

سنجش قابلیت انواع رخصاره‌های ژئومورفولوژی در تامین منابع گرد و غبار غرب خوزستان

نعمت مال امیری^۱، سیدرضا حسین زاده^{۱*}، علیرضا راشکی^۲، مهناز جهادی طرقي^۳

۱- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۵/۱۷

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۲۳

چکیده

پدیده گردوغبار یکی از مخاطرات در کشور ایران و استان خوزستان محسوب می‌گردد. در این پژوهش با استفاده از عملیات میدانی و آزمایشگاهی، مطالعه منابع گرد و غبار و قابلیت رخصاره‌های مختلف برای تولید گرد و غبار از مناطق غرب خوزستان صورت پذیرفته است. بر این اساس نقشه الگوی فضایی رخصاره‌ها ترسیم و با استفاده از آن ۱۲ شاخص فلزی ثابت در رخصاره‌ها کاشته شد که بعد از سه روز گرد و غبار در زمستان ۱۳۹۶ و بهار ۱۳۹۷ (۲۰۱۸/۱/۲۰ و ۲۰۱۸/۲/۱۹ و ۲۰۱۸/۴/۲۳) اختلاف ارتفاع آنها اندازه‌گیری شد و همچنین نمونه‌های خاک سطحی از عمق ۰-۳ سانتی‌متر سطح زمین از نقاط مختلف منطقه نیز جمع‌آوری گردید و آزمایش دانه‌سجی با الک خشک و هیدرومتری بر روی آنها صورت پذیرفت که نتایج نشان داد رسوبات عمدتاً ریز دانه هستند و بیشترین تجمع رسوبات در سینی زیر الک دستگاه شیکر (رسوبات رد شده از الک ۲۰۰) می‌باشد. همچنین نتایج هیدرومتری آشکار ساخت که در محدوده عمومی جفیر مقدار توزیع ذرات ماسه، سیلت و رس به گونه‌ای است که بافت خاک در این محدوده سیلتی رسی لومی می‌باشد و در نمونه‌های بستر خشک شده تالاب هورالعظیم و شمال سوسنگرد نیز همین نتایج صادق است. علاوه بر این در محدوده ریگ خوزستان میزان ماسه به شدت افزایش می‌یابد و در مقابل میزان رسوبات دیگر کاهش می‌یابد و بافت خاک از نوع ماسه‌ای لومی می‌باشد. ارزیابی شاخص‌ها مشخص کرد که در تمامی شاخص‌ها، رسوبات بستر رخصاره‌ها در زمان بروز گرد و غبار منتقل می‌شوند به نحوی که بیشترین میزان جابه‌جایی در بستر شاخص‌های S4، S5 و S6 با تفاوتی بیش از ۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. بنابراین براساس مطالعات صورت پذیرفته در این پژوهش فرسایش سطحی خاک در نواحی جفیر و زمین‌های خشکیده تالاب هورالعظیم دارای قابلیت گرد و غباری فراوان می‌باشد که می‌توان نقش آنها را در بروز و تشدید گرد و غبار در استان خوزستان موثر دانست.

واژه‌های کلیدی: خوزستان، رخصاره‌های مورفولوژیک، شاخص‌گذاری، گرد و غبار.

مقدمه

جوی آن شده است. انتشار گرد و غبار از این بسترهای خشکیده به‌طور قابل توجهی از طریق تعاملات بین این مورفولوژی نوظهور و سیستم جوی ماندگار (اقلیم منطقه) منشا زایش شرایط جدیدی در محیط نسبتاً شکننده خوزستان و در پاره‌ای مواقع نواحی پیرامونی شده است. نکته حائز اهمیت اینکه تغییر در فرکانس زمانی وقوع گرد و غبار و تنوع فضایی حاصل از آن می‌تواند ناهمگنی قابل توجهی را برای انتشار ریزگردها از رخصاره‌های مختلف و انتقال آنها به مناطق را فراهم آورد. که این مسئله موجب می‌گردد قابلیت تولید گرد و غبار از منابع داخلی گرد و غبار واجد سهولت در آشکارسازی نبوده و تکنیک و ابزار خاصی را طلب نماید. این ابزار می‌تواند از طریق به کارگیری پیمایش‌های میدانی تامین گردد (De Jong et al, 2011; Tollerud et al 2014; Hahnenberger et al, 2015). بر این اساس از اولین مطالعاتی که منابع ریزگرد را مورد مطالعه قرار داده‌اند می‌توان به بلک ولدر (Blackwelder, 1931) اشاره کرد که در سال ۱۹۳۱ کویر دنبی (Danby) در جنوب شرقی کالیفرنیا ای امریکا را مطالعه کرده است و به این نتیجه رسید که گرد و غبارهای به وجود آمده در جنوب شرقی امریکا متأثر از ویژگی‌های بستر این کویر می‌باشد. Pye در سال ۱۹۸۷ در کتابی تحت عنوان فرسایش بادی و رسوبگذاری گرد و غبارها، کویرها را با توجه به اندازه ذرات بستر آنها به عنوان یکی از منابع اصلی گرد و غبار معرفی می‌کند. گودی و میدلتون (Goudie and Middleton, 2001) در مقاله‌ای در سال ۲۰۰۱ طوفان‌های گرد و غباری که از صحرا منشاء می‌گیرد را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که این طوفان‌ها از افریقا فراتر رفته و تقریباً چرخه گرد و غبار در سطح جهان را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد. متی و همکاران (Matthew et al, 2011) در سال ۲۰۱۱

گردوغبار در مناطق مختلف جهان را می‌توان به عنوان یک مخاطره طبیعی در نظر گرفت. این پدیده به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک دارای تکرار پذیری بیشتری می‌باشد که از جمله دلایل آن وجود رسوبات ساختار نیافته و عدم حفاظت از این رسوبات در مناطقی است که درگیر با فرایند خشکیدگی ناشی از تغییرات اقلیمی - هیدرولوژیکی و یا اقدامات انسانی شده‌اند (Blackwelder, 1931; Pye, 1987; Gill, 1996; Goudie et al, 2001; Washington et al, 2006; Reynolds et al, 2007; Hahnenberger et al, 2011; Sweeney et al, 2014). سیطره فراوان پدیده گرد و غبار در نواحی غرب و جنوب غربی کشور در سال‌های اخیر این پدیده طبیعی را تبدیل به یک بحران محیطی نموده است (عزیزی، ۱۳۹۰؛ ذوالفقاری، ۱۳۸۴). هرچند منشاء بسیاری از این گرد و غبارها نواحی تخریب یافته کشورهای همسایه غربی و یا دشت‌های خشکیده و آشفته نواحی جنوبی (شبه جزیره عربستان) است (Zarasvandi, 2011) لیکن زایش این پدیده و بحران ناشی از آن با منشاء داخلی نیز از قوت و قابلیت زایشی فراوانی برخوردار بوده است. خشک شدن تدریجی پهناهای آبی و از دست دادن رطوبت خاک در استان خوزستان تحت‌تاثیر عوامل مختلف، پیامدهای بی‌شمار مورفولوژیکی داشته که وقوع گرد و غبارهای مکرر از جمله آنها است. آنچه مسلم است، این محیط‌های خشک قابلیت مناسبی برای تبدیل به عرصه گسترده با پوشش تراکم نیافته‌ای از مواد معدنی و رسی و تواما عاری از پوشش گیاهی را دارد. میتنی بر این شرایط، محیط نسبتاً پایداری محلی تحول یافته و مستعد ایجاد طوفان‌های گرد و غبار و لاجرم انتقال ریزگرد بر اثر تسلط فصلی مکانسیم‌های برداشت و انتقال دهندگی (باد) در میکرو سیستم‌های خاص

همکاران در سال ۱۳۸۹ گرد و غبارها را به عنوان یکی از معضلات زیست محیطی جهان اسلام دانسته و مناطقی در غرب بغداد و تالاب هورالعظیم را کانون اصلی تولید ریزگرد معرفی می‌کنند. قربانیان و همکاران در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ با بررسی بافت گرد و غبارهای شهر اهواز تعیین کردند که منشأ این گرد و غبارها از مناطق خشک شده تالاب هورالعظیم می‌باشد. همان‌طور که در بالا اشاره شد اکثر مطالعات در رابطه منشأ گرد و غبارها در ایران اکثراً با روش بررسی داده‌های اقلیمی و تصاویر ماهواره‌ای مانند ماهواره‌های مودیس و نوا صورت می‌گیرد. این مطالعات به عنوان اقدامی ضروری و مورد تاکید هرچند توانسته است تصویر نسبتاً روشنی از قابلیت و استعداد نواحی در زایش مخاطرات گرد و غبار را فراهم آورد. لیکن به واسطه عدم تمرکز بر مورفولوژی و فقدان عملیات میدانی موثر کمتر توانسته در زمینه تعدیل و پیشگیری از خسارت و مهار بحران ناشی از رویداد این پدیده موثر واقع گردد. مبتنی بر چنین دیدگاهی در این پژوهش مطالعه منابع گرد و غبار داخلی و قابلیت رخساره-های مختلف برای تولید گرد و غبار از مناطق خشک غرب خوزستان به محیط پیرامونی هدف-گذاری گردیده است.

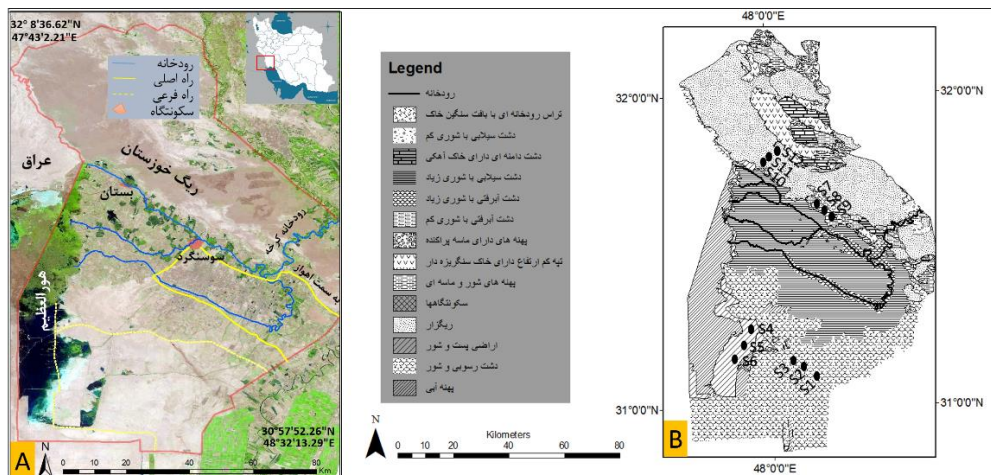
منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه این پژوهش شامل اراضی غرب استان خوزستان به موقعیت ریاضی "۳۲°۸'/۶۲" تا "۳۰°۵۷'/۲۶" عرض شمالی و "۴۷°۴۳'/۲۱" تا "۴۸°۳۲'/۲۹" طول شرقی را در بر می‌گیرد. از نظر تقسیمات سیاسی این محدوده دارای دو شهرستان شوش در شمال محدوده، و دشت آزادگان به مرکزیت شهر سوسنگرد در جنوب محدوده می‌باشد که دارای مرز مشترک با

انتشار گرد و غبار را از سطوح کویرها در کویر جورنادا (Jornada) مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که پوسته سطح کویرها به عنوان سطوح پایدار در مقابل فرسایش بادی می‌باشد اما آشفستگی‌ها که با تزریق نمک به سطح و همچنین تغییرات رطوبت سطح می‌تواند باعث عدم پایداری و فرسایش بادی و در نتیجه تولید گرد و غبار گردد. در ایران در رابطه با قابلیت‌های محیطی مناطق خشک برای به وجود آمدن پدیده گرد و غبار مطالعات مختلفی صورت پذیرفته است. این پژوهش‌ها را اکثراً اقلیم شناسان با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک و ردگیری مسیر ذرات گرد و غبار با استفاده از مدل‌های اقلیمی انجام داده‌اند که می‌توان به مطالعات ذوالفقاری در سال ۱۳۸۴ سامانه‌های گرد و غبار در غرب ایران را با نگرش همدیدی در یک دوره زمانی ۵ ساله بررسی کرد و نتیجه گرفت که پرفشار آזור همراه با سامانه بادهای غربی مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر وقوع گرد و غبار می‌باشند. در رابطه با منبع و منشأ گرد و غبارهای خوزستان نیز مطالعات مختلفی صورت پذیرفته است که اکثراً منابع گرد و غبار خوزستان را کشورهای خارجی از جمله عراق و سوریه و تا حدودی عربستان در نظر می‌گیرند که از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به (قربانیان و همکاران، ۱۳۹۳؛ Zarasvandi, Hojati et al, 2012؛ 2009&2011؛ طاوسی و همکاران، ۱۳۸۹؛ خوش اخلاق و همکاران، ۱۳۹۲؛ ناصر پور و همکاران، ۱۳۹۴). زراسوندی و مختاری در سال ۱۳۸۷ در مقاله‌ای با عنوان نگاهی به پدیده گرد و غبار در فضای شهرهای استان خوزستان، کاهش شدید میزان بارندگی در منطقه، خشک شدن قسمت‌های زیادی از تالاب‌ها از جمله هورالعظیم، و تغییر مسیر رودخانه‌های دجله و فرات عواملی برای ریزگرد می‌باشند. عطایی و

داشته است. همچنین از دیگر لندفرم‌های بارز این منطقه وجود ریگزار خوزستان به مساحت تقریبی ۱۲۸۳ کیلومتر مربع می‌باشد. تجزیه و تحلیل آمار بلند مدت شدیدترین بادها در ایستگاه اهواز و بستان نشان می‌دهد که راستای آن غربی و شمال غربی می‌باشد که توجیه کننده منشاء ماسه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای که از ساحل دجله و بستر هورالعظیم انتقال یافته و موجب شکل‌گیری ریگ خوزستان شده است (مال امیری و همکاران، ۱۳۹۶).

کشور عراق هستند (شکل ۱). رودخانه کرخه مهم‌ترین شریان آبی منطقه است که با عبور از دشت‌ها و سرزمین‌های پست منطقه به تالاب هورالعظیم منتهی می‌شود. تالاب هورالعظیم بزرگترین پهنه آبی این محدوده به مساحت بیش از ۳۰۰ هزار هکتار را شامل می‌شود که یک سوم آن در محدوده سیاسی ایران و دو سوم آن متعلق به کشور عراق می‌باشد. این تالاب در چندین سال اخیر به دلایل طبیعی همچون خشکسالی‌های متوالی و فعالیت‌های انسانی به منظور استخراج نفت از بستر تالاب تغییرات مورفولوژیک فراوانی



شکل ۱: (A) تصویر ماهواره ای محدوده مورد مطالعه، (B) نقشه الگوی فضایی رخصاره‌ها همراه با مکان‌های برداشت نمونه خاک

مواد و روش‌ها

تهیه نقشه الگوی فضایی رخصاره‌ها

همپوشانی بانندی بهره‌برداری شد. چون تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۲ دارای خطای هندسی می‌باشد با استفاده از نقاط استخراجی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و همچنین نقاط برداشت شده از پیمایش‌های میدانی تصحیحات هندسی بر روی آنها در نرم‌افزار ENVI4.7 صورت پذیرفت. بعد از انجام تصحیحات هندسی، برای طبقه‌بندی و تهیه نقشه الگوی فضایی رخصاره‌ها، تعداد ۱۰۰ نمونه تعلیمی از تصاویر ماهواره‌ای استخراج و این نقاط با استفاده از پیمایش میدانی و بهره‌گیری از

برای شناسایی و استخراج رخصاره‌های که در بستر محدوده مورد مطالعه گسترش دارند از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ و سنتینل ۲ مربوط به تاریخ ۲۰۱۸/۴/۲۱ استفاده شد. این داده‌ها برگرفته از سایت سازمان زمین‌شناسی امریکا^۱ و موسسه فضایی اروپا^۲ می‌باشند. این تصاویر در قالب باندهای مختلف ارائه می‌شوند که برای به دست آوردن تصویر رنگ کاذب از تکنیک

شاخص‌ها بعد از هر طوفان گرد و غبار در زمستان سال ۱۳۹۶ (۲۰۱۸/۱/۲۰ و ۲۰۱۸/۲/۱۹) و بهار سال ۱۳۹۷ (۲۰۱۸/۴/۲۳) در سه دوره زمانی متوالی پیمایش میدانی به تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۳ و ۱۳۹۶/۱۲/۱ و ۱۳۹۷/۲/۳ صورت پذیرفت و میزان فرسایش در رخساره‌های مختلف با استفاده از اختلاف ارتفاع شاخص‌ها اندازه‌گیری گردید. همچنین در محل این شاخص‌ها نمونه‌های سطحی از عمق (۳-۰ سانتی‌متر) از بستر رخساره‌ها (حجم ۱۰۰۰ گرم) برداشت شد.

GPS با ضریب کاپای 0/861 صحت سنجی صورت گرفت. در مرحله بعد با استفاده از این نقاط و تکنیک طبقه‌بندی نظارت شده و همچنین اصلاح مرزهای محدوده‌ها در نرم‌افزار GIS نقشه الگوی فضایی رخساره‌ها ترسیم گردید (شکل ۱ قسمت B).

شاخص‌گذاری و جمع‌آوری نمونه‌های خاک

بعد از مشخص شدن رخساره‌های مختلف در محدوده مورد مطالعه، با استفاده از عملیات میدانی شاخص‌های ثابت در این پهنه‌ها کارگذاری شد و در هر رخساره تعداد سه عدد شاخص فلزی کاشته شد (جدول ۱). در ادامه با استفاده از این

جدول ۱: مناطق برداشت نمونه‌های خاک سطحی

محدوده	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	شاخص	محدوده	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	شاخص
شمال سوسنگرد	48°11'.02"	31°38'.96"	S7	جفیر	47°57'.94"	31°7'.85"	S1
شمال سوسنگرد	48°13'.13"	31°36'.83"	S8	جفیر	48°4'.1"	31°9'.01"	S2
شمال سوسنگرد	48°14'.34"	31°35'.26"	S9	جفیر	48°1'.04"	31°10'.06"	S3
ریگ خوزستان	48°2'.76"	31°44'.40"	S10	تالاب	47°51'.01"	31°14'.95"	S4
ریگ خوزستان	48°3'.41"	31°44'.07"	S11	تالاب	47°50'.03"	31°11'.82"	S5
ریگ خوزستان	48°3'.72"	31°45'.10"	S12	تالاب	47°50'.92"	31°9'.72"	S6

روش‌های آزمایشگاهی

بعد از مرحله برداشت نمونه‌های خاک این نمونه‌ها به آزمایشگاه دانشگاه فردوسی منتقل گردید و با استفاده از دستگاه شیکر و الک‌های استاندارد آزمایش دانه‌بندی صورت پذیرفت. در آخر برای تعیین ذرات ریزدانه خاک و بافت خاک از نمونه‌های برداشت شده بر روی آنها آزمایش هیدرومتری صورت پذیرفت. این آزمایشات طبق آیین‌نامه (Reapproved ASTM D422-63 (2002 صورت پذیرفت.

آنالیز اندازه دانه‌ها

دانه‌بندی ابزار اصلی برای طبقه‌بندی محیط‌های رسوبی است و اغلب خصوصیت‌های اصلی ذرات رسوب، مثل شرایط انتقال و رسوبگذاری را نشان

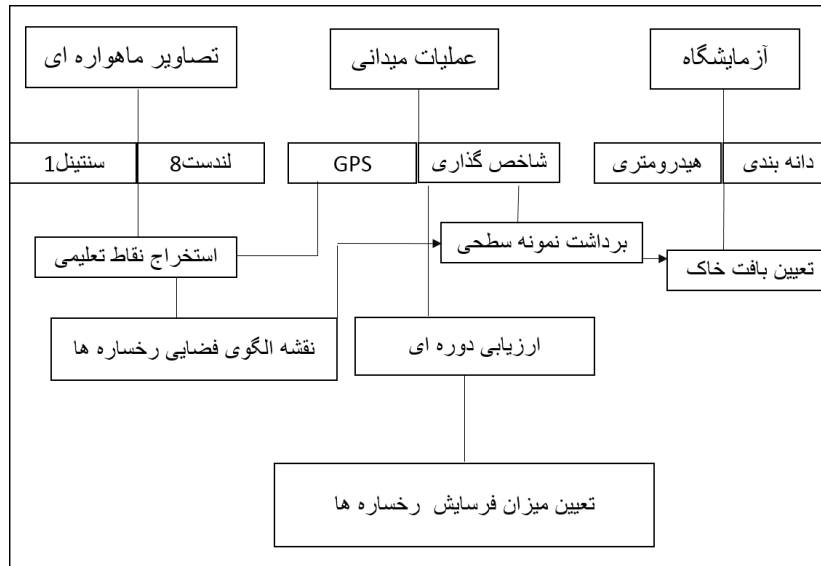
می‌دهد (بولوت ۲۰۰۱ به نقل از مقصودی و همکاران ۱۳۹۲). بر این اساس نمونه‌های جمع‌آوری شده پس از خشک شدن با استفاده از دستگاه شیکر از الک‌های استاندارد به شماره مش (۴،۸،۱۶،۳۰،۵۰،۱۰۰،۲۰۰) با قطر مش (۴۷۶۰،۲۳۸۰،۱۱۹۰،۵۹۵،۲۹۷،۱۴۹،۷۴) میکرون عبور داده شدند مدت زمان تکان دادن نمونه‌ها در دستگاه ۱۰ دقیقه بود و بعد از اتمام زمان، وزن تمامی الک‌ها و زیر الک با ترازو دیجیتال حساس سنجیده شد و درصد وزنی آنها مشخص گردید.

آزمایش هیدرومتری

اندازه‌ی ذرات معدنی خاک از درشت (بیش از ۲ میلی‌متر) تا خیلی ریز (کمتر از ۲ میکرومتر) متغیر است. آزمایش هیدرومتری در واقع ادامه‌ی

ذرات مختلف تعیین شد، نام کلاس بافت مانند لوم شنی یا لوم رسی به وسیله مثلث بافت خاک تعیین شد (شکل ۲).

آزمایش دانه‌بندی می‌باشد، در آزمایش دانه‌بندی تعیین درصد وزنی دانه‌های با قطر کمتر از 0.075 mm که معادل دانه‌های رد شده از الک 200 می‌باشد صورت می‌گیرد. پس از اینکه مقدار



شکل ۲: نمودار روش تحقیق

پستی به وسیله فعالیت‌های انسانی به وجود آمده است که خاک بستر این اراضی نیز دارای شوری زیادی می‌باشد. همچنین در محدوده سوسنگرد و بستان (شهرستان دشت آزادگان) دشتهایی بر اثر سیلاب رودخانه کرخه تشکیل گردیده است که امروزه نیز این مناطق تحت‌تاثیر این سیلاب‌ها می‌باشند. علاوه بر این موارد به دلیل تغییرات مورفولوژیک رودخانه کرخه تراس‌هایی رودخانه‌ای در کناره‌های شکل یافته است که اغلب این تراس‌ها دارای خاک‌هایی با میزان رس فراوان (بافت سنگین) می‌باشند. در شمال سوسنگرد تراکم پهنه‌های ماسه‌ای موجب گردیده است که یکی از بزرگترین ریگزارهای تشکیل شود که مجموع مساحت آن بیش از 1569 کیلومتر مربع می‌باشند و از یک نگاه کلی غالباً در امتداد شمال غربی - جنوب شرقی و به موازات حاشیه زاگرس جنوبی متمرکز شده‌اند (مال امیری و همکاران،

نتایج

الگوی پراکندگی رخساره‌ها در محدوده مورد مطالعه

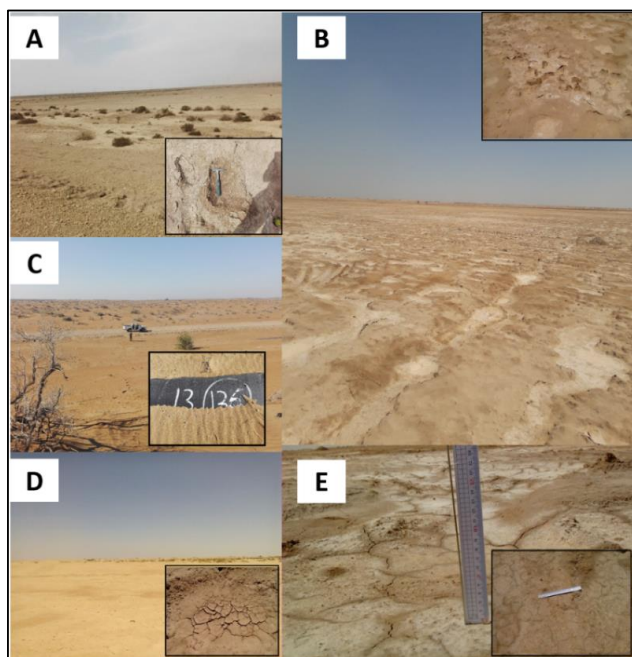
در این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و عملیات میدانی رخساره‌های سطحی بستر محدوده‌های مورد مطالعه تعیین گردیدند. مبتنی بر این امر می‌توان بیان داشت که بخش‌های بزرگی از این محدوده در حوضه آبریز رودخانه قرار دارد که دشتی آبرفتی را حاصل از رسوبگذاری این رودخانه و شاخه‌های فرعی آن و حوضه انتهایی رودخانه کرخه (تالاب هورالعظیم) تشکیل داده‌اند. در محدوده جفیر و مناطق جنوبی محدوده مورد مطالعه به دلیل تغییرات تالاب هورالعظیم و رسوبگذاری رودخانه کرخه در دوران گذشته سرزمین‌های همواری‌های تشکیل شده است که دارای خاک شور می‌باشند به علاوه در محدوده کنونی تالاب هورالعظیم اراضی خشک شده و

واقع در تپه‌های کم ارتفاع و پوشیده از شن و ماسه و رمل بوده که در شمال شهر بستان با روند شمال غربی - جنوب شرقی به صورت نوار باریکی قرار گرفته‌اند. سن سازند میشان یه دوره میوسن آغازین تا میانی مربوط است.

آنالیز گرانولومتری نمونه‌های برداشت شده

همان‌طور که در بالا گفته شد برای تعیین بافت خاک و اندازه ذرات ابتدا نقشه الگوی فضایی رخساره‌ها (شکل ۱) استخراج و لندفرم‌های گسترش یافته بر بسترهای مورد مطالعه با استفاده از پیمایش‌های میدانی تعیین گردیدند (شکل ۳).

۱۳۹۶). دشت‌های دامنه‌ای در شمال محدوده مورد مطالعه (شمال ریگ خوزستان) گسترش یافته‌اند که اغلب دارای خاک‌ها آهکی با رگه‌هایی از گچ پوشیده شده‌اند. این دشت‌ها حاصل رخمون سازند آجاجاری در منطقه می‌باشد این سازند از نظر لیتولوژی شامل ماسه سنگ‌های آهک‌دار قهوه‌ای، خاکستری، رگه‌های گچ، مارن‌های قرمز و سیلتستون است (درویش زاده، ۱۳۷۱). در محدوده مورد مطالعه نیز تپه‌های کم ارتفاعی پراکنده شده‌اند (تپه الله اکبر و میش داغ) که به دلیل برون زدگی سازند میشان در این مناطق از استان خوزستان شکل یافته‌اند. سازند میشان



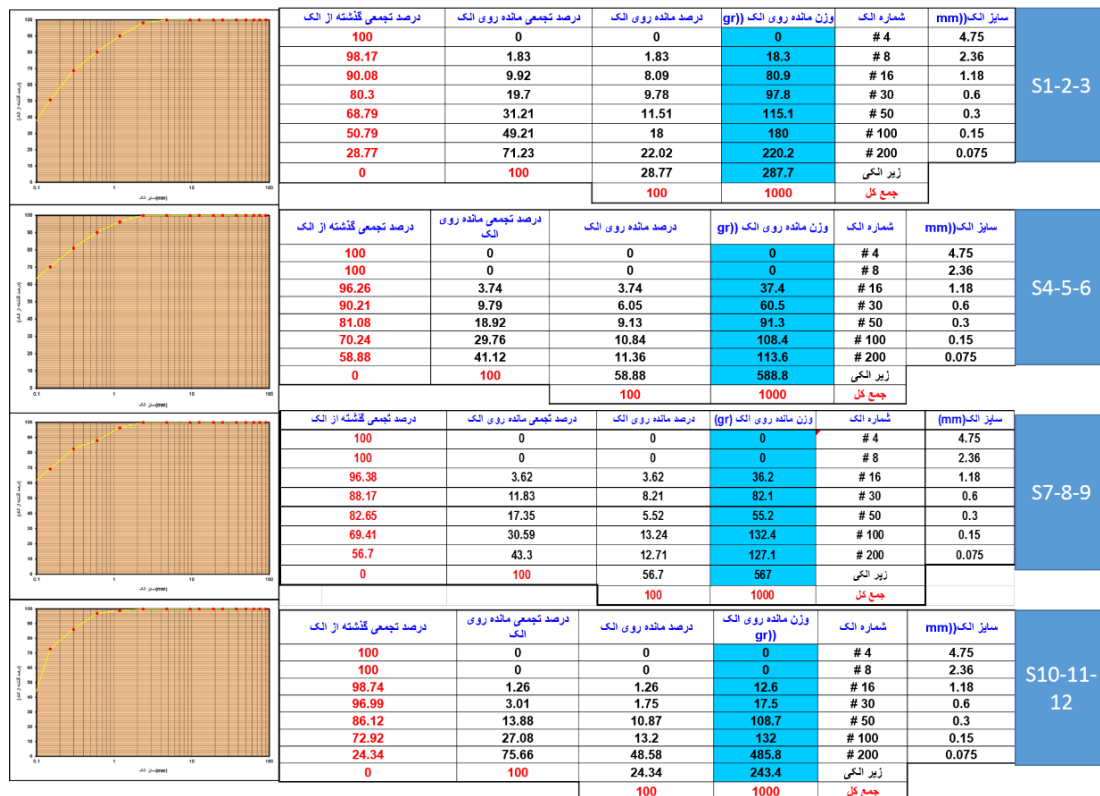
شکل ۳: مکان‌های برداشت نمونه خاک و شاخص‌گذاری (B&A) بستر خشک تالاب هورالعظیم، (C) ریگزار خوزستان، (D) محدوده جفیر، (E) شمال سوسنگرد

معمول درشت‌دانه است (اختصاصی و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین در این پژوهش از شاخص‌های دانه‌بندی در شرایط الک خشک استفاده گردید. نتایج حاصل از این تجزیه و تحلیل روشن ساخت که رسوبات محدوده‌های مورد مطالعه عمدتاً ریزدانه هستند به‌طوری که بیشترین تجمع

بر این اساس بر روی تعداد چهار نمونه خاک سطحی برداشت شده تجزیه و تحلیل دانه‌بندی خاک صورت پذیرفت. در خاک‌های ریز دانه به دلیل سیمان اولیه ناشی از نمک‌های انحلال پذیر در خاک و از سوی دیگر چسبندگی ذرات رس، میانگین خاکدانه‌ها در شرایط خشک به‌طور

قسمت تجمع یافته‌اند. در زیر الک محدوده اول (s1-2-3) مقدار تجمع رسوبات نمونه برداشت شده بیش از ۲۸/۷ درصد را در بر می‌گیرد ولی در نمونه محدوده چهارم (s10-11-12) به دلیل وجود ریگزار و ماسه بیش از ۲۴ درصد (۲۴۳/۳ گرم) از نمونه جمع‌آوری شده در زیر الک قرار می‌گیرد (شکل ۴). مبتنی بر این نتایج منحنی گرانولومتری نمونه‌های برداشت شده ترسیم شد و نتایج آن آشکار ساخت که تمامی نمونه‌ها ریزدانه بوده (رس و سیلت) ولی رسوبات آنها از تجانس مناسبی برخوردار نیستند و این امر رسوبات را در معرض فرسایش بادی قرار می‌دهد.

رسوبات در زیر الک دستگاه شیکر می‌باشد و الک‌های با سایز کوچک (الک شماره ۱۰۰ و ۲۰۰) نیز دارای مقدار تجمعی رسوب چشمگیری هستند. بیشترین میزان تجمع رسوبات در زیر الک نمونه‌های محدوده دوم (نمونه‌های s4-5-6) با ۵۸/۸ درصد از کل نمونه است که این امر به دلیل وجود رسوبات تالاب هورالعظیم و بسیار ریزدانه بودن این رسوبات می‌باشد. همچنین تجمع رسوبات مربوط به محدوده سوم (نمونه‌های s7-8-9) در زیر الک (رسوبات رد شده از الک ۲۰۰) نیز دارای شرایطی مشابه می‌باشد به نحوی که از کل نمونه میزان ۵۶۷ گرم از کل نمونه (۱۰۰۰ گرم) در این



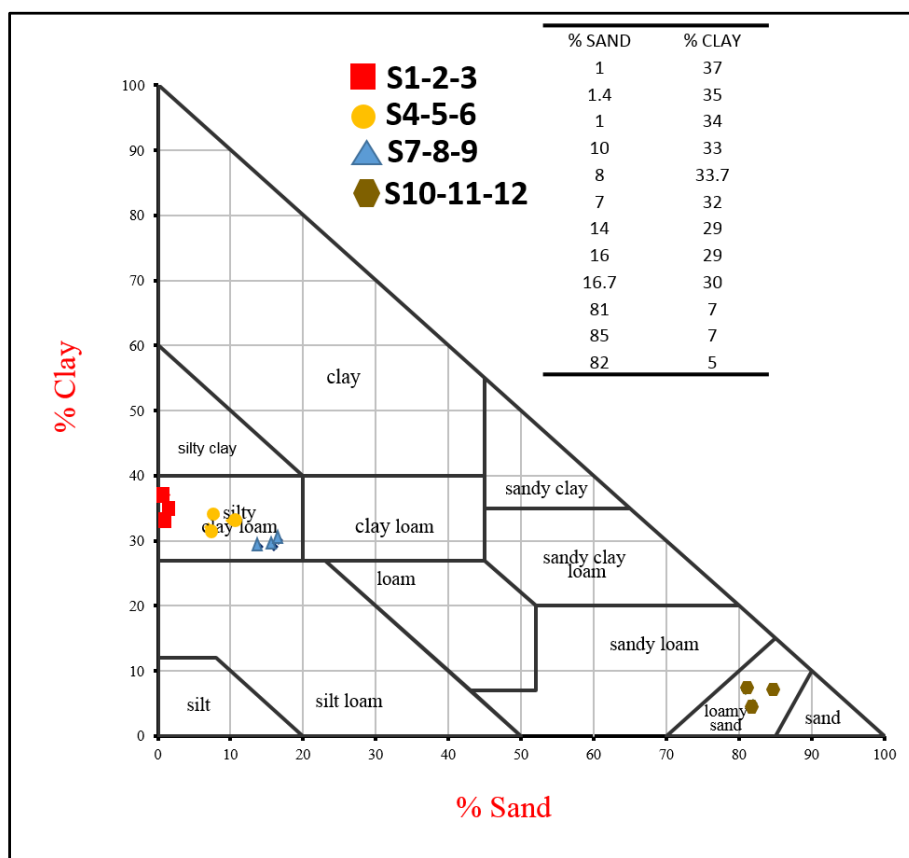
شکل ۴: آنالیز گرانولومتری نمونه‌های برداشت شده به همراه منحنی دانه‌بندی ذرات خاک

سیلت و رس به گونه‌ای است که در سطح بستر میزان ذرات ریزدانه (سیلت و رس) نسبت به ماسه دارای فراوانی بیشتری است به صورتی که میزان ذرات رس و سیلت بین ۳۴ تا ۳۷ درصد متغییر بوده در حالی که میزان ماسه در حدود ۱ درصد

تعیین بافت خاک با توجه به آزمایش هیدرومتری صورت گرفته بر روی نمونه‌های خاک محدوده‌های مورد مطالعه نتایج نشان داد که در محدوده نمونه‌های ۱-۳ (محدوده عمومی جفیر) مقدار توزیع ذرات ماسه،

تفاوت به وجود آمده باشد (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۲). در مورد نمونه‌های ۷، ۸ و ۹ (جنوب ریگ خوزستان) مقدار پراکندگی ذرات ماسه در سطح افزایش چشمگیری دارد به همین نسبت میزان رسوبات ریزدانه نیز کم‌تر می‌شود (میزان رس حدود ۳۰ درصد و ماسه بین ۱۴ تا بیش از ۱۶ درصد) که این مسئله بیشتر به عدم شرایط تشکیل خاکدانه و مجاورت با ماسه‌های روان ریگزار خوزستان (نمونه ۱۰، ۱۱، ۱۲) به دلیل برداشت نمونه از اطراف تپه‌های ماسه‌ای، میزان ماسه به شدت افزایش می‌یابد و در مقابل میزان رسوبات معدنی دیگر کاهش می‌یابد. مبتنی بر این شرایط خاک محدوده مورد مطالعه از نوع ماسه‌ای لومی می‌باشد (شکل ۵).

کل نمونه می‌باشد. مبتنی بر این نتایج بافت خاک در این محدوده سیلتی رسی لومی می‌باشد. همچنین در محدوده نمونه‌های بستر خشک شده تالاب هورالعظیم (نمونه ۴، ۵، و ۶) نتایج بررسی بافت خاک آشکار ساخت که این محدوده نیز دارای خاک سیلتی رسی لومی است با این تفاوت که میزان ماسه افزایش یافته است بنابراین به نظر می‌رسد به دلیل وجود مسیر طولانی رودخانه کرخه تا تالاب هورالعظیم و کاهش انرژی رواناب و همچنین وجود محیط تالابی و توالی عمودی رسوب‌های دلتایی و رودخانه‌ای در بالای رسوبات ریزدانه دریاچه‌ای منطقه را می‌توان ناشی از پس روی دریاچه به دلیل وجود شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک، همراه با کاهش بارندگی و افزایش انرژی رواناب دانست که می‌تواند موجب این

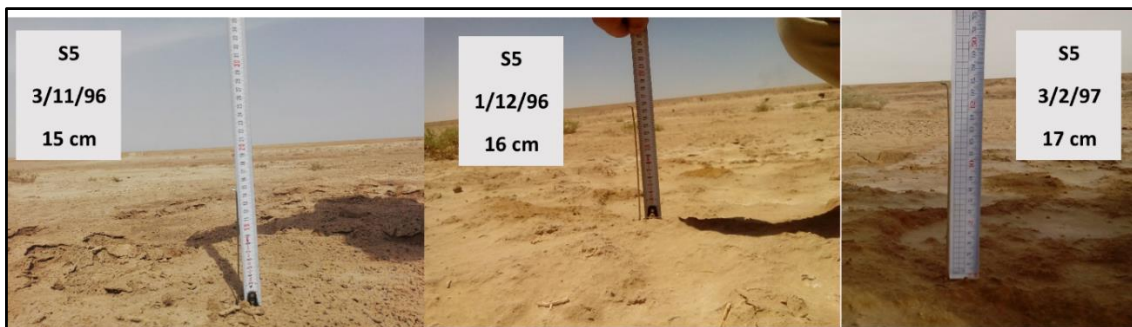


شکل ۵: بافت نمونه رسوبات سطحی از منطقه مورد مطالعه

اندازه‌گیری میزان فرسایش

برای ارزیابی میزان فرسایش از رخساره‌های محدوده مورد مطالعه تعداد ۱۲ شاخص فلزی ثابت در بسترهای مختلف کاشته شد و در سه دوره متوالی (۱۳۹۶/۱۱/۳ و ۱۳۹۶/۱۲/۱ و ۱۳۹۷/۲/۳) بعد از وقوع گرد و غبارها (جدول ۱) میزان برداشت و جابه‌جایی رسوبات در سطح براساس تغییرات ارتفاعی حادث شده در شاخص‌ها اندازه‌گیری گردید. بر این اساس نتایج نشان داد که در تمامی شاخص‌ها، رسوبات بستر رخساره‌ها در زمان بروز گرد و غبار منتقل می‌شوند ولی این جابه‌جایی از روند یکنواختی برخوردار نیست و در محل‌های مختلف، اندازه برداشت متفاوت می‌باشد به نحوی که بیشترین میزان جابه‌جایی در بستر شاخص‌های S4، S5 و S6 با تفاوتی بیش از ۵ سانتی‌متر در بازه زمانی چهار ماهه اندازه‌گیری گردید. به صورتی که در تاریخ پایه ارتفاع شاخص کاشته شده، ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد ولی در رخداد

گرد و غبار بعدی که در کمتر از یک ماه (۲۸ روز) رخ داد ارتفاع شاخص به حدود ۲۰ سانتی‌متر می‌رسد و در ادامه اندازه‌گیری ارتفاع شاخص در گرد و غبار متوالی بعدی حدود ۲۰/۴ سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. در این مکان به دلیل وجود بستر خشک شده تالاب هورالعظیم، ذرات ریزدانه درصد قابل توجهی از رسوبات را به خود اختصاص داده است. با خشکسالی‌های متوالی، و همچنین ورودی کم آب شیرین از طریق رودخانه‌ها به خصوص رودخانه کرخه موجب تغییرات مکرر مورفولوژیکی تالاب هورالعظیم می‌شود این پدیده با خیس شدن و خشکیدگی متوالی خاک باعث ایجاد و گسترش زمین‌های شور و سابخا ماندی می‌کند که حاصل آن تزریق نمک به سطح بستر و تشکیل زمین‌های پف کرده می‌باشد که در ایجاد کانون‌های گرد و غبار محلی بسیار موثر است (شکل ۶).



شکل ۶: اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع شاخص S5 در بازه زمانی چهارماهه

۱۷ سانتی‌متر و در بازه اندازه‌گیری سوم به حدود ۱۷/۳ رسید. همچنین شاخص S1 دارای تغییرات ارتفاعی ۱ سانتی‌متری بین هر بازه زمانی می‌باشد و در کل دوره مطالعه در این پژوهش ارتفاع شاخص از ۱۵ سانتی‌متر به ۱۷ سانتی‌متر تغییر ارتفاع داشت. شاخص S2 نیز از نظر ارتفاع در بازه زمانی اول بدون تغییر بود ولی در بازه زمانی دوم با ۱ سانتی‌متر افزایش ارتفاع به ۱۷ سانتی‌متر

در منطقه جفیر شاخص‌های ثابت کاشته شده (S1, S2, S3) نیز دارای تغییرات ارتفاعی نسبتاً چشمگیری هستند. بر این اساس نتایج اندازه‌گیری دوره‌ای آشکار ساخت که بیشترین میزان تغییرات و جابه‌جایی‌های رسوبات سطحی مربوط به شاخص سوم این منطقه (S3) با اختلاف ارتفاع بیش از ۲ سانتی‌متری می‌باشد به نحوی که ارتفاع اولیه ۱۵ سانتی‌متری در بازه اندازه‌گیری دوم به

ای ارتفاع شاخص‌ها (S10, S11, S12) نشان داد که در این محدوده جابه‌جایی های ذرات ماسه در سطح اتفاق می‌افتد اما این حرکات ماسه نمی‌تواند چشمگیر باشد به دلیل اینکه محدوده ریگزار تثبیت شده می‌باشد همچنین با افزایش قطر دانه‌های خاک، آستانه فرسایشی باد نیز افزایش می‌یابد. بنابراین در شاخص S12 در این محل بیشترین میزان جابه‌جایی با اختلاف ارتفاع بیش از یک سانتی‌متر (از ۲۰ سانتی‌متر به ۲۱/۴ سانتی‌متر) در سه بازه زمانی می‌باشد و این اختلاف ارتفاع نیز در شاخص S10 و شاخص S11 نیز مشاهده می‌شود (جدول ۲).

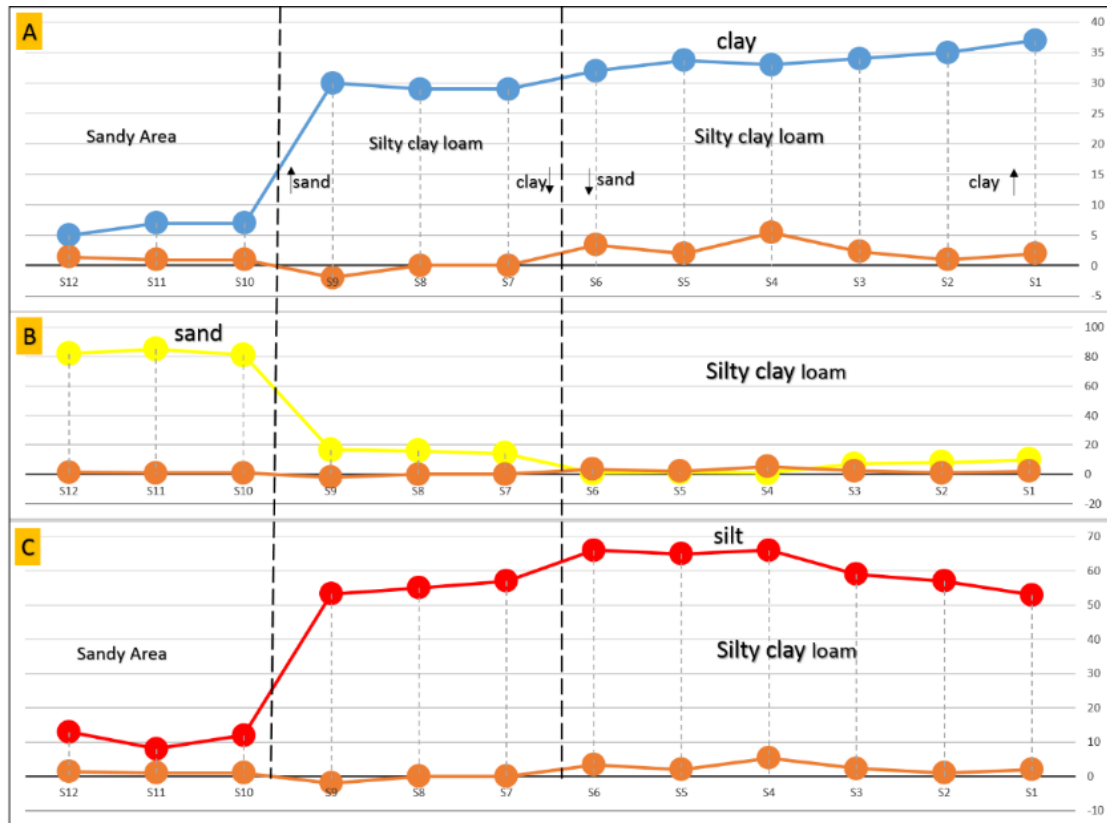
رسید که نشان از جابه‌جایی رسوبات در سطح زمین دارد. در ادامه اندازه‌گیری شاخص‌ها نتایج نشان داد در محدوده شمال شهر سوسنگرد شاخص‌های (S7, S8, S9) در بازه زمانی چهار ماهه تغییرات ارتفاعی نداشتند. این امر به دلیل وجود قشر نمک در سطح و شوری زیاد خاک می‌باشد که مانند پوششی از فرسایش بادی جلوگیری می‌کند و بالعکس در شاخص S9 بین بازه دوم و بازه سوم، از ارتفاع شاخص کاسته شده است و نشان دهنده فرسایش آبی بر اثر بارش باران رگباری در این محدوده می‌باشد. در محدوده ریگزار خوزستان نتایج حاصل از اندازه‌گیری دوره-

جدول ۲: اندازه‌گیری شاخص‌ها در دوره‌های زمانی مورد مطالعه

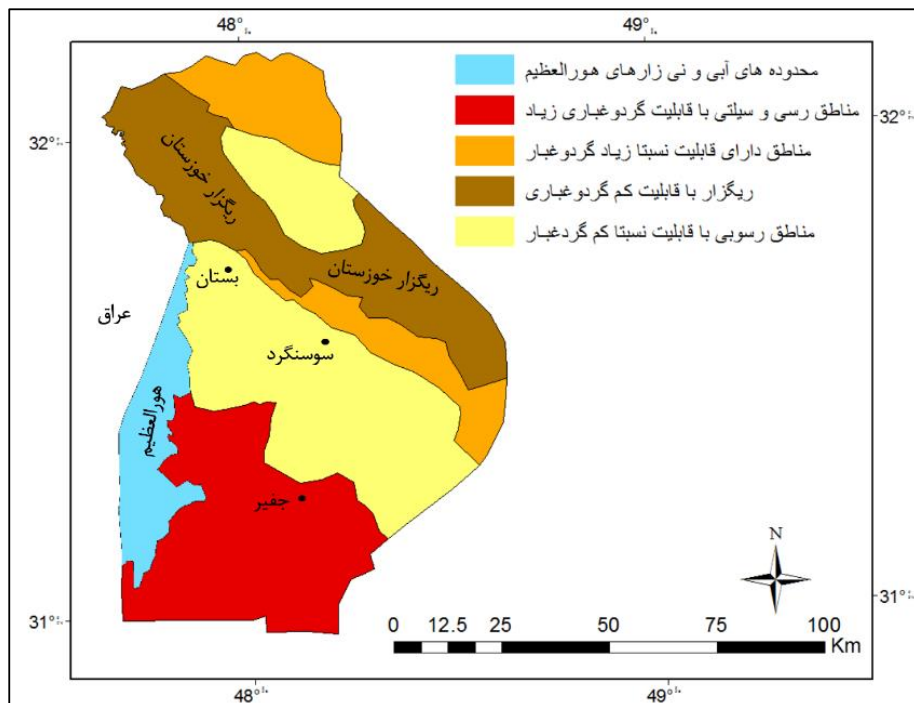
شاخص	اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع به سانتی‌متر در بازه زمانی			ارزیابی اختلاف ارتفاع شاخص‌ها بین بازه‌های زمانی به سانتی‌متر		
	اول	دوم	سوم	اختلاف بازه اول و دوم	اختلاف بازه دوم و سوم	مجموع اختلاف
S1	15	16	17	1	1	2
S2	15	15	16	0	1	1
S3	15	17	17.3	2	0.3	2.3
S4	15	20	20.4	5	0.4	5.4
S5	15	16	17	1	1	2
S6	15	18	18.4	3	0.4	3.4
S7	20	20	20.3	0	0.3	0.3
S8	20	20	20	0	0	0
S9	20	20	18	0	-2	-2
S10	20	20.3	21	0.3	0.7	1
S11	20	20	21	0	1	1
S12	20	21	21.4	1	0.4	1.4

بنابراین مبتنی بر نتایج مشخص شده می‌توان به این نکته توجه کرد در مناطقی که بافت خاک دارای مواد ریزدانه (رس و سیلت) فراوان‌تری است و همچنین از نظر پوشش سطحی فقیر و خاک دانه‌ها دارای انفصال بیشتری هستند (جفیر و بستر خشک تالاب هورالعظیم) میزان فرسایش خاک به صورت معناداری افزایش می‌یابد (شکل ۷) ولی در محیط‌هایی که از نظر بافت خاک هر چند دارای مواد ریزدانه می‌باشد اما این بافت با پوشش سطحی مانند گستردگی قشر نمک در

بنابراین مبتنی بر نتایج مشخص شده می‌توان به این نکته توجه کرد در مناطقی که بافت خاک دارای مواد ریزدانه (رس و سیلت) فراوان‌تری است و همچنین از نظر پوشش سطحی فقیر و خاک دانه‌ها دارای انفصال بیشتری هستند (جفیر و بستر خشک تالاب هورالعظیم) میزان فرسایش خاک به صورت معناداری افزایش می‌یابد (شکل ۷) ولی در محیط‌هایی که از نظر بافت خاک هر چند دارای مواد ریزدانه می‌باشد اما این بافت با پوشش سطحی مانند گستردگی قشر نمک در



شکل ۷: تفاوت بین میزان فرسایش با بافت خاک: (A) رس، (B) ماسه، (C) سیلت



شکل ۸: پراکندگی رخساره‌های مختلف با توجه به پتانسیل وقوع گرد و غبار

نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین مشکلات مناطق خشک و بیابانی پدیده گرد و غبار می‌باشد که سالیانه در این مناطق خسارات جبران ناپذیری برجای می‌گذارد و در استان خوزستان با توجه به شرایط محیطی بروز این پدیده به صورت متوالی می‌باشد. بنابراین در این پژوهش اندازه‌گیری میزان فرسایش سطحی در رخصاره‌های مختلف در مناطق و منابع متفاوت گرد و غبار در غرب خوزستان هدف‌گذاری گردید که نتایج آن نشان دهنده اهمیت مطالعه صورت پذیرفته برای شناسایی دقیق‌تر رخصاره‌های فرسایشی در جهت شناسایی مکانیسم‌های فرسایشی و اقدام برای حفاظت از خاک در این مناطق می‌باشد. بر این اساس نتایج حاصل از برداشت نمونه‌های خاک سطحی و انجام آزمایشات دانه سنجی و هیدرومتری نشان داد که رسوبات پراکنده در بستر رخصاره‌های مختلف ریزدانه بود و به دلیل شرایط محیطی دارای انسجام و چسبندگی مناسبی نیستند. بر این اساس بافت خاک در محدوده جفیر سیلتی رسی لومی و رسوبگذاری تحت‌تاثیر سیلاب رودخانه کرخه می‌باشد اما در بستر تالاب هورالعظیم به دلیل تغییرات مورفولوژیک حادث شده و توالی آبگرفتگی و خشکیدگی رسوبات تالابی، خاک سطح بستر بسیار شکننده و مستعد فرسایش می‌باشند. همچنین در محدوده شمال سوسنگرد به دلیل مجاورت با ریگ خوزستان مقدار ذرات ماسه در سطح افزایش می‌یابد و در ریگزار خوزستان نیز به دلیل فراوانی ماسه بادی قابلیت ایجاد محیط‌های فرسایشی وجود دارد. مبتنی بر این مسائل نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های ثابت کاشته شده در بستر رخصاره‌های مختلف محدوده مورد مطالعه آشکار ساخت که رخصاره‌های مورد مطالعه در این پژوهش دارای قابلیت و توان

فرسایشی فراوانی می‌باشند که بر این اساس بیشترین میزان جابه‌جایی رسوبات در محدوده بستر خشکیده تالاب هورالعظیم اندازه‌گیری گردید. همچنین در محدود جفیر به دلیل وجود محیطی خشک و شکننده و علاوه بر این مسائل طبیعی، در برخی قسمت‌ها که کارهای عمرانی صورت پذیرفته (تسطیح اراضی و زهکشی) مورفولوژی سطح برهم خورده بنابراین در این مناطق، محیط شرایط مناسبی را برای ارائه مواد قابل حمل در جریانات محلی پدیده آورده و منشاء خوبی برای به وجود آوردن گرد و غبار محلی شده است. در ضمن در ریگزار خوزستان به دلیل پایدار بودن محدوده ریگ امکان جابه‌جایی ذرات ماسه در طوفان‌های گرد و غبار به مناطق دوردست وجود ندارد و فقط در محدوده ریگ و محیط‌های اطراف آن تیپ لندفرم‌های ریگ در حال تحول می‌باشد (مال امیری و همکاران، ۱۳۹۶) بنابراین برای مقابله با طوفان‌های گرد و غباری که شعاع دید را حتی به زیر ۱۰۰۰ متر می‌رسانند نیاز چندانی بر تمرکز بر این محدوده‌ها احساس نمی‌شود و اولویت باید با مناطقی باشد که بیشترین میزان فرسایش سطحی و تامین کننده اصلی منابع گرد و غبار هستند. بنابراین برخلاف دیگر مطالعات صورت پذیرفته که با تاکید بر روش‌های اقلیمی و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، منابع گرد و غبار را در کشورهای همسایه (عراق و عربستان) در بروز گرد و غبارهای در استان خوزستان چشمگیر می‌دانند براساس مطالعات صورت پذیرفته در این پژوهش فرسایش سطحی خاک در نواحی جفیر و زمین‌های خشکیده تالاب هورالعظیم دارای قابلیت گرد و غباری فراوان می‌باشد که می‌توان نقش آنها را در بروز و تشدید گرد و غبار در استان خوزستان موثر دانست.

پانوش

سایت موسسه 2-<https://scihub.copernicus.eu/>

فضایی اروپا

سایت 1-<https://earthexplorer.usgs.gov/>

سازمان زمین‌شناسی امریکا

منابع

مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال ۲، شماره ۷، ص ۱۰۳-۱۱۸.

-عطایی، ه. و احمدی، ف.، ۱۳۸۹. گرد و غبار به عنوان یکی از معضلات زیست محیطی جهان اسلام، مطالعه موردی استان خوزستان، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام، دانشگاه پیام نور اصفهان.

-قربانیان، ج. و کردوانی، پ.، ۱۳۹۳. آنالیز بافت ریزگردهای شهر اهواز به روش پرتو ایکس و رابطه این طوفان‌ها با تشدید تخریب تالاب هورالعظیم، فصلنامه علمی - پژوهشی اکولوژی تالاب، سال ۶، شماره ۲۰، ص ۹۳-۱۰۲.

-قربانیان، ج.، ۱۳۹۴. پیشگیری از طوفان ریزگردها و وزن‌دهی معیارهای پیشگیری مورد مطالعه: هورالعظیم، جغرافیا (فصلنامه علمی - پژوهشی انجمن جغرافیای ایران)، سال ۱۳، شماره ۴۷، ص ۲۶۹-۲۸۶.

-مال امیری، ن.، حسین زاده، س.ر. و خسروشاه آبادی، ر.، ۱۳۹۵. ارزیابی تغییرات مورفولوژیک تالاب‌ها در مناطق نیمه خشک با استفاده از سنجش از دور مطالعه موردی: تالاب هورالعظیم، چهارمین همایش ملی ژئومورفولوژی ایران، تهران.

-مال امیری، ن.، حسین زاده، س.ر. و خسروشاه آبادی، ر.، ۱۳۹۶. ارزیابی نظریه عدم تغییرات مکانی ریگزارها با استفاده از سنجش از دور، مجله مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، دوره ۷، شماره ۲۷، ص ۲۳-۳۵.

-مقصودی، م.، مقیمی، ا.، یمانی، م.، چرخابی، امیر. و ایرانمنش، ف.، ۱۳۹۲. تحلیل وقایع محیطی هولوسن دشت آزادگان براساس توالی و

-اختصاصی، م. و عظیم زاده، ح.، ۱۳۹۱. بررسی شاخص‌های دانه‌بندی خاک با استفاده از دو روش الک تر و خشک در مطالعات فرسایش آبی و بادی مطالعه موردی: رسوبات دشت سر پوشیده یزد، دو فصلنامه علمی - پژوهشی خشک بوم، جلد ۲، شماره ۲، ص ۱-۹.

-خوش اخلاق، ف.، نجفی، م.س.، زمانزاده، س.م.، شیرازی، م.ج. و صمدی، م.، ۱۳۹۲. بررسی ترکیبات بار گرد و غبار در غرب و جنوب غرب ایران، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۶، ص ۱۷-۳۶.

-درویش زاده، ع.، ۱۳۷۱. کتاب زمین‌شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر، تهران، ۴۳۶ ص.

-ذوالفقاری، ح. و عابدزاده، ح.، ۱۳۸۴. تحلیل منشاء گرد و غبارهای بوشهر و خوزستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ۷۸، ص ۴۸-۵۱.

-زراسوندی، ع.، مر، ف. و نظریپور، ا.، ۱۳۸۹. ترکیب کانی شناختی و ریخت شناسی ذرات تشکیل دهنده پدیده گرد و غبار در استان خوزستان با تاکید بر آنالیزهای XRD و SEM، مجله بلور شناسی و کانی شناسی ایران، سال ۱۹، شماره ۳، ص ۵۱۱-۵۱۸.

-طلاوسی، ت.، خسروی، م. و رییس پور، ک.، ۱۳۸۹. تحلیل همدیدی سامانه‌های گرد و غباری در استان خوزستان، جغرافیا و توسعه، شماره ۹۷، ص ۲۰-۱۱۸.

-عزیزی، ق.، میری، م. و نبوی، س.ا.، ۱۳۹۱. ردیابی پدیده گرد و غبار در نیمه غربی ایران،

جنوب غرب ایران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های هوا، فصل‌نامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۷، شماره ۹۱، ص ۲۱-۳۶.

-Blackwelder, E., 1931. The lowering of playas by deflation, American Journal of Science, v. 221, p. 140-144.

-De Jong, S., Addink, E., van Beek, L. and Duijsings, D., 2011. Physical characterization, spectral response and remotely sensed mapping of Mediterranean soil surface crusts, Catena, v. 86, p. 24-35.

-Gill, T.E., 1996. Eolian sediments generated by anthropogenic disturbances of playas: human impacts on the geomorphic system and geomorphic impacts on the human system, Geomorphology, v. 17, p. 207-228.

-Goudie, A.S. and Middleton, N.J., 2001. Saharan dust storms: nature and consequences, Earth-Science Reviews, v. 56, p. 179-204.

-Hahnenberger, M. and Perry, K.D., 2015. Chemical comparison of dust and soil from the Sevier Dry Lake, UT, USA, Atmospheric Environment, v. 113, p. 90-97. Doi: 10.1016/j.atmosenv.2015.04.054

-Hojati, S., Khademi, H., Cano, A. and Landi, A., 2012. Characteristics of dust deposited a long a transect between central Iran and Zagros mountains, Catena, v. 88(1), p. 27-36.

-Matthew, C., Baddock, T.M., Zobeck, R., Van Pelt, S. and Fredrickson, E.L., 2011. Dust emissions from undisturbed and disturbed, crusted playa surfaces: Cattle trampling effects, Aeolian Research, v. 3, p. 31-41.

خصوصیات رسوب شناسی، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال ۲، شماره ۱، ص ۴۹-۶۶.

-ناصرپور، س.، علیجانی، ب. و ضیائی، پ.، ۱۳۹۴. منشاء یابی توفان‌های گرد و غبار در

-Pay, K., 1978. Aeolian Dust and Dust Deposits. Harcourt Brace Jovanovich, 375 p.

-Rashki, A., Arjmand, M. and Kaskaoutis, D.G., 2017. Assessment of dust activity and dust-plume pathways over Jazmurian Basin, southeast Iran, Aeolian Research, v. 24, p. 145-160.

-Rashki, A., Kaskaoutis, D.G., Goudie, A.S. and Kahn, R.A., 2013a. Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: the case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. Sci. Total Environ, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.06.045.

-Rashki, A., Kaskaoutis, D.G., Rautenbach, C.J., Eriksson, P.G., Qiang, M. and Gupta, P., 2012. Dust storms and their horizontal dust loading in the Sistan Region, Iran. Aeolian Research, v. 5, p. 51-62.

-Reynolds, R.L., Yount, J.C., Reheis, M., Goldstein, H., Chavez Jr, P., Fulton, R., Whitney, J., Fuller, C. and Forester, R.M., 2007. Dust emission from wet and dry playas in the Mojave Desert, USA, Earth Surf, Process, Landforms, v. 32, p. 1811-1827.

-Sweeney, M.R., McDonald, E.V. and Etyemezian, V., 2011. Quantifying dust emissions from desert landforms, eastern Mojave Desert, USA. Geomorphology, v. 135, p. 21-34. Doi: 10.1016/j.geomorph.2011.07.022

-Tollerud, H. and Fantle, M.S., 2014. The temporal variability of centimeter-scale surface roughness in a playa dust source: Synthetic aperture radar

investigation of playa surface dynamics, DOI: 10.1016/j.rse.2014.08.009.

-Washington, R., Todd, M.C., Engelstaedter, S., Mbainayel, S. and Mitchell, F., 2006. Dust and the low-level circulation over the Bode'le' Depression, Chad: observations from BoDEX 2005. *Journal of Geophysical Research*, D03201. Doi: 10.1029/2005JD006502

-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). *Journal of Geochemical Exploration* 111, p. 138-151. Doi: 10.1016/j.gexplo.2011.04.004

-Zarasvandi, A., 2009. Environmental impacts of dust storms in the Khuzestan province. Environmental Protection Agency (EPA) of Khuzestan province, Internal Report, 375 p.