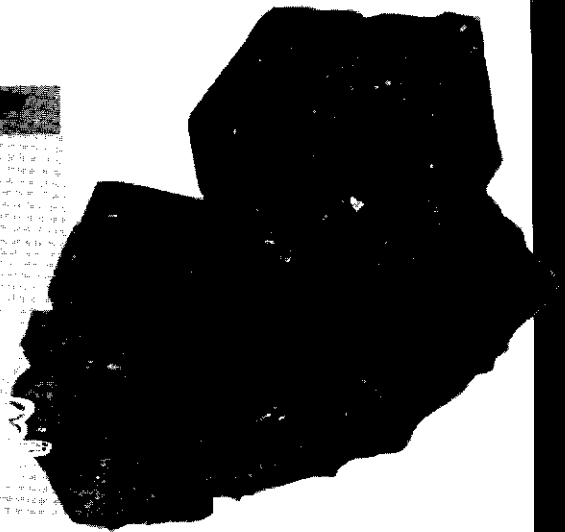


# کانی فلورین؛

## خواص و کاربردهای آن



فرانک لطفی\*

### مقدمه

فلوئور الکترونگاتیوترین عنصر جدول تناوبی است و می‌تواند با سایر عناصر ترکیب شود. یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی عنصر فلوئور، کانی «فلورین» است. از ترکیب این کانی با اسیدسولفوریک، فلورید هیدروژن تولید می‌شود که ماده اولیه برای تولید دیگر ترکیبات فلوئور است. از سال ۱۵۴۶ به بعد، معادن فلورین در حد اقتصادی مورد بهره برداری قرار گرفتند. قبل از این تاریخ، از بلورهای درشت فلورین، تنها به عنوان زینت و برای ساختن ظروف و مجسمه استفاده می‌شد.

### خواص فلورینشناسی

فلورین یا فلورایت به فرمول  $CaF_2$  بلورهای غالباً مکعبی دارد که گاهی تا اندازه‌های بسیار درشت رشد می‌کنند. ماکل‌های تداخلی مکعب‌های فلورین در جهت {۱۱۱} بسیار زیاد است. این کانی به صورت‌های زیر بلور، درشت بلور، متراکم، ساقه‌ای، خورنده‌ای و اکسازرنگی تشکیل می‌شود. فلورین به رنگ‌های زرد، سبز، آبی، بنفش، قرمز، صورتی و بی‌رنگ یافت می‌شود. رخ آن در جهت {۱۱۱} است و سختی شاخص آن ۴ است. این کانی حلالی شیشه‌ای دارد برخی از انواع فلورین زرد، سبز، آبی و بنفش در اثر نور ماوراء بنفش، از خود خاصیت فلوئورسانس نشان می‌دهند. این بلورها همچنین اگر به مدت زیاد در مقابل نور خورشید قرار بگیرند، که رنگ می‌شوند یا تغییر رنگ می‌دهند. چنانچه، انواع سبز آن در مقابل نور خورشید از توانی می‌شوند. لازم به ذکر است که رنگ انواع تیره رنگ فلورین احتمالاً مربوط به تشعشعات رادیواکتیو است.

### خواص فیزیکی و شیمیایی

فلورین هادی جریان الکتریسیته است. نقطه‌ی ذوب فلورین  $140.4^{\circ}C$  و نقطه‌ی جوش آن  $2513^{\circ}C$  است. جرم مخصوص کانی فلورین  $3.1$  تا  $3.2$  گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد. این کانی با اسیدسولفوریک تولید  $HF$  (اسید فلوریدریک) می‌کند. فلورین  $(CaF_2)$  از  $1/51$  درصد کلسیم و  $48.9$  درصد فلوئور تشکیل شده است. علت شدید آن با سایر عناصر است. جرم مولکولی این کانی  $78.08$  و میزان حلالیت آن در  $25^{\circ}C$ ،  $0.146$  گرم بر لیتر است.



## کانی‌سازی و خاستگاه فلورین

به طور کلی، کانسارهای فلورین را به دو دسته برون‌زاد و درون‌زاد تقسیم می‌کنند:

نوع برون‌زاد در رسوبات حاصل از خشک شدن حوضه‌های آبی یا چشمه‌های آب معدنی کربناته و همراه با هالیت، ژپس و انیدریت شکل می‌گیرد. نوع درون‌زاد در اثر فعالیت‌های ماگمایی و در شرایط مختلف ایجاد می‌شود. کانی فلورین در طبیعت معمولاً به همراه گروه‌های مختلفی از دیگر کانی‌ها وجود دارد که شش گروه آن‌ها به شرح زیر است:

۱. فلورین
۲. جیوه، آنتیموان، فلورین
۳. کمپلکس‌های فلزی، فلورین
۴. فلزات کمیاب، فلورین
۵. برلیم، فلورین
۶. عناصر نادر خاکی، فلورین

از آن‌جا که تشکیل فلورین در محیط‌های گوناگون زمین‌شناسی رخ می‌دهد می‌توان نتیجه گرفت که این کانی می‌تواند در شرایط فیزیکی و شیمیایی متفاوتی تشکیل شود. تشکیل کانسارهای فلورین را می‌توان در مناطق زیر جست‌وجو کرد:

- الف) رگه‌های تشکیل شده در شکاف‌های موجود در انواع سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی.
- ب) کانسارهای لایه‌ای شکل در سنگ‌های کربناته.
- ج) کانسارهای جانیشینی در سنگ‌های کربناته در همپری با توده‌های نفوذی آذرین اسیدی.
- د) کانسارهای موجود در حاشیه کمپلکس سنگ‌های آلکالن و کربناتیت.
- ه) کانسارهای به جا مانده ناشی از هوازدگی کانسارهای اولیه و به صورت محصول فرعی در کانسارهای فلزی.

## پی‌جویی و اکتشاف فلورین

کانسارهای گرمابی فلورین با دمای بالا در مرز توده‌های گرانیت و طبقات درونگیر آن تشکیل می‌شوند. در این حالت، گرانیت، اغلب گرایزنی و سنگ آهک، اسکارنی شده هستند.

کانسارهای گرمابی فلورین با دمای متوسط، در مجاورت توده‌های گرانیت قرار دارند و معمولاً با کوارتز، باریت، اسفالریت، گالن، کالکوپیریت، کلسیت و هماتیت همراهند.

کانسارهای گرمابی فلورین با دمای پائین، الزاماً با توده گرانیت ارتباط ندارند. در این حالت، کانی‌های کائولینیت، سیلیس آمورف، پیریت، مارکاسیت و گاهی مقادیر قابل توجهی از آنتیموان و سینابر، آن‌ها را همراهی می‌کنند. به طور کلی، نواحی گسترش فلزاتی از قبیل: سرب، روی، آنتیموان، جیوه، قلع و کانسارهای گرمابی مربوط به محدوده مزوترمال و اپی‌ترمال، می‌تواند راهنمای حضور فلورین باشد، نقشه‌های هیدروشیمیایی که در آن آب‌های زیرزمینی با فلئوئور اشباع شده‌اند، برای پی‌جویی کانسارهای فلورین مناسبند. البته تجمع غیرعادی فلئوئور در این محل‌ها ممکن است به دلایل متعددی باشد، از قبیل جدا شدن فلئوئور از سنگ‌های معدنی غنی، سپس نفوذ آب‌های شیرین و مخلوط شدن آب‌های زیرزمینی با محلول‌های عمیق که منشأ گوناگون دارند. در حالت اول، آنومالی‌های هیدروشیمیایی با توده‌های معدنی رابطه مستقیم دارد که نشانه وجود کانی‌های فلورین در منطقه تلقی می‌شود و در حالت دوم، آنومالی‌های کاذب هیدروشیمیایی، ارتباط با توده‌های معدنی نزدیک ندارند.



پی جویی مقدماتی بر اساس نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰۰ و با نمونه گیری های ژئوشیمیایی و برداشت های فلورئومتری انجام می شود. برای پی جویی تفصیلی در مقیاس های زیردست از جمله ۱:۱۰۰۰۰ عملیات قبلی مجدداً انجام می شود؛ با این تفاوت که حفاری ها بیش تر صورت می گیرد و تحقیقات ژئوشیمیایی در مقیاس های ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰ انجام می شود. پس از آن، مناطقی که از نظر تمرکز فلورین تأیید می شوند، مورد عملیات اکتشاف مقدماتی قرار می گیرند. پس از انجام این مراحل، بر اساس نوع، اندازه، شرایط ریخت شناسی و ساختار داخلی، روش اکتشافات بعدی تعیین می شود. در این مرحله گسترش توده ابعاد سطحی و عمق، با کمک حفر گمانه مشخص می شود. نهایتاً عملیات اکتشاف تفصیلی به منظور تعیین محدوده مواد معدنی، فرم و ساختمان آن انجام می گیرد که از طریق انبوه تر کردن شبکه اکتشافی حفاری ها تکمیلی انجام می شود. در این مرحله اقدام به تعیین ذخیره کانسار می شود.

**ج) کاربرد در متالورژی**

فلورین به دلیل خاصیت کمک ذوب بودن، در صنایع متالورژی کاربردهای فراوان دارد. از جمله کاربردهای آن می توان به صنایع فولادسازی، ریخته گری چدن و تولید آلیاژهای آهن اشاره کرد.

**کاربرد فلورین**

**الف) کاربرد شیمیایی**

مهم ترین کاربرد شیمیایی فلورین در تولید اسید فلوریدریک است که از اثر سولفوریک بر فلورین به دست می آید. از حدود یک کیلوگرم فلورین، ۲۵۲ گرم اسید فلوریدریک تهیه می شود. اسید فلوریدریک کاربردهای متعددی، از جمله در تهیه فلوروکربن ها، پاک کننده ها، فعال کننده های سطحی مواد دارویی، عوامل کف در آتش نشانی و همچنین کاربرد در صنعت آلومینیوم برای تهیه فلورید آلومینیوم دارد.

**د) کاربرد در صنایع اپتیک**

فلورین قابل مصرف در صنایع اپتیک به طریقه شیمیایی و با خواص بسیار زیاد تهیه می شود. بلور این کانی به دلیل کم بودن ضریب شکست آن، اشعه ماوراء بنفش را به خوبی عبور می دهد. به همین دلیل، از آن به عنوان منشور در سیستم های اپتیک و ساخت عدسی های شیشه بدون تداخل رنگی در میکروسکوپ مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین فلورین به عنوان ابزار اپتیکی در سیستم های لیزری با انرژی زیاد، کاربرد دارد.

**ب) کاربرد در صنایع سرامیک**

در صنعت سرامیک، فلورین در تولید شیشه های سفید و لعاب به کار می رود. در این مواد، فلورین هم به عنوان کمک ذوب و هم به عنوان مات کننده عمل می کند. کاربرد فلورین در این صنعت باید با احتیاط باشد، چون به دلیل واکنش های دیگری که با سایر اجزای لعاب صورت می دهد، باعث فساد این ترکیبات و ایجاد سوراخ های سوزنی در لعاب می شود.

**معادن فعال فلورین در ایران**

بر مبنای آخرین گزارش ها که از سایت «پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور» گرفته شده معادن فعال فلورین ایران به شرح جدول شماره ۱ است. علاوه بر آنچه در جدول شماره ۱ آمده ذخائری از فلورین در





جدول ۱. فهرست معادن فلورین ایران، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین، ۱۳۸۲

نام معدن	استان
چاه گلا	مرکزی
دشت بو	سمنان
فسخود (کمشرچه)	اصفهان
طبس (کمرمهری)	یزد، چهارگوش ۲۵۰۰۰۰: ۱: ۲۵
قادر آباد سقز	کردستان
قهرآباد سلیمان	کردستان
آتشکوه	مرکزی
هلدلی	خراسان، چهارگوش ۲۵۰۰۰۰: ۱: ۲۵ گناباد

### تولید جهانی فلورین

البرز مرکزی نیز شناخته شده‌اند. از جمله این ذخائر می‌توان به کانسارهای پاچی میانا و پل سفید اشاره کرد. ذکر این نکته نیز جالب توجه است که اغلب ذخائر شناخته شده و بزرگ فلورین ایران در سنگ‌های کربناتی تریاس جای گرفته‌اند. ذخائر طبس، فسخود و پاچی میانا از عمده ذخائر فلورین در ایران هستند.

### منابع جهانی فلورین و جایگزین آن

منابع شناخته شده جهانی فلورین تقریباً ۵۰۰ میلیون تن است. از این میزان ۳۶۰ میلیون تن از سنگ‌های فسفاته، (۳۲ میلیون تن تولید ایالات متحده و منابع جهانی ۳۳۰ میلیون تن سایر کشورها) حاصل می‌شود. برای بعضی مصارف فلورین امروزه الیومین و یا سنگ‌های آهکی - دولومیتی، به عنوان جایگزین به کار می‌روند. اسید فلئوئوروسیلیسیک که به شکل محصول جانبی از اسید فسفریک به دست می‌آید، به عنوان یک جایگزین در تولید آلومینیوم فلوراید به کار می‌رود.

\* عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جنوب

نام کشور	تولیدات معدنی		ذخایر پایه*
	۲۰۰۱	۲۰۰۲	
ایالات متحده	در دست نیست	در دست نیست	۶۰۰۰
چین	۲۴۵۰	۲۴۵۰	۱۱۰۰۰۰
فرانسه	۱۱۰	۱۱۰	۱۴۰۰۰
ایتالیا	۴۵	۵۰	۷۰۰۰
کنیا	۱۰۸	۹۵	۳۰۰۰
مکزیک	۶۳۵	۶۴۰	۴۰۰۰۰
مغولستان	۲۰۰	۲۰۰	۱۶۰۰۰
مراکش	۷۵	۹۵	در دست نیست
نامیبیا	۸۳	۸۶	۵۰۰۰
روسیه	۱۹۰	۱۹۰	متوسط
آفریقای جنوبی	۲۸۶	۲۴۰	۸۰۰۰۰
اسپانیا	۱۳۰	۱۳۰	۸۰۰۰
سایر کشورها	۲۲۰	۲۴۰	۱۷۰۰۰۰
جمع کل	۴۵۳۰	۴۵۳۰	۴۸۰۰۰۰

منابع  
 ۱. گریمر، پ. (۲۰۰۳). نقش‌های سنگ‌های خست‌من  
 انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۳۷۸.  
 ۲. رفیعی، ا. (۱۳۸۲). زمین‌شناسی و اکتشاف فلورین، شرکت  
 مطالعاتی طرح‌های جامع فلزات ایران، ۱۳۷۸.  
 ۳. پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور [www.ngd.ir](http://www.ngd.ir)  
 4. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/fluorspat>  
 5. Simon & Schuster's guide to rocks and minerals, (1999), the American museum of natural history.

جدول ۲. تولید جهانی فلورین در (سازمان زمین‌شناسی آمریکا، ۲۰۰۳)