ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰ زمان چاپ: ۱۴۰۲/۱۰/۲۰

بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی گردوغبار در منطقه آبیک قزوین

مریم محمودی[۱]، حسینعلی بهرامی*[۲]، علی درویشی بلورانی[۳] ، سهام میرزایی ترک[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲- استاد گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- دانشیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

۴- دکتری سنجش از دور، گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

bahramih@modares.ac.ir

چکیده

طوفان‌های گردوغباری که اغلب در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان روی می‌دهند حجم زیادی از ذرات معلق را با خود حمل می‌کنند و به‌عنوان یکی از مهمترین معضلات زیست‌محیطی تلقی می‌گردند. هدف این پژوهش بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، توزیع اندازه و شکل ذرات گردوغبار برداشت شده از مناطق کانونی مولد گردوغبار آبیک قزوین است. بعد از تعیین محل نمونه برداری، نمونه‌های گردوغبار جمع‌آوری شدند. پس از خشک و کوبیده شدن برای شناسایی کانی‌های اصلی ذرات گردوغبار از دستگاه پراش‌سنج پرتو ایکس (XRD[۱]) استفاده شد. برای شناسایی ترکیبات شیمیایی کانی‌های تشکیل‌دهنده این ذرات از تکنیک طیف‌سنجی جرمی پلاسمای جفت‌شده القایی (ICP-MS[۲]) استفاده شد. به‌منظور تعیین شکل و اندازه ذرات گردوغبار، از تصاویر میکروسکوپی حاصل از میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی (FE-SEM) استفاده شد. نتایج نشان داد که، کانی‌های اصلی تشکیل دهنده گردوغبار شامل سیلیکات منیزیم، کربنات کلسیم و کوارتز می‌باشند. در بین عناصر سنگین، روی، سرب، کادمیم، کروم، کبالت، نیکل و مس بیشترین مقدار را داشتند.

کلمات کلیدی: کانی‌شناسی گردوغبار، فلزات سنگین، میکروسکوپ الکترونی روبشی، پراش‌سنج پرتو ایکس

[۱] X-Ray Diffraction

[۲] Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر وقوع خشکسالی‌های مکرر موجب کم شدن آب رودها و در نتیجه کم شدن آب تالاب‌ها و حتی خشک شدن برخی از آن‌ها شده است. با توجه به افزایش تعداد و شدت خشکسالی‌ها، قابلیت وجود مواد ریزدانه برای رخداد طوفان‌های گردوغباری بیشتر و شدیدتر در آینده وجود دارد (سلیقه و همکاران، ۱۳۸۹؛ Zare Abianeh و همکاران، ۲۰۱۵). وقوع طوفان‌های گردوغبار یکی از مخاطرات زیست محیطی مهمی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک در جهان اتفاق افتاده و زندگی انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (قدیمی و همکاران، ۱۳۹۸). ذرات گرد و غبار تاثیر قابل‌توجهی بر فعالیت‌های انسانی و تغییرات آب و هوایی دارند (Zhang و همکاران، ۲۰۱۷). بر همین اساس در سال‌های اخیر یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست محیطی بوجود آمده در منطقه خاورمیانه و ایران علی الخصوص غرب و جنوب غرب این کشور پدیده گردوغبار می‌باشد (فلاح ززولی و همکاران، ۱۳۹۳). با این حال، به دلیل کمبود اطلاعات دقیق در مورد رفتار ریزگردها (مانند ترکیب و توزیع اندازه ذرات)، روش‌های غیرمستقیم و کم بودن اطلاعات دقیق سطحی زمین، مکان‌های احتمالی گرد و غبار خیز به خوبی شناسایی نشده است (Zhang و همکاران، ۲۰۱۷) در نتیجه بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ترکیب عناصر ریزگردها در شناسایی منابع گرد و غبار امری ضروری است.

مطالعات زیادی در خصوص کمیت و کیفیت گردوغبار طی این سال‌های اخیر انجام شده است در این بین گودرزی و همکاران (۱۳۹۶) در شهر اهواز، عادل‌پور و رفعتی (۱۳۹۸) در شهرستان دزفول، روغنی و همکاران (۱۳۹۸) شهر اصفهان، عباسی و همکاران (۱۳۹۹) در تهران و حمزه‌پور (۱۴۰۲) در پهنه‌های ماسه‌ای غرب دریاچه ارومیه به‌منظور شناسایی کانی‌های غالب از روش XRD، شناسایی عناصر موجود در نمونه‌ها از دستگاه ICP-MS و نیز تصویربرداری از سطح نمونه‌ها از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) استفاده کردند. در مطالعات خارج از کشور نیز محققان با به‌کارگیری آنالیز XRD و تصویربرداری SEM، خواص فیزیکی و شیمیایی گرد و غبار را مورد بررسی قرار دادند (Usman و همکاران، ۲۰۲۱؛ Drame و همکاران، ۲۰۲۱ و Bazarbayev و همکاران، ۲۰۲۲).

ذرات معلق به‌عنوان شاخه‌ای از مواد آلاینده دارای تنوع و پیچیدگی بسیار زیادی هستند و اندازه ذرات و ترکیب شیمیایی آن‌ها مانند غلظت‌شان در هوا از ویژگی‌های مهم این مواد به شمار می‌رود، دو پارامتر مهم ذرات شامل اندازه و ترکیب شیمیایی نقش تعیین‌کننده‌ای در ریسک سلامتی این ترکیبات دارند (Liu و Bei، ۲۰۱۶). فلزاتی از قبیل آهن، مس، کروم و وانادیوم تولید انواع رادیکال‌های اکسیژن می‌کنند که عمدتاً این رادیکال‌ها به‌صورت آزاد و پایدار می‌باشند و به مقدار زیاد در طول فرایند احتراق تولید می‌شوند و ممکن است باعث استرس اکسیداتیو و در نتیجه بیماری‌های قلبی و احتمالا سرطان گردند (Moller و همکاران، ۲۰۰۸) مطالعات نشان داده که هنگام گردوغبار غلظت بعضی از فلزات سنگین از جمله سرب ۳ برابر می‌گردد (Kim و همکاران، ۲۰۰۳) سازمان جهانی بهداشت یک سری استانداردهای را مطابق با اتحادیه اروپا برای میزان فلزات سنگین در ذرات هوا وضع کرده است که شامل ۶۱۱ نانوگرم بر مترمکعب برای سرب، ۵ نانوگرم بر مترمکعب برای آرسنیک، ۲۱ نانوگرم بر مترمکعب برای نیکل و ۶ نانوگرم بر مترمکعب برای کادمیوم می‌باشد (Moreno و همکاران، ۲۰۰۶).

براساس مطالعات بیابانی شدن اراضی جنوبی شهرستان آبیک درحال گسترش بوده و بادهای شدید در این ناحیه به فرسایش خاک و تولید ریزگرد منجر شده است. درحال حاضر ۱۴ هزار هکتار از اراضی بیابانی جنوب شهرستان آبیک به علت شوری شدید خاک و فقدان پوشش گیاهی (کمتر از ۵ درصد از مساحت این اراضی دارای پوشش گیاهی هستند) در معرض فرسایش شدید بادی قرار گرفته و به‌عنوان یکی از کانون‌های اصلی گردوغبار در استان محسوب می‌شود. کاهش قدرت بازسازی منابع

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

طبیعی در برابر تغییرات اقلیمی، کاهش حاصلخیزی خاک، پوشش گیاهی و تولید مواد غذایی، افزایش مهاجرت، بروز سیل و خسارات ناشی از حرکت جریانات سطحی آب، بروز طوفان‌های شنی و گردوغبار و در نتیجه گسترش فقر از عمده اثرات و عوارض فرسایش بادی و از بین رفتن خاک است. در این مطالعه تمرکز بیشتر بر روی بررسی و آنالیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منشأ گردوغبار در منطقه آبیک قزوین می‌باشد. غلظت عناصر شیمیایی، درصد کانی‌های غالب و مرفولوژی ذرات گردوغبار با استفاده از روش‌های پیشرفته آزمایشگاهی صورت می‌گیرد. شایان ذکر است نتایج حاصل از این تحقیق به بررسی اثرات ذرات گرد و غبار بر هوا، آب و خاک و همچنین ارزیابی ریسک سلامت کمک نموده و زمینه‌ساز اقدام‌های لازم در راستای کاهش ضررهای ناشی از این پدیده در حوزه سلامت انسان و محیط‌زیست می‌شود.

۲- مواد و روش

در این پژوهش تعداد ۳۰ نمونه از نقاط مستعد گردوغبار واقع در منطقه آبیک قزوین با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۵ دقیقه و ۱۸ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۲۶ دقیقه و ۳۷ ثانیه شرقی انجام شد. برای این منظور نمونه‌ها از ۲ سانتی‌متری سطح خاک جمع‌آوری شدند و سپس به شرح زیر مراحل آماده‌سازی نمونه گردوغبار انجام گرفت.

ابتدا نمونه جمع‌آوری شده به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا کاملا خشک گردد. سپس به منظور جداسازی کامل ذرات، نمونه برداشت شده داخل نایلون‌های ضخیم ریخته و با استفاده از چکش پلاستیکی کوبیده شد و بخش پودر شده جمع آوری شد و آزمایشات روی آن انجام گردید. به منظور شناخت بهتر این ذرات، برای بررسی کانی‌شناسی و شناسایی کانی‌های اصلی ذرات گردوغبار از دستگاه پراش‌سنج پرتو ایکس (XRD) PHILIPS مدل PW۱۷۳۰ و برای شناسایی ترکیبات شیمیایی کانی‌های تشکیل دهنده این ذرات از تکنیک طیف‌سنجی جرمی پلاسمای جفت‌شده القایی (ICP-MS) و همچنین به منظور تعیین شکل و اندازه ذرات گردوغبار، از تصاویر میکروسکوپی حاصل از میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی (FE-SEM) مدل MIRA III ساخت شرکت TE-SCAN استفاده شد. همچنین به منظور بررسی مینرالوژی و تعیین خصوصیات شیمیایی این ذرات به ترتیب آزمایش بافت خاک به روش هیدرومتر و آزمایش pH و EC به روش Rovell ۱۹۹۴ انجام گردید.

۳- نتیجه و بحث

آنالیزXRD و SEM

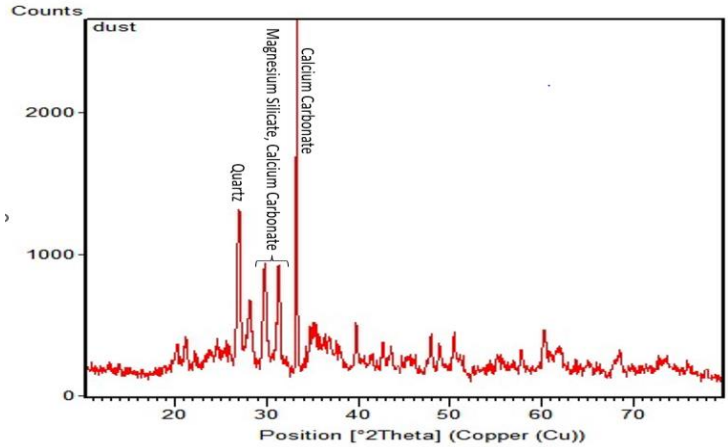
به منظور تعیین کانی‌شناسی ذرات گردوغبار، آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD) بر روی نمونه گردوغبار انجام شده است و براساس نتایج این آنالیز، کانی‌های اصلی تشکیل دهنده گردوغبار شامل سیلیکات منیزیم، کربنات کلسیم و کوارتز می‌باشد که در شکل۱ نشان داده شده است. آنالیز SEM نیز به منظور تعیین اندازه ذرات گردوغبار تاثیرگذار انجام شد. تصاویر آنالیز SEM از ذرات گردوغبار مورد آزمایش در شکل ۲ تصویر (الف) با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر، تصویر (ب) با بزرگنمایی ۲۰۰ برابر و تصویر (ج) با بزرگنمایی ۲۰۰۰ برابر نشان داده شده است.

در این راستا نتایج بررسی‌های زراسوندی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از آنالیز XRD و تصاویر SEM نشان دهنده سه گروه کانی‌شناسی کربنات، سیلیکات و رس‌ها برای نمونه‌های گردوغبار استان خوزستان بود . نتایج مشابه در تحقیق نجفی و

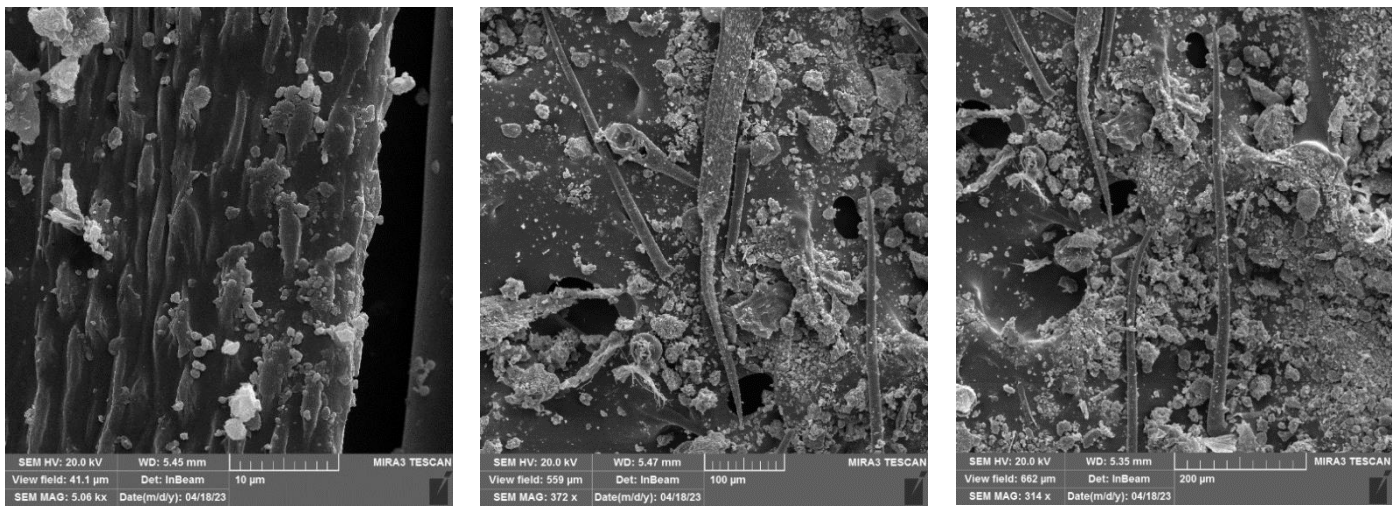
ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

همکاران (۱۳۹۲)، گودرزی و همکاران (۱۳۹۶) و عادل‌پور و رفعتی (۱۳۹۸) بر ذرات گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران، نیز شامل کربنات‌ها (کلسیت) و سیلیکات‌ها (کوارتز) می‌باشد. در مطالعات خارج از کشور نیز Javed و همکاران (۲۰۱۷) در دوحه قطر، Usman و همکاران (۲۰۲۱) در کوه‌های هندوکش شمال پاکستان، Drame و همکاران (۲۰۲۱) در دکار سنگال و Bazarbayev و همکاران (۲۰۲۲) در منطقه پیش آرال ازبکستان با به‌کارگیری آنالیز XRD و تصویربرداری SEM، خواص فیزیکی و شیمیایی گردوغبار را مورد بررسی قرار دادند و به نتایج قابل قبولی دست یافتند.



شکل شماره (۱) : آنالیز XRD نمونه گردوغبار مورد مطالعه



(ج) **(ب)** **(الف)**

شکل شماره (۲) : تصویر SEM از ذرات گردوغبار مورد مطالعه؛ تصویر (الف) با بزرگنمایی ۱۰۰، تصویر (ب) با بزرگنمایی ۲۰۰ و تصویر (ج) با بزرگنمایی ۲۰۰۰.

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

ICP-MS

به منظور بررسی ترکیبات شیمیایی کانی‌های تشکیل‌دهنده نمونه گردوغبار از روش دستگاهی ICP-MS استفاده شد. با این روش، برخی از مهم‌ترین عناصر سنگین آن اندازه‌گیری شد که در جدول ۱ نتایج آن ارائه شده است.براساس نتایج هرچند که غلظت فلزات سنگین در ذرات گردوغبار دارای مقادیر پایینی است اما در این بین عناصر روی، سرب، کادیم، کروم، کبالت، نیکل و مس بیشترین مقدار را دارا می‌باشند. نتایج آنالیز ICP-MS از نمونه‌های گردوغبار موجود در شهر اهواز در مطالعات زراسوندی و همکاران (۱۳۹۰) و گودرزی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که میزان فلزات سنگینی مانند آرسنیک، سرب، روی، نیکل، سولفور، تیتانیوم، منگنز و فسفر بیشترین مقدار را در بین عناصر دارا می‌باشند. در مطالعات دیگر نیز عادل‌پور و رفعتی (۱۳۹۸) در شهرستان دزفول، روغنی و همکاران (۱۳۹۸)، در حومه شهر اصفهان، حمزه‌پور (۱۴۰۲)، در پهنه‌های ماسه‌ای غرب دریاچه ارومیه و Bazarbayev و همکاران (۲۰۲۲) در منطقه پیش آرال ازبکستان از آنالیز ICP-OES استفاده کردند و عناصر با فراوانی زیاد نمونه‌های گردوغبار را شناسایی نمودند.

جدول شماره (۱) نتایج آنالیز عناصر سنگین مورد بررسی توسط ICP-MS در نمونه گردوغبار

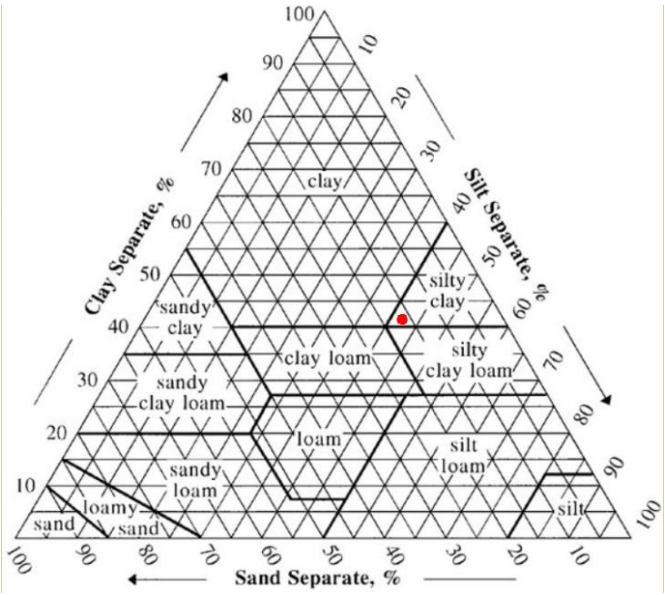
عنصر	Cu	Ni	Co	Cr	Cd	Pb	Zn
غلظت (ppm)	۱/۰۳	۱/۵۹	۰/۹۸	۱/۶۹	۰/۰۲	۱/۳۱	۳/۴

بافت خاک

بافت خاک عبارتست از درصد اندازه ذرات رس، سیلت و شن موجود در خاک که در شکل ۳ توزیع کلاس بافتی خاک منطقه آبیک برروی مثلث بافت خاک براساس طبقه‌بندی USDA نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌کنید بافت غالب در این نمونه خاک Silty Clay می‌باشد که جزء حساس‌ترین خاک‌ها به فرسایش بادی به‌شمار می‌رود.

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN



شکل شماره (۳) : کلاس بافتی خاک منطقه مورد نظر روی مثلث بافت خاک بر اساس طبقه‌بندی USDA (سازمان کشاورزی آمریکا)

EC خاک

نتایج اندازه‌گیری EC نمونه خاک نشان داد که میانگین شوری خاک ۴,۱ ds/m می‌باشد که بیانگر این است که نمونه خاک برداشت شده دارای شوری متوسط می‌باشد.

pH خاک

pH یکی از پارامترهای بسیار مهم در خاکشناسی است زیرا مکانیسم‌های کلیدی خاک از جمله حلالیت عناصر غذایی، فعالیت‌های بیولوژیکی و معدنی شدن مواد آلی تحت تاثیر مستقیم pH خاک می‌باشد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری pH خاک منطقه مورد مطالعه نشان داد که میانگین pH این منطقه ۶,۹ می‌باشد که این مقدار در محدوده pH نرمال قرار می‌گیرد.

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

۴-نتیجه‌گیری

با توجه به مستعـد بودن منطقه آبیک برای تولید گردوغبار، مطالعه دقیق ژئوشیمی و کانی‌شناسی گردوغبار و رسوبات سطحی منطقه آبیک برای شناسایی طوفان‌های گردوغبار با منشأ داخلی بسیار مؤثر است که می‌تواند در شناسایی و تثبیت کانون‌های داخلی گردوغبارکاربرد داشته باشد. نتایج آنالیز پراش پرتو ایکس (XRD) و آنالیز (SEM) بر روی نمونه گردوغبار نشان داد که مواد تشکیل دهنده گردوغبار مورد آزمایش شامل سیلیکات منیزیم، کربنات کلسیم و کوارتز می‌باشد که با نتایج مطالعات دیگر در رابطه با بررسی ذرات گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران مطابقت داشت. مطالعات و بررسی بیشتر در مورد غلظت ، اثرات این ترکیبات و ارتباط آن‌ها با بیماری‌های به وجود آمده لازم می‌باشد و همچنین راه‌های کنترل گردوغبار باید بیشتر مدنظر قرار گیرد.

مراجع

۱. حمزه‌پور، ن. (۱۴۰۲). تغییرات زمانی در ترکیب عنصری و خصوصیات فیزیکوشیمیایی ذرات معلق هوا ساطع شده از پهنه‌های ماسه‌ای (مطالعه موردی: غرب دریاچه ارومیه). نشریه محیط زیست طبیعی. تیرماه ۱۴۰۲.

۲. روغنی، ر. فیض‌نیا، س. سلطانی، س. شهبازی، ر. ۱۳۹۸. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی گردوغبار معدنی در حومه شهر اصفهان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۶(۲): ۳۱۳-۳۲۴.

۳. زراسوندی، ع. راست منش، ف. پورکاسب، ه. آذرمی، ز. (۱۳۹۰، الف). بررسی اثر پدیده گرد و غبار بر میزان جذب فلزات سنگین در سه گونه منتخب گیاهی و خاک آنها در شهر اهواز. زمین شناسی کاربردی پیشرفته, ۱(۲):۱۰۱-۱۱۲.

۴. سلیقه، م. خسروی، م. پودینه، ا. (۱۳۸۹). اثر تغییرات سطح دریاچه هامون بر اقلیم محلی سیستان. چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۵. عادل‌پور، م. رفعتی، پ. ۱۳۹۸. بررسی کانی شناسی و ژئوشیمی طوفان‌های گرد و غبار در استان خوزستان (مطالعه موردی: شهرستان دزفول). نشریه علمی پژوهش‌های محیط‌زیست، ۱۰(۱۹): ۳۰۱-۳۱۱.

۶. عباسی، س. حسینی، س.م. خراسانی، ن. کرباسی، ع. (۱۳۹۹). مقایسه قابلیت برگ درختان برای ترسیب ذرات معلق هوا با تحلیل تصاویرمیکروسکوپ الکترونی. فصلنامه علم و تکنولوژی محیط زیست. ۲۳(۳): ۲۷-۳۹.

۷. فلاح زرولی، م. وفایی نژاد، ع. خیرخواه زرکش، م. احمدی دهکا، ف. (۱۳۹۳). منشاء یابی گردوغبار غرب و جنوب غرب ایران و تحلیل سینوپتیکی آن با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (کاربرد سنجش از دور و GISدر علوم منابع طبیعی)، ۵(۴)، ۶۱-۷۷.

۸. قدیمی، م. زارع، ا. مقبل، م. صاحبی، م. (۱۳۹۸). ارزیابی تأثیرات گردوغبار روی رفتار طیفی گیاهان با استفاده از داده های سنجش از دوری. علوم و فنون نقشه برداری، ۸(۴)، ۱۶۳-۱۷۶.

۹. گودرزی، غ. اصغری‌پور دشت بزرگ، ن. نعیم آبادی، ا. قربانپور، ر. حیدری فارسانی، م. هاشم‌زاده، ب. محمدی، م.ج. (۱۳۹۶). آنالیز خصوصیات شیمیایی ریز گردهای رسوب شونده شهر اهواز. مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی, ۹(۴), ۵۶-۶۵.

۱۰. نجفی، م.س. خوش اخلاق، ف. زمانزاده، س.م. شیرازی، م.ح. صمدی، م (۱۳۹۲). بررسی ترکیبات بار گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران. جغرافیا و مخاطرات محیطی, ۲(۲).

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

۱۱. Bazarbayev, R., Zhou, B., Allaniyazov, A., Zeng, G., Mamedov, D., Ivanitskaya, E., ... & Karazhanov, S. (۲۰۲۲). Physical and chemical properties of dust in the Pre-Aral region of Uzbekistan. *Environmental Science and Pollution Research*, ۲۹(۲۷), ۴۰۸۹۳-۴۰۹۰۲.

۱۲. Drame, M. S., Diop, D., Talla, K., Diallo, M., Ngom, B. D., & Nebon, B. (۲۰۲۱). Structural and physicochemical properties of dust collected on PV panels surfaces and their potential influence on these solar modules efficiency in Dakar, Senegal, West Africa. *Scientific African*, ۱۲, e۰۰۸۱۰.

۱۳. Javed, W., Wubulikasimu, Y., Figgis, B., & Guo, B. (۲۰۱۷). Characterization of dust accumulated on photovoltaic panels in Doha, Qatar. *Solar Energy*, ۱۴۲, ۱۲۳-۱۳۵.

۱۴. Kim, K. H., Choi, G. H., Kang, C. H., Lee, J. H., Kim, J. Y., Youn, Y. H., & Lee, S. R. (۲۰۰۳). The chemical composition of fine and coarse particles in relation with the Asian Dust events. *Atmospheric Environment*, ۳۷(۶), ۷۵۳-۷۶۵.

۱۵. Liu, Q., & Bei, Y. (۲۰۱۶). Impacts of crystal metal on secondary aliphatic amine aerosol formation during dust storm episodes in Beijing. *Atmospheric Environment*, ۱۲۸, ۲۲۷-۲۳۴.

۱۶. Møller, P., Folkmann, J. K., Forchhammer, L., Bräuner, E. V., Danielsen, P. H., Risom, L., & Loft, S. (۲۰۰۸). Air pollution, oxidative damage to DNA, and carcinogenesis. *Cancer letters*, ۲۶۶(۱), ۸۴-۹۷.

۱۷. Moreno, T., Querol, X., Alastuey, A., Viana, M., Salvador, P., De la Campa, A. S., ... & Gibbons, W. (۲۰۰۶). Variations in atmospheric PM trace metal content in Spanish towns: illustrating the chemical complexity of the inorganic urban aerosol cocktail. *Atmospheric Environment*, ۴۰(۳۵), ۶۷۹۱-۶۸۰۳.

۱۸. Usman, F., Zeb, B., Alam, K., Huang, Z., Shah, A., Ahmad, I., & Ullah, S. (۲۰۲۲). In-depth analysis of physicochemical properties of particulate matter (PM۱۰, PM۲. ۵ and PM۱) and its characterization through FTIR, XRD and SEM–EDX Techniques in the Foothills of the Hindu Kush Region of Northern Pakistan. *Atmosphere*, ۱۳(۱), ۱۲۴.

۱۹. Zare Abianeh, H., Sabziparvar, A., Marofi, S., Ghiyami, F., Mirmasoud, S. S., & Kazemi, A. (۲۰۱۵). Analyzing and monitoring the meteorological droughts in the region of Sistan and Balouchestan. Journal of Environmental Science and Technology, ۱۷(۱), ۴۹-۶۱

۲۰. Zhang, Z.; Dong, Z.; Zhang, C.; Qian, G. & Lei, C. (۲۰۱۷). The geochemical characteristics of dust material & dust sources identification in northwestern China. Journal of Geochemical Exploration. ۱۷۵ (۱):۱۴۸-۱۵۵.