

تأثیر طول داده، دوره آماری و تعداد ایستگاه‌ها بر تغییرپذیری مقدار عامل فرساینده باران در مقیاس‌های زمانی مختلف در ایران

- ❖ سید حمیدرضا صادقی*؛ استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران.
- ❖ محسن ذبیحی؛ دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران.
- ❖ مهدی وفاخواه؛ دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران.

چکیده

با توجه به نقش انکارناپذیر عامل فرساینده باران در شروع فرسایش آبی، مطالعه ویژگی‌های مختلف آن نقش مهمی در مدیریت بهینه منابع خاک و آب دارد. از طرفی عامل فرساینده باران در بسیاری از مدل‌های برآورد فرسایش و به‌منظور اهداف حفاظت خاک و آب استفاده می‌شود. حال آن‌که مطالعه کاملی در خصوص بررسی اثر طول و دوره آماری و همچنین تعداد ایستگاه‌های مورد استفاده بر تغییرپذیری مقدار عامل فرساینده باران انجام نشده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات زمانی عامل فرساینده باران در مقیاس‌های زمانی مختلف و نیز نقش طول، دوره آماری و تعداد ایستگاه‌ها بر مقدار عامل فرساینده و ویشمیر و اسمیت در هفتاد ایستگاه مطالعاتی با دوره مشترک آماری بیست سال در مقایسه با تحلیل‌های انجام شده در سطح کشور با هجده ایستگاه و دوره مشترک آماری بیست و سه سال و در دو دوره مطالعاتی متفاوت در ایران انجام شده است. بدین منظور مقدار عامل فرساینده بیش از دوازده هزار رگبار در پژوهش حاضر محاسبه و تغییرات زمانی آن در مقیاس‌های مختلف زمانی با استفاده از آزمون t مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده، مقادیر حداکثر و حداقل فرساینده ماه‌ها و فصل‌ها در مطالعه حاضر و پیشین مشابهت نداشته است. همچنین نتایج حاصل از آزمون t دلالت بر اختلاف معنی‌دار بین مقادیر عامل فرساینده باران در برخی ماه‌ها ($p < 0.05$) و فصل‌ها ($p < 0.05$) در پژوهش‌های مورد نظر داشته است. حال آن‌که اختلاف بین مقادیر فرساینده سالانه در پژوهش مورد نظر معنی‌دار ($p > 0.05$) نبوده است.

کلید واژگان: انرژی جنبشی باران، تغییرات زمانی، شدت بارندگی، عامل R، مقیاس‌های زمانی، EI₃₀

۱. مقدمه

در یک نگاه جهانی نسبت به پدیده فرسایش خاک، بیش از پنجاه درصد اراضی مرتعی دنیا و در حدود هشتاد درصد از زمین‌های کشاورزی به‌طور قابل توجهی در معرض تهدید فرسایش خاک قرار دارند [۱۱]. امروزه به دلیل دخالت‌های بشر و فقدان مدیریت فعالیت‌های انسانی و بهره‌برداری‌های بی‌رویه، تعادل بین تولید و هدررفت خاک به هم خورده است [۲۵]. فرسایش بارانی اثر متقابل دو عامل باران و خاک است و تحت هر شرایطی میزان فرسایش متأثر از این دو عامل است. بر اساس مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته، فرسایش ناشی از برخورد قطرات باران تحت تأثیر خصوصیات بارش بوده که سبب جدا نمودن ذرات از توده خاک، کاهش نفوذپذیری و آماده نمودن ذرات برای انتقال توسط رواناب می‌شود [۲۷]. بنابراین می‌توان انتظار داشت که میزان هدررفت خاک متفاوت بوده و وابسته به شدت عامل فرساینده باران باشد. فرساینده باران به توانایی بالقوه باران در ایجاد فرسایش خاک تعبیر می‌گردد [۱۳]. بسیاری از پژوهش‌گران و متخصصین فرسایش خاک معتقدند که درک درست فرآیند فرسایش پاشمانی می‌تواند زمینه‌های مهار فرسایش در برابر پاشمان را با روش‌های زیستی به خوبی فراهم نماید [۲۷] و [۳۱]. هم‌چنین در بسیاری از مطالعات هیدرولوژی حوزه‌های آبخیز از عامل شدت بارندگی به‌عنوان حد آستانه شروع رواناب و به تبع آن پدیده فرسایش استفاده می‌شود. با توجه به نقش انکارناپذیر عامل فرساینده باران در شروع فرسایش آبی [۴]، ضروری است تا مطالعات و پژوهش‌های کامل و دقیق در خصوص جنبه‌های مختلف عامل فرساینده باران به‌عنوان فرسایش خاک بالقوه صورت پذیرد.

بررسی تغییرات زمانی عامل فرساینده باران بخش مهمی از تغییرپذیری چرخه هیدرولوژیک بوده که اهمیت به‌سزایی در تشخیص ارتباط بین بارندگی و فرسایش خاک در ارزیابی پاسخ‌های هیدرولوژیک دارد. تعیین عامل

فرساینده باران در مقیاس‌های زمانی مختلف یکی از مؤلفه‌های مهم در تبیین راه‌کارهای مبارزه با فرسایش خاک در تعیین نوع و هم‌چنین زمان اجرای اقدامات مبارزه با فرسایش خاک می‌باشد. هم‌چنین طول، دوره آماری و تعداد ایستگاه‌ها نیز نقش مهمی در تعیین مقدار عامل فرساینده ایفا می‌کنند. بر این اساس مطالعه و ارزیابی تغییرات زمانی و نیز تشخیص اثر دوره‌های آماری مورد مطالعه و تعداد ایستگاه‌ها بر عامل فرساینده باران ضروری به نظر می‌رسد. با بررسی پیشینه پژوهش می‌توان دریافت که مطالعات متعددی در ارتباط با مقوله عامل فرساینده باران در دنیا و ایران صورت گرفته است [۱۹، ۲۳، ۲۴، ۳۰]، لکن پژوهش‌های انجام شده در خصوص تغییرپذیری زمانی، بررسی اثر طول دوره آماری بر توزیع‌های فراوانی و پیش‌بینی دوره‌های برگشت مختلف متغیرهای هیدرولوژیک نسبتاً محدود می‌باشد. در همین راستا پژوهش‌گران با بررسی طول دوره آماری جهت تحلیل فراوانی سیلاب به این نتیجه رسیدند که طول دوره آماری بر انتخاب و تمیز توابع توزیع احتمالاتی از یک‌دیگر بسیار مؤثر بوده و کوتاه بودن حجم نمونه سیلاب موجب بروز مشکل جدی در تعیین بهترین توزیع آماری می‌شود [۶]. در پژوهشی دیگر، به اهمیت طول دوره آماری و تعداد ایستگاه‌ها در تعیین توزیع‌های فراوانی سیلاب با استفاده از روش‌های مختلف آماری دست یافتند [۲۰]. هم‌چنین پژوهش‌گران به تحلیل و بررسی اثر طول دوره آماری بر خشکسالی هیدرولوژیک در مقیاس‌های زمانی ده ساله در اروپا پرداختند و بر تأثیر دوره آماری مورد مطالعه بر آماره‌های روند تأکید داشتند [۱۲]. در پژوهشی دیگر اثر طول دوره آماری بر تحلیل روند جریان رودخانه در ولز و انگلیس بررسی و اختلاف اصلی در روند متفاوت طول دوره‌های آماری تأیید شد. اما روند افزایشی در جریان‌های حداقل و حداکثر در دوره‌های آماری بیش از سی سال غالب بود [۸]. پژوهش‌گران دیگر در بررسی و تحلیل فراوانی سیل، به این نتیجه رسیدند که احتمال وقوع سیلاب حدی یک برون‌یابی بر اساس داده‌های محدود بوده و بنابراین با بیش‌تر بودن اندازه نمونه، صحت برآوردها

به ترتیب دارای روند کاهشی و افزایشی بوده و عامل فرساینده‌گی باران ماهانه در برخی ماه‌ها روند افزایشی و در برخی دیگر روند کاهشی را نشان داد [۲۳].

با بررسی پیشینه پژوهش و هم‌چنین به‌منظور دقت و صحت بیش‌تر و نیز اعتماد به نتایج پژوهش، معمولاً سعی می‌شود که طول دوره آماری مناسب بر اساس داده‌های موجود و تعداد ایستگاه‌های مناسب انتخاب شود. بر این اساس انجام مطالعات تکمیلی در خصوص بررسی تغییرات زمانی عامل فرساینده‌گی باران در کشور با طول دوره آماری و هم‌چنین تعداد ایستگاه مناسب جهت دستیابی به نتایج با قابلیت اعتماد بیش‌تر ضروری است. با توجه به استفاده وسیع و گسترده از رابطه جهانی هدررفت خاک در سطح دنیا و در نظر گرفتن اکثر عوامل مؤثر بر فرسایش خاک در قالب شش عامل در رابطه مذکور و هم‌چنین مبنا بودن این رابطه در اکثر مطالعات و برآورد فرسایش خاک، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی رفتار و تغییرات زمانی عامل اقلیمی مدل مذکور در هفتاد ایستگاه مطالعاتی با بیست سال طول دوره مشترک آماری و هم‌چنین بررسی اثر طول، دوره آماری و تعداد ایستگاه‌ها بر تغییرپذیری عامل فرساینده‌گی باران در مقیاس‌های زمانی مختلف در ایران انجام شده است.

۲. روش‌شناسی

۱.۲. موقعیت منطقه مورد مطالعه

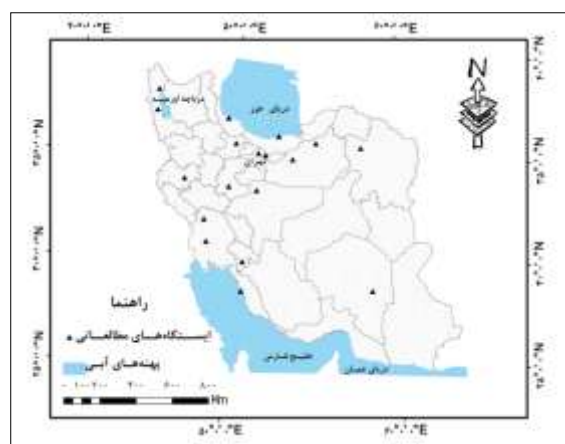
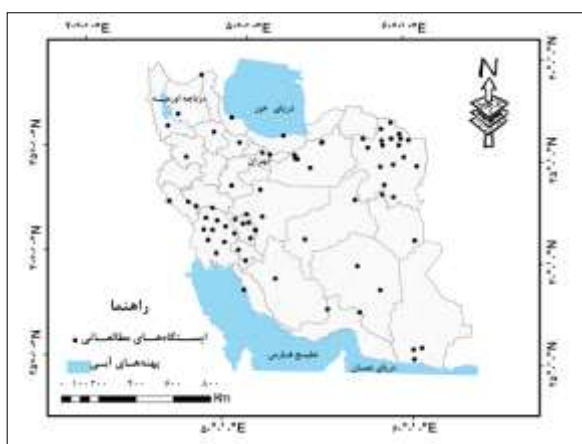
پژوهش حاضر برای تمامی پهنه کشور ایران با تنوع اقلیمی و توپوگرافی و مساحتی حدود ۱۸۷۳۹۵۰ کیلومترمربع [۱۸] انجام شده است. در راستای انجام پژوهش حاضر و بررسی و محاسبه عامل فرساینده‌گی باران ویشمایر و اسمیت، به‌دلیل نیاز رابطه مذکور به داده‌های بارندگی با فواصل کوتاه‌مدت، ابتدا آمار و اطلاعات باران‌نگاری بیش از دویست و پنجاه ایستگاه در کل کشور جمع‌آوری و از صحت و درستی آن‌ها اطمینان حاصل شد. سپس هیستوگرام طول دوره آماری ایستگاه‌های موجود ترسیم شد و با لحاظ استخراج حداکثر دوره

مناسب‌تر خواهد بود [۹].

در ایران نیز پژوهش‌گری به بررسی اثر طول آمار هیدرولوژیکی در پیش‌بینی سیلاب در سیزده ایستگاه هیدرومتری در سطح ایران پرداخت. نتایج ایشان نشان داد افزایش طول دوره آماری دقت پیش‌بینی‌ها در ایستگاه‌ها و اقلیم‌های مختلف را افزایش داده است. هم‌چنین بیان نمودند که استفاده از آمار کوتاه مدت امکان ایجاد خطا به‌ویژه برای پیش‌بینی سیلاب‌های با دوره برگشت بالا را فراهم می‌آورد [۷]. گروهی از پژوهش‌گران با بررسی آمار دبی‌های حداکثر لحظه‌ای سد مخزنی جره خوزستان نشان دادند که با افزایش طول دوره آماری علاوه بر تغییر نوع توزیع آماری، مقادیر سیلاب برآوردی نیز به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۱۰]. هم‌چنین در پژوهشی، اثر طول دوره آماری دبی حداکثر لحظه‌ای در انتخاب بهترین توزیع فراوانی در تعدادی از ایستگاه‌های هیدرومتری استان گلستان بررسی شد. ایشان دریافتند که با وجود تغییر دوره آماری، نوع توزیع فراوانی به‌دست آمده برای داده‌ها تغییری نداشت. علاوه بر این مشخص شد که در دوره‌های آماری مختلف، میزان دبی حداکثر سیلابی پیش‌بینی شده برای دوره برگشت‌های یکسان در دوره‌های آماری مختلف، مشابه نبوده است [۱۱]. در مطالعه‌ای با هدف تعیین توزیع‌های فراوانی مناسب برای بارندگی سالانه در استان‌های گلستان و مازندران، به بررسی طول دوره آماری بر انتخاب توزیع‌های فراوانی مختلف پرداختند. نتایج نشان داد با افزایش طول دوره آماری بیش‌تر توزیع گمبل بر داده‌های بارندگی سالانه برازش می‌یابد. ضمناً توزیع‌های پیرسون و لوگ پیرسون، به‌ترتیب بهترین توزیع‌های برازش یافته بر داده‌های پانزده، بیست، بیست و پنج و سی ساله معرفی شدند. لکن در خصوص نقش دوره آماری و تعداد ایستگاه‌ها بر تغییر مقدار عامل فرساینده‌گی باران پژوهش مستندی گزارش نشده است [۱۵]. هم‌چنین دو پژوهش‌گر در مطالعه‌ای به تحلیل روند زمانی عامل فرساینده‌گی باران در ایران پرداختند. بر اساس نتایج ایشان عامل فرساینده‌گی باران فصلی و سالانه

تغییرات مکانی و زمانی عامل فرساینده‌گی باران ویشمایر و اسمیت در ایران مورد بررسی قرار گرفت [۲۶]. در همین راستا با توجه به روش کار مشابه امکان مقایسه و بررسی تأثیر طول، دوره آماری و تعداد ایستگاه‌ها بر تغییرپذیری عامل فرساینده‌گی باران در پژوهش حاضر و مذکور فراهم شده است. پراکنش ایستگاه‌های مطالعاتی در پژوهش حاضر و هم‌چنین پژوهش انجام شده پیشین در شکل ۱ نشان داده شده است.

آماري ممکن از داده‌های موجود، حداکثر هم‌پوشانی داده‌ها، موجودیت الکترونیکی داده‌های مذکور و نیز دسترسی به آن‌ها در تعیین دوره مشترک آماری مد نظر قرار گرفت. در نهایت هفتاد ایستگاه مطالعاتی با دوره مشترک آماری از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۸۲ به مدت بیست سال انتخاب شد. در پژوهش صورت گرفته توسط دیگر پژوهش‌گران با هجده ایستگاه و طول دوره مشترک آماری به مدت بیست و سه سال از سال ۱۳۴۹ تا ۱۳۷۱،



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های مورد استفاده در پژوهش پیشین [۲۶] (راست) و پژوهش حاضر (چپ) به منظور بررسی نقش طول، دوره آماری و تعداد ایستگاه‌ها بر تغییرپذیری عامل فرساینده‌گی باران در ایران

n و I_i شدت بارندگی به سانتی‌متر بر ساعت، R عامل فرساینده‌گی باران به تن‌متر سانتی‌متر بر هکتار ساعت و I_p حداکثر شدت سی دقیقه‌ای پیوسته رگبار به سانتی‌متر بر ساعت می‌باشد [۲، ۲۴، ۲۶].

پس از محاسبه مقادیر عامل فرساینده‌گی رگبارها در ایستگاه‌های مورد مطالعه، مقادیر عامل فرساینده‌گی باران به‌طور جداگانه برای مقاطع زمانی ماهانه، فصلی و سالانه نیز محاسبه شد. عامل فرساینده‌گی باران ماهانه از مجموع مقادیر عامل فرساینده‌گی رگبارهای به‌وقوع پیوسته در هر یک از روزهای ماه به‌دست آمد. عامل فرساینده‌گی باران فصلی از مجموع مقادیر عامل فرساینده‌گی ماه‌های فصل و عامل فرساینده‌گی باران سالانه نیز از مجموع مقادیر عامل

۲.۲. روش پژوهش

در این پژوهش، پس از آماده‌سازی اطلاعات رگبارهای کلیه ایستگاه‌های کشور در محیط نرم‌افزار Excel، میزان عامل فرساینده‌گی رگبارهای ثبت شده به‌روش معادله جهانی هدررفت خاک [۲۹] براساس روابط ۱ و ۲ و مشابه با پژوهش‌های پیشین [۲۶] محاسبه شد.

$$E = 210/3 + 89/7 \text{ Log } I_i \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n E_i I_p}{100} \quad (\text{رابطه ۲})$$

که در آن E انرژی جنبشی رگبار بر حسب تن‌متر بر هکتار به‌ازای یک سانتی‌متر باران (از گام زمانی یک تا

۳. نتایج

نتایج حاصل از محاسبه مقادیر عامل فرسایندگی باران ماهانه، فصلی و سالانه بر اساس روش تیسسن طی دوره‌های مطالعاتی در پژوهش حاضر و پیشین [۲۶] به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. شکل ۲ بیان‌گر اولویت‌بندی ماه‌های سال از نظر خطر عامل فرسایندگی باران در کشور منتج از پژوهش حاضر و فصل‌های مختلف سال از نظر خطر عامل فرسایندگی باران در کشور طی دوره مورد مطالعه در شکل ۳ ارائه شده است.

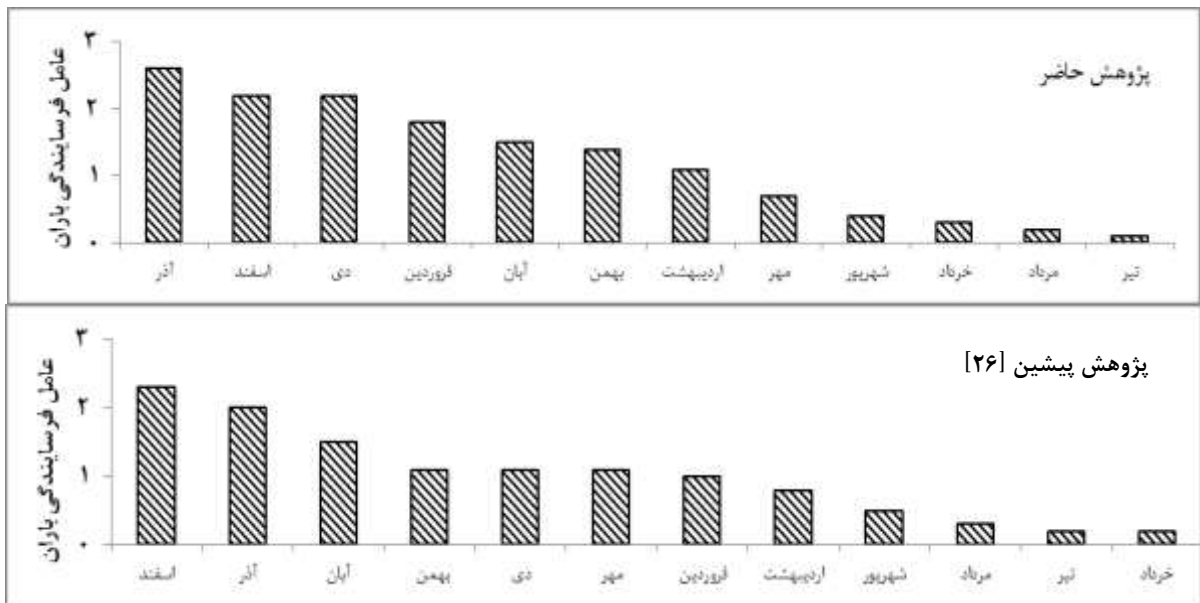
فرسایندگی فصلی محاسبه شد. لازم به ذکر است که تکمیل و بازسازی نواقص آماری نیز با استفاده از روش هم‌بستگی بین ایستگاه‌ها صورت پذیرفت [۱۴، ۲۳]. ضمناً مقادیر میانگین عامل فرسایندگی باران در هر یک از مقیاس‌های زمانی در کشور بر اساس روش تیسسن با لحاظ مساحت تحت تأثیر هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه گردید. مقایسه آماری نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌گران دیگر [۲۶] در هر یک از مقیاس‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه در کشور نیز با استفاده از آزمون t [۵] صورت پذیرفت.

جدول ۱. مقادیر عامل فرسایندگی باران ماهانه (تن‌متر سانتی‌متر بر هکتار ساعت) در پژوهش حاضر و پیشین [۲۶] در ایران

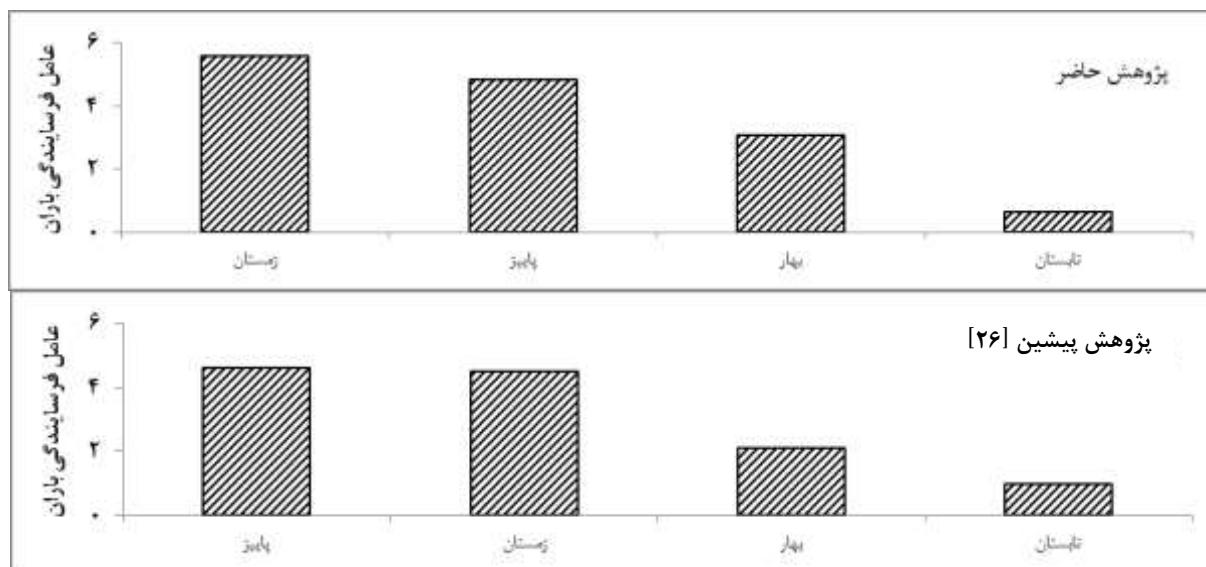
سال	مقطع زمانی		فروردین		اردیبهشت		خرداد		تیر		مرداد		شهریور		مهر		آبان		آذر		دی		بهمن		اسفند		
	۱۳۶۳	۱۳۶۴	۱۳۶۵	۱۳۶۶	۱۳۶۷	۱۳۶۸	۱۳۶۹	۱۳۷۰	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹
۰/۳	۰/۵	۰/۳	۱/۲	۲/۴	۱/۳	۲/۰	۰/۹	۰/۹	۲/۱	۰/۷	۰/۴	۰/۶	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۱/۴	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۷	۰/۴	۱/۲	۱۳۶۳	۱۳۶۴
۱/۳	۱/۸	۰/۸	۲/۱	۱/۱	۰/۸	۰/۹	۴/۴	۴/۶	۱/۴	۰/۶	۰/۵	۲/۸	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۲	۰/۴	۲/۴	۰/۸	۱۳۶۴	۱۳۵۰
۳/۶	۲/۸	۰/۹	۰/۵	۳/۱	۱/۰	۳/۱	۵/۷	۹/۹	۲/۱	۱/۱	۰/۳	۰/۵	۱/۲	۱/۲	۰/۳	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱/۶	۱/۸	۰/۳	۲/۱	۱۳۶۵	۱۳۵۱
۰/۸	۲/۸	۱/۵	۱/۲	۱/۰	۴/۸	۱/۳	۱/۰	۰/۹	۰/۸	۰/۴	۱/۵	۳/۰	۰/۱	۰/۸	۰/۵	۰/۰	۰/۳	۰/۳	۰/۱	۰/۵	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۷	۱۳۶۶	۱۳۵۲
۵/۸	۱/۶	۱/۷	۰/۸	۶/۲	۱/۴	۳/۳	۰/۷	۲/۱	۰/۹	۰/۰	۰/۳	۰/۹	۰/۱	۱/۵	۰/۳	۱/۵	۰/۳	۰/۶	۰/۳	۰/۲	۰/۹	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱۳۶۷	۱۳۵۳
۰/۶	۰/۴	۱/۴	۱/۵	۱/۷	۱/۲	۱/۶	۴/۲	۵/۵	۲/۴	۵/۴	۰/۶	۰/۸	۰/۴	۱/۵	۰/۲	۰/۰	۰/۱	۰/۹	۰/۱	۲/۱	۰/۶	۲/۲	۰/۶	۲/۲	۰/۶	۱۳۶۸	۱۳۵۴
۱/۷	۴/۵	۲/۰	۰/۷	۰/۶	۲/۷	۱/۹	۱/۰	۳/۲	۰/۵	۱/۵	۰/۲	۱/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۳	۰/۲	۰/۵	۰/۲	۰/۴	۰/۳	۱/۰	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۱۳۶۹	۱۳۵۵
۲/۸	۳/۳	۲/۹	۱/۲	۱/۷	۱/۲	۲/۰	۵/۴	۲/۱	۰/۵	۴/۸	۰/۵	۰/۶	۰/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۳	۰/۲	۱/۳	۰/۷	۱/۶	۱/۶	۱/۷	۱/۷	۱۳۷۰	۱۳۵۶
۱/۸	۲/۳	۱/۳	۴/۱	۱/۴	۲/۰	۲/۰	۴/۲	۲/۰	۰/۴	۲/۳	۰/۲	۰/۱	۰/۴	۰/۰	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۵	۰/۹	۰/۶	۲/۴	۰/۲	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۱۳۷۱	۱۳۵۷
۴/۵	۲/۷	۰/۸	۱/۷	۴/۳	۲/۲	۲/۷	۱/۵	۱/۴	۱/۸	۱/۱	۰/۳	۰/۷	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۴	۰/۸	۲/۸	۰/۴	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱۳۷۲	۱۳۵۸
۱/۳	۱/۴	۲/۵	۱/۸	۱/۴	۱/۰	۶/۲	۴/۵	۱/۱	۶/۱	۰/۹	۰/۹	۰/۱	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۳	۰/۲	۱/۳	۱/۳	۰/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱۳۷۳	۱۳۵۹
۱/۹	۵/۱	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۳/۷	۰/۸	۱/۰	۰/۹	۰/۳	۱/۱	۰/۶	۱/۴	۱/۵	۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۲	۰/۰	۰/۲	۰/۷	۲/۱	۱/۰	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱۳۷۴	۱۳۶۰
۱/۵	۲/۷	۲/۳	۰/۴	۳/۴	۲/۰	۱/۴	۰/۶	۴/۲	۰/۵	۵/۸	۲/۸	۱/۳	۰/۳	۰/۴	۰/۰	۰/۱	۰/۰	۰/۲	۰/۳	۰/۹	۱/۳	۰/۵	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۱۳۷۵	۱۳۶۱
۱/۶	۱/۸	۰/۳	۲/۵	۱/۳	۳/۰	۱/۱	۲/۳	۱/۳	۴/۵	۰/۹	۰/۹	۰/۶	۱/۱	۰/۳	۰/۰	۰/۱	۰/۳	۰/۲	۰/۹	۰/۴	۱/۲	۰/۵	۳/۳	۳/۳	۳/۳	۱۳۷۶	۱۳۶۲
۱/۰	۲/۸	۰/۴	۱/۷	۰/۷	۲/۶	۰/۹	۰/۵	۶/۵	۰/۵	۱/۵	۰/۶	۰/۳	۱/۰	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۲	۰/۰	۰/۲	۱/۱	۱/۷	۰/۴	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱۳۷۷	۱۳۶۳
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۱/۶	۲/۱	۱/۲	۳/۵	۱/۱	۲/۴	۰/۹	۱/۸	۰/۴	۰/۱	۰/۴	۰/۴	۰/۱	۰/۰	۰/۳	۰/۰	۰/۱	۰/۳	۰/۲	۰/۴	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۱۳۷۸	۱۳۶۴
۶/۰	۱/۲	۱/۰	۰/۸	۱/۸	۱/۰	۲/۹	۲/۷	۴/۳	۲/۲	۰/۸	۱/۸	۰/۹	۰/۴	۱/۴	۰/۱	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۰/۸	۰/۳	۱/۰	۰/۲	۱/۸	۱/۱	۱/۱	۱۳۷۹	۱۳۶۵
۳/۵	۰/۹	۰/۳	۱/۲	۰/۴	۴/۹	۱/۷	۶/۴	۰/۵	۱/۲	۶/۲	۰/۴	۰/۲	۰/۴	۲/۲	۰/۲	۱/۲	۰/۱	۰/۰	۰/۳	۰/۶	۰/۴	۰/۳	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱۳۸۰	۱۳۶۶
۱/۰	۱/۰	۲/۲	۰/۷	۶/۷	۰/۶	۲/۸	۱/۰	۲/۲	۰/۶	۰/۷	۰/۴	۰/۱	۰/۳	۰/۹	۰/۰	۰/۸	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۳	۰/۸	۰/۶	۳/۸	۳/۸	۱۳۸۱	۱۳۶۷
۲/۱	۱/۵	۱/۱	۱/۳	۲/۸	۵/۱	۲/۲	۱/۳	۱/۲	۰/۹	۲/۵	۰/۴	۱/۸	۰/۶	۰/۷	۰/۲	۰/۲	۰/۰	۰/۱	۰/۲	۰/۸	۱/۵	۰/۰	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱۳۸۲	۱۳۶۸
۰/۷	-	۱/۱	-	۳/۲	-	۰/۴	-	۰/۷	-	۰/۹	-	۰/۰	-	۰/۰	-	۰/۷	-	۰/۰	-	۰/۴	-	۰/۶	-	-	-	۱۳۶۹	
۷/۷	-	۰/۷	-	۴/۰	-	۶/۳	-	۱/۳	-	۰/۵	-	۰/۹	-	۰/۱	-	۰/۰	-	۰/۰	-	۱/۲	-	۰/۵	-	-	-	۱۳۷۰	
۲/۸	-	۱/۷	-	۰/۸	-	۲/۲	-	۰/۸	-	۰/۵	-	۰/۹	-	۰/۳	-	۰/۰	-	۰/۰	-	۱/۷	-	۱/۴	-	-	-	۱۳۷۱	
۲/۳	۲/۲	۱/۱	۱/۴	۱/۱	۲/۲	۲/۰	۲/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۱	۰/۷	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۸	۱/۱	۱/۰	۱/۸	۱/۸	۱/۸	میانگین	
۱/۹۲	۱/۲	۰/۷۵	۰/۸	۱/۶۹	۱/۴	۱/۵۰	۱/۹	۲/۲۰	۱/۴	۱/۸۴	۰/۶	۰/۸۰	۰/۲	۰/۶۲	۰/۱	۰/۴۷	۰/۱	۰/۲۸	۰/۲	۰/۵۲	۰/۷	۰/۶۶	۰/۹	۰/۹	۰/۹	انحراف معیار	
۸۳	۵۹	۶۸	۵۷	۱۵۴	۶۴	۷۵	۷۶	۱۵۳	۹۸	۱۶۸	۹۲	۱۵۹	۹۴	۲۰۹	۸۹	۲۴۶	۸۱	۱۳۸	۷۲	۶۵	۶۹	۶۶	۵۴	۵۴	۵۴	ضریب تغییرات (درصد)	

جدول ۲. مقادیر عامل فرساینده‌ی باران فصلی و سالانه (تن متر سانتی متر بر هکتار ساعت) در پژوهش حاضر و پیشین [۲۶] در ایران

سال	مقطع زمانی		بهار		تابستان		پاییز		زمستان		سالانه	
	حاضر	پیشین	حاضر	پیشین	حاضر	پیشین	حاضر	پیشین	حاضر	پیشین	حاضر	پیشین
۱۳۴۹	۱۳۶۳	۲	۰/۸	۰/۳	۲/۲	۳/۴	۳/۷	۵/۰	۳	۸/۷	۱۱/۸	
۱۳۵۰	۱۳۶۴	۱/۴	۳/۰	۰/۲	۲/۸	۶/۳	۶/۱	۳/۳	۴/۷	۱۲/۵	۱۵/۲	
۱۳۵۱	۱۳۶۵	۴/۳	۲/۵	۰/۶	۱/۸	۸	۱۴/۱	۷/۷	۴/۳	۱۷/۳	۲۶/۰	
۱۳۵۲	۱۳۶۶	۲/۵	۱/۴	۰/۹	۳/۸	۳/۲	۲/۶	۸/۷	۳/۲	۱۵/۲	۱۱/۰	
۱۳۵۳	۱۳۶۷	۲/۲	۱/۹	۰/۷	۳/۹	۱/۸	۵/۴	۳/۷	۳/۷	۸/۵	۲۴/۹	
۱۳۵۴	۱۳۶۸	۱/۲	۵/۲	۰/۷	۲/۴	۷/۲	۱۲/۶	۳	۳/۸	۱۲/۱	۲۳/۹	
۱۳۵۵	۱۳۶۹	۲/۳	۱/۸	۰/۲	۱/۶	۱/۷	۶/۶	۷/۹	۴/۲	۱۲/۲	۱۴/۳	
۱۳۵۶	۱۳۷۰	۲/۵	۳/۳	۰/۳	۰/۶	۶/۴	۸/۸	۵/۷	۷/۵	۱۴/۸	۲۰/۱	
۱۳۵۷	۱۳۷۱	۵/۳	۱/۳	۰/۵	۰/۱	۴/۸	۶/۳	۸/۴	۴/۵	۱۹	۱۲/۲	
۱۳۵۸	۱۳۷۲	۴/۷	۱/۴	۰/۴	۱/۰	۳/۵	۵/۱	۶/۶	۹/۵	۱۵/۲	۱۷/۰	
۱۳۵۹	۱۳۷۳	۲/۹	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۱۱/۵	۸/۳	۴/۲	۵/۲	۱۹	۱۴/۳	
۱۳۶۰	۱۳۷۴	۳/۶	۱/۷	۱/۹	۱/۸	۱/۸	۲/۸	۱۰/۴	۵/۱	۱۷/۶	۱۱/۴	
۱۳۶۱	۱۳۷۵	۵/۶	۱/۶	۰/۳	۱/۹	۳/۹	۱۱/۴	۵/۱	۷/۲	۱۵	۲۲/۱	
۱۳۶۲	۱۳۷۶	۵/۳	۱/۱	۱/۵	۱/۱	۷/۶	۳/۳	۷/۴	۳/۲	۲۱/۸	۸/۶	
۱۳۶۳	۱۳۷۷	۳/۴	۱/۵	۱/۵	۱/۱	۱/۵	۹/۰	۷/۲	۲/۱	۱۳/۶	۱۳/۷	
۱۳۶۴	۱۳۷۸	۱	۰/۷	۰/۸	۰/۵	۲/۴	۷/۷	۳/۳	۳/۲	۷/۴	۱۲/۰	
۱۳۶۵	۱۳۷۹	۱/۵	۳/۶	۰/۶	۲/۳	۶/۷	۸/۰	۳	۸/۸	۱۱/۸	۲۲/۷	
۱۳۶۶	۱۳۸۰	۱/۸	۰/۹	۰/۷	۳/۷	۷/۹	۸/۳	۷	۴/۲	۱۷/۴	۱۷/۱	
۱۳۶۷	۱۳۸۱	۴/۷	۱/۱	۰/۴	۱/۸	۲	۵/۷	۲/۳	۹/۹	۹/۳	۱۸/۵	
۱۳۶۸	۱۳۸۲	۳/۵	۰/۸	۰/۸	۲/۵	۲/۶	۵/۸	۷/۹	۶/۱	۱۴/۸	۱۵/۲	
۱۳۶۹	-	-	۱/۰	-	۰/۷	-	۲/۱	-	۵/۱	-	۸/۸	
۱۳۷۰	-	-	۱/۷	-	۱/۰	-	۸/۱	-	۱۲/۴	-	۲۳/۱	
۱۳۷۱	-	-	۳/۱	-	۱/۲	-	۳/۵	-	۵/۳	-	۱۳/۱	
میانگین	۳/۰۷	۱/۸۲	۰/۱۶۶	۱/۷۲	۴/۸۳	۶/۷۵	۵/۵۷	۶/۰۹	۱۴/۱۳	۱۲/۲۶		
انحراف معیار	۴۷/۱	۱/۱۴	۴۶	۱/۰۹	۸۱/۲	۳/۱۷	۳۳/۲	۳/۰۶	۸۹/۳	۵/۲۹		
ضریب تغییرات (درصد)	۴۸	۶۲/۹۰	۶۹	۶۳/۱۱	۵۸	۴۶/۹۵	۴۱	۵۰/۱۸	۲۷	۰/۴۳		



شکل ۲. اولویت‌بندی ماه‌های مختلف از نظر خطر عامل فرساینده‌ی باران (تن متر سانتی متر بر هکتار ساعت) در کشور طی پژوهش حاضر (بالا) و پیشین [۲۶] (پایین).



شکل ۳. اولویت‌بندی فصل‌های مختلف از نظر خطر عامل فرساینده باران (تن‌متر سانتی‌متر بر هکتار ساعت) در کشور طی پژوهش حاضر (بالا) و پیشین [۲۶] (پایین).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده، مقادیر میانگین عامل فرساینده باران در ماه‌های مختلف طی دوره مورد مطالعه در کشور، با توجه به جدول ۱ و شکل ۲ مؤید حداکثر و حداقل عامل فرساینده ماهانه به ترتیب در آذر و تیر با مقادیر $2/6$ و $0/1$ تن‌متر سانتی‌متر بر هکتار ساعت می‌باشد. دلیل این امر را می‌توان در ثبت حداکثر تعداد رخدادهای بارندگی در آذر و حداقل وقایع در تیر با مقادیر به ترتیب 1721 و 208 رگبار در کشور در دوره بیست ساله پژوهش ($1363-1382$) جستجو نمود. در مقایسه انحراف معیار مقادیر عامل فرساینده در ماه‌های مختلف سال نیز، آذر و تیر با مقادیر $1/97$ و $0/1$ حداکثر و حداقل مقادیر را به خود اختصاص دادند. هم‌چنین ضریب تغییرات به ترتیب 76 و 81 درصد در ماه‌های آذر و تیر محاسبه شده است. در بررسی مقادیر میانگین عامل فرساینده بر اساس روش تیسن در پایه زمانی ماهانه در کشور به تفکیک سال نیز آذر 1380 ($6/38$) و مرداد 1369 (0) به ترتیب حداکثر و حداقل مقدار عامل

فرساینده را داشته‌اند. نتایج به‌دست آمده از تغییرات زمانی عامل فرساینده در ماه‌های مختلف دلالت بر حاکمیت سیستم‌های مختلف بارش در ماه‌ها و فصل‌های مختلف در مهار مقادیر و نوع نزولات در هر قسمت از کشور [۱۶] می‌باشد که با گزارش تغییرات عامل فرساینده در مقیاس‌های زمانی مختلف در مازندران [۳] و خوزستان [۱۷] هم‌خوانی ندارد. هم‌چنین نتایج حاصل از آزمون t دلالت بر اختلاف معنی‌دار ($p < 0/05$) بین مقادیر ماهانه عامل فرساینده باران در پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌گران دیگر [۲۶] در اکثر ماه‌ها در کل کشور دارد. ضمناً نتایج به‌دست آمده مقادیر ماهانه عامل فرساینده با حداکثر مقدار گزارش شده توسط پژوهش‌گران دیگر [۲۶] مطابقت ندارد. درحالی‌که با حداقل محاسبه شده در پژوهش مذکور هم‌خوانی دارد. دلیل این امر را می‌توان در تفاوت طول و دوره آماری و هم‌چنین تعداد ایستگاه‌های مورد استفاده جستجو نمود. حال آن‌که نتایج این پژوهش با یافته‌های تعدادی از پژوهش‌گران [۲۸] در حوزه آبخیز مهارلو در شیراز به سبب شباهت نسبی طول دوره آماری و ایستگاه مشابه موافقت

دارد.

تحلیل نتایج حاصل از محاسبه مقادیر فصلی عامل فرساینده‌گی باران در کشور و مندرج در جدول ۲ و شکل ۳ بیان‌گر این است که فصل‌های زمستان، پاییز، بهار و تابستان به ترتیب رتبه‌های اول تا چهارم از لحاظ خطر عامل فرساینده‌گی را به خود اختصاص می‌دهند. دلیل این امر را می‌توان با وقوع تعداد رگبارهای بیش‌تر در فصل زمستان مرتبط دانست. به‌نظر می‌رسد اولویت‌بندی فصل‌های سال به لحاظ خطر عامل فرساینده‌گی باران و تعداد وقوع رگبار طی دوره مطالعاتی با یک‌دیگر مطابقت دارد. این نتایج با یافته‌های مطالعاتی دیگر در کل کشور و استان خوزستان [۱۷ و ۲۶] مبنی بر اهمیت فراوانی رگبارها در تعیین مقدار عامل فرساینده‌گی مطابقت داشته ولی با نتایج گزارش شده توسط یک پژوهش‌گر در استان‌های مازندران و گلستان [۳] در یک راستا نمی‌باشد. پهنه‌های متفاوت منطقه مطالعاتی، قرارگیری ایستگاه‌های مختلف مورد مطالعه در اقلیم‌های متفاوت در کشور، طول دوره آماری متفاوت و هم‌چنین تعداد ایستگاه‌های مورد استفاده در پژوهش‌های مذکور را می‌توان از جمله دلایل اختلاف در نتایج ذکر نمود.

طبق نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر، بیش‌ترین و کم‌ترین انحراف معیار عامل فرساینده‌گی در فصل‌های مختلف به ترتیب مربوط به فصل‌های پاییز و تابستان با مقادیر ۲/۸۱ و ۰/۴۶ است. هم‌چنین مقادیر حداکثر و حداقل ضریب تغییرات عامل فرساینده‌گی در فصل‌های تابستان و زمستان به ترتیب ۶۹ و ۴۱ درصد به‌دست آمد. با توجه به شکل ۳، می‌توان بیان نمود که فصل پاییز از نظر خطر عامل فرساینده‌گی و ضرورت مدیریت اراضی کشاورزی و تبعیت از اصول صحیح خاک‌ورزی حائز اهمیت بیش‌تری می‌باشد. با توجه به نتایج و هم‌چنین هم‌زمانی فصل رویش محصولات زراعی با مقدار نسبتاً کم تر عامل فرساینده‌گی در بهار می‌توان گفت که پوشش اراضی تا حدودی خطر عامل فرساینده‌گی را کاهش خواهد داد ولی در اکثر مناطق ایران که برداشت محصولات

کشاورزی در فصل تابستان انجام می‌شود، می‌توان انتظار داشت که وقوع بارش‌های فرساینده در فصل پاییز باعث ایجاد فرسایش گردد. البته در این خصوص می‌توان اولویت‌بندی خطر فرساینده‌گی در مناطق مختلف در مقیاس ماهانه را بهتر تحلیل نمود. در بررسی مقادیر میانگین عامل فرساینده‌گی بر اساس روش تیسن در مقیاس زمانی فصلی در کشور به تفکیک سال نیز زمستان ۱۳۷۴ (۱۰/۳) و تابستان ۱۳۷۰ (۰/۲۵) به ترتیب حداکثر و حداقل مقدار عامل فرساینده‌گی را به خود اختصاص داده‌اند.

بر اساس نتایج پژوهش، حداکثر و حداقل مقدار میانگین عامل فرساینده‌گی باران در مقیاس سالانه طی دوره مطالعاتی به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۶۷ با مقادیر ۲۱/۸۱ و ۸/۴۶ تن‌متر سانتی‌متر بر هکتار ساعت به‌وقوع پیوسته است (جدول ۲). انحراف معیار و ضریب تغییرات عامل فرساینده‌گی در مقیاس مذکور در کشور نیز به ترتیب ۳/۸۹ تن‌متر سانتی‌متر بر هکتار ساعت و ۲۷/۵ درصد به‌دست آمد. در مقایسه ضریب تغییرات عامل فرساینده‌گی در مقیاس‌های زمانی مختلف مشاهده شد که ضریب مذکور در مقیاس‌های زمانی بزرگ‌تر، مقدار کم‌تری را به خود اختصاص داده است که نشان‌دهنده تغییرپذیری بیش‌تر در مقیاس‌های زمانی کوچک‌تر می‌باشد. یافته مزبور با گزارش پژوهش‌گران دیگر [۱۶ و ۲۲] برای کل کشور و حتی سایر متغیرهای هیدرولوژیک [۲۱] مطابقت دارد. هم‌چنین میانگین عامل فرساینده‌گی باران سالانه در کشور نیز، ۱۴/۱۳ تن‌متر سانتی‌متر بر هکتار ساعت محاسبه شد.

با بررسی و مقایسه نتایج پژوهش حاضر (هفتاد ایستگاه مطالعاتی و بیست سال دوره آماری) و پژوهش پژوهش‌گران دیگر [۲۶] (هیجده ایستگاه مطالعاتی و بیست و سه سال دوره آماری) و مندرج در جدول‌های ۱ و ۲ نقش طول و دوره آماری داده‌های بارندگی و نیز تعداد ایستگاه‌ها بر مقادیر عامل فرساینده‌گی باران مشخص می‌گردد. بر اساس نتایج به‌دست آمده در

مقدار عامل فرساینده باران در مقیاس‌های زمانی مختلف در ایران صورت پذیرفت. بر اساس نتایج، در مجموع می‌توان گفت که با تغییر طول دوره آماری و تعداد ایستگاه‌های مورد استفاده در تحلیل‌ها، مقادیر محاسباتی عامل فرساینده باران تغییر نموده است. به عبارتی می‌توان انتظار داشت که مقادیر محاسبه شده بر اساس دوره طولانی‌تر، دقیق‌تر باشد، زیرا در یک دوره طولانی‌تر، تغییرات بیش‌تری از عامل مذکور در محاسبات لحاظ خواهد شد. در این راستا با در نظر گرفتن داده‌های ثبت شده جدید و یا ایستگاه‌های بیش‌تر می‌توان نسبت به به‌روز کردن و محاسبه دقیق عامل فرساینده باران اقدام نمود. باید اشاره شود که تداوم ثبت آمار در ایستگاه‌های موجود در سال‌های اخیر باعث تطویل دوره آماری و یا افزایش تعداد ایستگاه‌های با آمار مناسب شده است که این امر امکان استفاده از حداکثر ایستگاه‌های ممکن در محاسبات آماری را فراهم می‌نماید. بدیهی است که تعداد بیش‌تر ایستگاه‌های مورد استفاده نیز به افزایش دقت محاسبات عامل فرساینده و لحاظ تغییرات دقیق مکانی کمک خواهد نمود. در این راستا استفاده از داده‌های حاصل از دوره‌های طولانی‌مدت و تعداد بیش‌تر ایستگاه‌ها می‌تواند دقت نتایج ارزیابی‌ها در مقیاس‌های مختلف زمانی را افزایش دهد و نیز زمینه‌سازی اتخاذ تدابیر و راه‌کارهای مبارزه با فرسایش و الگوهای مختلف کشت و ایجاد پوشش حفاظتی در برابر عامل اقلیمی فرسایش آبی در مناطق مختلف کشور را فراهم نماید. بر همین اساس انجام پژوهش‌های هدفمند برای جمع‌آوری داده‌های بیش‌تر و با توزیع مکانی بهتر برای دستیابی به نتایج جامع و جمع‌بندی‌های قابل اعتمادتر پیشنهاد می‌شود.

پژوهش حاضر با بیست سال طول دوره آماری و هفتاد ایستگاه، میانگین سالانه عامل فرساینده باران ۱۴/۱۳ تن متر سانتی متر بر هکتار ساعت محاسبه شد. حال آن‌که پژوهش‌گران دیگر [۲۶] با بیست و سه سال طول دوره آماری و هیجده ایستگاه میانگین سالانه عامل فرساینده باران را ۱۲/۲۶ تن متر سانتی متر بر هکتار ساعت به دست آوردند. نتایج حاصل از آزمون t بین مقادیر ماهانه و فصلی عامل فرساینده باران در دوره‌های مطالعاتی بیانگر اختلاف معنی‌دار بین مقادیر محاسبه شده در دو پژوهش مذکور بوده است. بر این اساس بین مقادیر محاسبه شده عامل فرساینده باران در دو پژوهش صورت گرفته در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، آذر، دی، بهمن و اسفند و هم‌چنین فصل زمستان اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است ($p > 0.05$). حال آن‌که در مقیاس سالانه و سایر ماه‌ها و فصل‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($p < 0.05$).

بر اساس بررسی‌ها و تحلیل‌های صورت گرفته مقادیر میانگین عامل فرساینده باران و هم‌چنین الگوی تغییرپذیری زمانی و مکانی آن در مقیاس‌های زمانی مختلف در پژوهش حاضر و مقایسه با پژوهش پیشین انجام شده [۲۶] می‌توان به اهمیت مقیاس‌های زمانی عامل فرساینده باران و دوره زمانی مورد مطالعه در تعیین عامل فرساینده باران اشاره نمود. بر این اساس به نظر می‌رسد تغییرات زمانی نقش بیش‌تر و مهم‌تری نسبت به تغییرات مکانی در تعیین مقدار و الگوی عامل فرساینده باران ایفا می‌کند.

پژوهش حاضر با هدف مطالعه تغییرات زمانی عامل فرساینده باران و هم‌چنین بررسی اثر طول و دوره آماری داده‌های بارندگی و هم‌چنین تعداد ایستگاه‌ها بر

References

- [1]. Babaei, A., Najafinejad, A. Mostafazadeh, R. and Karami, M. (2010). Data length effect of instantaneous max discharge records on fitting of the best frequency distribution (Case study: some of gauge stations, Golestan Province). 5th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran, Gorgan, Iran, pp. 1374-1377.
- [2]. Banasik, K., and Gorski, D. (1993). Evaluation of rainfall erosivity for east Poland. Proceeding of the Warsaw Symposium, Runoff and Sediment Yield Modeling, Warsaw, Poland, pp, 129-134.
- [3]. Behzadfar, M. (2004). Study on spatio-temporal variation of rainfall erosivity index in Mazandaran province, MSc seminar, Tarbiat Modares University.
- [4]. Bennett, H.H. (2001). Soil Conservation, Agrobis.
- [5]. Bihamta, M.R., and Zare Chahouki, M.A. (2011). Principals of statistics for the natural resources science, University of Tehran Press.
- [6]. Bobee, B., Caradias, G. Ashkar, F. Bernier, J. and Rasmussen, P. (1993). Towards a systematic approach to comparing distributions used in flood frequency analysis. Journal of Hydraulics, 142, 121-136.
- [7]. Dastorani, MT. (1996). Study on the effect of hydrological data length in flood forecasting in watersheds, MSc thesis, Tarbiat Modares University.
- [8]. Dixon, H., Lawler, D.M. Shamseldin, A.Y. and Webster, P. (2006). The effect of record length on the analysis of river flow trends in Wales and Central England. Proceedings of the Fifth FRIEND World Conference, Climate Variability and Change-Hydrological Impacts, Havana, Cuba, pp, 490-495.
- [9]. Griffis, V.W., and Stedinger, J.R. (2007). Evolution of flood frequency analysis with bulletin 17. Journal of Hydrologic Engineering, 12,283-297.
- [10]. Hemmadi, K., Akhoond-Ali, A. Behnia, A. and Arab, D. (2007). The role of updating statistical series in assessment of design flood, a case study of Jareh Storage Dam. Iranian Journal of Watershed Management Science, 1(2), 11-20.
- [11]. Hemmati, M., Ahmadi, H. Nikkami, D. Zehtabian, Gh. and Jafari M. (2008). The best indicator of rainfall erosivity in Iran cold semi-arid climate (case study: Kabude Olya soil conservation research station, Kermanshah). 4th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran, Noor, Iran, pp 1-13.
- [12]. Hisdal, H., Stahl, K. Tallaksen, L.M. and Demuth, S. (2001). Have streamflow droughts in Europe become more severe or frequent? International Journal of Climatology, 21, 317-333.
- [13]. Laflen, J.M., and Moldenhauer, W.C. (2003). The USLE story, World Association of Soil & Water Conservation (WASWC), China.
- [14]. Mahdavi, M. (2009). Applied Hydrology, 2ed Edition, University of Tehran Press.
- [15]. Mahdavi, M., Osati, Kh. Sadeghi, S.A.N. Karimi, B. and Mobaraki, J. (2010). Determining suitable probability distribution models for annual precipitation data (a case study of Mazandaran and Golestan Provinces). Journal of Sustainable Development, 3(1),159-168.
- [16]. Masoudian, S.A. (2011). Iran Weather, Mashhad Sharie Toos Press.
- [17]. Moradi, H.R., Behzadfar, M. and Sadeghi, S.H.R. (2006). Investigation of the relationship between rainfall parameters and rainfall erosivity factor in Khuzestan province. Scientific Journal of Agriculture, 29(4), 69-83.
- [18]. Nami, M.H., and Heidaripour, E. (2012). New method for exact calculate of the area and borders length in Islamic Republic of Iran. Quarterly of Geography (Regional Planning), 2, 229-248.
- [19]. Nikkami, D., and Mahdian, M.H. (2015). Rainfall erosivity mapping in Iran. Journal of Watershed Engineering and Management, 4, 364-376.
- [20]. Onoz, B., and Baryazit, M. (1995). Best-fit distributions of largest available flood samples. Journal of Hydrology, 167, 195-208.

- [21]. Robinson, J.S., and Sivapalan, M. (1997). Temporal scales and hydrological regimes: implication for flood frequency scaling. *Water Resources Research*, 33(12), 2981-2999.
- [22]. Sadeghi, S.H.R and N. Ghazanfarpour. 2007. Comparative evaluation of temporal and spatial frequency distribution for rainfall erosivity in few Iranian climatological stations. *Agricultural Technology and Sciences Journal*, 21(2): 55-66.
- [23]. Sadeghi, S.H.R., and Hazbavi, Z. (2015). Trend analysis of the rainfall erosivity index at different time scales in Iran. *Natural Hazards*, 77, 383-404.
- [24]. Sadeghi, S.H.R., and Tavangar, Sh. (2015). Development of stational models for estimation of rainfall erosivity factor in different timescales. *Natural Hazards*, 77:429-443.
- [25]. Sadeghi, S.H.R., and Yasrebi, B. (2008). *Soil and Water Conservation in Forest Watersheds*, Rahe Sobhan Press.
- [26]. Sadeghi, S.H.R., Moatamednia, M. and Behzadfar, M. (2011). Spatial and temporal variation in the rainfall erosivity factor in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13: 451-464.
- [27]. Shahoei, S., and Refahi, H. (1995). The use of intensity-duration and return period tables for rainfall erosivity index calculation and compare with other existing methods. 1st National Conference on Erosion and Sediment. Noor, Iran, pp, 265-275.
- [28]. Vaezi, A., and Aram, H. (2011). Temporal variations importance of rainfall erosivity for the planning of soil conservation measures (case study: Maharlu watershed). 1st National Conference on Modern Agricultural Sciences & Technologies (MAST). Zanjan, Iran, pp. 1-4.
- [29]. Wischmeier, W.H., and Smith, D.D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning*. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook, United States.
- [30]. Yin, S., Xie, Y. Liu, B. and Nearing, M.A. (2015). Rainfall erosivity estimation based on rainfall data collected over a range of temporal resolutions. *Hydrology and Earth System Sciences*, 12, 4965-4996.
- [31]. Zachar, D. (1982). *Soil erosion development in soil science*. Elsevier Scientific, Netherlands.

