

Mineralogy, Chemical Composition and Industrial use of Feldspars from Mashhad and in Comparison with other Feldspar Deposits in Iran

Karimpour, M. H.

Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad

Ebrahimi, K.

Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad

Keywords: *Alkali feldspar, Albite, K-feldspar, Ceramics, Glass.*

Abstract: Mashhad granite and granodiorites are intruded in three different period between Triassic to Late Jurassic. Muscovite- biotite granite and pegmatites (the youngets) are exposed between Khaladge and Khajeh Mourad area. Alkali feldspars within pegmatite dykes, between Gheshlagh, and Khladge, were studied in detail including ore reserve estimation, mineralogy, chemical composition, and industrial uses. Feldspar in the Gheshlagh area is K-rich type ($K_2O > 9\%$ and $Na_2O < 2\%$). While in Khajeh Mourad area, both types of K and Na-rich feldspars are recognized. The Gheshlagh feldspar is suitable for ceramic body and the Na-rich type from Khajeh Mourad is applicable in glass and as filler in paint and rubber industries.

پژوهشی

کانی شناسی، ترکیب شیمیایی و مصارف صنعتی فلدسپاتهای مشهد و مقایسه آنها با دیگر فلدسپاتهای ایران

محمد حسن کریم پور

گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

خسرو ابراهیمی

گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده: گرانودیوریت و گرانیت‌های محدوده ده‌نو- وکیل آباد - خواجه مراد در سه مرحله زمانی در محدوده تریاس تا اواخر ژوراسیک نفوذ کرده‌اند. پگماتیت‌های واقع در مسکویت- بیوتیت گرانیت، و فلدسپات گرانیت، جوانترین توده‌های نفوذی جنوب مشهداند. دایک‌های پگماتیتی مناطق قشلاق، کال‌چغوکی و خواجه مراد مورد تعیین ذخیره شدند. ۵ نوع دایک پگماتیتی در این مناطق شناسایی شدند. فلدسپات‌های قشلاق از نوع غنی از پتاسیم $K_2O > 9\%$ و $Na_2O < 2\%$ بوده. در محدوده خواجه مراد فلدسپات‌ها قلیایی از نوع غنی از پتاسیم و غنی از سدیم‌اند. نوع سدیم‌دار حاوی ۴ تا ۷٪ Na_2O و کمتر از ۳٪ K_2O است. فلدسپات‌های این مناطق با معادن مهم فلدسپات ایران مقایسه شدند. فلدسپات قشلاق بهترین نوع فلدسپات غنی از پتاسیم ایران و مشابه معدن قرلچه (زنجان) است. فلدسپات قشلاق به عنوان ماده اصلی سازندهای سرامیکی کاربرد دارد. ترکیب فلدسپات غنی از سدیم خواجه مراد مشابه معادن فلدسپات قره‌داش (زنجان)، بمرود (قاین) و چقائی (همدان) است. این فلدسپات در صنایع شیشه و پرکننده در رنگ‌سازی، لاستیک، و تمیزکننده کاربرد دارد.

واژه‌های کلیدی: فلدسپات قلیایی، آلbit، پتاسیم فلدسپات، سرامیک، شیشه

مقدمه

حدود ۶۵ درصد از فلدسپاتها قلیایی در صنایع شیشه سازی، ۳۰ درصد در صنایع سرامیک، و ۵ درصد دیگر به عنوان پرکننده و موارد دیگر به مصرف می رسد. در صنایع شیشه سازی از فلدسپات برای تأمین آلومینیوم و سدیم مورد نیاز استفاده می شود [۱]. در ساخت انواع محصولات سرامیکی از فلدسپات قلیایی بهره می برند. فلدسپات در رنگ سازی و لاستیک سازی به عنوان پرکننده به مصرف می رسد. همچنین به میزان کمتری به عنوان ساینده و در مواردی تمیزکننده به کار می رود. از فلدسپات سدیک به بخاطر دمای ذوب پایین (1150°C)، چسبندگی کم آن و موارد دیگر در تهیه انواع لعابها و شیشه استفاده می کنند، حال آنکه فلدسپات پتاسیک به عنوان ماده اصلی سازنده های سرامیکی کاربرد دارد [۲]. بالاخره ترکیب کانی شناسی، شیمیایی، میزان ذخیره و مصارف صنعتی فلدسپاتهای موجود در پگماتیتها و گرانیتهای مشهد مورد مطالعه قرار گرفتند.

کانی شناسی پگماتیتها، گرانیتها و گرانودیوریتها

گرانیت و گرانودیوریتهای مشهد براساس سن و ترکیبات کانی شناسی به سه گروه تقسیم می شوند:

- (۱) گرانودیوریت و کوارتز مونزودیوریتهای دهنو- وکیل آباد- کوهسنگی (شکل ۱)
- (۲) فلدسپات گرانیت سنگ بست (شکل ۱)
- (۳) مسکویت- بیوتیت گرانیت و پگماتیتهای خلیج- قشلاق (شکل ۱)

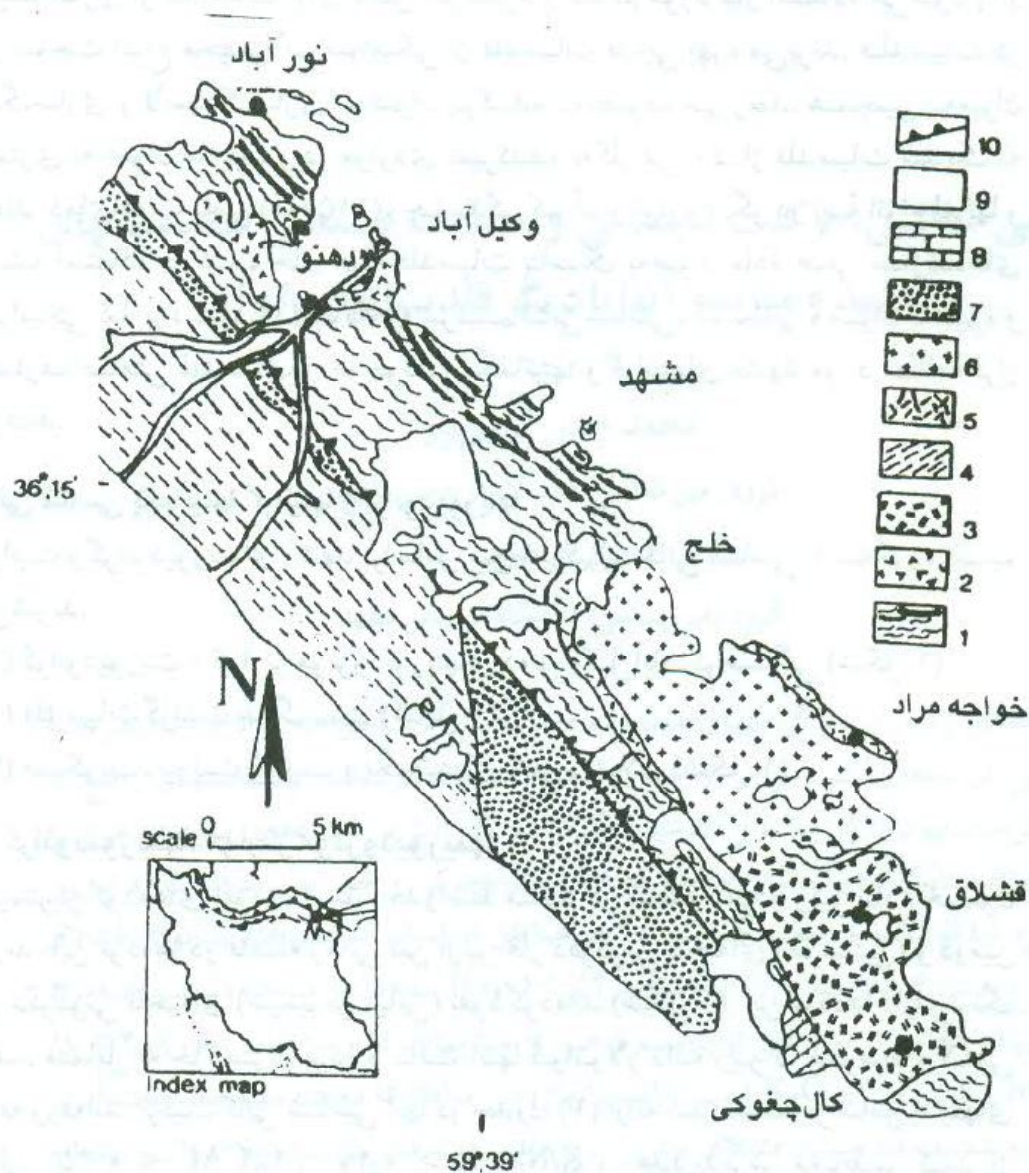
۱- گرانودیوریتها- کوارتز مونزودیوریتها

قدیمترین توده های نفوذی اسید- حد واسط مشهد در منطقه دهنو و وکیل آباد رخنمون دارند. این توده ها در فاصله زمانی بین اولین فاز دگرگونی ناحیه ای (هرسینین) و دومین فاز دگرگونی ناحیه ای (سیمیرین میانی) نفوذ کرده اند (شکل ۱). این توده ها دارای رنگ سفید متمایل به خاکستری بوده و بافت آنها گرانولار دانه ریز تا متوسط و گاهی ورقه ورقه اند. ترکیب کانی شناسی آنها در جدول (۱) ارائه شده است. براساس نسبت های مولی $C/CAF < 0.35$ ، $K/Na+K > 0.47$ و عدد پذیرش مغناطیس کمتر از ۰.۴۵ این توده ها به گرانیت های نوع S ارتباط دارند.

۲- فلدسپات گرانیت سنگ بست

این توده در محدوده سنگ بست، قشلاق، و رباط خاکستری در منطقه ای به وسعت 5×10 کیلومتر مربع رخنمون دارد (شکل ۱). این توده دارای رنگ سفید متمایل به خاکستری و بلورهای پتاسیم فلدسپات صورتی است و تشکیل بلورهای درشت داده اند

(۱ تا ۶ سانتی متر) که ترکیب کانی شناسی آن در جدول (۱) آمده است. براساس خصوصیات ترکیب شیمیایی و عدد پذیرش مغناطیس این توده از گروه گرانیت‌های S است.



شکل ۱- نقشه زمین شناسی جنوب مشهد. ۱- زون دگرگونی شمال (اسلیت، فیلیت، کوارتزیت، مرمر و اُفیولیت‌های دگرگون شده)، ۲- گرانودیوریت و کوارتز مونزودیوریت دهنو - وکیل آباد - کوهسنگی، ۳- فلدسپات گرانیت (سنگ بست)، ۴- زون دگرگونی جنوب (تریاس فوقانی - ژوراسیک تحتانی)، ۵- آپلیت گرانیت، ۶- مسکویت - بیوتیت گرانیت، ۷- کنگلوмера، ماسه سنگ و شیل ژوراسیک، ۸- آهک کرتاسه، ۹- رسوبات کواترنر، و ۱۰- گسل (تراست).

جدول ۱ - ترکیب کانی شناسی توده های اسید - حد واسط منطقه مشهد (کانیهای مودال) [۳]

کانی	گرانودیوریت ده نو- وکیل آباد کوه سنگی	فلدسپات گرانیت سنگ بست	مسکویت گرانیت خلج - قشلاق
کوارتز	۱۵ تا ۲۵	۳۲ تا ۴۰	۳۵ تا ۳۸
آلکالی فلدسپات	۸ تا ۱۵	۳۲ تا ۴۰	۲۱ تا ۲۵
پلاژیوکلاز	۳۵ تا ۵۰	۸ تا ۱۷	۲۷ تا ۳۲
بیوتیت	۱۱ تا ۱۵	۵ تا ۱۰	۱/۵ تا ۲/۵
مسکویت	-	-	۵ تا ۲/۵
آمفیبول - پیروکسن	دارد	-	-
گارنت	-	-	دارد
تورمالین	-	-	دارد

۳- مسکویت - بیوتیت گرانیت

این توده ها از محدوده قشلاق تا خلج رخنمون دارند (شکل ۱). قطعاتی از فلدسپات گرانیت که دارای تورق بوده و جهت آن در قطعات یکسان نیست در این توده ها یافت می شوند. براساس سن نسبی، این توده ها بعد از دومین فاز دگرگونی ناحیه ای (سیمیرین میانی) و قبل از کرتاسه نفوذ کرده اند. ترکیب کانی شناسی آن در جدول (۱) ارائه شده است. بافت در حاشیه آپلیتی و به طرف مرکز گرانولار دانه متوسط است. براساس نسبت های مولی $K/Na+K > 0/6$ و $C/CAF < 0/22$ و عدد پذیرش مغناطیس، این توده ها از گروه گرانیت های نوع S هستند. با در نظر گرفتن مسکویت، گارنت و نسبت مولی $A/NKC > 1/1$ این گرانیت ها نیز از نوع غنی از آلومینیوم اند.

۴- پگماتیت ها

دایک های پگماتیتی غالباً در توده های مسکویت - بیوتیت گرانیت، و فلدسپات گرانیت نفوذ کرده اند. در سایر توده های اسید - حد واسط به طور محدود دایک های پگماتیتی مشاهده می شوند. بیشترین تجمع آنها در مناطق قشلاق، رباط خاکستری، و خواجه مراد واقع شده است (شکل ۱).

دایک های پگماتیتی از نظر ترکیب کانی شناسی به انواع زیر تقسیم می شوند.

الف - میکروکلین، کوارتز، آلبیت و مسکویت

ب - میکروکلین، کوارتز، مسکویت، آلبیت و تورمالین

پ - میکروکلین، کوارتز، مسکویت، آلبیت و گارنت

ت - میکروکلین، کوارتز، مسکویت، آلبیت و بریل

پگماتیت های نوع الف: فراوانتر و متنوع ترند.

الف-۱) ضخامت آنها از ۵/۰ تا ۲ متر تغییر می‌کند. آزمون بین ۲۰ تا ۸۰ درجه و شیب ۴۵ تا ۷۵ درجه است. این دایکها از ۹۰ درصد میکروکلین (نسبتاً خالص) به رنگ صورتی و تا طول ۱۵ سانتی متر، ۶ درصد کوارتز شفاف، و تا ۴ درصد مسکویت تشکیل شده‌اند.

الف-۲) این نوع پگماتیت حاوی ۵۰ تا ۶۰ درصد میکروکلین صورتی با مقدار کم آنکلوژیون کوارتز، ۲۰ تا ۳۰ درصد کوارتز، و ۴ تا ۷ درصد مسکویت درشت بلور است.

الف-۳) این نوع حاوی ۵۰ تا ۶۰ درصد میکروکلین و کوارتز به صورت بافت گرافیک، ۲۰ درصد کوارتز و تا ۲۰ درصد مسکویت است.

الف-۴) این نوع مشابه الف-۲ به اضافه مقدار کمی هماتیت و کائولین است.

الف-۵) این نوع حاوی ۶۰ تا ۷۰ درصد میکروکلین با کوارتز به حالت بافت گرافیک، ۱۰ درصد کوارتز، و ۱۰ درصد مسکویت (با ابعاد تا ۶ سانتی متر) سرسیت تا ۱۵ درصد با آگرگات شعاعی است.

پگماتیتهای نوع ب: این دایکها حاوی ۷۰ تا ۸۰ درصد میکروکلین خالص با ابعاد تا ۷۰ سانتی متر، ۱۰ تا ۱۵ درصد کوارتز، تا ۵ درصد مسکویت به ابعاد ۲ سانتی متر و ۵ درصد تورمالین به طول حداکثر ۱۰ سانتی متر.

پگماتیتهای نوع پ و ت نسبتاً محدود هستند.

میزان ذخیره فلدسپات

● پگماتیتهای دایکهای پگماتیتهای محدوده شمالی و جنوبی قشلاق از نظر طول، عرض، و تعداد در ۵۰۰ متر مربع اندازه‌گیری شدند [۳]. مجموع ذخایر این دایکها با عیار متوسط ۶۰ درصد میکروکلین که عمدتاً از نوع غنی از پتاسیم است، حداکثر عمق محاسبه ذخیره ۳۰ متر در نظر گرفته شد. ذخیره بخش شمالی در حدود ۲/۵ میلیون تن با عیار تقریبی ۶۳ درصد میکروکلین و ذخیره جنوبی در حدود ۱ میلیون تن با عیار ۶۰ درصد میکروکلین برآورد شد.

● مسکویت-بیوتیت گرانیت: این توده‌ها حاوی ۲۱ تا ۲۵٪ پتاسیم فلدسپات، ۲۷ تا ۳۲٪ آلپیت، ۳۵ تا ۳۸٪ کوارتز، ۲/۵ تا ۵٪ مسکویت، و ۱/۵ تا ۲/۵٪ بیوتیت‌اند. ذخیره آن تا عمق ۱۰۰ متر تقریباً به مقدار $10^6 \times 11250$ تن است.

● فلدسپات گرانیت: این توده متشکل از ۲۷ تا ۳۸٪ پتاسیم فلدسپات، ۲۷ تا ۳۰٪ آلپیت، ۱۸ تا ۲۵٪ کوارتز، و ۵ تا ۸٪ بیوتیت است. و میزان ذخیره آن تا عمق ۱۰۰ متر تقریباً برابر $10^6 \times 8000$ تن تعیین شد.

● آلپیت گرانیت: آلپیت گرانیت مشابه مسکویت-بیوتیت گرانیت است. فقط به میزان ۲ تا ۳ درصد در آن تورمالین و گاهی گارنت مشاهده می‌شود. ذخیره آن تا عمق ۱۰۰ متر به میزان ۲۷۵ میلیون تن برآورد شد.

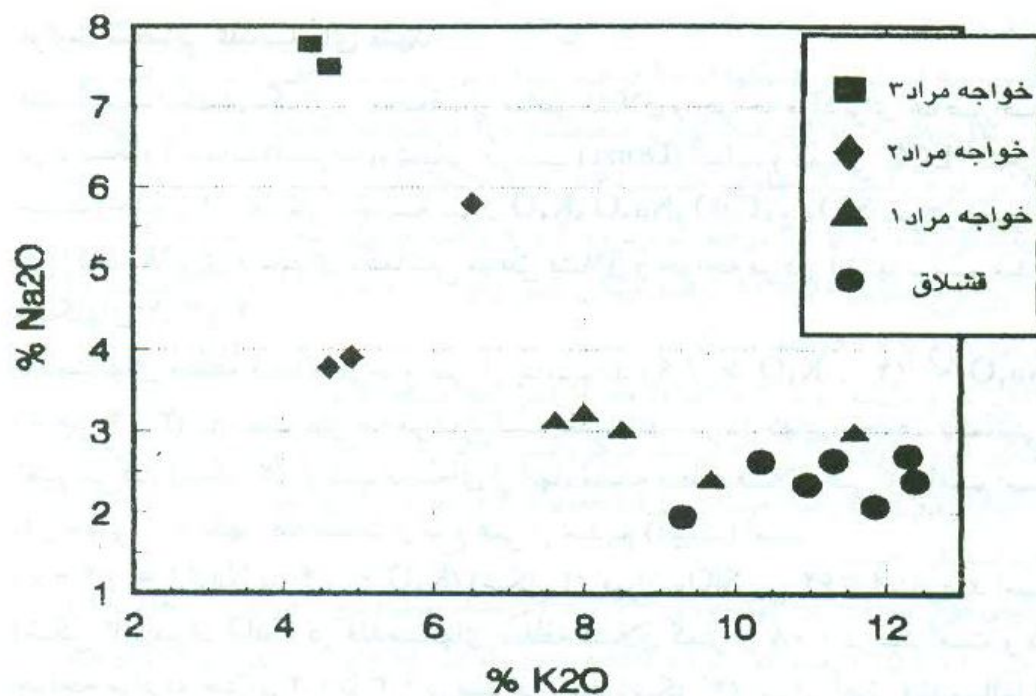
ترکیب شیمیایی فلدسپات‌های مشهد

فلدسپات دایکهای پگماتیتهی مختلف از مناطق قشلاق و خواجه مراد برای عناصر اصلی در دانشگاه تاسمانیا (استرالیا)، کمپانی دُرسِت (Dorst) آلمان، و کمپانی ECC^(۱) تجزیه شدند (جدول ۲). به منظور مقایسه میزان CaO ، Na_2O ، K_2O و SiO_2 نمودار تغییرات این اکسیدها برای دایکهای پگماتیتهی مناطق قشلاق و خواجه مراد و آپلیتها ترسیم شدند (شکل‌های ۲، ۳ و ۴).

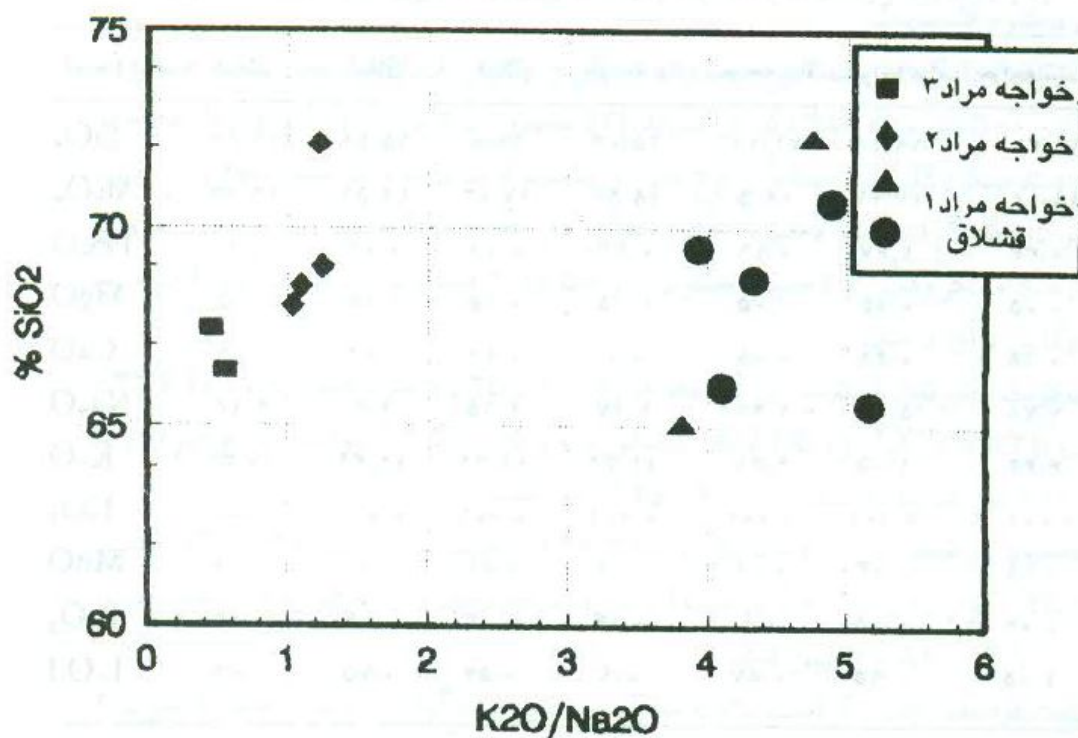
فلدسپات‌های منطقه قشلاق از نوع غنی از پتاسیم اند ($\text{K}_2\text{O} > 9\%$ ، $\text{Na}_2\text{O} < 2\%$) (شکل ۲ و ۳). به سمت خواجه مراد، ترکیب فلدسپات‌ها، در دایکهای مختلف پگماتیتهی، تغییر می‌کند (شکل ۲). ترکیب دسته‌ای از آنها، مشابه منطقه قشلاق غنی از پتاسیم است. در بعضی از دایکها، فلدسپات از نوع غنی از سدیم (آلبیت) است. ($\text{Na}_2\text{O} = 4-7\%$ و $\text{K}_2\text{O} < 4\%$) (شکل ۲). میزان SiO_2 بین ۶۴ تا ۷۴ درصد است (شکل ۳). میزان CaO در فلدسپات‌های منطقه قشلاق کمتر از ۰/۰۸ درصد است و در خواجه مراد به حدود ۰/۲ تا ۱/۳ درصد می‌رسد (شکل ۴). میزان آهن فلدسپات‌ها از منطقه قشلاق به خواجه مراد افزایش می‌یابد (جدول ۲).

جدول ۲- ترکیب شیمیایی فلدسپات‌های قشلاق و خواجه مراد (میانگین نمونه‌ها) [۳]

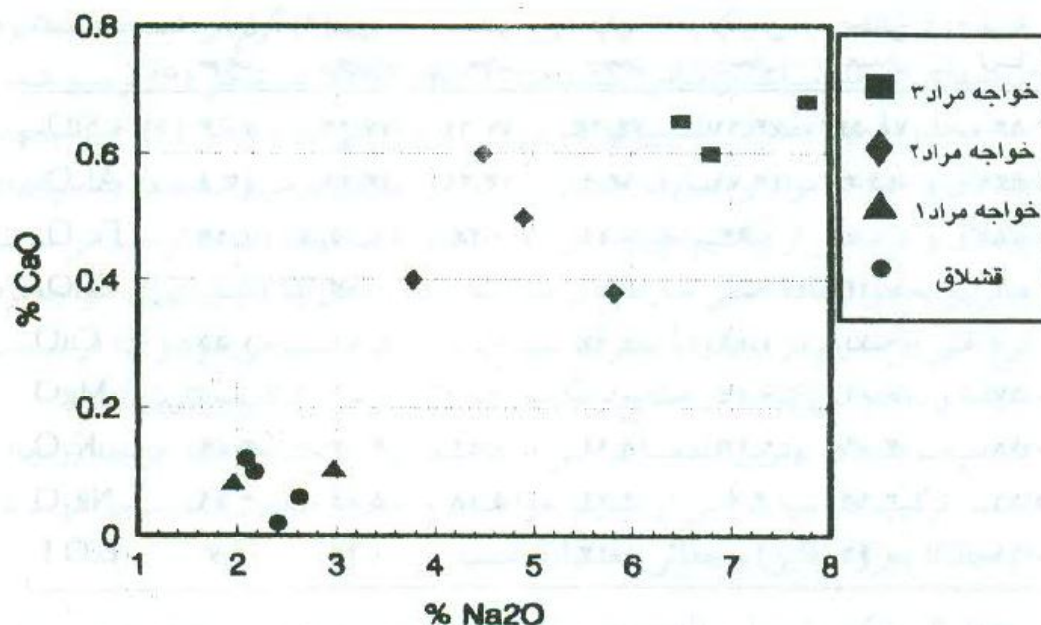
اکسید/درصد	قشلاق	قشلاق	قشلاق	خواجه مراد	خواجه مراد	خواجه مراد	خواجه مراد
SiO_2	۶۹/۴۷	۶۵/۵۸	۶۸/۸	۶۵/۰۳	۷۲/۲۲	۶۸/۲۸	۶۶/۳۶
Al_2O_3	۱۶/۳۳	۱۸/۵۶	۱۷/۰۲	۱۸/۸۱	۱۴/۵	۱۷/۴۷	۱۹/۱۲
TFeO	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۲۲	۰/۱۶	۱/۴۷	۰/۳۴
MgO	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
CaO	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۱	۰/۰۸	۰/۳۸	۰/۶۸
Na_2O	۲/۶۳	۲/۴	۲/۶۵	۲/۹۷	۱/۹۶	۵/۸۱	۷/۷۸
K_2O	۱۰/۳۶	۱۲/۳۹	۱۱/۴۲	۱۱/۳۲	۹/۳۱	۶/۰۵	۴/۳۴
TiO_2	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
MnO	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۱
P_2O_5	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۱	۰/۱۵	۰/۰۴
L.O.I	۰/۷۲	۰/۷۵	۰/۵۴	۰/۹	۰/۸۷	۰/۹۵	۱/۰۵



شکل ۲- مقایسه دامنۀ تغییرات Na_2O و K_2O در فلدسپاتهای قشلاق و خواجه مراد.



شکل ۳- مقایسه نسبت تغییرات SiO_2 و $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ در فلدسپاتهای قشلاق و خواجه مراد.



شکل ۴- مقایسه دامنه تغییرات Na_2O و CaO در فلدسپات‌های قشلاق و خواجه مراد.

مقایسه ترکیب شیمیایی فلدسپات‌های مشهد با معادن فلدسپات ایران

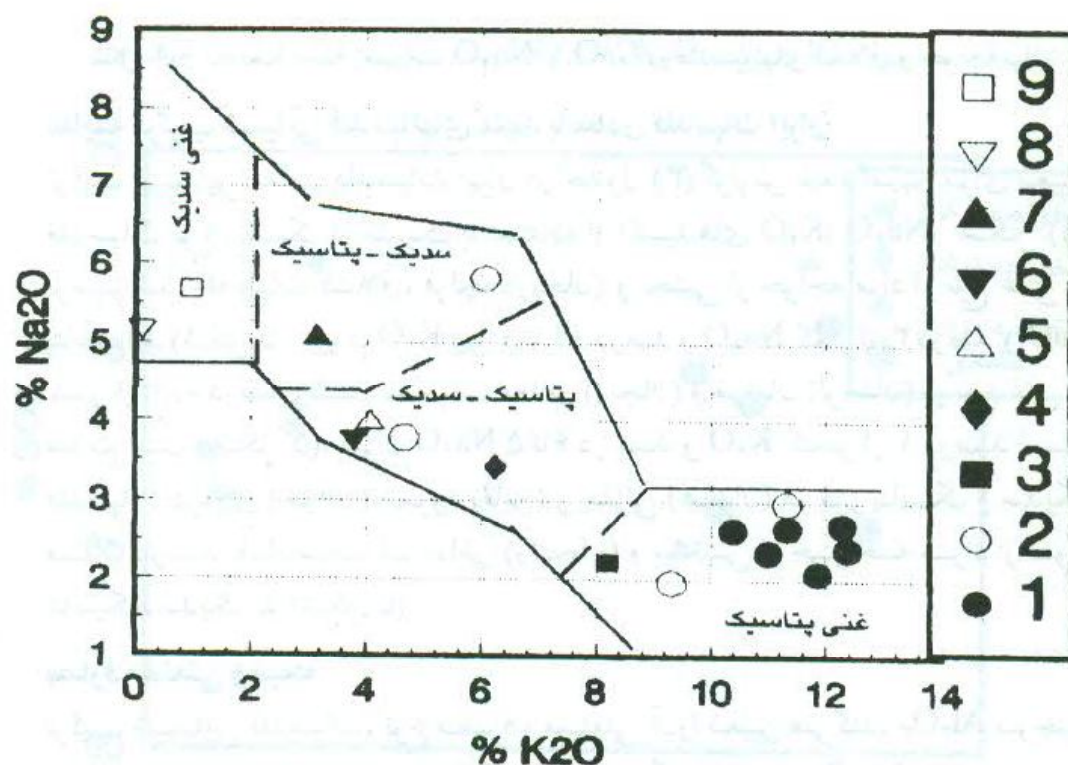
ترکیب شیمیایی معادن فلدسپات ایران در جدول (۳) گزارش شده است. برای تعیین فلدسپات نوع پتاسیک از سدیک با استفاده از اکسیدهای K_2O ، Na_2O ، شکل (۵) ترسیم شد. فلدسپات قشلاق، قزلچه (زنجان) و بخشی از خواجه مراد از نوع غنی از پتاسیم‌اند (شکل ۵). میزان K_2O بین ۸ تا ۱۴ درصد و Na_2O کمتر از ۳ درصد و CaO کمتر از ۱/۰ درصد است. فلدسپات مغانلو (زنجان) و مرزبان (لرستان) از نوع غنی از سدیم است (شکل ۵). میزان Na_2O ۵ تا ۶ درصد و K_2O کمتر از ۱ درصد است. فلدسپات دردوی (خواف)، بمرود (قاین) و چقائی (همدان) در مرز پتاسیک و سدیک قرار دارند. فلدسپات قره‌داش (زنجان) و بخشی از خواجه مراد از نوع پتاسیک-سدیک‌اند (شکل ۵).

مصارف صنعتی و نتیجه

ترکیب شیمیایی فلدسپات، نوع مصرف صنعتی آن را تعیین می‌کند. Al_2O_3 موجب افزایش مقاومت شیشه در برابر گرما و خمیدگی می‌شود. Na_2O دمای ذوب و چسبندگی را کاهش می‌دهد. K_2O کشش سطحی را افزایش می‌دهد. CaO دمای ذوب و چسبندگی را بالا می‌برد و به دلیل اختلاف ضریب انبساط آن با Na_2O و K_2O موجب ترک خوردگی محصولات سرامیکی می‌شود.

جدول ۳- ترکیب شیمیایی فلدسپاتهای ایران [۴]

اکسید / (درصد) درردوی خواف	بمرود قاین	مغانلو زنجان	قزلجه زنجان	قره‌داش زنجان	چقائی همدان	مرزبان لرستان	
۷۰/۳	۷۷/۲۳	۷۷/۶۱	۷۴/۲۳	۷۴/۶۱	۷۵/۵۴	۷۳/۹۳	SiO _۲
۱۳/۵	۱۳/۴۸	۱۳/۴۱	۱۳/۹	۱۳/۷۱	۱۵/۳	۱۶/۹۳	Al _۲ O _۳
۰/۶۳	۰/۱۵	۰/۴۴	۰/۱۸	۰/۴۴	-	۰/۱۸	Fe _۲ O _۳
-	۰/۰۳	-	-	-	۰/۱۴	۰/۲	TiO _۲
۱/۵۵	۰/۷۱	-	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۱۱	-	CaO
-	-	-	-	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۶۷	MgO
۳/۷۹	۳/۱۴	۰/۱۲	۸/۹۱	۶/۲۳	۴/۰۶	۰/۹۸	K _۲ O
۳/۷۹	۵/۰۵	۵/۱۸	۲/۲۲	۳/۴	۳/۹۶	۵/۶۶	Na _۲ O
۱/۷	۰/۲۷	-	۰/۲۳	-	۰/۹۶	۰/۶۱	L.O.I.

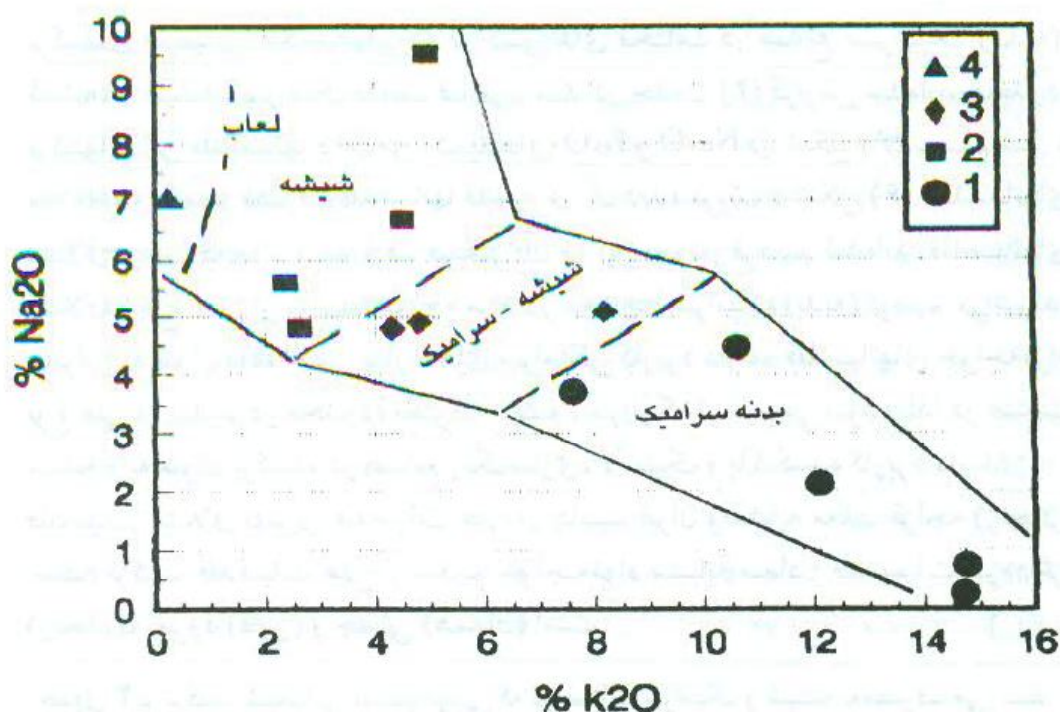


شکل ۵- مقایسه دامنۀ تغییرات K_۲O و Na_۲O در فلدسپاتهای ایران و تعیین نوع فلدسپات.
 ۱- قشلاق، ۲- خواجه مراد، ۳- قزلجه (زنجان)، ۴- قره‌داش (زنجان)، ۵- چقائی (همدان)،
 ۶- درردوی (خواف)، ۷- بمرود (قاین)، ۸- مغانلو (زنجان) و ۹- مرزبان (لرستان)

ترکیبهای شیمیایی فلدسپاتهایی که در کشورهای مختلف در صنایع سرامیک (بدنه)، شیشه، و شیشه - سرامیک به مصرف می‌رسند در جدول (۴) گزارش شده‌اند. محدوده ترکیبهای این فلدسپاتها براساس اکسیدهای K_2O و Na_2O در شکل (۶) ترسیم شد. و سه محدوده مهم مصرف فلدسپاتها قلیایی در آن دیده می‌شود شکل (۶). فلدسپاتهای قشلاق و خواجه مراد و مصارف صنعتی آن در این نمودار ترسیم شده‌اند. فلدسپاتهای قشلاق و نوع غنی از پتاسیم خواجه مراد در محدوده سرامیک (بدنه) ترسیم می‌شوند، بنابراین به عنوان ماده اصلی سازندهای سرامیکی کاربرد دارند. فلدسپاتهای خواجه مراد نوع غنی از سدیم در محدوده مصرف شیشه - سرامیک ترسیم می‌شود و لذا در صنعت شیشه و به عنوان پرکننده در صنایع رنگ‌سازی، لاستیک و پاک‌کننده کاربرد دارند. فلدسپات قشلاق بهترین فلدسپات غنی از پتاسیم ایران و مشابه معدن قزلچه (زنجان) است. ترکیب فلدسپات غنی از سدیم خواجه مراد مشابه معادن فلدسپات قره‌داش (زنجان)، بمرود (قاین) و چقائی (همدان) است.

جدول ۴ - ترکیب شیمیایی فلدسپاتهایی که در صنایع سرامیک و شیشه به مصرف می‌رسند
[۵، ۶، ۷ و ۸]

اکسید در صد	سرامیک امریکا	سرامیک امریکا	شیشه امریکا	شیشه فرانسه	شیشه ایتالیا	شیشه - سرامیک سوئد	شیشه - سرامیک نروژ
SiO_2	۶۷/۰۴	۷۱/۸۴	۶۷/۵۴	۶۳/۷۱	۷۰/۰۶	۷۵/۴	۶۴/۳۰
Al_2O_3	۱۸/۰۲	۱۶/۰۶	۱۹/۲۵	۲۱/۸۹	۱۸/۵	۱۴/۵	۲۰
Fe_2O_3	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۱۸
CaO	۰/۳۸	۰/۴۸	۱/۹۴	۰/۷	۰/۳	۰/۲۵	۱/۵
K_2O	۱۲/۱	۷/۶	۴/۰۵	۲/۳۷	۰/۱۱	۴/۳	۸/۳
Na_2O	۲/۱۲	۳/۷۲	۶/۹۶	۵/۶	۱۰/۲	۴/۸	۴/۹
L.O.I.	۰/۳	۰/۲	۰/۱۳	۰/۲۱	-	-	-



شکل ۶- مقایسه دامنه تغییرات Na_2O و K_2O در فلدسپات‌هایی که در صنایع سرامیک (بدنه و لعاب) و شیشه به مصرف می‌رسند. ۱- سرامیک (بدنه)، ۲- شیشه، ۳- سرامیک- شیشه و ۴- لعاب و شیشه

مراجع

1. Rogers, C., and Neal, P. J. (1983) Feldspars, Industrial Minerals and Rocks, 5th Edition, p.709-722.
2. Benedusi, S. (1998) Feldspar in Sardinia, In pole position for ceramic market: Industrial Minerals, Feb. 1998, p. 57-59.
- ۳- کریم پور، محمد حسن (۱۳۷۰) مطالعه و بررسی پتانسیل معدنی پگماتیتها، گرانیتها و گرانودیوریت‌های مشهد برای فلدسپات: طرح پژوهشی، ص ۵۲
- ۴- شیخی کاریزکی، حسین (۱۳۷۳) فلدسپات و فلدسپاتوئید، سازمان زمین شناسی ایران طرح کتاب ۱۳.
- ۵- ابراهیمی، خسرو (۱۳۷۷) گرانیت‌های مشهد و نگرشی بر پتانسیل اقتصادی آنها: دومین همایش انجمن زمین شناسی ایران، ص ۱۸ تا ۲۳.
6. Bolger, R. (1995) Feldspar and nepheline syenite. Industrial Minerals, May. p. 25-45.
7. Harben, P.W. (1987) Feldspar and nepheline syenite: Industrial Minerals Glass Survey, p. 69-80.
8. Watson, L. (1981) Feldspathic fluxes: Industrial Minerals, No. 163, p. 21-45.