

فصل ۵: روش‌های مشخصه‌یابی مواد

بخش ۵-۲: روش‌های طیف‌سنجی

زیر بخش ۵-۲-۳: طیف‌سنجی فلورسانس پرتو ایکس

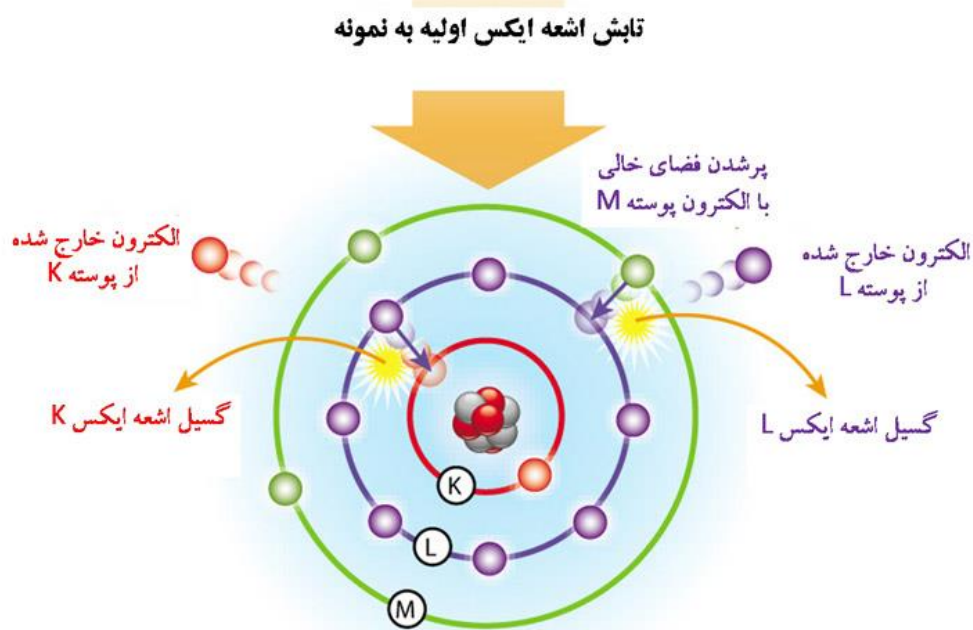
نویسنده: مینا شریفی

مقدمه

تابش پرتو ایکس به ماده باعث برانگیخته شدن الکترون‌های لایه‌های مختلف اتمی می‌شود. با خروج الکترون از لایه و انتقال الکترون از لایه‌های بالاتر به جای خالی الکترون صورت گرفته و اختلاف انرژی این دو لایه به صورت اشعه ایکس ثانویه تابش می‌شود. از آنجایی که هر گونه اتمی مشخصه اشعه ایکس خود را دارد، می‌توان به عنوان تکنیک آنالیز عنصری مورد استفاده قرار گیرد. از این روش برای شناسایی عناصر در نمونه‌های معدنی، زمین‌شناسی، سنگ، سیمان، شیشه و سرامیک به صورت کیفی و تا حدودی کمی کاربرد دارد.

۱. اصول کار طیف‌سنجی فلورسانس اشعه ایکس

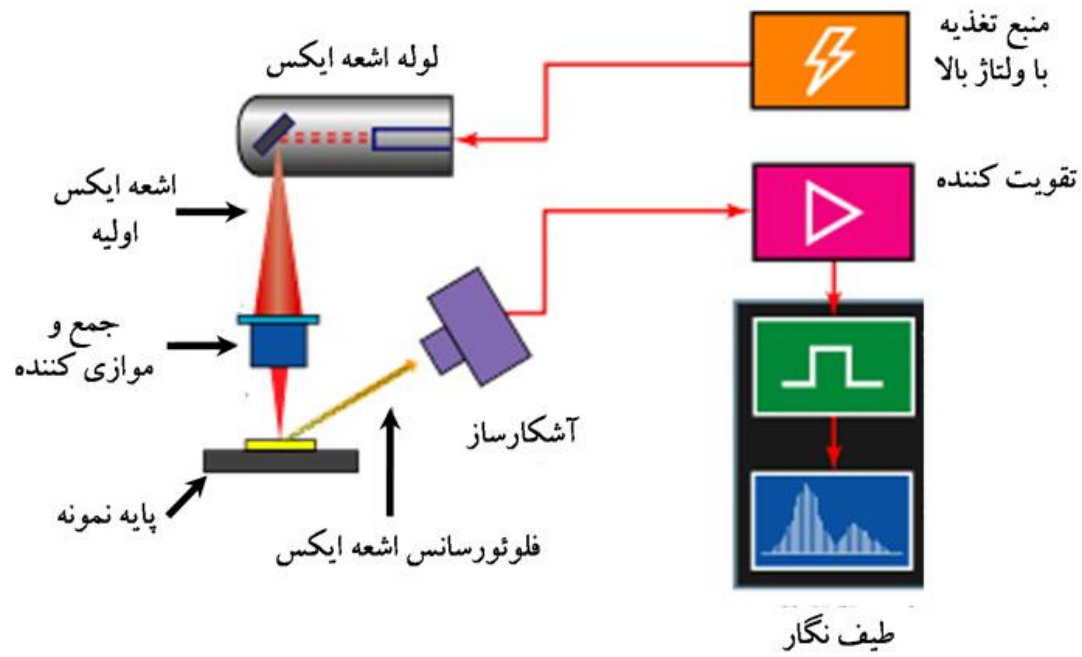
در ابتدا اشعه ایکس تولید شده وارد محفظه نمونه شده و آن را بمباران می‌کند. پرتوهای پرتو انرژی باعث کنده شدن الکترون‌های مدارهای داخلی اتم‌ها شده و ماده را یونیزه می‌کنند. در اثر گذار الکترون با سطح انرژی بالاتر به جای خالی الکترون با تراز انرژی پایین‌تر، اشعه ایکس ثانویه (فلورسانس) تولید می‌شود.



شکل ۱: شماتیک نحوه تولید اشعه ایکس ثانویه

این اشعه سپس از جمع کننده عبور می کند. جمع کننده از چند ورق موازی تشکیل شده که اشعه ایکس را هم جهت و موازی کرده و به سمت آشکارساز می فرستد. در بخش آشکارساز بلوری واقع شده است که پرتو پس از برخورد به آن پراشیده شده و طول موج های مختلفی که متعلق به عناصر گوناگون موجود در نمونه هستند، تفکیک می شوند. اشعه ایکس تفکیک شده، پس از عبور از جمع کننده ثانویه، به داخل آشکارساز هدایت می شود. آشکارساز و جمع کننده بر روی یک دایره هستند و بلور در مرکز آن قرار دارد. در آشکارساز، شدت اشعه ایکس ثانویه برای هر طول موج تعیین می شود و در نهایت اطلاعات به دست آمده به قسمت ثبت کننده فرستاده می شود. اشعه ایکس ثانویه حاوی گستره ای از فوتون ها با انرژی های متنوع است که برای تفکیک آن ها برحسب انرژی شان از بلورهای تحلیل گر استفاده می شود. با برخورد پرتوها به بلور، طبق رابطه براگ فوتون های هم انرژی پراشیده و از هم تفکیک می شوند. این بلورها معمولاً از جنس سدیم فلورید بوده و برای شناسایی عناصر از پتاسیم تا اورانیوم قابل استفاده هستند. همچنین بلورهای ژرمانیوم برای شناسایی عناصر از فسفر تا کلر به کار می روند. اما همواره بخشی از پرتو ایکس ثانویه در مسیر حرکت خود از نمونه تا آشکارساز، به دلیل برخورد با مولکول های هوا، اتم های بلور و پنجره ورودی آشکارساز جذب می شوند و تشخیص عناصر

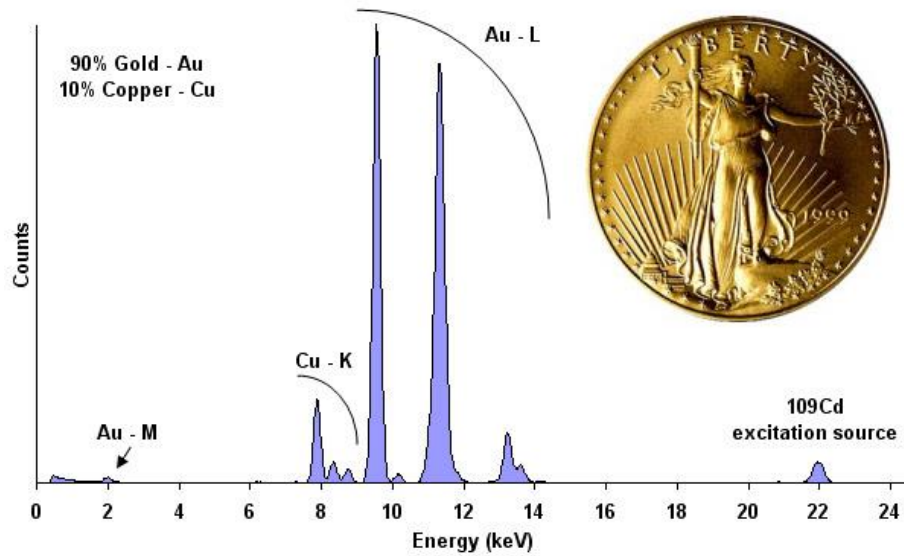
سبک را با مشکل مواجه می‌کنند. امروزه دستگاه‌های XRF اصلاح شده با کاهش جذب توسط بلورهای تحلیل‌گر و شیشه برلیومی آشکارساز و همچنین خروج هوای دستگاه، عناصر تا عدد اتمی ۵ را نیز می‌توانند شناسایی کنند.



شکل ۲: شماتیک اجزای دستگاه XRF

۲. طیف فلوئورسانس اشعه ایکس

آنالیز پرتوهای ایکس مشخصه از روی انرژی و یا طول موج پرتوها صورت می‌گیرد. آنچه که دستگاه به عنوان خروجی ترسیم می‌کند، تغییر شدت بر حسب انرژی است. در شکل ۲ طیف فلوئورسانس اشعه ایکس یک سکه طلا نشان داده شده است. با مشاهده پیک‌های رسم شده می‌توان دریافت عناصر طلا و مس در ترکیب این سکه حضور داشته است. آنالیز کمی انجام شده نیز حضور ۹۰ درصد طلا را در این ترکیب بیان می‌کند.



شکل ۳: طیف XRF سکه طلا

۳. کاربردهای طیف‌سنج فلورسانس پرتوی ایکس

کاربردهای XRF بر حسب نوع نمونه و محدوده‌ی غلظت متفاوت بوده و تا حد زیادی به تکنیک انتخابی وابسته است. همچنین روش آماده سازی نمونه نیز عاملی تاثیرگذار بر کاربرد این تکنیک است. از این روش می‌توان برای تحلیل در محل فرآیندهای تولید و یا بررسی نمونه‌های زمین‌شناسی، کنترل کیفیت محصولات نظیر تعیین ناخالصی سطوح ویفرهای سیلیکونی و بررسی‌های زیست محیطی استفاده کرد.

به طور کلی از زمینه‌های کاربردی مختلف این روش می‌توان به مطالعه‌ی فلزات و آلیاژها، سنگ‌های معدنی و کانی‌ها، سیمان‌ها، روغن‌های روانکار، آثار باستانی و داروها اشاره کرد.

۴. منابع

۱. فرزاد حسینی نسب، محسن افسری ولایتی "علوم و فناوری نانو ۲ (روش‌های مشخصه‌یابی)" چاپ اول،

تابستان ۱۳۹۴، نشر کوچک آموز

۲. عبدالرضا سیمچی، خدیجه خدرلو، مسعود وصالی ناصح "روش‌های شناسایی و مشخصه یابی مواد"، چاپ

اول، ۱۳۹۲، نشر دانشگاهی کیان

2. edu.nano.ir