پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال چهارم، شماره ۲، پاییز ۱۳۹٤
صص. ۱۰٤-۹۰

بررسی تأثیر سنگفرش بیابانی بر روی سرعت آستانه فرسایش بادی و فرسایش‌پذیری بادی خاک (مطالعه موردی: حوضه ابراهیم‌آباد مهریز (یزد))

پیمان امین *– دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
حمیدرضا عظیم زاده – دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی و پژوهشکده مناطق خشک و بیابانی دانشگاه یزد

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۰۵ تأیید نهایی: ۱۳۹۴/۰۶/۰۹

چکیده

زمین‌آمار یکی از ابزارهای قوی برای مطالعه مکانی و زمانی متغیرها است. با استفاده از این روش می‌توان الگوی حاکم بر متغیرها را کشف کرد. در علوم خاکشناسی، متغیرهای مکانی محدود به تغییرات در سطح و عمق می‌باشد. فرسایش بادی فرایندی بسیار پیچیده و مهم در اراضی فاقد پوشش و خشک است. در تحقیق حاضر، توزیع سنگفرش بیابانی با استفاده از فناوری زمین‌آمار در دشت ابراهیم‌آباد، یکی از زیر حوضه‌های دشت یزد-اردکان درون‌یابی شده است. با استفاده از روش‌های تجربی و معادلات انتقالی سرعت آستانه فرسایش بادی و فرسایش‌پذیری بادی خاک برآورد و پهنه‌بندی شد. کریجینگ معمولی به‌منظور پهنه‌بندی و تهیه متغیرهای مکانی استفاده شد. پوشش سنگفرش بیابانی در محدوده ۹۰-۳۰ درصد در منطقه موردمطالعه تغییر می‌کند. مقدار پوشش سنگفرش در حدود ۱۰۰ درصد در مناطق نزدیک دامنه کوه‌ها تا کمتر از ۳۰ درصد به سمت مرکز دشت تغییر می‌کند. نتایج نشان داد کریجینگ معمولی ابزاری قوی و دقیق برای درون‌یابی درصد پوشش سنگفرش بیابانی، سرعت آستانه فرسایش بادی و فرسایش‌پذیری بادی خاک است. با افزایش درصد پوشش سنگفرش، سرعت آستانه فرسایش بادی افزایش و فرسایش‌پذیری بادی خاک کاهش می‌یابد.

واژگان کلیدی: زمین‌آمار، کریجینگ، سنگفرش بیابانی، فرسایش بادی، فرسایش‌پذیری بادی خاک.

---

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۶۷۰۰۵۰۳
E-mail: peymanamin50@yahoo.com

مقدمه

امروزه ابزارهای بسیار متنوع و کارآمدی جهت بررسی ویژگی‌های یک جامعه و تغییرات آن در دست است. علم زمین‌آمار یکی از ابزارهای قوی بررسی متغیرهاست. این علم، ابزار مناسب جهت کشف الگوی نهفته تغییرات را در اختیار ما قرار می‌دهد. هدف از کشف الگوی نهفته تغییرات پدیده‌ها، تسلط بر آن، کنترل و مدیریت آن است. تغییرات ممکن است در مقیاس مکان یا زمان انجام پذیرد و بسته به اینکه کدامیک موردبررسی قرار گیرد، ابزارهای ریاضی، آماری و احتمالی مختلفی در اختیار ما قرار دارد. در رابطه با علوم خاک، به‌طور عمده تغییرات مکانی، به‌صورت تغییرات عمودی و سطحی بیشتر موردتوجه است. در این میان مباحثی چون کیفیت خاک و محیط، توسعه پایدار و فرایندهایی چون بیابان‌زایی سبب گردیده است تا تغییرات به‌صورت زمانی نیز پیگیری شود. مقیاس زمانی در علوم مختلف خاک متفاوت است. به‌طور مثال درزمینه علم فرسایش خاک این مقیاس از روز تا سال و بیشتر در نظر گرفته می‌شود. این موضوع در مورد تغییرات مکانی با توجه به مقیاس‌های مختلف به‌صورت مطالعات اجمالی، تفصیلی، خیلی تفصیلی و اجرایی از حد آنگستروم تا مقیاس-های کوچک‌تر ادامه می‌یابد. استفاده از زمین‌آمار در علم خاک تحت عنوان کاربرد آمار در علوم خاک یا پدومتری[1] صورت می‌گیرد (محمدی، ۱۳۸۲، ۹).

فرسایش بادی، یکی از مهم‌ترین فرآیندهای مخرب در مناطق خشک و فاقد پوشش گیاهی است. این فرآیند در شرایطی رخ می‌دهد که علاوه بر وجود خاک حساس، باد دارای حاکمیت و سرعت قابل‌توجه باشد. انتقال ذرات خاک به‌صورت-های مختلف معلق، جهشی و خزشی انجام می‌گردد و سبب ایجاد خسارت‌های جدی به محیط‌زیست می‌شود. دراین‌ارتباط وضعیت پوشش سنگفرش بیابانی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در سرعت آستانه و شاخص فرسایش‌پذیری خاک است. (عظیم زاده–اختصاصی، ۱۳۸۳، ۱۰).

ساختارهای مختلف در تشکیل واحد ژئومورفولوژی دشت ابراهیم‌آباد موجب ایجاد رخساره‌های مختلف ازلحاظ میزان فرسایش بادی، پتانسیل فرسایش‌پذیری و سرعت آستانه فرسایش می‌گردد. لذا بررسی این سطوح از دیدگاه فرسایش بادی بسیار مهم است. در این میان سنگفرش سطحی از جایگاه خاصی برخوردار است. تحقیقات متعددی در خصوص وضعیت سطحی خاک در دشت‌سرهای مناطق خشک ازجمله دشت یزد–اردکان صورت گرفته است (احمدی و اختصاصی، ۱۳۷۲، ۱)، (اختصاصی، ۱۳۷۲، ۲)، (اختصاصی و همکاران، ۱۳۷۵، ۳).

سنگفرش در مناطق خشک و فراخشک نقش پوشش گیاهی در مناطق مرطوب را ایفا می‌کند. وجود سنگ و سنگریزه در سطح خاک خواص فیزیکی خاک را متأثر می‌سازد و در کنترل فرسایش آبی و بادی نقش‌آفرین است (عظیم زاده و همکاران، ۱۳۸۱، ۱۲؛ عظیم زاده و اختصاصی، ۱۳۸۱، ۱۳).

(عظیم زاده و همکاران، ۱۳۸۱، ۱۲) بامطالعه تأثیر خصوصیات فیزیکی–شیمیایی خاک در شاخص فرسایش‌پذیری بادی خاک و ارائه مدل جهت پیشگویی آن در دشت یزد–اردکان به این نتیجه رسیدند که سنگفرش بیابانی عامل بسیار مهمی به شمار می‌رود، بدین لحاظ اراضی به دودسته کلی دارای سنگفرش و فاقد سنگفرش تقسیم‌شده‌اند و مدل ریاضی جهت تخمین فرسایش‌پذیری خاک ارائه گردیده است و مقادیر برآورد شده توسط این مدل با مقادیر واقعی و مقادیر برآورد شده بر اساس ذرات بزرگ‌تر از ۰/۸۴ میلی‌متر مقایسه گردیده است که کارایی مدل پیشنهادی را تائید می‌نماید.

(محمودآبادی و همکاران، ۱۳۹۰، ۸) بامطالعه اثر توزیع اندازه ذرات خاک برشدت فرسایش بادی به این نتیجه رسیدند که با افزایش سرعت باد، شدت فرسایش افزایش‌یافته که میزان افزایش بستگی به توزیع اندازه ذرات دارد. (عظیم زاده و فتوحی ۱۳۹۱، ۱۰) با بررسی کمی اثرات سنگفرش بیابان در فرسایش‌پذیری بادی خاک در بخشی از دشت یزد–اردکان به این نتیجه رسیدند که اختلاط و دست‌خوردگی خاک سبب افزایش پتانسیل فرسایش‌پذیری بادی خاک تا حد ۲۵ برابر

[1]. pedometry

شرایط طبیعی خواهد شد. همچنین عدم وجود سنگفرش سبب خواهد شد تا سرعت آستانه نیز تا حد نیم برابر کاهش یابد. به‌طور مشابهی، وجود زبری ناشی از وجود سنگریزه سطحی مانند سنگفرش بیابانی نیز می‌تواند بر کاهش شدت فرسایش بادی تأثیرگذار باشد (دانگ و همکاران، ۲۰۰۲، ۱۵). (ویه، ۲۰۰۲، ۱۹) در بررسی تغییرات مکانی فرسایش‌پذیری خاک، مدل نمایی را برای متغیر رس به‌عنوان یک مدل بهینه انتخاب کرده است. (جوادی و همکاران، ۱۳۸۴، ۴) در پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیدند که پوشش سنگفرش ضمن کاهش فرسایش‌پذیری به‌صورت مستقیم، به‌طور 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 آب‌شناختی سطح خاک تحت تأثیر قرار می‌دهد.

رستنگو و دوگورگو[1](۲۰۱۱: ۱۷) با بررسی سنگفرش‌های بیابان به‌عنوان شاخص‌های فرسایش خاک در خاک‌های با رژیم رطوبتی خشک در شمال پاتاگونیا (آرژانتین) به این نتیجه رسیدند که ارتباط قوی بین حجم ذرات درشت سطح و ضخامت افق A وجود دارد که نشان می‌دهد که سنگفرش نقش مهمی در ساختار خاک‌های بیابان ایفا کرده است و سنگفرش بیابان شاخص خوبی از میزان و شدت روند فرسایش در این منطقه است.

مک فادن و همکاران[2](۱۹۸۷: ۱۶) با بررسی تأثیر فرآیندهای بادی و پدوژن در منشأ و تکامل سنگفرش بیابان به این نتیجه رسیدند که سنگفرش‌های بیابان نقش محافظت از سطح زمین را دارد.

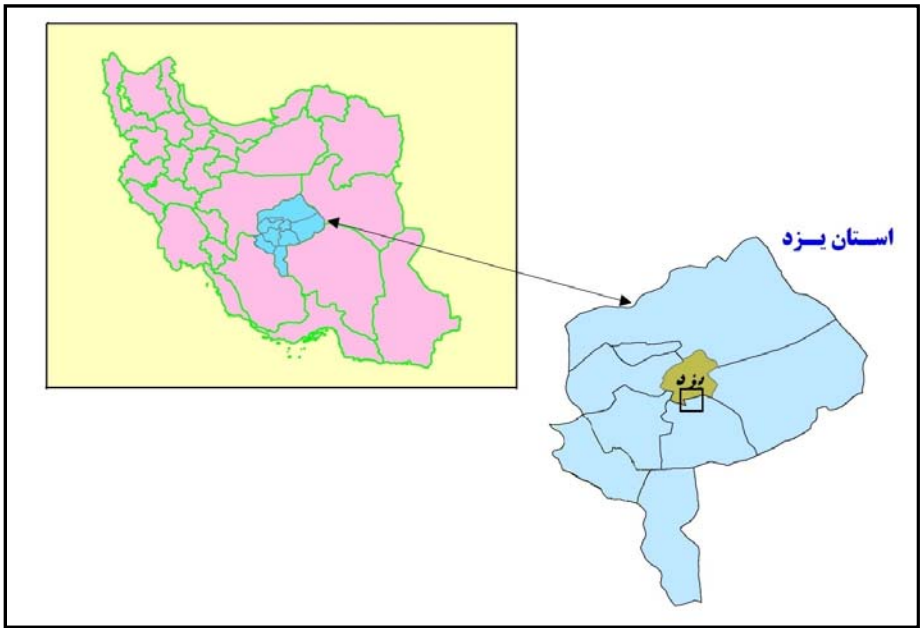
هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر سنگفرش بیابانی بر سرعت آستانه فرسایش بادی و فرسایش‌پذیری خاک در شرایط طبیعی دشت ابراهیم‌آباد مهریز و بیان الگوی تغییرات این پارامترها با استفاده از ابزار زمین‌آمار است.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های منطقه موردمطالعه

مطالعه حاضر در حوضه دشت ابراهیم‌آباد مهریز از توابع استان یزد صورت گرفته است. این حوضه در محدوده عرض شمالی "۵۸ '۳۷ °۳۱ تا "۲۶ '۳۸ °۳۱ و طول شرقی "۲۹ '۱۴ °۵۴ تا "۴۰ '۲۳ °۵۴ قرار دارد. مساحت این حوضه در حدود ۲۴۰/۲۱ هکتار واقع در ۲۵ کیلومتری جنوب شهر یزد یکی از پرآب‌ترین زیر حوضه‌های دشت یزد–اردکان می‌باشد. حوضه دارای شکل تقریبی متوازی‌الاضلاع می‌باشد که محور طولی آن دارای آزیموت ۱۱۵ درجه است. محور طولی حوضه در حدود ۱۸/۵ کیلومتر و کمترین عرض حوضه در قسمت شمال غربی ۵/۳ کیلومتر و در بخش جنوب شرقی دارای طولی در حدود ۱۳/۳ کیلومتر می‌باشد.

[1] . Rostagno and Degorgue
[2] . McFadden and et al



شکل۱- موقعیت جغرافیایی محدوده موردمطالعه دشت ابراهیم‌آباد مهریز- یزد

در تحقیق حاضر سعی شده است تا با استفاده از علم زمین‌آمار، تخمین دقیقی از وضعیت سنگفرش در منطقه موردمطالعه به دست آید. در این تحقیق از روش کریجینگ معمولی در تخمین درصد رگ سطحی و همچنین سرعت آستانه فرسایش بادی دشت استفاده‌شده است. در دشت ابراهیم‌آباد از دیدگاه ژئومورفولوژی، دشت‌سرهای لخت و اپانداژ وجود دارد. با استفاده از جاده‌های ارتباطی منطقه که در موازات محورهای اصلی طولی و عرضی قرار دارد، نمونه‌برداری از درصد رگ سطحی به‌صورت تصادفی انجام پذیرفت. نمونه‌برداری از درصد رگ سطحی به روش میکرو ترانسکت طولی (به طول ۱۰۰سانتیمتر) صورت گرفته است. در هر نقطه برداشت، درصد رگ با سه تکرار به ثبت رسید. سپس در سطحی به ابعاد ۲۰×۲۰ سانتیمتر مربع نمونه‌برداری رگ سطحی انجام و با ثبت اطلاعات جهت آزمایش ذخیره گردید. در نقاط نمونه‌برداری، با دستگاه موقعیت‌یاب جهانی، طول و عرض جغرافیایی نقاط ثبت شد. سپس با استفاده از روابط تجربی حاکم یعنی مقدار سنگفرش سطحی و سرعت آستانه (عظیم زاده و اختصاصی، ۱۳۸۱، ۱۳) از رابطه (۱) سرعت آستانه در مناطق مختلف دشت ابراهیم‌آباد برآورد و پهنه‌بندی شد.

$$V_t = 2.4999\ SG^{0.3548} \qquad (۱)$$

که در آن؛ V_t سرعت آستانه فرسایش بادی برحسب m/s و SG درصد سنگفرش بیابانی است.

به‌منظور برآورد پتانسیل فرسایش‌پذیری بادی خاک بر اساس روابط تجربی حاصل از آزمایش‌های تونل باد در دشت یزد- اردکان (عظیم زاده و همکاران، ۱۳۸۱، ۱۲) از رابطه (۲) پهنه‌بندی شد.

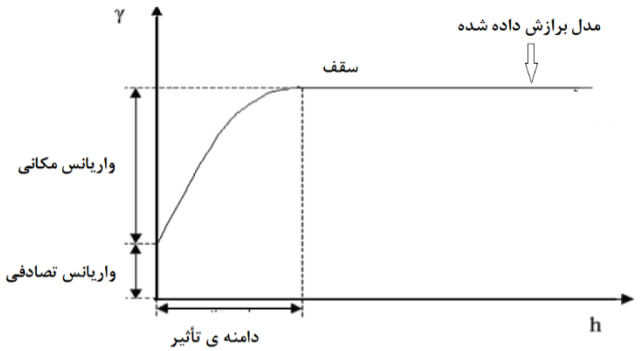
$$E_r = 414.6\ e^{-0.0373SG} \qquad (۲)$$

که در آن؛ E_r فرسایش‌پذیری خاک برحسب ton/ha.hr و e عدد نپر برابر ۲/۷۱۸ است.

در این بررسی با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده و مدل نیم تغییر نما، درون‌یابی در محدوده موردبررسی انجام و پهنه‌بندی به دست آمد. شکل کلی مدل نیم تغییر نما به‌صورت زیر می‌باشد (معادله‌ی ۳):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [Z(x+h) - Z(x)]^2 \quad (۳)$$

$n(h)$ تعداد جفت نمونه‌ها در ازای فاصله از h، $Z(x+h)$، مقادیر متغیر در $(x+h)$ و $Z(x)$ مقادیر متغیر در نقطه‌ی x است (شکل ۲).



شکل۲- نمای کلی نیم تغییر نما

با افزایش h مقدار نیم تغییر نما (واریانس زوج نقاط یا γ(h)) تا فاصله معینی اضافه می‌شود و پس‌ازآن به حد ثابتی می‌رسد که حد آستانه[1] نام دارد. به فاصله بین نمونه‌ها که از آن به بعد مقادیر متغیر در نقاط مجاور تأثیر چندانی بر یکدیگر ندارند و با افزایش بیشتر فاصله مقدار نیم تغییر نما تفاوت معنی‌داری نمی‌کند، دامنه یا شعاع تأثیر[2] گفته می‌شود. به مقدار نیم تغییر نما به ازای h=0 اثر قطعه‌ای[3] گفته می‌شود (حسنی پاک و همکاران، ۱۳۸۶، ۵). همچنین نسبت C/C+C0 کمیتی است که برای طبقه‌بندی مقدار وابستگی مکانی متغیرها کاربرد دارد (دلبری و همکاران، ۱۳۸۳، ۶). با توجه به این نسبت متغیرها ازنظر وابستگی مکانی ضعیف، متوسط و قوی هستند (جدول۱).

جدول۱- تعیین وابستگی مکانی (Cambardella و همکاران، ۱۹۹٤، ۱٤).

نسبت C/C+C0	وابستگی مکانی
۰/۲۵X<	ضعیف
۰/۷۵<X<۰/۲۵	متوسط
۰/۷۵X>	قوی

[1]. Sill
[2].Range of Influence
[3] . Nugget Effect

کریجینگ بهترین روش تخمین‌گر خطی نااریب (B.L.U.E[1]) می‌باشد (۱)، فرمول محاسبه‌ی آن در معادله‌ی (۴) آمده است.

$$Z^*(x) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i z(x_i) \quad (۴)$$

که در آن؛ Z^* مقدار متغیر، λ وزن یا اهمیت کمیت وابسته به نمونه‌ی i و (xi) مقدار متغیر اندازه‌گیری شده است. اولین مرحله انجام کریجینگ بررسی نرمال بودن داده‌های محیطی است، سپس رسم نیم تغییر نما محاسبه و تعیین مدل نیم تغییر نما انجام شد. بر اساس مدل نیم تغییرنمای تولیدشده عمل درون‌یابی[2] (کریجینگ) انجام می‌شود. فرض اصلی در درون‌یابی این است که نقاط بافاصله‌ی نزدیک خصوصیات مشابهی نسبت به نقاط دورتر دارند. درروش کریجینگ، نیم تغییر نما هر متغیر محیطی باید به‌طور مستقل ترسیم و بررسی شود. مدل‌های واریوگرام به‌طور عمده می‌تواند یکی از توابع کروی[3]، نمایی[4]، گوسی[5]، موجی[6]، درجه دوم استدلالی[7]، دایره‌ای[8] و توانی[9] است.

در این تحقیق از نرم‌افزار آماری SPSS 21 و Surfer 12 استفاده‌شده است. اطلاعات حاصل از برداشت‌های صحرایی و آزمایشگاه در نرم‌افزارهای اشاره‌شده مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. صحت نقشه‌های به‌دست‌آمده با آزمون t- استیودنت به‌صورت مقایسه جفت شده، بررسی شد.

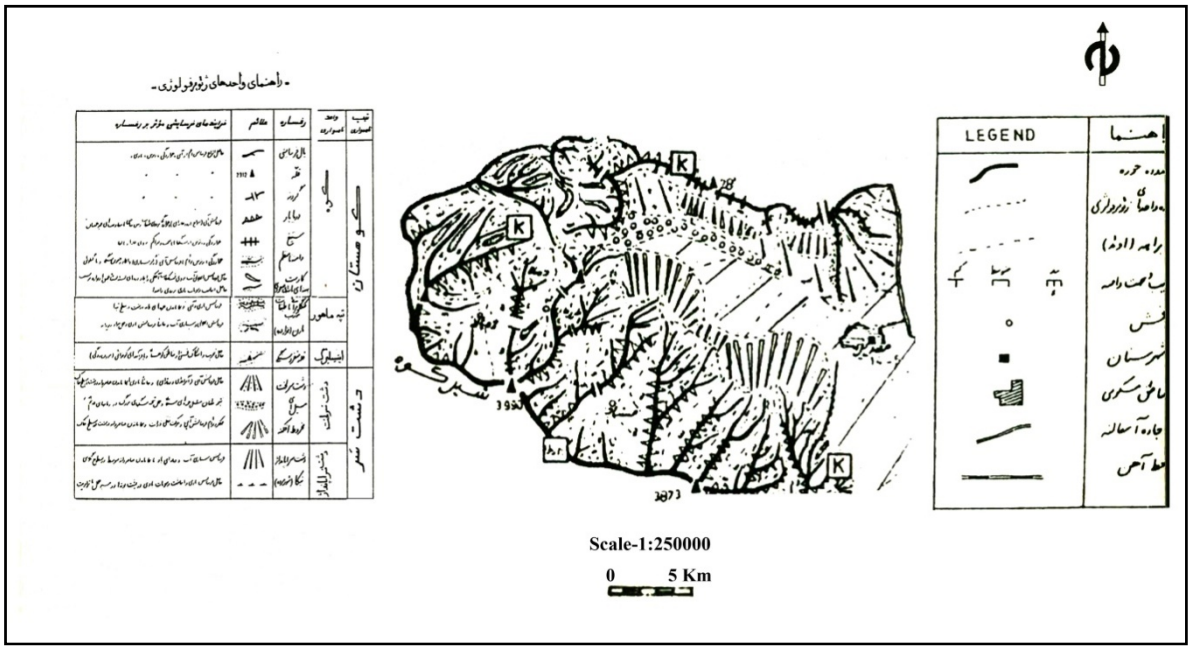
بحث و یافته‌ها

برداشت‌های صحرایی نشان می‌دهد که در بخش‌های مختلف حوضه دارای سنگفرش بیابانی است و دامنه آن از ۲۴ تا ۱۰۰ درصد تغییر می‌کند. میانگین درصد رگ ۵۶/۳ و انحراف از معیار آن ۱۷/۳ است. ضریب آماری کلموگرف-اسمیرنف ۰/۱۵۱ می‌باشد که فرض نرمال بودن داده‌ها را تائید می‌نماید. چولگی داده‌ها ۰/۵۷۸ و کشیدگی آن‌ها ۰/۱۸۳- است.

منطقه موردمطالعه دارای اشکال متنوع ژئومورفولوژی شامل مخروط افکنه، دشت‌سر لخت، دشت‌سر اپانداژ و مسیل‌های رودخانه‌ای است. دشت‌سر لخت که با بیش از ۶۰ درصد سنگریزه در منطقه وجود دارد که نسبت به فرسایش بادی از پایداری مناسبی برخوردار است. در بخش‌های دشت‌سرهای اپانداژ مقدار سنگفرش بیابانی در محدوده ۸۰-۴۰ درصد متغیر می‌باشد. محدوده بستر مسیل‌ها حاوی ذرات آبرفتی است که از ارتفاعات آهکی و گرانیتی محدوده شیرکوه به سمت دشت هدایت می‌شود. (اختصاصی و همکاران، ۱۳۷۵، ۳). محدوده موردبررسی خط شکستگی کوه به دشت است.

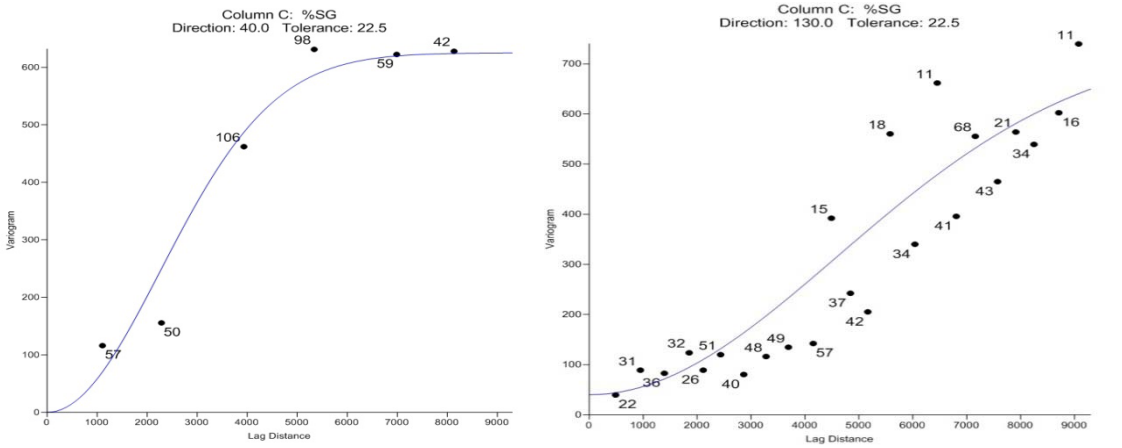
---

1. Best Linear Unbiased Estimator
2. Interpolation
3. Spherical
4. Exponential
5. Gaussian
6. Wave
7. Rational Quadratic
8. Circular
9. Power



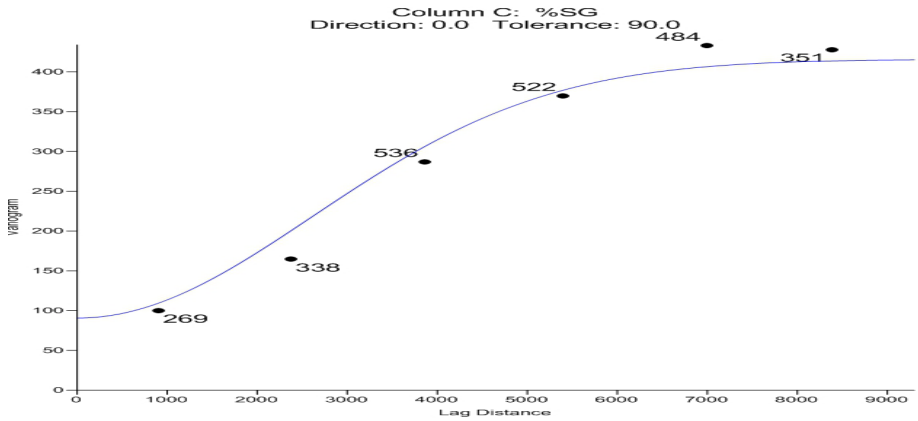
شکل ۳: نقشه ژئومورفولوژی دشت ابراهیم‌آباد مهریز- یزد (اختصاصی و همکاران، ۱۳۷۵، ۳)

الف) ب)



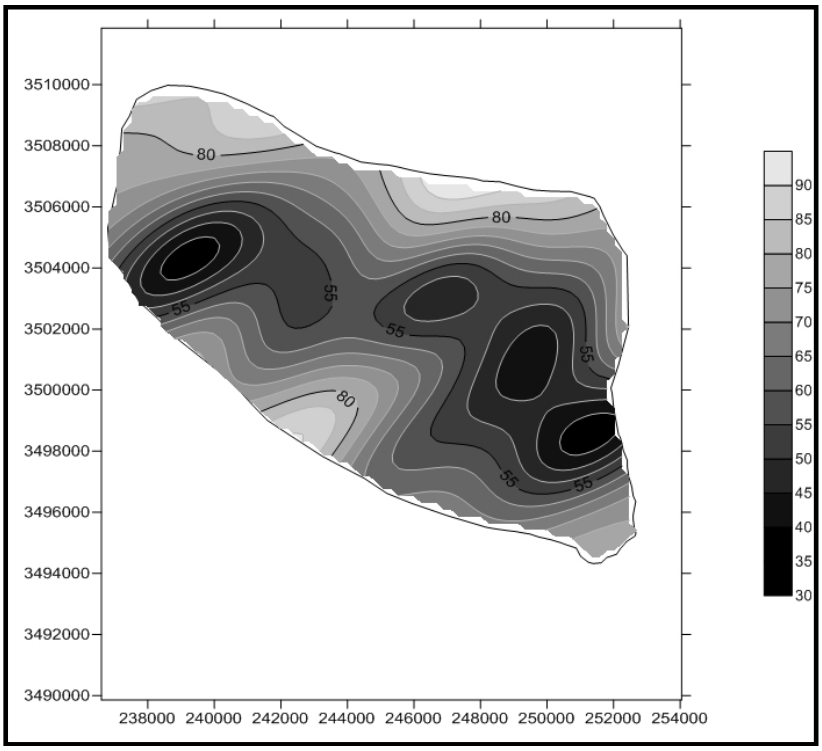
شکل ٤: نیم تغییرنمای مربوط به تغییرات درصد سنگفرش بیابانی در منطقه در جهت الف) ٤٠ درجه، ب) ۱۳۰ درجه

نتایج حاصل از رسم نیم‌تغییرنما در جهات مختلف نشان داد، حداقل و حداکثر مقدار عددی دامنه ۳۲۰۰ و ۶۵۰۰ متر و به ترتیب در امتدادهای ۴۰ و ۱۳۰ درجه است (شکل ۴- الف و ب). بدین لحاظ با توجه به یکسانی حدودی مقدار سقف نیم‌تغییرنماهای پوشش سنگفرش از ناهمسنگردی هندسی در محدوده موردمطالعه تبعیت می‌کند. این ناهمسنگردی در جهت ۱۳۰ درجه و حاصل تقسیم حداکثر دامنه بر حداقل آن می‌باشد. لذا مقدار عددی آن ۲/۰۳ محاسبه گردیده است.



شکل۵: نیم تغییرنمای همه جهته مربوط به تغییرات درصد سنگفرش بیابانی در منطقه

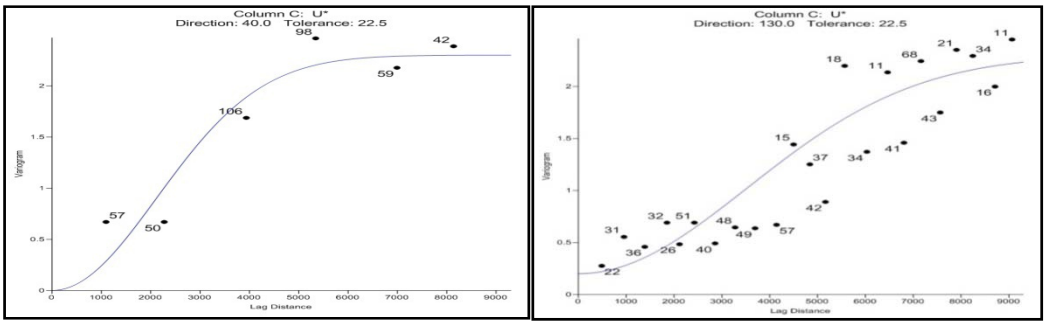
در شکل (۵) نتایج حاصل از رسم نیم‌تغییرنمای همه جهته درصد پوشش سنگفرش را نشان می‌دهد و دامنه تأثیر آن ۳۷۰۰ متر است. بدین لحاظ هر نقطه از نمونه تا محدوده ۳۷۰۰ متری از آن بر محدوده اطرافش تأثیرگذار است. علاوه بر آن حداکثر واریانس زوج نقاط ۳۲۵ می‌باشد. اثر قطعه‌ای مطابق نتایج این واریانس ۹۰/۵۹ به دست آمد، بدین لحاظ نسبت C/C+C0 معادل ۰/۷۲ به دست آمد که با توجه به جدول (۱) دارای وابستگی مکانی متوسط تا قوی است.



شکل ٦: خطوط هم تراز توزیع سنگفرش بیابانی برحسب درصد در دشت ابراهیم‌آباد مهریز- یزد

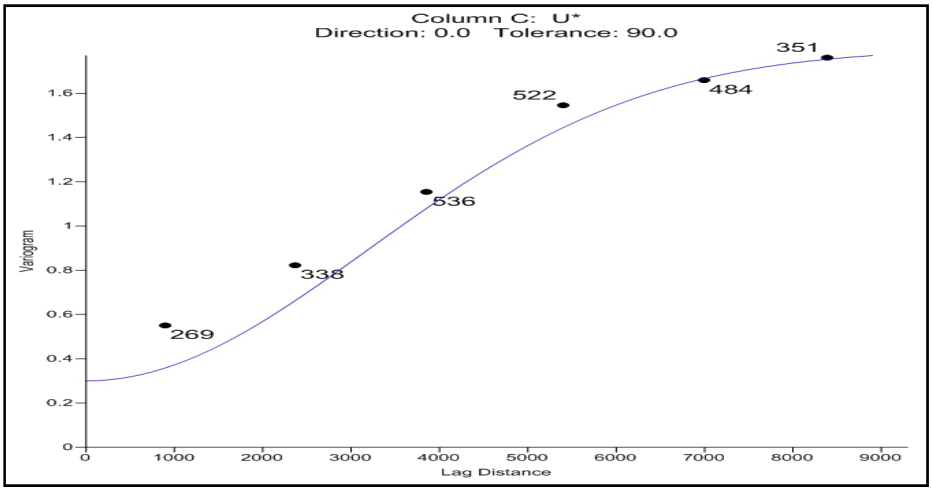
با توجه به شکل (۶) درصد سنگفرش محدوده موردمطالعه از ۳۰ درصد تا ۹۵ درصد تغییر کرده و کمترین مقدار درصد پوشش در محدوده مرکزی دشت و بیشترین مقدار منتهی به توده‌های سنگی حاشیه دشت با بیش از ۹۰ درصد سنگریزه می‌باشد. بنابراین فرسایش بادی در قسمت مرکزی حوضه بیشتر تأثیر خود را نسبت به حواشی دشت و منتهی به توده-های سنگی گذاشته است. در یک نگاه کلی می‌توان انتظار داشت که در مناطقی که درصد پوشش سنگفرش از ۷۰٪ بیشتر باشد، خاک زیرین دارای پوشش سنگریزه از خطر فرسایش محفوظ می‌گردد.

الف) ب)



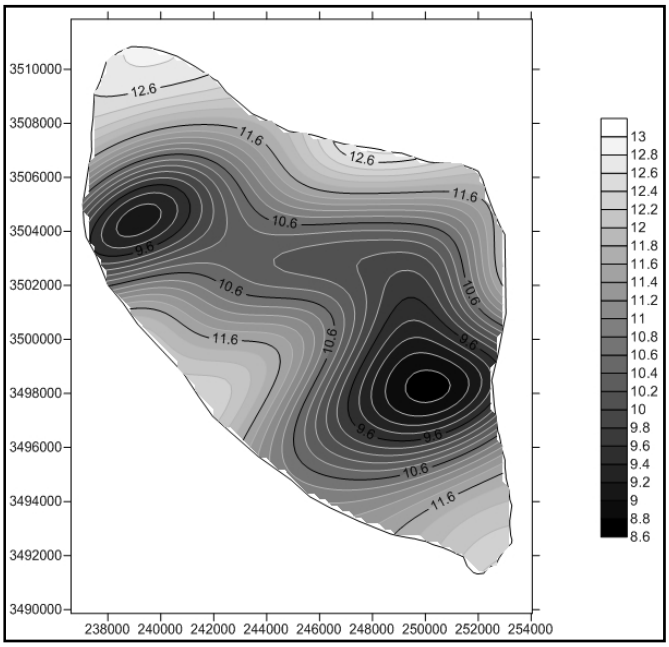
شکل ۷: نیم‌تغییرنمای مربوط به تغییرات سرعت آستانه فرسایش بادی در منطقه در جهت الف) ٤٠ درجه، ب) ۱۳۰ درجه

با رسم نیم تغییرنماهای جهت ۴۰ و ۱۳۰ (شکل ۷- الف و ب) که عمود بر آن است تغییرات مکانی مشاهده شد، بنابراین با رسم واریوگرام‌های جهت ۴۰ و ۱۳۰ ویژگی‌های جهت ۴۰ و ۱۳۰ محاسبه شد بدین ترتیب حداکثر فاصله نقاط که بر هم تأثیر دارند در جهت ۴۰، ۳۰۰۰ متر و در جهت ۱۳۰ برابر با ۵۰۰۰ متر می‌باشد لذا با تقسیم طول بیشتر در جهت ۴۰ در طول تغییرات کمتر مقدار ناهمسنگردی ۱/۶۷ محاسبه شد.



شکل ۸: نیم تغییرنمای همه جهته مربوط به تغییرات سرعت آستانه فرسایش بادی در منطقه

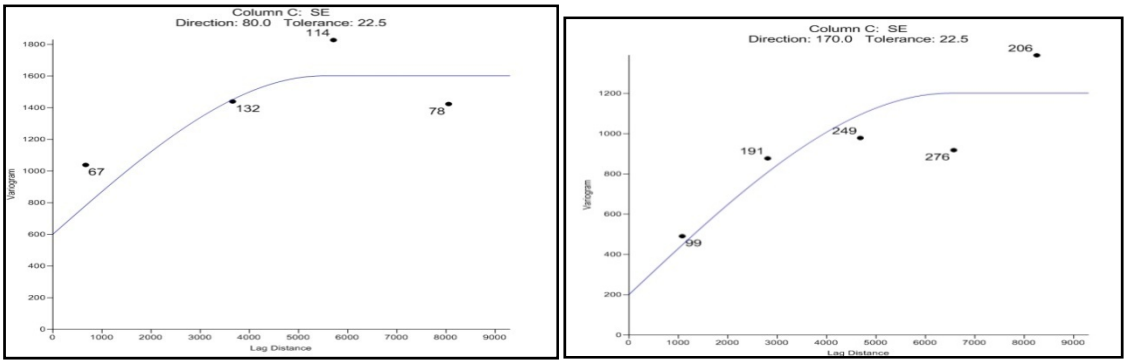
در شکل (۸) تغییرات نیم‌تغییرنما سرعت آستانه فرسایش بادی در همه جهته و بدون ناهمسنگردی می‌باشد پس از اعمال ناهمسنگردی بر نیم‌تغییرنمای همه جهته خطای واریانس برابر ۰/۳ و سقف نیم تغییر نما برابر ۱/۵ و دامنه تغییر ۴۵۰۰ متر می‌باشد.



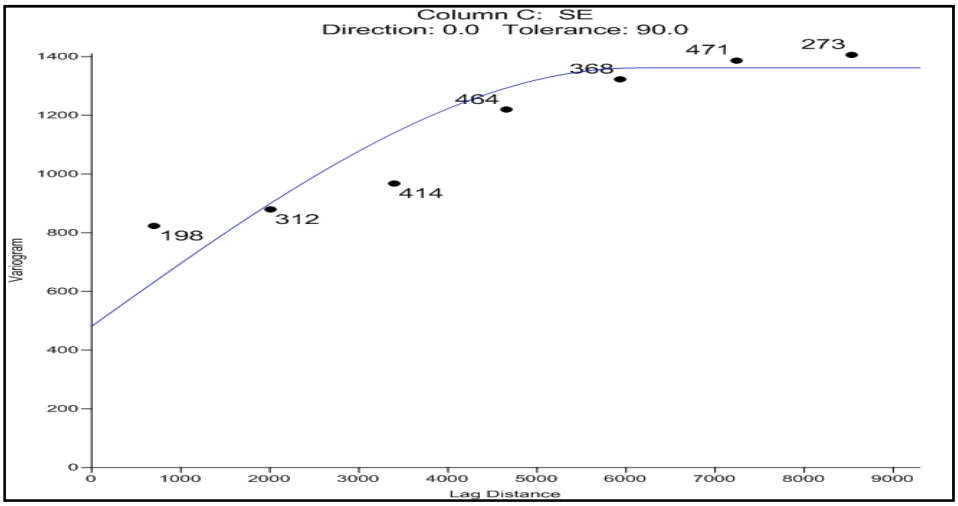
شکل۹: نقشه خطوط هم سرعت آستانه فرسایش برحسب m/s دشت ابراهیم‌آباد-مهریز

با توجه به شکل (۹) سرعت باد در مناطق میانی دشت و مجاور خروجی حوضه به علت کمتر بودن درصد سنگفرش، سرعت باد پایین می‌باشد زیرا باد با سرعت کمتری عمل فرسایش را انجام می‌دهد ولی در قسمت‌های حاشیه حوضه و منتهی به توده‌های سنگی سرعت باد به علت درصد بالای سنگفرش زیاد شده است زیرا سنگفرش عامل محافظت خاک را به دنبال دارد و باد سرعت خود را باید به‌مراتب بیشتر کند که عمل فرسایش صورت گیرد.

الف) ب)

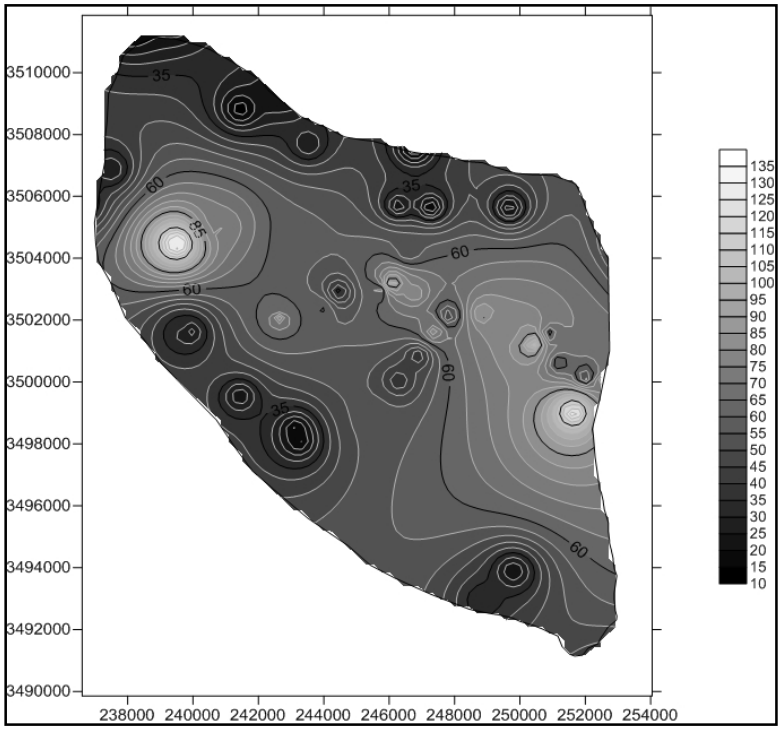


شکل ۱۰: نیم‌تغییرنماهای مربوط به فرسایش‌پذیری بادی خاک در منطقه در جهت الف) ۸۰ درجه، ب) ۱۷۰ درجه



شکل ۱۱: نیم تغییرنمای همه جهته مربوط به تغییرات فرسایش‌پذیری بادی خاک در منطقه

مقدار فرسایش‌پذیری بادی خاک برحسب تن در هکتار بر ساعت برآورد گردید. نتایج حاصل از شکل نیم‌تغییرنمای همه جهته نشان می‌دهد که دامنه تغییر در محدوده ۶۰۰۰ متر به‌دست‌آمده است (شکل ۱۱). همان‌گونه که در این شکل مشخص است نیم‌تغییرنما دارای سقف معین ۱۳۶۰ است که نشان‌دهنده عدم وجود روند در تغییرات فرسایش‌پذیری بادی خاک است. بررسی دامنه تأثیر یا شعاع تأثیر در جهات مختلف برای تعیین ناهمسانگردی نشان داد حداکثر فاصله نقاط که بر هم تأثیر دارند در جهت ۸۰، ۵۵۰۰ متر و در جهت ۱۷۰ برابر با ۶۵۰۰ متر می‌باشد لذا با تقسیم طول بیشتر در جهت ۸۰ در طول تغییرات، مقدار ناهمسنگردی ۱/۱۸ در جهت ۱۷۰ محاسبه شد.



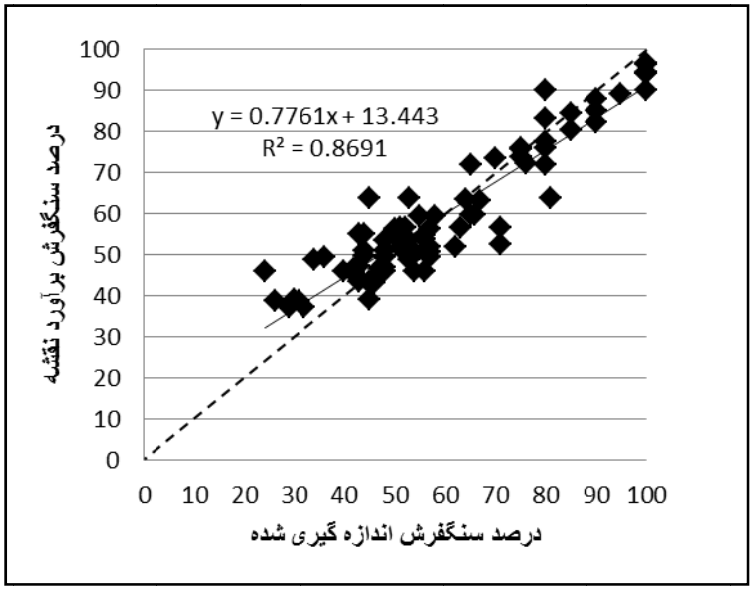
شکل ۱۲- نقشه خطوط هم فرسایش‌پذیری بادی خاک برحسب ton/ha.hr دشت ابراهیم‌آباد- مهریز- یزد

با توجه به شکل (۱۲) فرسایش‌پذیری در مناطق میانی دشت و مجاور خروجی حوضه بیشتر است. همان‌طور که در شکل‌های قبلی توضیح داده شد در مناطق مرکزی به علت درصد سنگریزه کمتر، خاک در مقایسه با حاشیه دشت و

منتهی به توده‌های سنگی در معرض شدید فرسایش بادی قرار می‌گیرد پس‌سرعت باد کمی برای فرسایش نیاز است درنتیجه فرسایش‌پذیری هم زیاد می‌شود ولی در حواشی حوضه و منتهی به توده‌های سنگی فرسایش‌پذیری کمتر است زیرا که درصد بالای پوشش سنگفرش از خاک زیرین خود محافظت می‌کند. بدین لحاظ تأثیر پوشش سنگفرش بیابانی در کاهش فرسایش‌پذیری بادی خاک و افزایش سرعت آستانه به‌طور واضح نشان داده‌شده است.

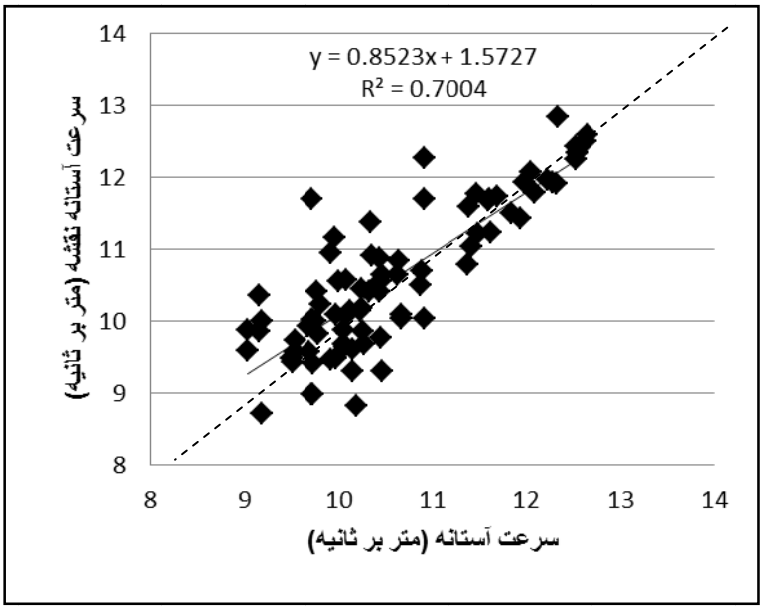
(Nyssen, et. al. 2002, 18)، به تغییرات مکانی افقی و عمودی سنگفرش در منطقه تایگری اتیوپی شمالی پی بردند که نوع این تغییرات باعث کنترل فرسایش بادی و آبی همچنین کنترل بیابان‌زایی می‌شود و همچنین به تأثیر تغییرات عمقی سنگفرش تا ۱۰ سانتیمتری خاک سطحی پرداختند. نتایج تحقیق حاضر با Nyssen و همکاران انطباق دارد.

نتایج تحقیق حاضر نتایج (فتوحی و همکاران، ۱۳۹۰، ۷) را تأثیر می‌کند که در دشت‌سرهای اپانداژ و پوشیده با حدود۵۰ درصد سنگفرش بیابانی نقش قابل‌توجهی در کاهش فرسایش ایفا می‌کند.



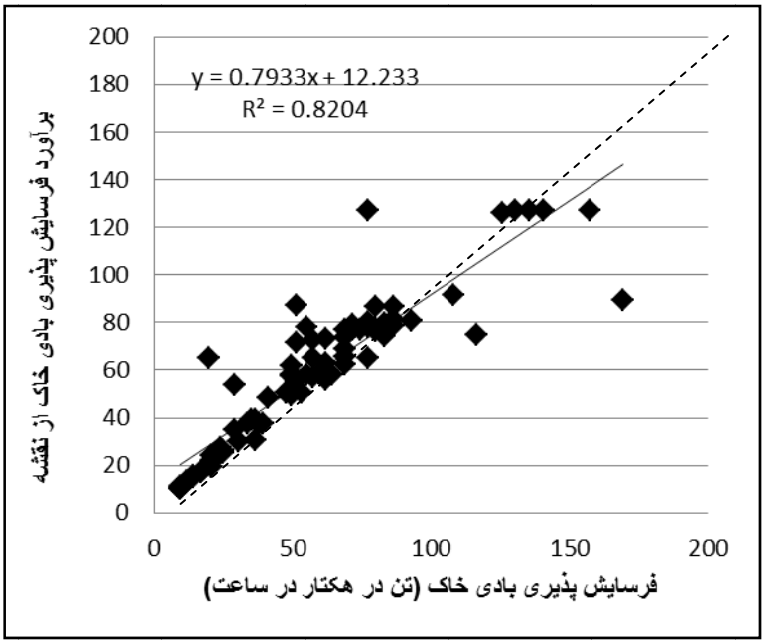
شکل ۱۳: مقایسه مقادیر درصد سنگفرش اندازه‌گیری شده با مقادیر برآورد شده از نقشه

شکل (۱۳) مقایسه مقادیر درصد سنگفرش اندازه‌گیری شده را با مقادیر برآورد شده از نقشه را نشان می‌دهد. خط نقطه‌چین، نشان‌دهنده خط ۱:۱ است. اگر تمامی نقاط اندازه‌گیری شده و برآورد از نقشه مساوی باشد در این صورت ابرنقاط روی خط ۱:۱ متمرکز می‌شوند. انحراف از این خط نشان‌دهنده مقدار خط در نقشه است. لذا با توجه به انطباق نزدیک خط برازش شده با نقطه‌چین و ضریب تعیین قوی ۰/۸۶۹، نقشه سنگفرش تهیه‌شده از دقت بالایی برخوردار است.



شکل ١٤: مقایسه بین مقادیر حاصل از سرعت آستانه فرسایش بادی با مقادیر برآوردی در نقشه

شکل (۱۴) نیز مقایسه بین مقادیر حاصل از سرعت آستانه فرسایش بادی برحسب m/s در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین با مقادیر برآوردی در نقشه را نشان می‌دهد. بدین لحاظ نقشه حاصل باکمی انحراف در مقادیر سرعت‌ها و با ضریب تعیین ۰/۷ در حد قابل قبولی قرار دارد. ضریب تعیین به‌دست‌آمده در سطح خطای ۱٪ معنی‌دار است.



شکل ١٥: مقایسه مقادیر فرسایش‌پذیری بادی خاک با مقادیر برآوردی در نقشه

شکل (۱۵) بررسی نتایج حاصل از نقشه فرسایش‌پذیری بادی خاک محدوده موردمطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به انطباق مناسب ابرنقاط مقادیر فرسایش‌پذیری بادی خاک با مقادیر برآوردی آن، ضریب تعیین ۰/۸۲ قوی، نقشه مذکور دارای دقت است. ضریب تعیین حاصل و انطباق خط برازش داده‌شده مقادیر فرسایش‌پذیری بادی خاک با مقادیر برآوردی برخط ۱:۱ این ادعا را ثابت می‌کند.

نتیجه‌گیری

در مناطق خشک و فراخشک نظیر منطقه موردمطالعه که فرآیندهای خاک سازی عمدتاً محدود به فرآیندهای هوادیدگی فیزیکی و تخریب مکانیکی است، به دلیل عدم امکان تفکیک بصری درصد پوشش سنگریزه، زمین‌آمار این امکان را فراهم می‌کند تا تغییرات آن به‌خوبی بررسی شود.

در دشت ابراهیم‌آباد، دامنه تغییرات درصد پوشش رگ از ۳۰ تا ۹۵ درصد گسترده است. کمترین مقدار درصد پوشش در محدوده وسط دشت و بیشترین مقدار منتهی به توده‌های سنگی حاشیه دشت با بیش از ۹۰ درصد سنگریزه می‌باشد. مقایسه نقشه خطوط هم تراز درصد سنگفرش با شرایط صحرایی، نشان می‌دهد که این روش از دقت مناسبی برخوردار است. نقشه توزیع سرعت آستانه فرسایش بادی در دشت ابراهیم‌آباد نشان می‌دهد که دامنه تغییرات سرعت آستانه از ۷/۷ تا بیش از ۱۲ متر بر ثانیه است. کمترین سرعت آستانه مربوط به مناطق مرکز دشت و منتهی به خروج حوضه است و بیشترین مقدار مربوط به حاشیه دشت و منتهی به توده‌های سنگی می‌باشد.

نقشه توزیع فرسایش‌پذیری خاک در دشت ابراهیم‌آباد نشان می‌دهد که دامنه تغییرات فرسایش‌پذیری از ۱۰ کیلوگرم بر هکتار در ساعت تا بیش از ۱۶۰ کیلوگرم بر هکتار در ساعت است. بیشترین مقدار فرسایش‌پذیری مربوط به مناطق مرکز دشت و منتهی به خروج حوضه است و کمترین مقدار مربوط به حاشیه دشت و منتهی به توده‌های سنگی می‌باشد.

پوشش سنگفرش بخشی از نیروی فرسایندگی باد را به‌واسطه افزایش زبری سطح کاهش می‌دهد. بدین لحاظ مقایسه نقشه سرعت‌های آستانه فرسایش بادی با توزیع سنگفرش بیابانی گواه این موضوع است. از سوی دیگر پوشش اجزاء درشت، کاهش فرسایش‌پذیری بادی خاک را به همراه دارد. این نتایج با (عظیم زاده و اختصاصی، ۱۳۸۳، ۱۰)، (عظیم زاده و فتوحی، ۱۳۹۱، ۱۱) و (عظیم زاده و همکاران، ۱۳۸۱، ۱۲) همخوانی دارد.

منابع و مآخذ

- احمدی، حسن و محمدرضا اختصاصی، ۱۳۷۲، برآورد سرعت آستانه فرسایش بادی اراضی حوضه دشت یزد به دو روش تله‌های رسوب‌گیر و دستگاه سنجش فرسایش بادی. مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی دانشگاه تهران، ۱۲۰ص.
- اختصاصی، محمدرضا، ۱۳۷۲، تهیه نقشه حساسیت به فرسایش بادی اراضی دشت یزد به کمک دستگاه سنجش فرسایش بادی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲۳۷ص.
- اختصاصی، محمدرضا و حسن احمدی و ناصر باغستانی و علی خلیلی و سادات فیض نیا، ۱۳۷۵، منشأ یابی تپه‌های ماسه‌ای حوضه دشت یزد–اردکان. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.
- جوادی، پدیده و حسن روحی پور و علی‌اکبر محبوبی، ۱۳۸۴، تأثیر پوشش سنگی بر روی فرسایش و جریان سطحی با استفاده از فلوم و شبیه‌ساز باران. فصلنامه علمی– پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۲، شماره ۳، ۳۱۰–۲۷۸ص.
- حسنی پاک، علی. ۱۳۸۶. زمین‌آمار (ژئواستاتیستیک)، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ص۳۱۴.
- دلبری، معصومه و مجید خیاط خلقی و محمدحسین مهدیان، ۱۳۸۳، ارزیابی روش‌های زمین‌آمار در برآورد هدایت هیدرولیکی خاک در مناطق شیب آب و پشت آب پایین دشت سیستان مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵ ، شماره ۱، ص (۱۲–۱).
- فتوحی، فرزانه و حمیدرضا عظیم زاده و علی طالبی و محمدرضا اختصاصی، ۱۳۹۰، اثر سنگفرش سطحی بر عامل فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از زمین‌آمار در بخشی از حوضه دشت یزد–اردکان. مجله علمی– پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، جلد ۵، شماره ۱۶، ص (۱۲–۱).

- محمودآبادی، مجید و فاطمه دهقانی و حمیدرضا عظیم زاده، ۱۳۹۰، مطالعه اثر توزیع اندازه ذرات خاک برشدت فرسایش بادی. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد اول، شماره اول.
- محمدی، جهانگرد، ۱۳۸۲، ژئواستاتیستیک، جزوه درسی دوره دکتری خاکشناسی، گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- عظیم زاده، حمیدرضا و محمدرضا اختصاصی، ۱۳۸۳، فرسایش بادی: بررسی تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در سرعت آستانه فرسایش بادی (مطالعه موردی دشت یزد–اردکان). مجله منابع طبیعی ایران.
- عظیم زاده، حمیدرضا و فرزانه فتوحی، ۱۳۹۱، بررسی کمی اثرات سنگفرش بیابان در فرسایش‌پذیری بادی خاک (مطالعه موردی: بخشی از دشت یزد–اردکان). فصلنامه علمی–پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۲۰، شماره ۴، ۷۰۵–۶۹۵ص.
- عظیم زاده، حمیدرضا و محمدرضا اختصاصی و محسن حاتمی و محمد اخوان قالیباف، ۱۳۸۱، مطالعه تأثیر خصوصیات فیزیکی– شیمیایی خاک در شاخص فرسایش‌پذیری بادی خاک و ارائه مدل جهت پیشگویی آن در دشت یزد–اردکان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال نهم، شماره اول.
- عظیم زاده، حمیدرضا و محمدرضا اختصاصی، ۱۳۸۱، فرسایش بادی: مطالعه تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در شاخص فرسایش‌پذیری بادی و ارائه مدل جهت پیشگویی آن در دشت یزد– اردکان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، جلد ۱، ۱۵۲– ۱۳۹ص.

- *- Cambardella, C. A., T. B. Moorman, J. M. Novak, T. B. Parkin, D. L. Karlen, R. F. Turco and A. E. Konopka, 1994. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa. Soil Science Society American Journal, No. 58, pp. 1501-1511.*
- *- Dong, Z., X. Liu and X. Wang, 2002. Aerodynamic roughness of gravel surfaces. Geomorphology, No. 43, pp. 17-31.*
- *McFadden, L. D., G. S. Wells and M. J. Jercinovich, 1987. Influences of eolian and pedogenic processes on the origin and evolution of desert pavements. Geology, Vol. 15, pp. 504-508.*
- *- Rostagno, C.M., G. Degorgue, 2011. Desert pavements as indicators of soil erosion on aridic soils in north-east Patagonia (Argentina). Geomorphology, No. 134, pp. 224-231*
- *- Nyssen, J., J. Poesen, J. Moeyersons, E. Lavrysen, M. Haile and J. Deckers, 2002. Spatial distribution of rock fragments in cultivated soils in northern Ethiopia as affected by lateral and vertical displacement processes. Geomorphology, No. 43, pp. 1-16*
- *- Veihe, A. 2002. The Spatial Variability of Erodibility and Its Relation to Soil Types: A Study from Northern Ghana. Geoderma, No. 106, pp. 101-120*