

## ترکیب کانی شناسی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک سطحی کشور عراق و ذرات گرد و غبار در استان ایلام

محمود رستمی نیا<sup>۱\*</sup>، مسعود بازگیر<sup>۲</sup> و علی چابک<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه علوم و مهندسی آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام و <sup>۲</sup> کارشناس ارشد گروه علوم و مهندسی آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۷

### چکیده

پدیده گرد و غبار یکی از مخاطرات اقلیمی و زیست‌محیطی مهم در مناطق خشک تا نیمه‌خشک جهان است. هدف از این پژوهش، بررسی و تعیین ترکیب کانی‌شناسی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی برخی نمونه‌های خاک سطحی در کشور عراق و ذرات گرد و غبار در استان ایلام به‌منظور منشأیابی طوفان گرد و غبار است. نمونه‌های گرد و غبار از شهرهای ایلام، مهران و دهلران در استان ایلام جمع‌آوری شد. همچنین، تعدادی نمونه خاک از لایه سطحی اراضی مناطق مختلف کشور عراق به‌عنوان منشأ تولید گرد و غبار نیز تهیه شد. تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی نمونه‌های گرد و غبار و خاک انجام شد. نتایج تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی نشان داد که بیشترین درصد ذرات تشکیل‌دهنده خاک‌های عراق و گرد و غبار استان ایلام، شن و سیلت و کمترین رس است. هدایت الکتریکی در همه نمونه‌های دو منطقه بیش از چهار دسی‌زیمنس بر متر و جزء خاک‌های شور محسوب می‌شوند و pH نمونه‌های گرد و غبار و خاک کشور عراق تفاوت معنی‌داری نداشته، در محدوده خنثی تا قلیایی قرار گرفتند. میزان آهک همه نمونه‌ها بیش از ۲۵ درصد است. مناطق مختلف دارای درصد کربن آلی پایینی بوده و بیشترین میزان به بدره عراق ۱/۱۸ درصد و کمترین به نجف ۰/۱۶ درصد تعلق می‌گیرد. SAR عمده خاک‌های عراق بیش از ۱۳ و سدیمی شدید و در ذرات گرد و غبار، SAR نیز نسبتاً بالا است. نتایج کانی‌شناسی پودری نشان داد که کانی‌های غالب در خاک‌های عراق و گرد و غبار استان ایلام کلسیت، ژبیس، کوارتز و پالیکورسکیت است. نتایج بررسی‌های XRD در نمونه‌ها رس خاک عراق و گرد و غبار استان ایلام بیانگر حضور کانی‌های کائولینیت، کلریت، ایلایت و اسمکتیت می‌باشد. به‌طور کلی، نتایج تجزیه‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی بیانگر این است که مناطق بیابانی در کشور عراق منشأ تولید ذرات گرد و غبار در استان ایلام می‌باشد و طوفان‌های گرد و غبار در دراز مدت می‌تواند باعث شور و سدیمی شدن خاک سطحی اراضی استان ایلام شود.

**واژه‌های کلیدی:** تفرق اشعه ایکس، خاک شور و سدیمی، کانی ژبیس، مناطق خشک و نیمه‌خشک، منشأیابی

### مقدمه

بارها امکان وقوع آن‌ها وجود دارد. موضوعی که در طوفان‌های گرد و غبار مشهود است، همراهی شرایط گردش جو (ناپایداری با عمق مناسب) و شرایط سطح

طوفان‌های گرد و غبار یکی از انواع مخاطرات جوی هستند که در منطقه خاورمیانه در طی سال‌ها،

اهمیت است. فرسایش بادی و انتقال رسوبات حمل شده موجب تهدید اراضی کشاورزی، محیط زیست، ابنیه، سدها، کانال‌های انتقال آب و زهکش‌ها می‌شود. طوفان‌های گرد و غبار از پدیده‌های مخرب اقلیمی است که همه‌ساله خسارت‌های جبران‌ناپذیری به مزارع، تأسیسات و جاده‌ها وارد کرده، در افزایش وقوع تصادفات جاده‌ای نقش دارد. این پدیده، متأثر از شرایط جوی خاص است که در صورت شناخت ساز و کار تکوین و گسترش آن می‌توان از آسیب‌های وارده کاست و یا با آن مقابله کرد (Lashkari و Kaikhosravi, ۲۰۰۹).

اثرات طوفان گرد و غبار بر روی ویژگی‌های فیزیکی و حاصلخیزی خاک در جزیره لاپالما اسپانیا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که طوفان گرد و غبار توزیع اندازه ذرات خاک را تغییر داده، در میزان ظرفیت آب قابل دسترس خیلی مؤثر است. طوفان گرد و غبار مقدار ذرات با اندازه ۰/۵ تا ۱۰ میکرومتر (کانی غالب کوارتز) در خاک سطحی را افزایش می‌دهد که با کاهش مقدار آب قابل دسترس همراه است (van Suchodoletz و همکاران، ۲۰۱۳).

پژوهشی در خصوص ایجاد و تهنشینی طوفان گرد و غبار در نواحی خشک مثل کشورهای خاورمیانه از جمله عربستان انجام شد. یکی از نتایج به‌دست آمده این بود که pH ذرات گرد و غبار در عربستان بیش از ۸/۹ است و باران‌های مرتبط با آن باعث افزایش pH خاک و مشکلاتی را برای محیط زیست، رشد گیاهان و جمعیت میکروبی مفید خاک ایجاد کرده است. همچنین، این گرد و غبار، حاوی میکروارگانیزم‌های زنده مثل باکتری و قارچ و ترکیبات شیمیایی است (Amit و Gerson, ۱۹۸۷). ترکیب کانی‌شناسی ذرات گرد و خاک استان خوزستان در سه گروه تقسیم‌بندی شد. گروه اول، شامل کربنات‌ها (کانی غالب کلسیت)، گروه دوم، شامل سیلیکات‌ها (کانی غالب کوارتز) و گروه سوم، شامل رس‌ها (کانی غالب کائولن) (Zarsvandi و همکاران، ۲۰۱۱). در پژوهشی دیگر، ترکیب کانی‌شناسی و فلزی طوفان‌های گرد و غبار آسیایی مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج این بررسی، وقتی گرد و غبار از مناطق بوکسیتی و آهن‌دار عبور می‌کند، عناصر Ni, Al و P جذب سطح ذرات

زمین (زمین بدون پوشش و خاک خشک و نرم) در ایجاد و فعالیت آن است (Karimi Ahmad Abad و Shokouhi Razi, ۲۰۱۱)، ذرات ریز در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از فراوانی بالاتری برخوردار هستند. در واقع گرد و غبار می‌تواند نوعی واکنش به تغییرات پوشش گیاهی زمین باشد که در این رابطه نقش فعالیت‌های انسانی را در کنار شرایط طبیعی محیط‌های جغرافیایی باید در نظر گرفت (Arimoto, ۲۰۰۰). از مهمترین شرایط ایجاد گرد و غبار در کنار هوای ناپایدار، وجود یا عدم وجود رطوبت است، به‌طوری که اگر هوای ناپایدار رطوبت داشته باشد، بارش و رعد و برق، و اگر فاقد رطوبت باشد، طوفان گرد و غبار ایجاد می‌کند (Tavosi و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به این‌که کشور ایران و همسایه‌های غربی آن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته‌اند و بیش از دو سوم مساحت ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک است و از طرف دیگر، میانگین بارش سالانه در کشور نصف میانگین بارش سالانه در جهان است (Buchani, ۲۰۰۵)، کشور ایران در معرض وقوع پدیده گرد و غبار هم در مقیاس محلی و هم در مقیاس منطقه‌ای و جهانی قرار دارد. مطالعات پدیده گرد و غبار در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که غلظت ذرات معلق، تداوم، وسعت و زمان آن متفاوت و بسیار بیشتر از طوفان‌های گرد و غبارهای گذشته است و این سبب نگرانی‌های بسیاری در حوضه‌های انسانی و زیست‌محیطی شده است (Fazeli و Buchani, ۲۰۱۱). با توجه به تصاویر ماهواره‌ای مربوط به شکل‌گیری هسته گرد و غبارها، کانون اصلی ایجاد گرد و غبار در غرب ایران در زمان‌های مختلف کشور عراق و در رتبه دوم سوریه است. مناطق اصلی شکل‌گیری گرد و غبارها در عراق در درجه اول غرب و شمال غرب و در رتبه بعد شرق، جنوب شرق، جنوب، جنوب غرب و نواحی داخلی است (Nazari و همکاران، ۲۰۱۸).

کنترل طوفان گرد و غبار به‌ویژه در مناطقی از کشور، به دلایل مختلف، نظیر تأثیر بر سلامت و آسایش، تغییر در کیفیت هوای محیط مطابق با استانداردهای جهانی و ملی، مشکلات اجتماعی، تأثیر در تولیدات کشاورزی، منابع آب و منابع طبیعی حائز

فیزیکوشیمیایی ذرات گرد و غبار در استان ایلام و خاک لایه سطحی اراضی در کشور عراق به منظور منشأیابی این ذرات در کشور و به ویژه استان ایلام است.

### مواد و روش ها

**منطقه مورد پژوهش:** استان ایلام با مساحتی حدود ۱۹۰۸۶ کیلومتر مربع، در غرب سلسله کوه‌های زاگرس بین ۵۸' ۳۱° تا ۱۵' ۳۴° عرض شمالی از خط استوا و ۲۴' ۴۵° تا ۱۰' ۴۸° طول شرقی از نصف النهار گرینویچ در گوشه غربی کشور ایران واقع شده است. مناطق مورد مطالعه در استان ایلام شامل شهر ایلام در شمال استان، شهر مهران در جنوب غربی و شهر دهلران در جنوب و جنوب شرق استان مجموعاً با ۴۵۰ کیلومتر مرز مشترک با کشور عراق قرار گرفته‌اند. نمونه‌های خاک لایه سطحی اراضی در کشور عراق به عنوان منطقه دوم مورد مطالعه در مسیر شهرهای بدره، نجف و کربلا برداشت شد (شکل ۱ و جدول ۱).

می‌شود و ته‌نشینی گرد و غبار در نواحی دیگر، این عناصر را وارد آب و خاک کرده، حتی مرگ و میرهایی مرتبط با این عناصر نیز گزارش شده است. انتقال گرد و غبار در اتمسفر به محل‌های دیگر، باعث ورود فلزات سنگین و سمی زیادی به درون آب و خاک می‌شود (Kurtz و همکاران، ۲۰۰۱). در مطالعه‌ای در استان خوزستان، ترکیب شیمیایی ذرات گرد و غبار مورد بررسی قرار گرفت و عناصر سنگین و سمی شامل جیوه، سرب، قلع، سلنیوم، کادمیم، کروم، آرسنیک، باریم، اورانیوم و توریم تشخیص داده شدند (Zallaghi، ۲۰۱۲). در مطالعه‌ای، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی نمونه گرد و غبارها با خاک‌های محلی نواحی زاگرس بررسی شد. نتایج نشان داد که تفاوت چشمگیری بین نمونه گرد و غبار با خاک‌های محلی وجود دارد. این یافته‌ها به همراه تصاویر ماهواره‌ای و الگوهای فرکانس و جهت باد به وضوح نشان داد که سهم عمده‌ای از توفان‌های گرد و غباری ایران فرامرزی و منشأ آن از اراضی خشک عراق است (Hojati و همکاران، ۲۰۱۲). هدف از این پژوهش، تعیین و مقایسه ترکیب کانی‌شناسی و ویژگی‌های

جدول ۱- مختصات جغرافیایی و اقلیمی مناطق مورد مطالعه

کشور	شهر	مختصات جغرافیایی (UTM)	میانگین دمای سالانه (°C)	میانگین بارندگی سالانه (mm)
ایران	دهلران	۳۶۱۸۵۲۷، ۷۱۲۶۰۰	۲۶/۴	۲۷۰
ایران	مهران	۳۶۶۴۱۱۱، ۵۹۷۷۸۸	۲۴/۴	۱۹۳
ایران	ایلام	۳۷۲۲۷۴۷، ۶۲۸۸۴۵	۱۶/۷	۴۸۲
عراق	بدره	۳۶۴۴۸۵۱، ۵۷۹۴۵۳	۲۳/۷	۱۳۴
عراق	نجف	۳۵۵۱۳۳۳، ۴۴۱۹۱۸	۲۳/۵	۹۳
عراق	تویرج	۳۵۹۹۱۴۶، ۴۲۶۷۹۱	۲۳	۸۹
عراق	شوملی	۳۶۱۰۳۳۳، ۴۱۰۰۹۹	۲۳	۸۹

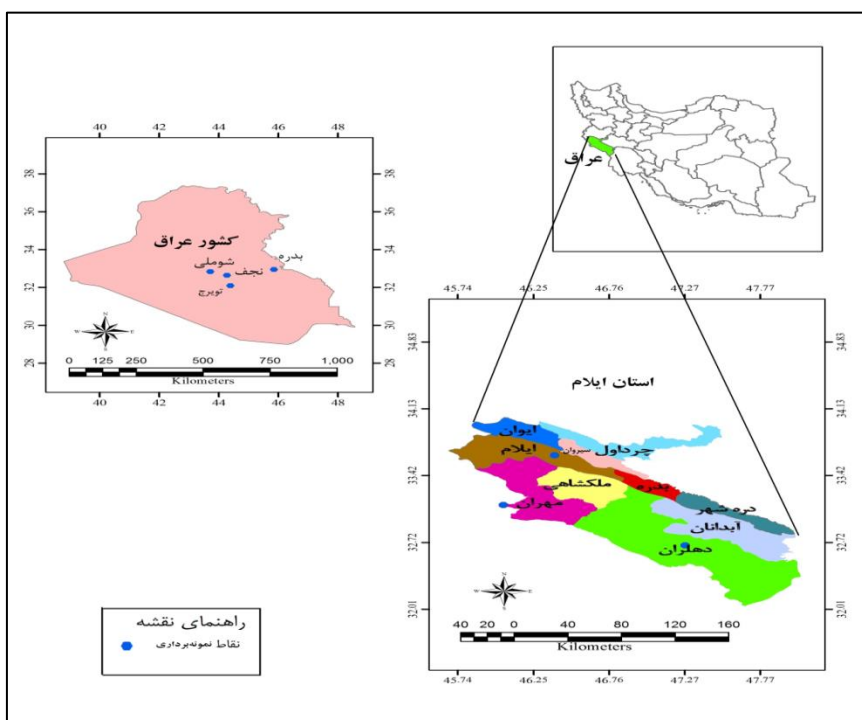
هیدرومتر (Gee و Bauder، ۱۹۸۶)، pH گل اشباع به وسیله الکترود شیشه (McLean، ۱۹۸۲)، هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با استفاده از دستگاه هدایت سنج (Knudson و Peterson، ۱۹۸۲) درصد گچ به روش استون و درصد آهک با روش تیتراسیون برگشتی با استفاده از اسید کلریدریک یک نرمال و سود ۰/۵ نرمال (Nelson، ۱۹۸۲) تعیین شد. درصد کربن آلی به روش سوزاندن تر با دی‌کرومات پتاسیم

**نمونه برداری و تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی:** در شهرستان‌های استان شامل مهران، دهلران و ایلام نمونه‌های گرد و غبار جمع‌آوری شد. همچنین، تعدادی نمونه خاک از لایه سطحی (عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری) مناطق مختلف کشور عراق نیز تهیه شد. نمونه‌های خاک به آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه ایلام منتقل، از هوای خشک و الک دو میلی‌متری عبور داده شد. درصد اجزاء شن، سیلت و رس به روش

اتمی شعله (فلیم فتومتری) (Rhoades, ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. نسبت جذب سدیم (SAR) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد. روند تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به صورت نمودار در نرم‌افزار Excel رسم شد.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad (1)$$

در مجاورت اسید سولفوریک غلیظ (Nelson و Sommers, ۱۹۸۲)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) با استفاده از استات سدیم در  $pH = ۸/۲$  و استات آمونیوم خنثی (Rhoades, ۱۹۸۲)، کاتیون‌های محلول بازی شامل کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون کمپلکسومتری، سدیم و پتاسیم محلول به روش نشر



شکل ۱- موقعیت محل‌های نمونه‌برداری در استان ایلام و کشور عراق

دقیقه مورد تجزیه قرار گرفته و تفسیر دیفراکتوگرام‌ها انجام شد (Weed و Dixon, ۱۹۸۹).

### نتایج و بحث

**تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی:** نتایج تجزیه‌های ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌ها گرد و غبار شهرهای استان ایلام و نمونه‌ها خاک سطحی از اراضی کشور عراق در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طوری که در شکل ۲ نشان داده شده است، بیشترین درصد شن مربوط به نجف است، در حالی که کمترین میزان سیلت و رس نیز به همین نمونه تعلق می‌گیرد و در طبقه بافتی شنی لومی قرار می‌گیرد. بیشترین میزان سیلت مربوط به تویرج کربلا و طبقه بافتی آن لومی تا لومی سیلتی و بیشترین میزان رس به بدره عراق تعلق

**کانی‌شناسی:** جداسازی رس با استفاده از روش Kittrick و Hope (۱۹۶۳) انجام شد. سپس، اشباع نمونه‌های رس با استفاده از محلول یک نرمال کلرید پتاسیم و کلرید منیزیم صورت گرفت. به منظور تشخیص کانی‌های رسی، نمونه‌های اشباع شده با منیزیم به وسیله اتیلن گلیکول نیز اشباع شدند و برای نمونه‌های اشباع شده با پتاسیم، تیمار حرارتی ۵۵۰ درجه سلسیوس نیز اعمال شد. برای شناسایی نوع کانی‌ها به صورت پودری و نمونه‌های رس اشباع شده به وسیله دستگاه پراش اشعه ایکس مدل Bruker D<sub>8</sub> Advance X-Ray Diffractometer ساخت کشور آلمان دانشگاه زنجان با مشخصات فلز هدف مس، ولتاژ ۴۰ کیلوولت، آمپراژ ۳۰ میلی‌آمپر و تحت زاویه (۲θ) پنج تا ۷۰ درجه و سرعت اسکن دو درجه در هر

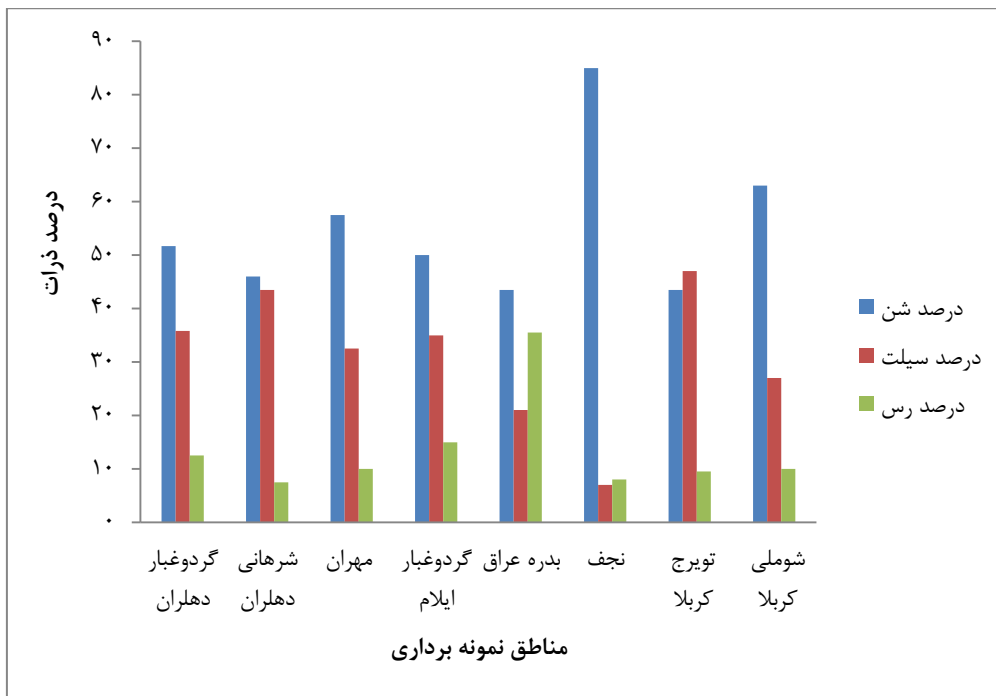
ذرات درشت‌تر باشد، حاکی از فاصله کم انتقال است و با نتایج Menendez و همکاران (۲۰۰۷) که ذرات گرد و غبار در جزیره کنری اسپانیا را بررسی کردند، هم‌خوانی داشت.

می‌گیرد که طبقه بافتی آن لومی رسی است. بر این اساس، بیشترین درصد ذرات تشکیل‌دهنده خاک‌های هر دو منطقه، مربوط به شن و سیلت و کمترین نیز به رس تعلق دارد که این نشان می‌دهد، هر چه اندازه

جدول ۲- نتایج تجزیه ویژگی‌های فیزیکی‌وشیمیایی نمونه‌ها گرد و غبار در استان ایلام و خاک‌های سطحی عراق

SAR	CEC	EC	pH	OC	CaCO <sub>3</sub>	Clay	Silt	Sand	طبقه بافت	
									Cmol(+)/kg <sup>-1</sup>	dSm <sup>-1</sup>
۱۰/۶۵	۸/۵	۵/۸۵	۷/۳۴	۰/۵	۴۵	۱۲/۵	۳۵/۸۴	۵۱/۶۶	L/SL	گرد و غبار دهلران
۱۲/۹۱	۶/۵	۴/۸۶	۷/۲۵	۰/۵۱	۳۷/۷۵	۷/۵	۴۳/۵	۴۶	L/SiL	شهرهانی دهلران
۵/۲۱	۷	۵/۶	۷/۸۱	۰/۵۴	۲۶/۷۵	۱۰	۳۲/۵	۵۷/۵	SL	مهران
۹/۵۳	۱۱	۳/۹۶	۷/۴۲	۰/۵	۳۶/۷۵	۱۵	۳۵	۵۰	L/SL	گرد و غبار ایلام
۶/۷۱	۲۰/۵	۶/۶۳	۷/۶۶	۱/۱۸	۵۱	۳۵/۵	۲۱	۴۳/۵	CL	بدره عراق
۳۷/۸۰	۵/۵	۱۱/۸۵	۷/۷۹	۰/۱۶	۲۷/۵	۸	۷	۸۵	LS	نجف عراق
۳۶/۹۴	۸	۵۱/۳	۷/۳۲	۰/۵۴	۲۸/۲۵	۹/۵	۴۷	۴۳/۵	L/SiL	تویرج کربلا
۲۹/۹۴	۷/۵	۵۸/۶	۷/۴۰	۰/۷۴	۲۴/۲۵	۱۰	۲۷	۶۳	SL	شوملی کربلا

لوم، SL، لومی شنی، CL، لومی رسی، LS، شنی لومی SiL، لومی سیلنتی OC، کربن آلی



شکل ۲- نمودار تغییرات درصد شن، سیلت و رس در نمونه‌های گرد و غبار شهرهای استان ایلام و خاک‌های عراق

بر متر است، جزء خاک‌های شور محسوب می‌شوند و بیشترین میزان EC مربوط به شوملی کربلا و تویرج کربلا با مقادیر ۵۸/۶ و ۵۱/۳ دسی‌زیمنس بر متر است و کمترین میزان آن مربوط به گرد و غبار شهر ایلام با

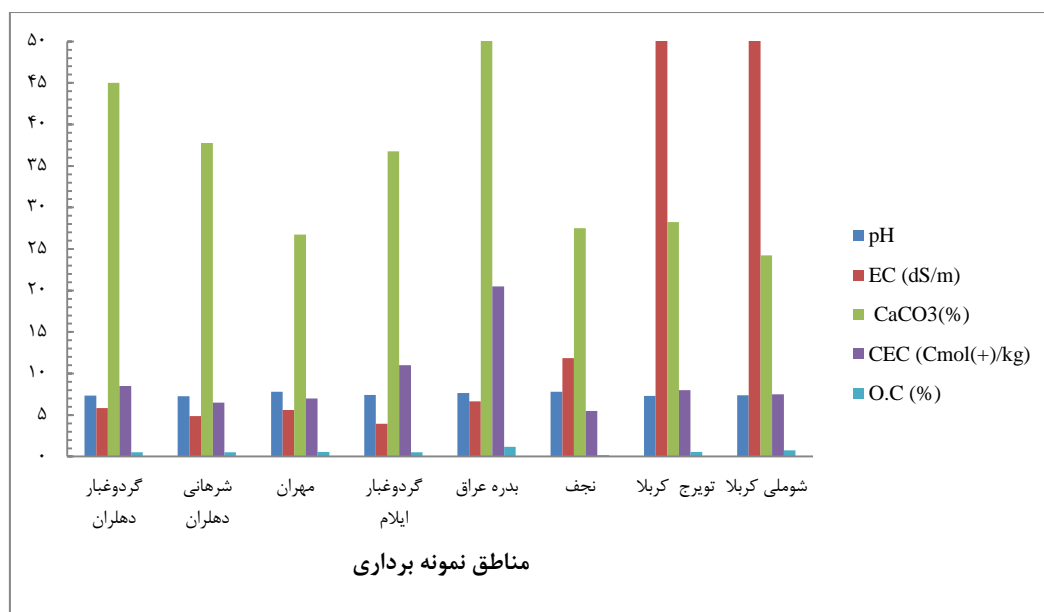
بر اساس نتایج ارائه شده در شکل ۳، تغییرات pH محسوس نیست و در محدوده ۷/۲۵ تا ۷/۸۱ قرار می‌گیرد و جزء خاک‌های خنثی تا قلیایی است. با توجه به این‌که میزان EC بیش از چهار دسی‌زیمنس

به نوع اقلیم است و با توجه به اقلیم گرم و خشک مناطق مورد مطالعه میزان کربن آلی آن‌ها پایین است و Franzluebbers (۲۰۰۲) نیز نشان داد که کربن آلی خاک تحت اقلیم مرطوب و سرد نسبت به اقلیم خشک‌تر در یک توالی اقلیمی بیشتر تجمع می‌یابد. به‌طور کلی، با افزایش دما، کاهش بارندگی و درشت‌تر شدن بافت خاک میزان ماده آلی خاک کاهش می‌یابد. محتوای کربن آلی به فراوانی پوشش گیاهی، تنوع توپوگرافی و شیب زمین در ارتباط است.

بیشترین میزان ظرفیت تبادل کاتیونی، متعلق به بدره عراق با مقدار ۲۰/۵ سانتی‌مول بر کیلوگرم و کمترین آن مربوط به نجف به میزان ۵/۵ است. محتوای ظرفیت تبادل کاتیونی به بافت خاک، ترکیب کانی‌شناسی رس، تجمع مواد آلی و درجه فرسایش مرتبط است (Shoji و همکاران، ۱۹۸۲).

مقدار ۳/۹۶ است. بیشترین و کمترین مقدار آهک به‌ترتیب در نمونه خاک بدره عراق و شوملی کربلا است که مقادیر آن‌ها ۵۱ و ۲۴/۲۵ درصد شد. با توجه به بالا بودن هدایت الکتریکی و کربنات کلسیم، احتمالاً منشأ گرد و غبار، خاک‌های شور با مقادیر قابل توجهی سنگ آهک است. طی پژوهشی در عربستان نیز مقادیر بالای pH و هدایت الکتریکی نمونه‌های گرد و غبار به منشأ خاک‌های منطقه (شور و مقادیر بالای سنگ آهک و دولومیت) نسبت داده شد (Modaihsh, ۱۹۹۷).

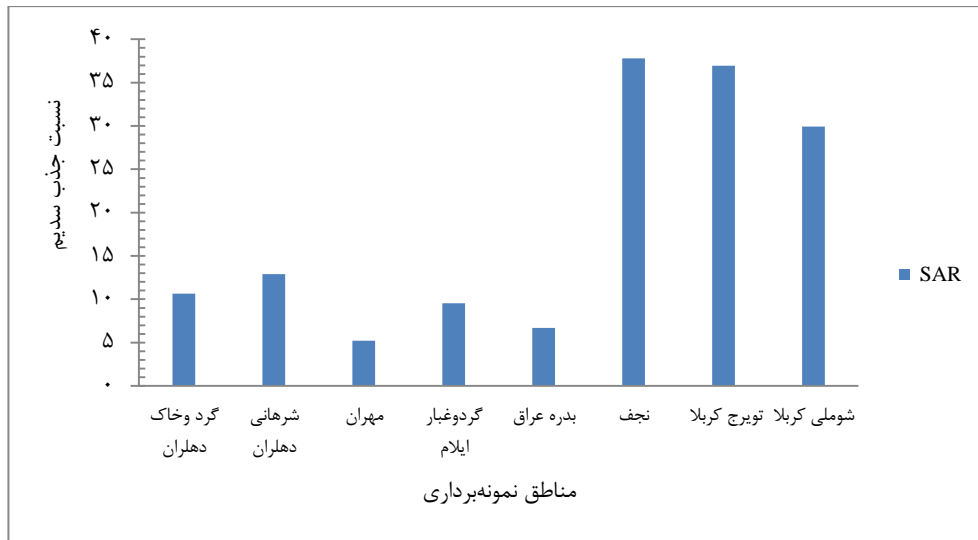
به‌طور کلی، مناطق مختلف دارای درصد کربن آلی پایینی هستند، در حالی‌که بدره عراق با مقدار ۱/۱۸ درصد بیشترین کربن آلی را داراست و نجف به میزان ۰/۱۶ درصد کمترین کربن آلی را به خود اختصاص داده است. مقدار کربن آلی خاک تا حد زیادی وابسته



شکل ۳- نمودار تغییرات ویژگی‌های شیمیایی در نمونه‌های گرد و غبار شهرهای استان ایلام و خاک‌های عراق

خشک و نیمه‌خشک طبیعی است. در این مناطق، بارندگی برای شست‌وشوی نمک‌ها و یون‌های اضافه سدیم کافی نیست، ضمن آن‌که در این مناطق، میزان تبخیر بالا موجب افزایش نمک در سطح خاک می‌شود. وجود لایه غیر قابل نفوذ در اعماق مختلف، به همراه بارندگی ناکافی برای شست‌وشوی نمک، باعث می‌شود، نمک در این خاک‌ها تجمع داشته باشد (Szabolcs و Pessarakli, ۱۹۹۹).

بیشترین میزان SAR به‌ترتیب مربوط به نجف، تویرج کربلا و شوملی کربلا با مقادیر ۳۷/۸۰، ۳۶/۹۴ و ۲۹/۹۴ است. کمترین مقدار آن نیز با ۵/۲۱ مربوط به منطقه مهران است (شکل ۴). بنابراین، خاک‌های عراق سدیمی شدید و گرد و غبار در استان ایلام دارای سدیم نسبتاً بالا هستند. با توجه به این‌که میزان EC اغلب مناطق بالای چهار و pH نیز کمتر از ۸/۵ می‌باشد، جزء خاک‌های شور و سدیمی محسوب می‌شوند. شور و سدیمی بودن خاک‌ها در مناطق



شکل ۴ - نمودار تغییرات SAR در نمونه‌های گرد و غبار شهرهای استان ایلام و خاک‌های عراق

این منطقه است. کانی‌شناسی ذرات گرد و غبار از جمله خصوصیات مهم آن‌ها به‌ویژه در ارتباط با منشأیابی این ذرات است (Moutaz و همکاران، ۲۰۱۰).

نتایج پژوهشی در اسپانیا نیز با استفاده از پراش اشعه ایکس نشان داد که جزء غالب ذرات اتمسفری در نمونه‌های پودری گرد و غبار، کانی کوارتز و سپس، کانی‌های کربناته و فیلوسیلیکاته است (Diaz-Hernandez و همکاران، ۲۰۱۱). Ganor و همکاران (۲۰۰۰) هم با مطالعه‌ای که بر روی گرد و غبار جمع‌آوری شده از شمال فلسطین اشغالی داشتند، فراوانی کانی‌های غیر رسی شامل کوارتز، فلدسپار، کلسیت و دولومیت را بیشتر از کانی‌های رسی بیان کردند. در همین ارتباط، برخی محققین معتقدند که ذرات گرد و غبار غنی از کوارتز، کربنات و فلدسپار منشأ قاره‌ای دارند و احتمالاً از مناطق نزدیک یا نسبتاً نزدیک به محل جمع‌آوری ذرات منتقل شده‌اند و در مقابل ذرات گرد و غباری که حاوی مقادیر قابل توجهی کانی‌های رسی هستند، از فواصل دورتری انتقال یافته‌اند (Pye، ۱۹۹۲).

از مقایسه الگوی پراش اشعه ایکس در خاک‌های عراق و گرد و غبار دهلران این نتیجه حاصل می‌شود که بخشی از این ذرات مانند کانی پالیگورسکیت احتمالاً از مناطق غربی‌تر مانند بیابان‌های عراق که حضور مقادیر قابل توجهی از این کانی‌ها در خاک‌های این مناطق گزارش شده است به منطقه انتقال یافته

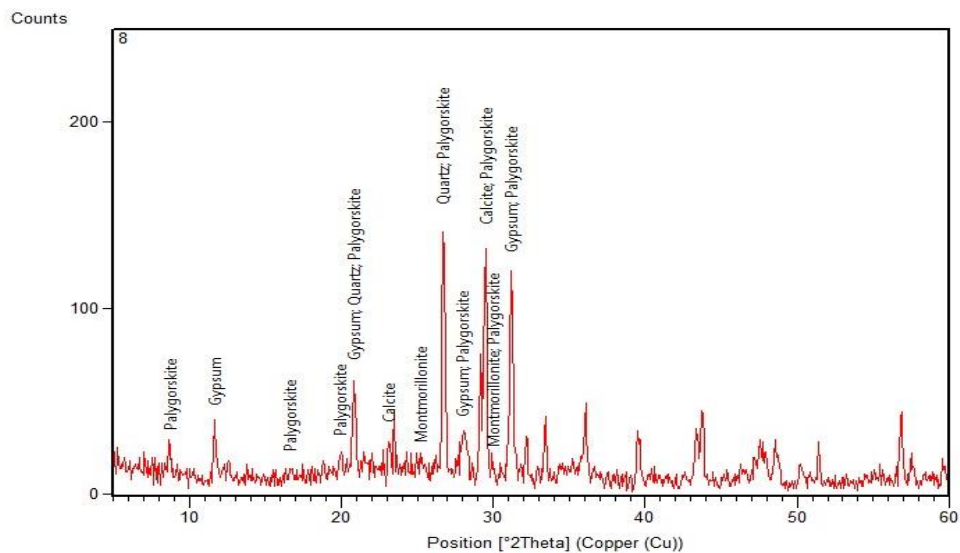
**کانی‌شناسی:** نتایج کانی‌شناسی پودری خاک منطقه عراق نشان می‌دهد که کانی‌های غالب به‌ترتیب فراوانی کلسیت، گچ، کوارتز، پالیگورسکیت و مونت‌موریلونیت می‌باشند، شکل ۵ و همچنین، کانی‌های غالب نمونه پودری گرد و غبار دهلران به‌ترتیب فراوانی شامل ژپیس، کوارتز، کلسیت، پالیگورسکیت و مونت‌موریلونیت است (شکل ۶). نتایج مطالعه Khoshakhlagh و همکاران (۲۰۱۴) نشان داده است که کانی‌های اصلی گرد و غبار ورودی به غرب ایران شامل کربنات‌ها (کلسیت) و سیلیکات‌ها (کوارتز) است و فاز فرعی کانی‌ها نیز شامل ژپیس است. هرگاه منشأ ذرات نواحی داخلی عراق در حوضه رسوبات تبخیری رودخانه‌های دجله و فرات باشد، نمونه‌ها حاوی کانی ژپیس خواهد بود.

پرتونگاشت اشعه‌های ایکس در خاک‌های منطقه عراق بیانگر کانی اسمکتیت (پیک ۱۷/۰۵ در نمونه اشباع شده با منیزیم و اتیلن گلیکول)، کوارتز (۳/۳۳)، کلریت (پیک‌های ۱۴/۳۸، ۷/۱۳، ۴/۷۷ و ۳/۵۶) و ایلیت (پیک‌های ۱۰/۰۲، ۵ و ۳/۳۳) به‌عنوان کانی‌های موجود در بخش رس این منطقه است (شکل ۷). به‌دلیل مشابهت زیاد دیفراکتوگرام‌های گرد و غبار مناطق ایلام، مهران و دهلران دیفراکتوگرام منطقه ایلام ارائه شده است (شکل ۸). پرتونگاشت اشعه‌های ایکس بیانگر حضور کانی‌های کلریت (پیک‌های ۱۴/۱۶ و ۷/۱۹ آنگسترومی) و ایلیت (پیک ۱۰/۱۱ آنگسترومی) به‌عنوان کانی‌های موجود در بخش رس

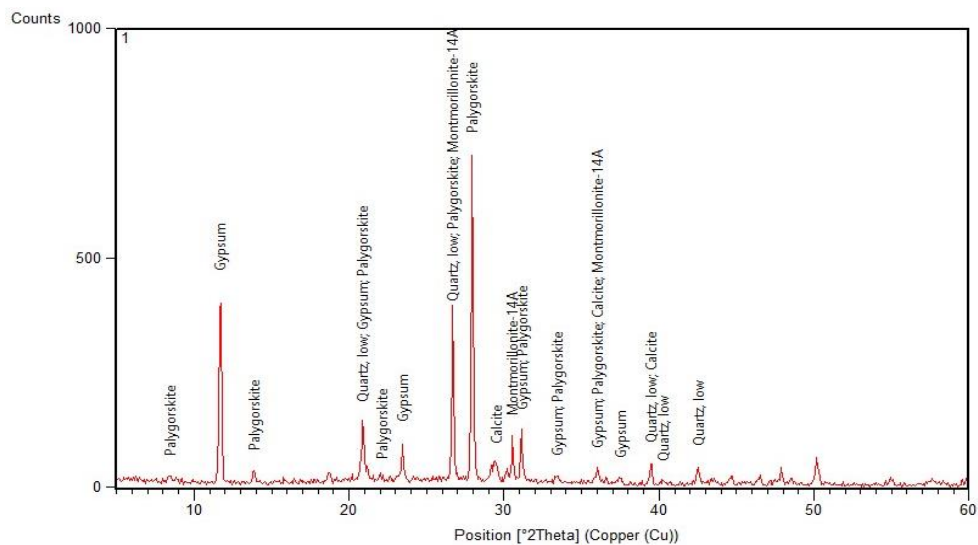
باشد (Al-Juboury, ۲۰۰۹) که البته برای اثبات این موضوع نیاز است که بررسی‌های بیشتری در این زمینه صورت گیرد. از عوامل خاکزایی میکا، مقدار کافی یون پتاسیم در محیط است که با تجزیه و تخریب مواد آلی و تجمع این عنصر در افق‌های فوقانی باعث تسریع در تشکیل کانی ایلایت و سایر میکاها می‌شود (Matzek, ۱۹۵۵). کانی کلریت به گروه سیلیکات‌های لایه‌ای تعلق داشته و میزان آن در خاک، شاخصی از پیشرفت فرایندهای هوازدگی است. کلریت رس غالب خاک‌های نواحی خشک و نیمه‌خشک با هوازدگی کم است. این کانی در اثر هوازدگی به کانی‌های دیگری نظیر مونت‌موریلونیت تبدیل می‌شود (Jakson, ۱۹۶۷). وجود مقادیر فراوان کلریت و میکا در مقایسه با اسمکتیت نمایانگر جوان بودن خاک‌ها و افزایش اسمکتیت نسبت به کلریت و میکا نشان‌دهنده تکامل و سن بیشتر خاک‌ها است (Alexander و Holowychok, ۱۹۸۳). امکان هوازدگی کلریت در مناطق خشک و نیمه‌خشک وجود ندارد، زیرا برای هوازدگی آن آب‌شویی شدید، pH کمتر از شش، حرارت زیاد و در نتیجه خروج هیدروکسیدهای بین لایه‌ای لازم است. بنابراین، به دلیل عدم امکان هوازدگی این کانی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، قسمت اعظم کلریت در این خاک‌ها موروثی است (Bertsch و Barnhisel, ۱۹۸۹).

باشد (Al-Juboury, ۲۰۰۹) که البته برای اثبات این موضوع نیاز است که بررسی‌های بیشتری در این زمینه صورت گیرد.

از عوامل خاکزایی میکا، مقدار کافی یون پتاسیم در محیط است که با تجزیه و تخریب مواد آلی و تجمع این عنصر در افق‌های فوقانی باعث تسریع در تشکیل کانی ایلایت و سایر میکاها می‌شود (Matzek, ۱۹۵۵). کانی کلریت به گروه سیلیکات‌های لایه‌ای تعلق داشته و میزان آن در خاک، شاخصی از پیشرفت فرایندهای هوازدگی است. کلریت رس غالب خاک‌های نواحی خشک و نیمه‌خشک با هوازدگی کم است. این کانی در اثر هوازدگی به کانی‌های دیگری نظیر مونت‌موریلونیت تبدیل می‌شود (Jakson, ۱۹۶۷).

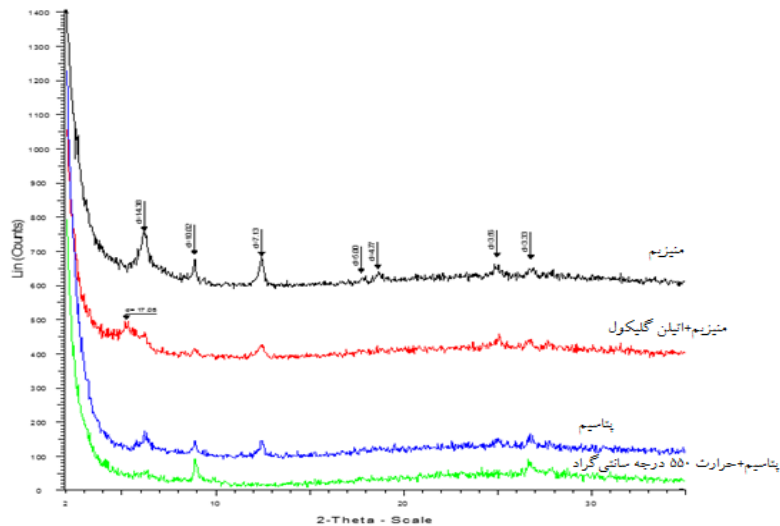


شکل ۵- طیف XRD نمونه پودی در خاک منطقه عراق

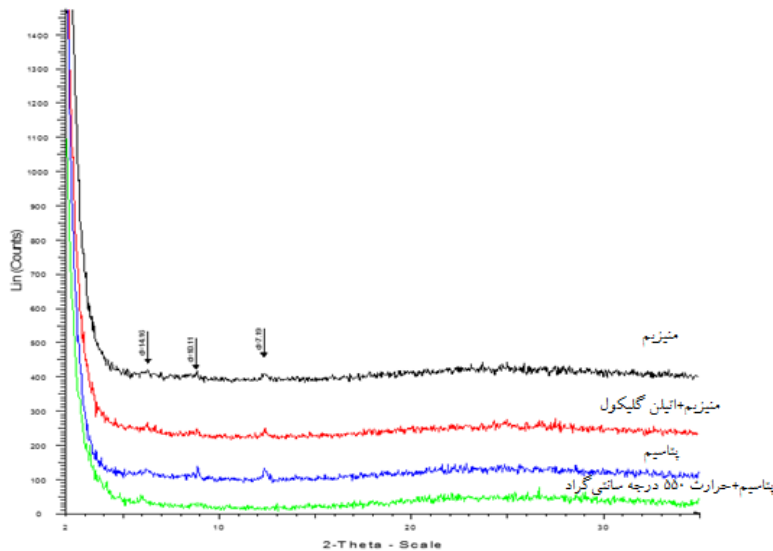


شکل ۶- طیف XRD نمونه پودی در گرد و غبار منطقه دهلران





شکل ۷- طیف XRD نمونه رسی در خاک منطقه عراق



شکل ۸- طیف XRD نمونه رسی در گرد و غبار منطقه ایلام

### نتیجه‌گیری

نتایج توزیع اندازه ذرات خاک عراق نشان داد که بیشترین درصد ذرات تشکیل‌دهنده مربوط به شن و سیلت و کمترین نیز به رس تعلق دارد و تجزیه گرد و غبارهای شهرهای استان ایلام نیز میزان شن و سیلت بیشتری را نشان می‌دهند که این امر نشان می‌دهد که احتمالاً بخشی از این ذرات دارای منشأ خارجی (از کشور عراق) باشند. نتایج این پژوهش نشان داد که با توجه به بالا بودن میزان هدایت الکتریکی، سدیم و ژپس در خاک‌های عراق و ذرات گرد و غبار، احتمال

می‌رود، منشأ گرد و غبار، خاک‌های شور با مقادیر قابل توجهی سنگ گچ و آهک است. بنابراین، طوفان- های گرد و غبار در درازمدت می‌توانند باعث شور و سدیمی شدن خاک سطحی اراضی استان ایلام شوند. فراوانی کانی‌های ژپس، کلسیت، کوارتز و پالیگورسکیت در نمونه‌های گرد و غبار و خاک عراق می‌تواند بیانگر این باشد که منشأ گرد و غبار استان ایلام از اراضی مناطق مرزی عراق است. فراوانی کانی مونت‌موریلونیت در نمونه گرد و غبار دهلران نسبت به نمونه خاک عراق هم می‌تواند نشان‌دهنده این باشد

که این نوع کانی از سایر مناطق انتقال یافته است. به‌عنوان منشأ در تولید ذرات گرد و غبار افزایش  
بنابراین، با وقوع طوفان‌های گرد و غبار در استان ایلام می‌یابد.  
سهم منابع خارجی مانند مناطق بیابانی در کشور عراق

#### منابع مورد استفاده

- Alexander, E.B. and N. Holowychok. 1983. Soil on terraces along the Cauca River, Columbia. I. Chronosequence characteristics. *Soil Science Society of America Journal*, 47: 715-721.
- Al-Juboury, A.I. 2009. Palygorskite in Miocene rocks of northern Iraq: environmental and geochemical indicators. *Acta Geologica Polonica*, 59: 269-282.
- Arimoto, R. 2000. Relationships to source, tropospheric chemistry, transport and deposition. *Earth-Science Reviews*, 54: 29-42.
- Barnhisel, R.I. and P.M. Bertsch. 1989. Chlorites and hydroxy-interlayered vermiculite and smectite. *Soil Science Society of America, SSSA Book Series, Vol. 1, Madison, WI, USA*, 729-788.
- Buchani, M.H. and D. Fazeli. 2011. Environment challenges and its consequences, case study: dust and its impact in the west of Iran. *Doctrine of Policy Making*, 2(3): 125-146 (in Persian).
- Buchani, M.H. 2005. The study of spatial and social imbalances from the perspectives of sustainable development. MSc Thesis, Shahid Beheshti University, 123 pages (in Persian).
- Díaz-Hernández, J.L., J.D. Martín-Ramos and A. López-Galindo. 2011. Quantitative analysis of mineral phases in atmospheric dust deposited in the south-eastern Iberian Peninsula. *Atmospheric Environment*, 45: 3015-3024.
- Dixon, J.B. and S.B. Weed. 1989. Minerals in soil environments. Second Ed., *Soil Science Society of America*, 89 pages.
- Franzluebbers, A.J. 2002. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil and Tillage Research*, 66: 95-106.
- Ganor, E., Y. Deutsch and H.A. Foner. 2000. Mineralogical composition and sources of airborne settling particles on Lake Kinneret (the sea of Galilee) Israel. *Water, Air and Soil Pollution*, 118(3-4): 245-262.
- Hojati, S., H. Khademi, A.F. Cano and A. Landi. 2012. Characteristics of dust deposited along a transect between central Iran and the Zagros Mountains. *Catena*, 88(1): 27-36.
- Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Methods of soil analysis, part 1: physical and mineralogical methods. *Agronomy Monograph*, 9: 383-411.
- Gerson, R. and R. Amit. 1987. Rates and modes of dust accretion and deposition in an arid region, the Negev, Israel. *Geological Society, London, Special Publications*, 35(1): 157-169.
- Karimi Ahmad Abad, M. and K. Shokouhi Razi. 2011. Interaction between the flow of the atmosphere and the surface of the earth in the mechanism of formation and circulation of summer dust storms in the Middle East. *Natural Geographic Research*, 78: 113-130 (in Persian).
- Khoshakhlagh, F., M.S. Najafi, S.M. Zamanzadeh, M.H. Shirazi and M. Samadi. 2014. The study of dust composition in the west and southwest of Iran. *Geography and Environmental Hazards*, 2(6): 17-36 (in Persian).
- Kittrick, J.A. and E.W. Hope. 1963. A procedure for particle size separations of soils for x-ray diffraction analysis. *Soil Science*, 96(5): 319-325.
- Knudson, D. and G.A. Peterson. 1982. Lithium, sodium and potassium. In: A.L. Page *et al.* (Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2, Agror, Monogr 9, ASA, Madison, WI*, 225-246.
- Kurtz, A.C., L.A. Derry and O.A. Chadwick. 2001. Accretion of asian dust to Hawaiian soils: isotopic, elemental and mineral mass balances. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 65(12): 1971-1983.
- Lashkari, H. and Gh. Kaikhsrovi. 2009. Statistical synoptic analysis of dust storm in Khorasan Razavi Province (1993-2005). *Physical Geography Research Quarterly*, 65: 17-33 (in Persian).
- Matzek, K.L. 1955. Movement of soluble salts in development of Chernozems and associated soils. *Soil Science Society of America Journal*, 19(2): 225-229.
- McLean, E.D. 1982. Soil pH and lime requirement. In: A.L. Page (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed. Agronomy Monograph, Vol. 9. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI*, 199-224, 256-286.
- Menendez, I., J.L. Diaz-Hernandez, J. Mangas, I. Alonso and P.J. Sanchez-Soto. 2007. Airborne dust accumulation and soil development in the north-east sector of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *Journal of Arid Environments*, 71(1): 57-81.
- Modaihsh, A. S. 1997. Characteristics and composition of the falling dust sediments on Riyadh City, Saudi Arabia. *Journal of Arid Environments*, 36(2): 211-223.

24. Moutaz, A., S. Al-Dabbas, M.A. Abbas and R.M. Al-Khafaji. 2010. Dust storms loads from Iraq. *Arabian Journal of Geosciences*, 5(1): 121-131.
25. Nazari, Z., N. Khorasani, S. Feiznia and M. Karami. 2018. Source identification of the elements in PM10 aerosols, case study: Kermanshah City. *Physical Geography Research*, 49(4): 557-569 (in Persian).
26. Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), *Methods of soil analysis: Part 2, Chemical and Microbiological Properties*. Agronomy Monograph, Vol. 9, ASA and SSSA, Madison, WI, 539-577.
27. Nelson, R.E. 1982. Carbonate and gypsum. In: A.L. Page (Ed.), *Methods of Soil Analysis*. Part 2, 2nd ed., Agronomy. Monograph, Vol. 9, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI, 181-197.
28. Pessarakli, M. and I. Szabolcs. 1999. Soil salinity and sodicity as particular plant/crop stress factors. In: Pessarakli, M., (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress*, 2nd Edition, Revised and Expanded, Marcel Dekker Inc., New York, 1-15.
29. Pye, K. 1992. Aeolian dust transport and deposition over Crete and adjacent parts of the Mediterranean Sea. *Earth Surface Processes and Landforms*, 17(3): 271-288.
30. Rhoades, J.D. 1982. Cation exchangeable capacity. In: Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), *Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Agronomy Monograph, Vol. 9, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI, 149-157.
31. Shoji, S., Y. Fujiwara, I. Yamada and M. Saigusa. 1982. Chemistry and clay mineralogy of ando soils, brown forest soils and podzole soils formed from recent towada ashes, northeastern, Japan. *Soil Science*, 133(2): 69-86.
32. von Suchodoletz, H., B. Glaser, T. Thrippleton, T. Broder, U. Zang, R. Eigenmann, B. Kopp, M. Reichert and Z. Ludwig. 2013. The influence of Saharan dust deposits on La Palma soil properties (Canary Islands, Spain). *Catena*, 103: 44-52.
33. Tavosi, T., M. Khosravi and K. Raysipour. 2010. Dust analysis in Khuzestan Province. *Geography and Development*, 20: 97-118 (in Persian).
34. Zarsvandi, A., F. Moor and A. Nazarpour. 2011. Mineralogy and morphology of dust storms particles in Khuzestan Province: XRD and SEM analysis concerning. *Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy*, 19(3): 511-518 (in Persian).