وزارت صنعت معدن تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
سی و یکمین گردهمایی علوم زمین
۳۱
آذرماه ۱۳۹۱

تشخیص تاثیرات زیست‌محیطی آلایندگی ریزگردهای حاوی اورانیوم معدن ساغند به کمک مطالعات الکترون میکروسکوپی (SEM)

چکیده :

در این مطالعه، از تکنیک‌های SEM و EDS برای شناسایی منابع انتشار ذرات ریز معلق در هوا در معادن اورانیوم ساغند یزد استفاده گردید. به دلیل عملیات مختلف معدن کاری، در تونل های زیرزمینی این معادن، انواع گوناگونی از ریزگردها با غلظت‌ها و جنس‌های گوناگون مشاهده شد. از تصاویر SEM جهت شناسایی ریخت شناسی ولی از تکنیک EDS برای شناسایی انواع عنصرها در مواد ریزدانه بهره گرفته شد. ساختارهای میکروسکوپی TSP، اشکال متفاوتی از ریزگردها را نشان داد و مشخص نمود که بخش اعظم ریزگردهای منتشره را اکسیدهای آهن حاوی ذرات اورانیم تشکیل می‌دهد.

مطالعات الکترون میکروسکوپی (SEM) نشان داد که ذرات گردوغبار موجود در معدن، در حالت طبیعی و عدم آلتره شدن عمدتا شامل میکروآگرگاتهای است که فابریک آنها، کنتاکت سطح به سطح را نشان می دهد ولی فضاهای موجود آنها بیشتر از نوع بین ذره‌ای می باشند تا بین آگرگاتی. مطالعات SEM نشان داد که ذرات گردوغبار آلتره نشده توسط ساختارهای لامینه/دومن مانند مشخص می شوند.

کلید واژه ها: ریزگرد؛ گردوغبار کل؛ ریخت شناسی؛ الکترون میکروسکوپی؛ EDS

Abstract:

The source of aerosols in Saghand uranium mine was studied by SEM (EDS) method. Due to the different techniques of mining extraction, different kinds of aerosols with different concentrations and compositions were observed in underground tunnels. The SEM images were used for characterization of morphological but EDS analyses were used for identifications of different elements in aerosols present in different parts of mine. The study of microscopic structures of TSP showed different forms of aerosols and they mainly consist of uranium bearing iron oxides.

The electron microscope (SEM) examinations show that the dusts in their natural, unaltered state consist predominantly of microaggregates with 'surface to surface' type contacts, and there are more 'interparticle' pores than 'interaggregate' ones. The SEM studies showed that the unaltered dusts are characterized by a laminar/domain-like structures.

Keywords : Aerosol; TSP; Morphology; SEM; EDS

مقدمه :

ریزگردها جزئی از محیط زیست موجودات زنده را تشکیل می‌دهند که در مکان‌های گوناگون بسته به فرآیندهای طبیعی و انسانی دارای ترکیبات و غلظت‌های متفاوتی هستند. این مواد بسیار ریزدانه

می‌توانند موجب مشکلات زیست محیطی زیادی بشوند که اثرات بسیار مخربی بر سلامتی انسان‌ها می‌گذارند (Zanibetti et al., 2000). ریزگردها به عنوان ذرات جامد یا مایع معلق در یک گاز تعریف می-شوند (McMurry et al., 2000). بشر از طریق تنفس یا تماس پوستی در برخورد مستقیم با ریزگردها قرار دارد (Salma et al., 2002) و مسیر اصلی ورود آنها به بدن سیستم تنفسی می‌باشد (Vincent., 1990). گزارش Brook و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که افزایش غلظت مواد ریزدانه، خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را بالقوه افزایش می‌دهد (Brook et al., 2004). در سالهای اخیر، مطالعات زیادی بر روی اهمیت مواد ریزدانه بعنوان یک آلاینده مهم زیست محیطی صورت گرفته است. با این وجود هنوز خصوصیات کامل ریزگردها از قبیل ترکیب شیمیایی، ریخت‌شناسی و خاستگاه آن‌ها نیاز به مطالعات تفصیلی‌تر دارد (Khaenamkaw et al., 2010). در ایران، مطالعات جامع از خصوصیات ریزگردها در حیطه ریخت شناسی و ترکیب شیمیایی ریزگردها نسبتاً کم می‌باشد. یکی از ابزارهای مهم برای تحقیقات دقیق نمونه‌های ریزگرد، مطالعات الکترون میکروسکوپی می‌باشد (Khaenamkaw et al., 2010). از این تکنیک در تعدادی از مطالعات تعیین خصوصیات ذرات ریز پیرامونی در طی ۲۵ سال گذشته استفاده شده است (Casuccio et al., 2004). SEM (با کمک آنالیزهای EDS)، اطلاعات مهمی در مورد ریخت شناسی، ترکیبات عنصری، تعیین اندازه ذرات و فازهای ذرات منفرد را فراهم می‌کند (زراسوندی و همکاران،. ۱۳۹۰ & Khaenamkaw et al., 2010). در محیطهای معدنی، به دلیل انجام عملیات معدن کاری از جمله اکتشاف، استخراج و فرآوری، ریزگردهایی با غلظت‌ها و ترکیبات متفاوت منتشر می-شوند. در معادن زیرزمینی بدلیل محبوس بودن هوا و عدم تهویه مناسب، ریزگردهای منتشره مدت زمان بیشتری در محیط می‌مانند و از این جهت مطالعه آن‌ها اهمیت دوچندانی پیدا می‌کند.

معدن اورانیوم ساغند از سری معادن زیرزمینی می‌باشد که در طول جغرافیایی ″۳۰ ′۲۵ °۵۵ شرقی و عرض جغرافیایی ″۳۰ ′۳۰ °۳۲ شمالی و در ۴۰ کیلومتری شرق دهکده ساغند در شمال شرق استان یزد واقع گردیده است. لیتولوژی عمده این معدن را تالک- مگنتیت متاسوماتیتی تشکیل می‌دهد که اورانیوم در مگنتیت بصورت جانشینی قابل مشاهده است. اهداف این مطالعه تعیین مقدار غلظت گردوغبار کل درون معدن زیرزمینی ساغند، تعیین ریخت شناسی و ترکیب شیمیایی ریزگردهای موجود در آن می‌باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

بحث:

معدن اورانیوم ساغند در حال حاضر دارای ۶ تونل اکتشافی می‌باشد که نمونه‌ها از ۲ تونل و نیز از خروجی تهویه گرفته شده است. نمونه‌برداری از یکی از تونل‌ها در محل حفاری (دریل کاری) و در تونل دیگر در محل خاک‌برداری باطله‌ها صورت گرفت. جمع‌آوری نمونه‌ها توسط پمپ نمونه‌گیر اس کی سی و فیلتر فایبرگلاس ۴Vmm انجام شد. نمونه برداری از گردوغبار کل (TSP) در تونل های شماره ۳ و ۴ و محل خروجی تهویه این معدن انجام گرفت. برای تعیین غلظت گردوغبار کل از روش ثقل‌سنجی استفاده گردید. بدین منظور از پمپ نمونه‌گیر محیطی اس کی سی استفاده شد که قبل از نمونه-برداری توسط دستگاه کالیبره کننده Defender510 کالیبره گردید. فیلترهای مورد استفاده نیز از نوع فایبرگلاس ۴Vmm بودند. برای حذف رطوبت، فیلترها قبل و بعد از نمونه‌برداری، می بایستی به مدت ۲۴ ساعت در دسیکاتور قرار گیرند و سپس با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ g وزن شوند. نرخ جریان هوا، روز و ساعت نمونه‌برداری، دما و غیره مشخص و میزان گردوغبار کل بر حسب mg/m^3 بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید:

$$C = \frac{(W2 - W1) \times 10^3}{\Delta t \times Q}$$

C = غلظت گرد و غبار در هوای محیط کار بر حسب mg/m^3

W_1 = وزن فیلتر قبل از نمونه برداری بر حسب mg

W_2 = وزن فیلتر بعد از نمونه برداری بر حسب mg

Δt = مدت زمان نمونه برداری بر حسب دقیقه

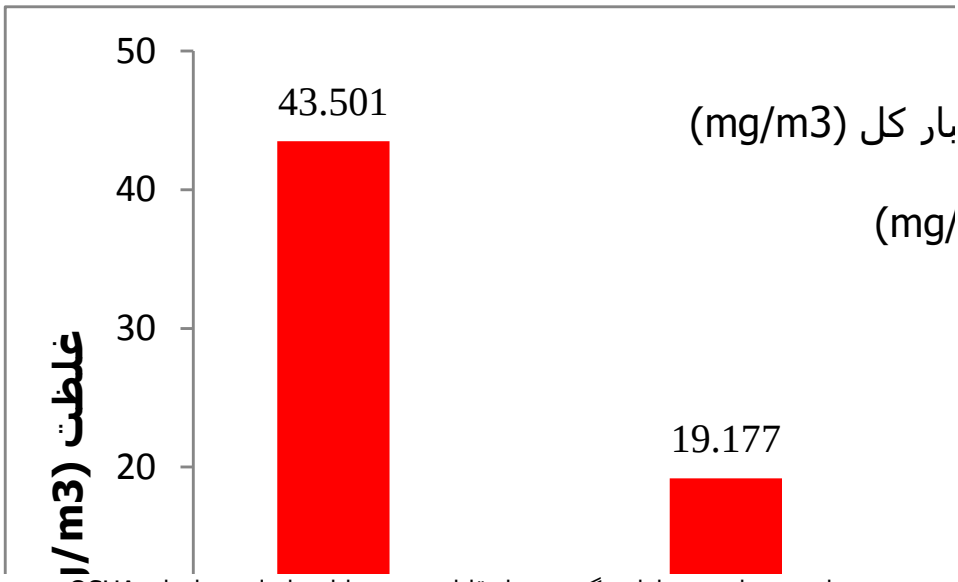
Q = میزان جریان پمپ نمونه برداری بر حسب لیتر در دقیقه

- خصوصیات میکروسکوپی و آنالیز عنصری ریزگردها به وسیله SEM/EDS:

شکل و ساختار فیزیکی ذرات با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی مجهز به EDS قابل مشاهده هستند. ساختارهای میکروسکوپی TSP، اشکال متفاوتی از ریزگردها را نشان داد و مشخص نمود که ابعاد ذرات از ۰/۱µm تا بیش از ۵۰µm تغییر می‌کند. غلظت گردوغبار کل در ناحیه تنفسی کارگران در جدول ۱ ارائه شده است. مقایسه غلظت گرد و غبار قابل تنفس با استاندارد سازمان OSHA نیز در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول۱- غلظت گردوغبار کل در بخش‌های مطالعه شده معدن

	غلظت گرد و غبار قابل تنفس(mg/m^3)	
	میانگین غلظت	میزان استاندارد (OSHA)
گروه حفاری(دریل کاری)	٤٣/٥٠١	٢/٢١
گروه خاکبرداری	١٩/١٧٧	٢/٢١
خروجی تهویه	٠/٣٢٤	٢/٢١



نمودار ۱- مقایسه غلظت گرد و غبار قابل تنفس با استاندارد سازمان OSHA

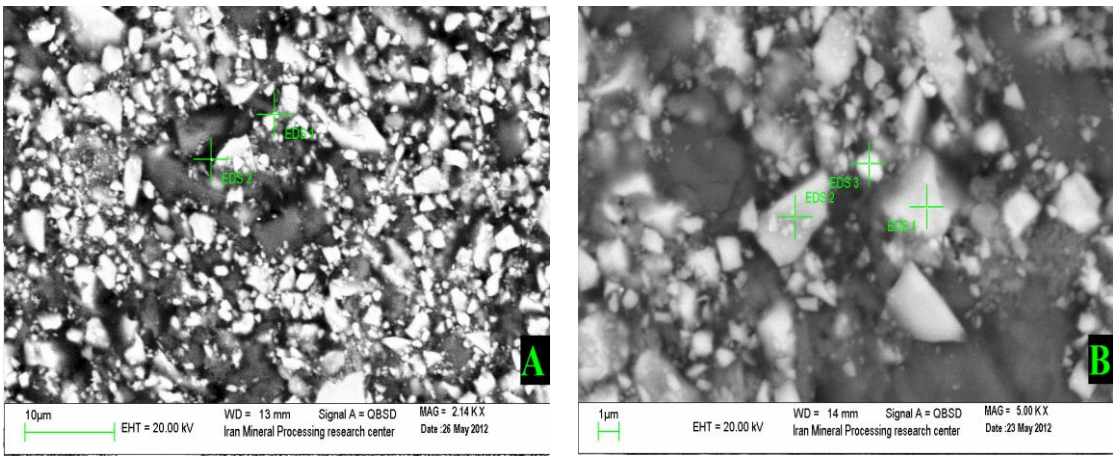
- مطالعات ریخت شناسی و آنالیز عنصری:

بافت سطحی از مواد تجمع یافته در روی فیلترها در شکل‌های ۱ و ۲نشان داده شده‌اند. نتیجه‌ای که از تصاویر SEM و آنالیز EDS گرفته می‌شود این است که ریزگردهای معدن اورانیوم ساغند عمدتاً از اکسیدآهن تشکیل شده‌اند، در نقاطی هم ریزگردهایی از جنس اورانیوم، تالک دارای Y و Nd حضور دارند.

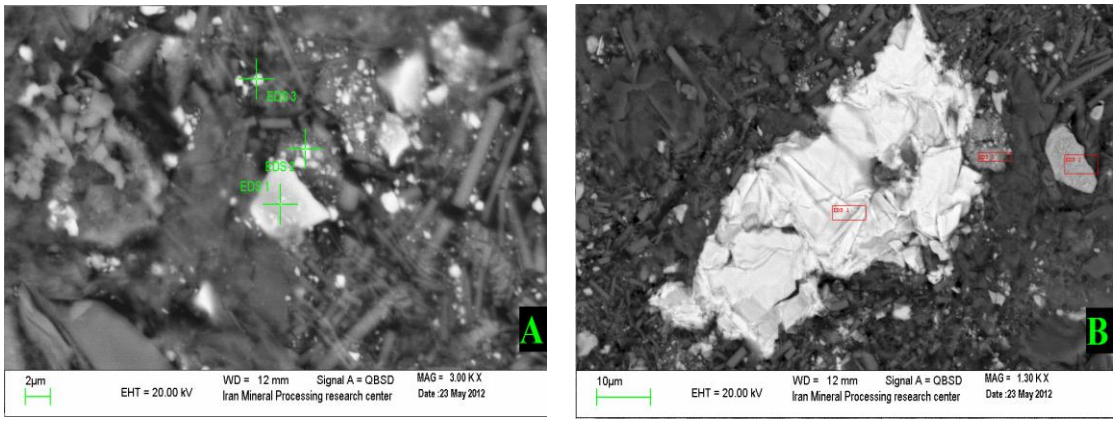
مطالعات الکترون میکروسکوپی (SEM) نشان داد که ذرات گردوغبار موجود در معدن، در حالت طبیعی و عدم آلتره شدن عمدتا شامل میکروآگرگاتهایی است که فابریک آنها، کنتاکت سطح به سطح را نشان می دهد ولی فضاهای موجود آنها بیشتر از نوع بین ذره‌ای می باشند تا بین آگرگاتی (شکل ۱). مطالعات SEM نشان داد که ذرات گردوغبار آلتره نشده توسط ساختارهای لامینه/دومن مانند مشخص می شوند (شکل ۲).

از تکنیک EDS (مطالعات SEM) برای شناسایی انواع عنصرها در مواد ریزدانه بهره گرفته شد. ساختارهای میکروسکوپی TSP، اشکال متفاوتی از ریزگردها را نشان داد و مشخص نمود که بخش اعظم ریزگردهای منتشره را اکسیدهای آهن حاوی ذرات اورانیم تشکیل می‌دهند (جداول ۲، ۳، ۴ و

۵). نتایج این جداول نشان داد که مقادیر کادمیوم (Cd) و مولیبدن (Mo) در حد بسیار بالا و مقادیر S، Si، Mg، Ba، Al، Na و Nd نیز میزان قابل توجهی را نشان می دهند.



شکل ۱- تصاویر SEM ریزگردهای برداشت شده از محل دریل‌کاری تونل



شکل ۲- تصاویر SEM ریزگردهای برداشت شده از محل خاک‌برداری تونل

جدول ۲- نتایج آنالیزهای شیمایی معدن شماره ۲ (نمونه شماره ۱A)

	عنصرهای موجود	درصد وزنی (%)	اندازه تقریبی ذره
EDS 1	Fe	۱۸/۳۹۴	۱µm
	Mg	۱۰/۷۶۴	
	Si	۵/۶۷۹	
	Al	۱/۰۰۱	
	U	۱۲/۴۰۲	
	Cd	۱۹/۷۳۸	
	Mo	۱۷/۴۵۶	
	S	۸/۹۳۳	
	Nd	۳/۶۸۷	
	V	۰/۴۲۸	
	Cl	۰/۴۹۴	

	Ca	۰/۷۳۵	
	Cr	۰/۲۸۷	
EDS 2	Fe	۵۷/۰۸۲	۱.۵µm
	O	۱۶/۶۵۸	
	Mg	۷/۳۷۰	
	Si	۹/۵۶۳	
	Mo	۴/۰۲۶	
	Ca	۱/۴۱۰	
	Cd	۱/۸۷۰	
	Nd	۱/۶۹۴	
	Al	۰/۳۲۷	

جدول ۳- نتایج آنالیزهای شیمایی معدن شماره ۲ (نمونه شماره ۱B)

	عناصر موجود	درصد وزنی(%)	اندازه تقریبی ذره
EDS 1	Fe	۷۹/۱۶۴	۳µm
	O	۲۰/۸۳۶	
EDS 2	Fe	۶۵/۲۷۳	۴µm
	O	۱۶/۱۱۱	
	Si	۹/۴۶۸	
	Mg	۷/۳۸۰	
	Al	۱/۷۶۸	
EDS 3	Fe	۷۸/۴۹۲	۱.۲µm
	O	۱۱/۲۱۱	
	Si	۵/۸۵۸	
	Mg	۴/۴۳۹	

جدول ۴- نتایج آنالیزهای شیمایی معدن شماره ۲ (نمونه ۲A)

	عناصر موجود	درصد وزنی(%)	اندازه تقریبی ذره
EDS 1	Fe	۵۶/۸۹۲	۵µm
	O	۱۳/۳۹۵	
	Si	۱۷/۸۹۵	
	Mg	۱۱/۱۲۳	
	Al	۰/۶۹۵	
	Fe	۵۵/۳۹۷	
	O	۲/۵۲۳	
	Si	۳۰/۷۳۳	
	Mg	۷/۹۵۴	

EDS 2	Al	۱/۲۷۹	۱µm
	Np	۱/۹۹۳	
	Pd	۰/۱۲۱	
EDS 3	Fe	۴۷/۰۷۹	۱µm
	Si	۳۴/۶۴۵	
	Mg	۳/۹۳۴	
	Al	۳/۱۳۷	
	Ba	۴/۰۸۴	
	Na	۳/۷۳۶	
	K	۱/۷۴۰	
	Ca	۱/۳۶۶	
	U	۰/۲۷۹	

جدول ۵- نتایج آنالیزهای شیمایی معدن شماره ۲ (نمونه 2B)

	عناصر موجود	درصد وزنی(%)	اندازه تقریبی ذره
EDS 1	Mo	۶۶/۶۴۵	۵۷µm
	S	۳۱/۷۵۴	
	Si	۱/۶۰	
EDS 2	Fe	۸۱/۶۲۸	۱۲µm
	O	۱۸/۳۷۲	
EDS 3	Fe	۵۸/۴۳۰	۹µm
	O	۱۳/۵۸۷	
	Si	۸/۲۰۵	
	Mo	۷/۲۵۰	
	S	۴/۰۳۲	
	Mg	۳/۵۲۴	
	Sb	۲/۴۱۱	
	Ce	۱/۲۳۶	
	Al	۰/۹۱۸	
	U	۰/۴۰۶	

نتیجه گیری:

- شناسایی انواع عنصرها در ساختارهای میکروسکوپی TSP توسط تکنیک EDS نشان داد که بخش اعظم ریزگردهای منتشره را اکسیدهای آهن حاوی ذرات اورانیم تشکیل می‌دهند.
- مطالعات الکترون میکروسکوپی نشان داد که ذرات گردوغبار موجود در معدن عمدتاً شامل میکروآگرگاتهایی است که فابریک آنها، کنتاکت سطح به سطح ولی فضاهای موجود آن‌ها بیشتر از نوع بین ذره‌ای می باشند.
- مطالعات SEM نشان داد که ذرات گردوغبار موجود در معدن توسط ساختارهای لامینه/دومن‌مانند مشخص می‌شوند.

منابع فارسي :

۱- زراسوندی، ع. مر، ف. و نظرپور، ا. (۱۳۹۰) ترکیب کانی شناختی و ریخت‌شناسی ذرات تشکیل دهنده پدیده گردوغبار در استان خوزستان با تکیه بر آنالیزهای XRD و تصاویر SEM.

References:

2- Zanobetti, A., Schwartz, J and Dockery, D.W. (2000) Airborne particles are a risk factor for hospital admissions for heart and lung disease. Environ. Health Perspect. 108, 1071-1077.

3- McMurry, A. (2000) Review of atmospheric aerosol measurements, Atmospheric Environment. 34, 1959-1999.

4- Salma, I., Balashazy, I., Winkler-Heil, R., Hofmann, W and Zaray, G. (2002), Effect of particle mass size distribution on the deposition of aerosols in the human respiratory system. Aerosol Science. J. 33, 119-132.

5- Vincent, J. H., (1990) The fate of inhaled aerosols: A review of observed trends and some generalizations. Annals of Occupational Hygiene 34, 623-637.

6- Brook, R. D., Franklin, B., Cascio, W., Hong, Y., Haward, G., Lipsett, M., Luepker, R., Mittleman, M., Samet, J., Smith, S.C and Tager, I. (2004) Air pollution and cardiovascular disease: A Statement for Healthcare Professionals From Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association, Circula., 21, 109.

7- Khaenamkaw, P., Iamraksa, P., Raksawang, S., wongsorndham, K and Khuntong, S. (2010) SEM/EDS morphological and chemical composition identification of particulate matter emission from shipping activities around Si Racha Bay, Si Chang Island. Chonburi, Thailand. Journal of the Microscopy Society of Thailand. 24, 37-41.

8- Casuccio, G. S., Schlaegle, S. F., lersch, T. L., Huffman, G. P., Chen. Y., Shah, N. (2004) Measurement of fine particulate matter using electron microscopy techniques. Fuel Processing Technology 85, 763-779.