

## Qualitative Analysis of Toxic Elements that Collected on Smoke-Stackers of Factories in Tabriz City

S.B. Dilmaghani, K. Rajabi

*X-Ray Lab. Faculty of Physics, Tabriz University, Tabriz, Iran*

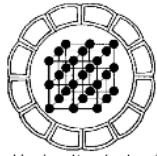
*E-mail: [saeidbaradaran@hotmail.com](mailto:saeidbaradaran@hotmail.com)*

(received: 9/4/2003, received in revised form: 23/11/2003)

**Abstract:** In this research we apply X-Ray Fluorescence (XRF) method to determine toxic and heavy metals in stack gases that arises from industrial furnaces. Three factories were selected and various samples were collected from their furnaces and smoke-stacker, and the results compared each other.

**Keywords:** *Qualitative Analysis, XRF, Air Pollution.*





## اندازه‌گیری کیفی عناصر سمّی جمع شده در صافی دودکش کارخانه‌های آلاینده‌های تبریز

سعید برادران دیلمقانی، کامران رجبی

دانشگاه تبریز، دانشکده فیزیک، آزمایشگاه پرتو X.

(دریافت مقاله ۱۳۸۲/۱/۲۰ ، دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۲/۹/۲)

چکیده: اغلب کارخانه‌های آلاینده‌های شهرها، دارای دودکش مجهز به صافیهای مختلف هستند که تا حدودی از شدت آلودگی هوا می‌کاهند. در این پژوهش سعی شده است تا با آنالیز مواد خروجی از صافی چند کارخانه مهم شهر تبریز به وسیله دستگاه طیف‌سنج پرتو X، نوع عناصر موجود در آنها مشخص شود، که می‌تواند شاخص مهمی در تشخیص و رفع مواد آلاینده باشد. همچنین چند ترکیب عمده موجود در صافیها، و نیز مقایسه‌ای میان نمونه‌های گرفته شده از نقاط مختلف کارخانه‌ها معرفی شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، XRF، آنالیز کیفی.

## مقدمه

مقوله محیط زیست یکی از مهمترین مسایل عصر ماست. اهمیت این موضوع طلب می‌کند که از شاخه‌های گوناگون علم و فناوری برای حل مسایل آن بهره‌گیری شود. فلئورسانی پرتو X یکی از روشهای رایج بررسی عناصر موجود در ترکیبهاست و برتری آن بر روشهای دیگر دقت و قابلیت این روش در اندازه‌گیری عناصر با عدد اتمی بالاست. به طور کلی رابطه طول موج گسیل شده  $\lambda$  با عدد اتمی Z عنصر، به صورت زیر است:

$$\frac{1}{\lambda} = K(Z - \sigma)^2$$

که در آن K و  $\sigma$  ثابتهایی هستند که به سری‌های طیفی وابسته‌اند [۱]. بنابراین عناصر با عدد اتمی مختلف دارای طول موج گسیلی متفاوتی هستند که با جداسازی این طول موج‌ها می‌توان نوع عناصر موجود در ترکیب را مشخص نمود [۲].

دستگاه به کار رفته در این بررسیها یک طیف‌سنج پخشنده طول موج مدل SRS200 محصول شرکت زیمنس آلمان بود که مجهز به آشکارسازهای نوع دوقلو (سوسوزن-گازی) است. گاز به کار رفته در این آشکارساز گازی، آرگون با ۱۰ درصد گاز متان است، که گاز متان به منظور کاهش زمان باز ترکیب به آن اضافه شده است. این آشکارساز گازی به صورت باز است و گاز با فشار ۲۴۰ میلی‌بار در آن جریان می‌یابد. دو نوع بلور مورد استفاده قرار گرفتند: کریستال  $LiF100$ <sup>۱</sup> برای عناصر سنگین، و کریستال PET<sup>۲</sup> برای عناصر سبک. جنس آند لامپ تولید کننده پرتو X از فلز کروم است. ولتاژ و شدت جریان اعمال شده به این لامپ به ترتیب ۵۰ کیلوولت و ۴۵ آمپر برای عناصر سنگین، و ۴۰ کیلوولت و ۳۵ آمپر برای عناصر سبک انتخاب شد. در شکل ۱ گستره عناصر اندازه‌گیری شده و نوع بلور به کار برده شده مشخص شده است.

در این کار، خروجی‌های سه کارخانه بزرگ تبریز مورد بررسی قرار گرفتند که عبارت بودند از: سیمان صوفیان، نیروگاه حرارتی تبریز و گچ گروس. از این سه کارخانه، سیمان صوفیان و گچ گروس مجهز به الکتروفیلتر بودند. نیروگاه حرارتی تبریز فاقد هر نوع فیلتری بود که ما را مجبور به نمونه‌گیری دستی کرد [۳ و ۴].

۱- 100 نشان دهنده این است که صفحات بلوری LiF در جهت اندیس‌های میلر 100 رشد داده شده‌اند.

2- Pentaerythrit

H 1																	He 2
Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
Na 11	Mg 12											Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
Fr 87	Ra 88	Ac 89	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Uun 110	Uuu 111	Uub 112						

Lanthanides	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
Actinides	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103

شکل ۱ قسمت‌های پررنگ‌تر گستره عناصر قابل اندازه‌گیری در این تحقیق را نشان می‌دهد.

### روش کار

پس از نمونه‌برداری، همه آنها را به وسیله یک دستگاه پرس به قرص هایی با قطر ۲٫۵ سانتی متر و ضخامت ۳ تا ۵ میلی متر تبدیل کردیم. برای این منظور ۳ گرم از هر نمونه انتخاب و به آن ۲ گرم اوره خالص اضافه شد و این نسبت را در تمام نمونه‌ها، جز نمونه نیروگاه حرارتی تبریز، رعایت کردیم. اضافه کردن اوره باعث می‌شود که چسبندگی نمونه بالا رفته و قرص‌های محکم و یکنواختی از نمونه بدست آیند تا بتوانند در فشار پایین درون محفظه طیف‌سنج پایداری خود را حفظ کنند. این در حالی است که، اوره در مقابل پرتو X در دستگاه بکار رفته در این پژوهش مانند یک ماده شفاف عمل می‌کند، زیرا با توجه به فرمول شیمیایی آن  $(H_2NCONH_2)$ ، همه عناصر تشکیل دهنده اوره سبک‌اند. یک بررسی دیگر نیز توسط دستگاه XRD روی پودر نمونه‌ها انجام شد که هدف آن تعیین نوع ترکیبات موجود بوده است. با توجه به نتیجه آزمایش XRF که نوع عناصر را مشخص کرده بود، و نیز میزان مطابقت قله‌ها، تعدادی از محتملترین ترکیبات را به دست آوردیم که هر چند ممکن است کاملاً دقیق نباشد شباهت‌های کلی با ترکیب نمونه‌های ما دارد. باید توجه داشت که همه ترکیبات در اینجا آورده نشده‌اند، از این رو ممکن است عناصری در جداول با شدت بالا وجود داشته باشند که در ترکیبات ذکر نشده باشند که البته این به معنی عدم وجود عنصر نیست.

**نتایج**

نتایج به دست آمده برای کارخانه‌ی سیمان صوفیان در جدول‌های ۱ تا ۴ آمده است. آزمایش دیگری با دستگاه XRD روی نمونه‌ها انجام گرفت که با توجه به عناصر موجود، محتملترین ترکیبات به صورت زیر به دست آمدند:



آزمایش دیگری روی نمونه‌های نیروگاه حرارتی تبریز انجام شد که نتایج آن در جدول‌های ۵ و ۶ دیده می‌شوند. محتملترین ترکیبات موجود عبارتند از:



آخرین نمونه مورد بررسی گچ گروس بود که نتایج آن در جدول ۷ آمده است.

**جدول ۱ عناصر موجود در کارخانه سیمان صوفیان مسیر آکالی کوره ۳.**

نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)
Sr	۴۳۲	Fe	۱۴۰۷	P	۱۸
Rb	۲۹۶	Mn	۲۶	Si	۳۸
Kr	۴۹	V	۴۳۲	Al	۱۴۰۷
Br	۹۵	Ti	۲۹۶	Cl	۴۲
As	۴۲	Ca	۴۹	Ni	۳۸
Zn	۱۸	K	۹۵		

**جدول ۲ عناصر موجود در کارخانه سیمان صوفیان الکتروفیلتر جدید کوره ۲.**

نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)
Sr	۲۹۸	As	۱۴۸	Ti	۲۲
Rb	۶۲۳	Ni	۴۸	Ca	۱۷۶۲۳
Kr	۱۵۱	Fe	۱۰۰۵	K	۱۲۷۹
Br	۳۲۵	Mn	۲۱	Cl	۴۱

**جدول ۳ عناصر موجود در کارخانه سیمان صوفیان الکتروفیلتر قدیم کوره ۲.**

نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)
Sr	۳۵۴	As	۱۰۷	Ti	۲۲
Rb	۳۴۷	Ni	۲۴	Ca	۲۱۰۸۵
Kr	۱۲۲	Fe	۱۳۳۴	K	۸۷۴
Br	۱۵۸	Mn	۲۰	Cl	۴۷

جدول ۴ عناصر موجود در کارخانه سیمان صوفیان الکتروفیلتر جدید کوره ۳.

نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)
Sr	۴۰۴	As	۴۱	Mn	۲۴
Rb	۲۷۸	Zn	۲۶	Ti	۸۵
Kr	۴۸	Ni	۳۵	Ca	۱۱۷۰۵۶
Br	۱۰۲	Fe	۱۳۶۰	K	۲۲۸۹

جدول ۵ عناصر موجود در نیروگاه حرارتی تبریز (بدون اوره)، آلاینده‌ها.

نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)
Cu	۲۰۰	Mn	۸۵۹	Ca	۶۲۸
Ni	۱۹۴۳	Cr	۲۷۸۴۹	K	۱۶۲
Co	۱۸۲	V	۹۴۲۴	Cl	۴۵
Fe	۹۴۴۲۵	Ti	۶۴۸	S	۱۶۱۵۴

جدول ۶ عناصر موجود در نیروگاه حرارتی تبریز (بدون اوره)، جداره دودکش.

نام عنصر	شدت (P/Sec)
Zn	۵۰
Cu	۸۹
Ni	۴۰۰
Fe	۳۹۶۴۵
Mn	۱۴۹
Cr	۱۷۸

جدول ۷ عناصر موجود در گچ گروس خروجی الکتروفیلتر.

نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)	نام عنصر	شدت (P/Sec)
Sr	۱۳۶۷	Ti	۱۳۳۷	Al	۱۶
Ni	۵۷	Ca	۱۸۱۰۶۲	Si	۳۵
Fe	۵۶۹	K	۳۴۴۱		

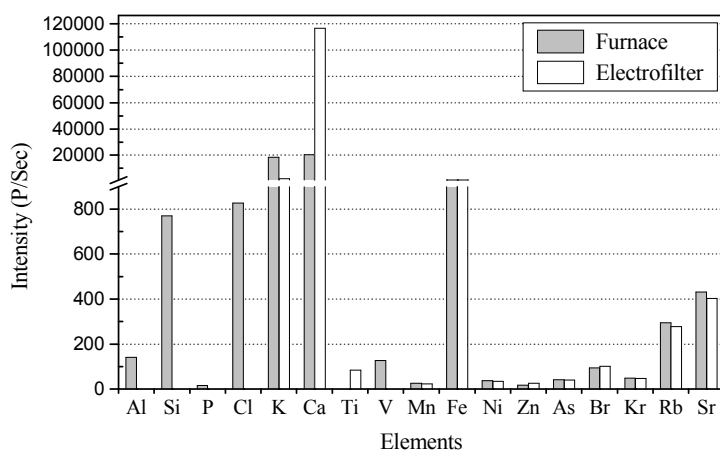
### بحث و برداشت

با مقایسه جدولهای شماره ۱ و ۴ و نیز شدت طیفها در شکل ۲، ملاحظه می‌شود که خروجی کوره‌ها بیشتر از نوع سنگین بوده‌اند و آلودگی ایجاد شده بیشتر حاصل از عناصر سنگین است.

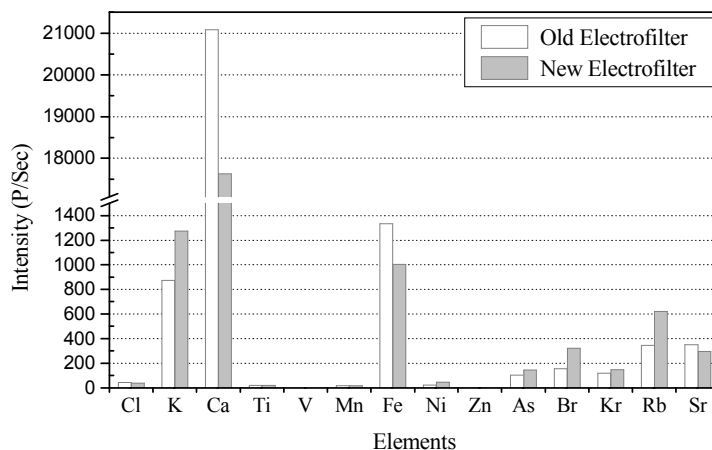
عناصر سبک بیشتر در درون کوره باقی می‌مانند و تنها بخش اعظم Ca از راه الکتروفیلتر خارج می‌شود که آن هم بیشتر به صورت ترکیبات  $\text{CaCO}_3$  بوده است.

با مقایسه جدول ۲ و ۳ (شکل ۳) ملاحظه می‌شود که عملکرد الکتروفیلتر قدیمی در ناحیه عناصر سبک بهتر از الکتروفیلتر جدید بوده است، زیرا مقدار این عناصر در الکتروفیلتر قدیم بیشتر است، اما در ناحیه عناصر سنگین (از آرسنیک به بعد) عملکرد الکتروفیلتر جدید بهتر است.

با مقایسه داده‌های نیروگاه حرارتی تبریز در شکل ۴، معلوم می‌شود که بخش اعظم مواد حاصل از کوره به صورت ذرات آلاینده از دودکش خارج می‌شوند و تنها بخش کوچکی از آنها به جداره دودکش می‌چسبند.

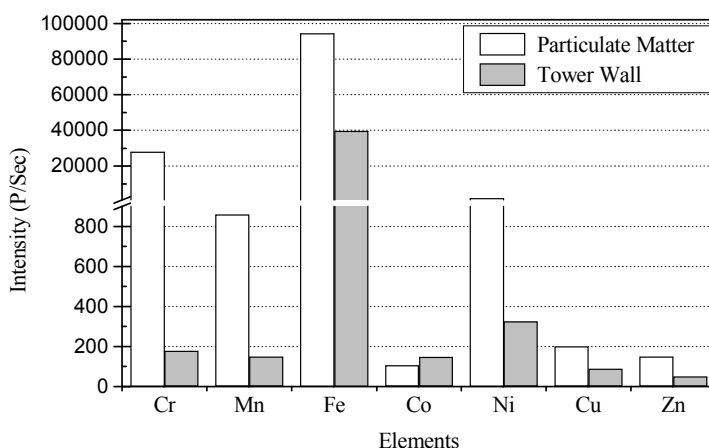


شکل ۲ مقایسه عناصر خروجی از الکتروفیلتر کوره ۳ با مواد داخل کوره.





شکل ۳ مقایسه خروجی الکتروفیلتر جدید و قدیم کوره ۲.



شکل ۴ مقایسه عناصر موجود در دوده خروجی با مواد موجود در جداره دودکش.

## مراجع

- [1] Williams K.L., "Introduction to X-Ray Spectrometry", Allen & Unwin, Boston (1987).
- [2] Meenhaut W., Cafmeyer J., "Long-term atmospheric aerosol study at urban and rural Sites in Belgium using multi-elemental analysis by Particle-Induced X-Ray Emission Spectrometry and Short-Irradiation Instrumental Neutron Activation Analysis", X-Ray Spectrometry **27** (1998) pp. 236-245.
- [3] Haupt H., Linnow K., Harmel R., Schaefer C., Dannecker W., "Qualitative X-Ray Fluorescence Analysis of Emitted Aerosol Particles from

- Incineration Plants Sampled on Quartz Fibre Filters*", X-Ray Spectrometry **26** (1997) pp. 79-84.
- [4] Braga Marcazzan G.M., "*Application of X-Ray Analysis to the Study of Air Particle Pollution in Northern Italy*", X-Ray Spectrometry **27** (1998) pp. 247-256.