فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال سی و دوم، شماره اول،بهار ۱۳۹٦، شماره پیاپی ۱۲٤

مریم عرفانیان، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد **M. Erfanian**
دکتر حسین انصاری*، دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد **Dr. H.Ansari**
دکتر امین علیزاده، استاد،گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد **Dr. A. Alizadeh**
دکترمحمد بنایان اول، دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد **Dr. M. Banayan Aval**
ansariran@gmail.com

برآورد روابط فراوانی– تداوم– دوره بازگشت نمایه‌های فرین (حدی) اقلیمی در نقاط مختلف استان خراسان رضوی

دریافت مقاله: ۹۵/۱۱/۱۵ پذیرش نهایی ۹۶/۲/۱۸

چکیده

در سال‌های اخیر بررسی وقایع فرین (حدی) اقلیمی به دلیل پیامدهای سنگین این پدیده‌ها بر بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و کشاورزی هر کشوری مورد توجه محققان قرار گرفته است. امروزه ثابت شده است که تغییر در شدت و فراوانی این وقایع به مراتب اثر مخرب‌تری نسبت به تغییر در متوسط حالت اقلیمی بر روی سلامت انسان‌ها، واحدهای اجتماعی و سیستم‌های طبیعی خواهد داشت. لذا شناخت بهتر این پدیده‌ها در جهت مدیریت بهتر ریسک و بحران امری لازم و ضروری می‌نماید. این تحقیق با هدف شناخت بهتر روابط بین احتمال وقوع، تداوم و فراوانی نمایه‌های فرین در استان خراسان رضوی صورت گرفته است. بدین منظور از آمار و اطلاعات روزانه دما و بارش ۲۲ ایستگاه همدیدی و تبخیرسنجی واقع در این استان با دارا بودن دوره آماری سی ساله اول مهر سال ۱۳۶۱ تا انتهای شهریور سال ۱۳۹۱ استفاده شده است. به جهت تدقیق روابط مورد نظر، ایستگاه‌های فوق در هر شاخص به کمک آنالیز کلاستر و روش ادغام وارد خوشه بندی شده و ایستگاه‌های با رفتار مشابه در هر شاخص تعیین شدند. توزیع‌های مختلف آماری بر روی فراوانی وقوع هر شاخص با تداوم مشخص برازش داده شده و بهترین توزیع برای هر کدام انتخاب شد. در نهایت روابط بین فراوانی- تداوم و دوره بازگشت برای هر نمایه در هر خوشه ایستگاه‌های مشابه استخراج شده است. با استفاده از روابط فوق می‌توان فراوانی وقوع یک پدیده فرین با تداوم و احتمال وقوع مشخصی را یافت. این روابط می‌تواند گامی موثر در جهت مدیریت بهتر ریسک و نیز بیمه محصولات کشاورزی مورد استفاده محققان و مسئولان قرار گیرد.

واژگان کلیدی: نمایه‌های فرین، تداوم، دوره بازگشت، خوشه‌بندی، استان خراسان رضوی

مقدمه

انتشار گازهای گلخانه‌ای در نتیجه رشد شهرنشینی و صنعتی شدن، موجب گرمایش جهانی و متعاقب آن تغییر اقلیم جهانی شده است (Gohari, 2013:406). در نتیجه، دمای کلی زمین از سال ۱۹۰۶ تا ۲۰۰۵ به میزان ۰/۷۴ درجه سانتی‌گراد افزایش نشان داده است. همچنین در گزارشات هیئت بین الدول تغییر اقلیم[1] بیان شده است که اقلیم جهانی با نرخ ۰/۲ درجه سانتی‌گراد در هر دهه گرمتر خواهد شد (گزارش هیئت بین الدول تغییر اقلیم، ۲۰۰۷). علاوه بر این گرمایش جهانی باعث تغییر میزان و پراکنش بارندگی در سالهای آتی نیز خواهد شد (Zhang et al, 2008: 215). این مطالب نشان دهنده این است که تغییر اقلیم کنونی و آینده به عنوان موضوعی بسیار مهم در علم اقلیم شناسی محسوب می‌شود (Yang et al, 2012:1).

*نویسنده مسئول

[1] IPCC

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]

بر اساس گزارش سال ۲۰۱۳ سازمان هواشناسی جهانی مشخص شده است که دهه ۲۰۱۰-۲۰۰۱ به عنوان گرمترین دهه از سال ۱۸۵۰، که اندازه گیری‌های دقیق هواشناسی آغاز شده، بوده است. دمای متوسط جهانی در این دهه در حدود ۰/۱±۱۴/۴۷ درجه سانتی‌گراد بوده که به میزان ۰/۱± ۰/۴۷ بیشتر از دوره ۱۹۹۰-۱۹۶۱ با متوسط ۱۴ درجه سانتی‌گراد و به میزان ۰/۱± ۰/۲۱ بالاتر از دهه ۲۰۰۰-۱۹۹۱ بوده است. علاوه بر این مشخص شده است که در طی دوره ۲۰۱۰-۱۹۷۱ دما با نرخ ۰/۱۷ درجه سانتی‌گراد در هر دهه افزایش داشته، در حالی که میزان افزایش دما در کل دوره ۲۰۱۰-۱۸۸۰ در حدود ۰/۰۶۲ درجه سانتی‌گراد در هر دهه بوده است (World Meteorological organization,2013:3).

در تحقیقات گذشته در خصوص تغییر اقلیم، توجه محققان بیشتر به سمت بررسی میانگین دما و بارش دوره معطوف بوده است، اما در سالهای اخیر توجه ایشان بیشتر به سمت بررسی وقایع فرین جلب شده است. دلیل این امر نیز مربوط به خسارت‌های زیاد اقتصادی، انسانی و اجتماعی این پدیده‌ها می‌باشد (Kattenberg, Filippo,2001: 156) بنابراین می‌بایست در یک نگاه منطقی به اقلیم و تغییرات آن علاوه بر مقادیر میانگین، مقادیر فرین و تغییرپذیری عناصر مهم آن مثل بارش و دما مورد توجه قرار گیرد. این امر خصوصاً در بخش‌های منابع آب و کشاورزی که به طور مستقیم متاثر از این پدیده‌ها هستند بسیار لازم و ضروری می‌نماید.

طبق تعریف هیئت بین الدول تغییر اقلیم، حادثه فرین (حدی) به رویدادی گویند که احتمال وقوع آن در یک مکان و زمان مشخصی بسیار نادر باشد (گزارش هیئت بین الدول تغییر اقلیم، ۲۰۰۷). به عبارت دیگر، رویدادهای آب وهوایی فرین پدیده‌هایی هستند که از نظر فراوانی، کمیاب بوده و درجه شدت بالایی دارند و در هنگام وقوع، روال معمول اکوسیستم و ساکنان منطقه را با تغییرات جدی روبه رو می کند. البته احتمال وقوع این رویدادها نیز به طور متوسط کمتر از ۵٪ تعریف شده است (Zhu, Thot, 2001). از جمله رویدادهای فرین می‌توان به موج‌های گرمایی و سرمایی، سیل، خشک‌سالی، یخبندان، توفان‌های شدید، گردبادها و ... اشاره کرد.

انتخاب نمایه‌های فرین (حدی) جهت بررسی پدیده‌های حدی در رابطه با تغییرات اقلیمی و اثرات آن از نکات بسیار مهمی است که باید مورد توجه پژوهشگران قرار گیرد. پترسون و همکاران[1] (۲۰۰۲) به تعریف یک سری شاخص‌های فرین پرداختند که بتواند نمایه‌هایی از تغییر اقلیم با جنبه‌هایی از بروز و یا ادامه برخی از پدیده‌های مهم در کشاورزی مثل سیل یا خشک‌سالی را به سادگی نشان دهد. آن‌ها با استفاده از داده‌های روزانه هواشناسی در ناحیه دریای کارائیب به بررسی نمایه‌های فرین پرداختند. نتایج آنها مشخص کننده آن است که درصد روزهای بسیار گرم و بسیار سرد از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۲ افزایش چشم‌گیری داشته است. همچنین بارش‌های فرین دارای افزایش و روزهای خشک متوالی روند کاهشی نشان داده است. ناوئو و همکاران[2] (۱۰۱۳:۲۰۰۵) با استفاده از توزیع‌های آماری مختلف به بررسی نمایه‌های فرین پرداختند. ایشان استفاده از تئوری مقادیر فرین[3] را در مسایل فرین اقتصادی و هیدرولوژی موفق‌تر از مسائل فرین اقلیم شناسی اعلام کردند. کاپریو و همکاران[4] (۶۵:۲۰۰۵) با استفاده از روش آماری کای- مربع به بررسی تغییرات نمایه‌های فرین در دو منطقه (در آمریکا و کانادا) پرداختند. ایشان نتیجه گرفتند که در هر دو منطقه، تعداد روزهای با دماهای بسیار پائین افزایش یافته است. ماتز و همکاران[5] (۲۱۴:۲۰۰۴) به بررسی نمایه‌های فرین در ناحیه قطب شمال پرداختند. آنها نتیجه گرفتند که در بین سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۵۸ تعداد روزهای یخبندان کاهش قابل ملاحظه‌ای (۰/۸- روز در دهه) در نواحی شرقی در بهار داشته است، اما روند دوره‌های گرم و سرد تغییر معنی داری نشان نداده است. زونزینگ و همکاران[6] (۲۲۵:۲۰۱۲) دوازده شاخص دمایی و یازده شاخص بارش فرین را در ۱۱۰ ایستگاه در کشور

[1]Petrson et al
[2] Naveau et al
[3]Extreme Value Theory
[4]Caprio et al
[5]Matthes et al
[6] Zongxing et al.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]
[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]

چین با روش تحلیل شیب خط روند مورد بررسی قرار دادند. همچنین مطالعه صلاح الدین و کورتیس[1] (۸۳:۲۰۱۱) در مالزی و مناطق جنوبی استوایی دریای چین بر روی نمایه‌های فرین از دیگر مطالعات انجام شده به شمار می رود.

در ایران نیز مطالعات مختلفی بر روی نمایه‌های فرین اقلیم‌شناسی صورت گرفته که در زیر به تعدادی از آنها اشاره می‌گردد.

در مطالعه‌ای محمدی و تقوی (۱۳۸۴) نمایه‌های فرین دما و بارش ایستگاه تهران را در دوره آماری ۲۰۰۳-۱۹۵۱ مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها حاکی از افزایش روند دمای حداکثر، حداقل و متوسط روزانه و نیز کاهش روند نمایه‌های فرین بارش (با شیب بسیار کم) بوده است. عسگری و همکاران (۱۳۸۶) به بررسی و تحلیل روند نمایه‌های فرین بارش با استفاده از داده‌های روزانه بارش در ۲۷ ایستگاه همدیدی پرداخته و رحیم زاده و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از داده‌های ایستگاه همدیدی استان هرمزگان، میانگین‌های فصلی و سالانه دما و بارش به همراه مقادیر فرین آنها را مورد بررسی قرار دادند. ایشان نتیجه گرفتند که در این منطقه افزایش دما و کاهش بارش به همراه افزایش نوسانات شدید بارش و مقادیر فرین دما رخ داده است.

در مطالعه دیگری منتظری (۱۳۸۸) با استفاده از مقادیر ماهانه بارش ایستگاه‌های هواشناسی ایران به تحلیل زمانی- مکانی بارش‌های فرین روزانه پرداخت. همچنین مسعودیان و دارند (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای به شناسایی و پهنه‌بندی نواحی دمای فرین سرد ایران پرداختند. ایشان با انجام تحلیل خوشه‌ای به روش وارد نشان دادند که می‌توان ایران را از نظر سرماهای فرین به شش ناحیه تقسیم کرد. آرایش جغرافیایی این نواحی نشان می‌دهد که همسایگی با توده‌های بزرگ آب و موانع کوهستانی در منطقه‌بندی نواحی دمای فرین سرد ایران نقش بازی می‌کند.

علاوه براین، مسعودیان و دارند (۱۳۹۰) به تحلیل همدید سرماهای فرین ایران پرداختند. ایشان از آمار روزانه دمای ۶۶۳ ایستگاه اقلیمی و همدید در دوره آماری سال‌های ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۲ استفاده کردند. تقوی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از تحلیل طیفی و خوشه‌بندی، منطقه‌بندی اقلیمی برای ۶۵ ایستگاه همدیدی کشور را ارائه کردند. نشانک‌های اقلیمی مورد استفاده، شامل حداکثر بارش ۲۴ ساعته ماهانه، دمای بیشینه و کمینه ماهانه و همچنین سری زمانی داده‌های اقلیمی مربوط به دوره‌ی زمانی سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۵ میلادی هستند. بر اساس نتایج ایشان ایستگاه‌های تربت حیدریه در یک منطقه اقلیمی و ایستگاه‌های سبزوار، سرخس و مشهد در یک رده اقلیمی دیگر قرار گرفته‌اند. تقوی (۲۰۱۰) به منظور یافتن ارتباط بین تغییر اقلیم و رویدادهای فرین، داده‌های دما و بارش ۱۶ ایستگاه همدیدی کشور را مورد بررسی قرار داده است.

در مطالعه دیگری مسعودیان و دارند (۱۳۹۱) به تحلیل زمانی- مکانی روند روزهای فرین سرد ایران با استفاده از داده‌های ۶۶۳ ایستگاه اقلیمی و همدیدی ایران پرداختند. ایشان نتیجه گرفتند که گستره روند منفی رخداد تعداد روزهای فرین سرد در دوره مورد مطالعه بیشتر از گستره روند مثبت است. روند مثبت تعداد روزهای فرین سرد بر روی ناهمواریهای مرتفع شهرکرد، سنندج، زنجان تا اردبیل و به صورت نوار باریکی بر روی رشته کوه‌های البرز قرار گرفته‌اند، در حالی که روند منفی رخداد تعداد روزهای فرین سرد، نیمه مرکزی و جنوبی کشور را در بر دارد. در تحقیقی دیگر عساکره (۱۳۹۱) با استفاده از مشاهدات روزانه چهار نمایه فرین بارش زنجان (شامل بیشینه بارش، پنج بارش بزرگ، صدک پنجم و نود و پنجم) و نیز سهم آنها در بارش سالانه طی دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۱ و با استفاده از توزیع فرین تعمیم یافته[2]، تغییرات بارش‌های حدی را مورد تحلیل قرار داد. در پژوهشی دیگر علیجانی و همکاران (۱۳۹۱) تغییرپذیری فرین‌های دما را در دهه‌های اخیر در ایران مورد بررسی قرار دادند. ایشان نتیجه گرفتند که شاخص‌های میانگین حداقل دما، میانگین حداکثر دما، شب‌های گرم، شب‌های گرمسیری و تداوم دوره‌های گرم روند افزایشی را در کل کشور نشان می‌دهد. شاخص‌های محدوده دمای روزانه و تداوم دوره‌های سرد در بیشتر نقاط کشور دارای روند منفی هستند.

[1] Salahuddin & Curtis
[2] GEV

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]

از مطالب بالا مشخص می شود که در تحقیقات انجام شده بر روی شاخص‌های فرین در ایران و جهان، توجه محققان اکثراً به بررسی روند و تغییرپذیری نمایه‌های فرین معطوف بوده است و به بحث فراوانی وقوع این نمایه‌ها و بررسی تداوم آنها با احتمالات مختلف توجهی نشده است. این امر بدان معنی است که مثلاً چنانچه واقعه فرین مانند یخبندان رخ دهد، این واقعه چند روز به طول خواهد انجامید و احتمال وقوع آن در دوره برگشت‌های مختلف چقدر است. لذا این تحقیق با توجه به نبود تحقیق مشابه در زمینه فوق در ایران و استان خراسان رضوی، که یکی از قطب‌های مهم کشاورزی ایران بوده و همواره در معرض ریسک زیاد وقایع فرین بوده، انجام شده است.

متدولوژی و روش

محاسبه نمایه‌های فرین

هدف از این تحقیق بررسی فراوانی، تداوم و دوره بازگشت نمایه‌های فرین اقلیمی در استان خراسان رضوی می‌باشد. بدین منظور نمایه‌های ارائه شده در جدول ۱ مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول ۱- مشخصات نمایه‌های فرین اقلیمی مورد استفاده در تحقیق

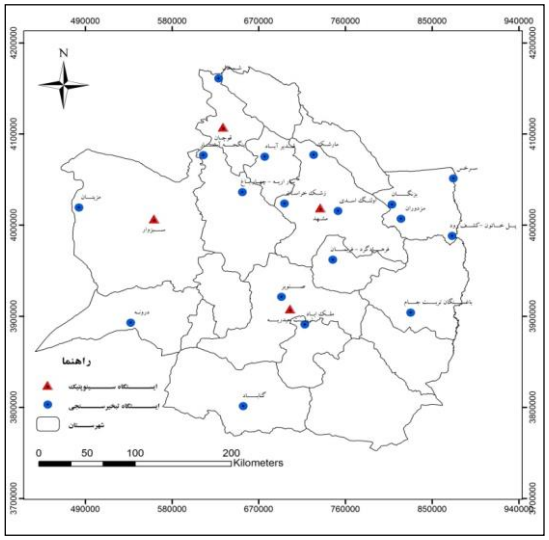
ردیف	نام شاخص	نماد	تعریف	واحد
۱	روزهای یخبندان	FD	تعداد روزهای با دمای حداقل کوچکتر از صفر	روز
۲	روزهای تابستانی	SU	تعداد روزهای با دمای حداکثر بزرگتر از ۲۵ درجه	روز
۳	روزهای یخی	ID	تعداد روزهای با دمای حداکثر کمتر از صفر	روز
۴	روزهای داغ	TR40	تعداد روزهای با دمای حداکثر بزرگتر مساوی ۴۰ درجه	روز
۵	روز تر	WD	تعداد روز با بارش بزرگتر مساوی ۱ میلیمتر	روز
۶	تعداد روز با بارش سنگین	R10mm	تعداد روز با بارش بزرگتر یا مساوی ۱۰ میلیمتر	روز
۷	تعداد روز با بارش سنگین	R20mm	تعداد روز با بارش بزرگتر یا مساوی ۲۰ میلیمتر	روز

ماخذ: (Petrson et al, 2001: 9)

جهت محاسبه نمایه‌های حدی می‌بایست از آمار روزانه دمای حداکثر، دمای حداقل و بارش ایستگاه‌های مختلف استفاده نمود. بدین منظور کلیه ایستگاه‌های همدیدی (تحت تصدی سازمان هواشناسی) و تبخیرسنجی (تحت تصدی وزارت نیرو) واقع در استان خراسان رضوی مورد بررسی قرار گرفت. از بین ایستگاه‌های فوق، ایستگاه‌هایی که دارای دوره آماری سی ساله اول مهر سال ۱۳۶۱ تا انتهای شهریور سال ۱۳۹۱ بوده انتخاب شده اند و آمار دمای حداکثر، حداقل و بارش آنها کنترل کیفی شد. از روش نسبت‌ها و تفاضل‌ها جهت بازسازی آمار مفقوده در این ایستگاه‌ها استفاده گردید (علیزاده، ۱۳۸۰). پراکنش این ایستگاه‌ها در شکل ۱ آورده شده است.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]



شکل ۱- پراکنش ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان خراسان رضوی

خوشه بندی ایستگاه‌ها

جهت بررسی فراوانی- تداوم- دوره بازگشت، ابتدا مقادیر نمایه‌های فرین به صورت تعداد روز در هر ماه محاسبه شده است. سپس جهت استخراج روابط فوق، ابتدا برای هر شاخص، کلیه ایستگاه‌های فوق مورد تحلیل خوشه بندی (آنالیز کلاستر) قرار گرفته و ایستگاه‌هایی که دارای تشابه بیشتری بودند در یک خوشه قرار گرفتند. روش‌های خوشه بندی، مجموعه‌ای از اطلاعات را در یک فضای چندبعدی به گروه‌هایی تقسیم می‌کند که دارای دو ویژگی اساسی باشند. ویژگی اول این است که بیشترین شباهت بین داده‌های قرار گرفته در خوشه‌ها برقرار باشد و از طرف دیگر، کمترین شباهت بین خوشه‌ها به صورت دو به دو وجود داشته باشد (زهرایی، روزبهانی، ۱۳۸۶: ۲۱).

به طورکلی روش‌های مختلف خوشه بندی به دو صورت سلسله مراتبی و غیرسلسله مراتبی تقسیم می‌شوند. چنانچه تعداد خوشه‌ها از قبل مشخص باشند، از روش غیرسلسله مراتبی و در حالت نامشخص بودن تعداد خوشه‌ها از روش سلسله مراتبی استفاده می‌گردد. با توجه به این تحقیق که تعداد دسته‌های ایستگاه‌های با رفتار مشابه برای هر شاخص فرین مشخص نیست، از روش خوشه بندی سلسله مراتبی به روش ادغام وارد[1] استفاده شده است. روش وارد در اکثر مطالعات اقلیم‌شناسی مورد استفاده محققان قرار گرفته است (غیور، منتظری، ۱۳۸۳، اکبری، مسعودیان، ۱۳۸۸، اسماعیلی وهمکاران،۱۳۹۰؛ خسروی، نظری پور، ۱۳۸۹، منتظری، ۱۳۹۰).

همچنین برای هر ایستگاه، تداوم وقوع هر شاخص فرین در ماه‌های مختلف نیز محاسبه گردید. برای هر کدام از مقادیر تداوم و برای هر خوشه ایستگاه، مقادیر مختلف مورد برازش توزیع‌های مختلف آماری قرار گرفته و مناسب‌ترین توزیع آماری برای هر دسته ایستگاه و برای هر تداوم انتخاب گردید. نهایتاً بهترین معادله برازش داده شده بر دوره بازگشت- فراوانی آن شاخص برای هر تداوم استخراج شد.

[1] Ward

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]

نتایج و بحث

محاسبه مقادیر نمایه‌های فرین

بر اساس روش ارائه شده توسط پترسون و همکاران (۲۰۰۱) مقادیر نمایه‌های فرین برای ۲۲ ایستگاه مورد مطالعه محاسبه و در ادامه تحقیق از آنها استفاده شده است.

نتایج خوشه‌بندی ایستگاه‌ها

مقادیر ماهانه نمایه‌های فرین در ایستگاه‌های مختلف مورد تحلیل خوشه‌بندی سلسله مراتبی قرار گرفته و دسته‌های ایستگاه های مختلف با رفتار مشابه در هر شاخص شناسایی شدند. در جدول ۲ نتایج تحلیل‌های خوشه‌بندی انجام شده هر شاخص به همراه نام ایستگاه‌های مشابه ارائه شده است. علاوه بر این، نقشه پراکنش ایستگاه‌های هم گروه در شکل‌های ۲ و۳ آورده شده است.

جدول ۲- نتایج خوشه‌بندی نمایه‌های فرین در ایستگاه‌های مورد مطالعه

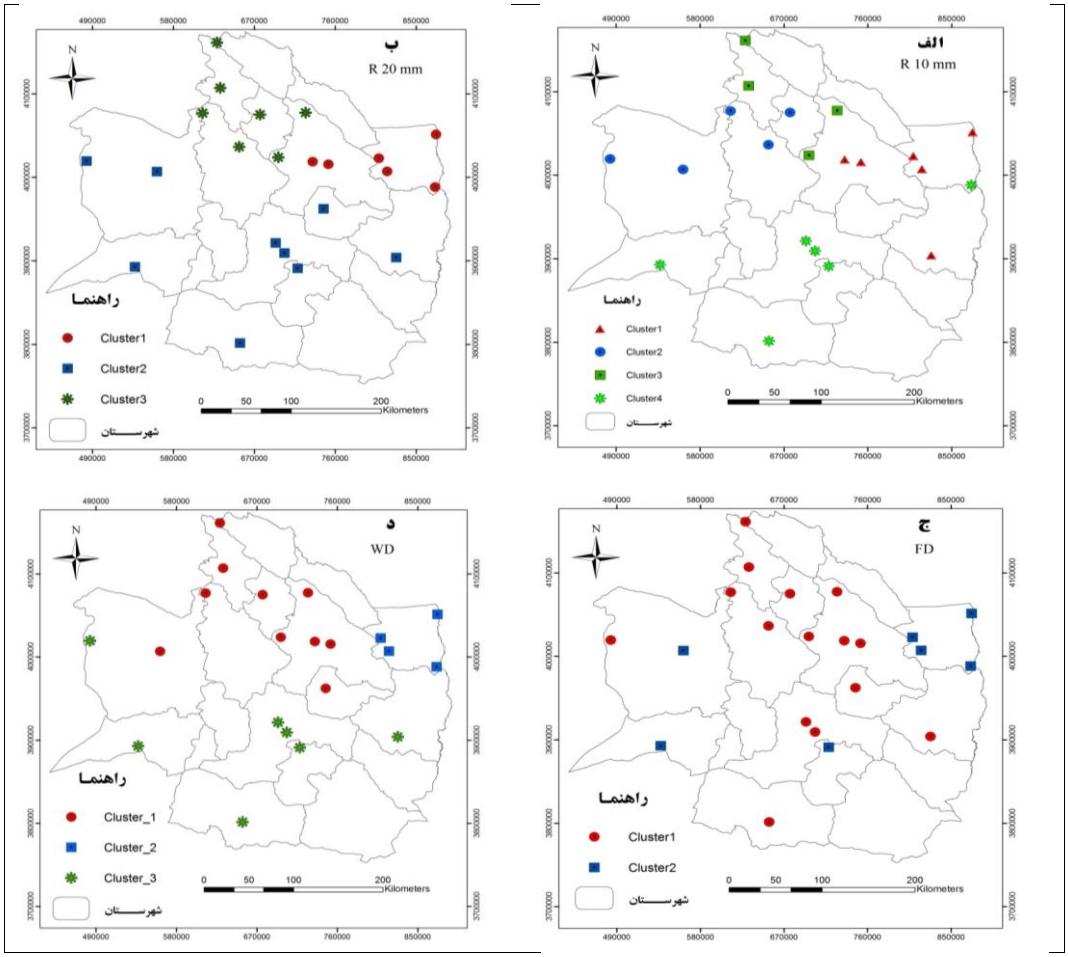
نمایه فرین	تعداد خوشه‌ها	ایستگاه‌های واقع در خوشه اول	ایستگاه‌های واقع در خوشه دوم	ایستگاه‌های واقع در خوشه سوم	ایستگاه‌های واقع در خوشه چهارم
WD	۳	اریه-سبزوار-قوچان-قدیرآب-ینگجه-فرهادگرد-اولنگ اسدی-مشهد-شمخال-مارشک - زشک	سرخس-پل خاتون-مزدوران-بزنگان	درونه-گناباد-ملک آباد-تربت حیدریه-صنوبر-باغ سنگان-مزینان	-
R10mm	۴	سرخس- بزنگان-باغ سنگان-اولنگ اسدی- فرهادگرد-مزدوران -مشهد	مزینان-قدیرآب-ینگجه-اریه-سبزوار	زشک- مارشک-شمخال- قوچان	صنوبر- پل خاتون-ملک آباد-گناباد-درونه-تربت حیدریه
R20mm	۳	سرخس- بزنگان- اولنگ اسدی- مزدوران- پل خاتون-مشهد	مزینان- باغ سنگان-صنوبر- فرهادگرد- ملک آباد- گناباد- درونه-سبزوار- تربت حیدریه	زشک- مارشک-قدیرآب-ینگجه-شمخال- اریه-قوچان	-
FD	۲	اریه-گناباد-شمخال- ینگجه-باغ سنگان- قدیرآب-فرهادگرد-صنوبر- مارشک-اولنگ اسدی- زشک-مزینان-قوچان-مشهد- تربت حیدریه	درونه-ملک آباد-پل خاتون-سرخس-بزنگان-مزدوران-سبزوار	-	-
SU	۲	اریه-درونه- گناباد- ملک آباد- پل خاتون- سرخس-بزنگان-باغ سنگان- مزدوران-قدیرآب-صنوبر-اولنگ اسدی-مزینان-قوچان-مشهد-سبزوار- تربت حیدریه	شمخال- ینگجه-فرهادگرد-مارشک- زشک	-	-

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]

ادامه جدول ۲

نمایه فرین	تعداد	ایستگاه‌های واقع در خوشه اول	ایستگاه‌های واقع در خوشه دوم	ایستگاه‌های واقع در خوشه سوم	ایستگاه‌های واقع در خوشه چهارم
ID	۳	سرخس- مزینان- باغ سنگان- اولنگ اسدی-پل خاتون- ملک آباد-گناباد-درونه- سبزوار	بزنگان-زشک-فرهادگرد- قدیر آب-مزدوران- شمخال-قوچان-مشهد	مارشک-صنوبر- ینگجه-اریه- تربت حیدریه	--
TR40	۲	مزینان-درونه-سرخس- سبزوار-پل خاتون	گناباد-شمخال- ملک آباد- ینگجه-مزدوران- قدیرآب- فرهادگرد-صنوبر- مارشک- اولنگ-زشک- باغ سنگان-بزنگان-اریه- قوچان-مشهد-تربت حیدریه	-	-

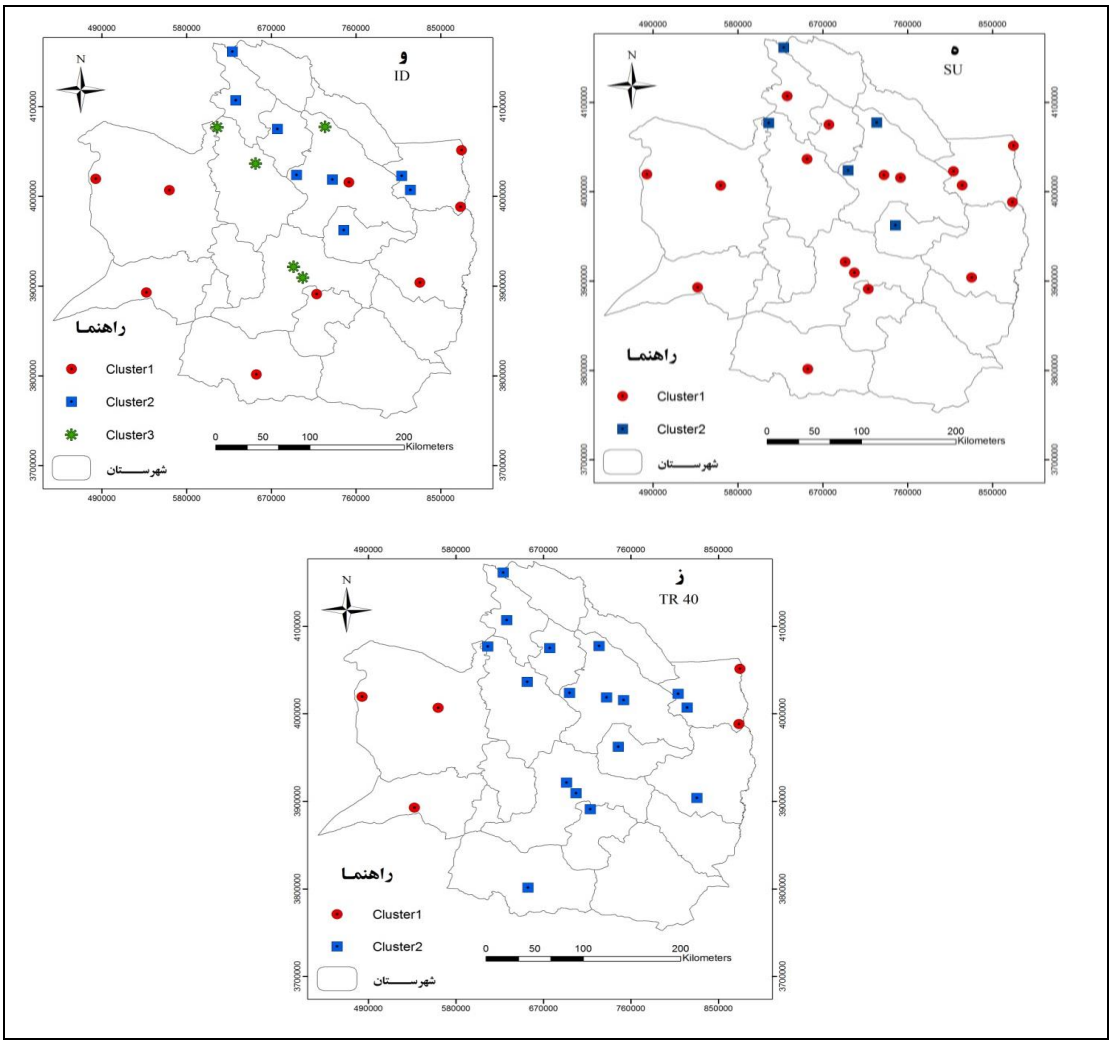


شکل ۲- موقعیت مکانی ایستگاه‌های هم‌گروه

الف) برای شاخص R10mm، ب) شاخص R20mm، ج) شاخص FD، د) شاخص WD

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]



شکل ۳- موقعیت مکانی ایستگاه‌های هم گروه، ه) برای شاخص SU، و) شاخص ID، ز) شاخص TR40

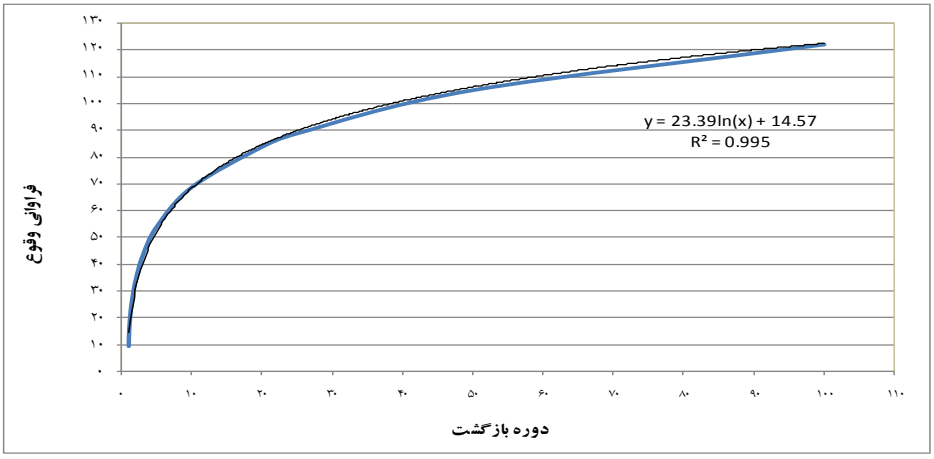
با توجه به تحلیل انجام شده چنانچه سطح تشابه دو خوشه با هم تفاوت زیادی نداشته باشند، در یک خوشه و اگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای پیدا کنند در دو خوشه طبقه‌بندی می‌شوند.

تحلیل دوره بازگشت- فراوانی در تداوم‌های مختلف

هدف از تحقیق حاضر بررسی چگونگی تغییرات فراوانی وقوع یک نمایه فرین با تداوم‌های مختلف (از یک روزه تا بیشتر) و مقدار احتمال وقوع آن می‌باشد. بدین منظور، مقادیر تداوم محاسبه شده هر شاخص در کلیه ایستگاه‌های مشابه در یک خوشه مورد برازش توزیع‌های مختلف آماری قرار گرفته است و برای هر ایستگاه، بهترین توزیع انتخاب گردید. پس از برازش با آن توزیع، مقادیر فراوانی آن شاخص در دوره بازگشت‌های مختلف قابل محاسبه خواهد بود. به طور مثال، نمونه‌ای از تحلیل‌های انجام شده برای شاخص R20mm با تداوم یک روزه برای خوشه دوم در شکل ۴ آورده شده است.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]



شکل ٤- تحلیل فراوانی- دوره بازگشت برای شاخص R20mm با تداوم یک روزه

همانطور که در شکل ۴ مشخص می‌شود در مقادیر مختلف دوره بازگشت (که عکس آن احتمال وقوع یک پدیده را می‌دهد)، فراوانی وقوع آن نمایه فرین برای تداوم یک روزه قابل محاسبه می‌باشد. بدین صورت می‌توان برای هر شاخص فرین، برای تداوم‌های مختلف، روابط مورد نیاز برای محاسبه فراوانی وقوع در احتمالات یا دوره بازگشت‌های مختلف را به دست آورد. نتایج تحلیل‌های فوق الذکر در جداول ۳ تا ۶ آورده شده است. لازم به یادآوری است که در روابط فوق x، دوره بازگشت بر حسب سال و y تعداد فراوانی وقوع آن شاخص و R^2 ضریب تبیین می‌باشد.

جدول ۳- روابط فراوانی-دوره بازگشت برای شاخص WD در تداوم‌ها و خوشه‌های مختلف

تداوم	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۳
۱ روزه	y = 72.43ln(x) + 439.5 R² = 0.936	y = 38.97ln(x) + 440.0 R² = 0.975	y = 23.06ln(x) + 370.0 R² = 0.888
۲ روزه	y = 28.37ln(x) + 169.3 R² = 0.793	y = 19.47ln(x) + 186.8 R² = 0.975	y = 25.74ln(x) + 102.9 R² = 0.820
۳ روزه	y = 13.44ln(x) + 41.13 R² = 0.841	y = 11.68ln(x) + 60.58 R² = 0.975	y = 16.30ln(x) + 20.96 R² = 0.872
۴ روزه	y = 8.4ln(x) + 9.044 R² = 0.995	y = 3.797ln(x) + 16.80 R² = 0.975	y = 4.994ln(x) + 7.653 R² = 0.899
۵ روزه	y = 4.277ln(x) + 2.344 R² = 0.966	y = 4.398ln(x) + 8.149 R² = 0.975	y = 2.844ln(x) + 1.859 R² = 0.958

جدول ٤- روابط فراوانی-دوره بازگشت برای نمایه‌های R10mm و R20mm در تداوم‌ها و خوشه‌های مختلف

نمایه	خوشه	تداوم ۱ روزه	تداوم ۲ روزه	تداوم ۳ روزه	تداوم ۴ روزه
R10 mm	خوشه ۱	y = 59.48ln(x) + 102.7 R² = 1	y = 6.395ln(x) + 9.099 R² = 0.955	y = 1.593ln(x) + 0.085 R² = 0.998	y = 0.395ln(x) - 0.214 R² = 0.973
	خوشه ۲	y = 60.84ln(x) + 116.7 R² = 1	y = 14.25ln(x) + 6.142 R² = 1	y = 1.684ln(x) + 0.493 R² = 0.962	y = 0.542ln(x) + 0.040 R² = 0.996
	خوشه ۳	y = 5.233ln(x) + 232.8 R² = 0.979	y = 2.526ln(x) + 27.87 R² = 0.975	y = 1.119ln(x) + 3.968 R² = 0.975	y = 0.271ln(x) + 0.183 R² = 0.974
	خوشه ۴	y = 35.03ln(x) + 106.3 R² = 0.842	y = 13.99ln(x) + 6.674 R² = 1	y = 2.593ln(x) + 0.570 R² = 1	y = 0.742ln(x) + 0.063 R² = 0.996
R20 mm	خوشه ۱	y = 8.312ln(x) + 29.78 R² = 0.923	y = 1.979ln(x) + 0.589 R² = 0.961	---	---
	خوشه ۲	y = 23.39ln(x) + 14.57 R² = 0.995	y = 1.345ln(x) - 0.360 R² = 0.973	y = 0.307ln(x) - 0.179 R² = 0.973	---
	خوشه ۳	y = 8.854ln(x) + 43.28 R² = 0.806	y = 2.242ln(x) + 1.176 R² = 0.872	y = 0.395ln(x) - 0.214 R² = 0.973	y = 0.207ln(x) - 0.139 R² = 0.973

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]

جدول ۵- روابط فراوانی-دوره بازگشت برای نمایه‌های FD و ID در تداوم‌ها و خوشه‌های مختلف

نمایه	FD		ID		
تداوم	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۳
۱ روزه	y = 30.68ln(x) + 75.99 R² = 1	y = 40.57ln(x) + 63.17 R² = 1	y = 10.61ln(x) + 0.820 R² = 1	y = 13.05ln(x) + 36.41 R² = 0.849	y = 26.98ln(x) + 19.09 R² = 0.976
۲ روزه	y = 9.797ln(x) + 56.20 R² = 0.796	y = 12.86ln(x) + 49.48 R² = 0.823	y = 3.859ln(x) + 0.715 R² = 0.983	y = 8.854ln(x) + 15.89 R² = 1	y = 16.08ln(x) + 5.420 R² = 0.990
۳ روزه	y = 7.778ln(x) + 34.79 R² = 0.916	y = 6.340ln(x) + 28.63 R² = 0.812	y = 2.094ln(x) - 0.616 R² = 0.973	y = 4.267ln(x) + 4.156 R² = 0.934	y = 9.501ln(x) + 1.100 R² = 1
۴ روزه	y = 5.460ln(x) + 25.63 R² = 0.809	y = 4.42ln(x) + 22.92 R² = 0.910	y = 0.808ln(x) - 0.315 R² = 0.973	y = 4.327ln(x) + 0.061 R² = 0.951	y = 5.779ln(x) + 1.246 R² = 0.995
۵ روزه	y = 5.125ln(x) + 18.48 R² = 0.959	y = 6.338ln(x) + 15.10 R² = 1	y = 1.241ln(x) - 0.418 R² = 0.973	y = 2.141ln(x) + 1.733 R² = 1	y = 9.974ln(x) - 2.469 R² = 0.943
۶ روزه	y = 4.157ln(x) + 13.34 R² = 0.836	y = 2.374ln(x) + 10.65 R² = 0.949	y = 0.671ln(x) - 0.259 R² = 0.973	y = 1.998ln(x) + 0.582 R² = 0.983	y = 6.133ln(x) - 2.098 R² = 0.973
۷ روزه	y = 6.002ln(x) + 9.594 R² = 1	y = 3.671ln(x) + 5.472 R² = 1	y = 0.157ln(x) - 0.107 R² = 0.973	y = 0.949ln(x) + 0.155 R² = 0.973	y = 2.998ln(x) + 0.402 R² = 1
۸ روزه	y = 3.653ln(x) + 6.826 R² = 0.883	y = 2.647ln(x) + 7.908 R² = 0.929	y = 0.456ln(x) - 0.268 R² = 0.973	y = 0.641ln(x) - 0.295 R² = 0.973	y = 1.159ln(x) - 0.398 R² = 0.973
۹ روزه	y = 2.732ln(x) + 7.003 R² = 0.857	y = 2.888ln(x) + 4.063 R² = 0.907	y = 0.157ln(x) - 0.107 R² = 0.973	y = 0.942ln(x) - 0.465 R² = 0.973	y = 1.347ln(x) - 0.708 R² = 0.973
۱۰ روزه	y = 2.371ln(x) + 4.569 R² = 0.879	y = 1.672ln(x) + 2.770 R² = 0.651	--	--	y = 0.600ln(x) - 0.393 R² = 0.973

جدول ٦- روابط فراوانی-دوره بازگشت برای نمایه‌های SU و TR40 در تداوم‌ها و خوشه‌های مختلف

نمایه	SU		TR40	
تداوم	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۱	خوشه ۲
۱ روزه	y = 36.80ln(x) + 59.41 R² = 0.895	y = 26.40ln(x) + 108.1 R² = 0.953	y = 35.55ln(x) + 67.88 R² = 0.945	y = 13.66ln(x) - 4.202 R² = 0.973
۲ روزه	y = 33.40ln(x) + 25.01 R² = 1	y = 8.822ln(x) + 57.71 R² = 0.905	y = 15.60ln(x) + 34.47 R² = 0.939	y = 4.435ln(x) - 1.913 R² = 0.973
۳ روزه	y = 10.37ln(x) + 24.13 R² = 0.864	y = 15.22ln(x) + 29.97 R² = 1	y = 9.525ln(x) + 19.39 R² = 0.872	y = 1.969ln(x) - 1.086 R² = 0.973
۴ روزه	y = 8.161ln(x) + 13.68 R² = 0.949	y = 7.070ln(x) + 21.75 R² = 0.928	y = 5.252ln(x) + 10.32 R² = 0.872	y = 1.152ln(x) - 0.521 R² = 0.973
۵ روزه	y = 3.759ln(x) + 12.11 R² = 0.926	y = 4.997ln(x) + 17.01 R² = 1	y = 5.747ln(x) + 6.853 R² = 1	y = 0.237ln(x) - 0.166 R² = 0.973
۶ روزه	y = 4.969ln(x) + 8.476 R² = 0.949	y = 4.804ln(x) + 12.97 R² = 0.971	y = 2.386ln(x) + 6.489 R² = 0.871	y = 0.159ln(x) - 0.103 R² = 0.973
۷ روزه	y = 3.055ln(x) + 6.931 R² = 0.978	y = 5.367ln(x) + 5.455 R² = 0.966	y = 2.621ln(x) + 3.627 R² = 0.956	y = 0.235ln(x) - 0.140 R² = 0.973
۸ روزه	y = 2.354ln(x) + 3.932 R² = 0.949	y = 3.745ln(x) + 6.258 R² = 1	y = 3.907ln(x) + 1.333 R² = 0.990	y = 0.223ln(x) - 0.251 R² = 0.872
۹ روزه	y = 2.628ln(x) + 4.085 R² = 0.952	y = 3.638ln(x) + 4.957 R² = 0.873	y = 1.436ln(x) + 2.244 R² = 0.952	y = 0.309ln(x) - 0.168 R² = 0.974
۱۰ روزه	y = 3.586ln(x) + 2.199 R² = 0.961	y = 2.673ln(x) + 3.849 R² = 0.991	y = 1.999ln(x) + 0.601 R² = 1	--

با توجه به روابط استخراج شده فوق، می‌توان یافت در هر دوره بازگشت مشخصی، تعداد فراوانی وقوع یک شاخص با تداوم مورد نظر به چه میزان است. برای مثال، چنانچه بخواهیم وقوع دماهای بالاتر از ۴۰ درجه با تداوم ۲ روزه و احتمال ۵۰ درصد (دوره بازگشت ۲ سال) را در منطقه‌ای بررسی کنیم، می‌توان از رابطه متناظر با آن استفاده کرد.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]

همان‌طور که در جداول فوق مشخص می‌شود در اکثر موارد، فرم معادلات به صورت نمایی بوده که دارای ضریب تبیین بالایی نیز می‌باشند. این امر نشان دهنده این است که با ضریب اطمینان بالایی می‌توان از این معادلات برای استفاده در مطالعات مختلف سود جست. علاوه بر این، با توجه به اینکه این معادلات برای ایستگاه‌های با رفتار مشابه در یک نمایه ارائه شده‌اند، لذا می‌توان برای نقاط مختلف استان خراسان رضوی چگونگی تغییر فراوانی وقوع یک پدیده فرین با تداوم خاص در یک احتمال یا دوره بازگشت مشخصی را به طور دقیق‌تری به دست آورد.

جدول ۷- روابط تداوم- فراوانی در دوره بازگشت‌ها و خوشه‌های مختلف

شاخص	خوشه	دوره بازگشت					
		۲ ساله	۵ ساله	۱۰ ساله	۲۵ ساله	۵۰ ساله	۱۰۰ ساله
R10	۱	$y = 211.2x^{-4.76}$ $R^2 = 0.965$	$y = 256.1x^{-4.21}$ $R^2 = 0.979$	$y = 298.6x^{-4.08}$ $R^2 = 0.983$	$y = 353.3x^{-3.98}$ $R^2 = 0.986$	$y = 394.2x^{-3.93}$ $R^2 = 0.988$	$y = 435.4x^{-3.90}$ $R^2 = 0.990$
	۲	$y = 199.3x^{-4.24}$ $R^2 = 0.990$	$y = 254.8x^{-3.73}$ $R^2 = 0.983$	$y = 305.0x^{-3.62}$ $R^2 = 0.979$	$y = 370.5x^{-3.55}$ $R^2 = 0.974$	$y = 420.8x^{-3.53}$ $R^2 = 0.971$	$y = 469.4x^{-3.51}$ $R^2 = 0.967$
	۳	$y = 359.5x^{-4.58}$ $R^2 = 0.949$	$y = 316.8x^{-3.93}$ $R^2 = 0.964$	$y = 311.6x^{-3.75}$ $R^2 = 0.967$	$y = 309.6x^{-3.60}$ $R^2 = 0.968$	$y = 310.1x^{-3.52}$ $R^2 = 0.969$	$y = 311.4x^{-3.46}$ $R^2 = 0.969$
	۴	$y = 187.1x^{-3.99}$ $R^2 = 0.990$	$y = 233.0x^{-3.55}$ $R^2 = 0.983$	$y = 258.8x^{-3.37}$ $R^2 = 0.975$	$y = 289.1x^{-3.21}$ $R^2 = 0.964$	$y = 308.4x^{-3.12}$ $R^2 = 0.954$	$y = 327.5x^{-3.05}$ $R^2 = 0.945$
R20	۱	$y = 17.57x^2 - 90.23x + 112.5$ $R^2 = 1$	$y = 19.09x^2 - 100.1x + 128.6$ $R^2 = 1$	$y = 20x^2 - 106x + 138$ $R^2 = 1$	$y = 21.23x^2 - 113.4x + 149.1$ $R^2 = 1$	$y = 22.23x^2 - 119.1x + 157.2$ $R^2 = 1$	$y = 23.24x^2 - 124.7x + 164.9$ $R^2 = 1$
	۲	$y = 16.22x^2 - 81.98x + 100.0$ $R^2 = 1$	$y = 25.11x^2 - 127.3x + 156.4$ $R^2 = 1$	$y = 31.75x^2 - 161.1x + 198.3$ $R^2 = 1$	$y = 40.86x^2 - 207.5x + 255.5$ $R^2 = 1$	$y = 48.26x^2 - 245.0x + 301.8$ $R^2 = 1$	$y = 56.10x^2 - 284.8x + 350.7$ $R^2 = 1$
	۳	$y = 72.91x^{-5.04}$ $R^2 = 0.975$	$y = 74.47x^{-4.15}$ $R^2 = 0.982$	$y = 76.96x^{-3.89}$ $R^2 = 0.984$	$y = 79.66x^{-3.67}$ $R^2 = 0.986$	$y = 81.34x^{-3.53}$ $R^2 = 0.988$	$y = 82.69x^{-3.43}$ $R^2 = 0.989$
FD	۱	$y = 226.1x^{-1.55}$ $R^2 = 0.952$	$y = 215.3x^{-1.36}$ $R^2 = 0.966$	$y = 222.3x^{-1.31}$ $R^2 = 0.968$	$y = 236.3x^{-1.27}$ $R^2 = 0.963$	$y = 248.4x^{-1.26}$ $R^2 = 0.957$	$y = 261.5x^{-1.26}$ $R^2 = 0.951$
	۲	$y = 478.6x^{-2.27}$ $R^2 = 0.856$	$y = 87.13e^{-0.23x}$ $R^2 = 0.952$	$y = 89.47e^{-0.21x}$ $R^2 = 0.938$	$y = 93.25e^{-0.20x}$ $R^2 = 0.917$	$y = 96.03e^{-0.2x}$ $R^2 = 0.901$	$y = 98.72e^{-0.19x}$ $R^2 = 0.885$
TR40	۱	$y = 152.6x^{-1.66}$ $R^2 = 0.960$	$y = 180.9x^{-1.55}$ $R^2 = 0.978$	$y = 196.9x^{-1.49}$ $R^2 = 0.979$	$y = 215.1x^{-1.44}$ $R^2 = 0.975$	$y = 227.3x^{-1.42}$ $R^2 = 0.969$	$y = 238.6x^{-1.39}$ $R^2 = 0.961$
	۲	$y = 10.17x^{-2.41}$ $R^2 = 0.874$	$y = 23.08x^{-2.19}$ $R^2 = 0.892$	$y = 32.04x^{-2.17}$ $R^2 = 0.895$	$y = 43.48x^{-2.16}$ $R^2 = 0.898$	$y = 52.19x^{-2.16}$ $R^2 = 0.900$	$y = 60.70x^{-2.16}$ $R^2 = 0.900$

تحلیل تداوم– فراوانی در دوره بازگشت‌های مختلف

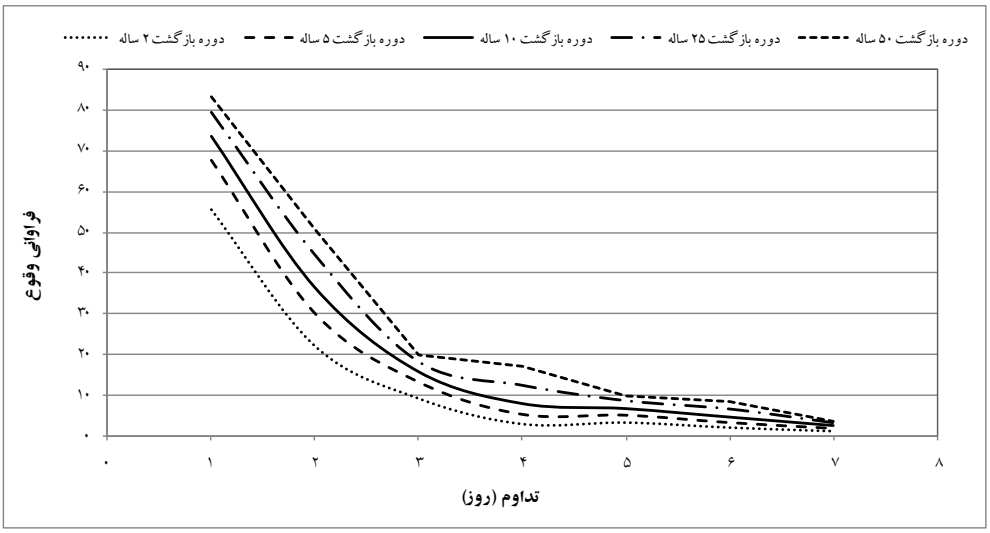
به جهت بررسی نحوه چگونگی تغییر فراوانی در تداوم‌های مختلف با درنظرگرفتن یک دوره بازگشت خاصی و یا به عبارت دیگر مدنظر قرار داشتن یک میزان احتمال خاص، در ادامه تحلیل فوق نیز صورت گرفته است (جدول ۷). با توجه به اینکه در اکثر موارد، دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله در مطالعات کشاورزی و ریسک مورد بررسی قرار می‌گیرد، در این تحقیق نیز تنها نتایج این دوره‌های بازگشت ارائه شده و از ارائه نتایج مربوط به سایر دوره‌های بازگشت به جهت پرهیز از طولانی شدن مقاله خودداری شده است. همچنین تنها به ذکر نتایج مربوط به شاخص‌های R10mm، R20mm، FD و TR40 با توجه به ایجاد ریسک بیشتر این نمایه‌ها بر کشاورزی بسنده شده است.

در شکل ۵ به نمونه‌ای از معادلات به دست آمده برای شاخص ID با دوره بازگشت‌های مختلف و در ایستگاه‌های خوشه دوم اشاره می‌شود. همانطور که مشخص است می‌توان برای یک دوره بازگشت (یا احتمال) خاص، فراوانی وقوع یک نمایه با تداوم‌های مختلف را یافت. در روابط ارائه شده در جدول ۷، x تداوم (بر حسب روز) و y فراوانی وقوع آن پارامتر می‌باشد. همانطور که در جدول ۷ مشخص است در اکثر موارد فرم معادلات به صورت توانی بوده که دارای ضریب تبیین بالایی نیز می‌باشند.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]

همچنین در شکل ۵ مشخص می‌شود در یک دوره بازگشت خاص، فراوانی وقوع این پدیده فرین در تداوم‌های بیشتر کاهش یافته و در تداوم‌های کمتر مقادیر بیشتری را به خود اختصاص داده است. این روند به طور کلی در سایر نمایه‌ها نیز مشهور است.



شکل ۵- نمودارهای تداوم-فراوانی در دوره بازگشت‌های مختلف شاخص ID در خوشه دوم

نتیجه گیری

با بررسی و مطالعاتی که بر روی نمایه‌های فرین دما و بارش در ایستگاه‌های استان خراسان در مطالعات پیشین شده است مشخص می‌شود که این مقادیر در سال‌های اخیر تغییر کرده است. این تغییر از نوع نوسانات کوتاه مدت آب و هوایی و روند می‌باشد که در بعضی از شاخص‌ها مشاهده می‌شود. لذا بررسی بیشتر این تغییرات در زمینه علم اقلیم شناسی و کشاورزی که به طور مستقیم متاثر از این پدیده‌ها می‌باشد لازم و ضروری می‌نماید.

همانطور که در مقدمه ذکر شد این پدیده‌ها گرچه از لحاظ آماری نادر بوده، ولی دارای شدت اثر زیادی بوده و اثرات مخربی بر بخش‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی و کشاورزی وارد می‌آورند. نمونه‌ای از این پدیده‌ها، وقوع یخبندان شدید سال ۱۳۸۶ با تداوم‌های مختلف در استان خراسان رضوی بوده که اثرات مخرب اقتصادی و کشاورزی آن تا کنون مشاهده می‌شود.

با توجه به تحقیق انجام شده که با رویکردی نوین در حوزه اقلیم و کشاورزی صورت گرفته است، می‌توان احتمال وقوع، تداوم و فراوانی وقوع چند نمایه مهم فرین که در ارتباط با بارش‌های شدید و مخرب، تنش‌های گرمایی و سرمایی (یخبندان) می‌باشد را در نقاط مختلف استان خراسان رضوی مورد تحلیل قرار داد. لذا استفاده از نتایج این تحقیق در حوزه‌های بیمه محصولات کشاورزی و بررسی ریسک و ... می‌تواند راهگشای مدیران مربوطه باشد.

بر اساس تحلیل‌های انجام شده در این تحقیق، می‌توان فراوانی وقوع یک پدیده فرین در دوره بازگشت‌های مختلف و با تداوم خاصی را در مناطق مختلف استان خراسان رضوی یافت. لذا در ایستگاه‌های مختلف این استان و برای چند پدیده مهم فرین مانند یخبندان، تنش گرمایی و یا بارش‌های فرین می‌توان احتمال وقوع آن پدیده را در تداوم‌های مختلف زمانی (یک روزه، دو روزه یا بیشتر) به دست آورد و در تحقیقات بعدی از آنها در برآورد میزان خسارت آن پدیده‌ها بر کشاورزی و زراعت محصولات مختلف و نیز در بحث بیمه محصولات کشاورزی و مدیریت بحران بهره جست.

با توجه به مطالب ذکر شده و نبود تحقیق مشابهی در دیگر نقاط کشور ایران و با توجه به اهمیت انجام مطالعه فوق در زمینه‌های مدیریتی پیشنهاد می‌شود که تحقیق مشابهی برای سایر نقاط ایران نیز صورت گیرد. علاوه بر بررسی نمایه‌های ذکر شده در این تحقیق، با توجه به خصوصیات اقلیمی مربوط به هر ناحیه از ایران، نمایه‌های دیگری متناسب با آب و هوای کلی آن

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]
[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]

ناحیه نیز مد نظر قرار گیرد. علاوه بر این بررسی نمایه‌های ماهانه و فصلی فرین به منظور شناخت تغییرات آنها در طی ماه‌های سال، به ویژه در زمان کاشت محصولات مناطق مختلف نیز مد نظر قرار گیرد.

منابع و مآخذ

- اسماعیلی، رضا، منتظری، مجید، اسمعیل نژاد، مرتضی، صابرحقیقت، اکرم (۱۳۹۰)، پهنه‌بندی اقلیمی خراسان رضوی با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره، نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی، سال دوم، شماره ۷ و ۸، صص ۵۶-۴۳.
- اکبری، طیبه، مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۸)، شناسایی رژیم دمایی و پهنه‌بندی نواحی دمایی ایران، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال بیستم، جلد ۳۳، شماره ۱، صص ۷۴-۵۹.
- تقوی، فرحناز، ناصری، محسن، بیات، بردیا، متولیان، ساجد، آزادی فرد، داوود (۱۳۹۰)، تعیین الگوهای رفتار اقلیم در مناطق مختلف ایران بر اساس تحلیل طیفی و خوشه‌بندی مقادیر حدی بارش و دما، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۷، صص ۱۲۴-۱۰۹.
- خسروی، محمود، نظری پور، حمید (۱۳۸۹)، کاربرد تحلیل خوشه‌ای در شناسایی ویژگی‌های روزهای بارشی (ایستگاه خاش)، فصلنامه علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی، سال نهم، شماره ۳۱، صص ۹۰-۶۵.
- رحیم زاده، فاطمه، هدایت دزفولی، اکرم، پوراصغریان، آرزو (۱۳۹۰)، ارزیابی روند و جهش نمایه‌های حدی دما و بارش در استان هرمزگان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۱، صص ۱۱۶-۹۷.
- زهرایی، بنفشه، روزبهانی، عباس (۱۳۸۶)، خوشه‌بندی سیگنال‌های هواشناسی با توجه به تغییرات بارش (مطالعه موردی: پیش‌بینی بارندگی استان سیستان و بلوچستان)، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال اول، شماره ۲، صص ۲۹-۲۱.
- عساکره، حسین (۱۳۹۱)، تغییر توزیع فراوانی بارش‌های فرین شهر زنجان، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۳، پیاپی ۴۵، شماره ۱، صص ۶۶-۵۱.
- عسگری، احمد، رحیم زاده، فاطمه، محمدیان، نوشین، فتاحی، ابراهیم (۱۳۸۶)، تحلیل روند نمایه‌های بارش‌های حدی در ایران، مجله تحقیقات منابع آب ایران، سال سوم، شماره ۳، صص ۵۵-۴۲.
- علیجانی، بهلول، روشنی، احمد، پرک، فاطمه، حیدری، روح الله (۱۳۹۱)، روند تغییرپذیری فرین‌های دما با استفاده از شاخص‌های تغییر اقلیم در ایران، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲، صص ۲۸-۱۷.
- علیزاده، امین (۱۳۸۰)، اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی. چاپ سیزدهم.
- غیور، حسنعلی، منتظری، مجید (۱۳۸۳)، پهنه‌بندی رژیم‌های دمایی ایران با مولفه‌های مبنا و تحلیل خوشه‌ای، مجله جغرافیا و توسعه، جلد ۲ (پیاپی ۴)، صص ۳۴-۲۱.
- مسعودیان، ابوالفضل، دارند، محمد (۱۳۸۹)، شناسایی و پهنه‌بندی نواحی دمای فرین سرد ایران، مجله مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال اول، شماره ۲، صص ۵۴-۴۳.
- مسعودیان، ابوالفضل، دارند، محمد (۱۳۹۰)، تحلیل همدید سرماهای فرین ایران، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۲، صص ۱۸۵-۱۶۵.
- مسعودیان، ابوالفضل، دارند، محمد (۱۳۹۱)، تحلیل زمانی- مکانی روند روزهای فرین سرد ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۷، شماره ۲، شماره پیاپی ۱۰۵، صص ۵۶-۳۷.
- محمدی، حسین، تقوی، فرحناز (۱۳۸۴)، روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۳، صص ۱۷۲-۱۵۱.
- منتظری، مجید (۱۳۸۸)، تحلیل زمانی-مکانی بارش‌های فرین روزانه در ایران، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۰، شماره پیاپی ۳۴، شماره ۲، صص ۱۴۰-۱۲۵.
- منتظری، مجید (۱۳۹۰)، شناسایی فصول دمایی ایران به روش تحلیل خوشه ای، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۰۱، صص ۱۹۸-۱۷۳.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]

- Caprio, J. M., Quamme, H. A., Redmond, K. T. (2009), A statistical procedure to determine recent climate change of extreme daily meteorological data as applied at two locations in Northwestern North America, Climatic Change, Vol. 92, pp. 65-81.
- Gohari, A., Eslamian, S., Abedi-Koupaei, J., Massah Bavani, A., Wang, D., Madani, K. (2013), Climate change impacts on crop production in Iran's Zayandeh-Rud River Basin, Science of the total environment, vol. 442, pp. 405-419.
- IPCC, (2007), In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.), Climate Change (2007), The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to The Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/ New York, USA.
- Kattenberg, A. Filippo G. (2001), The scientific of climate change, The Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, pp.156-159.
- Matthes, H., Rinke, A. Dethloff, K. (2009), Variability of observed temperature- derived climate indices in the Arctic, Global and Planetary Change, Vol. 69,pp. 214-224.
- Naveau, P., Nogaj, M., Ammann, C., Yiou, P., Cooley, D. Jomelli, V. (2005), Statistical methods for the analysis of climate extremes, Comptes Rendus Geoscience, Vol. 337, pp.1013-1022.
- Peterson, T.C., Folland, C., Gruza, G., Hogg, W., Mokssit, A. Plummer, N. (2001), Report on the activities of the working group on climate change detection and related rapporteurs 1998-2001, World Meteorological organization, Technical Document, No. 1071, World Meteorological organization, Geneva.
- Peterson, T.C., Taylor, M.A., Demeritte, R., Duncombe, D.L., Burton, S., Thompson, F., Porter, A., Mercedes, M., Villegas, E., Semexant Fils, R., Klein Tank, A., Martis, A., Warner, R., Joyette, A., Mills, W., Alexander, L., Gleason, B. (2002), Recent changes in climate extremes in the Caribbean region, Journal of Geophysical Research, Vol. 107 (D21), pp.1-19.
- Salahuddin, A., Curtis, S. (2011), Climate extremes in Malaysia and the equatorial South China Sea, Global and Planetary Change, Vol. 78, pp.83-91.
- Taghavi, F. (2010), Linkage between Climate Change and Extreme Events in Iran, Journal of the Earth and Space Physics, Vol. 36, No. 2, pp.33-43.
- World Meteorological organization, (2013), The global climate 2001-2010, A decade of climate extremes, summary report, No.1119.
- Yang, T., Hao, X., Shao, Q., Xu, C., Zhao, C., Chen, X., Wang, W. (2012), Multi-model ensemble projection in temperature and precipitation extremes of the Tibetan Plateau in the 21st century, Global and Planetary Change, 80-81, pp.1-13.
- Zhang, X., Aguilar, E., Sensoy, S., Melkonyan, H., Tagiyeva, U., Ahmed, N., Kutaladze, N., Rahimzadeh, F., Taghipour, A., Hantosh, T.H., Albert, P., Semawi, M., Karam Ali, M., Said Al-Shabibi, M., Al-Oulan, Z., Zatari, T., Khelet, I., Hamoud, S., Sagir, R., Demircan, M., Eken, M., Adiguzel, M., Alexander, L., Peterson, T.C., Wallis, T. (2005), Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. Journal of Geophysical Research, Vol. 110, pp.1-12.
- Zhang, Q., Xu, C., Zhang, Z., Chen, Y., David, L., Lin, H. (2008), Spatial and temporal variability of precipitation maxima during 1960–2005 in the Yangtze River basin and possible association with large-scale circulation, Journal of Hydrology, Vol. 353, Issues 3–4, pp.215-227.
- Zhu, Y., Toth, Z. (2001), Extreme Weather Events and Their Probabilistic Prediction by the NCEP Ensemble Forecast System, Proceedings of the Symposium on Precipitation Extremes: Prediction, Impact, and Responses, Albuquerque, USA.
- Zongxing, L., He, Y., Wang, P., Theakstone, W. H., An, W., Wang, X., Lu, A., Zhang, W., Cao, W. (2012), Changes of daily climate extremes in southwestern China during 1961-2008. Global and Planetary Change, Vol. 80-81, pp. 255-272.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-06]

[DOI: 10.18869/acadpub.geores.32.1.37]