر از نهشته های اقتصادی کرومیت، بررسی های کانی شناسی، زمین شیمیایی نشان می دهد که نهشته های عناصر و کانیهای مانند نیکل، کبالت، عناصر گروه پلاتین، آزیست در توده، به صورت تمرکزهای اقتصادی دیده نمی شوند، ولی از دیدگاه پژوهشی قابل توجه است. در سطح توده، رگه های منیزیتی شایان توجه است و می تواند مورد بهره برداری قرار گیرد. همچنین در این توده اولترامافیک، افق های دونیتی دیده می شوند که نظر به درصد بالای کانی فورستريت در آنها، به عنوان ماسه ریخته گری و صنایع نسوز، چشم انداز جالبی از این ماده معدنی را به نمایش می گذارد. ذخایر ارزشمند کرومیت توده آبدشت، ارمغانی است که به ناحیه اسفندقه داده شده است.

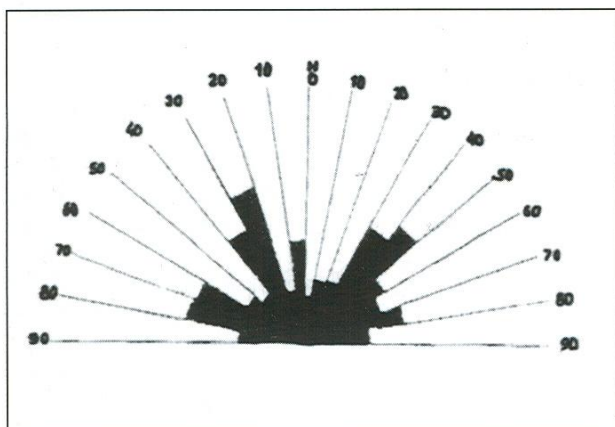
می دهد که در توده آبدشت کانسار نیکل و کبالت اقتصادی و قابل بهره برداری نیست، و دلیل دیگر این که فرآیند لاتریتی شدن که جهت رخداد ذخایر نیکل و کبالت ضروری است در این ناحیه انجام نشده است. همچنین مقدار عناصر گروه پلاتین (PGE) در این نمونه ها همراه با عدسی های کرومیتی بسیار ناچیز است، در حالی که سنگهای دونیت میزبان ذخایر کرومیت، فاقد کانی سازی پلاتین هستند. در کرومیت های افشان و یا عدسی های کرومیت، عیار پلاتین  $0.062\text{ppm}$  -  $0.027$  و عیار پالادیم  $0.083\text{ppm}$  -  $0.018$  در تغییر است. با توجه به مقدار کم پلاتین و یا عناصر گروه پلاتین در مقایسه با کرومیت های نوع چینه سان (stratiform) که اغلب غنی از ذخایر پلاتین هستند، خود می تواند گویای این حقیقت باشد که این کرومیتها از نوع انبانی می باشند.

کانسار کرومیت توده آبدشت از نظر ترکیب شیمیایی با نهشته های کرومیت تیپ چینه سان (stratiform) و ذخایر کرومیت تیپ انبانی مورد مقایسه قرار گرفت.

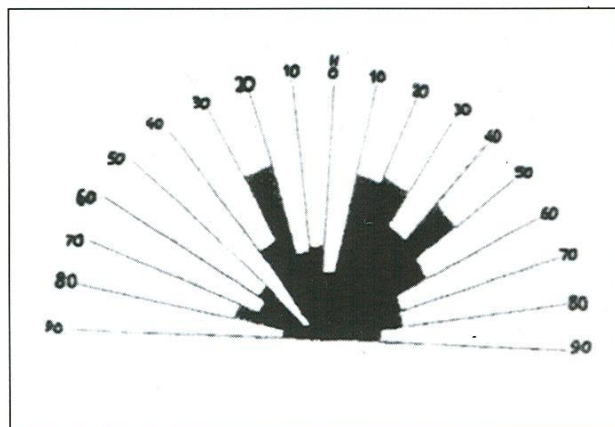
**- نمودار مقایسه نسبت  $Al_2O_3/Cr_2O_3$  (شکل ۴):** این نمودار، نشانگر منشاء نهشته های کرومیت توده آبدشت است. در این نمودار، کانسارهای تیپ چینه سان و انبانی و همچنین جایگاه ذخایر کرومیت توده آبدشت در آنها، به نمایش درآمده است. در این نمودار، محدوده  $Cr_2O_3/Al_2O_3$  کانسارهای توده آبدشت در محدوده کانسارهای انبانی جای می گیرند (Mussalam et al., 1981).

**- نمودار مقایسه نسبت  $Cr_2O_3/TiO_2$  (شکل ۵):** این نمودار همچنین نشانگر منشاء کانسارهای کرومیت توده آبدشت است. این نمودار نسبت  $Cr_2O_3/TiO_2$  در ذخایر کرومیت بوشولد، استیل و اتر، برید ریور سیل و نیکولندیا را نشان می دهد. همچنین محدوده ذخایر کرومیت نوع انبانی در این نمودار نشان داده شده است. مقادیر  $Cr_2O_3/TiO_2$  در ذخایر کرومیت توده آبدشت نیز در این نمودار آورده شده است که به طور کامل در محدوده تیپ انبانی قرار می گیرد. مقدار  $TiO_2$  در کرومیت های تیپ انبانی نسبت به کرومیت های چینه سان کمتر است و این نسبت می تواند تمایز میان این دو دسته کرومیت باشد (Mussalam et al., 1981). در کرومیت های چینه سان مقیدار  $TiO_2$  بین  $1/5$  -  $0/5$  درصد در تغییر است در حالی که در نوع انبانی کمتر از  $0/5$  درصد است (Farraio and Gauti, 1988).

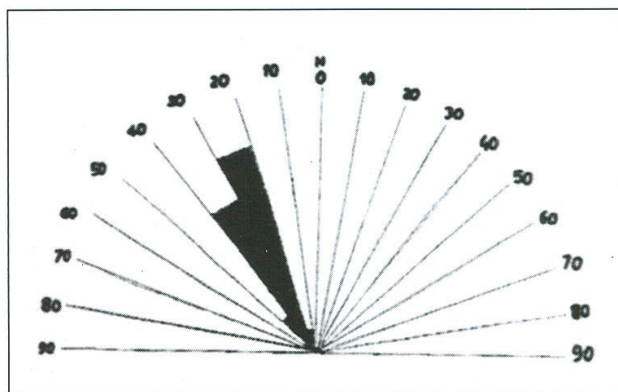
**- نمودار سه تایی  $Al_2O_3 - Cr_2O_3 - (Fe_2O_3 - FeO)$  (شکل ۶):** همان گونه که در این نمودار نشان داده شده است کرومیت های ناحیه آبدشت، سرشار از کروم و نسبت کروم به آهن در آن



شکل ۲- نمودار گلسرخي امتداد گسلهاي توده آبدشت.



شکل ۱- نمودار گلسرخي امتداد درزه هاي توده پریدوتیتی آبدشت



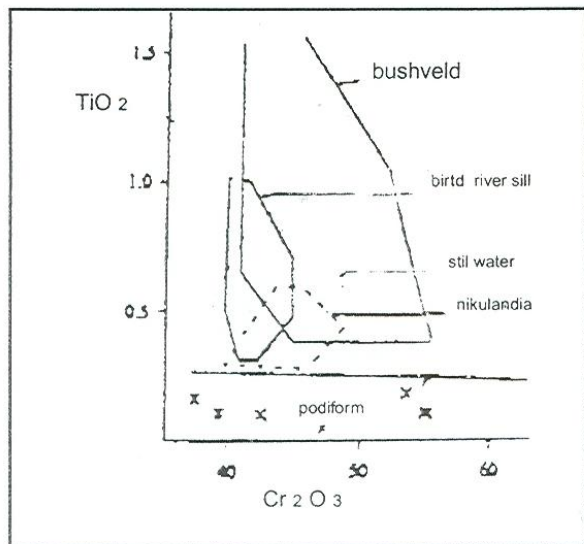
شکل ۳- نمودار گلسرخي امتداد عدسی و باندهای کرومیت

شماره نمونه	L.O.I	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
S-4	۱۸/۳۹	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۵۷	۰/۰۱	۳۹/۳۵	۰/۱۸	۰/۲۸	۵/۰۲	۰/۱۷	۳۵/۲۱
S-33	۹/۶۸	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۵۲	۰/۰۲	۴۲/۸۲	۰/۱۱	۲/۳۰	۵/۵۳	۰/۶۲	۳۹/۵۵
S-34	۱۰/۵۰	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۹۴	۰/۰۲	۴۳/۹۳	۰/۱۰	۲/۳۹	۶/۹۴	۰/۴۱	۳۶/۷۴

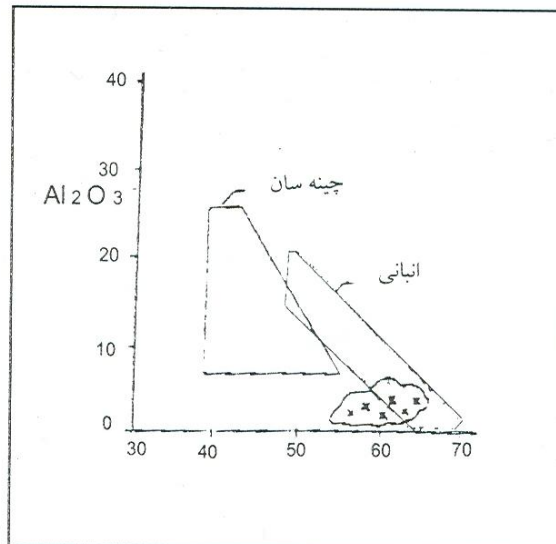
جدول ۱ - تجزیه شیمیایی چند نمونه از سنگهای توده آبدشت

شماره نمونه	%CO <sub>2</sub>	%MnO	%FeO	%CaO	%MgO
S-1-4	۵۱/۹۶	۰/۱۰	۰/۵۶	۰/۵۸	۴۶/۵۰
S-2-6	۵۲/۰۹	۰/۱۷	۰/۴۸	۰/۶۵	۴۶/۶۱

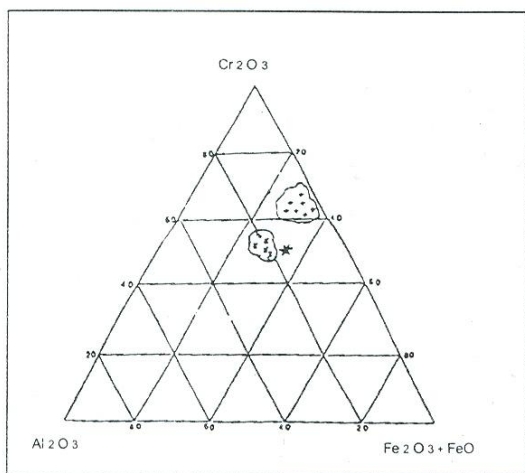
جدول شماره ۲ - نتایج تجزیه شیمیایی دو نمونه از منیزیت‌های توده آبدشت



شکل ۵- نمودار مقایسه نسبت در  $TiO_2$  در مقابل  $Cr_2O_3$  در کانسارهای چینه سان و نوع انبانی [۸] و مقایسه آنها با همین نسبت در ذخایر کرومیت توده آبدشت. ذخایر کرومیت توده آبدشت با علامت ضربدر نشان داده شده است.



شکل ۴- نمودار مقایسه نسبت  $Cr_2O_3 - Al_2O_3$  در کانسارهای کرومیت توده پریدوتیتی آبدشت و مقایسه آن با ذخایر کرومیت چینه سان و انبانی [۷]. ذخایر توده آبدشت با علامت ضربدر نشان داده شده است.



شکل ۶- نمودار سه تایی  $Al_2O_3 - Cr_2O_3 - Fe_2O_3 - FeO$  ترکیب کرومیت توده آبدشت و مقایسه آنها با کرومیت معادن پوشولد و استیل واتر [۹]. کرومیت های توده آبدشت با علامت +، پوشولد با علامت x و استیل واتر با \* نشان داده شده است.

**کتابنگاری**

خوئی، ن.، ۱۳۶۱ - مشاهدات میکروسکوپی کانی‌سازی سولفوروی و سیر تحولات آن در منطقه اسفندقه، سازمان زمین‌شناسی ایران.  
زهره بخش، ع.، ۱۳۶۱ - گزارش مقدماتی زمین‌شناسی توده الترامافیک آبدشت، شمال غرب و غرب دولت آباد بافت، سازمان زمین‌شناسی مرکز اهواز.  
شیخی کازیرکی.، ح. ۱۳۷۱ - بررسی افیولیت‌های ناحیه خواجه جمالی و ژیزمانهای کرومیت در آن - موضوع رساله دکترای زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران.

**Reference**

- Berberian, M. 1974 - Preliminary note on the structure and Asfandagheh South - East central Iran. Geol. Surv. Iran. Int Rep. 30 pp
- Diella, V. and Ferraio, A. -1933- Precambrian podiform chromitites Econ, Geol, V. 88, p. 198-202.
- Ferraio, A. and Garuti, G. 1988-Platinum group mineral inclusions in chromite rich horizons of the niquelandia complex. In Bonavia, F.F.
- Hillebrand, J 1983- Chromite deposit in the province of Kerman Iran; Industrial Minerals.
- Mussalam, K.; Jung, D. and Bougath, K. 1981- Textural features and chemical characteristic of chromites in ultramafic rocks, Chalkidiki complex (northeastern Greece): Tscherma's mineralog. Petg. Mitt, V. 23, p. 27-101.
- Paragon Co. 1974- Explanatory text of Minab quadrangle map 1: 250000 : Geol. Surv. Iran.
- Stocklin, J. 1968- Structural history and tectonics of Iran . A review; Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., P. 1229-1258 .

\*گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد الیگودرز  
\*\*گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

\* Islamic Azad University –Aligoodarz unit Iran.

\*\* Shahid Bahonar University – Faculty of Science- Department of Geology , Kerman , Iran.