

بررسی رابطه خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک با بخش فرسایش‌پذیر بادی خاک

در دشت سیستان

مهدی آبسالان^۱، علی شهریاری^{۲*}، علیرضا ضیائی جاوید^۳، محمدرضا پهلوان راد^۴، ابوالفضل بامری^۵

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل. a.mahdi3424475@gmail.com

۲- *استادیار، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل. shahriari.ali@uoz.ac.ir

۳- محقق، موسسه تحقیقات آب و خاک کشور. alirezaziae65@gmail.com

۴- استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان.

pahlavanrad@gmail.com

۵- مربی، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل. rbameri@uoz.ac.ir

چکیده

از جمله اطلاعات اصلی و کلیدی جهت مدیریت پایدار اراضی و مقابله با فرسایش، مطالعه فرسایش‌پذیری اراضی و شناسایی عوامل موثر بر آن می‌باشد. یکی از مخاطرات خاک‌های مناطق خشک فرسایش بادی است و یکی از متداولترین فاکتورها در مطالعه فرسایش‌پذیری بادی خاک اندازه‌گیری بخش فرسایش‌پذیر بادی (EF) است. منطقه سیستان در شرق ایران واقع در دلتای رودخانه هیرمند و دارای اقلیمی به شدت خشک با وزش بادهای شدید موسوم به بادهای یکصد و بیست روزه است. لذا این پژوهش با هدف بررسی رابطه فاکتورهای فیزیکوشیمیایی خاک با بخش فرسایش‌پذیر بادی خاک در اراضی دشت سیستان انجام شد. بدین منظور بر اساس نقشه‌های سری‌های خاک منطقه تعداد حدود ۱۸۱ نقطه به صورت نظارت شده تصادفی انتخاب و در هر نقطه از خاک سطحی (عمق ۱۰-۲۰ سانتیمتری) نمونه مرکب برداشته شد. خصوصیات نظیر درصد شن، سیلت، رس، کربن آلی، کربنات کلسیم معادل (آهک)، مقادیر واکنش خاک (pH)، نسبت جذب سدیم (SAR) و هدایت الکتریکی (EC) در نمونه‌های خاک بر اساس روش‌های متداول اندازه‌گیری شد. بخش فرسایش‌پذیر بادی (EF) نیز با روش آزمایشگاهی استاندارد و همچنین فرمول ارائه شده در مدل RWEQ برآورد شد. بررسی ارتباط بین پارامترهای خاکی و بخش فرسایش‌پذیر بادی خاک از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج نشان داد رابطه مثبت و معنی‌داری (در سطح ۹۹ درصد) بین بخش فرسایش‌پذیر بادی خاک اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه و برآورد شده با فرمول وجود داشت. همچنین رابطه بین درصد شن، میزان هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم خاک با بخش فرسایش‌پذیر بادی خاک رابطه‌ای مثبت و معنی‌داری (در سطح ۹۹ درصد) بود. در همان حال درصد رس، سیلت، درصد اشباع، کربن آلی و کربنات کلسیم معادل دارای رابطه منفی و معنی‌داری (در سطح ۹۹ درصد) با بخش فرسایش‌پذیر بادی خاک بودند. به نظر می‌رسد خصوصیات که در ارتباط با پوشش گیاهی بوده و در ایجاد ساختمان و خاکدانه‌های قوی و پایدار خاک نقش دارند، در تقابل با بخش فرسایش‌پذیر بادی خاک هستند و این نکته در منطقه مورد مطالعه جهت تصمیم‌گیری‌های مدیریتی می‌بایست مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی:

فرسایش‌پذیر بادی، عوامل خاکی، گرد و غبار، بادهای یکصد و بیست روزه

مقدمه

فرسایش خاک تابعی از خصوصیات عامل فرساینده و عامل فرسایش پذیر است. فرسایش پذیری خاک (خصوصیتی است که میزان حساسیت خاک در برابر جدا شدن و انتقال توسط عوامل فرسایش دهنده (آب و باد) را نشان می‌دهد (واعظی و همکاران، ۱۳۸۷) و یکی از عوامل مهم در تخمین درست مقدار فرسایش خاک و ارائه راهکارهای مبارزه با این پدیده است (استواری و همکاران، ۱۳۹۴). این خصوصیت به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌ها وابسته است و عموماً به عنوان یکی از خصوصیات ذاتی با مقدار ثابت در نظر گرفته می‌شود (رفاهی، ۱۳۸۲).

مطالعات میدانی و آزمایشگاهی برای تعیین عواملی که در فرسایش بادی موثرند از دهه ۱۹۳۰ به صورت جدی آغاز شد و اولین مدل فرسایش بادی که «معادله جهانی فرسایش بادی» نامیده می‌شود و در قالب «معادله فرسایش بادی» (WEQ) در دهه ۱۹۶۰ به روز رسانی و منتشر شد (نظری سامانی و همکاران، ۱۳۹۴). نسخه تجدید نظر شده این مدل (RWEQ) در سال ۱۹۹۸ ارائه شد (فرایریر و همکاران، ۱۹۹۸). در این مدل برای تخمین فرسایش بادی معادلات مشخصی مربوط به آب و هوا (خصوصیات باد و ...، خاک (فرسایش پذیری خاک)، زبری زمین (مرتبط با شخم و ...)، خصوصیات مزرعه، پوشش سطحی زمین و اثر شیب زمین استفاده می‌شود (فرایریر و همکاران، ۱۹۹۸). دو فاکتور مهم برای برآورد فرسایش پذیری خاک که عبارتند از بخش فرسایش پذیر بادی (EF) و فاکتور سله خاک (SCF) در این مدل برآورد می‌شوند. لوپز و همکاران (۲۰۰۷) ادعان دارند که بخش فرسایش پذیر بادی (EF) یک پارامتر کلیدی در تخمین پتانسیل و استعداد خاک‌ها به فرسایش بادی است. همچنین بخش فرسایش پذیر بادی در آزمایشگاه نیز قابل اندازه‌گیری می‌باشد و از دیرباز در مطالعات فرسایش بادی و همچنین برآورد میزان فرسایش بادی به کار گرفته شده است. به عنوان مثال بورلی و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از بخش فرسایش پذیر بادی (EF) و فاکتور سله سطحی خاک (SCF) از RWEQ اقدام به تهیه نقشه فرسایش پذیری بادی خاک‌های کل قاره اروپا نمودند و اظهار داشتند که نقشه تهیه شده دارای دقت بسیار بالایی ($R^2=0.89$) می‌باشد.

همچنین کولازو و بوشیازو (۲۰۱۰) جهت مطالعه فرسایش پذیری خاک در برابر فرسایش بادی از فاکتور بخش فرسایش پذیر بادی (EF) در اراضی زراعی و غیر زراعی مناطق نیمه خشک آرژانتین استفاده نمودند. ایشان بر اساس مطالعه این فاکتور و خصوصیات خاکی مرتبط با آنها دریافتند که در خاک‌هایی با بافت ریز شخم به دلیل ایجاد زبری مقاومت در برابر فرسایش بادی را افزایش می‌دهد. همچنین خاک‌هایی با بافت متوسط افزایش ماده آلی خاک و با بافت درشت ایجاد و حفظ پوشش گیاهی مقاومت در برابر فرسایش بادی را افزایش می‌دهد. لینگ و همکاران (۲۰۱۸) جهت مطالعه میزان فرسایش بادی در اراضی مرتعی، زراعی شخم خورده و زراعی بدون شخم مناطق خشک چین از فاکتور فرسایش پذیر بادی (EF) استفاده نمودند. نتایج آنها نشان داد که میزان فرسایش بادی در مرتع از دو کاربری دیگر بیشتر بود.

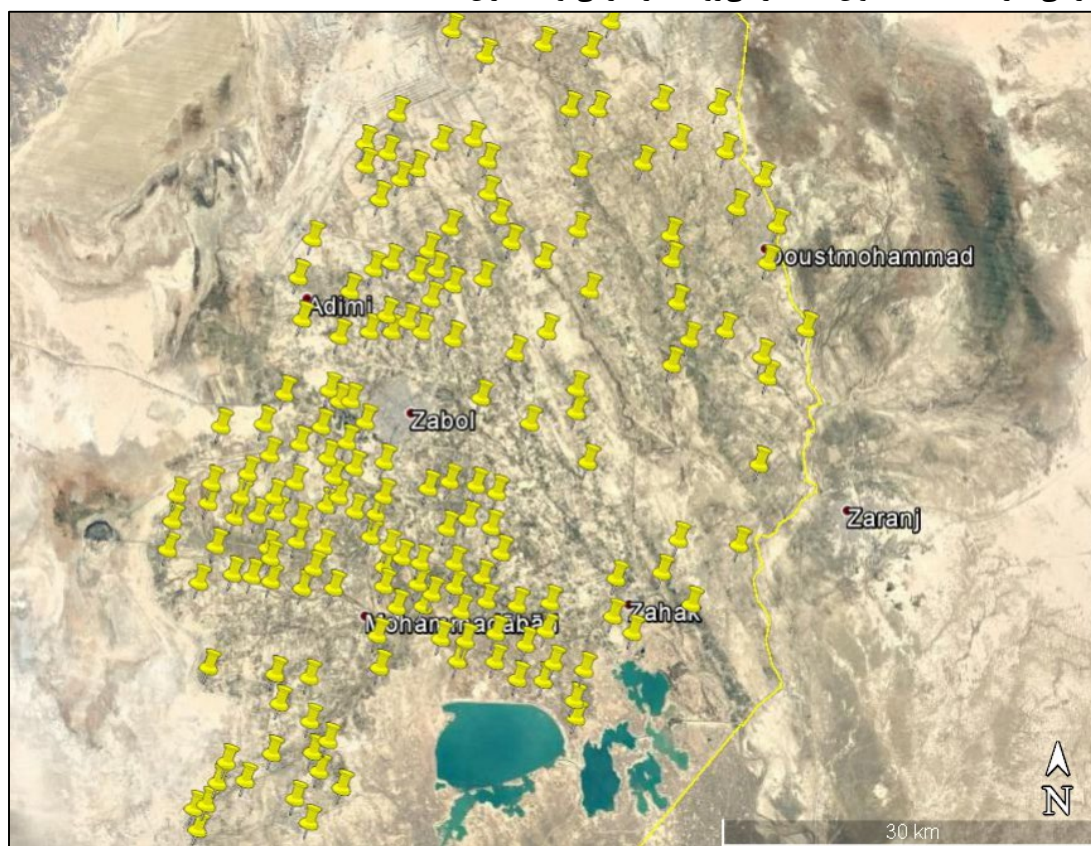
منطقه سیستان در شرق ایران واقع در دلتای رودخانه هیرمند (دشت سیلابی) و دارای اقلیمی به شدت خشک با وزش بادهای شدید موسوم به بادهای یکصد و بیست روزه است. به عبارت دیگر فرسایش بادی در این منطقه بسیار فعال بوده و یکی از معضلات اصلی زیست محیطی منطقه گرد و غبار می‌باشد و مطالعات مرتبط با فرسایش بادی خاک بسیار ضروری به نظر می‌رسد. از این رو هدف این پژوهش مطالعه فاکتورهای فیزیکی شیمیایی خاک مرتبط با بخش فرسایش پذیر بادی خاک در این منطقه می‌باشد.

¹ Soil erodibility

² Revised Wind Erosion Equation

مواد و روش‌ها

منطقه سیستان از لحاظ تقسیمات کشوری در قسمت جنوب‌شرقی ایران و در قسمت شمال استان سیستان و بلوچستان در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۱ درجه ۵۱ دقیقه شرقی واقع شده است. دشت سیستان در طبقه‌بندی بیابان، منطقه‌ای با آب و هوای خشک و بارش سالانه ۶۰/۸ میلی‌متر (۲۰۰۸-۱۹۵۹) می‌باشد. پدیده‌ی خشکسالی دشت سیستان از سال ۱۳۷۶ که با کاهش میزان بارندگی سالانه نسبت به متوسط دراز مدت همراه بود، سبب کاهش رطوبت خاک، افزایش تبخیر و به دنبال آن باعث تشدید بادهای ۱۲۰ روزه‌ی سیستان و افزایش فرسایش بادی شده است. میانگین سالانه تبخیر در منطقه سیستان نزدیک به ۴۰۰۰ میلی‌متر از سطح تشتک‌های تبخیر برآورد گردیده است (دانش‌شهرکی و همکاران، ۱۳۹۵). رژیم رطوبتی منطقه مورد مطالعه اریدیک و رژیم دمایی آن هایپرترمیک و مواد مادری آن آبرفتی و جزء دشت‌های سیلابی محسوب می‌شود. اراضی دشت سیستان متأثر از رسوبات رودخانه هیرمند و انشعابات آن می‌باشد و از لحاظ تکامل خاکرخی جزء خاک‌های جوان به‌شمار می‌رود (میرکزه‌ی و همکاران، ۲۰۱۸).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری

با روش تصادفی تعداد حدود ۱۸۱ نقطه در سری‌های خاک غالب دشت سیستان مشخص و از لایه اول خاک (خاک سطحی) نمونه‌برداری انجام می‌شود (شکل ۱). نمونه‌های خاک ابتدا هوا خشک و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نظیر، درصد شن، سیلت، رس، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، واکنش خاک (pH) در گل اشباع،

درصد اشباع (SP)، نسبت جذب سدیم (SAR)، درصد کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک با استفاده از روش‌های رایج اندازه‌گیری می‌شوند.

با استفاده از اطلاعات آزمایشگاهی و همچنین با بکارگیری معادله ۱ بخش فرسایش پذیر بادی (فرمولی) خاک برآورد شد (فرایبر و همکاران، ۱۹۹۴). که در آن EF بخش فرسایش پذیر بادی خاک، Sa شن، Si سیلت، Cl رس، OM ماده آلی و Ca کربنات کلسیم معادل است، و کلیه پارامترها به درصد می‌باشند.

$$100 EF = 29.09 + 0.31 Sa + 0.17 Si + [0.33 \times (Sa/Cl)] - 2.59 OM - 0.95 Ca \quad (\text{معادله ۱})$$

همچنین بخش فرسایش پذیر بادی (آزمایشگاهی) خاک با استفاده از روش اسکیدمور و همکاران (۱۹۹۴) و لویز و همکاران (۲۰۰۷) به صورت آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد (درصد خاکدانه‌های با قطر کوچکتر از ۰/۸۴ میلیمتر).

بررسی ارتباط بین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک و بخش فرسایش پذیر بادی خاک با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون در نرم افزار SPSS نسخه شماره ۲۰ انجام شد.

بحث و نتایج:

خلاصه آماری ویژگی‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. هدایت الکتریکی خاک و نسبت جذب سدیم دارای تغییرات زیادی در دشت سیستان هستند و در منطقه خاک‌هایی بدون مشکل شور و سدیمی بودن تا خاک‌هایی به شدت شور و سدیمی مشاهده شد. واکنش خاک (pH) در محدوده خنثی تا قلیایی متغیر بود. نتایج نشان داده که خاک‌های منطقه دارای بافت درشت تا متوسط بوده، دارای کربن آلی بسیار کمی بودند که به دلیل شرایط اقلیمی و پوشش گیاهی دشت سیستان می‌باشد. کربنات کلسیم به مقدار کم تا متوسط مشاهده شد که به دلیل مواد آبرفتی منطقه و شرایط اقلیمی است. نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه با نتایج مطالعات سایر محققین در این منطقه همراستا است (غلامعلی‌زاده آهنگر و همکاران، ۱۳۹۳؛ میر و همکاران، ۱۳۹۴؛ هاشمی و همکاران، ۱۳۹۵؛ سارانی و همکاران، ۲۰۱۶؛ پهلوان راد و اکبری مقدم، ۲۰۱۸؛ پهلوان راد و همکاران، ۲۰۱۸؛ میرک زهی و همکاران، ۲۰۱۸؛ شهریاری و همکاران، ۲۰۱۹).

جدول ۱- خصوصیات آماری متغیرهای مورد مطالعه

چولگی	کشیدگی	انحراف معیار	واریانس	میانگین	بیشینه	کمینه	
-۰/۱۵۵	-۰/۸۳۸	۲۱/۶۳	۴۶۷/۵۴۵	۵۴/۹۷	۹۷/۵۲	۹/۳۳	بخش فرسایش پذیر بادی (آزمایشگاهی)
۰/۳۶۷	۰/۴۳۳	۷/۸۳۱	۶۱/۳۲۳	۲۹/۱۳	۵۲/۸۹	۱/۷۷	بخش فرسایش پذیر بادی (فرمولی)
۰/۲۳۳	-۰/۹۲۴	۱۹/۶۸۹	۳۸۷/۶۴۵	۴۲/۸۷	۸۹	۱۰	درصد شن
۰/۰۷۹	-۰/۳۱۹	۱۴/۸۹۶	۲۲۱/۸۹۳	۴۱/۴۵	۸۳	۷	درصد سیلت
۰/۸۹۷	۰/۲۵۸	۸/۱۴۶	۶۶/۳۶۳	۱۵/۶۸	۴۳	۳	درصد رس
-۰/۲۱۳	-۱/۹۷۷	۰/۴۹۹	۰/۲۴۹	۰/۵۵	۱/۴۶	۰/۱	درصد کربن آلی
۱/۱۳۸	۸/۵۸۵	۳/۰۹۲	۹/۵۶۲	۲۰/۲۲	۳۹/۵	۱۲/۵	درصد کربنات کلسیم معادل
۱/۱۷۳	-۰/۶۳۱	۰/۴۳۳	۰/۱۸۸	۸/۲۵	۸/۹	۷/۸	واکنش خاک
۳/۱۷۲	۱۰/۹۱	۳۵/۶۴	۱۲۷۰/۲۱۸	۱۹/۲۷	۲۱۸	۱	هدایت الکتریکی
۴/۱۴۹	۱۸/۴۰۴	۹۱/۸۳۱	۸۴۳۲/۹۷۶	۳۸/۱۷	۶۲۴/۷	۱/۲	نسبت جذب سدیم
۰/۷۳۱	۰/۰۰۴	۷/۰۱۳	۴۹/۱۷۶	۳۳/۶۷	۵۴/۹	۲۱	درصد اشباع

همچنین نتایج نشان از همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۹۹ درصد بین بخش فرسایش پذیر بادی اندازه گیری شده در آزمایشگاه و به وسیله فرمول داشت (جدول ۲، شکل ۲). همانطور که اسکیدمور و همکاران (۱۹۹۴) اندازه گیری بخش فرسایش پذیر بادی خاک را با روش الک مسطح^۱ بیان می دانند، لویز و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که بین اندازه گیری بخش فرسایش پذیر بادی خاک با استفاده از الک چرخان^۲ و الک مسطح در نتایج اختلاف معنی داری وجود ندارد ولی اختلاف بین روش آزمایشگاهی و محاسبات فرمولی قابل اغماض نبود.

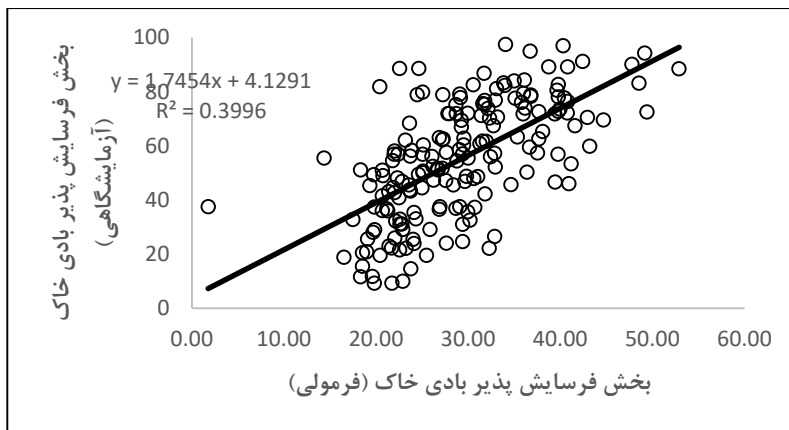
جدول ۲- نتایج آنالیز همبستگی بین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و بخش فرسایش پذیر خاک

درصد اشباع	نسبت جذب سدیم	هدایت الکتریکی	واکنش خاک	درصد کربنات کلسیم معادل	درصد کربن آلی	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	بخش فرسایش پذیر بادی (فرمولی)	بخش فرسایش پذیر بادی (آزمایشگاهی)	
										۱	بخش فرسایش پذیر بادی (آزمایشگاهی)
									۱	۰/۶۳۲**	بخش فرسایش پذیر بادی (فرمولی)
								۱	۰/۹۱۲**	۰/۶۳۸**	درصد شن
							۱	-۰/۹۲۶**	-۰/۷۷۹**	-۰/۵۰۸**	درصد سیلت
						۱	۰/۴۱**	-۰/۷۲۴**	-۰/۷۸**	-۰/۶۱۳**	درصد رس
					۱	۰/۵۲۷**	۰/۴۴۳**	-۰/۵۵۳**	-۰/۶۱۹**	-۰/۴۶۶**	درصد کربن آلی
				۱	۰/۳۱**	۰/۳۵۶**	۰/۴۹۶**	-۰/۵۲۲**	-۰/۷۵۲**	-۰/۳۱۱**	درصد کربنات کلسیم معادل
			۱	۰/۱۶۶*	-۰/۰۲۲	۰/۰۰۱	۰/۰۸۳	-۰/۰۶۳	-۰/۰۷۸	-۰/۰۵۲	واکنش خاک
		۱	۰/۰۴۶	۰/۰۴۳	۰/۰۶۲	۰/۲۳۴**	۰/۰۱۶	-۰/۱۰۹	-۰/۱۳۴	۰/۲۱**	هدایت الکتریکی
	۱	۰/۹۴۲**	۰/۰۷۰	۰/۰۳۳	۰/۰۵۵	۰/۲۳۵**	-۰/۰۲۴	-۰/۰۷۹	-۰/۱۱۶	۰/۱۵۹**	نسبت جذب سدیم
۱	۰/۰۴۹	۰/۰۸۱	۰/۰۰۶	۰/۳۸۲**	۰/۵۸۱**	۰/۷۳۲**	۰/۶۸۹**	-۰/۸۲۴**	-۰/۷۷۸**	-۰/۶۰۸**	درصد اشباع

*: معنی داری در سطح ۹۵ درصد، **: معنی داری در سطح ۹۹ درصد

¹ Flat sieve

² Rotary sieve

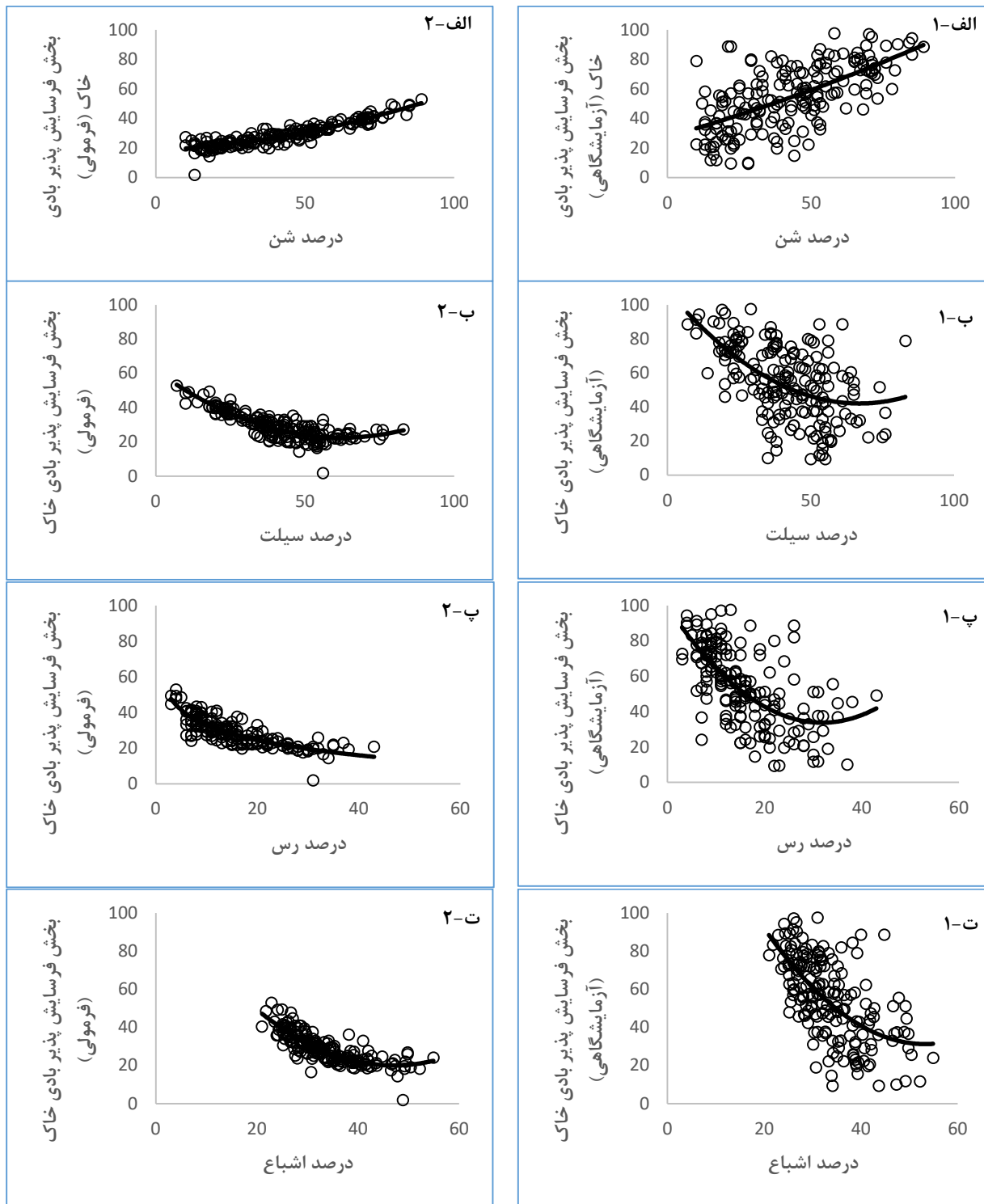


شکل ۲. همبستگی میان بخش فرسایش پذیر بادی فرمولی با آزمایشگاهی

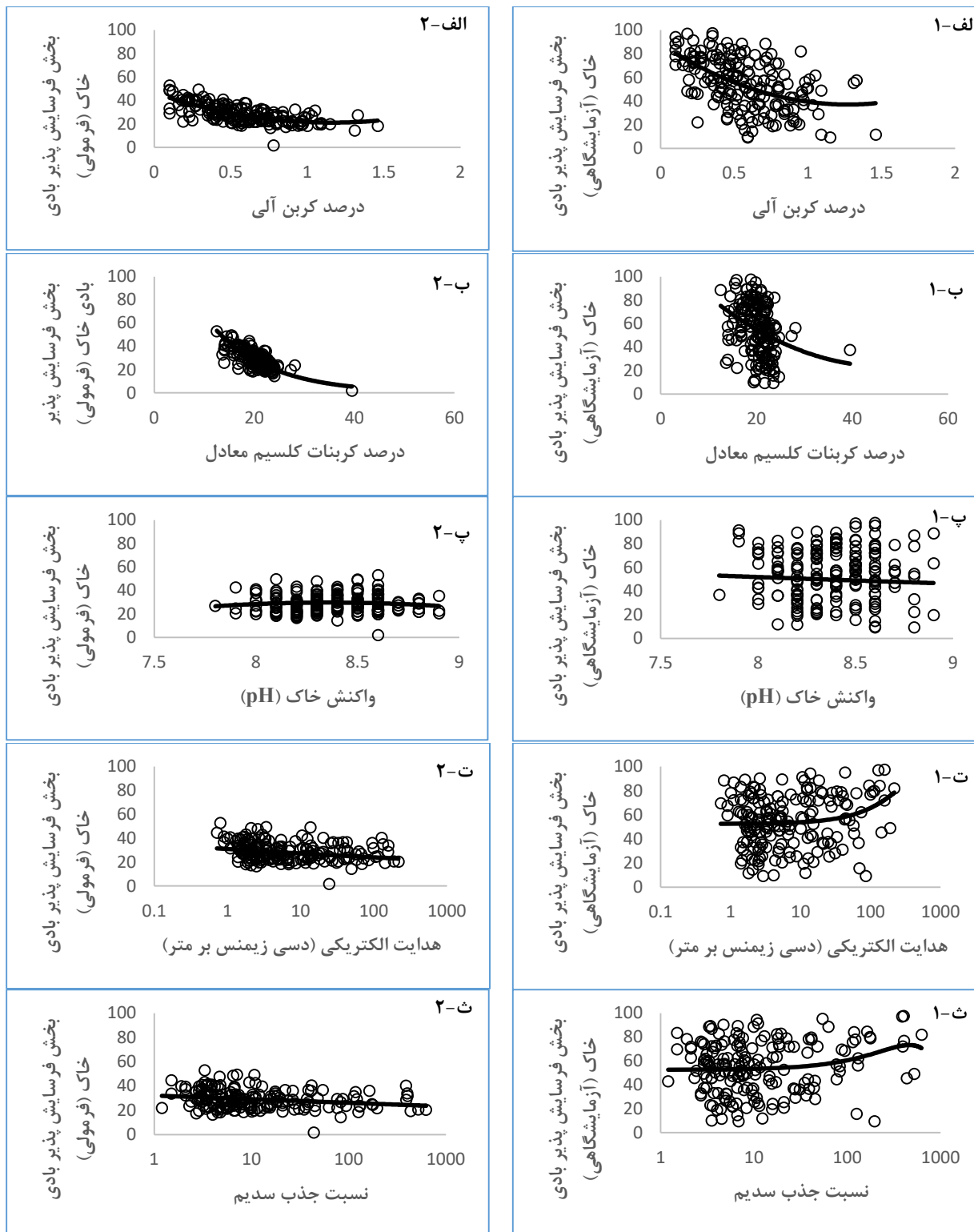
باید توجه داشت که محققین مختلفی به عدم تطابق کامل بخش فرسایش پذیر بادی خاک اندازه گیری شده در آزمایشگاه و محاسبه شده با فرمولی اشاره داشته اند (لوپز و همکاران، ۲۰۰۷؛ گائو و همکاران، ۲۰۱۷؛ راکار و همکاران، ۲۰۱۹) و معتقدند دلیل این اختلاف بسیار تغییرپذیر بودن بخش فرسایش پذیر بادی خاک نسبت به منطقه (خصوصیات محیطی بخصوص خاکی) و مدیریت اراضی است.

تمامی خصوصیات فیزیکی خاک مورد مطالعه رابطه معنی داری (در سطح ۹۹ درصد) با بخش فرسایش پذیر بادی خاک نشان دادند (جدول ۲ و شکل ۳). همانطور که ملاحظه می شود درصد شن رابطه مثبت ولی درصد رس، سیلت و اشباع رابطه منفی با بخش فرسایش پذیر بادی خاک نشان دادند. به عبارت دیگر با افزایش شن در خاک های منطقه سیستان حساسیت خاک به فرسایش بادی بیشتر می شود. ولی هر چه سیلت و رس بیشتر شود مقاومت خاک در برابر فرسایش بادی بیشتر می شود. درصد اشباع منعکس کنند شرایط تخلخل خاک و به نوعی شرایط ساختمان خاک است و هر چه شرایط تخلخل و ساختمان خاک بهتر باشد، حساسیت خاک به فرسایش بادی کمتر می شود. لوپز و همکاران (۲۰۰۷) نیز رابطه معنی دار مثبت شن و منفی سیلت و رس را مشاهده و برای فرمول پیشنهادی خود جهت برآورد بخش فرسایش پذیر بادی خاک استفاده از نسبت شن بر رس را توصیه نمودند. همچنین کولازو و بوشیازو (۲۰۱۰) نیز به رابطه منفی رس و مثبت نسبت شن بر رس با بخش فرسایش پذیر بادی خاک اشاره نمودند. کادوویچ و همکاران (۲۰۱۴) نیز به نقش مثبت شن بر بخش فرسایش پذیر بادی خاک تاکید نمودند. راکار و همکاران (۲۰۱۹) در رابطه پیشنهادی خود برای برآورد بخش فرسایش پذیر بادی خاک نقش رس را منفی ولی نقش سیلت را مثبت در نظر گرفته اند.

هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم خاک همبستگی معنی دار و مثبت و درصد کربن آلی خاک و کربنات کلسیم معادل خاک همبستگی منفی و معنی داری را با بخش فرسایش پذیر بادی خاک نشان دادند (جدول ۲ و شکل ۴). به نظر می رسد در منطقه سیستان خصوصیات شیمیایی که در ارتباط با پوشش گیاهی (کربن آلی با نقش مثبت بر پوشش گیاهی و هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم با نقش منفی بر آن) و خاکدانه های خاک (کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک با نقش مثبت بر ایجاد خاکدانه و نسبت جذب سدیم با نقش منفی بر آن) هستند، نقش مهمی در فرسایش پذیری بادی خاک دارند. شایان ذکر است محققین متعددی به اثر منفی کربن آلی بر بخش فرسایش پذیر بادی خاک اشاره نمودند (لوپز و همکاران، ۲۰۰۷؛ کولازو و بوشیازو، ۲۰۱۰؛ کادوویچ و همکاران، ۲۰۱۴) و برای فرمول پیشنهادی خود جهت برآورد بخش فرسایش پذیر بادی خاک استفاده از کربن آلی را توصیه نمودند (لوپز و همکاران، ۲۰۰۷؛ راکار و همکاران، ۲۰۱۹). البته کادوویچ و همکاران (۲۰۱۴) نیز به تاثیر کربنات کلسیم معادل در خاک های شنی بر بخش فرسایش پذیر بادی خاک تاکید نموده اند.



شکل ۳. همبستگی میان بخش فرسایش پذیر بادی آزمایشگاهی (۱) و فرمولی (۲) با الف: درصد شن، ب: درصد سیلت، پ: درصد رس و ت: درصد اشباع



شکل ۴. همبستگی میان بخش فرسایش پذیری بادی آزمایشگاهی (۱) و فرمولی (۲) با الف: درصد کربن آلی، ب: درصد کربنات کلسیم معادل، پ: واکنش خاک، ت: هدایت الکتریکی و ث: نسبت جذب سدیم

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یکی از معضلات اصلی زیست محیطی در مناطق خشک فرسایش بادی و بروز پدیده گرد و غبار است و بخش فرسایش پذیر بادی (EF) یک پارامتر کلیدی در تخمین پتانسیل و استعداد خاک‌ها به فرسایش بادی است. در این پژوهش به مطالعه فاکتورهای فیزیکوشیمیایی خاک مرتبط با بخش فرسایش پذیر بادی خاک در منطقه خشک سیستان پرداخته شد. نتایج نشان داد که درصد شن، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم خاک همبستگی مثبت ولی درصد رس، سیلت، اشباع، کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک همبستگی منفی با بخش فرسایش پذیر بادی خاک نشان دادند. به نظر می‌رسد در منطقه سیستان خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک که در ارتباط با پوشش گیاهی (رس، کربن آلی با نقش مثبت بر پوشش گیاهی و هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم با نقش منفی بر آن) و خاکدانه‌های خاک (رس، سیلت، درصد اشباع، کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک با نقش مثبت بر ایجاد خاکدانه و نسبت جذب سدیم با نقش منفی بر آن) هستند، نقش مهمی در فرسایش پذیری بادی خاک دارند. پیشنهاد می‌گردد این یافته‌ها در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی اراضی و محیط زیست در منطقه سیستان در نظر قرار گیرند. همچنین پیشنهاد می‌شود مطالعه میزان فرسایش بادی نیز با استفاده از دستگاه تونل بادی پرتابل در منطقه انجام پذیرد و نتایج این پژوهش‌ها با یکدیگر مقایسه شوند.

تشکر و قدردانی

بخشی از داده‌های خصوصیات پایه خاک از اطلاعات طرح «مطالعه خاکشناسی نیمه تفضیلی دقیق در اراضی آبیاری دشت سیستان به مساحت ۴۶۰۰۰ هکتار» که تحت نظر موسسه خاک و آب کشور و با همکاری دانشگاه زابل در حال انجام است، استخراج شد. از این رو نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از موسسه خاک و آب کشور و دانشگاه زابل کمال تشکر را اعلام دارند.

منابع:

- استواری، ی.، قربانی دشتکی، ش.، بهرامی، ح.، نادری، م. و عباسی، م. ۱۳۹۴. تغییرات مکانی فرسایش پذیری خاک و عوامل مؤثر بر آن در بالادست سد سیوند. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۴ (۳): ۱۲۷-۱۴۴.
- دانش شهرکی، م.، شهریاری، ع.، گنجعلی، م. و بامری، الف. ۱۳۹۵. تغییرات فصلی و مکانی نرخ گرد و غبار حمل شده از روی شهرهای دشت سیستان و ارتباط آن با برخی پارامترهای اقلیمی. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۳ (۶): ۱۹۹-۲۱۶.
- رفاهی ح. ۱۳۸۲. فرسایش آبی و کنترل آن (چاپ چهارم). انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۱ ص.
- غلامعلی‌زاده‌آهنگر، الف، سارانی، ف، هاشمی، م. و شعبانی، الف. ۱۳۹۳. مقایسه روش‌های رگرسیون خطی، زمین آماری و شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی کربن آلی در اراضی خشک دشت سیستان، نشریه آب و خاک، ۶ (۲۸): ۱۲۵۰-۱۲۶۰.
- میرح. غلامعلی‌زاده، الف. و شعبانی، الف. ۱۳۹۴. تعیین مهمترین پارامترهای مؤثر خاک بر فراهمی فسفر در دشت سیستان، نشریه آب و خاک، ۶ (۲۹): ۱۶۷۴-۱۶۸۷.
- نظری سامانی، ع.، احسانی، الف.، گلیوری، الف. و عبدالشاه‌نژاد، م. ۱۳۹۴. مقایسه نتایج مدل‌های IRIFR و RWEQ در تعیین تاثیر نوع مدیریت اراضی بر فرسایش بادی. نشریه مدیریت بیابان، ۶: ۳۹-۵۳.
- هاشمی، م.، غلامعلی‌زاده آهنگر، الف.، بامری، الف.، سارانی، ف. و حجازی‌زاده، الف. ۱۳۹۵. شناسایی و پهنه‌بندی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با استفاده از روشهای زمین آماری در GIS (مورد مطالعاتی: منطقه میانکنگی؛ سیستان). نشریه آب و خاک، ۳۰ (۲): ۴۴۳-۴۵۸.
- واعظی، ع.، بهرامی، ح.، صادقی، ح. و مهدیان، م. ۱۳۸۷. تعیین خطای برآورد عامل فرسایش پذیری USLE در خاک‌های آهکی شمال غربی ایران. آب و خاک، ۲۲ (۵۲): ۶۱-۷۱.

- Borrelli, P., Ballabio, C., Panagos, P. and Montanarella, L. 2014. Wind erosion susceptibility of European soils. *Geoderma*, 232–234: 471-478.
- Colazo, J.C. and Buschiazzo, D.E. 2010. Soil dry aggregate stability and wind erodible fraction in a semiarid environment of Argentina. *Geoderma*, 159: 228-236.
- Fryrear, D.W., Krammes, C.A., Williamson, D.L., Zobeck, T.M. 1994. Computing the wind erodible fraction of soils. *J. Soil Water Conserv.* 49, 183–188.
- Fryrear, D.W., Saleh, A., Bilbro, J.D., Schomberg, H.M., Stout, J.E. and Zobeck, T.M. 1998. Revised Wind Erosion Equation (RWEQ), Wind Erosion and Water Conservation Research Unit, USDAARS- SPA Cropping Systems Research Laboratory. Technical Bulletin No 1.
- Guo, Z., Chang, C, Wang, R. and Li, J. 2017. Comparison of different methods to determine wind-erodible fraction of soil with rock fragments under different tillage/management. *Soil & Tillage Research*, 168: 42–49.
- Kadović, R., Miljković, P., Perić, V., Živanović, N., Bohajar, Y.M.A. & Belanović Simić, S. 2014. An analysis of erodible fraction of sandy soils in Deliblato Sands. *Erozija, Udruženje bujičara Srbije*, 40, pp. 38–52. (in Serbian with English abstract)
- Ling, N., Zhibao, D., Weiqiang, X., Chao, L., Nan, X., Shaopeng, S., Fengjun, X. and Lingtong, D. 2018. A field investigation of wind erosion in the farming–pastoral ecotone of northern China using a portable wind tunnel: a case study in Yanchi County. *Journal of Arid Land*, 10(1): 27-38.
- López, M.V., de Dios Herrero, J.M., Hevia, G.G., Gracia, R. and Buschiazzo, D.E., 2007. Determination of the wind-erodible fraction of soil using different methodology. *Geoderma* 139, 407–411.
- Mirakzahi, K., Pahlavan-Rad, M., Shahriari, A. and Bameri, A. 2018. Digital soil mapping of deltaic soils: a case of study from Hirmand (Helmand) river delta. *Geoderma*, 313: 233-240.
- Pahlavan-Rad, M. and Akbarimoghaddam, A. 2018. Spatial variability of soil texture fractions and pH in a flood plain (case study from eastern Iran). *Catena*, 160: 275-281.
- Pahlavan-Rad, M. Dahmardeh, K. and Brungard, C. 2018. Predicting soil organic carbon concentrations in a low relief landscape, eastern Iran. *Geoderma Regional*, e00195. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2018.e00195>
- Rakkar, M.K., Blanco-Canqui, H. and Tatarko, J. 2019. Predicting soil wind erosion potential under different corn residue management scenarios in the central Great Plains. *Geoderma*, 353: 25–34.
- Sarani, F., Ahangar, A.G., and Shabani, A. 2016. Predicting ESP and SAR by artificial neural network and regression models using soil pH and EC data (Miankangi Region, Sistan and Baluchestan Province, Iran). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 6 (1) pp 1-12.
- Shahriari, M., Delbari, M., Afrasiab, P. and Pahlavan-Rad, M. 2019. Predicting regional spatial distribution of soil texture in floodplains using remote sensing data: A case of southeastern Iran. *Catena*, 182: 104149.
- Skidmore, E.L., Hagen, L.J., Armburst, D.V., Durar, A.A., Fryrear, D.W., Potter, K.N., Wagner, L.E. and Zobeck, T.M. 1994. Methods for investigating basic processes and conditions affecting wind erosion. In: Lal, R. (Ed.), *Soil Erosion Research Methods*. Soil & W. Cons. Soc. Ankeny, USA, pp. 295–330.