

## تقویت فلئورسانی پرتو X روبیدیوم با استرانسیوم

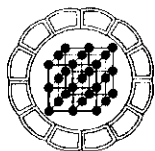
سعید برادران دیلمقانی، کامران رجبی

دانشگاه تبریز، دانشکده فیزیک، آزمایشگاه پرتو X  
پست الکترونیکی: saeidbaradaran@hotmail.com

(دریافت مقاله ۱۳۸۲/۷/۱۰، دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۳/۳/۵)

**چکیده:** در این کار پژوهشی از روش تازه‌ای برای آشکارسازی عناصری که به مقدار بسیار کم در ترکیبها وجود دارند، استفاده شده است. برای این منظور، از اثر تقویت پرتو X و نمونه‌های استاندارد شرکت BAS (شرکت تولیدکننده پودرهای استاندارد) استفاده شد. در نمونه مورد آزمایش مقدار بسیار کمی روبیدیوم وجود دارد که با اضافه کردن مقادری کربنات استرانسیوم شدت پرتو X گسیلی آن افزایش می‌یابد. این پدیده می‌تواند در تشخیص وجود ناچیز عناصر بسیار مهم باشد.

**واژه‌های کلیدی:** اثر تقویت شدت، آشکارسازی عناصر شیمیایی، روبیدیوم، XRF.



## Rubidium X-ray intensity enhancement by strontium

S.B. Dilmaghani, K. Rajabi

*X-Ray Lab. Faculty of Physics, Tabriz University, Tabriz, Iran*  
*E-mail: saeidbaradaran@hotmail.com*

(Received: 30/9/2003, received in revised form: 25/05/2004)

**Abstract:** In this research work a rather new method was used to detect trace elements of small quantities. For this, X-ray intensity enhancement effect and standard samples of BAS Company were employed. In the standard sample a small amount of Rubidium was present, which by adding some quantities of  $\text{SrCo}_3$  to the sample the XRF characteristic peaks of Rubidium were enhanced. This effect proved to be applicable for detecting trace elements.

**Keywords:** *Intensity Enhancement Effect, Chemical Element Detection, Rubidium, XRF.*

مقدمه

گاهی ممکن است که یک عنصر به مقدار بسیار ناچیزی با عنصر همسایه خود با عدد اتمی بالاتر در جدول تناوبی، آمیخته شود. برای تشخیص میزان این قبیل عناصر، روش XRF کارایی ویژه‌ای دارد. زیرا در این شرایط، عنصر مورد کاوش نه تنها توسط پرتو X فرودی اولیه برانگیخته می‌شود (برانگیزش اول یا اصلی)، بلکه بوسیله تابش‌های فلوروسانی عناصر مجاور خود نیز برانگیخته خواهد شد (برانگیزش های دوم و سوم و ...). [۱]. بنابراین، اگرچه قله‌ها ضعیف هستند اما در طیف سرشتی XRF کل ماده، قابل تشخیص می‌باشند [۲].

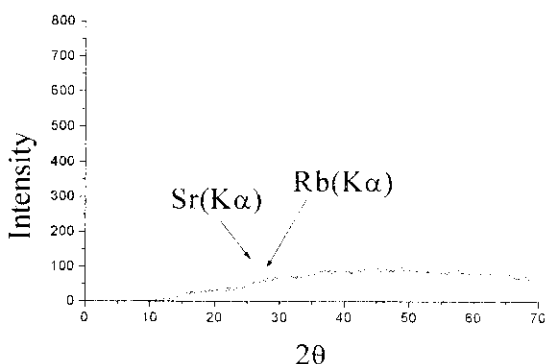
مثلاً برای آشکار کردن آهن در سنگ معدن روی، که معمولاً مقدار آن بسیار ناچیز است، از آنجا که طول موجهای  $Zn(K\alpha) = 0.1437 \text{ nm}$  و  $Zn(K\beta) = 0.1296 \text{ nm}$  زیر لبه جذب آهن ( $0.177 \text{ nm}$ ) قرار دارند لذا به خوبی توسط آهن جذب می‌شوند. بنابراین، علاوه بر پرتو X فرودی، تابشهای  $Zn(K\alpha)$  و  $Zn(K\beta)$  نیز قادر به برانگیختن اتمهای آهن هستند. از این رو، شدت پرتو گسیل شده  $\beta$  و  $K\alpha$  آهن افزایش می‌یابد [۳].

روش کار

آزمایشها روی عنصر روبیدیوم و با استفاده از دستگاه XRF (SRS200 SIEMENS) دانشکده فیزیک دانشگاه تبریز، انجام گرفت. نوع بلور به کار رفته LiF100 بود و برای تحلیل داده‌ها نیز از نرم افزار کامپیوتری استفاده شد [۴]. برای ساختن نمونه‌ها از پودرهای استاندارد شرکت BAS انگلستان (نمونه BCS No. 376) استفاده شد. این نمونه‌ها در شرکت مذکور به روشهای مختلف آنالیز می‌شوند و مقدار دقیق عناصر در آنها مشخص است که دارای اعتبار جهانی است. داده‌های ارائه شده توسط این شرکت برای نمونه مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۱ آمده است. نخست طیف XRF از این نمونه تهیه شد که در شکل ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ نتیجه تحلیل نمونه BCS No.376.

Analyst No.	SiO <sub>2</sub> %	TiO <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	MgO %	Loss on Ignition %
۱	۶۷.۱	<۰.۰۱	۱۷.۷۴	۰.۱۰	۰.۵۰	۲.۸۲	۱۱.۲۷	۰.۰۳	۰.۳۸
۲	۶۷.۰	<۰.۰۱	۱۷.۷۴	۰.۱۰	۰.۴۹	۲.۸۱	۱۱.۲۴	۰.۰۲	۰.۳۱
۳	۶۷.۱	<۰.۰۱	۱۷.۶۷	۰.۰۹	۰.۵۳	۲.۷۶	۱۱.۲۹	۰.۰۴	۰.۴۱
۴	۶۷.۳	..	۱۷.۶۶	۰.۱۱	۰.۵۸	۲.۷۸	۱۱.۲۵	۰.۰۵	۰.۳۳
۵	۶۷.۲	۰.۰۲	۱۷.۷۵	۰.۱۰	۰.۵۴	۲.۷۷	۱۱.۱۴	۰.۰۲	۰.۴۶
۶	۶۷.۰	..	۱۷.۷۰	۰.۱۰	۰.۵۳	۲.۹۲	۱۱.۱۹	۰.۰۴	۰.۳۹
۷	۶۷.۳	۰.۰۱	۱۷.۶۴	۰.۱۰	۰.۵۸	۲.۸۱	۱۱.۲۲	..	۰.۳۱
۸	۶۶.۹	۰.۰۲	۱۷.۷۶	۰.۱۰	۰.۵۶	۲.۹۲	۱۱.۲۹	۰.۰۳	۰.۳۲
۹	۶۷.۱	۰.۰۱	۱۷.۷۲	۰.۱۰	۰.۵۴	۲.۸۶	۱۱.۲۲	۰.۰۴	۰.۳۴
Average	۶۷.۱	<۰.۰۲	۱۷.۷	۰.۱۰	۰.۵۴	۲.۸۳	۱۱.۲	..	..

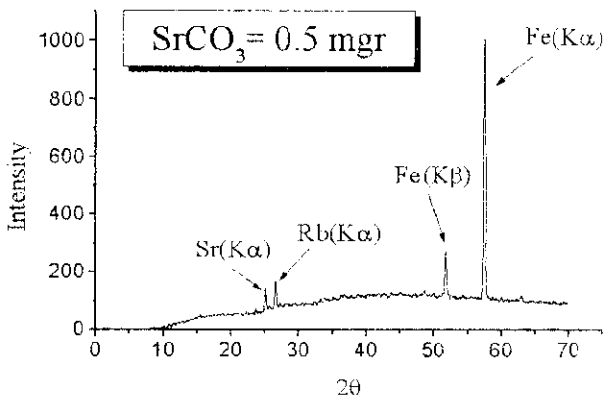


شکل ۱ طیف XRF نمونه استاندارد BCS No. 37.

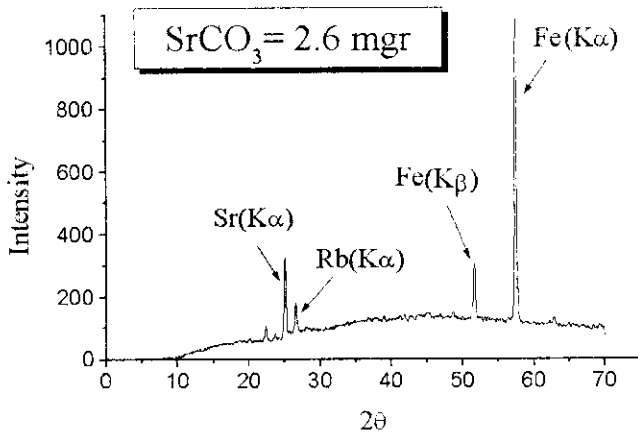
سپس، هر یک از ترکیبهای زیر بهطور جداگانه به نمونه اصلی اضافه شدند:

$\text{SrCO}_3$  برای Sr،  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  برای Fe و  $\text{MnO}_2$  برای Mn.

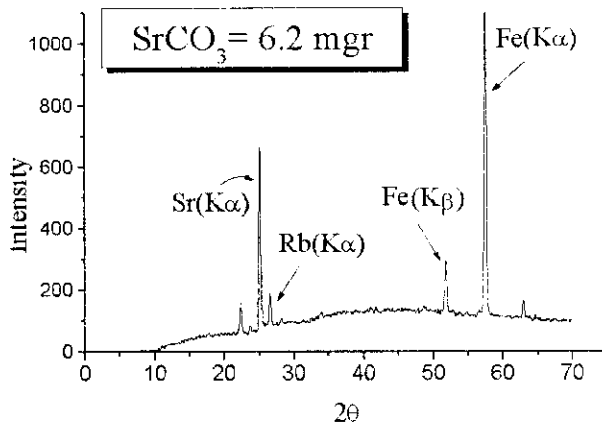
برای توزین از ترازوی الکترونیکی با دقت میکروگرم استفاده شد. شش نمونه محتوی مقادیر مختلف کربنات استرانسیوم آماده و طیف XRF آنها تهیه شد که سه مورد از آنها در شکل‌های ۲ تا ۴ نشان داده شده است. میزان افزایش شدتها برای هر خط طیفی در جدول ۲ آمده است. چنانکه از شکل‌های ۲ تا ۴ و جدول ۲ پیداست، شدت فلورسانسی پرتو X گسیلی از عنصر روییدیوم بهطور قابل ملاحظه‌ای با افزایش عنصر استرانسیوم به نمونه افزایش می‌یابد. یادآور می‌شود که افزودن ترکیبهای دیگر تأثیری بر افزایش شدت روییدیوم ندارد که علت آن بعداً بررسی خواهد شد.



شکل ۲ اثر افزودن ۰.۵ mgr کربنات استرانسیوم بر طیف XRF نمونه استاندارد BCS No. 37.



شکل ۳ اثر افزودن ۲٫۶ mgr کربنات استرانسیوم بر طیف XRF نمونه استاندارد BCS No. 37.



شکل ۴ اثر افزودن ۶٫۲ mgr کربنات استرانسیوم بر طیف XRF نمونه استاندارد BCS No. 37.

جدول ۲ شدت قله‌ها به ازای افزایش  $SrCO_3$ .

۰٫۰۰۶۲	۰٫۰۰۲۶	۰٫۰۰۰۵	۰	مقدار $SrCO_3$ اضافه شده بر حسب گرم
۴۲۷	۲۸۳	۹۳	۷۲	شدت خالص برای Sr (P/sec)
۶۴	۱۱۳	۱۳۲	۳۸	شدت خالص برای Rb (P/sec)

### بحث و برداشت

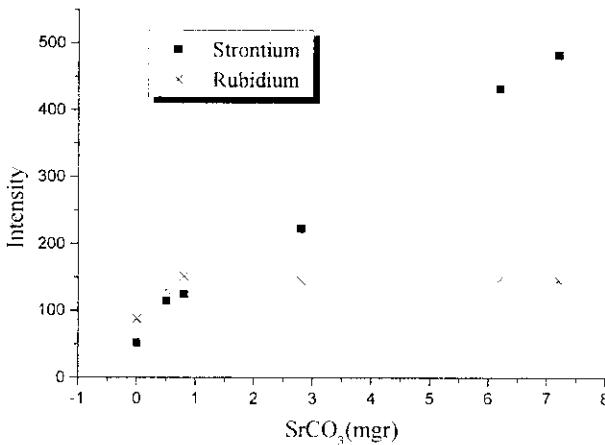
برای بررسی علت این پدیده باید به بررسی پرتوهای گسیل شده از عناصر و لبه جذب روییدیوم بپردازیم. لبه جذب روییدیوم در  $0.0925 \text{ nm}$  (لبه جذب K) واقع است و طول موج پرتوهای گسیل شده به وسیله عناصر دیگر به صورت زیر است:

$$\text{Sr}(K\alpha) = 0,0875 \text{ nm}, \quad \text{Sr}(K\beta) = 0,0783 \text{ nm}$$

$$\text{Fe}(K\alpha) = 0,1937 \text{ nm}, \quad \text{Fe}(K\beta) = 0,1757 \text{ nm}$$

$$\text{Mn}(K\alpha) = 0,2102 \text{ nm}, \quad \text{Mn}(K\beta) = 0,1911 \text{ nm}$$

مقایسه اعداد بالا با لبه جذب روبیدیوم نشان می‌دهد که تنها استرانسیوم می‌تواند باعث برانگیختگی روبیدیوم شود. در شکل ۵، این افزایش شدت بر حسب افزایش مقدار استرانسیوم در نمونه‌ها نشان داده شده است. چنانکه انتظار می‌رفت مقادیر به دست آمده برای استرانسیوم برآزش خطی و برای روبیدیوم برآزش هذلولی دارد. این مسئله نشان می‌دهد که تقویت فلوتورسانی پرتو X روبیدیوم توسط استرانسیم، فقط تا مقدار مشخصی از استرانسیوم (در حدود ۴۵ میلی‌گرم) رخ می‌دهد و پس از آن تقویت ثابت باقی می‌ماند. در این روش، شدت اندازه‌گیری شده قله روبیدیوم در نمونه BCS No.376 در حدود سه برابر مقدار اندازه‌گیری شده آن در نمونه اولیه است که می‌تواند راه حل مناسبی برای آشکارسازی عناصر به مقدار اندک باشد.



شکل ۵. مقایسه افزایش شدت در استرانسیوم و روبیدیوم.

## مراجع

[1] Shiraiwa T., Fujino N., Jap. Appl. Physics 5 (1966) 886-889.

[۲] برادران دیلمقانی سعید، "مرزهای جدید برای تشخیص عناصر به روش فلوتورسانی پرتو ایکس"، مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران، شماره ۱ و ۲ (۱۳۷۵) صفحات ۴۷ تا ۵۲.

[3] Williams K.L., "Introduction to X-Ray Spectrometry", Allen & Unwin, Boston (1987) 191-192.

[۴] برادران دیلمقانی سعید، بالا زاده بهار حسین، پرتوی ناصر، "تحلیل کامپیوتری داده‌های

پراش سنجی و طیف سنجی پرتو ایکس"، مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران، شماره ۱