

فلدسپات

ویژگی ها و کاربردهای فراوان ترین کانی پوسته زمین

آبدا ده بزرگی - محمد کمترین*

چکیده

گروه فلدسپات ها فراوان ترین کانی های موجود در پوسته زمین هستند. این کانی ها جزو گروه تکتوسیلیکات ها به حساب می آیند و در ساختمان خود، کاتیون های پتاسیم، سدیم و یا کلسیم دارند. این گروه شامل فلدسپات های پتاسیم دار یا ارتوکلازاها و فلدسپات های سدیم و کلسیم دار یا پلاژیوکلازاها هستند. فلدسپات ها از اجزای اصلی سنگ های آذرین، خصوصاً گرانیت ها هستند و به میزان کمتری در سنگ های دگرگونی و رسوبی دیده می شوند. در ایران با توجه به گسترش فعالیت های ماگمایی اسیدی در ادوار گوناگون زمین شناسی و رخنمون های فراوان توده های نفوذی اسیدی، پتانسیل قابل توجهی از این کانی ها شناسایی شده است.

فلدسپات در صنایع گوناگونی کاربرد دارد و با توجه به نوع محصول تولیدی، روش تولید و کیفیت آن، مقادیر متفاوتی از این کانی در صنایع گوناگون مصرف می شود. مهم ترین صنایع مصرف کنندگان فلدسپات، صنایع شیشه و سرامیک هستند که حدود ۸۵ درصد از کل تولید این کانی را مورد استفاده قرار می دهند. در ایران مصرف کنندگان عمده، صنایع کاشی، سرامیک، شیشه و چینی بهداشتی هستند. ذخایر اقتصادی فلدسپات در ۷۰ کشور جهان شناخته شده است و در حال حاضر، ۵۰ کشور در زمینه تولید آن فعالیت دارند که بزرگ ترین تولید کنندگان آن چین، ایتالیا و ژاپن هستند.

مقدمه

فلدسپات آلکالی نیز نام برده می شود.

- پلاژیوکلازاها که ایزومورف های سری آلپیت، آنورتیت هستند.
- فلدسپات های باریم دار یا فلدسپات های سنگین (سلسیان - هیالوفان) که نادر و فاقد ارزش اقتصادی هستند.
از نظر تجاری، کانی های گروه فلدسپات، نفلین سینیت و آلپیت های غنی از فلدسپات، همگی در صنایع سرامیک و شیشه استفاده می شوند.

تاریخچه

نام فلدسپات از واژه آلمانی "Feldspar" اخذ شده که معادل "Field Stone" در انگلیسی است. "Feld" به معنی زمین یا صحرا و "spar" به معنی کانی با رنگ روشن و دارای محصولات هوازگی بسیار نرم است. به عبارت دیگر، به دلیل این که در آن نواحی که کانی مورد نظر رخنمون داشته، آثار دگرسانی و کاتولینی شدن گسترش داشته، این کانی «فلدسپار» نامگذاری شده است.

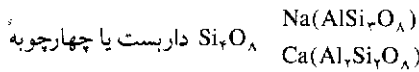
استفاده از محصولات هوازگی فلدسپات ها یعنی کاتولن، سابقه بسیار طولانی دارد. در این مورد، اسنادی از قرن ششم قبل از میلاد مسیح وجود دارد. همراه با کاتولن، فلدسپات های هوازده و به تدریج

فلدسپات ها که یک گروه از آلومینوسیلیکات های قلیایی و قلیایی خاکی هستند، فراوان ترین گروه کانی موجود در پوسته زمین به شمار می روند. در سنگ های آذرین به طور متوسط حدود ۶۰ درصد، در سنگ های دگرگونی به طور متوسط حدود ۳۰ درصد، و در سنگ های رسوبی به طور متوسط حدود ۱۰ درصد، فلدسپات شرکت دارد. نفلین سینیت نیز یک سنگ آذرین درونی است و به دلیل این که ۸۰ تا ۹۵ درصد آن از کانی های فلدسپاتی تشکیل شده است، از نظر تجاری همراه با فلدسپات ها بررسی می شود. فلدسپات ها و نفلین سینیت به عنوان منابع آلومینا و کمک ذوب های قلیایی، در صنایع شیشه و سرامیک کاربرد گسترده ای دارند.

گروه فلدسپات شامل کانی های آلومینوسیلیکاتی کلاس تکتوسیلیکات هاست که حاوی پتاسیم، سدیم یا کلسیم و به ندرت باریم هستند. با در نظر گرفتن نوع کاتیون، نحوه تشکیل (حرارت و محیط تشکیل) منشأ و سنگ مادر در طبیعت، می توان آن ها را به شرح زیر تفکیک کرد:

- فلدسپات های قلیایی یا آلکالن (میکروکلین، ارتوز، سانیدین و آنورتوز) که از آن ها در منابع گوناگون، به عنوان فلدسپات پتاسیمی و

می آورند. می توان گفت، اساس ساختمان فلدسپات ها از ساختمان کانی های SiO_2 سرچشمه گرفته است؛ با این تفاوت که در شبکه چهاروجهی ها وارد شده است و در پی آن Na^+ (یا K^+ یا Ca^{++}) حفره های موجود در ساختمان را اشغال کرده اند. هنگامی که Al^{3+} جایگزین فقط یک Si^{4+} (در واحد فرمولی فلدسپات) شود، ساختمان فلدسپات با ورود یک یون Na^+ یا K^+ موازنه می شود. ولی در صورتی که Al^{3+} جانشین دو Si^{4+} (در واحد فرمولی فلدسپات) شود، بار الکترواستاتیکی شبکه توسط یک کاتیون دوظرفیتی مثل Ca^{2+} موازنه می شود. (اتردی، ۱۳۷۵)

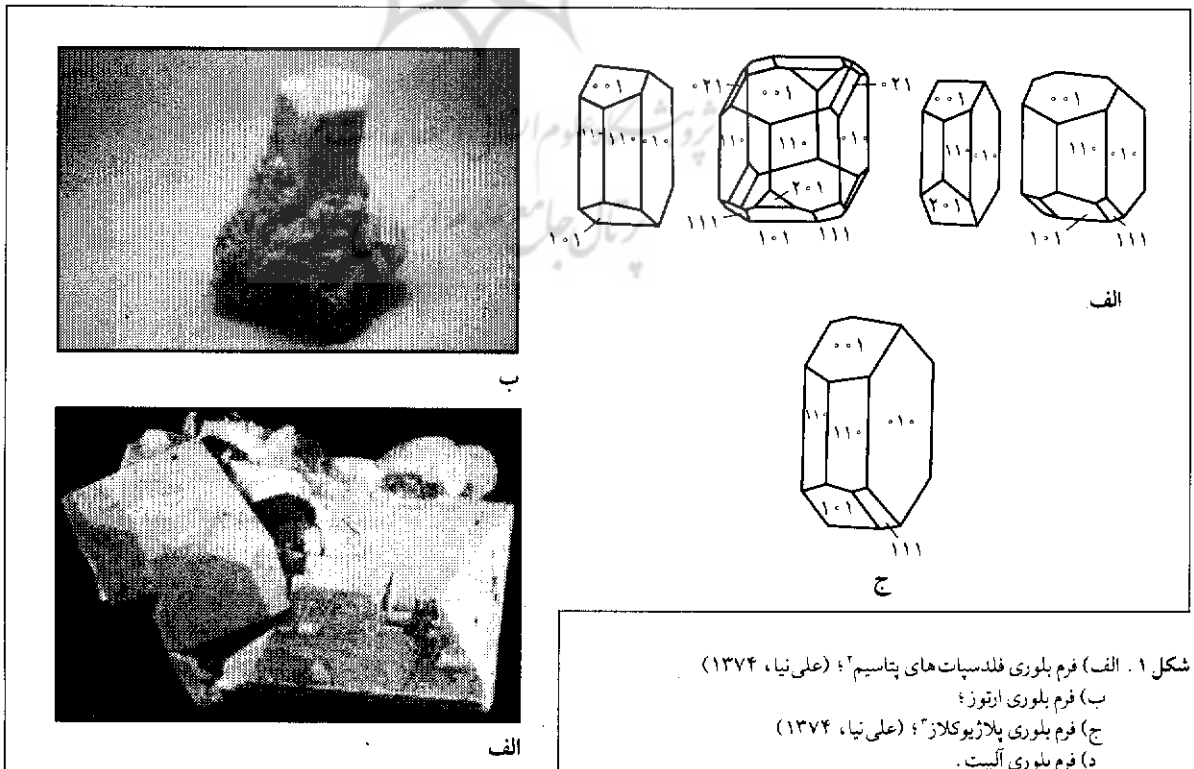


سیستم تبلور تمامی پلاژیوکلازها (فلدسپات های سدیم-کلسیم) تری کلینیک است. فرم بلوری این کانی که سطوح بلوری کاملاً مشخص دارد، نسبتاً کمیاب است و چنانچه یافت شود، فرم صفحه ایی تا صفحه ایی منشوری دارد. فلدسپات های پتاسیم-سدیم سیستم بلوری مونوکلینیک یا تری کلینیک دارند و فرم بلوری آن ها به صورت منشوری تا صفحه ای است. شکل ۱ فرم بلوری انواع فلدسپات ها را نشان می دهد. برخی از مشخصات بلورشناسی کانی های اصلی این گروه در جدول ۱ آمده اند.

خود فلدسپات نیز در صنایع سفال، سرامیک و شیشه رایج شدند. اما استفاده صنعتی از فلدسپات، به سال ۱۸۰۰ میلادی برمی گردد. صنعتگران ایرانی نیز با کاربرد فلدسپات و محصولات تجزیه آن به خوبی آشنا بوده و از آن ها در تولید سفال، سرامیک، لعاب و شیشه استفاده کرده اند. این صنعت که تاریخ کهنی در ایران دارد، به طور عمده در مناطقی که فلدسپات رخنمون داشته، گسترش یافته است. در حفاری های انجام شده از شهرهای هگمتانه و توس، سفال ها و سرامیک هایی به دست آمده اند که قطعاً مواد اولیه آن ها از نواحی مجاور تأمین شده است. این امر مؤید آشنایی کامل صنعتگران ایرانی با این ماده معدنی است.

بلورشناسی

فرمول کانی های گروه فلدسپات با ATO مشخص می شود که در آن T معرف Si و Al، و A مربوط به کاتیون های دوظرفیتی نظیر کلسیم و باریم در فلدسپات های قلیایی خاکی و سدیم و پتاسیم برای سری فلدسپات های آلکالن است. کانی های گروه فلدسپات در تقسیم بندی کلی کانی های سیلیکاتی، جزو تکتوسیلیکات ها قرار می گیرند و در ساختمان آن ها به فرمول عمومی AT_2O_8 ، چهاروجهی های AlO_4 و SiO_4 به صورت اشتراک در گوشه ها، شبکه ای سه بعدی را به وجود



شکل ۱. الف) فرم بلوری فلدسپات های پتاسیم^۳؛ (علی نیا، ۱۳۷۴)
 ب) فرم بلوری ارتوز؛
 ج) فرم بلوری پلاژیوکلاز^۲؛ (علی نیا، ۱۳۷۴)
 د) فرم بلوری آلیت.

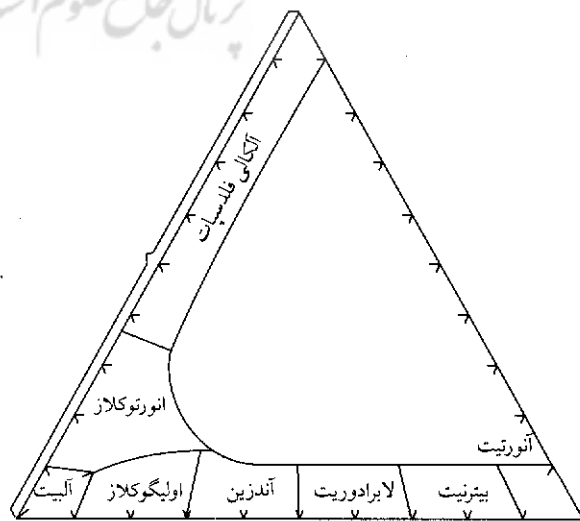
کانی شناسی

ترکیب شیمیایی بیش تر کانی های گروه فلدسپات را می توان در سیستم ارتوکلاز (Or)، آلبیت (Ab) و آنورتیت (An) مطالعه کرد. در این سیستم، عضوهای سری که ترکیبی بین ارتوزوآلبیت دارند، جزو فلدسپات های آکالن (قلیایی) و عضوهای سری بین آلبیت و آنورتیت، جزو فلدسپات های پلاژیوکلاز قرار می گیرند. در شکل ۲، انواع کانی های سری فلدسپات های پلاژیوکلاز و فلدسپات های آکالن نشان داده شده اند.

نوع دما پائین فلدسپات های پتاسیم دار، میکروکلین است. این کانی از نظر ترکیب مشابه سانیدین و ارتوز است، اما از آن جا که در سیستم تری کلینیک متبلور می شود، فرم تقارن آن مانند سانیدین نیست؛ بنابراین مشابه ارتوز است. میکروکلین یک عضو سازنده مهم سنگ های آذرین مانند گرانیت ها و سینیته ها محسوب می شود. ارتوز نیز یکی از کانی های سازنده مهم گرانیت ها، گرانودیوریت ها و سینیته ها است.

در ایران بیش تر در سنگ های آذرین درونی اسیدی و پگماتیت های همراه با آن ها دیده می شود. سانیدین منحصراً در سنگ های آذرین خروجی اسیدی، مانند ریولیت ها، تراکیت ها و توف های اسیدی دیده می شود. این کانی در سنگ هایی دیده می شود که از سرد شدن سریع مواد مذاب آتشفشانی با دمای اولیه بالا، به وجود آمده اند. (اتردی، ۱۳۷۵)

طبقه بندی سنگ های آذرین، به میزان زیادی براساس نوع و مقدار فلدسپات موجود در آن ها است. به عنوان یک اصل، هرچه در سنگی درصد SiO_2 بالاتر باشد، مقدار کانی های تیره آن کم تر، فلدسپات های پتاسیم دار آن بیش تر و پلاژیوکلازهای آن سدیم دارتر خواهند بود. برعکس، کاهش درصد SiO_2 ، موجب افزایش کانی های تیره و کلسیم دارتر شدن پلاژیوکلازها می شود.



شکل ۲. نامگذاری پلاژیوکلازها و فلدسپات های آکالن (قلیایی) دما بالا*

آلبیت در سنگ های آذرین اغلب با ارتوز و میکروکلین همراه است و در سنگ های آذرین اسیدی مانند گرانیت ها، سینیته ها، ریولیت ها و تراکیت ها یافت می شود. آلبیت در پگماتیت ها فراوان است و امکان دارد در این سنگ ها جایگزین میکروکلین اولیه شده باشد (شکل ۳- الف و ب).

الیگوکلاز، کانی مشخص گرانودیوریت ها و مونوزوسینیته ها است و آندزین در آندزیت ها و دیوریت ها یافت می شود. لابرادوریت در بازالت ها و گابروها وجود دارد و آنورتوزیت تنها کانی مهم سازنده سنگ را تشکیل می دهد. بیوتیت در گابروها وجود دارد و به ندرت در سایر سنگ ها دیده می شود و آنورتیت کمیاب تر از پلاژیوکلازهای سدیم دار است و در سنگ های سرشار از کانی های تیره و همین طور سنگ های آهکی دانه ای، در اثر دگرگونی مجاورتی به وجود می آید. فلدسپات های باریم دار یا فلدسپات های سنگین مانند سلسیان و هیالوفان، نسبت به سایر کانی های گروه فلدسپات، کمیاب هستند. شکل ۳، نمونه دستی و میکروسکوپی انواع فلدسپات را نشان می دهد.

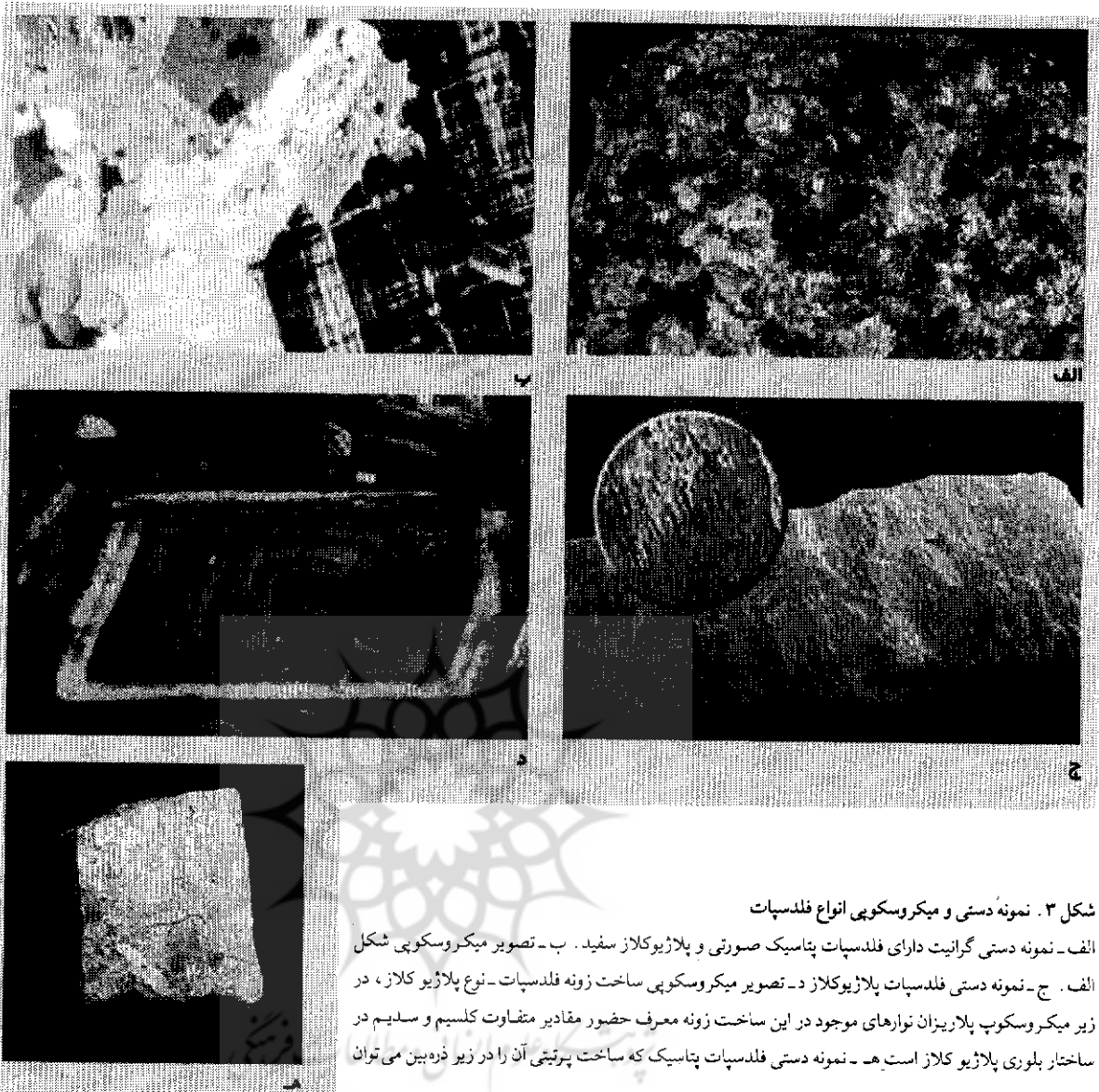
مشخصات شیمیایی

فرمول عمومی کانی های گروه فلدسپات AT_2O_8 است که در موقعیت T، علاوه بر عناصر Al و Si، عناصر دیگری نظیر Mg، Fe^{2+} ، Fe^{3+} ، Ga و B نیز می توانند بخشی را به خود اختصاص دهند. مقادیری جزئی از P و Ti نیز در نمونه های طبیعی گزارش شده است. (اسمیت، ۱۹۸۳) در موقعیت A، علاوه بر عناصر K، Ca، Ba و Na، عناصری مانند Sr، Cs، Rb، La، Er و Pb نیز می توانند در ساختار کانی های گروه فلدسپات مشارکت داشته باشند. ترکیب ایده آل کانی های اصلی گروه فلدسپات، در جدول ۱ آورده شده است.

برخی از مشخصات شیمیایی این کانی ها، موجب تمایز آن ها از کانی های دیگر می شود. برای مثال، کانی های سری پلاژیوکلاز، در برابر شعله فوتک در درجه ۴ تا ۴/۵ گداز پذیرند و شیشه بی رنگ را به وجود می آورند. آلبیت در HCl نامحلول است، اما آنورتیت در آن متلاشی می شود. بین این دو محدوده، هرچه عضوی کلسیم بیش تری داشته باشد، حلالیت بیش تری نشان می دهد. عضوهای سرشار از سدیم، شعله را زرد رنگ (شاخص Na) می کنند. ارتوکلاز که یکی از فلدسپات های پتاسیم دار است؛ در برابر فوتک به سختی (در درجه ۵) گداز پذیر و در اسیدها نامحلول است.

کاربردها

قسمت اعظم کانی های گروه فلدسپات در صنایع سرامیک و شیشه مورد استفاده قرار می گیرند. جدول ۲ میزان مصرف فلدسپات و نفلین سینیته را در جهان در سال ۱۹۹۸ نشان می دهد. (راسکیل، ۱۹۹۹)



شکل ۳. نمونه دستی و میکروسکوپی انواع فلدسپات

الف - نمونه دستی گرانیته دارای فلدسپات پتاسیک صورتی و پلاژیوکلاز سفید. ب - تصویر میکروسکوپی شکل الف. ج - نمونه دستی فلدسپات پلاژیوکلاز د - تصویر میکروسکوپی ساخت زونه فلدسپات - نوع پلاژیوکلاز، در زیر میکروسکوپ پلاژیوکلاز نوارهای موجود در این ساخت زونه معرف حضور مقادیر متفاوت کلسیم و سدیم در ساختار بلوری پلاژیوکلاز است. ه - نمونه دستی فلدسپات پتاسیک که ساخت پرتیتی آن را در زیر ذره بین می توان دید.

مصرف می شوند. صنعت سرامیک سازی حدود ۶/۶ میلیون تن در سال، کمک ذوب مصرف می کند که قسمت عمده آن را فلدسپات ها تشکیل می دهند. (راسکیل، ۱۹۹۹)

فرمولاسیون سرامیک ها به دو بخش تقسیم می شود که شامل مواد سازنده نرم و خمیری، و مواد سازنده سخت است. اجزای تشکیل دهنده نرم، رس ها و پرکننده های خنثی هستند که باعث تبدیل مواد به شکل دلخواه می شوند. اجزای تشکیل دهنده سخت که اساساً شامل کمک ذوب ها هستند، این امکان را فراهم می کنند که شکل مورد نظر با کاهش حرارت مذاب تغییر نکند و به همان حالت اولیه باقی بماند.

فلدسپات ها در تولید لعاب، پرکننده ها، ساینده ها، الکترودهای

جوشکاری و سایر مواد نیز مصرف می شوند.

صنایع شیشه سازی یکی از مهم ترین مصرف کنندگان فلدسپات و نفلین سینیت است که تقریباً نیمی از تقاضا برای آن ها را پوشش می دهد. در این صنعت، فلدسپات به عنوان کمک ذوب برای افزودن آلومینا (Al_2O_3) به شیشه به کار می رود که یکی از اجزای بسیار مهم شیشه است. گرچه درصد قابل توجهی آلومینا در اکثر شیشه ها وجود ندارد، ولی این اکسید باعث آسانی کار با شیشه می شود. همچنین باعث افزایش مقاومت شیشه در برابر خوردگی شیمیایی، افزایش سختی و دوام آن می شود و امکان تبلور شیشه را کاهش می دهد. در واقع، کانی های گروه فلدسپات، در صنعت شیشه سازی تأمین کننده اکسیدهای قلیایی (Na_2O, K_2O) به عنوان کمک ذوب هستند. (دانشگاه صنایع و معادن ایران، ۱۳۸۰)

در صنایع سرامیک سازی نیز فلدسپات ها به عنوان کمک ذوب

جدول ۱. مشخصات بلورشناسی، کانی‌شناسی و فیزیکی کانی‌های اصلی فلدسپات

نوع	نام کانی	فرمول شیمیایی	سیستم تبلور	وزن مخصوص	سختی	کلیواژ	ضریب انکسار	رنگ	جلا
فلدسپات‌های پتاسیم‌دار یا ارتوکلازها	ارتوکلاز	$KAlSi_3O_8$	مونوکلینیک	۲٫۵۷	۶	دوسری	۱٫۵۲	سفید تا گوشتی رنگ	شیشه‌ای
	میکروکلین	$KAlSi_3O_8$	تری کلینیک	۲٫۵۴-۲٫۵۷	۶	دوسری	۱٫۵۳	سفید تا زرد کم‌رنگ	شیشه‌ای
	سانیدین	$KAlSi_3O_8$	مونوکلینیک	۲٫۵۶-۲٫۶۲	۶	دوسری	۱٫۵۳	بی‌رنگ	شیشه‌ای
پلاژیوکلازها	آنورتوز	$(K_2Na)AlSi_3O_8$	تری کلینیک	۲٫۵۸	۶	دوسری	۱٫۵۳	سفید	شیشه‌ای
	آلبیت (Ab)	$NaAlSi_3O_8$	تری کلینیک	۲٫۶۲	۶	دوسری	۱٫۵۳	بی‌رنگ تا سفید	شیشه‌ای
	آنورتیت (An)	$CaAl_2Si_2O_8$	تری کلینیک	۲٫۷۶	۶	دوسری	۱٫۵۸	سفید تا خاکستری	شیشه‌ای
	الیگوکلاز	$Ab_{90-70} An_{10-30}$	تری کلینیک	۲٫۶۵	۶	دوسری	۱٫۵۴	سفید	شیشه‌ای
	آندزین	$Ab_{70-50} An_{30-50}$	تری کلینیک	۲٫۶۹	۶	دوسری	۱٫۵۵	سفید	شیشه‌ای
	لابرادور	$Ab_{50-30} An_{50-70}$	تری کلینیک	۲٫۷۱	۶	دوسری	۱٫۵۶	سفید	شیشه‌ای
	بیوتیت	$Ab_{30-10} An_{70-90}$	تری کلینیک	۲٫۷۴	۶	دوسری	۱٫۵۷	سفید	شیشه‌ای
	فلدسپات‌های سنگین	سلسیان	$BaAl_2Si_2O_8$	مونوکلینیک	۳٫۳۷	۶	دوسری	۱٫۵۹	بی‌رنگ تا زرد
هپالوفان		$(K,Ba)(Al,Si)_2Si_2O_8$	مونوکلینیک	۲٫۸	۶	دوسری	۱٫۶۴	بی‌رنگ تا زرد	شیشه‌ای

زمین‌شناسی و شرایط تشکیل و خاستگاه

گروه کانی‌های فلدسپات فراوان‌ترین کانی‌ها در پوسته زمین هستند که حدود ۶۰ درصد پوسته را تشکیل می‌دهند. مهم‌ترین منابع تأمین‌کننده فلدسپات‌ها، پگماتیت‌ها، آپلیت‌ها و توده‌های نفوذی گرانیتی فاقد کانی‌های تیره هستند. علاوه بر آن، نفلین‌سینیت‌ها نیز به عنوان منبع فلدسپات استفاده می‌شوند.

پگماتیت‌ها: سنگ‌های تمام بلورین هستند که حداقل برخی از بلورهای آن‌ها بسیار درشت بوده و همین درشتی بلورها معیار تشخیص آن‌ها از سنگ‌های درونی است. پگماتیت‌ها محصول تبلور بخش‌های پایانی ماگماها هستند که از نظر سیلیس، آلومین، قلیایی‌ها، آب، مواد فرار و عناصر فرعی و جزئی که به هر دلیل در مراحل قبلی نتوانسته‌اند وارد ساختمان بلورین کانی‌ها شوند، غنی شده‌اند.

پگماتیت‌ها اکثراً با گرانیت‌ها همراهند و عمدتاً شامل کوارتز،

جدول ۲. میزان مصرف فلدسپات و نفلین‌سینیت جهان در سال ۱۹۹۸

نوع محصول	میزان (هزار تن)	درصد
شیشه	۵۷۵۰	۴۳
سرامیک‌ها	۵۵۰۰	۴۱
آلومینا (Al_2O_3)	۱۰۰۰	۷
سایر محصولات	۱۲۵۰	۹
کل	۱۳۵۰۰	۱۰۰

فلدسپات، مسکوویت، و در مواردی بیوتیت هستند. مهم‌ترین تفاوت آن‌ها با گرانیت در اندازه بلورها و تفاوت‌های بافتی است. پگماتیت‌ها براساس ساخت به دو گروه پگماتیت‌های ساده و پیچیده تقسیم می‌شوند. پگماتیت‌های ساده مهم‌ترین منابع اقتصادی کوارتز و فلدسپات هستند، در حالی که اهمیت پگماتیت‌های پیچیده به دلیل حضور عناصر و کانی‌های نادر است.

آپلیت‌ها: سنگ‌های گرانیتی ریز بلور را که عمدتاً از کوارتز و فلدسپات تشکیل شده‌اند، آپلیت می‌گویند. از دیدگاه علمی، آپلیت‌ها می‌توانند از نظر شیمیایی در محدوده گرانیت‌ها و گرانودیوریت‌ها باشند، اما عبارت آپلیت، عموماً برای سنگ‌های ریز بلور با ترکیب گرانیت‌های آلکانل لوکوکرات مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کلی، آپلیت‌ها و پگماتیت‌ها به طور عمده در زون‌های حاشیه‌ای توده‌های گرانیتی مشاهده می‌شوند.

آپلیت‌ها پیش از پگماتیت‌ها هنگامی که فاز غنی از آب از ماگما جدا می‌شود، در بخش‌های کم‌عمق پوسته عموماً به شکل دایک متبلور می‌شوند. (هیندمن، ۱۹۸۵)

نفلین‌سینیت: نفلین‌سینیت یک سنگ متوسط تا درشت دانه است که اساساً از نفلین، میکروکلین و آپلیت تشکیل شده است. ترکیب ایده‌ال آن $NaAlSi_3O_8$ است، اما در طبیعت همواره در آن مقداری پتاسیم نیز حضور دارد.

فلدسپات‌نویدها گروهی از کانی‌های آلومینوسیلیکاته هستند که پتاسیم، سدیم و کلسیم دارند و ترکیب آن‌ها مشابه فلدسپات است، اما مقدار سیلیس آن‌ها کم‌تر است. این کانی‌ها از ماگماهای تحت اشباع (فقیر از سیلیس) متبلور شده‌اند. شواهد موجود نشان می‌دهند

که یک ماگمای مادر اولیه، مسئول تشکیل سنگ های تحت اشباع نیست.

محصولات هوازدگی سنگ های گرانیتی و پگماتیت ها و آپلیت های همراه آن ها: در صورتی که هر کدام از سنگ های فوق تحت تأثیر هوازدگی (به طور عمده فیزیکی) قرار گیرند، ممکن است رسوبات غنی از فلدسپات تولید شود. از این مواد می توان به عنوان ماده اولیه در تولید فلدسپات استفاده کرد.

انواع کانسار

انواع کانسارهای فلدسپات به ترتیب اهمیت عبارتند از:

- پگماتیت ها

- آلاسکیت (نام تجاری گروهی از سنگ های گرانیتی که فاقد کانی های تیره است و از نظر بافتی، مشابه پگماتیت ها و گرانیت هاست. در شرق آمریکا، کانادا و کشورهای اسکاندیناوی رخنمون دارد. به دلیل این که این کانسار از تأمین کننده های اصلی فلدسپات محسوب می شود، در رده بندی فوق الذکر، در برخی از منابع به صورت مستقل آورده شده است. (کر، ۱۹۹۴)^۵

- آپلیت

- گرانیت

- ماسه های فلدسپاتی (آرکوز)

- کوارتزیت های فلدسپاتی (ماسه سنگی که دارای ۷۰ تا ۹۵ درصد

کوارتز، چرت و کوارتزیت دگرگونی، ۵ تا ۱۵ درصد فلدسپات یا

خرده های سنگ های بلورین فلدسپاتی و ۱۵ تا ۲۰ درصد میکا یا خرده های سنگ های دگرگونی میکادار است.)

زمین شناسی و پراکندگی کانه فلدسپات در ایران

براساس نتایج مطالعات و بررسی های موجود، سن و موقعیت جغرافیایی سنگ های نفوذی عمده ایران به شرح زیر است: (شیخی کاریزی، ۱۳۷۳)

توده های نفوذی پروتروژوئیک پسین: این سنگ ها به سه گروه تقسیم می شوند:

(الف) گرانیت ها و دیوریت های ذوب بخشی و میگماتیت ها که در ناحیه چابدونی رخنمون دارند.

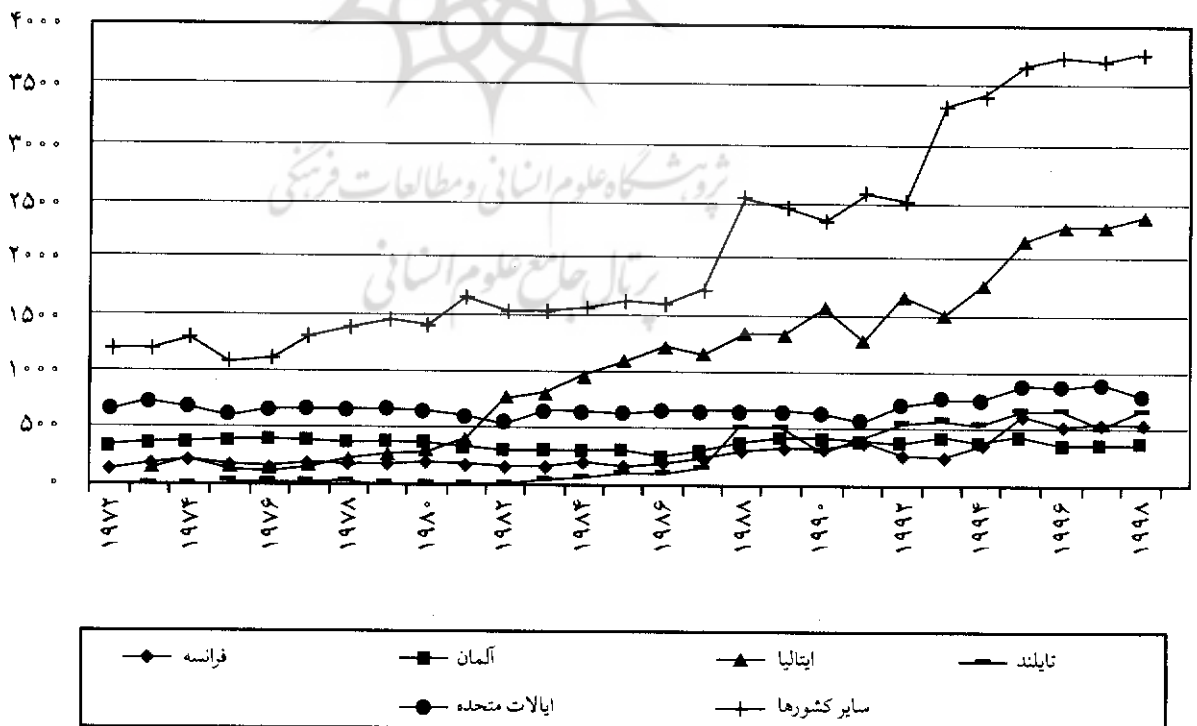
(ب) سنگ های نفوذی کالک آلکالن که در نواحی پشت بادام، موته، کلمرد و حسن رباط رخنمون دارند.

(ج) سنگ های نفوذی آلکالن که در نواحی زنجان (گرانیت دوران)، برنورد، موته، زیرگان، ناریمان و چادرملو رخنمون دارند.

توده های نفوذی مزوزوئیک: این سنگ ها به طور عمده در لبه فعال قاره ای مزوزوئیک در جنوب غربی ایران مرکزی گسترش دارند و منشأ آن ها با فرایندهای همراه با فرورانش در طول مزوزوئیک مرتبط است.

مهم ترین فعالیت ماگمایی تریاس میانی در نواحی سیرجان و اسفندقه (بخش جنوبی زون سنندج - سیرجان) مشاهده می شود.

مهم ترین فعالیت ماگمایی در ژوراسیک پسین در بخش های



شکل ۴. میزان تولید عمده تولیدکننده فلدسپات (برحسب هزار تن)، ۱۹۷۲-۱۹۹۸ (راسکیل، ۱۹۹۹، اینداستریتال مینرالز، ۱۹۹۸ و بی جی اس، ۱۹۹۹)^۶

جدول ۳. میزان ذخایر فلدسپات برخی از کشورهای عمده جهان^{۱۴} (راسکیل، ۱۹۹۹)

کشور	میزان ذخایر (میلیون تن)
آرژانتین	۳٫۲
آمریکا	۵۰۰
ایتالیا	۹۹
برزیل	۵۳٫۶
اسپانیا	۳۲٫۵
کره جنوبی	۱۶٫۱
ترکیه	۲۰۰
کل	۹۰۴٫۴

با توجه به گسترش فعالیت های ماگمایی اسیدی در ادوار گوناگون زمین شناسی، در رخنمون های متعددی از توده های نفوذی اسیدی پتانسیل معدنی ایران قابل توجه می باشد. ولی متأسفانه مطالعات سیستماتیک و دقیقی روی آن انجام نگرفته است. بیش تر معادن موجود، از نوع معادن کوچک هستند و در اثر پی جویی افراد محلی کشف و به صورت سنتی از آن ها بهره برداری می شود.

تجارت جهانی فلدسپات

کشورهای ایتالیا، چین، ژاپن، ترکیه و آمریکا با تولید بیش از ۶۳ درصد فلدسپات جهان، بزرگ ترین تولیدکنندگان این کانی هستند. کشورهای فرانسه، آلمان، کره جنوبی، اسپانیا و تایلند رده های بعدی کشورهای عمده تولیدکننده فلدسپات را در اختیار دارند (شکل ۴). کشورهای ترکیه، چین، تایلند و فرانسه مهم ترین صادرکنندگان فلدسپات در سال ۱۹۹۸ بوده اند. مهم ترین واردکنندگان فلدسپات در سال ۱۹۹۸ نیز ایتالیا، تایوان و مالزی بوده اند.

* دانشگاه صنایع و معادن ایران

زیرنویس

1. Smith
2. Roskill
3. Hyndman
4. Roskill 1999 Industrial, 1998 BGS 1999)
5. Carr

۶. کر، ۱۹۹۴.

۷. شیخی کاریزی، ۱۳۷۳.

۸. منظور از An10-30 و Ab90-70 این است که در کانی موردنظر، به میزان ۱۰ تا ۳۰ درصد آنورتیت (An) و ۷۰ تا ۹۰ درصد آلبیت (Ab) وجود دارد.

منابع

۱. سیروس اتودی، کانی شناسی سیلیکات ها، دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۴.
۲. حسین شیخی کاریزی، زمین شناسی ایران (فلدسپات و فلدسپاتوئید)، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۳.
۳. فیروز علی نیا، کانی شناسی و سنگ شناسی رشته معدن شاخه آموزش فنی و حرفه ای نظام جدید آموزش متوسطه، ۱۳۷۴.
۴. دانشگاه صنایع و معادن ایران. طرح جامع معادن ایران، گزارش فلدسپات، ۱۳۸.

Reference

5. Carr, D., Industrial Minerals and Rocks, SME Publication, 1994.
6. Harben P.W., The Industrial Minerals, Handy Book III, 1998.
7. Hyndman, D.W., Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks, Mc Graw - Hill, 1985.
8. Ludman A. and Coch N.K., Physical Geology, Mc Graw - Hill, 1982.
9. Mc Geary D., Plummer Ch., Carlson D., Physical Geology, Mc Graw - Hill, 2001.
10. B.G.S, world Mineral Statistics, 1999.
11. Roskill Information Ltd, The Economics of feldspar, 1999.

شمال غربی زون سنندج - سیرجان گسترش داشته است. علاوه بر آن، توده های نفوذی در آذربایجان، ماسوله، اسماعیل آباد، شیرکوه و کلاه قاضی، گلپایگان، شاهکوه، ده بید و بروجرد نیز گزارش شده اند. توده های نفوذی ائوسن - الیگوسن: سنگ های این دوره در جنوب شرقی ایران و نزدیکی زاهدان رخنمون دارند.

توده های نفوذی الیگوسن - میوسن: آخرین فعالیت عمده ماگماتیسم در این زمان صورت گرفته است. این سنگ ها در قسمت های مرکزی و جنوب شرقی جبال بارز و همچنین در شرق البرز، توده های اکاپل و نوشا گسترش دارند.

توده های نفوذی پلیوسن: احتمالاً لوکوگرانیت علم کوه و کوارتز پورفیری بانه و گرانیت قهرود مربوط به فعالیت های این دوره هستند.

ذخایر عمده فلدسپات در جهان

با توجه به این که کانی های گروه فلدسپات در سنگ های گرانیتی، پگماتیتی، آلبیتی و ماسه سنگ ها قرار دارند، ذخایر این کانی در جهان بسیار فراوان و مقدار آن، بسیار بیش از تقاضای جهانی پیش بینی شده است. جدول ۳ میزان ذخایر فلدسپات برخی از کشورهای بزرگ را نشان می دهد.

ذخایر و کانسارهای عمده فلدسپات در ایران

معادن شناخته شده فلدسپات ایران، با توده های نفوذی اسیدی مرتبط هستند و از نظر موقعیت زمین شناسی، در مناطق زیر گسترش دارند:

- زون سنندج - سیرجان (استان های همدان و لرستان)
- زون های البرز و البرز - آذربایجان (استان های آذربایجان، زنجان، تهران و گیلان)
- زون های ایران مرکزی (استان های خراسان و یزد)
- زون های بینالود و منطقه لوت (استان های خراسان و سیستان و بلوچستان)