

انجام شد. از نمایه‌های میانگین مطلق اشتباهات، میانگین اریبی اشتباهات، مجذور میانگین اشتباهات، ریشه دوم میانگین مربع خطا و ضریب تبیین به منظور کنترل و اعتبارسنجی نیم تغییرنماها استفاده گردید. نتایج نشان داد که در دشت سرهای پوشیده، کاهش پوشش سنگفرش تا مرز ۲۰ درصد نقش حفاظتی چندانی برای این عامل نداشته و ارتباط پوشش سنگفرش و عامل K معنی‌دار نبود. در حالی که در دشت سرهای آپانداژ و لخت با سنگفرش بیش از ۵۰ درصد، عامل K کم تا ناچیز بود. این در حالی است که در صورت اختلاط سنگفرش با شخم اراضی مقدار K تا ۱۰ برابر مقدار طبیعی افزایش یافت. برازش مدل بر تغییرنماهای مختلف نیز نشان داد که توزیع سنگفرش بیابانی با مدل گوسی قابل توجیه است. در مجموع استفاده از روش کریجینگ معمولی، روش مناسب‌تری در پهنه‌بندی عامل فرسایش‌پذیری و عوامل مؤثر در آن است.

واژه‌های کلیدی: پوشش سنگفرش، عامل فرسایش‌پذیری خاک، کریجینگ معمولی، درون‌یابی، یزد.

مقدمه

یکی از عوامل اصلی و مؤثر در ایجاد فرسایش آبی، فرسایش‌پذیری خاک است که وابستگی زیادی به ویژگی‌های ذاتی خاک دارد. با شناخت و ارزیابی این عامل، بهتر می‌توان از طریق راهکارهای اصولی از زیان‌های مختلف فرسایش جلوگیری کرد و یا آن را به حداقل ممکن رسانید. فرسایش‌پذیری خاک به عنوان جزء جدانشدنی فرسایش خاک محسوب می‌شود. تاکنون روش‌های مختلفی به صورت مستقیم (اندازه‌گیری) یا غیر مستقیم (استفاده از مدل) برای تعیین عامل فرسایش‌پذیری خاک معرفی شده است. روش‌های مستقیم علی‌رغم دقت مناسب، به سبب وقتگیر بودن و جنبه‌های اقتصادی زیاد مورد توجه نمی‌باشد، لیکن استفاده از مدل‌ها هر روز توسعه بیشتری پیدا می‌کند [۱۰].

فرسایش‌پذیری از عوامل کلیدی دخیل در برخی مدل‌های فرسایش و رسوب از جمله $USLE^5$ ، $RUSLE^6$ ، $MUSLE^7$ و $MPSIAC^8$ و تابعی از توزیع اندازه ذرات، ماده آلی، ساختمان و نفوذپذیری است. با کمک علم آمار و به صورت تخصصی‌تر، از علم

اثر سنگفرش سطحی بر عامل فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از زمین آمار

(مطالعه موردی بخشی از حوزه دشت یزد - اردکان)

فرزانه فتوحی^۱، حمیدرضا عظیم زاده^۲، علی طالبی^۳ و محمدرضا اختصاصی^۴
 تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۹/۱۲

چکیده

عامل فرسایش‌پذیری معادله جهانی تلفات خاک یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در برآورد فرسایش آبی است که در مدل USLE و نسخ مختلف آن استفاده می‌شود. تغییرات مکانی عامل K و شناسایی عوامل مؤثر در آن موضوع اصلی مقاله حاضر است. یکی از متغیرهایی که همواره در برآورد صحیح این عامل مدنظر قرار نمی‌گیرد، تراکم پوشش سنگفرش سطحی به عنوان عامل طبیعی حفاظت خاک است. برآورد تغییر عامل K در اثر تغییر کاربری اراضی ناشی از شخم اراضی و اختلاط آن با خاک زیرین از جمله اهداف دیگر این مقاله می‌باشد. بدین منظور پژوهش حاضر در مقطعی از دشت یزد - اردکان شامل سه نوع دشت سر پوشیده، آپانداژ و لخت با تراکم متفاوت سنگفرش انجام شد. روش نمونه‌برداری از نوع طبقه‌بندی - تصادفی و بر اساس آزمون کفایت نمونه ۳۷ نقطه با توزیع تاحدودی یکنواخت از خاک سطحی تا عمق ۱۰ سانتی‌متری برداشت گردید. نفوذپذیری با استفاده از روش استوانه مضاعف، درصد پوشش سنگفرش سطحی در دو حالت طبیعی و شخم خورده با استفاده از نمایه‌های دفترچه مانسل اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و دانه‌بندی به روش آب سنجی، مواد آلی به روش‌های استاندارد آزمایش شد. با استفاده از تغییرنماهای ArcGIS ۹.۳ و Surfer ۹.۰ الگوی تغییرات تعیین و پهنه‌بندی به روش کریجینگ معمولی برای عامل K و عوامل مؤثر در آن

۱-نویسنده مسئول و دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد - farzaneh.fotouhi@gmail.com - ۰۹۱۳۲۵۹۵۰۳۹
 ۲- استادیار گروه محیط‌زیست و پژوهشکده مناطق خشک و بیابانی دانشگاه یزد - hazimzadeh@yazduni.ac.ir - ۰۳۵۱-۸۲۱۰۶۹۸
 ۳- استادیار گروه آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد
 ۴- دانشیار گروه آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد

5- Universal Soil Loss Equation

6- Revised USLE

7- Modified USLE

8- Modified Pacific South- West Inter Agency Committee

شده (۲/۴۳ کیلومتر) کمتر از مقدار برآوردی (۱۱/۵۱ کیلومتر) می‌باشد. جمع زیادی از پژوهشگران از فناوری زمین آمار جهت تعیین تغییرات مکانی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک [۹، ۱۸]، ویژگی‌های هیدرولیکی خاک [۴، ۲۶، ۳۴]؛ کربن آلی خاک [۳۸]، فرسایش و رسوب [۳۶؛ ۱۳] و فرسایش‌پذیری خاک [۲۵، ۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۲] استفاده نموده‌اند.

در مناطق خشک و فراخشک به پوشش سنگفرش به عنوان یک عامل حفاظتی کمتر توجه می‌شود در صورتی که نقش آن در حفاظت خاک نقشی ارزنده و قابل توجه است. ضرورت این پژوهش به منظور تعیین نقش سنگفرش در مهار فرسایش قابل بررسی است.

این پژوهش همچنین جهت بررسی تغییرپذیری مکانی فرسایش‌پذیری خاک به کمک فناوری زمین آمار با رسم تغییرنماهای همه‌جته کلیه متغیرهای دخیل در عامل K با هدف بررسی توزیع مکانی، ناهمسانگردی هندسی و منطقه‌ای آن‌ها در بخشی از حوزه دشت یزد- اردکان صورت گرفته است.

این منطقه در بخشی از دشت یزد- اردکان و به عنوان یکی از دشت‌های نمونه مناطق خشک و فراخشک دارای اهمیت است. وجود سه نوع دشت‌سر (فرسایشی، آپانداژ و پوشیده) با ویژگی‌ها مختلف در یک ترانسکت طولی به منظور تعیین نقش سنگفرش سطحی و تأثیر آن بر عامل K و دسترسی راحت در طول منطقه با جاده موجود، امتیازی است که منطقه فوق را برای انجام این پژوهش مناسب ساخته است.

مواد و روش‌ها

۱- مشخصات کلی منطقه

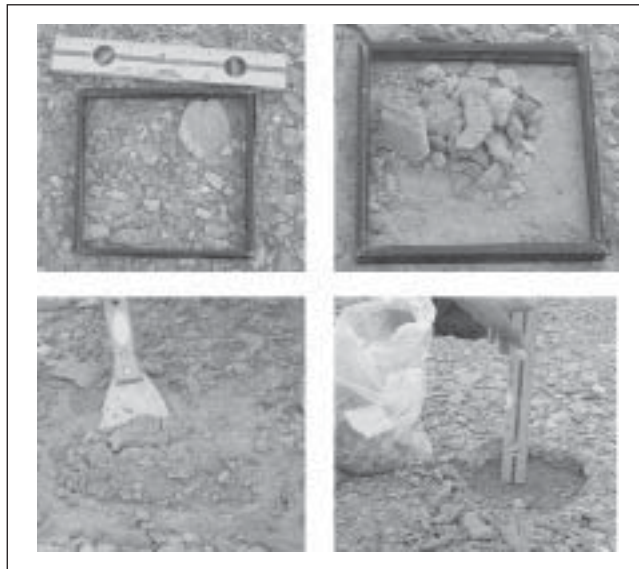
منطقه مورد مطالعه واقع در ۲۰ کیلومتری شهر یزد در عرض $31^{\circ} 50' 14''$ تا $32^{\circ} 04' 17''$ شمالی و طول $59^{\circ} 09' 53''$ تا $54^{\circ} 14' 13''$ شرقی واقع شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

زمین آمار^۱ می‌توان اطلاعات نقطه‌ای موجود در منطقه مطالعاتی از عامل فرسایش‌پذیری خاک را به نقشه پیوسته از آن تبدیل نمود. به عبارت دیگر با عمل درون‌یابی، نقشه‌ای پیوسته از عامل برای منطقه مطالعاتی تهیه نمود. علاوه بر آن، این امکان وجود دارد تا میزان دقت هر نقشه را بدست آورد و میزان سطح اطمینان آن را مشخص نمود. بدین ترتیب جهت توصیف و نمایش مکانی متغیرهای مورد نظر، مقادیر آن‌ها را می‌توان در نقاطی که نمونه‌برداری نشده‌اند، با در نظر گرفتن اطلاعات موجود از محل‌های نمونه‌برداری شده با استفاده روش کریجینگ، برآورد نمود [۵، ۶، ۷، ۱۱، ۱۴]. با توجه به مطالب ذکر شده در بررسی تغییرات مکانی فرسایش‌پذیری خاک، پژوهش‌های اندکی صورت گرفته است. جوادی و همکاران [۱۵] در پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیدند که پوشش سنگفرش ضمن کاهش فرسایش‌پذیری به صورت مستقیم، به طور غیرمستقیم نیز فرآیند فرسایش آبی را با اثر بر ویژگی‌های فیزیکی خاک از قبیل ظرفیت نفوذپذیری، شدت نفوذ آب به خاک، سله‌بندی و همچنین خواص آب شناختی سطح خاک تحت تأثیر قرار می‌دهد. عظیم‌زاده و همکاران [۱] از روش کریجینگ به منظور برآورد درصد سنگفرش بیابانی و سرعت آستانه فرسایش بادی در منطقه‌ی ابراهیم‌آباد مهریز استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که استفاده از زمین آمار و روش کریجینگ معمولی، شیوه مناسب و دقیقی جهت تهیه نقشه عامل‌های مناسب در فرسایش بادی از جمله توزیع پوشش سنگفرش بیابانی و خطوط هم سرعت آستانه فرسایش بادی می‌باشد. صارمی و همکاران [۳۰] با استفاده از علم زمین آمار به پهنه‌بندی سرعت آستانه فرسایش بادی در محدوده شهر یزد پرداختند. نتایج آن‌ها با توجه به مقادیر RMSE^۲ و MAE^۳ نشان داد که مناسب‌ترین روش جهت درون‌یابی، روش کریجینگ با مدل کروی می‌باشد. میلر و دوناهو [۲۳] در پژوهشی به وجود ساختار مکانی برای توزیع اندازه ذرات پی برده‌اند. رحمان و همکاران [۲۷] در نتایج پژوهش خود به وجود همبستگی مکانی در مورد مواد آلی اشاره کرده‌اند. ویه [۳۳] در بررسی تغییرات مکانی فرسایش‌پذیری خاک، مدل نمایی را برای متغیر رس به عنوان یک مدل بهینه انتخاب کرده است. مارتینز‌زاولا و جردن [۲۱] با بررسی اثر اجزاء سنگی بر روی رواناب، نفوذپذیری و فرسایش بین شیاری به وسیله شبیه‌ساز باران نشان دادند که پوشش سنگ و سنگریزه در سطح خاک نفوذپذیری را افزایش و فرسایش خاک را کاهش داده است. واعظی و همکاران [۳۲] با مقایسه تغییرپذیری مکانی عامل فرسایش‌پذیری خاک برآورد شده و اندازه‌گیری شده در USLE در شمال غربی ایران به این نتیجه رسیدند که شبیه‌ساز نمایی مناسب‌ترین مدل برای نشان دادن تغییرات مکانی فرسایش‌پذیری برآورد و اندازه‌گیری شده است. در پژوهش مورد اشاره، شعاع تأثیر تغییرات مکانی فرسایش‌پذیری اندازه‌گیری

- 1- Geostatistic
- 2- Root Mean Square Error
- 3- Mean Absolute Error



شکل ۲- نحوه نمونه برداری از خاک سطحی

از خاک سطحی و همچنین پلات گذاری برای تعیین درصد سنگفرش سطحی را نشان می دهد.

۳. عملیات آزمایشگاهی و محاسباتی

پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه، آزمایش های لازم روی آنها مطابق جدول استاندارد انجام گرفت. توزیع دانه بندی خاک به روش آب سنجی [۹]، درصد ماسه خیلی ریز با استفاده از الک تر، درصد ماده آلی به روش والکی بلاک^۱ تعیین گردید [۱۸]. سپس عامل فرسایش پذیری از فرمول ذیل محاسبه گردید.

$$K = \frac{\{2.1M^{1.14}(10^{-4})(12-a)+3.25(b-2)+2.5(c-3)\}}{100} \quad (1)$$

که در آن M ، a ، b و c به ترتیب حاصلضرب مجموع درصد سیلت و ماسه بسیار ریز در ۱۰۰ منهای درصد رس، درصد مواد آلی، کد ساختمان و کد نفوذپذیری نیمرخ خاک است. در این معادله عامل فرسایش پذیری خاک (K) در نظام امریکایی بر حسب ۰/۱ تن ساعت بر فوت تن اینچ می باشد. به منظور تبدیل واحد K از نظام امریکایی به نظام بین المللی از ضریب ۰/۱۳۱۷ استفاده شد. واحد K در نظام بین المللی تن ساعت بر مگاژول میلی متر می باشد [۲۳]. برای لحاظ نمودن تأثیر سنگفرش بر فرسایش پذیری خاک، ضریب درصد سنگفرش سطحی تعیین و اعمال گردید [۲۲].

۴. تجزیه و تحلیل های آماری

جهت ارزیابی کفایت نمونه ها از آزمون کفایت طبق معادله زیر استفاده شد [۱۷].

$$n = (t_{\alpha})^2 \times \frac{s^2}{d^2} \quad (2)$$

n و s ، d ، t_{α} به ترتیب مقدار t از جدول استودنت بر اساس

1- Walkly-Black

حداکثر ارتفاع این ترانسکت در بخش مجاور کوهستان، ۱۷۸۳ متر و حداقل آن با ارتفاع ۱۱۴۱ متر در محل حاشیه رخساره تپه های ماسه ای در مجاور جاده یزد- اردکان بوده و مساحت این مقطع طولی، ۲۰۸ کیلومتر مربع است.

متوسط بارندگی محدوده مطالعاتی از ۵۰ تا بالغ بر ۱۲۰ میلیمتر در سال متفاوت بوده و شدت بارش به گونه ای است که توانسته آبراهه ها و گالی هایی را در سطح دشت بوجود آورد. شکل (۱) موقعیت مقطع مورد مطالعه را در استان یزد نشان می دهد.

۲. عملیات صحرائی

در این پژوهش در ابتدا به کمک نقشه های توپوگرافی، عکس های هوایی، تصاویر ماهواره ای ETM* با استفاده از نرم افزار ArcGIS۹،۳ مرز منطقه مطالعاتی را مشخص و نقشه های واحدهای سنگ شناسی، زمین شناسی و رخساره های زمین ریخت شناختی بر اساس نظام مختصات UTM از منطقه مطالعاتی تهیه گردید. سپس با کمک نقشه های مذکور، با استفاده از روش نمونه برداری طبقه بندی- تصادفی، نمونه های خاک تا عمق ۱۰ سانتی متری در درون رخساره ها برداشت شد. در همین عمق، مشخصات ساختمان سطحی خاک بر اساس اندازه و شکل خاکدانه ها به عنوان متغیر مؤثر در فرسایش پذیری مورد بررسی قرار گرفت [۳]. نفوذپذیری خاک بر اساس سرعت نفوذ نهایی با روش استوانه های مضاعف در صحرا اندازه گیری گردید [۳۴]. اندازه گیری پوشش سنگفرش در پلات های ۲۰×۲۰ سانتی متر در سانتی متر انجام شد. پس از مشخص نمودن محدوده ی پلات مورد نظر، با استفاده از نمایه های دفترچه مانسل درصد پوشش سنگفرش سطحی در دو حالت طبیعی و دست خورده اندازه گیری شد [۸]. سپس کدهای ساختمان خاک نیز بر اساس اندازه و شکل خاکدانه ها و نفوذ آب در خاک از جداول پیشنهادی ویشمایر و اسمیت تعیین گردید [۳۷]. شکل (۲) نحوه نمونه برداری

و ضریب تبیین (R) انجام شد [۳۲]:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Z^*(x_i) - Z(x_i)| \quad (5)$$

$$MBE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z^*(x_i) - Z(x_i)) \quad (6)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z^*(x_i) - Z(x_i))^2 \quad (7)$$

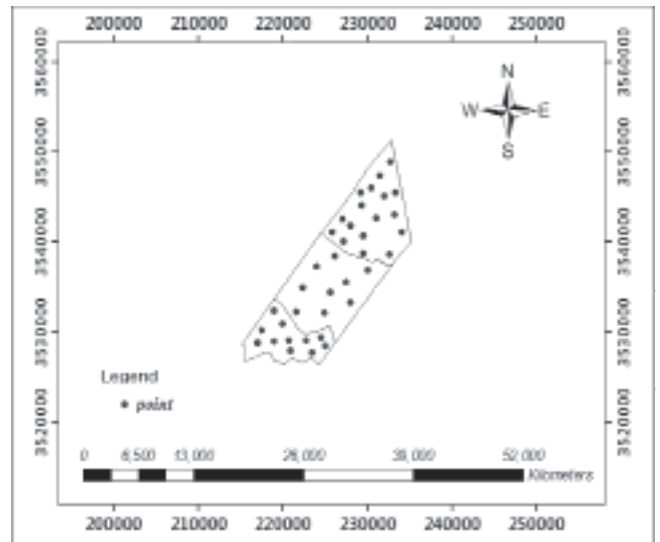
$$RMSE = \left[\frac{\sum (Z^*(x_i) - Z(x_i))^2}{n} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

که در آن $Z(x_i)$ ، $Z^*(x_i)$ ، $Z(x_i)Z(x_i)$ و $Z^*(x_i)Z^*(x_i)$ به ترتیب مقدار برآورد شده، مقدار اندازه‌گیری شده متغیر مورد نظر و تعداد داده‌ها می‌باشد.

مقادیر MAE و MBE در حالت ایده‌آل بایستی مساوی صفر باشد. مقادیر مثبت یا منفی قابل توجه آن‌ها به ترتیب نشان‌دهنده برآورد بیشتر^۶ یا کمتر از مقدار واقعی^۷ می‌باشد. در واقع MAE معرف دقت روش و مقدار متوسط خطاست که هر چه به صفر نزدیکتر باشد، دقت بیشتر است. MBE نشانگر میانگین انحراف معیار مقدار برآوردی از مقدار مشاهده شده است که به طور قطع هر چه کمتر باشد، نشان‌دهنده دقت بیشتر می‌باشد.

به منظور رسم و تدقیق تغییرنا از نرم افزارهای ArcGIS 9.3، Surfur 9.0 استفاده شد. پس از آماده‌سازی داده‌ها تغییرناهای مختلف رسم و دقت آن‌ها به صورت بصری یا با استفاده از نمای‌های آماری، مانند میانگین حداقل مربعات انتخاب گردید. جهت بررسی تغییرات مکانی و تهیه پهنه‌بندی و نقشه فرسایش پذیری خاک از بین روش‌های درون‌یابی، روش کریجینگ^۸ به کار گرفته شد.

کریجینگ روش برآورد زمین‌آماري است که با استفاده از مقادیر معلوم و نیم تغییرنا، مقادیر مجهول را برآورد می‌کند. روش کریجینگ بر اساس میانگین متحرک وزنی بوده و می‌توان آن را بهترین تخمینگر خطی نااریب^۹ (B.L.U.E) با کمترین مقدار واریانس خواند. بنابراین بایستی عاری از خطای نظام‌مند باشد. همچنین واریانس برآورد نیز باید حداقل باشد. بنابراین برای شرط عاری از خطا بودن، باید میانگین خطای برآورد صفر باشد. ضمن آنکه، شرط نااریبی کریجینگ، محدودیت برابری مجموع ضرایب برآورد باید مساوی یک را اعمال کند. شرط استفاده از این تخمینگر آن است که متغیر Z توزیع نرمال داشته باشد. در صورتی که متغیر مورد نظر توزیع نرمال نداشته باشد، باید از کریجینگ غیر خطی استفاده نمود یا با استفاده از روش‌های تبدیل داده‌ها، توزیع متغیر مورد نظر را تبدیل به نرمال نمود و آنگاه روی داده‌های تبدیل یافته کریجینگ خطی انجام داد.



شکل ۳- نقشه پراکنش نقاط نمونه برداری شده از منطقه

انجام شود.

۵. تجزیه و تحلیل‌های زمین آماری

تجزیه و تحلیل همبستگی مکانی و ابزار پژوهش در شرایط صدق فرضیات پایایی، تغییرنا^۱ است. تغییرنا به بررسی و شناخت ویژگی‌های ساختاری متغیر ناحیه‌ای می‌پردازد و چگونگی تغییرات آن را بیان می‌کند. اگر تغییرنا به سقف معینی برسد و در نتیجه دامنه تأثیر مشخصی داشته باشد، ساختار فضایی و شرایط صدق فرضیه ذاتی می‌تواند وجود داشته باشد. با توجه به این که محاسبه نیم تغییرنا^۲ برای همه جامعه مورد مطالعه امکان‌پذیر نبود، نیم تغییرنا در یک فاصله تفکیک مشخص به وسیله تابع زیر برآورد گردید [۲].

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (3)$$

که در آن $\gamma(h)$ مقدار نیم تغییرنا برای جفت نقاطی با فاصله h از هم، $n(h)$ تعداد زوج نقاطی که با فاصله h از هم قرار دارند، $Z(x_i)$ مقدار مشاهده شده متغیر x و $Z(x_i + h)$ مقدار مشاهده شده متغیری با فاصله h از x می‌باشد. به ازای هر مقداری از h (فاصله)، عبارت $[Z(x + h) - Z(x)]$ دارای واریانس معینی بوده که بستگی به مختصات ندارد، بلکه تابعی از h می‌باشد:

$$\{Z(x + h) - Z(x)\} = 2\gamma(h) \quad \text{Var} \quad (4)$$

ارزیابی اعتبار مدل و برآوردها با محاسبه آماره‌ای میانگین مطلق اشتباهات (MAE)، میانگین اریبی اشتباهات (MBE)، مجذور میانگین اشتباهات (MSE)، ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE)

- 6-Overestimate
- 7-Underestimate
- 8- Kriging
- 9- Best Linear Unbiased Estimator

- 1-Kolmogorov-Smirnov
- 2-Variogram
- 3-Semi variogram
- 4- Mean Bias Error
- 5- Mean Square Error

نتایج و بحث

جدول (۱) نتایج آزمون کفایت نمونه‌ها را نشان می‌دهد. نتایج نرمال بودن متغیرهای مورد بررسی به روش کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد کلیه متغیرها به جزء درصد مواد آلی و عامل فرسایش‌پذیری دارای توزیع نرمال بوده است. لذا به منظور رسم تغییرنمای دو عامل مواد آلی و فرسایش‌پذیری از تبدیل جذری آن استفاده گردید.

جدول ۱- نتایج آزمون حد کفایت ویژگی‌های نمونه‌های خاک

$$(t_{0.05,10} = t_{0.05,10} = 1/68)$$

متغیرهای فیزیکی - شیمیایی خاک (درصد)	تعداد نمونه برداشت شده	واریانس نمونه	حد کفایت نمونه (n)
ماسه	۳۷	۲۵۹/۶	۳۷
رس	۳۷	۳۹/۸	۲۸
سیلت	۳۷	۱۳۶/۹	۳۲
مواد آلی	۳۷	۰/۱	۳۳

جدول (۲) ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سه دشت سر لخت، آپانداز و پوشیده را در محدوده مطالعاتی نشان می‌دهد. نتایج تجزیه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نشان داد که خاک‌ها به‌طور عمده دارای بافت سبک ماسه‌ای تا لوم ماسه‌ای با ماده آلی کم است. خاک‌های مورد بررسی از نظر شکل ساختمانی دانه‌ای و اسفنجی خیلی ریز تا ریز بوده و کد ساختمانی آن‌ها مطابق راهنمای تعیین ضریب K برابر ۲ و ۱ بود. نفوذپذیری نیم‌رخ خاک زیاد تا خیلی زیاد (۱۸/۴ سانتی‌متر در ساعت) و بر اساس راهنمای تعیین ضریب K به‌طور غالب در کلاس ۱، ۲ و در برخی موارد در کلاس ۳ قرار دارد.

ساختار سطحی در دشت‌سرهای لخت عمدتاً توسط اجزاء درشت سنگی ۸۰ تا ۱۰۰ درصد پوشیده است. دلیل این امر نزدیکی به واحد کوهستان می‌باشد، ضمن اینکه با گذشت زمان، فرسایش سبب کنده شدن و انتقال ذرات ریزدانه سطحی گردیده و به تدریج امکان تجمع ذرات درشت دانه را در سطح فراهم نموده است. دشت‌سرهای آپانداز سنگفرش متوسط و در حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد سطح را پوشش می‌دهد. این در حالی است که دشت‌سرهای پوشیده دارای سنگفرش ریز تا متوسط و ناپایدار است که از حالت بدون پوشش تا حدود ۱۰ درصد سطح توسط سنگفرش پوشیده شده است. نتایج بررسی‌های صحرائی نشان داد در دشت‌سرهای لخت حدود دو سوم از حجم اجزاء سنگی در خاک درگیر است و یک سوم آن آزاد می‌باشد. این در حالی است که در دشت‌سرهای آپانداز و پوشیده بخش درگیر در خاک اجزاء سنگی کمتر است. فرسایش‌پذیری در دو حالت طبیعی و خاک شخم خورده تعیین شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

شکل (۴) و جدول (۳) به ترتیب تغییرنمای همه‌جتهه و متغیرهای مربوط به آن را در مورد عامل درصد رس، مواد آلی، پوشش

سنگفرش، مجموع ماسه خیلی ریز و سیلت و عامل فرسایش‌پذیری اصلاح شده خاک با در نظر گرفتن سنگفرش بیابانی (K_{adj}) را نشان می‌دهد.

از آن‌جا که در حالت طبیعی در سطح خاک سنگفرش نقش حفاظتی خود را ایفا می‌کند و تغییر کاربری با اختلاط خاک اثر سنگفرش را از بین می‌برد. لذا، فرسایش‌پذیری خاک در حالت دست‌خورده و اختلاط تا حدود ۱۰ برابر افزایش نشان می‌دهد. بدین ترتیب اختلاط خاک سطحی و از بین رفتن اثر سنگفرش بیابانی فرسایش خاک را تا ده برابر افزایش می‌دهد. این اختلاف بسیار قابل ملاحظه است.

مدل برازش داده شده بر تغییرنمای مجموع ماسه خیلی ریز و سیلت، ماده آلی، رس و عامل فرسایش‌پذیری کروی است در حالی که تغییرنمای پوشش سنگفرش دارای مدل گوسی است. از آنجا که نیم تغییرنما در زمین آمار دارای اهمیت شایانی است دقت در برازش مدل موجب ایجاد نقشه‌های با دقت بالاتری خواهد شد (شکل ۴). همان‌طور که در جدول (۳) نشان داده شده است، ساختار گوسی برای عامل پوشش سنگفرش و برای سایر عوامل، ساختار کروی به عنوان بهترین مدل روی نقاط برازش داده شده و عامل‌های مورد مطالعه از فاصله ۱۸۰۰ تا ۳۵۰۰ متر ساختار وابسته به مکان نشان می‌دهد. جهت کنترل اعتبار تغییرنماهای ترسیم شده روش کریجینگ بکار گرفته و سپس با استفاده از روش ارزیابی دو جانبه^۱ و متغیرهای MAE، MBE، MSE، RMSE و R^۲ صحت الگوی برازش داده شده بررسی و در جدول (۴) نشان داده شده است.

همان‌گونه که در جدول (۴) مشخص است، از لحاظ نمایه MAE تغییرنماهای ایجاد شده دارای خطای قابل ملاحظه‌ای نبوده و از دقت کافی برخوردار است.

عوامل مورد بررسی از لحاظ نمایه آماری MBE نیز نشان از انحراف کم مقادیر برآوردی از مشاهده شده در پهنه‌بندی دارد. در عمل هیچ‌گاه مقدار این دو آماره صفر نخواهد شد. ایساکس و سربوستاوا [۱۴] پیشنهاد کردند که MAE و RMSE می‌تواند به عنوان معیاری که هر دو ویژگی انحراف (اریبی) و دقت برآورد را در بردارند، برای مقایسه دقت برآورد عامل‌های مختلف بکار روند. مقادیر حاصل از شاخص RMSE نیز نمایه‌های آماری دیگر را در دقت کافی تغییرنماها تأیید می‌نماید.

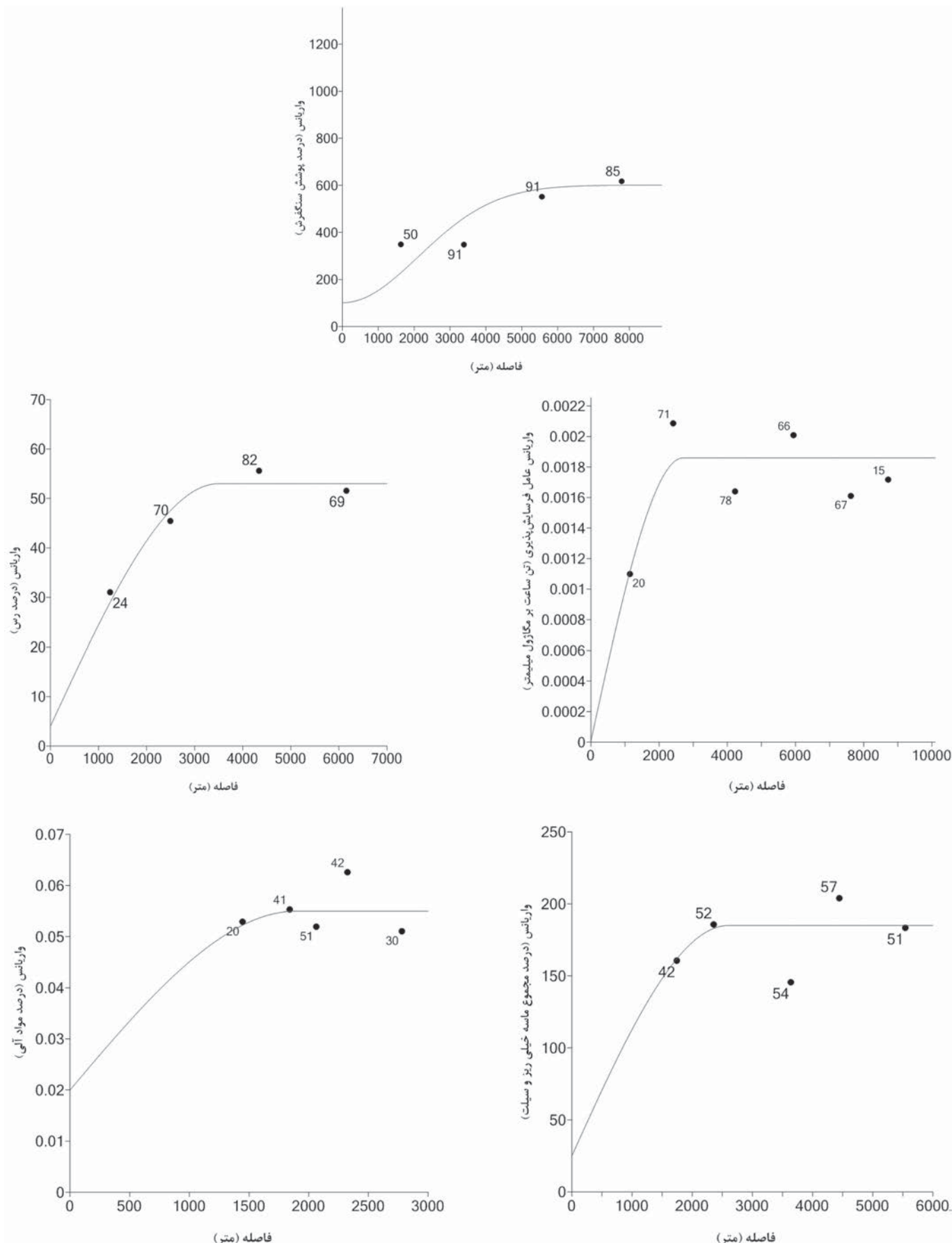
شکل (۵) نقشه پهنه‌بندی متغیرهای فرسایش‌پذیری خاک، پوشش سنگفرش، مجموع سیلت و ماسه خیلی ریز، رس و مواد آلی را با استفاده از روش کریجینگ معمولی نشان می‌دهد.

بعد از عمل درون‌یابی به روش کریجینگ، به منظور بررسی میزان همبستگی و همخوانی نقشه پهنه‌بندی عامل فرسایش‌پذیری خاک با متغیر پوشش سنگفرش، به طور تصادفی و با پراکنش یکنواخت اطلاعات ۱۰۱ نقطه با مختصات جغرافیایی یکسان از نقشه‌های پهنه‌بندی این دو متغیر استخراج شد. سپس روند تغییرات عامل

1- $K_{Adjusted}$
2- Cross Validation

جدول ۲- مقادیر فرسایش پذیری خاک (K) در دو حالت طبیعی و شخم خورده

فرسایش پذیری خاک (US)		فرسایش پذیری خاک (SI)		نفوذ پذیری	رس	سیلت و ماسه خیلی ریز	مواد آلی	سنگفرش سطحی	شماره نمونه	تیپ دشت سر
طبیعی	شخم خورده	طبیعی	شخم خورده	سانتی متر در ساعت	درصد					
۰/۰۰۱۱	۰/۰۱۰۶	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۱۴	۱۲/۵	۲	۹/۶	۰/۲۷	۱۰۰	۲	لخت
۰/۰۲۹	۰/۴۴۴	۰/۰۰۳۹۵	۰/۰۰۵۸۵	-	۱۲	۶۱/۴	۰/۲۴	۹۰	۵	
۰/۰۲۵	۰/۴۰۲	۰/۰۰۳۲۹	۰/۰۰۵۳۰	۳/۳	۱۷	۵۹	۰/۱	۹۰	۶	
۰/۰۱۰	۰/۰۴۷	۰/۰۰۱۳۲	۰/۰۰۰۶۲	-	۳	۱۴/۶	۰/۱۴	۹۰	۷	
۰/۰۴۰	۰/۴۳۸	۰/۰۰۵۲۷	۰/۰۰۵۷۷	-	۱۳	۶۲/۴	۰/۴۷	۸۰	۸	
۰/۰۲۹	۰/۲۸۴	۰/۰۰۳۹۵	۰/۰۰۳۷۴	-	۸	۴۲/۶	۰/۲	۸۰	۱۹	
۰/۰۱۹	۰/۳۷۳	۰/۰۰۲۶۳	۰/۰۰۴۹۲	-	۶	۵۲	۰/۱۷	۹۰	۲۰	
۰/۰۲۵	۰/۲۶۰	۰/۰۰۳۲۹	۰/۰۰۳۴۳	-	۲۲	۴۳/۴	۰/۲۷	۸۰	۲۱	
۰/۲۱۰	۰/۲۷۳	۰/۰۰۲۷۶	۰/۰۰۳۶۰	-	۴	۴۰/۸	۰/۶۱	۱۰	۲۲	
۰/۰۴۰	۰/۲۷۷	۰/۰۰۵۲۷	۰/۰۰۳۶۵	-	۷	۴۱/۲	۰/۱۷	۷۰	۲۷	
۰/۰۴۰	۰/۳۷۲	۰/۰۰۵۲۷	۰/۰۰۴۹۰	۱۰/۲	۱۵	۵۴	۰/۱۴	۸۰	۳۰	
۰/۰۲۹	۰/۳۲۳	۰/۰۰۳۹۵	۰/۰۰۴۲۶	۱۲	۱۲	۴۹	۰/۰۷	۸۰	۳۷	
۰/۰۱۰	۰/۲۳۳	۰/۰۰۱۳۲	۰/۰۰۳۰۷	-	۶	۳۹	۰/۳۴	۹۰	۱	
۰/۰۱۹	۰/۲۳۵	۰/۰۰۲۶۳	۰/۰۰۳۱۰	-	۶	۳۸/۶	۰/۱	۸۰	۳	
۰/۰۲۹	۰/۳۰۶	۰/۰۰۳۹۵	۰/۰۰۴۰۴	۱۴	۱۲	۴۶/۸	۰/۰۳	۸۰	۴	
۰/۰۱۲	۰/۱۱۵	۰/۰۰۱۵۸	۰/۰۰۱۵۲	۱۳/۵	۲	۲۳/۲	۰/۲۴	۸۰	۱۷	
۰/۰۵۹	۰/۲۰۵	۰/۰۰۷۹۰	۰/۰۰۲۷۱	-	۲۳	۳۶	۰/۳۷	۵۰	۲۹	
۰/۰۱۹	۰/۱۵۴	۰/۰۰۲۶۳	۰/۰۰۲۰۳	۱۱	۴	۲۸/۶	۰/۳	۸۰	۳۱	
۰/۰۵۹	۰/۲۷۶	۰/۰۰۷۹۰	۰/۰۰۳۶۴	-	۹	۴۲	۰/۱۷	۶۰	۳۲	
۰/۱۰۰	۰/۳۱۵	۰/۰۰۱۳۲۰	۰/۰۰۴۱۶	-	۹	۴۶/۸	۰/۱۷	۵۰	۳۳	
۰/۰۲۴	۰/۱۲۰	۰/۰۰۳۳۰	۰/۰۰۱۵۹	۱۰	۲	۲۳/۶	۰/۱۴	۶۰	۳۴	
۰/۰۴۲	۰/۲۹۲	۰/۰۰۵۶۰	۰/۰۰۳۸۵	-	۸	۴۳/۴	۰/۱۴	۵۰	۳۶	
۰/۱۰۰	۰/۱۰۵	۰/۰۰۱۳۱۷	۰/۰۰۱۳۹	-	۶	۲۸/۴	۰/۸۸	۵	۹	
۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۲۰	۰/۰۰۰۲۰	-	۴	۱۴/۸	۰/۱۷	۰	۱۰	
۰/۰۶۶	۰/۰۶۶	۰/۰۰۰۸۷۰	۰/۰۰۰۸۷	۱۱/۵	۱۰	۲۵/۲	۱/۴۲	۰	۱۱	
۰/۳۴۹	۰/۳۴۹	۰/۰۰۴۶۰	۰/۰۰۴۶۰	-	۹	۵۴/۸	۰/۲	۰	۱۲	
۰/۱۰۰	۰/۱۱۱	۰/۰۰۱۳۲۰	۰/۰۰۱۴۷	۱۵/۵	۷	۲۸/۶	۰/۴۷	۵	۱۳	
۰/۰۲۴	۰/۰۳۰	۰/۰۰۳۳۰	۰/۰۰۰۴۰	-	۴	۱۶/۸	۰/۱۷	۱۰	۱۴	
۰/۰۷۹	۰/۰۷۹	۰/۰۰۱۰۵۰	۰/۰۰۱۰۵	-	۱۲	۲۴	۱/۴۲	۰	۱۵	
۰/۲۸۱	۰/۲۸۱	۰/۰۰۳۷۱۰	۰/۰۰۳۷۱	-	۱۱	۵۰/۴	۰/۹۱	۰	۱۶	
۰/۰۵۴	۰/۱۱۴	۰/۰۰۰۷۱۰	۰/۰۰۱۵۰	-	۳	۲۷	۰/۱۴	۳۰	۱۸	
۰/۱۹۶	۰/۱۹۶	۰/۰۰۲۵۸۰	۰/۰۰۲۵۸	-	۲۳	۴۰/۷	۰/۷۴	۰	۲۳	
۰/۱۸۹	۰/۲۱۰	۰/۰۰۲۵۰۰	۰/۰۰۲۷۵	-	۵	۳۹/۶	۰/۳۴	۵	۲۴	
۰/۰۸۳	۰/۰۸۳	۰/۰۰۱۱۰۰	۰/۰۰۱۱۰	۱۴/۵	۴	۲۴	۰/۳۷	۰	۲۵	
۰/۱۱۹	۰/۱۴۸	۰/۰۰۱۵۸۰	۰/۰۰۱۹۶	۱۰/۵	۲	۳۰/۶	۰/۰۳	۱۰	۲۶	
۰/۰۵۶	۰/۱۰۹	۰/۰۰۰۷۴۰	۰/۰۰۱۴۴	-	۳	۲۶/۴	۰/۱	۲۵	۲۸	
۰/۲۵۹	۰/۲۹۳	۰/۰۰۳۴۲۰	۰/۰۰۳۸۶	-	۲۴	۵۳/۶	۰/۱	۵	۳۵	



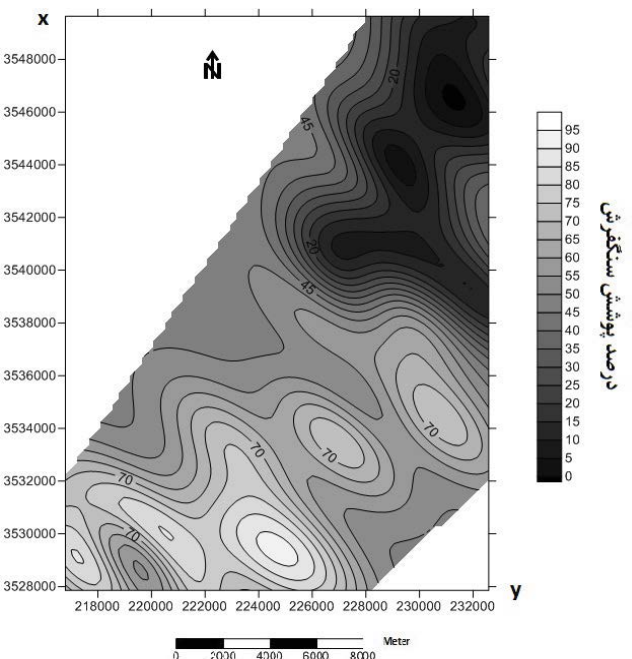
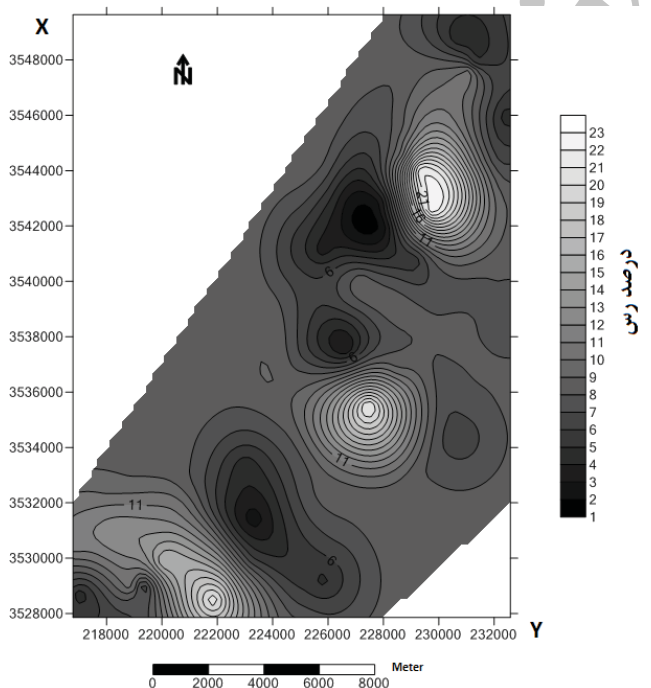
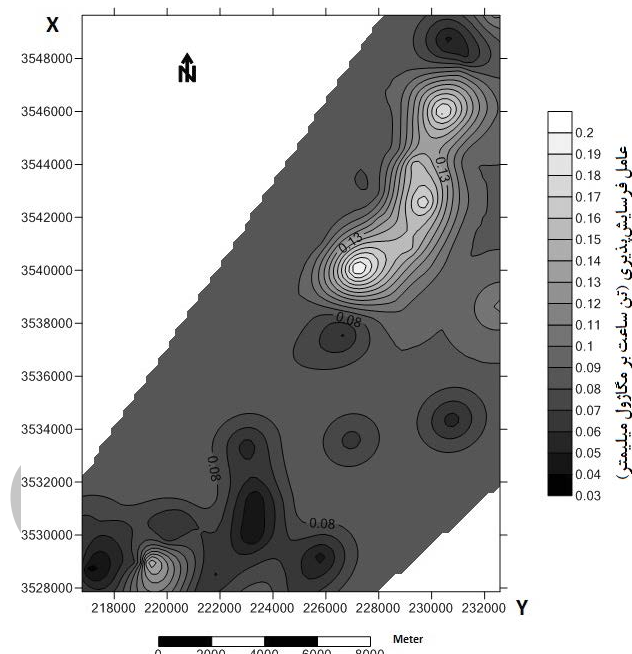
شکل ۴- تغییر نمای همه جهت متغیرهای عامل فرسایش پذیری، پوشش سنگفرش، رس، مجموع ماسه خیلی ریز و سیلت و مواد آلی

جدول ۳- عامل تغییرنمای متغیرهای مورد مطالعه

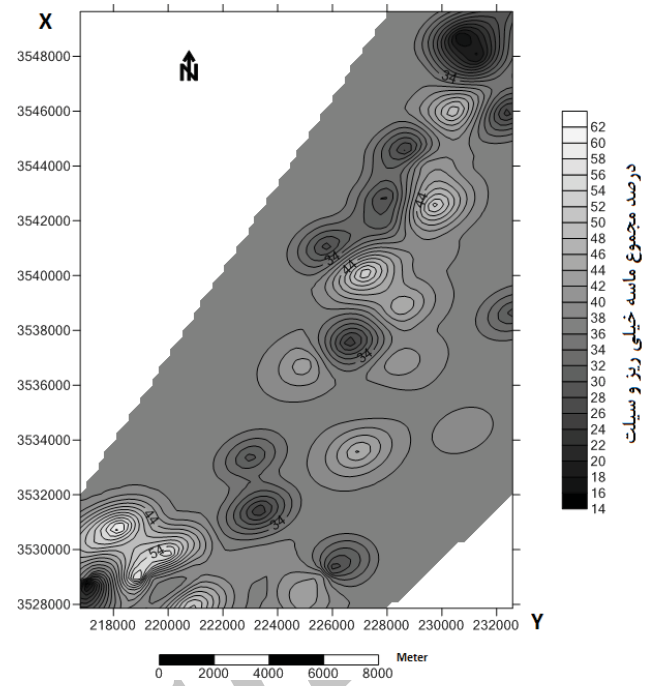
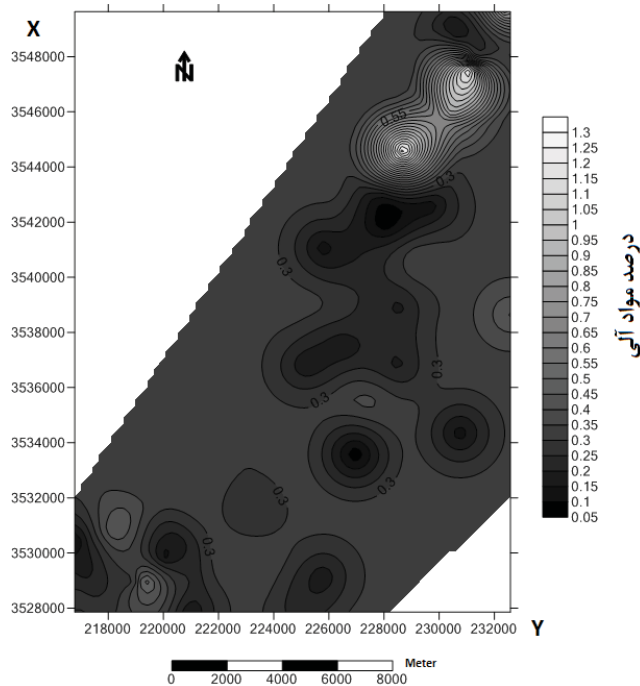
متغیر	مدل	اثر قطعه‌ای	سقف	وابستگی مکانی	حداکثر دامنه تأثیر (متر)	حداقل دامنه تأثیر (متر)	ضریب ناهمسانگردی
عامل فرسایش پذیری (تن ساعت بر مگاژول میلیمتر)	کروی	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۶	۰/۰۶	۲۸۰۰	۲۵۰۰	۱/۱۲
درصد پوشش سنگفرش	گوسی	۱۰۱	۵۰۰	۰/۲	۲۸۰۰	۱۳۰۰	۲/۱۵
درصد رس	کروی	۴	۴۹	۰/۰۸	۴۰۰۰	۳۶۰۰	۱/۱۱
درصد مجموع ماسه خیلی ریز و سیلت	کروی	۲۵	۱۶۰	۰/۱۶	۲۶۰۰	۱۶۰۰	۱/۶
درصد مواد آلی	کروی	۰/۰۲	۰/۰۳۵	۰/۵۷	۱۹۰۰	۱۵۰۰	۱/۳

جدول ۴- نتایج نمایه‌های آماری کنترل اعتبار تغییرنماهای ترسیم شده

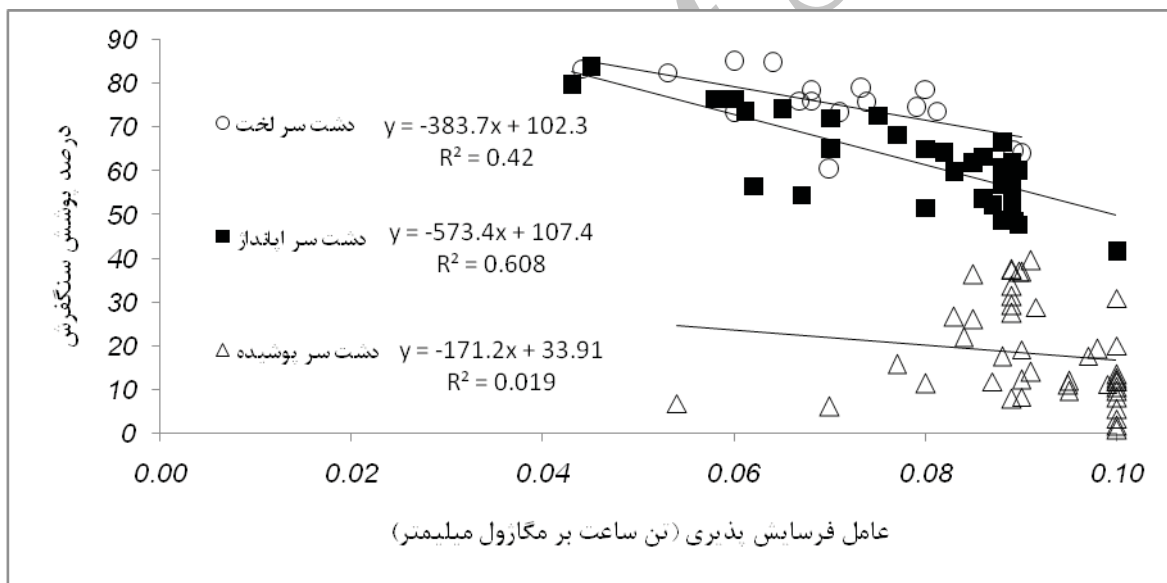
متغیر	MAE	MBE	MSE	RMSE	R ^۲
عامل فرسایش پذیری (تن ساعت بر مگاژول میلیمتر)	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۹۸
درصد پوشش سنگفرش	۷/۰۳	-۰/۰۱	۱۲۱	۱۱	۰/۹۵
درصد رس	۰/۹۸	-۰/۰۰۱	۱/۶۶	۱/۲۹	۰/۹۸
درصد مجموع ماسه خیلی ریز و سیلت	۲/۸۲	۰/۲۱	۳۱/۴	۵/۶	۰/۹۳
درصد مواد آلی	۰/۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۵	۰/۹۹



شکل ۵- نقشه پهنه‌بندی متغیرهای مورد مطالعه به روش کریجینگ معمولی برای عامل K، پوشش سنگفرش، رس، مجموع سیلت و ماسه خیلی ریز و مواد آلی



ادامه شکل ۵- نقشه پهنه‌بندی متغیرهای مورد مطالعه به روش کریجینگ معمولی برای عامل K، پوشش سنگفرش، رس، مجموع سیلت و ماسه خیلی ریز و سیلت



شکل ۶- روند تغییرات عامل فرسایش پذیری و پوشش سنگفرش در سه تیپ دشت سر

نسبت به دو دشت سر دیگر کمتر است. این در حالی است که بیشترین شیب کاهش مربوط به دشت سر آبانداژ است که تغییرات درصد سنگفرش در محدوده‌ی ۴۰ تا ۸۰ درصد پوشش سطحی است. ضریب تبیین در این رخساره از رخساره‌های دشت سر پوشیده و لخت بیشتر است.

نتیجه‌گیری

پوشش سنگفرش به عنوان عامل حفاظ طبیعی در دشت سرهای

فرسایش‌پذیری نسبت به متغیر پوشش سنگفرش در سه تیپ دشت سر لخت، آبانداژ و پوشیده به دست آمد. شکل (۶) روند تغییرات عامل فرسایش‌پذیری نسبت به متغیر پوشش سنگفرش را در سه تیپ دشت سر لخت، آبانداژ و پوشیده نشان می‌دهد.

مطابق شکل (۶) با بررسی ۱۰۱ نقطه حاصل از نقشه‌های پهنه‌بندی عامل K و درصد پوشش سنگفرش، با افزایش مقدار پوشش سنگفرش، عامل K کاهش می‌یابد. شیب تغییرات در دشت سرهای پوشیده که دامنه تغییر پوشش سنگفرش کمتر از ۴۰ درصد است،

Mohammadi, J. & Rafahi, H.G. 2006, January. "Application of Geostatistics method for Estimation Desert Pavement coverage and Wind Threshold Velocity" Paper presented at the 1st National Wind Erosion Congress, Yazd. Iran.

2-Burgess, T.M. & R. Webster. 1980. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties. I. The semivariogram and punctual kriging. *Journal of Soil Science*, 31: 315-331.

3- Carter, M.R. & E.G. Gregorich. 2008. *Soil Sampling and Methods of Analysis*. 2nd ed. Canadian Society of Soil Science CRC Press. 1224p.

4-Chien, Y. J., Lee, D. Y., Guo, H. Y. and Houn, K. H. 1997. Geostatistical Analysis of Soil Properties of Mid-west Taiwan Soils. *Soil Science*, 162: 291-298.

5-Chiles, J.P., Delfiner, P., 1999. *Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty*. Wiley, New York. 720p.

6-Cressie, N. 1991. *Statistics for spatial data*. John Wiley. 900p.

7-Deutsch, C.V., Journel, A.G., 1998. *GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide*. Oxford University Press, New York. 369p.

8-Ektesasi, M.R., Azimzadeh, H.R., Saremi Naeini, M.A., Tazeh, M. & Hosseini, Z. 2010. "National Network of Wind Erosion Measurement Stations establishment for Wind Erosion Evaluation in Iran". Retrieved from Iran Forest, Rangeland and Watershed Management Organization. 396pp.

9-Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. Particle size analysis. In: A. Klute (Ed), *Methods of Soil Analysis*. Part 1.2nd edition. Agron. Monogr.9. ASA and SSSA, Madison, WI. Pp. 404-407.

10-Ghorbani Vagheie, H. and Bahrami, H.A. 2005. "Spatial changes of USLE and RUSLE soil erodibility index using GIS case study: North East of Lorestan Province". *Proceedings of the Third National Conference of Erosion & Sediment* (In Persian). Tehran. Iran.

11-Goovaerts, P., 1992. *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. Oxford Univ. Press,

لخت و آپانداژ دارای اهمیت است. این دشت سرها با پوشش بیش از ۴۰ درصد در دامنه‌های فرسایش‌پذیری کم ($K_{(SI)} < 0.02$) قرار می‌گیرند. ضریب تبیین بین عامل K و پوشش سنگفرش در این دو دشت سر (لخت و آپانداژ) در شرایط طبیعی به ترتیب ۰/۶۱ و ۰/۴۲ می‌باشد. دشت سرهای پوشیده تحت تأثیر عامل حفاظتی سنگفرش قرار ندارند زیرا درصد پوشش سنگفرش در این اراضی از ۱۰ درصد کمتر است ($R^2 = 0.1$).

تغییر کاربری به ویژه ایجاد آشفستگی و یا شخم اراضی در دشت سرهای لخت و آپانداژ سبب تغییر معنی‌داری در فرسایش‌پذیری می‌گردد. این تغییر در نتیجه اختلاط خاک زیرین با سنگفرش سطحی است به نحوی که سبب از بین رفتن نقش حفاظتی آن در سطح خاک می‌گردد. میزان تغییر ناشی از اختلاط با افزایش عامل K به بیش از ۱۰ برابر مقدار طبیعی است. لذا برای جلوگیری از آشفستگی خاک، تردد ماشین آلات و یا شخم زدن اراضی در کنترل فرسایش آبی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

بررسی زمین آماری متغیرهایی نظیر مواد آلی، درصد سیلت و ماسه خیلی ریز، درصد رس به همراه عامل K و مقایسه آن، کارایی آن را به عنوان روشی کاربردی مشخص نمود. ارتباط معنی‌دار مکانی عامل K و درصد پوشش سنگفرش در رخساره‌های دشت سر لخت و آپانداژ با کمک زمین آمار کارایی آن را اثبات می‌کند.

برازش مدل بر تغییرنماهای مختلف نشان داد که توزیع سنگفرش بیابانی با مدل گوسی قابل توجه است که با پژوهش‌های عظیم‌زاده و همکاران [۱] مطابقت دارد. مدل برازش یافته بر نیم تغییرنمای رس کروی است که با نتایج حاصل از پژوهش‌های ویه [۳۳] مطابقت دارد. نتایج این بررسی در مورد توزیع کروی برای عامل فرسایش‌پذیری خاک نتایج مدل برازش داده شده واعظی و همکاران [۳۲] را تأیید نمی‌کند. واعظی و همکاران [۳۲] مدل بهینه نیم تغییرنما را نمایی معرفی نموده‌اند. ضمن اینکه دامنه نیم تغییرنمای برآورد عامل K را ۱۱/۵۱ کیلومتر محاسبه نموده‌اند که در پژوهش حاضر ۲/۵ کیلومتر بدست آمده است. در مجموع استفاده از روش کریجینگ معمولی، روش مناسب‌تری در پهنه‌بندی عامل فرسایش‌پذیری و عوامل مؤثر در آن است. آنچه در ادامه تحقیق حاضر می‌توان پیگیری نمود، اندازه‌گیری مقادیر واقعی عامل K با استفاده از پلات استاندارد ویشمایر و اسمیت است.

تشکر

از جناب آقای مهندس محسن صادقیان کارشناس آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد که در برداشتهای صحرائی اطلاعات این مقاله همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

مراجع

1-Azimzadeh, H.R., Ekhtesasi, M.R.,

Soils: An introduction to soils and plant growth”, Prentice- Hall Internasional, 454p.

24-Pardo- Iguzquiza, E., and Dowd, P.A., 1998. Maximum Likelihood inference of spatial covariance parameters of soil properties, *Soil Science*, 163: 212-219.

25-Parysow, P., Wang, G., Gertner, G. and Anderson, A. B. 2003. Spatial Uncertainty Analysis for Mapping Soil Erodibility Based on Joint Sequential Simulation. *Catena*, 53(1): 65-78.

26-Polhmann, H. 1993. Geostatistical Modeling of Environmental Data. *Catena*, 20: 191-198.

27-Rahman, S., L. C. Munn, R. Zhang. 1996. Spatial Variability of Rocky Mountain Forest Soils. *Soil Science Journal*. 76: 501-507.

28-Rejman, J., Turski, R. and Paluszek, J. 1998. Spatial and Temporal Variability in Erodibility of Loess Soil. *Soil and Tillage Research*, 46: 61-68.

29-Rodríguez, R. P., Marques, M. J. and Bienes, R. 2007. Spatial Variability of the Soil Erodibility Parameters and Their Relation with the Soil Map at Subgroup Level. *Environmental Sciences.*, 378 (1-2): 166-173.

30-Saremi Naeini, M.A., Zareian Jahromi, M., Ekhtesasi, M.R. & Mohammadian Behbahani, A. (2007, August). Wind Threshold Velocity Surviving by using Geo-statistics (case study: Yazd city), Paper presented at the 10th National Soil Science Congress, Karaj, Iran.

31-Sokouti Oskouie, R. 2005. Evaluation of Structure of Spatial Variation of the Soil Erodibility in the Orumieh Region. *Proceedings of the 9th Iranian Soil Congress*. Tehran, Iran. PP. 482-487 (In Persian).

32-Vaezi, A.R , Bahrami, H.A. Sadeghi, S.H. R. and Mahdian, M. H. 2010. Spatial Variability of Soil Erodibility Factor (K) of the USLE in North West of Iran. *JAST*, 12: 241-252.

33-Veihe, A. 2002. The Spatial Variability of Erodibility and Its Relation to Soil Types: A Study from Northern Ghana. *Geoderma*, 106: 101-120.

34-Vieria, S. R., Nielsen, D. R. and Biggar, J.

NewYork, 492pp.

12-Greminger, P. J. Sud, Y. K. and Nielsen, D. R. 1985. Spatial Variability of Field-measured Soil-water Characteristics. *Soil Science Society of America Journal*, 49: 1075-1082.

13-Irveem, A., Topalolu, F. and Uygur, V. 2007. Estimating spatial Distribution of Soil Loss over Seyhan River Basin in Turkey. *Journal of Hydrology*. 336: 30-37.

14-Isaaks, E.H., and Serivastava, R.M., 1989. An introduction to applied geostatistics. Oxford University. Press. 561 PP.

15-Javadi, P. Rouhipour, H. and Mahbubi, A. 2005. “ Effect of rock fragment cover on erosion and overland flow using flume and rainfall simulator” .*Iranian Journal of Range and Desert Research* Vol. 12 No.3: 278-310.

16-Journel, A.G., 1989. In: *Fundamental of Geostatistics in Five Lesson, Short Course in 6 Geology*, Vol 8 . American Geophysical Union.

17-Kenneth, K. T, “Agriculture salinity assessment and management”. *American Society of Civil Engineers*, 631p.

18-Klut, A. 1986.” *Methods of Soil Analysis*” Part: I. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Ed. Soil Science Society American Journal. 1188 PP.

19-Lal, R. and Shukla, N.K. 2004. “Principals of Soil Physics”, Marcel Dekker, Inc., New York, USA, PP. 428-432.

20-Lin, H., Wheeler, D., Bell, J. and Wilding, L. 2005. Assessment of Spatial Variability at Multiple Scales. *Ecological Modelling.*, 182: 271-290.

21-Martinez-Zavala, L., and A. Gordan, 2008. Effect of rock fragment cover on interrill soil erosion from bare soils in Western Andalusia, Spain. *Soil Use and Management*, 24: 108-117.

22-Mccormack, D.E., K.K.Young, and G.M. Darby,1984. “Rock fragments and the K factor of the Universal Soil Loss Equation, Erosion and Productivity of soils Cantaining Rock Fragments”, 73-81P.

23-Miller, R.W., and Donahue, R.L., 1990.”

153: 143-155.

37-Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. 1978." Predicting rainfall erosion losses : a guide to conservation planning". Agriculture Handbook NO. 537. US Department of Agriculture, Washington DC., pp. 13-27.

38-Zhang, K., Li, S., Peng, W. and Yu, B. 2004. Erodibility of Agricultural Soils and Loess Plateau of China. Soil and Tillage Research, 76: 157-165.

W. 1981. Spatial Variability of Field-Measured Infiltration Rate. Soil Science Society of America Journal, 45: 1040-1048.

35-Wakernagel, H., 2002. Multivariate geostatistics. Springer Press, 387pp.

36-Wang, G., Gertner, G., Singh, V., Shinkareva, S., Parysow, P. and Anderson, A. 2002. Spatial and Temporal Prediction and Uncertainty of Soil Loss Using the RUSLE: A Case Study of the Rainfall-runoff Erosivity R Factor. Ecological Modelling,

Archive of SID