

نرخ ترسیب، کانی شناسی و الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار در اطراف تالاب هورالعظیم در استان خوزستان

رضا بیت لفته^۱ - احمد لندی^۲ - سعید حجتی^{۳*} - غلامعباس صیاد^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۰۹

چکیده

سال‌های اخیر آلودگی ناشی از ریزگردها یکی از معضلات زیست محیطی در قسمت‌های غربی کشور و به‌ویژه استان خوزستان بوده است. مطالعات بسیار اندکی در زمینه بررسی خصوصیات ذرات گرد و غبار در این مناطق انجام شده است. هدف این مطالعه بررسی تاثیر وقوع طوفان‌های گرد و غبار بر نرخ ترسیب، کانی‌شناسی و الگوی توزیع اندازه ذرات گردوغبار با استفاده از تله‌های شیشه‌ای در ۱۲ نقطه اطراف تالاب هورالعظیم به صورت ماهانه و در طول یک دوره شش ماه از مرداد تا بهمن ماه ۱۳۹۰ انجام شد. نتایج نشان داد که میانگین نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار در دوره‌های با وقوع گرد و غبار (۱۲/۵ گرم بر متر مربع در ماه) خیلی بیشتر از دوره‌های بدون وقوع گرد و غبار (۷/۵ گرم بر مترمربع در ماه) است. مطالعات کانی شناسی نیز حاکی از حضور کانی‌های کوارتز، کلسیت، فلدسپار، هالیت، دولومیت و پالیگورسکیت می‌باشد. الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار ترسیبی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که در هر دو شرایط وقوع و عدم وقوع پدیده گرد و غبار توزیع اندازه ذرات گرد و غبار دو قله‌ای بوده و ذرات ترسیب یافته عمدتاً در اندازه سیلت می‌باشند. به علاوه، تشابه در الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار و الگوی توزیع اندازه ذرات در برخی خاک‌های محلی حاکی از این است که بخشی از ذرات ترسیب یافته دارای منشأ محلی است. در مقابل در دوره‌های با وقوع پدیده گردوغبار سهم منابع خارجی مانند مناطق بیابانی در کشور عراق در تولید ذرات گردوغبار افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: پالیگورسکیت، پراش اشعه لیزر، تله، گلباد، منشاء‌یابی

مقدمه

آمارهای منتشره توسط سازمان هواشناسی میانگین تعداد روزهای غبار آلود در شهرهای اهواز و آبادان طی ۵۰ سال گذشته به ترتیب بالغ بر ۶۸ و ۷۶ روز در سال می‌باشد (۶)؛ (۱) اردبیلی عواملی مانند کاهش بارندگی و رطوبت نسبی محیط، و استفاده بی رویه از مناطق بیابانی، از بین رفتن نیزارها و وقوع جنگ، خشک شدن تالاب‌ها و دریاچه‌های شرق سوریه و مرکز و غرب عراق و از بین رفتن کامل پوشش گیاهی در مناطق جنوبی کشور را عوامل اصلی تشدید گرد و غبار سال‌های اخیر ایران معرفی نمودند. بر اساس گزارشات موجود سالانه در حدود ۱ درصد بر سطح مناطق بیابانی کشور افزوده می‌شود و این در حالی است که حدود ۱۰ درصد از سطح استان خوزستان در معرض بیابان زایی شدید قرار دارد (۱۲). طبق برآوردهایی که انجام شده است، سالانه بالغ بر ۳۰ میلیارد ریال خسارت از طریق فرسایش بادی به کشاورزی، صنعت و کانون‌های جمعیتی این استان وارد می‌شود (۵).

جنوب غربی کشور و به‌ویژه استان خوزستان همواره توسط طوفان‌هایی از غرب و شمال غرب تهدید می‌شود. خشکسالی مداوم چند سال اخیر اولین و مهمترین عامل طبیعی است که باعث بروز

یکی از پدیده‌های جوی در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا طوفان‌های گردوغبار است (۱۰ و ۲۴). طوفان‌های گرد و غبار علاوه بر کاهش حاصلخیزی اراضی کشاورزی و کاهش تشعشعات خورشیدی، موجب آلودگی هوا شده و باعث بروز مشکلات تنفسی و البته کاهش دید برای تردد وسایل نقلیه می‌گردند (۱۷).

کشور ایران در غرب آسیا به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان، مکرراً در معرض وقوع ریزگردها قرار می‌گیرد (۱۳). در همین راستا، استان خوزستان در جنوب غربی ایران به دلیل اقلیم خشک و فراوانی مناطق بیابانی در قسمت‌های غربی و جنوبی خود از جمله مهمترین مناطق متأثر از بروز طوفان‌های گردوغبار است و تعداد روزهای گرد و غبار در این مناطق طی سال‌های اخیر روبه افزایش بوده است (۱۲)؛ به نحوی که بر اساس

۱، ۲، ۳ و ۴ - به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
* - نویسنده مسئول: (Email: S.hojati@sca.ac.ir)

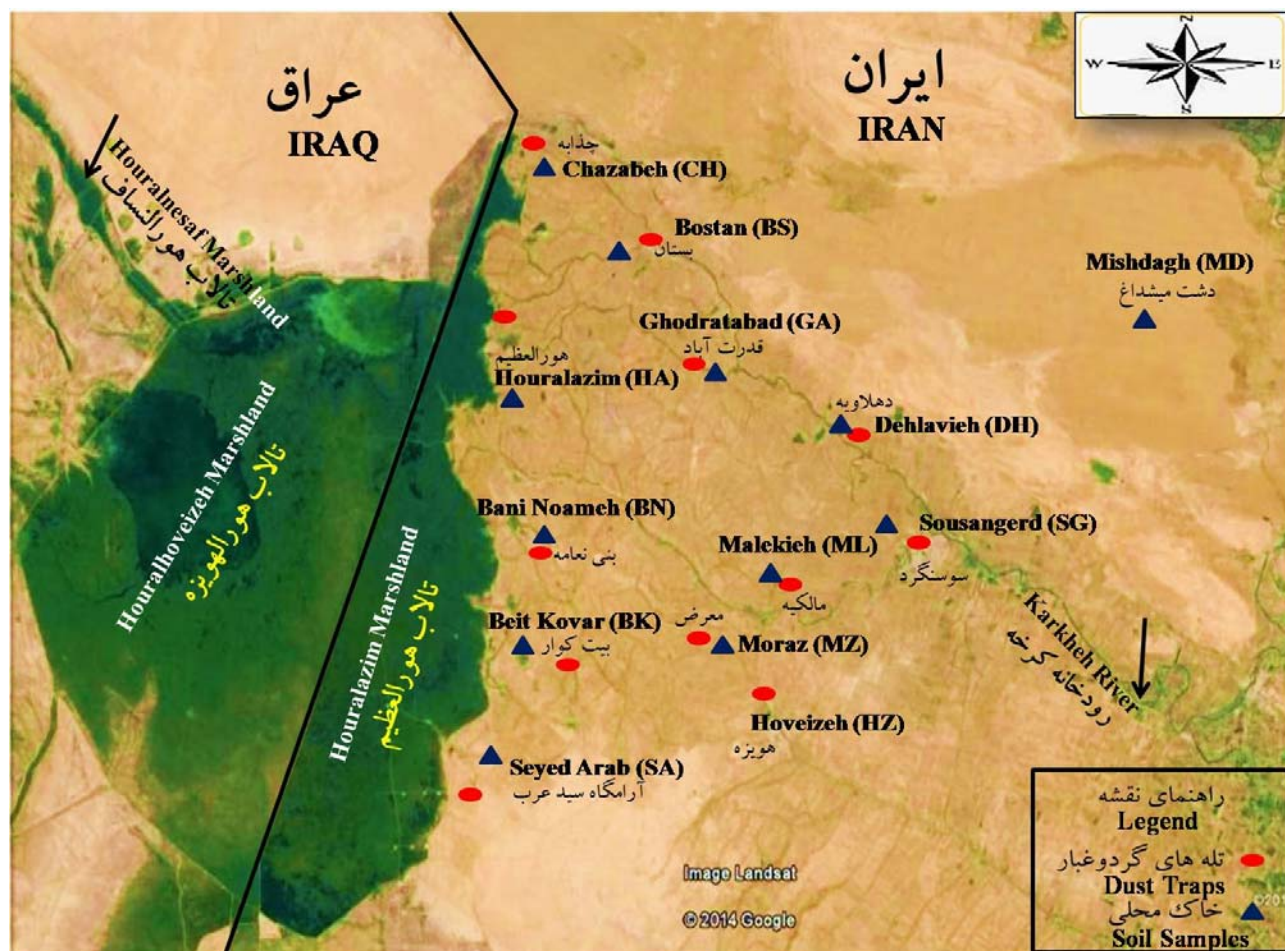
منشأیابی این ذرات در کشور و بویژه منطقه انجام شده است (۱۰) و (۲۳). هدف از این مطالعه بررسی تاثیر وقوع طوفان‌های گرد و غبار بر نرخ ترسیب و توزیع اندازه ذرات گرد و غبار و منشأیابی احتمالی آن‌ها از طریق مقایسه این خصوصیات با خاک‌های محلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه در اطراف تالاب هورالعظیم به وسعت ۸۷۹ کیلومتر مربع و در محدوده طول جغرافیایی $۵۹^{\circ} ۵۰'$ تا $۴۷^{\circ} ۰۶'$ شرقی و عرض جغرافیایی $۳۱^{\circ} ۲۶'$ تا $۳۱^{\circ} ۴۷'$ شمالی می‌باشد که در استان خوزستان و در مرز ایران و عراق قرار گرفته است.

گردوغبار در وسعت بسیار و با شدت گاه ۱۰ تا ۲۰ برابر حد مجاز استاندارد می‌گردد. از نشانه‌های خشکسالی و از بین رفتن پوشش گیاهی می‌توان به خشک شدن بیش از ۸۰ درصد تالاب هورالعظیم که از مهم‌ترین و بزرگترین تالاب‌های منطقه است، اشاره نمود (۸). کاهش سطح تالاب هورالعظیم در بخش ایرانی، از بین رفتن پوشش گیاهی و محیط طبیعی آن و در نتیجه نابودی آبریزان و مشاغل صیادی، عقیم ماندن طرح‌های پرورش ماهی در حاشیه هورالعظیم و از بین رفتن اراضی کشاورزی پیرامون تالاب مشکلات اقتصادی و اجتماعی بسیاری را برای ساکنان ۳۰ روستای حاشیه منطقه به وجود آورده است؛ این در حالی است که ارزش اقتصادی هر هکتار از این تالاب ۱۴ هزار و ۶۰۰ دلار برآورد شده است (۷).

به رغم اهمیت زیاد مطالعه طوفان‌های گرد و غبار از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی، مطالعات اندکی در رابطه با



شکل ۱- موقعیت تالاب هورالعظیم و ایستگاه‌های مورد مطالعه در اطراف آن (علائم به رنگ روشن نشان دهنده محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری از ذرات گرد و غبار و علائم تیره رنگ محل نمونه‌برداری از خاک را نشان می‌دهند).

Figure 1- Location of Hurlazim wetland and surrounding studied stations (light and dark colored signs indicate the location of dust and soil sampling stations, respectively).

گردید (شکل ۳). به علاوه، از خاک محلی ۱۱ نقطه اطراف مکان‌هایی که تله‌ها نصب شده بود نمونه‌هایی از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری تهیه گردید. در نمونه‌های جمع‌آوری شده، پس از انتقال به آزمایشگاه و هواخشک شدن، بافت خاک با روش هیدرومتر، واکنش خاک (pH) در گل اشباع به وسیله pH متر و هدایت الکتریکی خاک (EC) در عصاره اشباع به وسیله EC سنج اندازه‌گیری شد. تعیین مقدار آهک با روش تیتراسیون با سود و اندازه‌گیری گچ با استفاده از روش وزنی انجام شد (۲۲).

ترکیب کانی شناسی ذرات گرد و غبار (به صورت پودری و بدون تیمار) و نمونه‌های خاک محلی اطراف تالاب (هم به صورت پودری و هم پس از اعمال تیمارهای چهارگانه اشباع با منیزیم، اشباع با منیزیم و اتیلن گلیکول، اشباع با پتاسیم و اشباع با پتاسیم و اعمال حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد)، توسط دستگاه پراش اشعه ایکس^۱ (XRD) فیلیپس مدل PW1840 با مشخصات فلز هدف مس، ولتاژ ۴۰ کیلوولت، آمپراژ ۳۰ میلی‌آمپر و تحت زاویه 2θ ۵ تا ۷۰ درجه و سرعت اسکن ۲ درجه در هر دقیقه تعیین گردید. به علاوه، برخی نمونه‌های خاک محلی و ذرات گرد و غبار ترسیبی جهت شناسایی کانی‌های رسی مانند پالیگورسکیت (به دلیل ساختار فیبرمانند و رشته‌ای شکل خود که از سایر کانی‌های سیلیکاته متمایز است) با استفاده از میکروسکپ الکترونی عبوری (TEM) Leo مدل E 906 مورد مطالعه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

با مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در اطراف تالاب هورالعظیم (جدول ۱) مشاهده شد که بخش اعظم این خاک‌ها دارای بافت لوم و لومی‌رسی هستند. مقادیر هدایت الکتریکی و کربنات کلسیم معادل در این خاک‌ها، به علت اقلیم خشک و تبخیر بالا، قابل توجه است. اما در دشت (میشداغ)، با بافت شنی، مقادیر کربنات کلسیم معادل، هدایت الکتریکی و گچ نسبت به بقیه خاک‌های منطقه مورد مطالعه کمتر است. لازم به توضیح است که نقاط مورد مطالعه به استثنای دشت میشداغ در محدوده دشت سیلابی قرار داشته و تفاوت در خصوصیات خاک‌های این منطقه با سایر نمونه‌های مورد مطالعه احتمالاً به دلیل تفاوت در منشأ رسوبات آن‌ها می‌باشد. همچنین همانگونه که مشاهده می‌شود در کلیه نمونه‌های خاک‌های مورد مطالعه ذرات در اندازه سیلت از فراوانی بیشتری نسبت به ذرات رس و شن برخوردار می‌باشند. بر این اساس، بیشترین میزان سیلت به ترتیب در خاک‌های جمع‌آوری شده از تالاب هورالعظیم و مناطق قدرت آباد و سید عرب مشاهده شد.

تالاب هورالعظیم در محدوده طول جغرافیایی 30° تا 47° شرقی و عرض جغرافیایی 15° تا 31° دقیقه تا 33° شمالی، در جنوب غربی شهر بستان قرار دارد (شکل ۱). تالاب هورالعظیم در استان خوزستان و در مرز ایران و عراق قرار گرفته است، از شمال به هور النساف در عراق و از جنوب به جلگه‌ها و دشت‌های کم ارتفاع دجله ختم می‌شود (۲). با احداث ۴۰ سد روی رودخانه دجله و فرات توسط کشورهای ترکیه و سوریه، میزان وسعت تالاب و جریان آب ورودی به تالاب به شدت کاهش یافته است و تنها جریان پایه‌ای برای تالاب هورالعظیم باقی مانده است (۱۲). بر اساس اطلاعات دراز مدت هواشناسی (۲۰۰۵-۱۹۸۶) ثبت شده در ایستگاه بستان تعداد روزهای غبارآلود (روزهایی که دید افقی به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد) در این منطقه معادل $51/3$ روز در سال است (۳).

به منظور نمونه‌برداری از ذرات گردوغبار ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و با توجه به جهت باد غالب منطقه (شمال غربی-جنوب شرقی) ۱۲ نقطه در اطراف تالاب هورالعظیم تعیین، و پس از حضور در منطقه و یافتن نقاط با استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی^۱ (GPS)، اقدام به نصب تله‌های شیشه‌ای و نمونه‌برداری از ذرات گردوغبار گردید (شکل ۱). برای نمونه‌برداری از ذرات گردوغبار در منطقه مورد مطالعه از یک سطح صاف شیشه‌ای با ابعاد ۱ متر در ۱ متر که روی یک توری پلاستیکی با سوراخ‌های به ابعاد ۲ میلی‌متر در ۲ میلی‌متر قرار گرفته است استفاده شد تا از انتقال ذرات به دام افتاده جلوگیری نماید (شکل ۲). تله‌های تهیه شده در ارتفاع ۴-۳ متری از سطح زمین و بر روی سقف ساختمان‌ها در چند شهر و روستا در اطراف تالاب هورالعظیم نصب شد (شکل ۲). نمونه‌های گرد و غبار ترسیب یافته بر روی تله‌های شیشه‌ای در نقاط مورد نظر به صورت ماهانه از مرداد ماه تا بهمن ماه سال ۱۳۹۰ در ۶ دوره، جمع‌آوری و نرخ تجمعی ترسیب ذرات گردوغبار برای هر دوره بر حسب گرم بر مترمربع در ماه به دست آمد. کلیه تله‌های نمونه برداری قبل از هر مرحله نمونه‌برداری ابتدا با آب شسته شده و مورد استفاده مجدد قرار گرفت.

برای تعیین الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار جمع‌آوری شده، نمونه‌ها ابتدا در محلول ۱ مولار هیدروکسید سدیم و ۱۰ درصد هگزا متافسفات سدیم به مدت ۲ ساعت دیسپرس شده (۱۵) و سپس با کمک دستگاه تفرق اشعه لیزر Malvern مدل Hydro2000g که قابلیت تعیین ۲۵۶ کلاس اندازه ذرات را داراست بررسی شدند. جهت وزش باد در طول دوره مطالعاتی (۱۵ مرداد تا ۱۵ بهمن ۱۳۹۰) از ایستگاه سینوپتیک شهرستان بستان به صورت ماهانه تهیه و جهت ترسیم گلباد از نرم افزار Wind Rose plot view استفاده

گلپاد شهرستان بستان

وقوع گرد و غبار (دوره‌های ۱، ۲ و ۴) مشاهده گردید که وزش باد در این دوره‌ها بیشتر از سمت غرب و شمال غرب بستان است.

شکل ۳ الگوی وزش باد را در طول دوره مطالعاتی برای منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجه به این شکل در دوره‌های بدون



شکل ۲- سطح شیشه‌ای مورد استفاده در نمونه‌برداری از ذرات گرد و غبار (۷)
Figure 2- The glass surface used in the sampling of dust particles

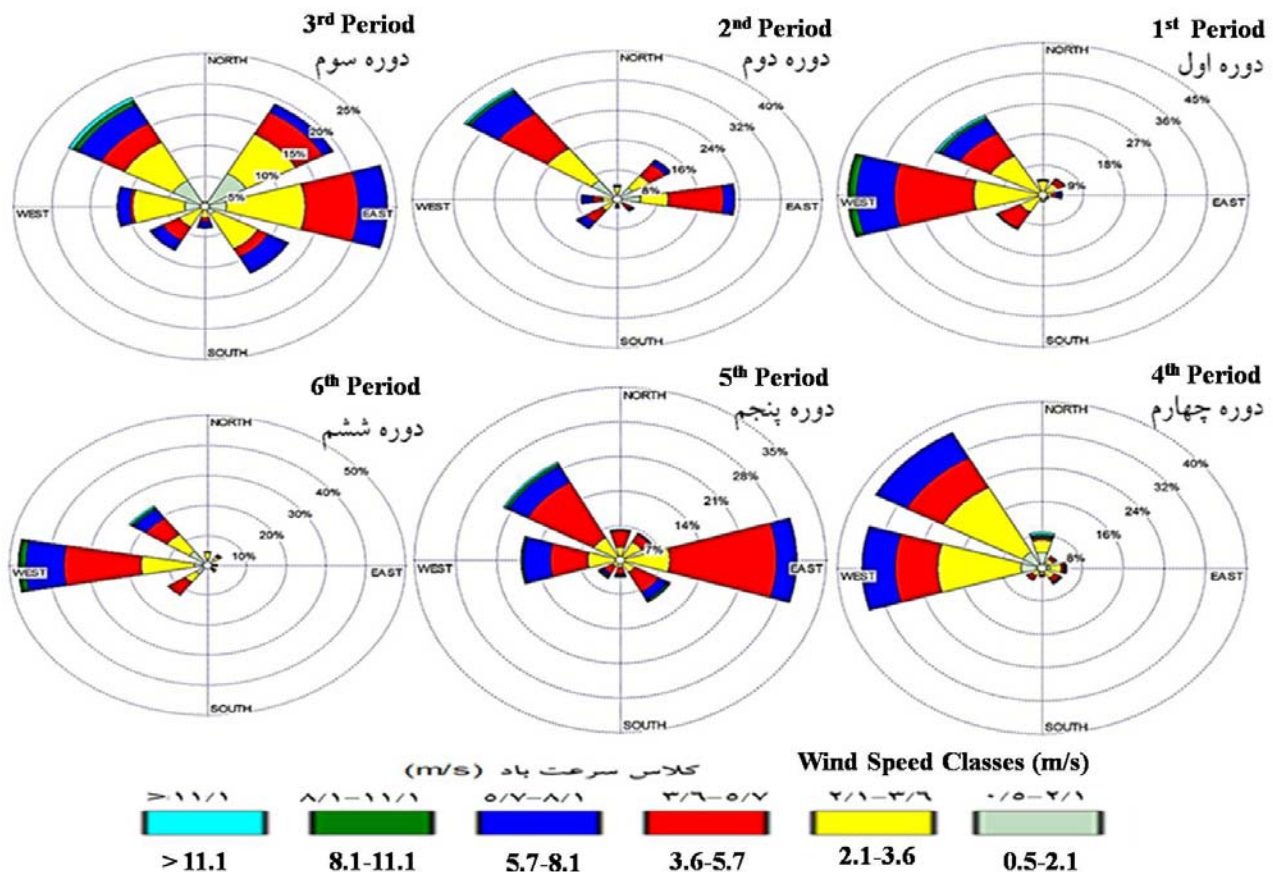
جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک‌های محلی در اطراف تالاب هورالعظیم

Table 1- Some physicochemical properties of local soils in the vicinity of Houralazim wetland

نمونه	گچ	کربنات کلسیم معادل	EC (dS/m)	pH	بافت Texture	سیلت	رس
	Gypsum	CCE				Silt	Clay
	درصد (%)					درصد (%)	
سید عرب (Seyed Arab)	4.56	35	424	6.90	لوم Loam	45	22
بنی نعامه (Baninoameh)	5.78	37	323	7.01	لوم رسی Clay Loam	37	28
بیت کواری (Beitkovar)	4.02	41	198	7.18	رسی سیلتی Silty Clay	40	40
هورالعظیم (Houralazim)	3.65	29	55	7.08	لوم سیلتی Slity Loam	61	20
قدرت آباد (Ghodratabad)	4.09	35	680	7.56	لوم رسی Clay Loam	42	31
بستان (Bostan)	3.12	36	268	7.12	لوم رسی Clay Loam	41	30
دهلاویه (Dehlavieh)	3.15	32	169	7.06	لوم سیلتی Slity Loam	50	22
مالکیه (Malekiah)	3.35	34	122	7.11	لوم Loam	32	28
هویزه (Hoveizeh)	2.93	28	154	7.00	لوم Loam	40	26
سوسنگرد (Soosangerd)	2.45	38	117	7.18	لوم Loam	40	25
دشت میشداغ (ام‌الدیس) (Mishdagh)	0.54	7	5.1	7.24	شنی Sandy	8	2

و ۶) سهم وزش بادهای با سرعت بیش از ۱۱/۱ متر بر ثانیه به‌ویژه از شمال غربی منطقه افزایش یافته است. با این توضیح به نظر می‌رسد مناطق منشاء تولید ذرات گرد و غبار در دوره‌های با و بدون وقوع گرد و غبار تا حدودی از یکدیگر متفاوت است.

اما در دوره‌های با وقوع گردوغبار (دوره‌های ۳، ۵ و ۶) علاوه بر جهت‌های غرب و شمال غرب، منطقه مطالعاتی متأثر از وزش بادهایی از سمت شرق (سوسنگرد) نیز بوده است. به علاوه، همانگونه که مشاهده می‌شود در طی دوره‌های وقوع گرد و غبار (دوره‌های ۳، ۵، ۶)



شکل ۳- الگوی وزش باد در دوره‌های مطالعاتی (۱۵ مرداد تا ۱۵ بهمن ۱۳۹۰) در ایستگاه بستان

Figure 3- Wind patterns in the Bostan station during the periods studied (6 August to 6 February)

افزایش وقوع طوفان‌های گردوغبار در استان گانسو در کشور چین افزایش می‌یابد. حتی و همکاران (۱۰) نیز افزایش نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار را در طول یک ترانسکت ارتفاعی از جندق در استان اصفهان تا کوه‌رنگ در استان چهارمحال و بختیاری در نتیجه وقوع طوفان گرد و غبار گزارش نمودند. لازم به توضیح است که از دلایل احتمالی افزایش نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار در روستای مالکیه نسبت به سایر مناطق مورد مطالعه و بر هم خوردن روند مشاهده شده در طول دوره مطالعاتی می‌توان به وجود زمین‌های فاقد پوشش گیاهی، پروژه‌های ساختمانی رهاشده، تردد احشام و وسایل نقلیه سنگین، و پروژه‌های محلی مانند پروژه حفر فاضلاب اشاره نمود. تا و همکاران (۲۰) معتقدند که عامل تراکم پوشش گیاهی نقش اساسی در کنترل وقوع طوفان‌های گرد و غبار دارد. مک تاینیش و همکاران

نرخ ترسیب ذرات گردوغبار

میانگین نرخ ترسیب ذرات گردوغبار برای مناطق مورد مطالعه در شکل ۴ نشان داده شده است. با بررسی نرخ ترسیب ذرات گردوغبار در ۶ دوره مطالعاتی (۳ دوره با وقوع گردوغبار و ۳ دوره بدون وقوع گرد و غبار)، مشاهده شد که در تمامی مناطق مورد مطالعه نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار در دوره‌های با وقوع پدیده گرد و غبار (مراحل ۳، ۵ و ۶) نسبت به دوره‌های بدون گرد و غبار (مراحل ۱، ۲ و ۴) بیشتر است؛ به طوری که در ۳ دوره بدون وقوع پدیده گردوغبار میانگین نرخ ترسیب ذرات گردوغبار حدوداً ۷/۵ گرم بر مترمربع در ماه بوده است. در حالی که این میانگین در ۳ دوره با وقوع پدیده گردوغبار به حدوداً ۱۲/۵ گرم بر مترمربع در ماه افزایش یافته است. تا و همکاران (۲۰) هم نشان دادند که نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار با

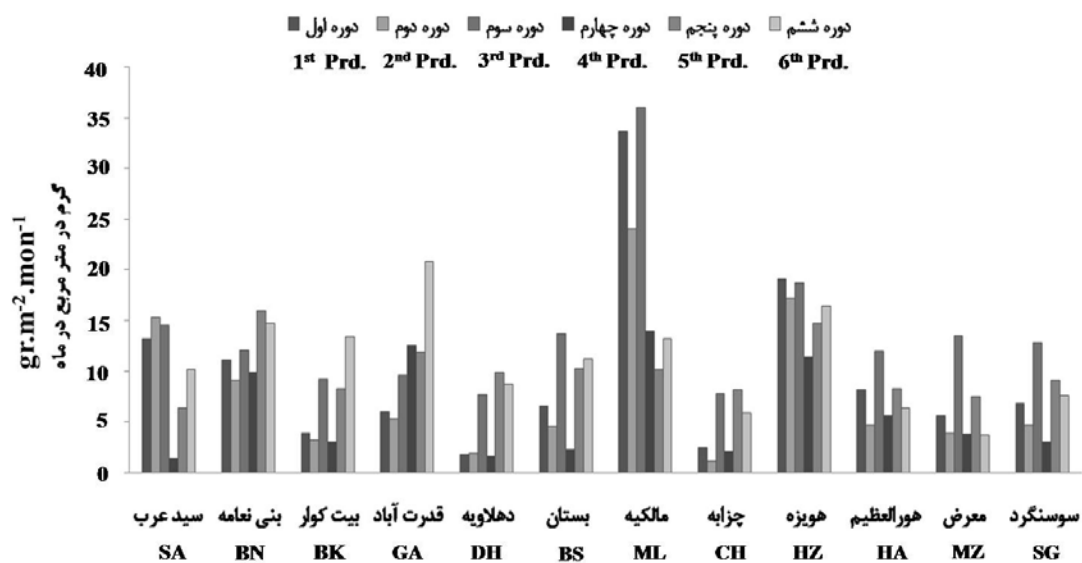
بخش‌های خشک شده تالاب هورالعظیم (با مقادیر قابل توجهی ذرات فرسایش پذیر در اندازه سیلت) و مناطق خشک بیابانی در کشور عراق در انتقال ذرات گرد و غبار موثر بوده است (جدول ۱) و احتمال انتقال این ذرات از بیابان‌های کشور عربستان را نمی‌توان به عنوان منشاء ذرات ترسیب یافته معرفی نمود. مقایسه نتایج نرخ ترسیب ذرات گردوغبار در اطراف تالاب هورالعظیم در مطالعه حاضر با نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار در عراق نشان می‌دهد که این میزان بسیار کمتر از نرخ ترسیب ماهانه در برخی شهرهای عراق (کوت با ۱۵۰-۱۰۰ گرم بر متر مربع در ماه و بغداد، بصره، کربلا و دیوانیه با ۵۰-۱۸/۳ گرم بر متر مربع در ماه) می‌باشد (۱۶) و این اختلاف احتمالاً به دلیل متفاوت بودن روش نمونه‌برداری و البته دورتر بودن منطقه مطالعاتی (پژوهش حاضر) به مناطق خشک و بیابانی کشور عراق می‌باشد.

توزیع اندازه ذرات

توزیع اندازه ذرات گردوغبار شاخص مناسبی در رابطه با ارزیابی منشاء این ذرات و فاصله انتقال این ذرات است (۱۴). به عنوان مثال وجود الگوهای توزیعی چند قله‌ای نشان دهنده ذرات گردوغبار با منشاءهای متفاوت و یا تأثیرگذاری فرآیندهای متفاوت در انتقال این ذرات می‌باشند (۱۰، ۱۴ و ۱۸). شکل ۶ الگوی توزیع اندازه ذرات گردوغبار را در برخی نقاط نمونه‌برداری شده از منطقه مورد مطالعه در دوره‌های با وقوع و بدون وقوع طوفان‌های گرد و غبار نمایش می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه در هر دو شرایط وقوع و عدم وقوع طوفان‌های گردوغبار دوقله‌ای بوده و نشان دهنده دو منشاء مختلف در ایجاد ذرات گردوغبار ترسیب یافته است.

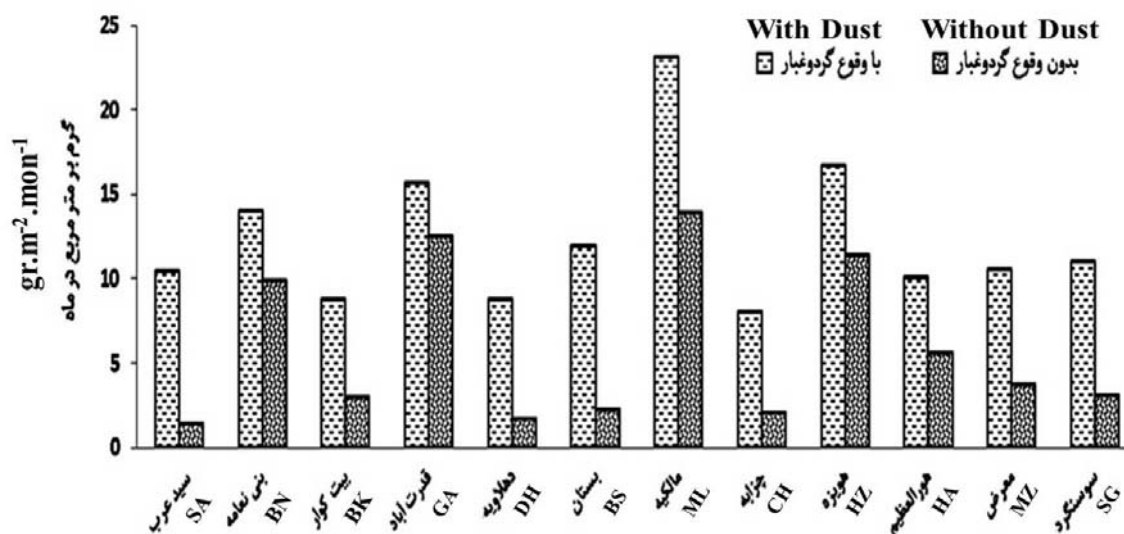
(۱۴) یکی از دلایل ترسیب ذرات گرد و غبار را در غرب کشور مالی به برهنه بودن اراضی و تردد وسایل نقلیه بر روی زمین‌های فاقد پوشش گزارش نمودند.

لازم به ذکر است که در مطالعه حاضر دو منشاء مختلف برای حضور ذرات گرد و غبار در نقاط مورد مطالعه بررسی شد که شامل منشاء محلی و مناطق بیابانی واقع در کشورهای همسایه از جمله عراق و عربستان سعودی است. اختلاف نرخ ترسیب ذرات گردوغبار در دوره‌های با وقوع پدیده گردوغبار نسبت به دوره‌های بدون وقوع پدیده گردوغبار می‌تواند میزان ورودی این ذرات را به منطقه مورد مطالعه پس از وقوع پدیده گردوغبار از یک منشاء خارجی نشان دهد (۱۰ و ۲۱). هم‌چنین بخشی از افزایش نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار را طی دوره‌های وقوع گرد و غبار (دوره‌های ۳، ۵ و ۶) می‌توان به افزایش سرعت وزش بادهای با سرعت بیش از ۱۱/۱ متر بر ثانیه بویژه از شمال غربی منطقه نسبت داد (شکل ۳). به علاوه، لازم به توضیح است که اگر ذرات گرد و غبار جمع‌آوری شده در طی دوره‌های مطالعاتی منشاء یکسانی داشته باشند اختلاف بین نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار در دوره‌های با و بدون وقوع پدیده گرد و غبار در کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه تقریباً یکسان خواهد بود (۱۰). از آنجایی که این اختلاف بین ایستگاه‌های مختلف متفاوت است لذا به نظر می‌رسد ذرات گرد و غبار ترسیب یافته در منطقه مورد مطالعه در دوره‌های با وقوع پدیده گرد و غبار و بدون وقوع پدیده گرد و غبار دارای منشاءهای متفاوتی است (شکل ۵). بررسی الگوی وزش باد در طی دوره‌های مطالعاتی (با و بدون پدیده گرد و غبار) نیز نشان می‌دهد که احتمالاً علاوه بر منشاء محلی بخشی از ذرات ترسیب یافته طی دوره‌های با و بدون وقوع گرد و غبار از مناطق غربی‌تر مانند



شکل ۴ - مقایسه نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار در ۶ مرحله نمونه برداری در ایستگاه‌های مورد مطالعه

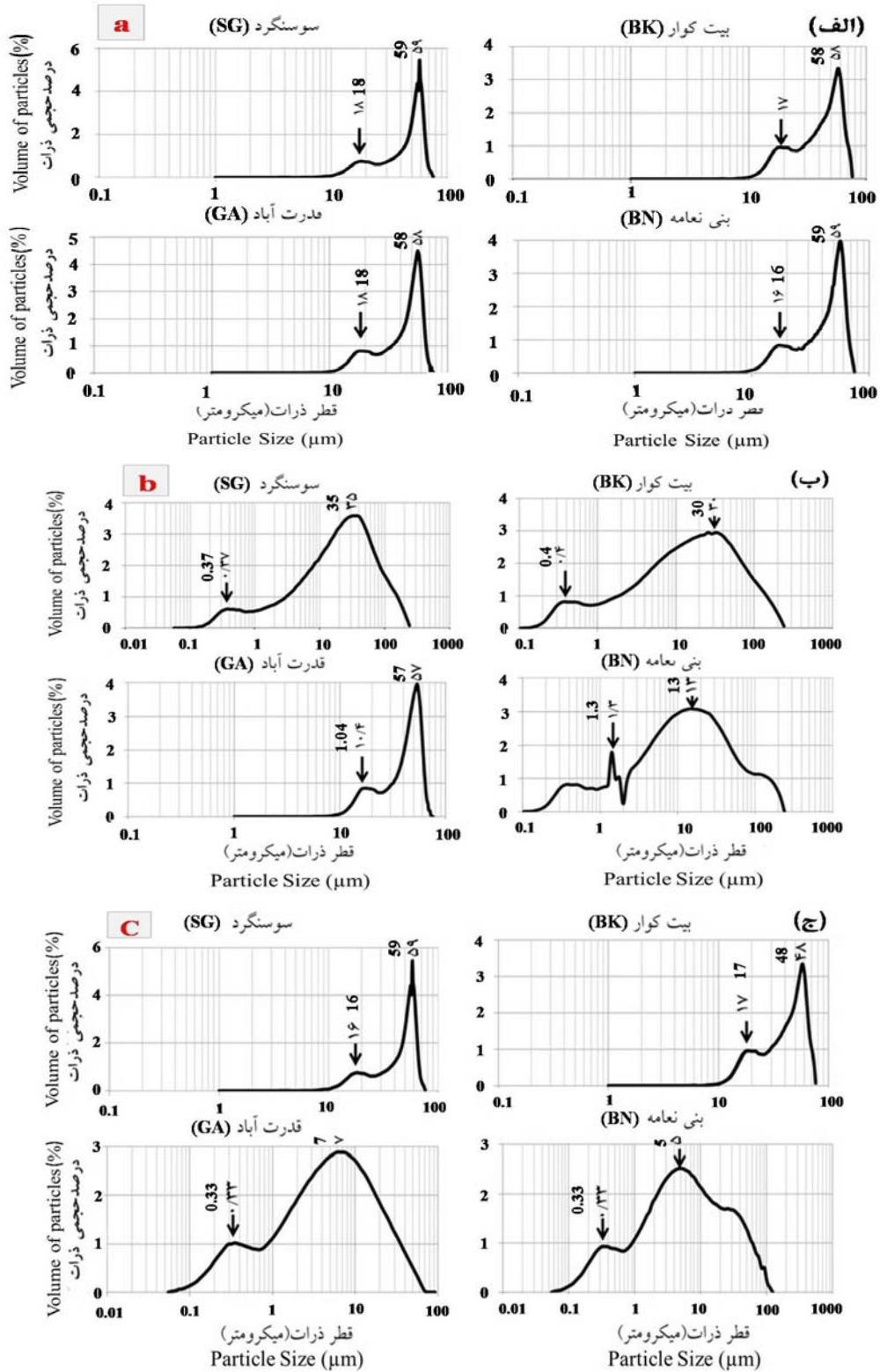
Figure 4- The comparison of the deposition rate of dust particles from the stations in the 6 stages of sampling.



شکل ۵- مقایسه میانگین نرخ ترسیب ذرات گردوغبار در حالت‌های وقوع و بدون وقوع گرد و غبار در ۱۲ ایستگاه نمونه‌برداری
Figure 5- The comparison of dust deposition rate in haze and non-haze conditions at the twelve sampling stations

الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار ترسیب یافته در مناطق مطالعاتی طی دوره‌های با وقوع طوفان‌های گرد و غبار با خاک‌های محلی هماهنگی نشان نمی‌دهند (شکل ۶) لذا این احتمال که عمده ذرات ترسیب یافته در منطقه منشأ محلی داشته باشند ضعیف به نظر می‌رسد. به علاوه، با توجه به الگوی وزش باد در منطقه مورد مطالعه طی دوره‌های با وقوع طوفان‌های گرد و غبار و با عنایت به خصوصیات بافتی خاک‌های مورد مطالعه این احتمال که ذرات گرد و غبار ترسیب یافته از تپه‌های شنی واقع در دشت میشداغ در منطقه مطالعاتی ترسیب یافته باشند نیز رد می‌شود. یالون و گینزبورگ (۲۳) کلاس اندازه ذرات گرد و غباری را که با منشأ محلی در صحرای نگف در فلسطین اشغالی ترسیب یافته بودند ۷۰ میکرومتر گزارش نمودند. اینو و همکاران (۱۱) نیز کلاس اندازه ذرات را در گرد و غبارهایی که از فواصل طولانی به کره جنوبی و ژاپن می‌رسند بین ۳ تا ۲۰ میکرومتر تعیین کردند. مطالعه توزیع اندازه ذرات خاک‌های محلی اطراف هورالعظیم نیز نشان داد که عمده آن‌ها از ذرات با اندازه سیلت و با قطر (۱۰-۱ میکرون) تشکیل شده‌اند (جدول ۱) که با افزایش سرعت باد، به راحتی فرسایش می‌یابند (شکل ۶). ذرات ترسیبی در دوره بدون وقوع گرد و غبار در مطالعه حاضر به علت داشتن الگوهای توزیع اندازه مشابه با برخی خاک‌های محلی مانند بیت کوار و سوسنگرد و غنی بودن آن‌ها از ذرات درشت (بزرگ‌تر از ۵۳ میکرون) می‌توانند منشأ داخلی داشته باشند.

ذرات گردوغبار ترسیب یافته در هر دو دوره مورد مطالعه عمدتاً در اندازه سیلت هستند. این جزء اندازه ۶۰ تا ۷۶ درصد از ذرات گرد و غبار جمع‌آوری شده در طول دوره‌هایی که پدیده گرد و غبار رخ نداده است و ۶۶ تا ۸۲ درصد از ذرات جمع‌آوری شده در دوره‌های با وقوع پدیده گردوغبار را تشکیل می‌دهند (جدول ۲). مطالعات بسیار دیگری نیز نشان داده‌اند که ذرات در اندازه سیلت فراوانترین کلاس اندازه ذرات در نمونه‌های گرد و غبار است (۱۵، ۲۱ و ۲۳). حجتی و همکاران (۱۰) با مطالعه توزیع اندازه ذرات گردوغبار در استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری دریافتند که این ذرات عمدتاً در اندازه سیلت می‌باشند. موتاز و همکاران (۱۶) نیز با بررسی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار در هشت شهر عراق بیان کردند که ذرات غالب اکثر نمونه‌ها سیلت می‌باشد. این کلاس توزیع اندازه ذرات (سیلت) معمولاً در مواردی که ذرات گرد و غبار از فواصل متوسط تا زیاد منتقل شده باشند دیده می‌شوند. هم‌چنین در عمده مناطق مورد مطالعه، دوره‌های با وقوع پدیده گردوغبار دارای مقادیر رس بیشتری نسبت به دوره‌های بدون گرد و غبار بوده است و به علاوه، میانگین اندازه ذرات سیلت ترسیب یافته در دوره‌های با وقوع گرد و غبار کاهش یافته است (شکل ۶ و جدول ۲). افزایش ذرات در اندازه رس و کاهش اندازه ذرات سیلت در نمونه‌های گرد و غبار جمع‌آوری شده از دوره‌های با وقوع گرد و غبار می‌تواند حاکی از منشأ گرفتن بخشی از ذرات ترسیب یافته از مناطقی دورتر نسبت به دوره‌های بدون وقوع پدیده گرد و غبار باشد (۱۸). از آنجایی که



شکل ۶- مقایسه الگوی توزیع اندازه ذرات در برخی ایستگاه‌های مورد مطالعه در شرایط بدون وقوع گرد و غبار (الف)، شرایط با وقوع گرد و غبار (ب) و خاک‌های محلی (ج)

Figure 6- Comparison of the particle size distribution pattern in some studied stations in (a) without occurrence of dust storms, (b) occurrence of dust storms and (c) local soils

جدول ۲ - مقایسه درصد اجزای تشکیل دهنده ذرات گردوغبار در برخی ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در شرایط وقوع و بدون وقوع پدیده گرد و غبار

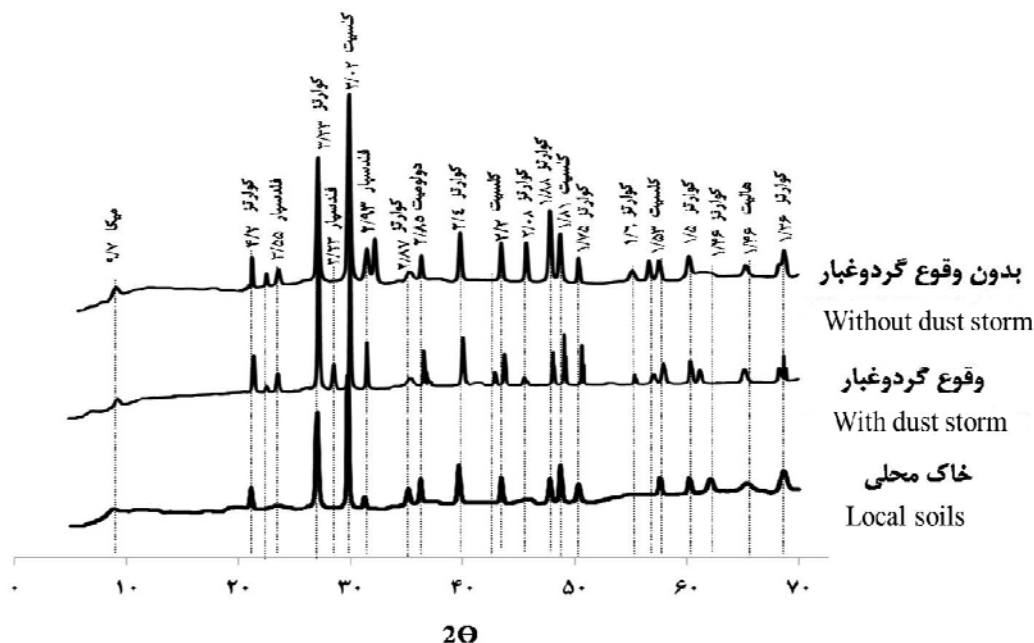
Table2- The comparison of the dust particles components in some sampling stations during periods with and without occurrence of dust storms

نام منطقه	دوره‌های بدون گرد و غبار Periods Without Dust Storms			دوره‌های با وقوع گرد و غبار Periods with Dust Storms		
	درصد شن Sand (%)	درصد سیلت Silt (%)	درصد رس Clay (%)	درصد شن Sand (%)	درصد سیلت Silt (%)	درصد رس Clay (%)
سوسنگرد (Soosangerd)	15	73	12	8	80	14
قدرت آباد (Ghodratabad)	16	76	8	6	78	15
بیت کوار (Beitkovar)	19	65	16	18	66	19
مالکیه (Malekiah)	29	60	11	6	82	12
بنی نعامه (Baninoameh)	18	68.5	13.5	15	69	16
تالاب هورالعظیم (Houralazim)	19	67	14	15	70	15
دهلاویه (Dehlavieh)	12	74	14	6	80.5	13.5

کانی شناسی

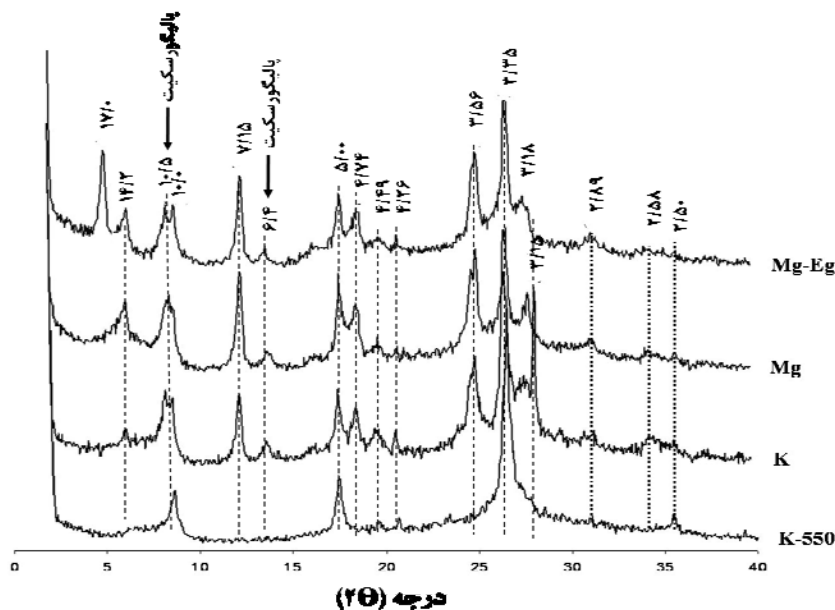
پرتو نگاشت‌های اشعه ایکس بیانگر حضور کانی‌های کوارتز (پیک‌های ۴/۲۶، ۳/۳۵، ۲/۵۸ و ۲/۵۰ آنگستروم)، کلریت (پیک‌های ۱۴/۲، ۷/۱۵، ۴/۷۴ و ۳/۵ آنگستروم)، اسمکتیت (پیک ۱۷ آنگستروم) در نمونه‌های تیمار شده با منیزیوم-اتیلن گلیکول، پالیگورسکیت (پیک‌های ۱۰/۵ و ۶/۴ آنگستروم) و میکا (۱۰، ۵ و ۳/۳۵ آنگستروم) به عنوان کانی‌های موجود در بخش رس کلبه خاک‌های مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۸).

کانی شناسی ذرات گرد و غبار از جمله خصوصیات مهم آن‌ها به‌ویژه در ارتباط با منشاء یابی این ذرات است (۸ و ۱۶). در این مطالعه با بررسی ترکیب کانی شناسی خاک‌های محلی و ذرات گرد و غبار ترسیب یافته در دوره‌های با وقوع و بدون وقوع گرد و غبار مشاهده شد که ترکیب کانی شناسی این ذرات عمدتاً کوارتز، کلسیت و فلدسپار می‌باشد و سایر کانی‌ها مانند دولومیت، گچ و هالیت از فراوانی (شکل ۷) کمتری برخوردار بودند. به علاوه، نتایج حاصل از مطالعه



شکل ۷- پراش نگاشت‌های پرتو ایکس خاک محلی، ذرات ترسیبی در شرایط بدون وقوع گرد و غبار و با وقوع طوفان‌های گرد و غبار در ایستگاه تالاب هورالعظیم. اعداد قله‌ها بر حسب آنگستروم ارائه شده‌اند

Figure 7- X-ray diffraction patterns of local soils, dust particles from with and without occurrence of dust storms at Houralazim wetland station. Peak numbers are presented in Angstroms



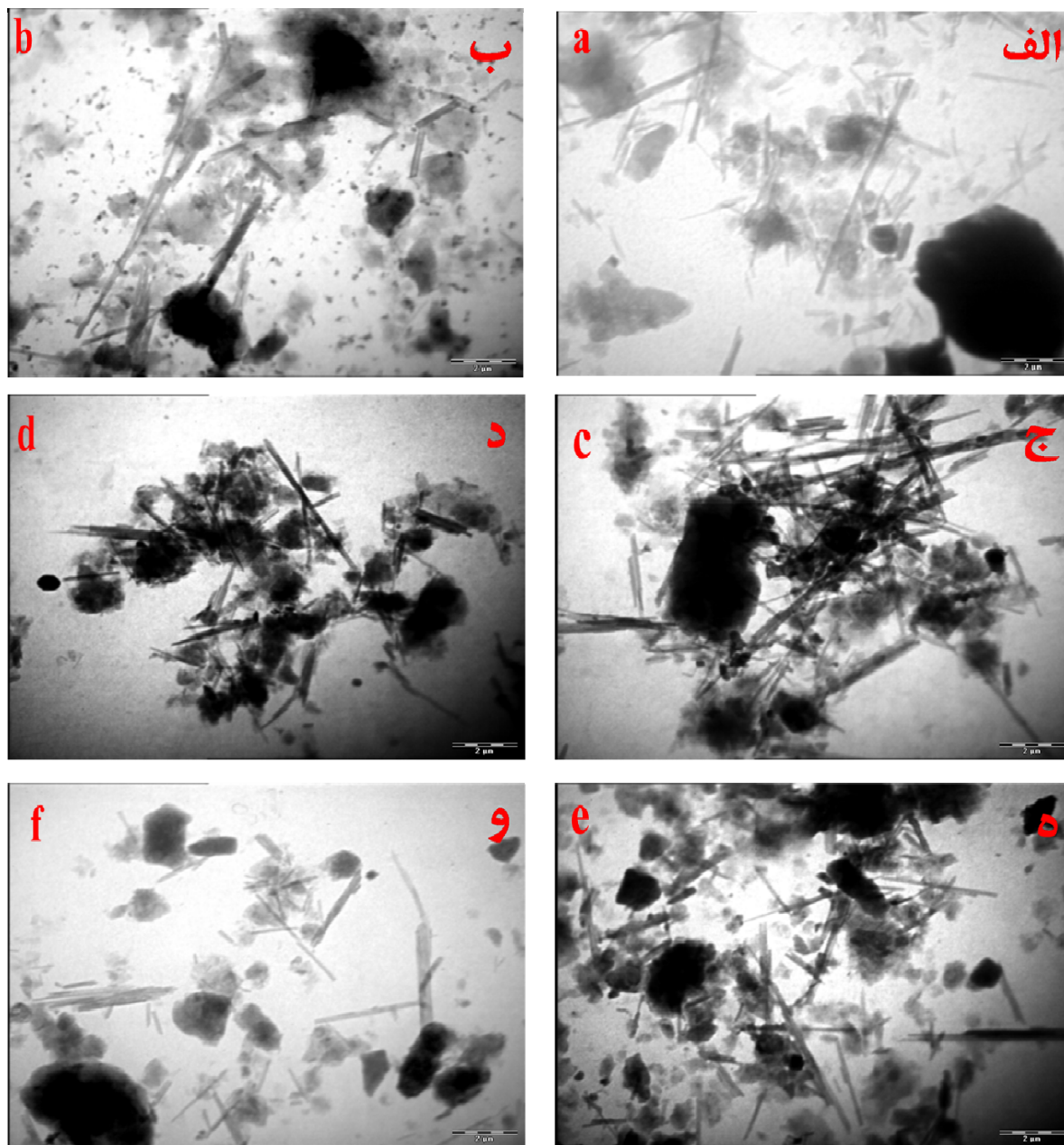
شکل ۸- پراش نگاشت های پرتو ایکس بخش رس در نمونه خاک منطقه سوسنگرد (Mg-Eg = نمونه اشباع شده با منیزیم و اتیلن گلیکول، Mg = نمونه اشباع شده با منیزیم، K = نمونه اشباع شده با پتاسیم و K-550 = نمونه اشباع شده با پتاسیم پس از گرما دادن تا ۵۵۰ درجه سانتی گراد). اعداد قله ها بر حسب انگستروم ارائه شده اند

Figure 8- X-ray diffraction pattern of clay fractions of Susangerd soil (Mg-Eg = Samples saturated with magnesium and ethylene glycol, Mg= Samples saturated with magnesium, K= Samples saturated with potassium, K= Sample saturated with potassium after heating at 550 ° C). Peak numbers are presented in Angstroms

نتیجه گیری کلی

مطالعه ذرات گردوغبار ترسیبی در اطراف تالاب هورالعظیم نشان داد که در نتیجه وقوع پدیده گرد و غبار، نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار در این مناطق به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است. با مطالعه توزیع اندازه ذرات خاکهای اطراف تالاب هورالعظیم و نمونه های گرد و غبار جمع آوری شده از این مناطق مشاهده شد که این ذرات عمدتاً در اندازه سیلت می باشند. تشابه در الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار و الگوی توزیع اندازه ذرات در برخی خاکهای محلی حاکی از این است که بخشی از ذرات ترسیب یافته دارای منشأ محلی است. با این حال مشاهده شد که در نتیجه وقوع طوفان های گرد و غبار فراوانی ذرات در اندازه سیلت و رس در نمونه های جمع آوری شده نسبت به دوره های بدون وقوع گرد و غبار افزایش می یابد. همچنین غربی بودن الگوی وزش باد در طول دوره های با وقوع طوفان گرد و غبار به همراه فراوانی بیشتر کانی پالیگورسکیت در این دوره ها نسبت به دوره های بدون وقوع طوفان این مطلب را نشان می دهد که در نتیجه وقوع طوفان های گرد و غبار سهم منابع خارجی مانند مناطق بیابانی در کشور عراق در تولید ذرات گردوغبار افزایش می یابد.

با مقایسه الگوی پراش اشعه ایکس ذرات ترسیبی در شرایط وقوع و عدم وقوع پدیده گردوغبار با خاک محلی تالاب مشاهده شد که ذرات گردوغبار نمونه برداری شده دارای کانی های مشابهی با خاک تالاب هستند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که بخشی از ذرات ترسیبی در هر دو دوره با و بدون وقوع طوفان های گرد و غبار احتمالاً دارای منشأ داخلی است. به علاوه، نتایج حاصل از مطالعه نمونه های خاک و گرد و غبار ترسیب یافته در دوره های با و بدون وقوع گرد و غبار توسط میکروسکپ الکترونی عبوری (شکل ۹) حاکی از حضور کانی پالیگورسکیت در همه نمونه ها است. لیکن میزان حضور کانی پالیگورسکیت در نمونه های جمع آوری شده از دوره های با وقوع طوفان گرد و غبار بیشتر از دوره های بدون طوفان گرد و غبار است. بنابراین علیرغم این که خاکهای محلی منطقه نیز حاوی کانی پالیگورسکیت می باشند (شکل های ۸ و ۹) و این ادعا را که بخشی از ذرات گرد و غبار ترسیبی در منطقه طی دوره های با وقوع طوفان گرد و غبار احتمالاً منشأ داخلی دارد تقویت می نماید؛ با این حال به نظر می رسد بخشی از این ذرات احتمالاً از مناطق غربی تر مانند بیابان های عراق که حضور مقادیر قابل توجهی از این کانی در خاک های این مناطق گزارش شده است به منطقه انتقال یافته باشد (۸ و ۹). اثبات این ادعا مستلزم انجام مطالعات بیشتری است.



شکل ۹- ریزنکاشت‌های میکروسکوپ الکترونی روبشی که بیانگر حضور رشته‌های کانی پالیگورسکیت در مراحل ۱ (شکل الف)، ۲ (شکل ب) (دوره‌های بدون وقوع طوفان‌های گرد و غبار)، ۳ (شکل ج)، ۴ (شکل د) (دوره‌های با وقوع طوفان‌های گردوغبار) نمونه‌برداری و خاک‌های محلی سوسنگرد (شکل ه) و آرامگاه سید عرب (شکل و) می‌باشد

Fig 9- TEM images representing presence of palygorskite fibrous minerals at stages 1 (a) and 2 (b) (periods without occurrence of dust storms), stages 3 (c) and 5 (d) (periods with occurrence of dust storms) and local soils from (e) Susangerd and (f) Sayed Arab stations

منابع

- 1- Ardabili L. 2010. Study of the effective processes intensifying the occurrence of dust storms in Iran in recent years. National Conference of Wind Erosion and Dust Storms, Yazd (in Persian).
- 2- Anonymous. 2011. Long-term meteorological data from synoptic stations of Iran. The Meteorological

- Organizations Press, Tehran (in Persian).
- 3- Jameie M., Hammadi K., and Hosseinzadeh M. 2006. Status of water supplies in Houralazim wetland in order to use in regional project of land use planning considering application of remote sensing techniques. Water Research Council, Khuzestan Water and Power Organization (In Persian with English abstract)
 - 4- Rasouli A., Sari Sarraf B., and Mohammadi Gh. 2010. Analysis of the occurrence of dust storms in the West of Iran during last 55 years using non-parametric statistical analyses. *Journal Natural Geography*, 9:15-28. (in Persian with English abstract)
 - 5- Raeispour K., Tavooosi T., and Khosravi M. 2009. Synoptic analysis of the dust phenomenon in Khuzestan Province, Proceedings of the Third International Conference on Disasters Management. (in Persian with English abstract)
 - 6- Shahsavani A., Yarahmadi M., Madaqinia A., Yonisian M., Jaferzade N., Naeemabadi A., Salesi M., and Nadafi K. 2012. Analysis of dust entering the country with an emphasis on Khuzestan Province. *Hakim Research Journal*. 15(3): 192-202. (In Persian with English abstract)
 - 7- Fouladvand S., 2011. Qualitative and quantitative studies of the changes in the flow of water entering into the Houralazim wetland due to Karkheh Dam construction. M.Sc thesis, Department of Soil Science, Collge of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz (In Persian with English abstract)
 - 8- Al-Juboury A.I., 2009. Palygorskite in Miocene rocks of northern Iraq: environmental and geochemical indicators. *Acta Geologica Polonica*, 59:269-282.
 - 9- Aqrabi A.A.M., 1993. Palygorskite in the recent fluviolacustrine and deltaic sediments of southern Mesopotamia. *Clay Minerals*, 28:153-159.
 - 10- Hojati S., Khademi H., Faz Cano A., and Landi A. 2012. Characteristics of dust deposited along a transect between central Iran and the Zagros Mountains. *Catena*, 88:27-36.
 - 11- Inoue K., Morioka T., and Naruse Y. 1991. Accumulation of Asian long-range aeolian dust in Japan and Korea from the Late Pleistocene to Holocene. *Catena*, 20:25-42.
 - 12- Jalali N., and Davoudi M.H. 2008. Inspecting the origins and causes of the dust storms in the Southwest and West parts of Iran and the regions affected. Internal reports of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Iran.
 - 13- Middleton N. J. 1986. A geography of dust storms in South-West Asia. *Journal of Climatology*, 6:183-196.
 - 14- McTainsh G.H., Nickling W.G., and Lynch A.W. 1997. Dust deposition and particle size in Mali West Africa, *Catena*, 29:307-322.
 - 15- Menendez I., Diaz-Hernandez J.L., Mangas J., Alonso I., and Sanchez-Soto P.J. 2007. Air born dust accumulation and soil development in the north-east sector of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *Journal of Arid Environment*, 71:57-81.
 - 16- Moutaz A., Al-Dabbas S., Abbas M.A., and Al-Khafaji R.M. 2010. Dust storms loads from Iraq. *Arabian Journal of Geosciences*, 5 (1):121-131.
 - 17- Pye, K. 1987. *Aeolian Dust deposition*. Academic Press, London.
 - 18- Singer A., Ganor E., Dultz S., and Fischer W. 2003. Dust deposition over the Dead Sea. *Journal of Arid Environment*, 53:41-59.
 - 19- Sokolike I.N., Toon O.B., and Bergstorm R.W. 1998. Modeling the radiative characteristics of airborne mineral aerosol at infrared wavelengths. *Journal of Geophysical Research*, 103(D8):8813-8826.
 - 20- Ta W., Xiao H, Qu J., Xiao Z., Yang G., Wang T., and Zhang X. 2004. Measurements of dust deposition in Gansu Province, China. *Geomorphology*, 57:41-51.
 - 21- Toy T.J., Foster G.R., and Renard K.G. 2002. *Soil Erosion: Processes, Prediction, Measurement and Control*, John Wiley & Sons, New York, USA.
 - 22- USDA-NRCS. 1996. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*, Soil Survey Investigations Report, No. 42. Version 3, 693 p.
 - 23- Yaalon D.H., and Ginzbourg D. 1996. Sedimentary characteristics and climatic analysis of easterly dust storms in the Negev (Israel). *Sedimentology*, 6: 315-332.
 - 24- Zarasvandi A., Carranza E.J.M., Moore F., and Rastmanesh F. 2011. Spatio-temporal occurrences and mineralogical-geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran) environmental characteristics. *Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy of Iran*, 14:3-16.
 - 25- Zhang D., Zang J., Shi G., Iwasaka Y., Matsnki A., and Trochine D. 2003. Mixture state of individual Asian dust particles at a coastal sit of Qingdao, China. *Atmospheric Environment*, 37:3895-3901.

Deposition Rate, Mineralogy and Size Distribution Pattern of Dust Particles Collected Around the Houralazim Marshland, Khuzestan Province

R. Beitlefteh¹¹ - A. Landi² - S. Hojati^{3*} - Gh. Sayyad⁴

Received: 01-03-2014

Accepted: 30-12-2014

Introduction: Recently, air pollution due to the occurrence of dust storms is one of the worst environmental problems in Western and Southwestern Iran, especially the Khuzestan Province (12, 13). According to the reports of the Meteorological Organization of Iran the average number of dusty days in the cities of Ahvaz and Abadan in the Khuzestan Province reaches 68 and 76 days each year, respectively (6). Previous studies have shown that the yearly damage costs of wind erosion and occurrence of dust storms in the Khuzestan Province reach about 30 Billion Rials (5). However, very few studies have been conducted on the characterization of dust particles and also the identification of their origins in Iran, especially the Khuzestan Province. Hojati et al. (10) reported that dust deposition rate, mean particle diameter, and concentration of soluble ions in samples taken from Isfahan and Chaharmahal and Bakhtiari Province decrease with altitude, with a significantly lower gradient in periods with dust storms. They reported three factors that control the rate and characteristics of dust deposited across the study transect: 1) climatic conditions at the deposition sites, 2) distance from the dust source, and 3) differences between local and transboundary sources of dust. Therefore, this study was conducted to investigate the effects of dust storms on deposition rate, mineralogy and size distribution patterns of dust particles from twelve localities around the Houralazim lagoon.

Materials and Methods: Dust samples were collected monthly during a 6 month experiment from August 2011 to February 2012. In order to differentiate between the contribution of dust production by local soils and other sources, surface soils were also sampled from the vicinity of the dust sampling sites. The collection trays were made of a glass surface (100 × 100 cm) covered with a 2 mm-sized PVC mesh on the top to form a rough area for trapping the saltating particles (Fig. 2). Dust samples were collected by scraping materials adhered to the glass trays using a spatula. All the trays were wet cleaned before the next collection. The collected dust and soil samples were examined for their grain size distribution using a Malvern Hydro 2000g laser particle size analyzer, as well as their mineral compositions by a Philips PW1840 X-ray diffractometer and a LEO 906 E transmission electron microscope (TEM).

Results and Discussion: The results showed that wind speed and direction patterns during the periods with dust storms and those without dust storms were different. Accordingly, in periods with dust storms (3, 5 and 6) the contribution of winds with speeds greater than 11.1 m/sec, especially from the Northwest direction, increased when compared with those from the periods without dust storms (1, 2 and 4). Besides, the direction of prevailing winds in periods without dust storms were mainly from the West and the Northwest. However, in periods with dust storms East-directed winds were also observed (Fig. 3). These show that the source areas of dust particles in these periods are probably different. The results also illustrated that the average amount of deposited particles in the periods with dust storms ($12.5 \text{ g m}^{-2} \text{ month}^{-1}$) was considerably more than that of the periods without dust storms ($7.5 \text{ g m}^{-2} \text{ month}^{-1}$) (Figs. 4 and 5). The difference in dust deposition rate between periods having dust storms and those without dust storms seems to be due to dust input from a source outside the study area. Particle size distribution analysis showed that dust particles collected from the study area in both periods (with and without dust storms) are mainly silt-sized particles. This fraction contributes to 60 to 76 % of the particles collected from periods without dust storms and 66 to 82 % of particles affected by dust storms (Table 2). The results also imply that in both periods (with and without dust storms), dust particles collected from the study area had a bimodal distribution pattern which suggests mixing of settled particles from different sources and/or deposition processes (Fig. 6). Mineralogical composition of dust particles were collected from both periods (with and without dust storms) and those from the soils contained quartz, calcite, feldspar, halite, dolomite and palygorskite (Figs. 7 and 8). Moreover, the TEM images of dust particles collected in periods with dust storms showed higher amounts of palygorskite than in periods without dust storms (Fig. 9).

Conclusion: The similarity in the physical properties of local soils and deposited particles of the periods with and without dust storms implies that the contribution of local soils and sediments in producing dust particles is high. However, it seems that in periods with dust storms the contribution of a transboundary origin such as Iraqi arid lands in producing dust particles increases.

Keywords: Dust, Deposition Rate, Houralazim, Khuzestan, Mineralogy, Particle Size

1, 2, 3, 4- Former M.Sc. Student, Professor and Assistant Professors of Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Respectively

(* - Corresponding Author Email: s.hojati@scu.ac.ir)