

مقدمه

منگنز (Mn) یکی از عناصر فراوان در پوسته زمین بوده و حدود 0.1 درصد از آن را تشکیل می‌دهد. میانگین غلظت منگنز در خاک 440 ppm است، اما این مقدار بسته به نوع خاک می‌تواند بین 7-9000 ppm متغیر باشد. این مقادیر را می‌توان به راحتی با دستگاه‌های XRF دستی Niton ساخت شرکت Thermo Scientific اندازه‌گیری کرد.

سنگ‌های معدنی منگنز معمولاً شامل اکسیدهای قهوه‌ای تیره تا سیاه مانند پیرولوزیت (MnO_2) و پسیلوملان ($\text{BaMn}_9\text{O}_{18} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) هستند. علاوه بر این، ترکیباتی مانند کربنات منگنز (رودوکروزیت، MnCO_3) و سیلیکات منگنز (براونیت، MnSiO_3) نیز ممکن است در کنار آن‌ها یافت شوند. منگنز معمولاً در نزدیکی ذخایر آهن دیده می‌شود و در کشورهایی مانند آفریقای جنوبی، استرالیا، چین، برزیل، گابن، اوکراین، هند، غنا و قزاقستان استخراج می‌شود.

کاربرد دستگاه XRF در معادن



روش XRF یا فلورسانس پرتو ایکس، یک روش پیشرفته برای تجزیه و تحلیل سریع و دقیق عناصر است که به آماده‌سازی خاصی نیاز ندارد. این فناوری در مراحل مختلف معدن‌کاری، از اکتشاف اولیه گرفته تا کنترل عیار سنگ معدن و حتی بررسی‌های زیست‌محیطی کاربرد دارد.

آنالیزورهای دستی XRF Niton می‌توانند عناصر مختلفی را از منیزیم (Mg) تا اورانیوم (U) شناسایی کنند. این دستگاه‌ها دقت بالایی دارند، به سرعت نتایج را ارائه می‌دهند و زمان تحلیل داده‌ها را به‌شدت کاهش داده‌اند.

کاربردهای منگنز

منگنز از نظر خواص شیمیایی شباهت زیادی به آهن دارد، به همین دلیل معمولاً در کنار ذخایر آهن یافت می‌شود و حتی ممکن است تا حدی جایگزین آهن در برخی ترکیبات شود. ذخایر منگنز در دنیا به چند دسته تقسیم می‌شوند:

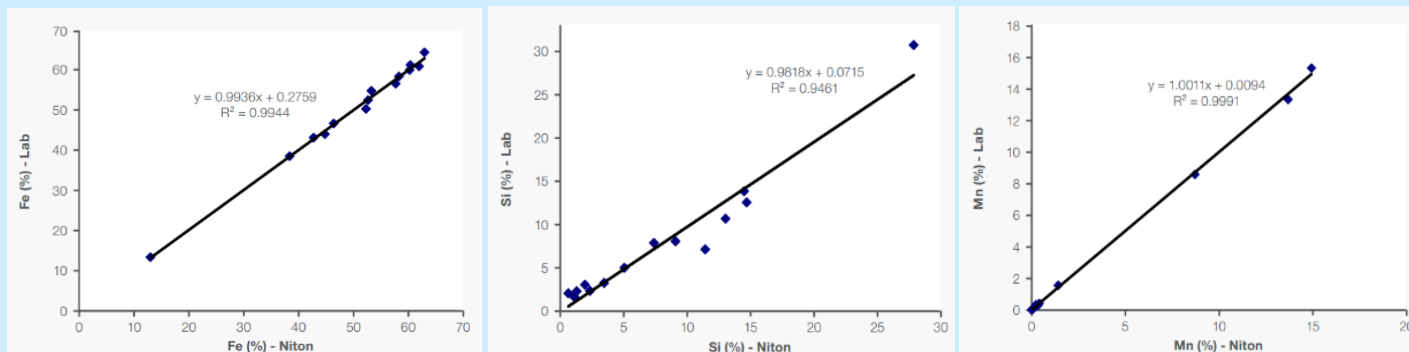
- تشکیلات منگنز پرکامبرین (قدمت بیش از 541 میلیون سال)
- ذخایر کربنات منگنز در شیل سیاه
- ذخایر دریایی کم‌عمق
- ذخایر پرعیار که از سنگ‌های کم‌عیار تشکیل شده‌اند (ذخایر سوپرژن)
- گره‌های منگنز در بستر اقیانوس‌ها

برآورد شده است که میلیاردها تن منگنز در کف اقیانوس‌ها وجود دارد، اما هنوز استخراج نمی‌شود. ۸۵ تا ۹۰ درصد منگنز جهان در صنعت فولاد مورد استفاده قرار می‌گیرد و برای تولید آلیاژ فرومنگنز به کار می‌رود. منگنز همچنین در صنایع شیمیایی، از جمله ساخت پرمنگنات پتاسیم برای تصفیه آب و تولید دی‌اکسید منگنز در باتری‌های خشک، کاربرد دارد.

روش انجام آزمایش

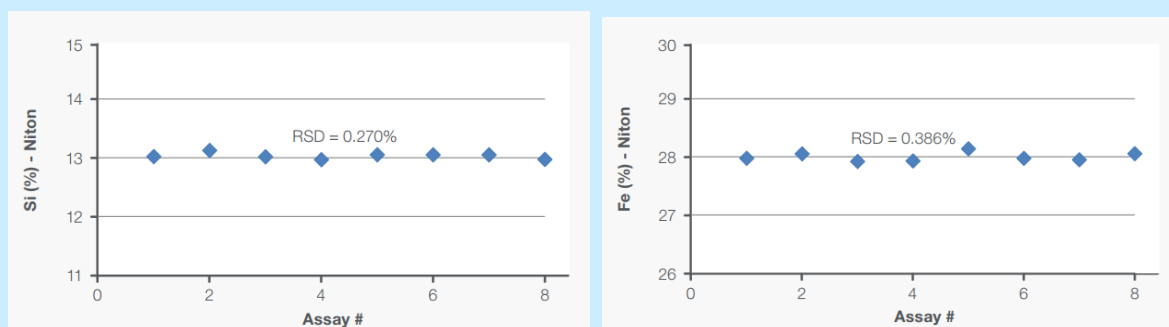
در این مطالعه، از دستگاه Niton XL3t GOLDD با تنظیمات مخصوص معادن استفاده شد. هر آزمایش ۹۰ ثانیه طول کشید (۳۰ ثانیه برای فیلتر اصلی و ۲۰ ثانیه برای هر یک از فیلترهای دیگر).

33 نمونه سنگ آهن-منگنز از یک معدن بررسی شد. از این تعداد، ۱۴ نمونه نتایج آزمایشگاهی داشتند که برای مقایسه در این تحقیق آورده شده‌اند. نتایج مربوط به غلظت آهن (Fe)، منگنز (Mn) و سیلیس (Si) و ارتباط آن‌ها با داده‌های آزمایشگاهی در شکل (۱) نمایش داده شده است.



شکل (۱) همبستگی داده های آهن، منگنز و سیلیسیم XRF قابل حمل و نمونه آزمایشگاهی Fe-Mn

همچنین، برای بررسی دقت دستگاه، یکی از نمونه ها ۸ بار تحت شرایط یکسان آنالیز شد. نتایج این آزمایش در شکل (۲) ارائه شده است.



شکل (۲) دقت دستگاه برای آهن و سیلیس اندازه گیری شده با تکرار ۸ مرتبه از یک نمونه

نتایج آزمایش

ضریب تعیین (R^2) نشان می دهد که داده ها چقدر با هم همبستگی دارند. مقدار ۱ به معنی همبستگی کامل است. در این آزمایش، ارتباط بین آهن (Fe) و منگنز (Mn) بسیار قوی بود و مقدار R^2 بیش از ۹۹٪ به دست آمد. برای سیلیس (Si) نیز مقدار R^2 برابر با ۹۵٪ بود. (شکل (۱))

همچنین، دقت نتایج بسیار بالا بوده اینگونه که، میزان انحراف استاندارد نسبی (RSD) برای آهن ۰.۳۸۶٪ و برای سیلیکون ۰.۲۷۰٪ بوده که نشان دهنده خطای بسیار کم و دقت بالای آزمایش ها است.

نتیجه گیری

دستگاه‌های XRF دستی می‌توانند به سرعت و بدون نیاز به تخریب نمونه، عناصر مختلف را آنالیز کنند. این دستگاه‌ها حدود 30 عنصر، از منیزیم (Mg) تا اورانیوم (U)، را شناسایی کرده و به زمین‌شناسان کمک می‌کنند تصمیمات سریع و دقیقی برای اکتشاف و استخراج معدن بگیرند.

این روش برای بررسی انواع نمونه‌ها، از سنگ‌های کم‌عیار در مرحله اکتشاف تا سنگ‌های پرعیار در مرحله استخراج، کاربرد دارد. غلظت بالای آهن و منگنز در نمونه‌های طبیعی نشان می‌دهد که این روش، ابزاری دقیق و قابل‌اعتماد برای اکتشاف و استخراج معادن Fe-Mn است.