بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه خوارزمی،
تهران، ایران.
۱۶-۱۵ بهمن ۱۳۹۸

مشخصه‌یابی ریزگردهای ریزشی شهر یزد با استفاده از پراش اشعه ایکس(XRD): تحلیل عنصری و کانی شناسی ریزگردها

نفیسه صدیقی[۱]، محمدعلی حداد[۱و۲]، حمید مطهری[۱]

Emails: sedighinafise94@gmail.com, mahaddad@yazd.ac.ir, h.motahari@yazd.ac.ir

[۱]دانشکده فیزیک دانشگاه یزد، صفائیه، بلوار دانشگاه، یزد، صندوق پستی: ۸۹۱۹۵-۷۴۱

[۲] گروه پژوهشی فوتونیک، آزمایشگاه تحقیقاتی بینابنگاری لیزری، دانشگاه یزد، صفائیه، بلوار دانشگاه، یزد، صندوق پستی: ۸۹۱۹۵-۷۴۱

چکیده – ریزگردها یکی از مهم‌ترین ا شکال آلودگی محیطی مح سوب می شوند که علاوه بر م شخ صه‌های شیمیایی آن‌ها، برر سی ویژگی‌های فیزیکی و نقش این ذرات در آلودگی محیط زیست حائز اهمیت است. در این پژوهش ریزگردهای ۵ ناحیه از شهر یزد جمع‌آوری شد و توزیع اندازه، ریخت شنا سی، کانی شنا سی و نوع عنا صر موجود در ریزگردها به کمک SEM، EDX و XRD مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از الگوهای XRD وجود کانی‌هایی از گروه‌های سیلیکات، کربنات و فسفات با فراوانی غالب کانی‌های کوارتز و کلسیت را نشان داده است. همچنین در بررسی شکل و اندازه ریزگردها با استفاده از تصاویر SEM، این نتیجه حاصل شده ا ست که بی شتر ریزگردها، دارای شکل‌های کشیده، من شوری، کروی، نامنظم و چندوجهی با اندازه بین ۱ تا ۳۰ میکرومتر با فراوانی بیشینه اندازه ذرات بین ۲ تا ۷ میکرومتر هستند.

کلید واژه- ریخت شناسی، ریزگرد، کانی شناسی، SEM، EDX، XRD.

The Characterization of air-full dust of Yazd city by X-Ray Diffraction (XRD): Measurement of Crystallinity and Determination of dust Composition

Sedighi, Nafise [1]; Haddad, Mohammad Ali[1,2]; Motahari, Hamid[1]

Emails: sedighinafise94@gmail.com, mahaddad@yazd.ac.ir, h.motahari@yazd.ac.ir
[1]Department of Physics, Yazd University, Yazd, Iran, PO Box 89195-741.
[2] Photonic Research Group, Laser Spectroscopy Research Laboratory, Yazd University, Yazd, Iran, PO Box 89195-741

Abstract- Falling Dust is one of the most important forms of environmental pollution. Studying their physical and chemical properties is an essential method to recognize the type of pollutants. In this research, falling dust at five locations of Yazd are sampled by Marble Dust Collectors (MDCs) and their size distributions, morphologies, and chemical compositions are studied by XRD, EDX and SEM techniques. The resulted analyses of XRD patterns show the presence of silicates, carbonates, and phosphates group minerals in samples including calcites, quartz, gypsum, magnesium carbonate, and aluminum phosphates components. Furthermore, the analysis of the size and shape of the dust by recorded SEM images indicates capsular, triangular, spherical, irregular, and polyhedral shapes of particles. The size analyses of samples lead to estimate the range of 1 to 30 microns of particles with the maximum size distributions between 2 to 7 microns.

Keywords: Morphology, Dust, Mineralogy, SEM, EDX, XRD.

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-20]

مقدمه

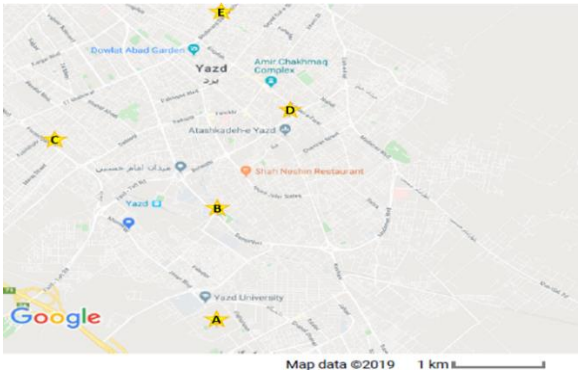
امروزه پدیده افزایش ریزگردها خصوصا در مناطق شهری، یکی از مسائل عمده‌ی زیست محیطی است که مشکلات و معضلات بسیاری در سراسر جهان در برداشته است. از جمله این مشکلات می‌توان به تاثیر این ریزگردها بر سلامت انسان و سایر موجودات زنده، کشاورزی، اقتصاد، تغییر آب و هوا اشاره کرد. در حوزه سلامت این ریزگردها می‌توانند باعث ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی، قلبی، پوستی، التهاب های چشمی و حتی مرگ و میر انسان‌ها (به ویژه کودکان و سالمندان) شوند. حدود ۲۵ درصد مناطق ایران در کمربند خشک و بیابانی جهان واقع شده‌است و همین موضوع باعث می شود تا این کشور نیز تحت تاثیر پدیده‌های گرد و غباری قرار گیرد. مطالعه‌ی بیشتر خواص فیزیکی در کنار ویژگی‌های شیمیایی این ذرات و اثرات آن‌ها، کمک بسیاری در شناسایی منابع تولید و نیز کنترل و مهار افزایش غلظت آن‌ها در جو خواهد نمود[۱-۲].

شهر یزد به علت قرار گرفتن در نوار مرکزی فلات ایران و دارا بودن اقلیمی گرم و خشک، در معرض پدیده‌های گرد و غباری واقع شده‌است. همچنین به‌دلیل کم بودن میانگین بارش سالیانه در شهر یزد، غالبا مقدار زیادی ریزگرد معلق، در هوای این شهر یافت می شود. شهر یزد با وسعتی برابر ۲۳۹۷ کیلومتر مربع و در مختصات جغرافیایی ″ ۳ ′ ۲۳ ° ۵۴ شرقی و ″ ۵۰ ′ ۵۳ ° ۳۱ شمالی در شمال استان یزد قرار گرفته‌است. در این مقاله مشخصات کانی شناسی و شکل و اندازه نمونه‌های ریزگردهای ریزشی شهر یزد با استفاده از روش پراش اشعه ایکس و تصاویر SEM از نمونه‌های جمع آوری شده مورد مطالعه قرار گرفته‌است.

مواد و روش‌ها

برای مطالعه خواص و مشخصه یابی ذرات روش های گوناگونی وجود دارد. تحقیقات نشان داده‌اند که به‌کارگیری روش‌های طیف سنجی برای ریزگردها بسیار کارامد است. از جمله روش‌های مناسب برای مشخصه‌یابی فیزیکی و کانی‌شناسی ریزگردها، می‌توان طیف‌سنجی پراش پرتو ایکس را نام برد. همچنین می‌توان از میکروسکوپ الکترونی روبشی برای تعیین اندازه و ریخت شناسی ذرات استفاده کرد و برای تجزیه و تحلیل ساختاری و شناسایی عناصر موجود در نمونه‌ها می‌توان از طیف‌سنجی پراکندگی انرژی پرتو ایکس استفاده کرد[۳].

در این پژوهش ریزگردهای ریزشی ۵ منطقه از شهر یزد به مدت یک ماه در شرایط یکسان جمع‌آوری شد و در ظروف مخصوص، پس از کدگذاری به آزمایشگاه منتقل شد و به وسیله الک آزمایشگاهی شماره ۱۰۰ برای حذف ترکیبات زائد (نظیر ریزبرگ‌ها و غیره) غربال شد. موقعیت محلی مکان‌های نمونه‌برداری در شکل(۱) آمده‌است.



شکل ۱: موقعیت مکان‌های نمونه‌های جمع آوری ریزگردهای ریزشی در شهر مورد مطالعه شهر یزد (A: صفائیه، B: آبشاهی، C: آزادشهر، D: اکبرآباد، E: جنت آباد)

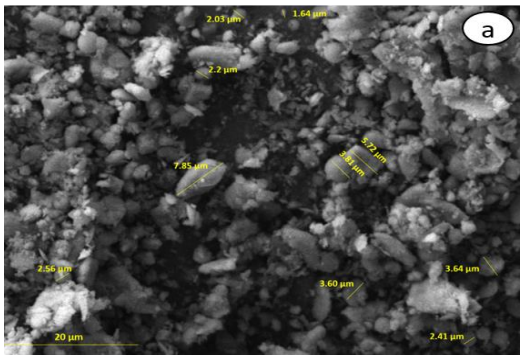
الف) مطالعه شکل، توزیع اندازه و تحلیل عنصری ذرات با استفاده از روش SEM و EDX

برای تعیین اندازه و شکل ذرات از میکروسکوپ الکترونی روبشی یا SEM استفاده شده است. در این پژوهش از

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-20]

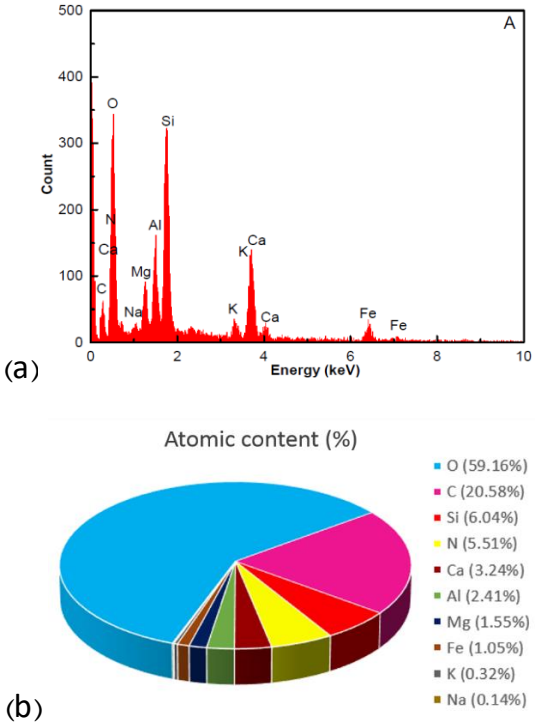
میکرو سکوپ الکترونی با مدل VEGA3 TESCAN-SB استفاده شد و تصویر تهیه شده از نمونه A غبار جمع آوری شده در شکل (۲) قابل مشاهده است.



شکل ۲: تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از نمونه A غبار جمع آوری شده.

از هر نمونه طی سه مرحله با بزرگنمایی های مختلف تصویربرداری شد. بررسی تصاویر SEM و همچنین اندازه و شکل ذرات نشان داد که شکل و نوع کانی‌های نمونه‌ها تقریبا مشابه‌اند. شکل ذرات اغلب کروی، چندوجهی، منشوری و تجمع یافته اند. ذرات دارای ساختارهای کشیده و منشوری اغلب بلورهای کلسیت ($CaCO_3$) را تشکیل می‌دهند. در حالی که ذرات با شکل‌های نامنظم و نزدیک به کروی، اغلب از بلورهای کوارتز (SiO_2) تشکیل شده‌اند[۵]. تصاویر SEM دامنه اندازه ذرات در محدوده ۱ تا ۳۰ میکرومتر با بیشینه توزیع اندازه ذارت بین ۲ تا ۷ میکرومتر را نشان می دهد.

همچنین برای شناسایی نوع و غلظت عناصر موجود در ریزگرد ها از طیف‌سنجی تفکیک انرژی پرتو ایکس با استفاده از دستگاه FESEM با مدل MIRA III و آشکارساز SAMX انجام گرفت. عناصر کربن (C)، اکسیژن (O)، سیلیسیم (Si)، کلسیم (Ca)، آلومینیوم (Al)، منیزیم (Mg) و آهن (Fe) با غلظت‌های متفاوت در تمامی نمونه‌ها و عناصر گوگرد (S)، فسفر (P)، تیتانیم (Ti) و نیتروژن(N) بعضا در برخی از نمونه ها همچون نمونه‌های D، E، C و A مشاهده شد. طیف تفکیک انرژی پرتو ایکس و درصد اتمی نمونه A در شکل(۳) آمده است.



شکل ۳: (a) طیف تفکیک انرژی پراش پرتو ایکس نمونه A، (b) درصد اتمی عناصر موجود در نمونه A.

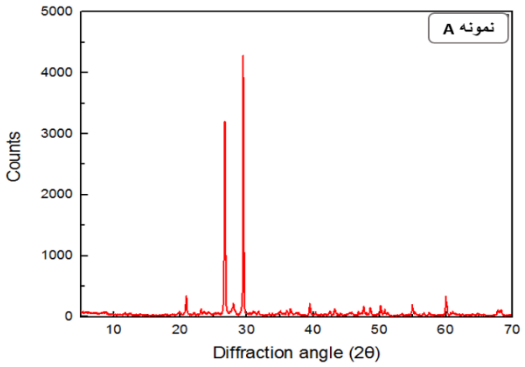
ب) بکارگیری روش پراش اشعه ایکس (XRD)

طیف سنجی پراش پرتو ایکس برای شناسایی ساختارها، عناصر و ترکیبات تشکیل دهنده کانی‌های دانه ریز به‌کار می‌رود و از آنجایی که سطح زیر قله در الگو پراش پرتو ایکس متناسب با مقدار فازهای نمونه است، با استفاده از این روش می‌توان آنالیز نیمه‌کمی نیز انجام داد و علاوه بر نوع فازها، مقدار آن‌ها را نیز با تقریب قابل قبولی بدست آورد[۴]. در این پژوهش دستگاه ASENWARE با مدل ۳۰۰AW_XDM با آند مس به طول موج A°۱,۵۴ و گام زمانی یک ثانیه جهت شناسایی فازهای اصلی و فرعی نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

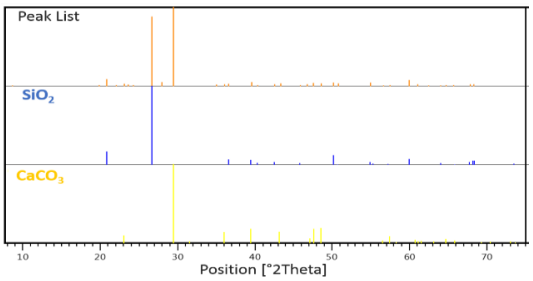
نتایج حاصل از تحلیل و بررسی الگوهای پراش پرتو ایکس در شکل‌های (۴)، (۵) و جدول (۱) آورده شده‌اند.

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-20]



شکل ۴: الگوی پراش پرتو ایکس نمونه A.



شکل ۵: کارت استاندارد فازهای اصلی الگوی پراش پرتو ایکس نمونه A.

همانطور که در جدول مشاهده می‌کنید تحلیل الگوهای پراش اشعه ایکس نشان داد که فراوانی نسبی کانی‌های دو گروه سیلیکات و کربنات در نمونه‌ها بیشتر است و فازهای اصلی مشاهده شده، کوارتز و کلسیت هستند. فازهای فرعی بیشتر ژیپس ($CaSO_4 2H_2O$)، دولومیت ($CaMg(CO_3)_2$) و آلومینیوم فسفات($AlPO_4$) هستند. فازهای دیگری با فراوانی کم در نمونه‌ها مشاهده شد که به طور جامع در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱: فازهای مشاهده شده در الگوهای پراش پرتو ایکس نمونه ریزگردهای A، B، C، D و E سایت‌های انتخاب شده شهر یزد.

نمونه	فازهای اصلی	فازهای فرعی
A	SiO_2, $CaCO_3$	$(K, Na)AlSiO_4$, Fe_3O_4, $CaMg(CO_3)_2$
B	SiO_2, $CaCO_3$	$AlPO_4$, $CaMg(CO_3)_2$, CaO, Al_2O_3
C	SiO_2, $CaCO_3$	$CaMg(CO_3)_2$, Al_2O_3, TiO_2
D	SiO_2, $CaCO_3$	$CaSO_4 2H_2O$, $CaMg(CO_3)_2$, SiS_2, Fe_3O_4, $AlPO_4$
E	SiO_2, $CaCO_3$	$CaMg(CO_3)_2$, $CaSO_4 2H_2O$, $AlPO_4$

بحث و نتیجه‌گیری

فراوانی بیشتر کانی‌های کوارتز و کلسیت نشان می‌دهد که ریزگردهای شهر یزد اغلب خاستگاه کاملا رسوبی دارند و به دلیل عدم توانایی این کانی‌ها در حمل و واکنش با فلزات، وجود ترکیبات حاوی عناصر خاص و فلزات، مرجع محلی دارند و منشأهای آن‌ها غیر طبیعی است. همچنین منشا کانی‌های ژیپس و دولومیت بیشتر سنگ‌های رسوبی هستند و البته این کانی‌ها در مصالح ساختمانی نیز استفاده می شوند. آلومینیوم فسفات و مگنتیت (Fe_3O_4) کانی‌های معدنی هستند که اغلب در معادن اطراف یزد یافت می‌شوند. ترکیباتی مانند روتایل (TiO_2) و نفلین ($(K, Na)AlSiO_4$) و در نمونه‌ها شناسایی شد که اغلب منشأ صنعتی دارند و به ترتیب در صنایع تولید شیشه و سرامیک و آلومینیوم سازی استفاده می شوند. قابل ذکر است که هدف پیش‌روی این پژوهش برای شناسایی فلزات سنگین مانند سرب و کادمیم، استفاده از آنالیزهای عنصری دیگر است.

سپاسگزاری

نویسندگان از همکاری صمیمانه جناب آقای دکتر عظیم‌زاده از دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد که در جمع آوری نمونه های ریزگرد های ریزشی راهنمایی نموده‌اند صمیمانه سپاس و قدردانی می نمایند.

مرجع‌ها

[1] A. A. El-Zahhar, “SEM, SEM-EDX, μ-ATR-FTIR and XRD for urban street dust characterization,” *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, vol. 00, pp. 1–19, 2019.
[2] S. Nazari, “the Origins and Sources of Dust Particles , Their Effects on Environment and Health , and Control Strategies : a Review,” vol. 1, pp. 137–152, 2016.
[3] K. MG and M. SJ, “Characterization of Settleable Dust and Surface Dust Samples from the Old and Abandoned Asbestos Mine Dumps in the Limpopo Province, South Africa,” *J. Pollut. Eff. Control*, vol. 05, 2017.
[4] P. G. Satsangi and S. Yadav, “Characterization of PM2.5 by X-ray diffraction and scanning electron microscopy-energy dispersive spectrometer: Its relation with different pollution sources,” *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, vol. 11, pp. 217–232, 2014.
[5] I. Rodríguez, “Atmospheric inorganic aerosol of a non-industrial city in the centre of an industrial region of the North of Spain, and its possible influence on the climate on a regional scale,” *Environ. Geol.*, vol. 56, pp. 1551–1561, 2009.

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-20]