

استفاده از روش طیف سنجی مرئی- مادون قرمز نزدیک در برآورد سرعت آستانه فرسایش

منصور چترنور^۱، احمد لندی^۱، علی اکبر نوروزی^۳ و حسینعلی بهرامی^۴

۱. دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲. استاد، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران و عضو مرکز پژوهشی

منطقه‌ای ریزگردها، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۳. دانشیار، هیئت علمی پژوهشی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

تهران، ایران

۴. دانشیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

سرعت آستانه فرسایش توجه به ویژگی‌های خاک، اقلیم و عوامل مدیریت در مناطق مختلف متغیر است. استفاده از روش طیف سنجی بازتابی در ارزیابی شدت فرسایش پذیری و سرعت آستانه فرسایش سبب سرعت عمل در مطالعات ارزیابی و کاهش هزینه آزمایش می‌شود. لذا هدف از این پژوهش استفاده از رفتار طیفی خاک در برآورد سرعت آستانه فرسایش است. برای این منظور ابتدا طیف اصلی با استفاده از دستگاه Field spect تعیین شده و سرعت آستانه فرسایش با دستگاه تونل باد تعیین شد. روش‌های فیلتر ساویتزکی و گلای (SG)، فیلتر ساویتزکی و گلای به همراه مشتق اول (FD-SG)، فیلتر ساویتزکی و گلای به همراه مشتق دوم (SD-SG)، روش نرمال سازی استاندارد (SNV) و روش حذف پیوستار (CR) بر روی طیف اصلی شد. برآورد طیف بازتابی با سه روش رگرسیون حداقل مربعات جزئی (PLSR)، ماشین بردار پشتیبان (SVR) و شبکه عصبی (ANN) انجام گردید. نتایج نشان داد که مدل PLS-ANN در پیش‌پردازش مشتق دوم بهترین دقت برآورد ($PRD = 2/52$) و مدل SVR در طیف اصلی ($PRD = 0/56$) کمترین دقت برآورد را داشت. در پایان طول موج کلیدی سرعت آستانه فرسایش منطقه در محدوده‌های ۱۸۵۰ و ۱۹۳۰ نانومتر به دست آمد.

کلیدواژه: سرعت آستانه فرسایش، طیف‌سنجی، طول موج کلیدی، پیش‌پردازش، مدل ماشین بردار پشتیبان

مقدمه

فرسایش بادی به طور کلی تحت تاثیر سه عامل محیطی سرعت باد، خصوصیات خاک (از جمله بافت، ماده-آلی، رطوبت خاک) و سطح بدون پوشش گیاه، رطوبت، سنگ و برف تشدید می‌شود (شائو و همکاران، ۲۰۰۸، یونگ و همکاران، ۲۰۱۴). در مناطق خشک به دلیل رطوبت نسبی پایین، بارندگی کم و توزیع نامناسب بارش، تبخیر زیاد، تغییرات شدید حرارتی، شوری و

^۱ . نویسنده مسئول مکاتبات (landi@scu.ac.ir)

قلیائیت، تراکم کم پوشش گیاهی، حساسیت خاک سطحی به فرسایش بیشتر بوده و از طرفی وجود بادهای فرساینده باعث فرسایش بادی شده (زوبیک و ون پلت، ۲۰۱۵) که زمینه ساز پدیده گرد و غبار خواهد بود. در سال‌های اخیر در کشور ایران و به ویژه استان خوزستان با توجه به شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک و خاک شور و سدیمی در برخی از مناطق، پتانسیل بالایی برای فرسایش خاک و تولید گرد و غبار داشته است.

از مهم‌ترین شاخص‌های فرسایش خاک یک منطقه سرعت آستانه فرسایش بادی است که با استفاده از تونل باد تعیین می‌شود. در دهه‌های اخیر از انواع تونل‌های باد برای بررسی فرسایش‌پذیری در اراضی زراعی و تعیین اثر زبری و پوشش سطحی (تان و همکاران، ۲۰۱۳) استفاده شده است. تمرکز پژوهش‌ها در این زمینه بر روی توزیع اندازه ذرات، شدت باد و شرایط مختلف سطحی و پوشش گیاهی بوده است (کورنیلس و همکاران، ۲۰۰۴). محمود آبادی و همکاران (۱۳۹۱) توزیع اندازه ذرات خاک را بر شدت فرسایش بادی بررسی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که با افزایش سرعت باد، شدت فرسایش افزایش یافته و با افزایش اندازه ذرات شدت فرسایش به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

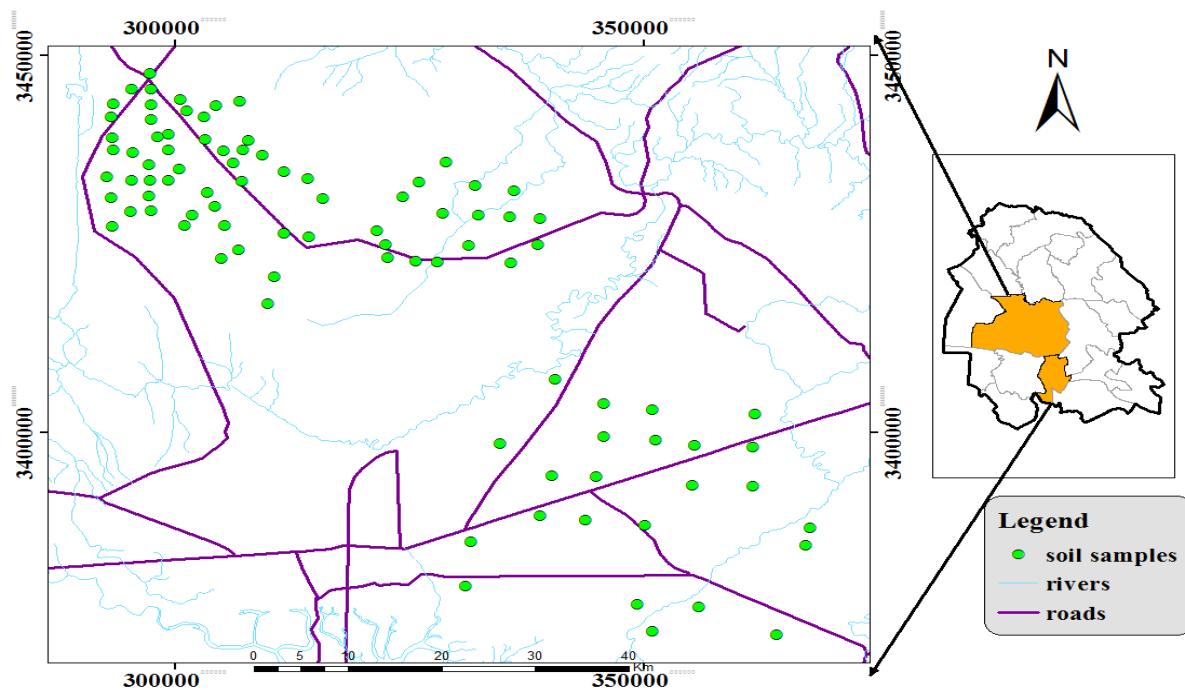
در مورد تعیین سرعت آستانه فرسایش با استفاده از روش طیف سنجی پژوهش‌های محدودی انجام شده است از جمله لی و همکاران (۲۰۱۵) از مدل PLSR برای برآورد سرعت آستانه فرسایش با روش طیف سنجی استفاده کردند و ۱۷ طول موج کلیدی را از طریق آزمون همبستگی شناسایی کردند و بیان کردند که سه محدوده ۱۴۰۰، ۱۹۰۰ و ۲۲۰۰ نانومتر همبستگی بالایی را با سرعت آستانه فرسایش خاک داشته است. تمرکز اغلب پژوهش‌های طیف‌سنجی در مورد سایر ویژگی‌های خاک بوده است. چترنور و همکاران (۱۳۹۸) به منظور مدل سازی رفتار طیفی بافت خاک در کانون‌های گرد و غبار استان خوزستان از روش‌های پیش‌پردازش و مدل جنگل تصادفی استفاده کردند و نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد مدل جنگل تصادفی دقت برآورد قابل قبولی را در روش حذف پیوستار برای درصد رس ($RPD_{CAL} = 1/98$)، درصد سیلت ($RPD_{CAL} = 1/65$) و همچنین روش مشتق دوم برای درصد شن ($RPD_{CAL} = 1/97$)، داشته است.

حدود ۹ درصد از مساحت دشت خوزستان، معادل ۳۴۹۲۵۴ هکتار تولید گرد و غبار هستند و اثرات زیانباری را در بخش اقتصادی و کشاورزی استان گذاشته است. از طرف دیگر شاهد افزایش میزان بیماری‌های تنفسی هستیم که نیازمند توجه ویژه متولیان بخش مدیریتی سلامتی در کشور است. برای ارزیابی پدیده گرد و غبار در این منطقه روش‌های مختلفی استفاده شده است معمولاً از روش سنجش از دور و برآورد ویژگی‌های خاک با این روش استفاده شده است. همچنین در پژوهش‌های تونل باد نیز اغلب تمرکز بر روی نقطه مطالعاتی بوده است که استفاده از روش طیف سنجی و رفتار بازتاب خاک می‌تواند به عنوان تکمیل کننده سایر روش‌ها در نظر گرفته شود. در بحث طیف سنجی تمرکز پژوهش‌ها در برآورد سایر ویژگی‌های خاک بوده و در مورد سرعت آستانه فرسایش بادی پژوهش محدودی انجام شده است بنابراین در صورت استفاده از انواع روش‌های پیش‌پردازش و مدل‌های قوی‌تر، این انتظار وجود دارد نتایج دقیق‌تر جهت مدیریت مناطق مستعد تولید گرد و غبار حاصل گردد. بنابراین اهداف این پژوهش عبارت‌اند از: ۱- بررسی ارتباط بین سرعت آستانه فرسایش با ویژگی‌های خاک در منطقه مطالعاتی، ۲- مقایسه کارایی و دقت روش‌های PLSR، ماشین بردار پشتیبان (SVR) و شبکه عصبی (ANN) در برآورد سرعت آستانه فرسایش با روش طیف سنجی، ۳- مقایسه کارایی انواع روش‌های پیش‌پردازش شامل: فیلتر ساویتزکی و گلای، فیلتر ساویتزکی و گلای به همراه مشتق اول (FD-SG)، فیلتر ساویتزکی و گلای به همراه مشتق دوم (SD-SG)، روش نرمال سازی استاندارد (SNV) و روش حذف پیوستار (CR) در بهبود دقت مدل‌های رگرسیونی و تعیین طول موج‌های کلیدی سرعت آستانه فرسایش است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و نمونه‌برداری

این پژوهش در استان خوزستان و در حد فاصل عرض جغرافیایی (۳۰° ۳۰') و (۳۱° ۱۰') شمالی و طول جغرافیایی (۴۸° ۴۵') و (۴۹° ۵۰') شرقی انجام شد. این منطقه، از نظر زمین‌شناسی در گروه دشت‌های رسوبی و زمین‌های پست و شور قرار دارد. میانگین بلندمدت بارش و دما در منطقه به ترتیب ۲۱۸ میلی‌متر و ۲۶ سانتی‌گراد است. شوری اراضی به دلایل املاح انتقال‌یافته از اراضی بالادست و صعود مویبندی بوده که در سال‌های اخیر با کاهش بارندگی، شوری خاک بیشتر شده است. (چترنور و همکاران، ۱۳۹۸، ۱۳۹۹). منطقه مطالعاتی به صورت شبکه‌بندی منظم در ابعاد ۲ کیلومتر تقسیم‌بندی گردید و نمونه‌برداری به دو روش سیستماتیک و تصادفی در تعدادی از شبکه‌ها ۹۱ نمونه از ۵ سانتیمتری سطح خاک جمع‌آوری گردید (شکل ۱). در ادامه مراحل هوا خشک کردن نمونه‌ها، کوبیدن و عبور از الک دو میلی‌متری انجام شد.



شکل ۱. موقعیت کانون‌های گرد و غبار در استان خوزستان، کشور ایران و محل‌های نمونه‌برداری (نقاط سبز رنگ)

برای تعیین سرعت آستانه فرسایش مقداری از خاک هر نمونه به صورت جداگانه در سینی‌های با ابعاد ۳۰ * ۶۰ سانتیمتر منتقل شد و سطح آن تسطیح گردید. به منظور شبیه‌سازی شرایط منطقه مطالعاتی، تنش رطوبتی چهار ماهه بر روی سینی‌های خاک انجام شد. به این صورت که آبیاری نمونه‌ها با روش بارانی با آب‌پاش دستی انجام گرفت. عمل اشباع و خشک شدن

خاک به مدت چهار ماه تکرار گردید و سپس به مدت ۱ ماه در شرایط خشک نگهداری شدند. آزمایش تونل باد برای نمونه‌های خاک، با افزایش سرعت باد از صفر تا ۲۱ متر بر ثانیه انجام گرفت و برای هر نمونه خاک سرعت آستانه فرسایش تعیین شد. (بلناپ و همکاران، ۲۰۰۷). نمونه خاک پس از تیمار رطوبتی در تصویر شماره یک آورده شده است

طیف سنجی: به منظور طیف سنجی، در ابتدا مقداری از نمونه خاک الک شده به پتری دیشی با قطر ۱۰ سانتیمتر و ضخامت ۱ سانتیمتر منتقل گردید. در یک اتاقک تاریک بازتاب طیفی نمونه‌های خاک با استفاده از طیف‌سنج آزمایشگاهی ثبت گردید. به این صورت که نمونه خاک در فاصله ۲۰ سانتیمتری از لامپ دستگاه قرار گرفت. نور با زاویه ۲۰ درجه نسبت به عمود به نمونه تابانده شد. با استفاده از نرم‌افزار Viewspect به داده‌های با قالب ACSII تبدیل گردید. در نهایت از نرم‌افزار Matlab 2015 و The UnscramblerX 10.2 برای پیش‌پردازش و مدل‌سازی استفاده شد. در ادامه پیش‌پردازش‌هایی بر روی طیف اصلی انجام گرفت که شامل: فیلتر Savitzky-Golay (به صورت تابع چندجمله‌ای درجه دوم و نیز تعداد ۲۳ نقطه هموار ساز)، فیلتر Savitzky-Golay به همراه مشتق اول (FD-SG)، مشتق دوم (SD-SG)، روش واریانس استاندارد به همراه فیلتر Savitzky-Golay (Savitzky and Golay, 1964) و در ادامه روش حذف پیوستار اجرا شد. شرح کامل روش‌های پیش‌پردازش در پژوهش (رنین و همکاران، ۲۰۰۹) ارائه شده است. برای مدل‌سازی طیفی از سه مدل رگرسیون حداقل مربعات جزئی (PLSR)، ماشین بردار پشتیبان (SVR) و شبکه عصبی (ANN) استفاده شد. برای ارزیابی دقت مدل‌ها از سه شاخص آماری ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب تعیین (R^2) و نسبت عملکرد به انحراف^۳ (RPD) استفاده شده است (جی و همکاران، ۲۰۱۶).

نتایج و بحث

تجزیه آماری ویژگی های خاک

در این پژوهش بیش‌ترین سرعت آستانه فرسایش منطقه ۱۵/۵ متر بر ثانیه و کمترین آن ۵/۲ متر بر ثانیه است. آمار سازمان هواشناسی نشان می‌دهد هنگامی که سرعت باد به بیشتر از ۶ متر بر ثانیه برسد، عامل تولید گرد و غبار در منطقه خواهد بود (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۷) و با توجه به اینکه میانگین سرعت آستانه فرسایش بدست آمده در این پژوهش ۹/۷ متر بر ثانیه بوده و اغلب نقاط نمونه‌برداری سرعت بالاتری از حد آستانه داشته‌اند، بیانگر تایید نتایج این پژوهش است.

مدلسازی: نتایج مدل‌سازی و برآورد سرعت آستانه فرسایش با سه مدل SVR، PLSR و ANN در جدول (۳) آورده شده است. مقایسه عملکرد کلی مدل‌ها در گروه واسنجی نشان داد که مدل ANN بهترین دقت برآورد را در روش مشتق دوم ($PRD = ۵/۰۸$ و $RMSE = ۰/۵۱$ ، $R^2 = ۰/۹۶$) و مدل PLSR کمترین دقت را در روش واریانس استاندارد نرمال ($PRD = ۱/۳۲$ و $PRD = ۱/۵۸$ و $RMSE = ۰/۶۳$ ، $R^2 = ۰/۶۳$) داشته‌اند. نتایج ارزیابی دقت روش‌های پیش‌پردازش نیز به این صورت است که روش مشتق دوم در هر سه مدل PLSR ($PRD = ۲/۸۹$ و $RMSE = ۰/۸۶$ ، $R^2 = ۰/۸۹$)، SVR ($PRD = ۱/۲۴$ و $RMSE = ۱/۳۲$ و $R^2 = ۰/۸۴$) و ANN ($PRD = ۵/۰۸$ و $RMSE = ۰/۵۱$ ، $R^2 = ۰/۹۶$) بهترین دقت برآورد را نشان داده است.

¹ Root Mean Square Error

² The Coefficients of Determination

³Ratio of Performance to Deviation



جدول ۳- نتایج آماری برآورد سرعت آستانه فرسایش در ۳ مدل SVR و ANN، PLSR

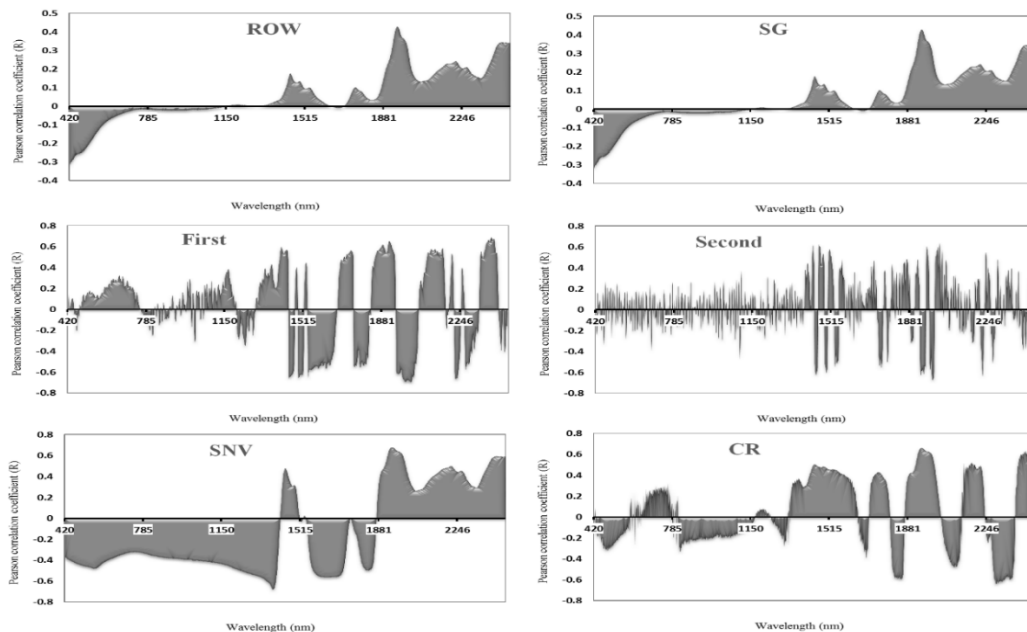
معیارهای ارزیابی			روش‌های مدل‌سازی و پیش‌پردازش				
اعتبارسنجی			واسنجی		پیش‌پردازش		ویژگی خاک
PRD	RMSE	R ²	PRD	RMSE	R ²		
۱/۲۶	۱/۷۲	۰/۵۸	۱/۴۳	۱/۵	۰/۶۷	Row	PLSR
۱/۲۷	۱/۷۱	۰/۵۹	۱/۴۳	۱/۵	۰/۶۷	SG	
۱/۱۷	۱/۷۹	۰/۵۵	۱/۳۵	۱/۵۶	۰/۶۴	FD-SG	
۱/۱۳	۱/۸۹	۰/۵	۲/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۹	SD-SG	
۱/۲۵	۱/۶۸	۰/۶	۱/۳۲	۱/۵۸	۰/۶۳	SNV	
۱/۰۹	۱/۸۷	۰/۵۱	۱/۲۱	۱/۶۷	۰/۵۹	CR	
۰/۵۶	۲/۱۶	۰/۳۷	۰/۶۲	۱/۹۶	۰/۵۴	Row	SVR
۰/۵۷	۲/۱۸	۰/۳۸	۰/۶۲	۱/۹۶	۰/۵۴	SG	
۰/۹	۱/۹۱	۰/۴۸	۱/۲	۱/۴۴	۰/۷۵	FD-SG	
۰/۷۴	۲/۲۲	۰/۳	۱/۲۴	۱/۳۲	۰/۸۴	SD-SG	
۰/۹۲	۱/۹۶	۰/۴۵	۱/۰۹	۱/۶۶	۰/۶۱	SNV	
۰/۸۶	۲/۰	۰/۴۲	۱/۱۲	۱/۵۴	۰/۷	CR	
۱/۳۷	۱/۶۱	۰/۵۹	۲/۷۱	۱/۰۴	۰/۸۷	Row	ANN
۱/۲۴	۱/۸۹	۰/۶۱	۲/۲۹	۱/۱۹	۰/۸۱	SG	
۱/۶۰	۱/۷۵	۰/۶۵	۲/۴۳	۱/۰۷	۰/۸۳	FD-SG	
۲/۵۲	۱/۶۱	۰/۸۷	۵/۰۸	۰/۵۱	۰/۹۶	SD-SG	
۱/۵۶	۱/۶۱	۰/۵۹	۲/۰۵	۱/۳۰	۰/۷۶	SNV	
۱/۵۱	۱/۶۱	۰/۶۴	۱/۸۱	۱/۵۱	۰/۷۰	CR	

نتایج گروه اعتبارسنجی به این صورت بود که مدل ANN در روش مشتق دوم (PRD = ۲/۵۲ و RMSE = ۱/۶۱ و R² = ۰/۸۷) بهترین دقت برآورد را داشته است. همچنین مقایسه انواع روش‌های پیش‌پردازش در این گروه نشان داد که در مدل PLSR روش طیف اصلی (PRD = ۰/۵۶، RMSE = ۲/۱۶ و R² = ۰/۳۷) کمترین دقت برآورد را داشته است. در مدل SVR روش SNV (PRD = ۰/۹۲، RMSE = ۱/۹۶ و R² = ۰/۴۵) و در مدل ANN روش مشتق دوم (PRD = ۲/۵۲، RMSE = ۱/۶۱ و R² = ۰/۸۷) بهترین دقت برآورد را داشته است.

همبستگی بین طیف خاک با سرعت آستانه فرسایش در هر طول موج در شکل (۴) ارائه شده است. مشاهده شد که همبستگی مثبت و منفی بین این ویژگی با بازتاب خاک وجود دارد. نتایج طیف اصلی نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت (r = ۰/۴۳) در طول موج‌های ۱۹۵۲-۱۹۴۰ نانومتر و بیشترین همبستگی منفی (r = -۰/۳) در طول موج‌های ۴۲۶-۴۲۰ نانومتر وجود دارد. نتایج همبستگی طیف پیش‌پردازش شده با روش ساویتزی و گولای مشابه طیف اصلی بود. برای پیش‌پردازش مشتق اول همبستگی قوی مثبت (r = ۰/۶۵) در محدوده طول موج ۱۸۲۰ و ۲۳۵۰ نانومتر و همبستگی قوی منفی در ۱۹۳۰ نانومتر

مشاهده گردید. در روش مشتق دوم همبستگی‌هایی در محدوده طول موج‌های ۱۴۶۰، ۱۴۷۸، ۱۴۸۳ نانومتر و همچنین در محدوده طول موج‌های ۱۸۵۰ و ۱۹۳۰ مشاهده شد درحالی‌که بیش‌ترین همبستگی منفی ($r=0/76$) در محدوده طول موج ۱۹۳۰ نانومتر مشاهده شد. در روش SNV بیش‌ترین همبستگی مثبت ($r=0/61$) در طول موج ۱۹۸۰ نانومتر و همبستگی قوی منفی ($r=0/73$) در طول موج ۱۳۶۲ نانومتر مشاهده شد. در روش همبستگی‌های قوی مثبت و منفی در محدوده طول موج‌های ۱۴۱۰، ۱۸۰۰، ۱۹۰۰، ۲۱۲۰، ۲۲۳۸ نانومتر وجود داشت درحالی‌که بیش‌ترین همبستگی ($r=0/62$) در محدوده ۱۸۳۰ نانومتر مشاهده شد. در روش حذف پیوستار (CR) نیز همبستگی‌های قوی در محدوده‌های ۱۸۰۰، ۲۰۰۰، ۲۳۰۰ و ۲۴۰۰ نانومتر مشاهده گردید.

بر اساس نتایج مدل سازی سرعت آستانه فرسایش در جدول (۳)، روش مشتق دوم در مدل ANN بهترین دقت برآورد ($PRD = 0/87$ ، $RMSE = 1/61$ و $R^2 = 0/87$) را در گروه اعتبارسنجی نشان داد. بنابراین با توجه به این نتیجه‌گیری این روش، محدوده‌های ۱۸۵۰ و ۱۹۳۰ نانومتر را به عنوان طول موج کلیدی برای سرعت آستانه فرسایش در منطقه مطالعاتی تعیین گردید. محدوده تعیین شده (۱۸۵۰ و ۱۹۳۰ نانومتر) با محدوده شوری و عناصر محلول در پژوهش (وانگ و همکاران، ۲۰۱۸؛ پو و همکاران، ۲۰۰۳) و چترنور و همکاران (۱۳۹۸) محدوده ۱۹۰۰ نانومتر تشابه دارد. در مشاهدات میدانی مشخص شد که مناطقی با خاک شور، سدیمی و متورم، مقاومت کمی در برابر نیروی محرک باد وجود دارد و مستعد فرسایش و تولید ریزگرد است. لی و همکاران (۲۰۱۵) نیز با مدل PLSR ۱۷ طول موج کلیدی را از طریق آزمون همبستگی شناسایی کردند و بیان کردند که سه محدوده ۱۴۰۰، ۱۹۰۰ و ۲۲۰۰ همبستگی بالایی را با طیف خاک داشته‌اند. نتایج پژوهش حاضر با لی و همکاران (۲۰۱۵) در محدوده ۱۹۰۰ نانومتر مطابقت دارد.



شکل ۴. نمودار همبستگی الگوی تغییرات بازتاب طیفی ناشی از تغییرات مقدار سرعت آستانه فرسایش خاک در طول موج‌های مختلف: طیف اصلی (ROW)، فیلتر ساویتری گولای، مشتق اول همراه با فیلتر ساویتری گولای (FD-SG)، مشتق دوم همراه با فیلتر ساویتری گولای (SD-SG)، واریانس نرمال استاندارد (SNV) و حذف پیوستار (CR)

در پژوهش های مشابه محدوده های مختلفی برای ویژگی های خاک انتخاب شده است. استنبرگ (۲۰۱۰) محدوده های ۱۱۰۰، ۱۶۰۰، ۱۷۰۰ - ۱۸۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۲۰۰ - ۲۴۰۰ نانومتر را به طول موج کلیدی کربن آلی خاک و نیتروژن کل نسبت دادند. کربنات ها جذب های متعددی به علت فراتون و هموند پیوندهای CO₃ در محدوده ۲۳۳۵ و ۲۵۰۰ نانومتر و برخی جذب های ضعیف در محدوده های ۲۱۶۰، ۱۹۹۰ و ۱۸۷۰ نانومتر دارند (کلارک و همکاران، ۱۹۸۰). همچنین عوارض جذب مشابهی در مورد گچ خالص در باندهای ۱۲۰۰، ۱۴۰۰-۱۶۰۰، ۱۷۵۰، ۱۹۴۵، ۲۱۰۰-۲۲۰۰ و ۲۴۰۰ توسط هاریسون (۲۰۱۲) گزارش شده است. **خو و همکاران (۲۰۱۶)** مشاهده کرد که طول موج های ۵۴۰، ۵۷۰، ۱۴۳۰، ۱۴۶۰، ۱۷۴۰، ۱۸۷۰، ۱۹۴۰، ۲۰۱۰، ۲۳۵۰ و ۲۴۱۰ نانومتر با شوری خاک همبستگی دارد و ۴ طول موج ۵۴۰، ۱۷۴۰، ۲۰۱۰ و ۲۳۵۰ نانومتر به شوری خاک حساسیت بیشتری دارند

نتیجه گیری کلی

این پژوهش با هدف تعیین سرعت آستانه فرسایش مناطق مستعد تولید گرد و غبار استان خوزستان انجام گرفت و در ادامه این ویژگی های خاک یا سه مدل رگرسیون SVR، PLSR، ANN و PLS-ANN و شش نوع طیف بازتابی، از جمله اصلی (ROW) و طیف های پیش پردازش شده با روش های SG، SD-SG، FD-SG، SNV و CR برآورد و مقایسه شدند. مدل ANN در روش مشتق دوم بهترین دقت برآورد و مدل SVR در طیف اصلی کمترین دقت برآورد را داشته نشان دادند که حاکی از غلبه رفتار غیر خطی بین ویژگی های خاک و بازتاب آنها است. بر اساس نتایج مرحله مدل سازی، محدوده های ۱۸۵۰ و ۱۹۳۰ نانومتر به عنوان طول موج کلیدی سرعت آستانه فرسایش در منطقه مطالعاتی به دست آمد که در این محدوده مشابه با محدوده شوری و عناصر محلول در خاک است. این طول موج ها در شناسایی باندها و مطالعات سنجش از دور قابل استفاده است. از روش طیفسنجی مرئی - مادون قرمز نزدیک، یک روش مفید برای تکمیل روش های تجزیه و تحلیل سنتی خاک و کاهش تعداد نمونه ها است.

فهرست منابع:

۱. محمود آبادی، م.، دهقانی، ف. و عظیم زاده، ح. ر. ۱۳۹۰. مطالعه اثر توزیع اندازه ذرات خاک بر شدت فرسایش بادی. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار. ۱(۱): ۸۱-۹۸.
۲. محمود آبادی، م. و زمانی، س. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر سرعت باد و توزیع اندازه ذرات خاک بر مکانیسم های حمل رسوب ناشی از فرسایش بادی. مهندسی و مدیریت آبخیز. ۴(۳): ۱۴۱-۱۵۱.
۳. چترنور، م.، لندی، ا.، فرخیان فیروزی، ا.، نوروزی، ع. ا. و بهرامی، ح. ۱۳۹۸. استفاده از روش طیفسنجی مرئی-مادون قرمز نزدیک در مدل سازی شوری خاک اراضی مستعد تولید ریزگرد استان خوزستان. تحقیقات آب و خاک ایران. ۵۰(۸)، ۱۹۶۲-۱۹۵۱.
۴. چترنور، م.، لندی، ا.، فرخیان فیروزی، ا.، نوروزی، ع. ا. و بهرامی، ح. ۱۳۹۹. کاربرد طیفسنجی مرئی - مادون قرمز در کمی سازی میزان گچ خاک در کانون های مستعد تولید ریزگرد استان خوزستان. مجله تحقیقات کاربردی، ۸(۳)، ۱-۱۳.
5. Shao, Y. and Lu, H. ۲۰۰۰. A simple expression for wind erosion threshold friction velocity. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, ۱۰۵(D1۷): ۲۲۴۳۷-۲۲۴۴۳
6. Wang, J., Li, Z., Qin, X., Yang, X., Gao, Z. and Qin, Q. ۲۰۱۴. *Hyperspectral predicting model of soil salinity in Tianjin costal area using partial least square regression*. Paper presented at the



- Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), ۲۰۱۴ IEEE International.
7. Zobeck, T. and Van Pelt, R. (2015). Wind erosion. Publications from USDA-ARS/UNL Faculty. Paper .۱۴۰۹
 8. Tan, L., Zhang, W., Liu, B., An, Z. and Li, J. ۲۰۱۳. Simulation of wind velocity reduction effect of gravel beds in a mobile wind tunnel atop the Mogao Grottoes of Dunhuang, China. *Engineering Geology*, ۱۵۹: ۶۷-۷۵
 9. Cornelis, W.M., Gabriels, D. and Hartmann, R. ۲۰۰۴. A conceptual model to predict the deflation threshold shear velocity as affected by near-surface soil water *Soil Science Society of America Journal*, ۶۸(۴): ۱۱۵۴-۱۱۶۱
 10. Li, J., Flagg, C., Okin, G.S., Painter, T.H., Dintwe, K. and Belnap, J. ۲۰۱۵. On the prediction of threshold friction velocity of wind erosion using soil reflectance spectroscopy. *Aeolian Research*, ۱۹: ۱۲۹-۱۳۶
 11. Ji, W., Adamchuk, V.I., Biswas, A., Dhawale, N.M., Sudarsan, B., Zhang, Y., Rossel, R.A.V. and Shi, Z. ۲۰۱۶. Assessment of soil properties in situ using a prototype portable MIR spectrometer in two agricultural fields. *biosystems engineering*, ۱۵۲: ۱۴-۲۷
 12. Rinnan, Å., Van Den Berg, F. and Engelsen, S.B. ۲۰۰۹. Review of the most common pre-processing techniques for near-infrared spectra. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, ۲۸(۱۰): ۱۲۰۱-۱۲۲۲
 13. Wang, J., Li, Z., Qin, X., Yang, X., Gao, Z. and Qin, Q. ۲۰۱۴. *Hyperspectral predicting model of soil salinity in Tianjin coastal area using partial least square regression*. Paper presented at the Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), ۲۰۱۴ IEEE International.
 14. Pu, R., Ge, S., Kelly, N. and Gong, P. ۲۰۰۳. Spectral absorption features as indicators of water status in coast live oak (*Quercus agrifolia*) leaves. *International Journal of Remote Sensing*, ۲۴(۹): ۱۷۹۹-۱۸۱۰
 15. Li, J., Flagg, C., Okin, G.S., Painter, T.H., Dintwe, K. and Belnap, J. ۲۰۱۵. On the prediction of threshold friction velocity of wind erosion using soil reflectance spectroscopy. *Aeolian Research*, ۱۹: ۱۲۹-۱۳۶
 16. Clark, R.N., King, T.V., Klejwa, M., Swayze, G.A. and Vergo, N. ۱۹۹۰. High spectral resolution reflectance spectroscopy of minerals. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, ۹۵(B8): ۱۲۶۵۳-۱۲۶۸۰
 17. Harrison, T.N. ۲۰۱۲. Experimental VNIR reflectance spectroscopy of gypsum dehydration: Investigating the gypsum to bassanite transition. *American Mineralogist*, ۹۷(۴): ۵۹۸-۶۰۹



Using of visible and near infrared spectroscopy in Estimation of threshold friction velocity

Mansour Chatrenour¹, Ahmad Landi^{*2}, Aliakbar Noroozi³ and Hosseinali Bahrami⁴
PhD Graduated, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, .1

Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

2. Professor, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran and Dust research center, Shahid Chamran university of Ahvaz, Ahvaz, Iran

3. Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4 Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran,

Abstract

According to soil, climatic and management factors soil erodibility is variable.. The use of soil reflection spectra in estimating Threshold fraction velocity, reduces the cost and speed of operation. The aim of this study was estimating the Threshold fraction velocity and determining its key wavelengths in areas of prone to dust production in Khuzestan province. For this propose the main spectra was determined use Field spect instrument and the Threshold fraction velocity was determined using the wind tunnel. The main spectrum of soil samples was preprocessed with Savitzky-Golay filter (SG), the first derivative with the Savitzky-Golay filter (FD-SG), the second derivative with the Savitzky-Golay filter (SD-SG), the normalization of the standard method (SNV), and the continuum removed method (CR). The soil samples modeling was performed By using of three models contain: partial least squares regression, (PLSR), support vector Regression (SVR) and artificial neural network (ANN), The results showed The ANN model in the second derivative pre-processing ($RPD_{val}= 2.52$) and the SVR model in the main spectra ($RPD_{val}= 0.56$) had the best and lowest accuracy respectively. In the end, the key wavelength of Threshold fraction velocity of the region was obtained in the range of 1850 and 1930 nanometers

Keywords: Threshold fraction velocity, spectroscopy, Key wavelengths, Pre-processing, artificial neural network model.