Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال پنجم، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۵
صص. ۱۰۹-۹۴

بررسی خصوصیات الگوی توزیع مکانی فرسایندگی باران در استان هرمزگان

بهزاد عادلی – دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان
حمید غلامی* – عضو هیات علمی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان
علیرضا نفرزادگان – دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۱۷ تأیید نهایی: ۱۳۹۵/۰۴/۱۸

چکیده

نیرومحرکه فرسایش آبی نیروی برشی حاصل از سقوط قطرات آب باران می‌باشد که تحت عنوان عامل فرسایندگی باران در معادله جهانی فرسایش خاک (USLE) نیز مطرح می‌باشد. ازاین‌رو آگاهی از میزان و الگوی تغییرات مکانی آن برای بهبود مدیریت سرزمین و ارزیابی ریسک فرسایش خاک در شرایط آینده کاربری اراضی و تغییر اقلیم بسیار مهم و حیاتی است. هدف از این تحقیق بررسی الگوی تغییرات فضایی عامل فرسایندگی باران با استفاده از شاخص فورنیه اصلاح‌شده در استان هرمزگان می‌باشد. بدین‌منظور، اطلاعات نقطه‌ای شاخص فورنیه اصلاح شده در ۶۷ ایستگاه باران‌سنجی استان برآورد گردید. تبدیل اطلاعات نقطه‌ای عامل فرسایندگی به اطلاعات ناحیه‌ای این عامل، بعد از برازش مدل تغییرنما و انتخاب روش میان‌یابی برتر در محیط نرم‌افزارهای ArcGIS و GS+ صورت گرفت. همچنین جهت بررسی ارتباط عامل فرسایندگی باران با متغیرهای ارتفاع، بارندگی و طول و عرض جغرافیایی، ماتریس همبستگی محاسبه شد و معلوم گردید که قدرت فرسایندگی بارندگی در استان هرمزگان تنها با مقادیر بارندگی ارتباط معنادار دارد و با دیگر متغیرها ارتباط معناداری مشاهده نگردید. نتایج نشان داد که ساختار فضایی داده‌های تحقیق از مدل تغییرنمای خطی تبعیت می‌کند و روش میان‌یابی عکس فاصله با توان ۳، برترین روش برای پهنه-بندی داده‌های تحقیق تشخیص داده شد. همچنین نتایج نشان داد که دامنه فرسایندگی برای ایستگاه‌های موردبررسی از ۳۲ MJ mm ha-1h-1yr-1 در ایستگاه جاسک تا ۴۱۴ MJ mm ha-1h-1yr-1 در ایستگاه سد استقلال متغیر می‌باشد. همچنین تغییرات عامل فرسایندگی باران استان هرمزگان، از الگوی منظمی پیروی نمی‌کند به‌طوری‌که لکه‌های نامتناجنس، در مناطق مختلف استان قابل‌مشاهده است. درمجموع بیشترین فراوانی با حدود ۴۰ درصد از کل مساحت منطقه در دامنه فرسایندگی ۱۰۰-۱۴۰ MJ mm ha-1h-1yr-1 قرار دارد و تنها ۷/۶ درصد از مساحت استان هرمزگان متأثر از بارش‌هایی باقدرت فرسایندگی بیش از ۲۰۰ MJ mm ha-1h-1yr-1 می‌باشد.

واژگان کلیدی: فرسایش خاک، شاخص فورنیه، تغییرنما، نقشه‌های هم‌فرساینده، هرمزگان

* نویسنده مسئول: E-mail: Hgholami@hormozganu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

مقدمه

فرسایش تشدیدی خاک یکی از فرآیندهایی است که تأثیرات نامطلوبی بر منابع آب‌وخاک می‌گذارد. آب، باد، یخچال و نیروی ثقل چهار عامل اصلی در فرسایش خاک به‌حساب می‌آیند که در کشور ایران فرسایش ناشی از آب (فرسایش آبی) از وسعت و پیچیدگی بالاتری برخوردار می‌باشد (صادقی[۱] و همکاران، ۲۰۱۱: ۴۵۲). فرسایش آبی مشکلات عدیده‌ای مانند کاهش حاصلخیزی و بهره‌وری خاک از طریق کاهش اراضی قابل‌کشت، افزایش فعالیت‌های زمین‌لغزشی، تخریب اکوسیستم و پخش آلاینده‌ها از طریق ورود جریان رسوب به رودخانه‌ها به همراه دارد (هئو و لی[۲]، ۲۰۱۱: ۳۳). هم‌چنین فرسایش خاک با توجه به اثرات محیط زیستی آن، یکی از عوامل اصلی تخریب حوزه‌های آبخیز به شمار می‌آید (صادقی و حزباوی[۳]، ۲۰۱۵: ۳۸۴؛ لودویگ[۴]، ۲۰۰۶: ۳۲۸). جدا شدن ذرات خاک توسط قطرات باران و انتقال ذرات جداشده توسط رواناب دو فرآیند پایه‌ای فرسایش آبی می‌باشند اساساً فرسایش آبی با جدایش ذرات خاک که به‌طور عمده توسط نیروی برشی ناشی از سقوط قطرات باران کنترل می‌شود آغاز می‌شود (صادقی و همکاران، ۲۰۱۱: ۴۵۲). این عامل به‌عنوان عامل فرسایندگی باران شناخته می‌شود (پتکووسک و میکوس[۵]، ۲۰۰۴: ۸۷۱؛ اسدی[۶] و همکاران، ۲۰۰۸: ۸۰). مفهوم فرسایندگی باران توسط هادسون[۷] (۱۹۷۱) و ویشمایر و اسمیت[۸] (۱۹۷۸) به‌عنوان یک اثر متقابل بین انرژی جنبشی باران و سطح خاک توصیف‌شده است. درواقع این عامل برای محاسبه توانایی باران در فرسایش خاک در شرایط مختلف به کار گرفته‌شده است و یکی از ۶ عاملی است که در معادلات برآورد هدر رفت خاک (USLE و RUSLE) استفاده می‌شود (هئو و لی، ۲۰۱۱: ۳۲).

فرسایش خاک یکی از مهم‌ترین مسائل و مشکلاتی است که امروزه با آن مواجه هستیم (رضائی و همکاران، ۱۳۹۳: ۹۹). به‌طوری‌که در دهه اخیر اهمیت مسائل فرسایش خاک و عوامل فرسایندگی باران دوچندان شده است. در این زمینه سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور سالانه حدود ۱۵۰ میلیون دلار در راستای پروژه‌های آبخیزداری به‌منظور جلوگیری یا کاهش بخشی از فرسایش خاک و مشکلات مرتبط با آن هزینه می‌کند (صادقی و همکاران، ۲۰۱۱: ۴۵۱). به همین دلیل، لزوم توجه به مسائل فرسایش و عوامل تأثیرگذار بر آن از جمله عوامل اقلیمی را بیش‌ازپیش می‌طلبد. این امر ناشی از این است که فرسایندگی باران نه‌تنها به‌عنوان یک عامل ورودی در مدل‌سازی فرسایش خاک به کار گرفته می‌شود بلکه به‌عنوان عاملی مهم در مدل‌سازی سایر فرآیندهای مدیریتی منابع آب‌وخاک مانند ترسیب رسوب، کیفیت آب و دیگر موارد نیز کاربرد دارد (هئو و لی، ۲۰۱۱: ۳۲). بنابراین برآورد دقیقی از فرسایندگی باران می‌تواند به بهبود دقت مدل‌سازی‌ها کمک نماید (رنارد[۹] و همکاران، ۱۹۹۷: ۲۸۷). همچنین فرسایندگی باران یک پارامتر کلیدی در ارزیابی ریسک فرسایش خاک تحت شرایط آینده کاربری اراضی و تغییر اقلیم است (موسبرگر[۱۰] و همکاران، ۲۰۱۲: ۱۶۷).

روش اصلی برای محاسبه فرسایندگی یک واقعه بارش باران، نیازمند داده‌های ثبت‌شده توسط باران‌نگارها می‌باشد (ویشمایر و اسمیت، ۱۹۷۸؛ مورگان[۱۱]، ۲۰۰۴). دسترسی به این‌گونه اطلاعات در بسیاری مناطق دنیا بسیار وقت‌گیر، هزینه‌بر و دشوار می‌باشد (صادقی و همکاران، ۲۰۱۱: ۴۵۳؛ هئو و لی، ۲۰۱۱: ۳۳). این در حالی است که فرمول‌های دیگری نیز به وجود آمده که می‌توانند با دقت خوبی مقادیر ماهانه یا سالانه میزان فرسایندگی باران را با استفاده از داده-

[1] Sadeghi
[2] Heo and Lee
[3] Sadeghi and Hazbavi
[4] Ludwig
[5] Petkovesk and Mikos
[6] Asadi
[7] Hudson
[8] Wischmeier and Smith
[9] Renard
[10] Meusburger
[11] Morgan

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

های سهل‌الوصول برآورد نمایند (برتونی و لمباردی‌نتو[1]؛ ۱۹۹۰: ۱۲۱؛ رنارد و فریموند[2]، ۱۹۹۴: ۲۸۹). روش‌های تخمین‌گر مبتنی بر داده‌های بارش سالانه نمونه خوبی از مدل‌های آسان هستند زیرا که دسترسی به داده‌های بارش سالانه نسبتاً راحت و قابل‌اعتماد می‌باشد (هئو و لی، ۲۰۱۱: ۳۳). فرمول فورنیه از جمله فرمول‌هایی است که این خصوصیت را دارا هستند و به‌طور بسیار گسترده‌ای برای همین منظور مورداستفاده می‌گیرد. فرمول فورنیه به‌صورت $Cc=\frac{M_x^2}{P}$ ارائه‌شده است. در این فرمول Cc برابر با مقدار شاخص فورنیه، M معرف میزان بارندگی ماهانه برحسب میلی‌متر در ماه x و P معرف متوسط بارش سالانه به میلی‌متر می‌باشد. طی تحقیقات متعددی روابط معناداری بین شاخص فورنیه و مقدار سالانه فرسایندگی باران گزارش‌شده است (برتونی و لمباردی‌نتو، ۱۹۹۰: ۱۱۵ ؛ اودورو–آفری[3]، ۱۹۹۶؛ داسیلوا[4]، ۲۰۰۴: ۲۵۹). در این‌گونه مطالعات بسته به شرایط حاکم بر منطقه مطالعاتی ممکن است استفاده از آمار ۲۰ ساله و یا حتی آمار ۱۰ ساله نیز مطلوب و ایده‌آل باشد (داسیلوا، ۲۰۰۴: ۲۵۶). مروری بر مطالعات صورت گرفته در ارتباط با فرسایندگی باران نشان می‌دهد که برای مطالعه فرسایندگی باران شاخص EI_{30} از بیش‌ترین مقبولیت جهانی برای این منظور برخوردار است. این در حالی است که با توجه به محدودیت‌های حاکم بر این روش، شاخص‌های سهل‌الوصول به‌صورت بسیار گسترده‌ای به‌ویژه در مناطقی که با کمبود داده‌ها روبرو هستند؛ مورداستفاده قرارگرفته‌اند (رضائی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۰۰). در این میان می‌توان به منائرتس و گابریلز[5] (۲۰۰۰) اشاره نمود که با استفاده از داده‌های ۷ ساله ایستگاه‌های باران‌سنجی، فرسایندگی باران را برای جزیره‌ی کیپ‌ورده[6] در آفریقا به دست آوردند. واندرنیف[7] و همکاران (۲۰۰۰) طی تحقیقی بیان داشتند که مقادیر متوسط فرسایندگی بلندمدت اغلب با مقادیر در دسترس تر بارندگی مانند بارش سالانه یا شاخص اصلاح‌شده‌ی فورنیه همبستگی بالایی دارند. بر این اساس ایشان اقدام به تهیه نقشه فرسایندگی ماهانه، فصلی و سالانه برای کل اروپا نمودند. هو[8] و همکاران (۲۰۰۰) نقشه فرسایندگی برای کشور کره جنوبی را به دست آوردند. آن‌ها دریافتند که حداکثر مقادیر فرسایندگی در قسمت‌های شرقی و حداقل آن در قسمت‌های ساحلی منطقه موردمطالعه به دست آمد. پوش و رکولاینن[9] (۲۰۰۳) طی مطالعه فرسایندگی باران کشور فنلاند دریافتند که تغییرات زمانی فرسایندگی بسیار بیش‌تر از تغییرات مکانی فرسایندگی منطقه موردمطالعه می‌باشد. در ترکیه نیز بررسی زمانی و مکانی فرسایندگی باران که توسط اسلان[10] و همکاران (۲۰۰۵) صورت گرفت، بیانگر تغییرات فرسایندگی بین نواحی مرکزی و شمال شرقی ترکیه می‌باشد.

پس از محاسبه میزان فرسایندگی باران برای یک منطقه می‌توان نقشه‌های فرسایندگی را با استفاده از روش‌های میان‌یابی و با به‌کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به دست آورد. در این زمینه ویشمایر و اسمیت در سال ۱۹۷۸ اقدام به تهیه نقشه‌های هم‌فرساینده برای ایالات‌متحده آمریکا نمودند. یین[11] و همکاران (۲۰۰۷) تغییرات مکانی فرسایندگی غرب چین را موردبررسی قرار داده و تغییرات فضایی فرسایندگی را به‌صورت نقشه‌های هم‌فرساینده ارائه نمودند. صادقی و همکاران (۲۰۱۱) نیز با استفاده از داده‌های ۲۳ ساله مربوط به ۱۸ ایستگاه، فرسایندگی باران کل کشور ایران را محاسبه نمودند و دریافتند حداکثر شدت فرسایندگی مربوط به قسمت‌های شمالی و حداقل آن مربوط به قسمت‌های مرکزی و جنوبی کشور ایران است. از دیگر مطالعات می‌توان به هو و همکاران (۲۰۰۰) برای کشور کره، داسیلوا

[1] Bertoni and Lombardi Neto
[2] Renard and Freimund
[3] Oduro-Afriyie
[4] DaSilva
[5] Mannaerts and Gabriels
[6] Cape Verde
[7] Vanderknif
[8] Hu
[9] Posch and Rekolainen
[10] Aslan
[11] Yin

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

(۲۰۰۴) برای کشور برزیل، بهزادفر[1] و همکاران (۲۰۰۹) در ایران، و هئو و لی (۲۰۱۱) برای کشور کره جنوبی نیز اشاره نمود که از فناوری GIS برای دستیابی به نقشه‌های هم‌فرساینده کشور استفاده نمودند. مرور منابع داخلی نیز نشان می-دهد که عامل فرسایندگی و توزیع زمانی و مکانی آن موردتوجه بسیاری محققان قرارگرفته است. در این زمینه می‌توان به تحقیق احمدی و همکاران (۱۳۹۳) در استان قزوین اشاره نمود. ایشان اقدام به تهیه پهنه‌های فرسایندگی استان نمودند و دریافتند که حداکثر شدت فرسایندگی مربوط به قسمت‌های شمالی استان و به‌صورت لکه‌های نامتناجنس در قسمت‌های جنوبی است. ایشان نهایتاً الگوی توزیع بارندگی و توپوگرافی را از دلایل نتایج اخیر برشمردند. رضائی و همکاران (۱۳۹۳) از شاخص فورنیه اصلاح شده برای برآورد مقدار فرسایندگی باران مدل RUSLE در حوزه گابریک استان هرمزگان استفاده کردند. ایشان در این تحقیق از روش کریجینگ معمولی برای برآورد مقدار فرسایندگی در مناطق فاقد ایستگاه باران‌سنجی استفاده کردند. نتایج نشان داد که مقدار R برآورد شده در حوزه موردمطالعه دارای تغییرات زیادی است و این مقدار به سمت جنوب و مرکز حوزه دارای روند کاهشی است. از دیگر مطالعات داخلی می‌توان به حکیم‌خانی و همکاران (۱۳۸۶)، بهزادفر و همکاران (۱۳۸۸)، علی‌پور و همکاران (۱۳۸۹)، عرفانیان و همکاران (۱۳۹۲)، ترابیان‌مقدم و همکاران (۱۳۹۳) و اسلامی و همکاران (۱۳۹۳) اشاره نمود.

از آنجائی که فرسایش خاک در کشورهای درحال‌توسعه روند افزایشی دارد (رضائی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۱۱)؛ دستیابی به این‌گونه نقشه‌ها می‌تواند اطلاعات مؤثری در مورد فرسایش خاک یک منطقه ارائه نماید. ازاین‌رو مطالعه و اندازه‌گیری الگوی توزیع فرسایندگی باران و تأثیر احتمالی آن بر تغییرات فرسایش خاک بسیار مهم بوده و از اطلاعات قابل‌استخراج از نقشه‌های فرسایندگی می‌توان برای اقدامات حفاظت خاک و کشاورزی، به‌منظور آگاه‌سازی از پتانسیل فرسایندگی باران و هم‌چنین برای تجویز اقدامات محتاطانه در راستای به حداقل رساندن اثرات و پیامدهای ناشی از فرسایش خاک در مناطق مختلف استفاده نمود (داسیلوا، ۲۰۰۴: ۲۵۴). ازاین‌رو بر اساس مقوله فوق‌الذکر هدف از مطالعه حاضر تهیه نقشه‌های هم‌فرساینده استان هرمزگان و مطالعه برخی خصوصیات زمانی و مکانی آن در این منطقه می‌باشد. با توجه به کاربرد وسیع مدل فورنیه اصلاح شده (شمشاد[2] و همکاران، ۲۰۰۸، داسیلوا و همکاران ۲۰۰۴، اونچف[3] ۱۹۸۴، فرو[4]، ۱۹۹۹؛ هئو و لی، ۲۰۱۱؛ حکیم‌خانی و همکاران، ۱۳۸۶؛ حکیم‌خانی و حکیم‌خانی، ۱۳۸۹؛ احمدی و همکاران ۱۳۹۳) به‌خصوص برای مناطق دارای محدودیت برای دسترسی به آمار باران‌نگار از یک‌سو، و دقت و کارآیی قابل‌قبول این مدل برای برآورد مقدار فرسایندگی باران در این‌گونه مناطق از سویی دیگر (هئو و لی، ۲۰۱۱)؛ مدل فورنیه اصلاح شده جهت برآورد مقدار فرسایندگی باران استان هرمزگان انتخاب‌شده است.

مواد و روش‌ها

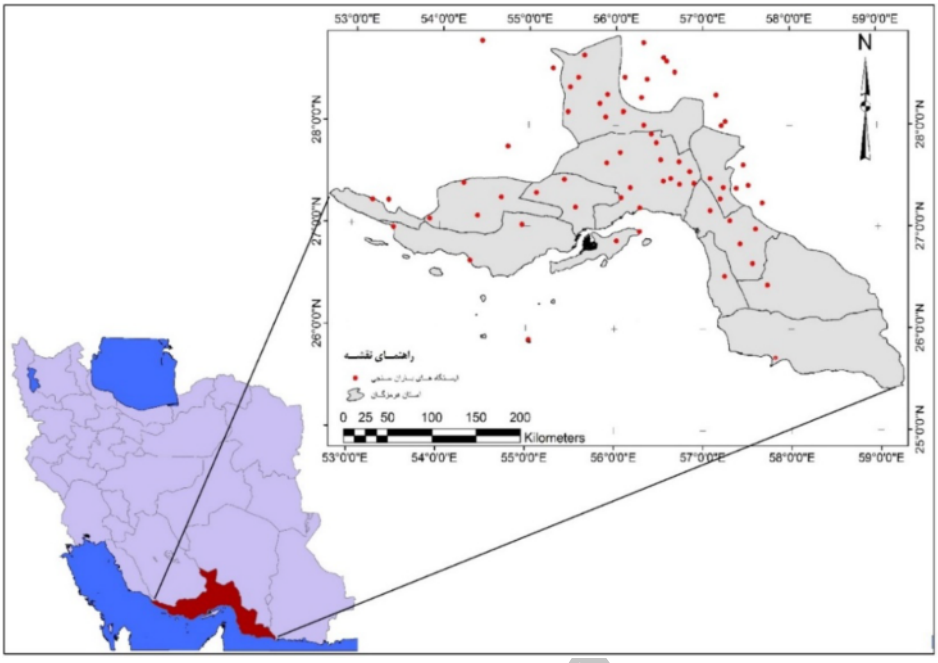
منطقه موردمطالعه

محدوده‌ی موردمطالعه در تحقیق حاضر، استان هرمزگان می‌باشد که به لحاظ موقعیت جغرافیایی ′۲۵ °۲۵ تا ′۱۸ °۲۷ عرض شمالی و ′۳۹ °۵۲ تا ′۱۴ °۵۹ طول شرقی در سواحل شمالی خلیج‌فارس و دریای عمان قرار دارد. در این تحقیق داده‌های ماهیانه و سالانه مربوط به ۶۷ ایستگاه باران‌سنجی در اطراف و درون محدوده استان هرمزگان در دوره مشترک آماری ۲۱ ساله (۱۳۶۸-۱۳۶۷ تا ۱۳۸۸-۱۳۸۷) بررسی‌شده است. شکل (۱) موقعیت مکانی استان هرمزگان را به همراه موقعیت ایستگاه‌های موردمطالعه را نشان می‌دهد.

[1] Behzadfar
[2] Shamshad
[3] Onchev
[4] Ferro

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه و ایستگاه‌های موردمطالعه

روش کار

محاسبه شاخص EI_{30} مستلزم وجود آمار شدت بارندگی است. این آمار تنها در ایستگاه‌های مجهز به باران‌نگار تهیه می‌شوند. متأسفانه چنین آماری در بیش‌تر ایستگاه‌های هواشناسی کشور و از جمله در استان هرمزگان تهیه و پرداخته نمی‌شوند (رضائی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۰۱). بنابراین برای فائق آمدن بر مشکل اخیر روش‌ها و شاخص‌های سهل‌الوصول پیشنهادشده‌اند. دراین‌بین شاخص فورنیه‌ی اصلاح شده از کاربرد و دقت بالایی برخوردار می‌باشد که به همین دلیل توسط پژوهشگران متعددی موردپژوهش و تحقیق قرار گرفت (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳، رضائی و همکاران، ۱۳۹۳). فورنیه با استفاده از داده‌های ۷۸ حوزه آبخیز دو روش مختلف برای برآورد رسوب ارائه داده است. در معادلات ارائه‌شده توسط فورنیه رابطه‌ی مستقیمی بین میانگین سالانه تولید رسوب و نسبت $\frac{P^2}{P}$ یافت شد. این نسبت اقلیمی تحت عنوان شاخص فورنیه شناخته‌شده و به‌عنوان شاخص فرسایندگی باران مورداستفاده قرار می‌گیرد (فورنیه[1]، ۱۹۵۶). شاخص فورنیه از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$F=\frac{Pi^2}{P}$$ رابطه (۱)

که در آن، Pi، حداکثر بارندگی ماهانه (بارش مرطوب‌ترین ماه سال) و P، متوسط بارندگی سالانه می‌باشد. در ادامه شاخص فورنیه به شکل رابطه ۲ اصلاح شده و تحت عنوان شاخص فورنیه اصلاح شده مورداستفاده گسترده‌ای در بین شاخص‌های سهل‌الوصول قرار گرفت.

$$MF=\frac{\sum_{i=1}^{12} P_i^2}{P}$$ رابطه (۲)

که در آن؛ P_i؛ بارندگی ماه iام؛ P، متوسط بارندگی سالانه در طول دوره آماری و MF، شاخص فورنیه اصلاح شده می‌باشد. با استفاده از این روش برای هرسال یک شاخص حساب‌شده و سپس از آن‌ها میانگین گرفته می‌شود. به‌طوری‌که مجذور بارندگی هرماه در هرسال محاسبه‌شده و با تقسیم مجموع آن‌ها به بارندگی همان سال، مقدار شاخص فورنیه سال

[1] Fournier

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

یادشده به دست آمد. برای به دست آوردن شاخص متوسط ایستگاه‌ها از مقادیر شاخص‌های یادشده در طول دوره آماری میانگین گرفته شد. در ادامه از رابطه‌هایی که رنارد و فریموند (۱۹۹۴) برای برآورد مقدار R با استفاده از مقادیر محاسبه‌شده شاخص فورنیه اصلاح شده پیشنهاد دادند، جهت برآورد قدرت فرسایندگی باران در ایستگاه‌های موردمطالعه استفاده‌شده است.

MFI<55 mm رابطه (۳)

$$R=0.7397MFI^{1.847}$$

MFI≥55 mm رابطه (۴)

$$R=95.77-6.081MFI+0.4770MFI^{2}$$

میان‌یابی داده‌های نقطه‌ای با استفاده روش‌های زمین‌آمار

مقادیر شاخص فورنیه در این تحقیق برای هر ایستگاه به‌صورت مجزا و نقطه‌ای به‌دست‌آمده است. بنابراین برای تبدیل مقادیر برآورد شده شاخص فورنیه به سطوح نقشه از امکانات نرم‌افزارهای GS^{+} و ArcGIS و با استفاده از روش‌های میان‌یابی استفاده‌شده است (جانستون[1] و همکاران، ۲۰۰۱).

تعیین ساختار فضایی (واریوگرام)

برای بررسی ساختار مکانی بارش فصلی و سالانه، مقادیر تغییرنمای تجربی با استفاده از نرم افزار GS^{+} ترسیم شد و سپس یک مدل مناسب مکانی با توجه به معیار مجموع مربعات کاهش‌یافته[2] (RSS) بین داده‌ها از بین چهار ساختار فضایی کروی، نمایی، خطی و گوسی انتخاب شد. در این میان بهترین مدل انتخابی، مدلی است که دارای مجموع مربعات باقیمانده (RSS) کمتری باشد. به‌عبارت‌دیگر، جهت تعیین مقادیر نقطه‌ای قدرت فرسایندگی باران (عامل R)، ابتدا با استفاده از رابطه ۲ مقدار MFI برای هر یک از ایستگاه‌های موردبررسی برآورد گردید. سپس برای تبدیل مقادیر MFI به R، از رابطه‌های ۳ و ۴ استفاده‌شده است. بعد از تهیه این مقادیر نقطه‌ای، به‌منظور برآورد مقادیر این کمیت در نقاط فاقد آمار و باهدف تبدیل اطلاعات نقطه‌ای به نقشه‌های پهنه‌بندی از روش‌های مبتنی بر زمین‌آمار استفاده‌شده است. برای استفاده از این روش‌ها بررسی نرمال بودن داده‌ها و وجود ساختار مکانی بین داده‌ها موردبررسی قرار گرفت. ساختار مکانی داده‌ها با استفاده از تجزیه‌وتحلیل تغییرنما صورت می‌گیرد که شرط استفاده از این روش، نرمال بودن داده‌های متغیر موردنظر می‌باشد.

میان یابی[3]

با تعیین بهترین ساختار فضایی و پارامترهای مربوط به آن در مرحله قبل، با استفاده از روش‌های کریجینگ و عکس فاصله با توان‌های مختلف (یک تا سه) با استفاده از نرم‌افزارهای GS^{+} و ArcGIS میان‌یابی بارش در مقیاس فصلی و سالانه انجام شد.

[1] Johnston
[2] Reduced Sums of Squares
[3] Interpolation

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

روش و معیار ارزیابی

به‌منظور ارزیابی روش‌های موردبررسی در این مطالعه از ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین (R^2) بین مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی استفاده‌شده است که نحوه‌ی محاسبه آن‌ها در رابطه‌های ۵ و ۶ آمده است.

$$RMSE=\sqrt{\frac{\sum_{1}^{n}(P_i-O_i)^2}{n}}$$ رابطه (۵)

$$R^2=\frac{\sum_{1}^{n}(P_i-\bar{O}_i)^2}{\sum_{1}^{n}(P_i-\bar{O}_i)^2}$$ رابطه (۶)

که؛ P_i مقدار برآورد شده در نقطه‌ی i، O_i : مقدار اندازه‌گیری شده در نقطه‌ی i، $\bar{O}_i$: میانگین مقادیر مشاهده‌ای برای نقطه‌ی i،

i شماره نقاط و n: تعداد نقاط مشاهده‌شده می‌باشد.

نتایج

بررسی داده‌های بارش نشان می‌دهد که میانگین بارش سالانه منطقه موردمطالعه طی دوره مشترک آماری (۲۱ سال)، ۲/۲۱۲ میلی‌متر می‌باشد. توزیع بارندگی در استان هرمزگان دارای تغییرات زیادی است. به‌طوری‌که در یک نگاه کلی، میزان بارش به‌تدریج از قسمت‌های شرقی استان شروع به افزایش نموده و در شهرستان‌های میناب و رودان به حداکثر رسیده و سپس سیر نزولی در میزان بارش منطقه را به سمت قسمت‌های غربی استان را شاهد می‌باشیم. در بین ایستگاه‌های موردمطالعه ایستگاه‌های واقع در قسمت شمال‌شرقی و شرقی استان که شامل شهرستان‌های رودان و میناب می‌باشند حداکثر و ایستگاه‌های عمدتاً ساحلی و متمایل به قسمت‌های غربی استان حداقل میزان بارش را به خود اختصاص دادند. این قاعده مطلق نبوده و وجود ایستگاه‌های نامتناجنس در بین ایستگاه‌های بخش‌های مختلف منطقه که در نقشه‌های پهنه‌بندی به‌صورت لکه‌های چشم‌گاوی مشخص‌شده، مشهود می‌باشد. الگوی تغییرات مکانی بارندگی استان هرمزگان در شکل ۲ ارائه‌شده است. طی دوره موردبررسی ایستگاه‌های دهشیخ و پاپرپشتکو با متوسط بارش سالانه ۲۴/۱۰۰ و ۷۹/۴۰۹ میلی‌متر به ترتیب حائز کمترین و بیشترین مقدار متوسط بارش سالانه منطقه می‌باشند.

در پژوهش حاضر قدرت فرسایندگی باران منطقه، پس از تهیه و تکمیل داده‌های بارندگی منطقه موردمطالعه در مرحله قبل و با استفاده از شاخص فورنیه اصلاح شده به دست آمد. بررسی قدرت فرسایندگی باران استان هرمزگان نشان می‌دهد که الگوی توزیع فرسایندگی به‌صورت چشمگیری متأثر از میزان متوسط بارش منطقه می‌باشد. به‌طوری‌که مقادیر حدی فرسایندگی و متوسط بارش در این منطقه بر هم منطبق بوده و الگوی رفتاری تقریباً یکسانی را از خود نشان می‌دهند. جدول ۱ مختصات جغرافیایی ایستگاه‌ها، میزان متوسط بارندگی طی دوره آماری سال آبی ۱۳۶۷-۱۳۶۸ تا ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و میزان قدرت فرسایندگی باران برای هر یک از ایستگاه‌های موردبررسی را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

جدول ۱- خصوصیات ایستگاه‌های موردبررسی

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	بارش	میزان MFI	فرسایندگی (MJ mm $(ha^{-1}h^{-1}yer^{-1})$
ابوموسی	۳۰۲۷۲۲/۶	۲۸۶۴۹۵۲/۰	۵	۱۳۲/۱۳	۵۵/۸۲	۷۱/۸۳
باغو	۴۶۸۲۵۶/۷	۳۱۵۵۷۷۳/۷	۱۵۰۰	۱۹۶/۹۴	۵۷/۶۹	۷۷/۰۲
بجگان	۵۴۵۸۲۷/۱	۳۰۵۴۵۷۹/۷	۴۸۰	۲۱۳/۷۱	۷۶/۲۰	۱۳۸/۸۵
برنطین	۵۱۹۷۹۳/۱	۳۰۱۷۸۳۳/۵	۱۴۰	۲۳۸/۱۲	۸۵/۳۶	۱۷۶/۴۲
بلبل آباد	۵۵۱۱۸۱/۸	۳۰۳۲۵۳۸/۹	۳۲۰	۱۸۹/۳۵	۷۳/۸۹	۱۳۰/۱۰
بندرحسینه	۲۳۶۹۷۸/۲	۲۹۵۱۲۲۳/۷	۸	۱۴۰/۴۰	۶۵/۹۴	۱۰۲/۲۴
بندرعباس	۴۲۸۷۱۳/۷	۳۰۰۷۹۹۲/۱	۱۰	۱۶۲/۴۵	۵۹/۱۲	۸۱/۱۳
بندرمقام	۷۴۶۰۳۲/۰	۲۹۸۵۲۴۹/۹	۸	۱۶۴/۹۱	۶۳/۴۴	۹۴/۲۱
پاپرپشتکوه	۴۷۳۰۹۳/۱	۳۰۵۸۲۴۶/۴	۴۰۰	۴۰۹/۷۹	۱۲۴/۱۴	۳۸۶/۷۸
تخت	۴۶۳۷۷۷/۸	۳۰۴۰۰۲۴/۲	۴۰	۲۱۰/۶۸	۷۰/۹۸	۱۱۹/۵۱
تدرویه	۲۷۲۳۴۴/۱	۳۰۱۹۹۱۲/۹	۳۸۰	۲۰۰/۵۹	۶۴/۹۵	۹۹/۰۲
تنگ دالان	۳۱۲۱۱۴/۹	۳۰۲۴۹۳۹/۹	۲۴۰	۱۸۱/۱۶	۲۲/۱۲۳	۴۴/۳۷۹
تنگ قوچان	۳۶۶۵۶۵/۴	۳۱۷۴۳۴۳/۱	۱۶۳۰	۱۵۱/۵۰	۴۴/۹۳	۴۵/۴۰
توتنگ هماگ	۴۴۱۸۹۰/۹	۳۰۸۸۳۲۶/۸	۱۳۸۰	۳۸۰/۱۹	۱۱۲/۱۵	۳۱۲/۸۸
توریان قشم	۴۰۲۳۲۰/۷	۲۹۷۲۰۴۶/۳	۲۰	۱۴۷/۳۰	۵۹/۸۷	۸۳/۳۲
جاسک	۲۸۳۸۴۸۶/۰	۵۷۹۶۷۸/۰	۵	۳۲/۱۱۶	۹۰/۳۷	۸۳/۳۱
جگدان	۵۷۳۱۲۰/۲	۲۹۲۳۸۸۲/۵	۹۱۰	۲۸۶/۱۲	۶۰/۴۹	۸۵/۱۷
چاه خرگ	۴۸۹۹۵۲/۲	۳۰۳۴۶۵۱/۹	۴۹	۲۱۷/۴۴	۷۶/۲۸	۱۳۹/۱۵
چاه عالی	۴۷۳۷۲۵/۵	۳۰۳۳۷۲۲/۰	۳۰	۱۵۰/۳۳	۵۴/۷۷	۶۹/۰۰
حاجی آباد	۳۹۲۵۰۲/۲	۳۱۳۱۵۳۸/۸	۱۰۴۰	۲۱۲/۷۸	۶۴/۳۴	۹۷/۰۶
خبر(فخرآباد)	۴۳۳۳۲۵/۴	۳۱۸۷۸۶۵/۸	۲۰۰۰	۳۴۹/۱۷	۹۱/۷۰	۲۰۵/۱۳
خراجی	۵۲۳۱۷۸/۸	۳۰۳۰۱۴۶/۶	۱۹۰	۲۳۱/۱۴	۷۷/۰۴	۱۴۲/۰۹
خشت	۷۳۹۴۲۰/۶	۳۰۱۴۸۰۷/۶	۴۰۰	۲۲۰/۴۳	۷۹/۹۶	۱۵۳/۷۱
دراشکفت	۳۸۳۸۸۰/۶	۳۱۲۱۷۷۱/۰	۲۱۰	۲۰۴/۹۲	۱۱۲/۹۱	۳۱۷/۳۶
درپهن	۵۵۶۲۳۱/۱	۲۹۴۷۴۵۶/۴	۴۷۰	۲۱۱/۱۲	۶۲/۳۶	۹۰/۸۵
دره شور	۵۲۵۳۳۵/۴	۳۱۰۱۹۶۷/۹	۶۴۰	۱۵۴/۵۲	۵۰/۰۳	۵۶/۹۵
ده شیخ	۴۳۰۸۰۶/۳	۳۱۲۸۲۶۸/۰	۹۳۰	۱۰۰/۲۴	۰۰/۴۰	۵۹/۳۵
دهستان بالا	۳۵۹۷۰۷/۵	۳۱۵۰۱۹۷/۳	۱۳۸۰	۲۱۳/۵۴	۵۵/۳۸	۷۰/۶۲
دهسرد	۴۵۵۹۲۲/۸	۳۱۷۱۵۳۹/۴	۱۷۸۰	۲۳۲/۸۶	۷۰/۲۰	۱۱۶/۷۴
رویدر	۳۴۳۵۵۱/۴	۳۰۳۹۱۲۱/۸	۳۶۰	۲۱۱/۵۲	۶۹/۵۲	۱۱۴/۳۵
زهمکان	۵۱۴۹۲۴/۹	۳۱۳۰۷۲۲/۰	۱۳۰۰	۱۸۳/۷۰	۵۳/۰۳	۶۴/۴۳

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

سد استقلال	۵۰۸۲۵۵/۷	۳۰۰۴۸۹۸/۱	۴۰	۲۰۴/۹۹	۱۲۸/۲۹	۴۱۴/۲۱
سرچاهان	۳۹۰۲۸۷/۲	۳۱۰۶۹۳۷/۰	۶۸۰	۱۹۳/۹۵	۵۶/۷۶	۷۴/۴۲
سرخا	۴۵۲۳۳۱/۷	۳۰۶۰۳۷۱/۶	۴۰۰	۲۵۷/۶۸	۹۵/۲۲	۲۲۲/۰۸
سرگرو	۵۶۷۲۱۲/۳	۳۰۱۳۴۱۵/۶	۵۶۰	۱۹۲/۹۰	۶۵/۹۸	۱۰۲/۳۸
سرنی	۵۳۰۶۲۷/۹	۲۹۹۴۰۷۲/۲	۲۳۵	۲۱۲/۴۸	۷۳/۷۸	۱۲۹/۷۰
سندرک	۵۴۲۰۳۲/۸	۲۹۶۸۸۴۵/۶	۲۱۰	۲۰۶/۴۲	۷۲/۹۸	۱۲۶/۷۲
سیخوران	۴۴۷۴۸۰/۴	۳۰۷۸۸۵۴/۲	۹۰۰	۳۱۹/۰۸	۹۳/۹۷	۲۱۵/۹۸
شاهماران	۴۳۷۲۵۸/۲	۳۱۴۷۸۹۷/۰	۱۰۴۰	۱۴۴/۰۵	۴۸/۳۱	۵۲/۹۱
شمیل جائین	۴۱۰۴۷۷/۱	۳۱۱۳۱۰۸/۵	۸۴۰	۲۳۰/۱۵	۷۵/۲۹	۱۳۵/۳۸
شیخ عالی	۴۱۰۲۸۲/۷	۳۱۱۲۶۴۸/۳	۱۷۶۰	۳۵۸/۱۳	۹۳/۰۲	۲۱۱/۴۳
طاشکوییه	۳۴۷۷۷۷/۷	۳۱۱۲۹۴۳/۶	۷۰۰	۱۸۸/۸۹	۵۶/۶۸	۷۴/۱۸
عمرودیه سیوین	۴۸۵۹۸۴/۷	۳۱۶۲۰۱۷/۰	۲۵۰۰	۳۱۳/۷۸	۷۷/۸۶	۱۴۵/۳۰
فاریاب	۵۰۸۲۳۲/۳	۳۰۳۹۹۷۳/۵	۳۰۰	۲۶۰/۶۸	۹۹/۱۲	۲۴۱/۵۸
فاریاب سنگوئیه	۲۳۰۰۶۶/۰	۳۰۳۵۷۶۴/۸	۵۰۰	۱۶۹/۰۷	۸۰/۴۰	۱۵۵/۵۰
فاریاب گهره	۴۰۶۸۲۹/۶	۳۰۶۸۲۶۶/۸	۶۰۰	۱۸۴/۶۷	۶۴/۰۷	۹۶/۲۱
فین	۳۹۱۴۷۷/۵	۳۰۵۷۰۶۹/۱	۳۳۰	۱۹۷/۷۳	۶۶/۴۳	۱۰۳/۸۵
قشم	۴۲۸۴۵۵/۸	۲۹۸۲۱۷۸/۲	۸	۱۶۰/۵۶	۶۳/۱۵	۹۳/۳۱
قلات پایین	۴۰۷۷۱۹/۳	۳۰۱۹۰۸۵/۰	۷۰	۱۴۶/۸۳	۵۶/۱۲	۷۲/۶۵
قلعه قاضی	۴۵۵۳۹۷/۶	۳۰۳۷۱۵۹/۵	۶۰	۱۸۲/۰۷	۶۳/۸۵	۹۵/۵۱
قنات قاضی	۴۵۹۲۴۷/۸	۳۱۶۷۶۸۰/۴	۱۶۴۰	۲۲۶/۷۸	۶۰/۹۳	۸۶/۴۹
کمشک	۷۸۶۵۴۳/۲	۲۹۹۶۲۷۶/۶	۳۴۰	۲۶۱/۰۹	۸۴/۹۷	۱۷۴/۷۲
کوردان	۲۹۵۵۶۸/۲	۲۹۹۰۱۰۵/۵	۱۴۰	۱۶۳/۶۶	۶۹/۱۶	۱۱۳/۱۱
کوه گنو	۴۱۷۹۳۷/۱	۳۰۳۰۱۲۱/۴	۱۶۰۰	۳۰۲/۶۲	۹۶/۵۰	۲۲۸/۳۸
کهنه علی آباد	۲۷۹۹۷۳/۳	۳۰۷۵۳۲۳/۹	۶۳۵	۲۰۷/۳۲	۵۶/۰۱	۷۲/۳۵
کهورستان	۳۵۶۲۱۴/۳	۳۰۰۸۹۸۹/۳	۴۰	۱۶۵/۹۷	۶۰/۰۱	۸۳/۷۴
گاوبندی- میلکی	۷۲۱۱۵۴/۲	۳۰۱۴۲۵۲/۶	۵۷	۲۱۰/۴۶	۶۷/۵۸	۱۰۷/۷۰
گلاشکرد	۵۲۰۹۷۵/۰	۳۰۹۷۴۹۷/۶	۵۶۰	۱۶۸/۲۳	۵۲/۵۰	۶۳/۰۷
گوزون	۲۵۱۱۴۸/۹	۳۱۹۰۳۴۴/۵	۱۲۹۰	۲۲۶/۷۸	۶۲/۳۰	۹۰/۶۵
گیس	۳۵۰۴۸۹/۸	۳۱۳۹۷۵۲/۰	۱۵۴۰	۲۲۴/۷۱	۶۵/۰۶	۹۹/۳۸
مشکالدین	۵۵۹۷۵۷/۶	۲۹۸۵۰۳۹/۴	۶۶۰	۲۲۸/۶۶	۶۷/۰۳	۱۰۵/۸۶
معدن آسمینون	۵۳۷۶۵۴/۷	۳۰۲۹۲۵۹/۳	۸۰۰	۲۳۶/۷۹	۷۹/۶۱	۱۵۲/۲۸
مهمانی	۵۲۴۷۶۹/۸	۲۹۳۳۳۵۸/۲	۴۵	۱۸۹/۳۴	۶۸/۵۸	۱۱۱/۱۲
میمند	۴۳۳۱۹۸/۰	۳۰۹۸۰۳۴/۶	۱۱۶۰	۲۰۱/۷۷	۶۰/۵۸	۸۵/۴۴

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

نارکوه	۳۳۱۲۳۵/۲	۳۱۶۰۳۰۰/۰	۱۸۰۰	۲۰۳/۳۲	۵۵/۶۹	۷۱/۴۸
نیان	۴۸۵۱۹۰/۸	۳۰۴۷۳۶۴/۲	۵۱	۲۷۲/۷۷	۷۹/۳۲	۱۵۱/۱۲
وکیل آباد	۴۱۲۱۹۸/۸	۳۱۵۰۲۷۳/۲	۱۰۸۰	۱۷۶/۹۳	۴۷/۹۱	۵۱/۹۸
هرنگ	۲۴۵۵۲۳/۲	۳۰۰۰۱۰۸/۹	۳۰۰	۲۲۱/۸۶	۷۱/۰۵	۱۱۹/۷۵

نتایج بررسی نرمال بودن داده‌های مورداستفاده در این تحقیق با توجه به مقدار P و آماره آزمون کلموگراف–اسمیرنوف، نشان داد که داده‌های مورداستفاده‌ی تحقیق دارای توزیع نرمال نمی‌باشند. ازاین‌رو از طریق تبدیل متعارف لگاریتم‌گیری، مجموعه داده‌های تحقیق به توزیع نرمال نزدیک شد. نتایج آزمون کلموگراف–اسمیرنوف و تجزیه‌وتحلیل تغییرنما در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه گردید.

جدول۲: بررسی نرمال بودن مقادیر عامل فرسایندگی باران، قبل و بعد از تبدیل لگاریتمی

		حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف-معیار	مقدار– P	مقدار آماره آزمون (Z)
قدرت فرسایندگی باران	قبل از تبدیل	۸/۳۱	۲/۴۱۴	۷/۱۲۹	۴۳/۸۱	۰۰۰/۰	۱۸۵/۰
	بعد ازتبدیل	۵/۱	۶۲/۲	۰۴/۲	۲۳/۰	۲۰۱/۰	۰۸۱/۰

جدول ۳: نتایج تجزیه‌وتحلیل تغییرنما

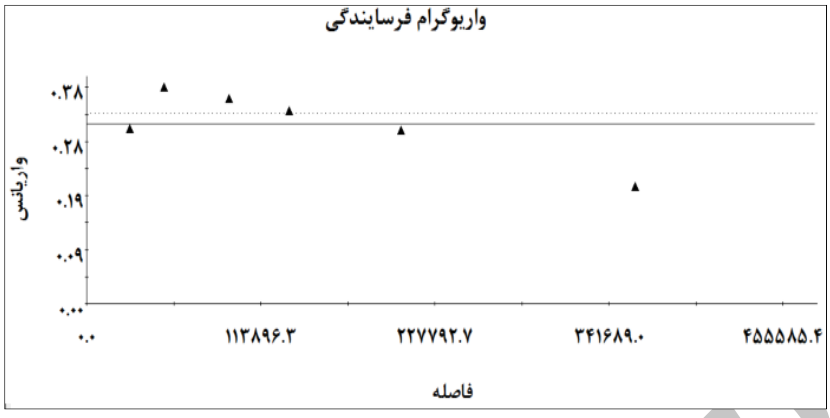
ردیف	متغیر	مدل	اثرقطعه‌ای (Co)	حد آستانه (Co+C)	$\frac{C}{Co+C}$	شعاع تاثیر (km)	RSS
۱	عامل فرسایندگی	کروی	۰/۲۹۵	۰/۵۹	۰/۵	۱۰	۰/۰۲۴۱
۲		نمایی	۰/۲۹۹	۰/۶۰	۰/۵	۳۰	۰/۰۲۲۱
۳		خطی	۰/۳۰۷	۳۱/۰	۰/۰۰	۷۹/۵	۰/۰۱۸۷
۴		گوسی	۰/۳۰۶	۰/۶۱	۰/۵	۸۳	۰/۰۱۸۹

بنابراین با توجه به مقادیر مربوط به RSS ، مدل واریوگرام خطی که به‌صورت مطلوب‌تری همبستگی مکانی بین داده‌ها را نشان می‌دهد، برای برازش بر داده‌های تحقیق، انتخاب شد. شکل ۲ واریوگرام خطی برازش یافته بر داده‌های موردبررسی را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017



شکل ۲: واریوگرام برازش‌یافته بر متغیر قدرت فرسایندگی باران

نتایج ارزیابی دقت روش‌های تخمین‌گر زمین‌آماری با استفاده از مقادیر محاسباتی کمیت فرسایندگی و مقادیر پیش‌بینی شده توسط روش‌های میان‌یابی در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴: نتایج ارزیابی مدل تخمین میزان فرسایندگی باران

ردیف	مدل تخمین	ضریب‌تبیین (R^2)	RMSE
۱	کوکریجینگ	۵۳/۰	۱/۳۹
۲	کریجینگ معمولی	۵۸/۰	۰۱/۴۵
۳	IDW	۵۲/۰	۶/۴۸
۴	IDW^2	۶۴/۰	۴۱/۷
۵	IDW^3	۷/۰	۵۲/۳۸

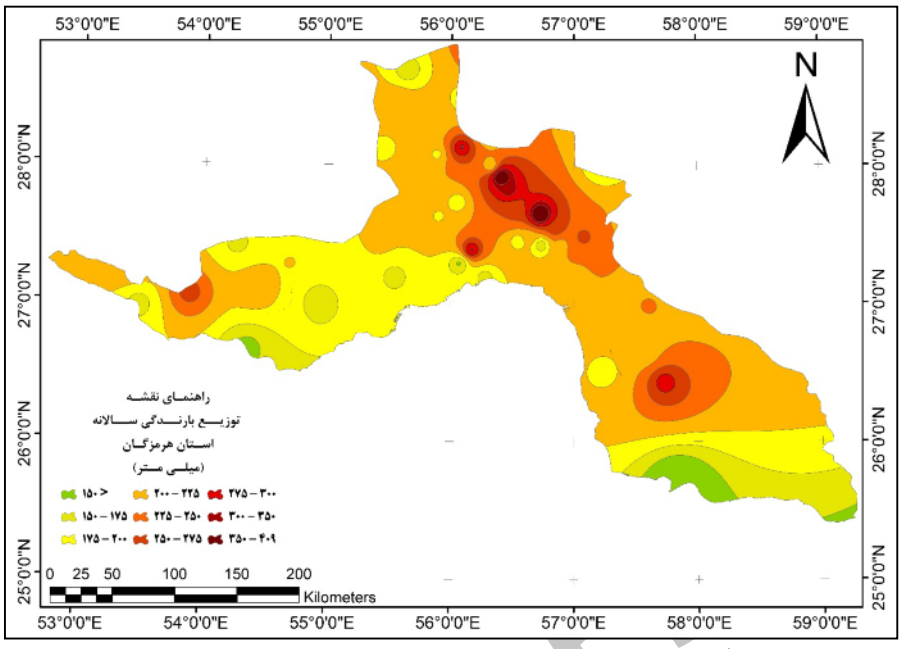
همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است روش میان‌یابی IDW با توان ۳، با داشتن حداقل ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و حداکثر ضریب تبیین(R^2)، روش میان‌یابی ارجح برای پهنه‌بندی کمیت قدرت فرسایندگی باران در استان هرمزگان می‌باشد.

پس از ارزیابی روش‌های میان‌یابی و انتخاب روش برتر میان‌یابی، مقادیر قدرت فرسایندگی باران برای مختصات جغرافیایی فاقد آمار، برآورد شده است. نتیجه این عمل به‌صورت نقشه‌ی فرسایندگی باران، در شکل ۳ ارائه‌شده است. الگوی قدرت فرسایندگی باران، بیانگر تغییرات تدریجی و افزایشی آن از قسمت‌های جنوب‌شرقی استان به سمت مرکز و شمال‌غرب استان است. البته این روند در دیگر جهات نیز قابل‌تشخیص می‌باشد، اما از نظم و گستردگی مورد اخیر برخوردار نیست. به‌طوری‌که روند تغییرات جنوب‌شرقی–شمال‌غربی مشهودترین روند تغییر در میزان قدرت فرسایندگی منطقه موردمطالعه می‌باشد. همان‌طور که از نقشه فرسایندگی استان برمی‌آید، در محدوده‌های شرقی‌تر استان قدرت فرسایندگی باران دارای آشفتگی کمتری نسبت به سایر مناطق و مخصوصاً مناطق مرکزی و شمالی استان است. شکل ۲ الگوی تغییرات مکانی بارندگی سالانه و شکل ۳ الگوی توزیع مکانی قدرت فرسایندگی بارش استان هرمزگان را نشان می‌دهد.

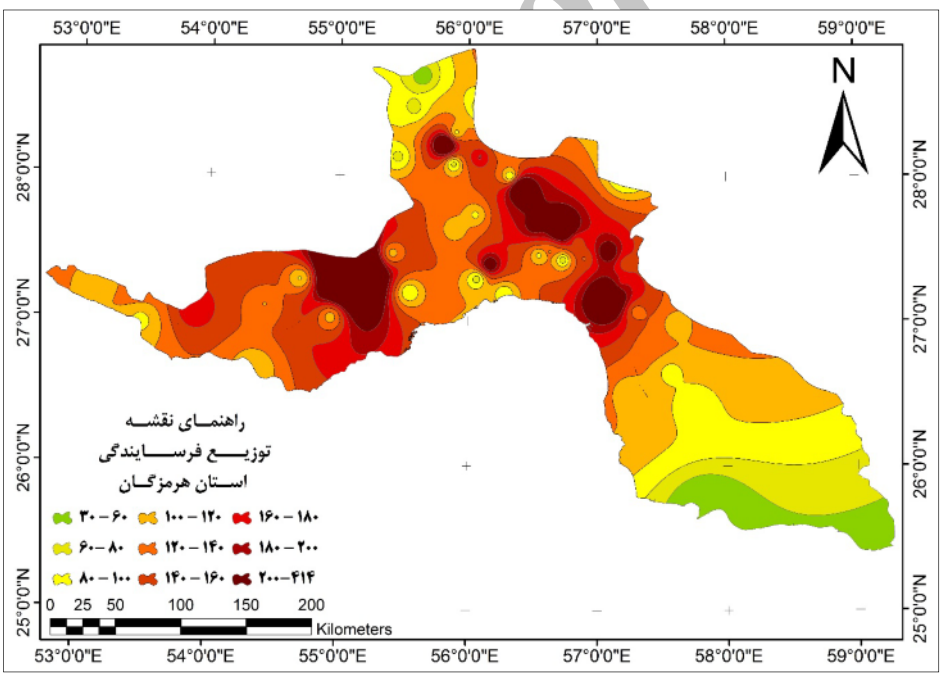
Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017



شکل ۲ : الگوی تغییرات مکانی بارندگی سالانه استان هرمزگان



شکل ۳: الگوی توزیع عامل فرسایندگی سالانه استان هرمزگان (MJ mm ha-1h-1yer-1).

مطابق الگوی به‌دست‌آمده، میزان فرسایندگی باران منطقه موردمطالعه در طبقات باقدرت فرسایندگی متفاوت (داسیلوا، ۲۰۰۴: ۲۵۵) گروه‌بندی‌شده است. جدول ۵ مساحت تحت پوشش هر یک از طبقات قدرت فرسایندگی باران را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۵ مشخص است، نزدیک ۴۰ درصد از مساحت استان متأثر از فرسایندگی باران در محدوده قدرت ۱۴۰–۱۰۰ مگاژول در میلی‌متر بر هکتار در ساعت در سال ($MJ\ mm\ ha^{-1}h^{-1}yr^{-1}$) و کمترین مساحت (۴ درصد) آن نیز از فرسایندگی باران در محدوده قدرت ۱۸۰–۲۰۰ $MJ\ mm\ ha^{-1}h^{-1}yr^{-1}$ متأثر می‌باشد. در ضمن تنها ۷٫۶ درصد از مساحت استان هرمزگان متأثر از بارش‌هایی باقدرت فرسایندگی بیش از ۲۰۰ $MJ\ mm\ ha^{-1}h^{-1}yr^{-1}$ می‌باشد.

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

جدول ۵: مساحت تحت پوشش شدت‌های مختلف فرسایندگی باران استان هرمزگان

طبقه فرسایندگی (MJ mm ha-1h-1yr-1)	مساحت (Km)	درصد مساحت نسبی	درصد مساحت تجمعی
۶۰-۳۰	۳۸۷۳.۸۲	۵.۵۵	۵.۵۵
۸۰-۶۰	۵۰۰۱.۷۰	۷.۱۷	۱۲.۷۲
۱۰۰-۸۰	۸۶۶۷.۰۸	۱۲.۴۲	۲۵.۱۵
۱۲۰-۱۰۰	۱۳۴۰۰.۵۰	۱۹.۲۱	۴۴.۳۶
۱۴۰-۱۲۰	۱۳۲۶۹.۰۶	۱۹.۰۳	۵۰.۶۵
۱۶۰-۱۴۰	۱۱۷۱۴.۰۶	۱۶.۷۹	۸۰.۱۷
۱۸۰-۱۶۰	۵۶۷۷.۰۸	۸.۱۴	۸۸.۳۱
۱۸۰-۲۰۰	۲۸۱۰.۰۳	۴.۰۳	۹۲.۳۴
۲۰۰-۴۱۴	۵۳۴۶.۸۰	۷.۶۶	۱۰۰.۰۰

در ادامه از روابط همبستگی برای روشن کردن ارتباط و میزان همبستگی مقادیر فرسایندگی باران با تغییرات ارتفاعی استان و هم‌چنین با تغییرات بارش و طول و عرض جغرافیایی منطقه موردمطالعه استفاده‌شده است. نتایج اخیر که در جدول ۶ ارائه‌شده است نشان می‌دهد که مقادیر فرسایندگی باران بیشترین میزان همبستگی را با میزان بارندگی از خود نشان داده و همبستگی معنی‌داری با دیگر متغیرهای موردبررسی ندارد.

جدول ۶: ماتریس همبستگی بین متغیرهای موردبررسی

ردیف	متغیر	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	بارش	ارتفاع	فرسایندگی باران ($MJ\ mm\ ha^{-1}h^{-1}yr^{-1}$)
۱	طول جغرافیایی	۱	۹۲۳/۰**	۱۲۳/۰	۱۷۰/۰	-۱۰۷/۰
۲	عرض جغرافیایی	-	۱	۲۳۵/۰	/۲۹۷*	۰۸۲/۰
۳	بارش	-	-	۱	۱۱/۰	۳۸۲/۰**
۴	ارتفاع	-	-	-	۱	-۰۸۱/۰
۵	فرسایندگی باران ($MJ\ mm\ ha^{-1}h^{-1}yer^{-1}$)	-	-	-	-	۱

* معنی‌داری در سطح ۰۱/۰درصد

** معنی‌داری در سطح ۰۵/۰ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این تحقیق تعیین الگوی تغییرات مکانی فرسایندگی باران در استان هرمزگان با استفاده از شاخص فورنیه اصلاح شده می‌باشد. به صورتی که قدرت فرسایندگی باران در ۶۷ ایستگاه باران‌سنجی استان هرمزگان محاسبه گردید و برای تبدیل این اطلاعات نقطه‌ای به اطلاعات ناحیه‌ای از روش‌های میان‌یابی مبتنی بر زمین‌آمار استفاده‌شده است. با توجه به نتایج، مدل تغییرنمای خطی، به‌عنوان ساختار فضایی ارجح جهت برازش بر روی‌داده‌ها و روش IDW با توان ۳، روش میان‌یابی برتر برای پهنه‌بندی کمیت قدرت فرسایندگی باران در استان هرمزگان است. احمدی و همکاران (۱۳۹۳) نیز روش IDW را مناسب‌ترین روش برای میان‌یابی داده‌های نقطه‌ای فرسایندگی در محدوده استان قزوین معرفی کردند.

به‌علاوه در این پژوهش از روابط همبستگی بین مقادیر فرسایندگی باران و متغیرهای ارتفاع، متوسط بارندگی منطقه و مختصات جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی)، برای بررسی علل روند تغییرات قدرت فرسایندگی باران استفاده‌شده است. با توجه به اینکه میزان بارش سالانه منطقه بین ۲/۱۰۰ تا ۸/۴۰۹ میلی‌متر و قدرت فرسایندگی باران در استان هرمزگان از ۳۱ تا ۴۱۴ $MJ\ mm\ ha^{-1}h^{-1}yr^{-1}$ متغیر بوده است، تحلیل الگوی توزیع قدرت فرسایندگی و متوسط بارندگی سالانه نشان می‌دهد که علی‌رغم انطباق الگوهای توزیع مکانی این متغیرها، این انطباق مطلق نبوده و در برخی مناطق این متغیرها رفتار متفاوتی را از خود نشان دادند. به‌طوری‌که می‌توان دریافت که مناطق با میزان بارش حداکثر الزاماً از قدرت فرسایندگی بیشتری نیز برخوردار نمی‌باشند. در مناطق غربی استان که عمدتاً در طبقات با بارش حداقل قرار دارند، شاهد قرار گرفتن آن‌ها در رده‌های بالایی از قدرت فرسایندگی باران یعنی نزدیک به طبقه مناطق شمال–شرقی (رودان و میناب) استان که داری حداکثر میزان بارش می‌باشند؛ بوده‌ایم. از دلایل این امر می‌توان به تعداد پائین رخدادهای بارندگی در این مناطق اشاره نمود. در این مناطق عمده‌ی بارش‌ها طی یک یا چند رخداد اتفاق افتاده و بارش‌های با پایه‌ی زمانی کوتاه (شدت بالا) درصد بالایی از حجم بارش سالانه را به خود اختصاص می‌دهند. درنتیجه و بر اساس فرمول مدل فورنیه اصلاح شده (رابطه ۲)، علی‌رغم مقدار کم بارندگی، این‌گونه مناطق از قدرت فرسایندگی بالایی برخوردار می‌باشند (شکل ۲ و ۳). بررسی روابط بین قدرت فرسایندگی (عامل R) با میزان بارندگی، تغییرات ارتفاعی، و تغییرات طول و عرض جغرافیایی نشان داد که قدرت فرسایندگی بارندگی در استان هرمزگان تنها با مقادیر بارندگی دارای ارتباط معنادار می‌باشد و با دیگر متغیرها ارتباط معناداری را از خود نشان نداد. این در حالی است که اسلامی و همکاران (۱۳۹۳) تغییرات قدرت فرسایندگی استان خوزستان را متناسب و در ارتباط با تغییرات ارتفاعی، طول و عرض جغرافیایی و تغییرات بارش عنوان داشتند. ترابیان و همکاران (۱۳۹۳) علی‌رغم گزارش ارتباط معنادار تغییرات قدرت فرسایندگی با میزان بارندگی‌های جنوب غربی کشور ایران، ارتباط معناداری بین تغییرات این متغیر با تغییرات ارتفاعی نیافتند. داسیلوا (۲۰۰۴) در کشور برزیل نیز همبستگی بالای بین تغییرات فرسایندگی باران با تغییرات بارش متوسط سالانه و همبستگی معنادار بین فرسایندگی باران با طول جغرافیایی مناطق موردبررسی را گزارش دادند. بنابراین نمی‌توان انتظار الگوی رفتاری یکسانی برای تغییرات قدرت فرسایندگی باران را در مناطق مختلف انتظار داشت چراکه طی تحقیقات در مناطق مختلف ارتباط این متغیر با سایر متغیرهای محیطی هم رد و هم تأییدشده است. دراین‌بین نامنظمی-های مشاهده‌شده می‌تواند ناشی از ناهمسو بودن تأثیر هم‌جواری منطقه موردمطالعه با دریا، وجود کوه‌ها و نهایتاً ورود جبهه‌های اقلیمی از سمت اقیانوس هند و دریای عمان به منطقه موردمطالعه باشد که هرکدام به طریقی بر الگوی توزیع بارندگی و نهایتاً توزیع میزان فرسایندگی باران تأثیر می‌گذارند.

بر اساس نتایج اخیر و سایر مطالعات صورت گرفته، معتبرترین شاخص ارائه‌شده برای بررسی قدرت فرسایندگی باران شاخص EI_{30} می‌باشد که نیازمند داده‌های باران‌نگار می‌باشد. در ایران تعداد محدودی از ایستگاه‌های هواشناسی مجهز به باران‌نگار می‌باشند که در استان هرمزگان این امر به‌شدت چشمگیر است. لذا پیشنهاد می‌شود تجهیز ایستگاه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

هواشناسی به باران‌نگار در دستور کار مراجع ذیربط قرار گیرد. نتایج و اطلاعات خروجی این تحقیق را می‌توان برای برآورد مقادیر فرسایش و رسوب و اولویت‌بندی مناطق استان هرمزگان جهت اجرای پروژه‌های کنترل فرسایش و رسوب مورداستفاده قرارداد.

منابع

- احمدی حسن, جوادی محمدرضا, و صلواتی عقیق،۱۳۹۰، پهنه‌بندی قدرت فرسایندگی باران به روش فورنیه با استفاده از برخی روش‌های درون‌یابی (مطالعه موردی: استان قزوین). فصلنامه علمی-پژوهشی اکوسیستم‌های طبیعی ایران، سال پنجم، دوره ۲، صص. ۱-۱۴.
- اسلامی، حسین.، سلاجقه، علی.، خلیقی سیگارودی، شهرام.، احمدی، حسن.، و ایوبی، شمس‌الله، ۱۳۹۳، بررسی تغییرات مکانی برخی شاخص‌های فرسایندگی باران با استفاده از زمین‌آمار در استان خوزستان. مرتع و آبخیزداری، دوره شصت و هفتم، شماره ۳، صص. ۳۹۳-۴۰۶.
- ترابیان‌مقدم، الهه.، نادری، مهدی.، محمدی، جهانگرد و فتاحی، روح اله،۱۳۹۳، تغییرات زمانی و مکانی ضریب فرسایندگی در جنوب غرب ایران. مجله پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، جلد بیست و یکم، شماره ۴، صص. ۱۳۹-۱۵۷.
- رضائی، پیمان.، فریدی، پروانه.، قربانی، منصور و کاظمی، محمد، ۱۳۹۳. برآورد فرسایش خاک با استفاده از مدل *RUSLE* و شناسایی مؤثرترین عامل آن در حوزه آبخیز گابریک-جنوب خاوری استان هرمزگان، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال سوم، شماره ۱، صص. ۹۷-۱۱۳.
- حکیم‌خانی شاهرخ.، حکیم‌خانی، ایرج، ۱۳۸۹، تهیه نقشه فرسایندگی باران برای استان لرستان، مجله پژوهش‌های آبخیزداری(پژوهش و سازندگی)، شماره ۸۹، صص. ۶۳-۷۲.
- حکیم‌خانی، شاهرخ.، مهدیان، محمدحسین و عرب‌خدری، محمود، ۱۳۸۶، تهیه نقشه فرسایندگی باران برای حوضه دریاچه نمک. نشریه منابع طبیعی ایران، دوره شصتم، شماره ۳، صص. ۷۱۳-۷۲۶.
- عرفانیان، مهدی.، قهرمانی‌ساعتلو، پریسا و سعادت، حسین، ۱۳۹۳، ارزیابی خطر فرسایش خاک با استفاده از یک مدل فازی در آبخیز قرناوه گلستان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، دوره بیست و یکم، شماره ۶، صص. ۱۳۵-۱۵۴.
- علی‌پور، زرین‌تاج.، مهدیان محمدحسین.، پذیرا، ابراهیم.، رحیمی‌بندرآبادی، سیما و سعیدی، مصطفی، ۱۳۸۹، مقایسه کارایی روش‌های معمول زمین‌آماری با روش فازی کریجینگ در تهیه نقشه هم فرسایندگی باران در حوزه آبخیز دریاچه نمک. پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، دوره شصتم، شماره ۱، صص، ۳۲-۴۱.
- *Asadi, H., Rouhipour, H., Rafahi, H. G., & Ghadiri, H. (2008). Testing a mechanistic soil erosion model for three selected soil types from Iran.* Journal of Agricultural Science and Technology, 10*, 79-91.*
- *Aslan, Z., Sogut, A., & Okcu, D. (2005). Spatial and temporal variations of water erosion, aridity and vegetation. In* Geophysical Research Abstracts *(Vol. 7, p. 11135).*
- *Bertoni, J., & Lombardi Neto, F. (1990). Conservação do solo. ícone.* São Paulo. Brazil 355 pp.
- *Behzadfar, M., Hasanzadeh, H. & Saberi M., (2009). Estimation of Fournier Rainfall Erosivity Factor in North Khorasan Province. Fifth National Conference on Science and engineering Watershed Management.*
- *Da Silva, A. M. (2004). Rainfall erosivity map for Brazil.* Catena*,* 57*(3), 251-259.*
- *Fournier, F. (1956). The effect of climatic factors on soil erosion estimates of solids transported in suspension in runoff.* Association Hydrologic Int. Public*,* 38.
- *Hu, Q. I., Gantzer, C. J., Jung, P. K., & Lee, B. L. (2000). Rainfall erosivity in the Republic of Korea.* Journal of soil and water conservation*,* 55*(2), 115-120.*
- *Hudson, N. (1971). Soil conservationl Cornell Univ.* Press, Ithaca, New York.
- *Johnston, K., Ver Hoef, J. M., Krivoruchko, K., & Lucas, N. (2001).* Using ArcGIS geostatistical analyst *(Vol. 380). Redlands: Esri.*
- *Lee, J. H., & Heo, J. H. (2011). Evaluation of estimation methods for rainfall erosivity based on annual precipitation in Korea.* Journal of Hydrology*,* 409*(1), 30-48.*

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from geomorphologyjournal.ir at 14:22 +0330 on Wednesday November 22nd 2017

- *Ludwig, J. A., Eager, R. W., Liedloff, A. C., Bastin, G. N., & Chewings, V. H. (2006). A new landscape leakiness index based on remotely sensed ground-cover data.* Ecological Indicators*,* 6*(2), 327-336.*
- *Mannaerts, C. M., & Gabriels, D. (2000). Rainfall erosivity in Cape Verde.* Soil and Tillage Research*,* 55*(3), 207-212.*
- *Meusburger, K., Steel, A., Panagos, P., Montanarella, L., & Alewell, C. (2012). Spatial and temporal variability of rainfall erosivity factor for Switzerland.* Hydrology and Earth System Sciences*, 16(1), 167-177.*
- *Morgan, R. P. C. (2004). Soil erosion and conservation. ISBN: 978-1-4051-1781-4. December 2004, Wiley-Blackwell. 316 pp.*
- *Oduro-Afriyie, K. (1996). Rainfall erosivity map for Ghana.* Geoderma*,* 74*(1), 161-166.*
- *Onchev, N. G. (1985). Universal index for calculating rainfall erosivity.*
- *Petkovšek, G., & Mikoš, M. (2004). Estimating the R factor from daily rainfall data in the sub-Mediterranean climate of southwest Slovenia/Estimation du facteur R à partir de données journalières de pluie dans le climat sub-méditerranéen du Sud-Ouest de la Slovénie.* Hydrological sciences journal*,* 49*(5).*
- *Posch, M., & Rekolainen, S. (2003). Erosivity factor in the Universal Soil Loss Equation estimated from Finnish rainfall data.* Agricultural science in Finland (Finland).
- *Renard, K. G., & Freimund, J. R. (1994). Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE.* Journal of hydrology*,* 157*(1), 287-306.*
- *Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., & Yoder, D. C. (1997). Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE).* Agriculture handbook*,* 703.
- *Sadeghi, S. H. R., & Hazbavi, Z. (2015). Trend analysis of the rainfall erosivity index at different time scales in Iran.* Natural Hazards*,* 77*(1), 383-404.*
- *Sadeghi, S. H. R., Moatamednia, M., & Behzadfar, M. (2011). Spatial and temporal variations in the rainfall erosivity factor in Iran.* Journal of Agricultural Science and Technology*,* 13*, 451-464.*
- *Shamshad, A., Azhari, M. N., Isa, M. H., Hussin, W. W., & Parida, B. P. (2008). Development of an appropriate procedure for estimation of RUSLE EI 30 index and preparation of erosivity maps for Pulau Penang in Peninsular Malaysia.* Catena*,* 72*(3), 423-432.*
- *Van der Knijff, J. M., Jones, R. J. A., & Montanarella, L. (2000). Soil erosion risk assessment in Europe.*
- *Ferro, V., Porto, P., & Yu, B. (1999). A comparative study of rainfall erosivity estimation for southern Italy and southeastern Australia.* Hydrological sciences journal*,* 44*(1), 3-24.*
- *Wischmeier, W. H. (1959). A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation.* Soil Science Society of America Journal*,* 23*(3), 246-249.*
- *Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses-A guide to conservation planning.* Predicting rainfall erosion losses-A guide to conservation planning*.*
- *Yin, S., Xie, Y., Nearing, M. A., & Wang, C. (2007). Estimation of rainfall erosivity using 5-to 60-minute fixed-interval rainfall data from China.* Catena*,* 70*(3), 306-312.*

Archive of SID

www.SID.ir