تغییرات مکانی فرسایش‌پذیری ذاتی خاک در مقابل باد در دشت تبریز

عباس احمدی، داود حمیدی، علی اصغرجعفرزاده
به ترتیب عضو هیأت علمی، دانشجوی کارشناسی‌ارشد و عضو هیأت علمی، گروه علوم خاک، دانشگاه تبریز

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تغییرات مکانی فرسایش‌پذیری بادی خاک در دشت تبریز واقع در استان آذربایجان شرقی صورت پذیرفت. به این منظور ۴۲ نمونه خاک از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک در یک شبکه نمونه‌برداری آشیانه‌ای- شبکه‌بندی شده با فواصل ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ متری تهیه شد. برخی از خواص خاک مانند توزیع اندازه خاکدانه‌ها و سرعت آستانه فرسایش بادی و فرسایش‌پذیری ذاتی خاک تعیین گردید. سپس تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از نسبت وابستگی مکانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که الگوی گوسی و الگوی نمائی به ترتیب بهترین مدل برازش داده شده برای واریوگرام عامل فرسایش‌پذیری خاک و ذرات فرسایش‌پذیر می‌باشد و دامنه تاثیر برای ویژگی فرسایش‌پذیری خاک ۲۹۸۹ متر بوده و این ویژگی دارای وابستگی مکانی متوسط می‌باشد.

واژه های کلیدی: تونل باد، زمین‌آمار، فرسایش بادی، فرسایش‌پذیری بادی، کریجینگ.

مقدمه

منطقه دشت تبریز در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و یکی از مناطق مستعد به فرسایش بادی می‌باشد. عارضه‌های فرسایشی همچون تپه‌های ماسه‌ای فسیل شندآباد شبستر و تپه‌های فعال قوم تپه در نزدیکی تبریز نشان دهنده فعال بودن فرسایش بادی در منطقه در زمان حال و دوران‌های گذشته زمین‌شناسی است.

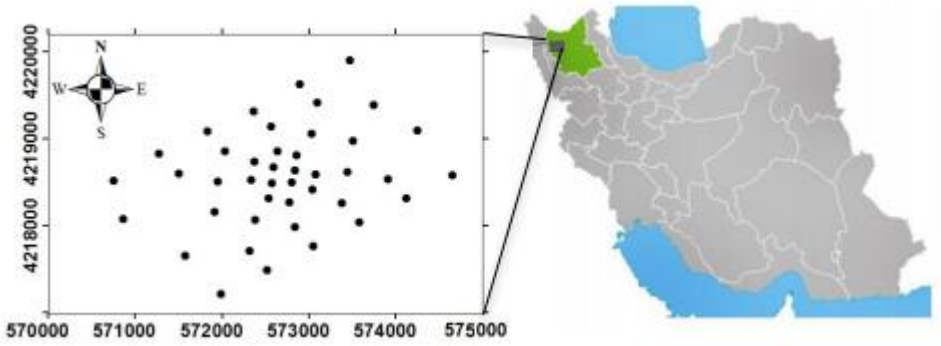
اولین گام در کنترل فرسایش بادی پهنه‌بندی منطقه از لحاظ حساسیت ذاتی خاک به فرسایش بادی است. حسینعلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۷) پیشنهاد کردند در مطالعاتی که نیازمند دقت بالا در برآورد فرسایش‌پذیری خاک هست، در صورت امکان از روش‌های زمین‌آماری در تهیه متغیرهای ورودی هر مدل فرسایش و رسوب استفاده شود. اما مطالعات و تحقیقات انجام شده در این زمینه بسیار اندک و پراکنده است (اسکیدمور، ۱۹۸۲). بنابراین تحقیق حاضر با هدف ارزیابی و تحلیل ساختار مکانی فرسایش‌پذیری ذاتی خاک در مقابل باد به عنوان یکی از جنبه‌های تخریب خاک، مقایسه روش‌های مختلف زمین‌آماری در برآورد آن و تهیه نقشه پراکنش مکانی فرسایش‌پذیری بادی ذاتی خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

دشت تبریز واقع در استان آذربایجان شرقی با وسعت ۱۰۰۰۰۰ هکتار و با متوسط میزان بارندگی سالیانه ۲۴۹ میلی‌متر، آب و هوا بر اساس سیستم‌های تقسیم بندی دومارتن و آمبرژه به ترتیب نیمه خشک و خشک سرد قرار دارد و یکی از مناطق مستعد فرسایش بادی می‌باشد. میانگین دمای ایستگاه هواشناسی تبریز در زمستان ۱/۹- درجه سلسیوس و در تابستان در ماه‌های تیر و مرداد ۲۵/۱ درجه سلسیوس می‌باشد و از سطح دریا ۱۳۵۰ متر ارتفاع دارد (فروغی‌فر و همکاران، ۱۳۹۰).

به منظور بررسی فرسایش‌پذیری بادی ذاتی خاک در منطقه مورد مطالعه، ابتدا مختصات نقاط نمونه‌برداری و مساحت منطقه توسط نرم افزار Arc GIS تعیین و موقعیت ۴۲ نقطه نمونه‌برداری بر اساس الگوی شبکه‌بندی منظم آشیانه‌ای ۶۰۰ و ۳۰۰، ۱۵۰ متری توسط سیستم موقعیت‌یاب جهانی GPS تعیین گردید. به این ترتیب، تعداد ۴۲ نقطه از منطقه مذکور نمونه‌برداری شد و سپس از هر نقطه حدوداً ۳۰ کیلوگرم از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک تهیه گردید. نمونه‌ها پس از

انتقال به آزمایشگاه، از الک هشت میلی‌متری عبور داده شد. برای تعیین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مقداری از خاک از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. سپس نمونه‌ها هوا خشک گردید.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی در دشت تبریز و محل نمونه‌ها

نمونه‌های خاک رد شده از الک ۸ میلی‌متری به صورت جداگانه در سینی تونل باد با ابعاد (۳×۴۰×۳۰) سانتی‌متر مکعب ریخته شد و سپس سطح آن تسطیح شد و با ترازو وزن اولیه سینی به همراه خاک اندازه گرفته شد. سپس بادی با سرعت ۱۲ متر بر ثانیه در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری از کف تونل ایجاد و نمونه‌ها در تونل باد به مدت ۱۰ دقیقه در معرض باد قرار گرفت پس از آزمایش، سینی به همراه خاک داخل آن دوباره وزن شد. اختلاف وزن سینی خاک اولیه و ثانویه آزمایش میزان هدر رفت خاک (به صورت جهشی، خزشی و مواد معلق) را نشان می‌دهد. فرسایش‌پذیری بادی ذاتی از معادله فرسایش بادی WEQ وودارف و سیدوی (۱۹۶۵) معادله (۱) محاسبه شد:

$$Qe = f\ (We, SIWE, SC,\ K, WC) \qquad (۱)$$

که در آن Qe: مقدار هدر رفت خاک (از تونل باد) از سطح خاک لخت و دست‌خورده (kg/m) است که تابعی از We: انرژی باد در طی آزمایش (g/S2)؛ SIWE: فرسایش‌پذیری بادی ذاتی شخم‌خورده فاقد پوشش سطح، سله و رطوبت (kg/m)(s2/g)؛ SC: میزان پوشش گیاهی سطح خاک (٪)؛ K: زبری سطح خاک (cm)؛ WC: شاخص بدون بعد سله و رطوبت خاک سطحی است. استعداد ذاتی خاک شخم خورده به فرسایش توسط بادی که توسط پوشش باقیمانده سطح، زبری، سله و رطوبت خاک محافظت نشده باشد را گویند، که از رابطه زیر محاسبه شد:

$$SIWE = \frac{Qe}{W_e\ (SC, K, WC)} \qquad (۲)$$

که در این رابطه SIWE فرسایش‌پذیری ذاتی خاک (kg/m)(s2/g) می‌باشد.

در این تحقیق نسخه ۵،۱ نرم‌افزار GS+ در قالب پنج مرحله اصلی کار گرفته شد. گام اول شامل تعیین خصوصیات آماری داده‌های ورودی، گام دوم شامل استخراج نیم‌تغییرنما و آنالیز نیم‌تغییرنما، گام سوم شامل درون‌یابی و انتخاب روش تحلیل مکانی، گام چهارم، ارزیابی روش‌ها و پارامترها و گام پنجم نیز شامل ترسیم نقشه می‌باشد.

سپس تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از شاخص نسبت وابستگی مکانی مورد بررسی قرار گرفت و برای تهیه نقشه‌های مورد نیاز از روش کریجینگ استفاده شد و در نهایت دقت نقشه‌ها با روش اعتبار سنجی تقاطعی ارزیابی گردید.

نتایج و بحث

در جدول (۱) توصیف آماری ویژگی‌های فیزیکی نمونه خاک مورد مطالعه ارائه شده است. کلاس‌های بافتی نمونه‌ها با استفاده از نرم افزار TAL به دست آمده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد، اختلاف زیادی بین نمونه‌ها از لحاظ کلاس‌های بافتی مشهود نیست، چراکه توزیع اندازه ذرات اولیه خاک بیشتر مربوط به فرایندهای خاکسازی می‌باشد و کل منطقه نیز در یک حوضه آبخیز قرار دارد که منشاء زمین شناسی و نیز فرایندهای خاکسازی نسبتا یکسانی را تجربه کرده است.

جدول ۱- توصیف آماری ویژگی‌های فیزیکی خاک در منطقه مورد مطالعه

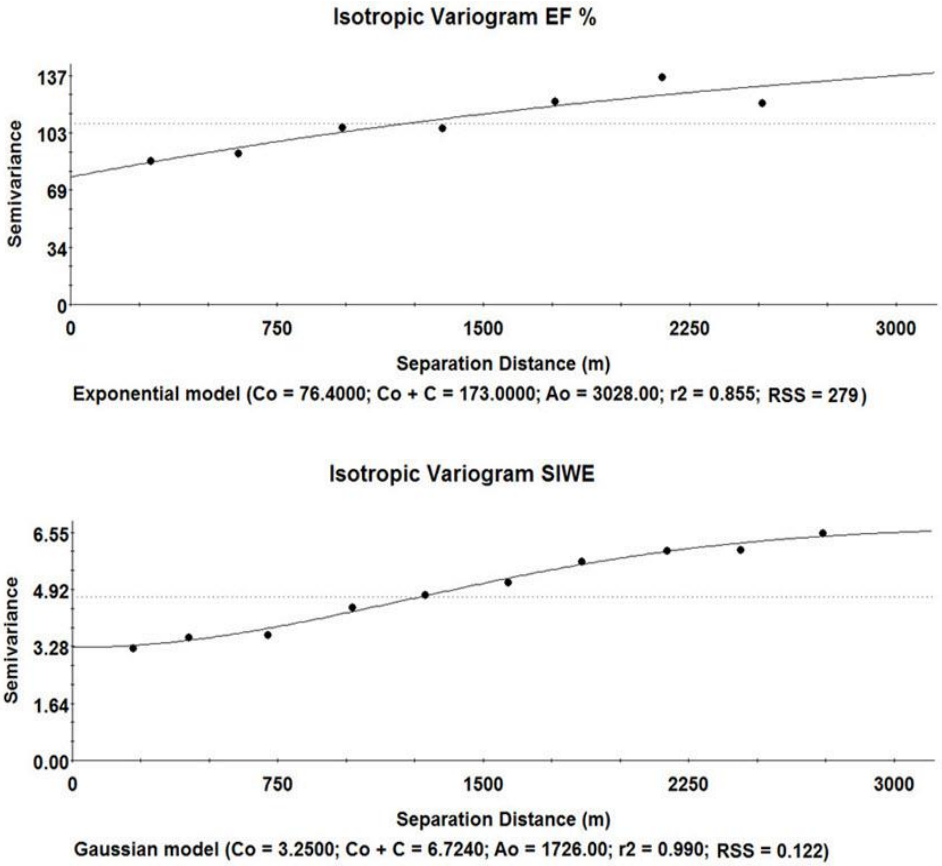
	حداقل	حداکثر	میانگین	میانگین خطا	انحراف معیار	واریانس	چولگی	کشیدگی
(mm) MWD	۰/۸۱	۱/۹۰	۱/۳۱	۰/۰۴۴	۰/۲۸	۰/۰۸	۰/۲۹	-۰/۶۹
(mm) GMD	۰/۶۲	۰/۶۸	۰/۶۵	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰	-۰/۰۷	-۱/۰۳
شن %	۰/۹۳	۱۰/۱۴	۴/۵۰	۰/۳۰۶	۱/۹۸	۳/۹۲	۰/۸۹	۰/۶۰
سیلت %	۱۰/۷۵	۴۳/۴۴	۲۱/۷۹	۱/۱۸۱	۷/۶۵	۵۸/۵۹	۰/۵۷	۰/۱۱
رس %	۴۸/۸۷	۸۶/۰۴	۷۳/۷۱	۱/۲۱۱	۷/۸۵	۶۱/۵۹	-۰/۶۶	۰/۹۰
سرعت آستانه فرسایش در ارتفاع ۳ متری (m/s)	۱۱/۳۸	۱۴/۲۰	۱۲/۶۴	۰/۱۱۹	۰/۷۷	۰/۵۹	۰/۴۲	-۰/۶۹
هدر رفت خاک از سینی (kg/m)	۰/۱۸	۱/۵۰	۰/۷۹	۰/۰۵۶	۰/۳۶	۰/۱۳	۰/۴۵	-۰/۷۷
فرسایش‌پذیری ذاتی خاک $\times 10^{-10}$ (kg/m)(s²/g)	۱/۵۲	۱۰/۱۴	۵/۳۷	۰/۳۳۵	۲/۱۷	۴/۷۰	۰/۳۰	-۰/۶۹
ذرات فرسایش‌پذیر %	۴۴/۲۲	۸۵/۱۶	۶۵/۲۵	۱/۶۰۴	۱۰/۴۰	۱۰۸/۱۶	-۰/۰۴	-۰/۸۳

میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها در حالت خشک (GMD) در خاک‌های مورد مطالعه بین ۰/۶۸- ۰/۶۲ میلی‌متر بوده و میانگین آن برابر ۰/۶۵ میلی‌متر به دست آمد. مقادیر GMD کوچکتر از مقادیر MWD است. چرا که اثر وزنی ذرات بزرگتر را حذف کرده و به واقعیت نزدیک‌تر است. این نشان دهنده آن است که دامنه اندازه خاکدانه اکثرا ریز است. هِویا و همکاران (۲۰۰۷) از میانگین هندسی قطر به عنوان شاخصی از خاکدانه‌سازی و فرسایش‌پذیری بادی استفاده کرده‌اند.

ویژگی‌های فرسایشی خاک‌های منطقه دشت تبریز در **Error! Reference source not found.** آورده شده است. سرعت آستانه فرسایش در ارتفاع ۳ متری از سطح زمین در خاک‌های مورد مطالعه بین ۱۴/۲۰- ۱۱/۳۸ متر بر ثانیه بوده و میانگین آن برابر ۱۲/۶۴ متر بر ثانیه بود. میزان هدر رفت خاک از سینی در خاک‌های مورد مطالعه بین ۱/۵۰- ۰/۱۸ کیلوگرم بر متر عرض بوده و میانگین آن برابر ۰/۷۹ کیلوگرم بر متر عرض بود. انرژی باد در تونل باد مورد استفاده بین $\times 10^{8}$ (۱۷/۵۸- ۱۰/۶۳) گرم بر مجذور ثانیه بوده و میانگین آن برابر $\times 10^{8}$ ۱۴/۴۷گرم بر مجذور ثانیه بود. درصد ذرات فرسایش‌پذیر در خاک‌های مورد مطالعه بین ۸۵/۱۶- ۴۴/۲۲ درصد بوده و میانگین آن برابر ۶۵/۲۵ درصد می‌باشد، که نشان‌دهنده فرسایش‌پذیری زیاد خاک‌های مورد مطالعه است.

محدوده فرسایش‌پذیری بادی اندازه‌گیری شده به وسیله دستگاه تونل باد دانشگاه تبریز در سرعت ۱۲ متر بر ثانیه و ارتفاع سه متری برای خاک‌های مورد مطالعه بین $(kg/m)(s^2/g)$ $\times 10^{-10}$ (۱۰/۱۴ - ۱/۵۲) بوده و میانگین آن برابر $(kg/m)(s^2/g)$ $\times 10^{-10}$ ۵/۳۷ بود.

بررسی ناهمسانگردی تمام متغیرها با استفاده از تغییر نمای سطحی هیچ گونه ناهمسانگردی در متغیرها مشاهده نشد. پارامترهای آستانه فرسایش بادی، هدر رفت خاک از سینی و ذرات فرسایش‌پذیر دارای روند می‌باشند، زیرا واریوگرام این پارامترها به سقف معینی نرسید و دارای روند می‌باشد و به همین دلیل جهت برآوردهای زمین‌آماری برای این متغیرها از روش کریجینگ جهانی استفاده شد و روند بین داده‌ها حذف شد. همان طور که نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد ذرات فرسایش‌پذیر، هدر رفت خاک از سینی و فرساشی‌پذیری ذاتی خاک دارای وابستگی مکانی متوسط می‌باشد.

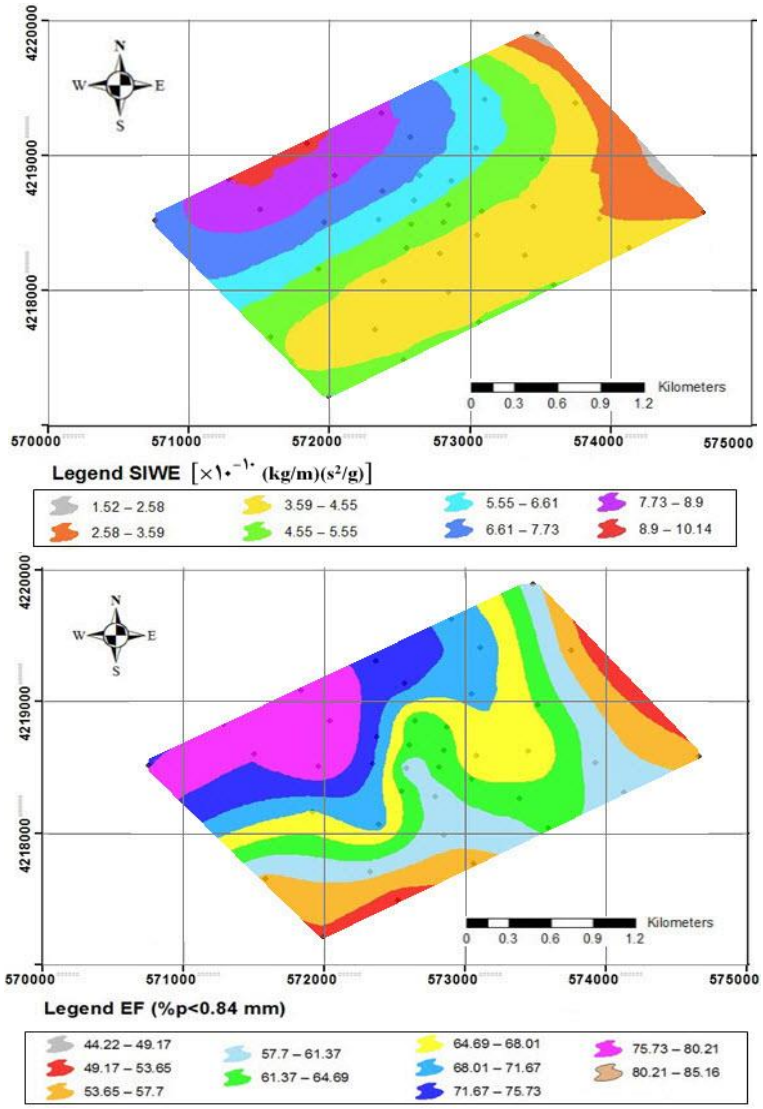


شکل ۲- به ترتیب واریوگرام پارامترهای فرسایش‌پذیری ذاتی خاک در مقابل باد (بالا) و درصد ذرات فرسایش‌پذیر (پایین)

جدول ۲- پهنه‌بندی ویژگی‌های مورد بررسی خاک

	مدل واریوگرام	اثر قطعه‌ای (C_0)	آستانه (C)	دامنه تاثیر (m)	نسبت (%) $\frac{C_0}{C+C_0}$	R^2	RSS
ذرات فرسایش‌پذیر%	نمائی	۷۶/۴	۱۷۳/۰	۹۰۸۴	۴۴/۱۶	۰/۸۵۵	۲۷۹
فرسایش‌پذیری‌ذاتی‌خاک $(kg/m)(s^2/g)\times10^{-10}$	گوسی	۳/۲۵۰	۶/۷۲۴	۲۹۸۹	۴۸/۳۳	۰/۹۹۰	۰/۱۲۲
سرعت آستانه فرسایش (m/s)	خطی	۰/۵۸۵	۰/۵۸۵	۲۵۱۰	۱۰۰	۰/۵۷۰	$۴/۱۹\times10^{-3}$
هدر رفت خاک از سینی (kg/m)	کروی	۰/۰۹۶	۰/۲۱۴	۶۰۵۶	۴۴/۸۶	۰/۹۸۴	$۵/۵۲\times10^{-5}$

.



شکل ۳- نقشه پهنه‌بندی پارامترهای فرسایش‌پذیری بادی ذاتی خاک و ذرات فرسایش‌پذیر با روش کریجینگ

منابع

حسینعلی‌زاده م، ایوبی ش و اونق م، ۱۳۸۷. مقایسه روش‌های زمین‌آمار، مرسوم و مورگان– فینی در برآورد فرسایش‌پذیری خاک. مجله علوم و کشاورزی منابع طبیعی، جلد۱۵شماره ۱. ویژه نامه منابع طبیعی.

فروغی‌فر ح، جعفرزاده ع‌ا، ترابی گلسفیدی ح، علی‌اصغرزاد ن، تومانیان ن و دواتگر ن، ۱۳۹۰. تغییرات مکانی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی در شکل‌های اراضی مختلف دشت تبریز. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۱، شماره ۳. صفحه ۱-۲۱.

Ahmadi A, Neyshabouri MR, Rouhipour H and Asadi H, 2011. Fractal dimension of soil aggregates as an index of soil erodibility. Journal of Hydrology 400(3): 305-311.

Hevia G, Mendez M and Buschiazzo D, 2007. Tillage affects soil aggregation parameters linked with wind erosion. Geoderma 140(1-2): 90-96.

Skidmore E and Powers D, 1982. Dry soil-aggregate stability: energy-based index. Soil Sci. Soc. Am. J. 46(6): 1274-1279.

Spatial variability of soil inherent wind erodibility

A. Ahmadi[1], D. Hamidi[2] and A. A. Jafarzadeh[1]

1- Faculty Members and 2- former M.Sc. Student respectively, Department of Soil Science, University of Tabriz

Abstract

This study was conducted to investigation of spatial variability of the wind erodibility of soil and its related soil properties, in Tabriz Plain which was located in east Azerbaijan province of Iran. For this reason 42 soil samples at 0-10 cm of soil depth at a nested- systematic design with a distance about 150, 300 and 600 meters from each other were collected. Some soil properties such as primary soil particles, aggregates size distributions, threshold velocity of soil erosion by wind and soil inherent wind erodibility were determined. Then spatial variability of the determined soil properties was investigated by the spatial correlation analysis. Results showed that the Gaussian and Exponential models are the best models for semivariogram of the soil erodibility factor and erodible particles fraction, respectively. The range of the semivariogram for soil erodibility was 2989 meters, which it represents moderate spatial correlation.

Keywords: Wind tunnel, Geostatistics, Wind erosion, Wind erodibility, Kriging.