

روند سهم ماندگاری‌های بارش در بسامد رخدادهای بارشی و تأمین مقدار بارش استان کردستان

محمد دارند، استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران*

وصول: ۱۳۹۲/۵/۲۹ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۷، صص ۳۱۲-۲۹۱

چکیده

برای انجام این پژوهش داده‌های ۱۸۸ ایستگاه همدید، اقلیمی و بارانسنجی داخل و خارج از مرز استان مربوط به وزارت نیرو و سازمان هواشناسی طی بازه‌ی زمانی ۱/۱/۱۳۴۰ تا ۱۳۸۸/۱۲/۲۹ بکار گرفته شد. به کمک روش زمین‌آماری کریجینگ برای هر روز یک نقشه رقمی در ابعاد یاخته‌ای ۶×۶ کیلومتر ایجاد شد و سپس داده‌های روزانه‌ی مربوط به ۸۱۱ یاخته که کل استان را پوشش می‌دادند، از نقشه‌ها استخراج شد. یک پایگاه داده گاه‌جای در ابعاد ۱۷۸۹۷×۸۱۱ ایجاد شد که بر روی سطرها زمان(روز) و بر روی ستون‌ها مکان(یاخته‌ها) قرار داشتند. برای هر یاخته ماندگاری‌های بارش محاسبه شد. روند تغییرات سهم ماندگاری‌های ۱ الی ۹ روزه در بسامد روزهای بارشی و تأمین مقدار کل بارش برای ماههای مختلف سال به کمک آزمون ناپارامتریک من‌کنندال در سطح اطمینان ۹۵ درصد برآورد شد. یافته‌ها نشان داد که بیشترین گستره‌ی تغییرات معنادار در سهم ماندگاری‌های بارش در فراوانی رخدادهای بارشی و تأمین بارش استان به ترتیب در ماههای ژانویه و آوریل مشاهده شد. همچنین بیشترین تغییرات در بین ماندگاری‌های بارش مربوط به ماندگاری‌های بارش کوتاه-مدت بویژه ماندگاری‌های ۱ روزه است. برای ماندگاری‌های بلندمدت بارش وردایی قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد. سهم ماندگاری‌های کوتاه‌مدت در روزهای بارشی و تأمین مقدار بارش نیمه‌ی شرقی استان روبه کاهش است. برعکس برای نیمه‌ی غربی استان سهم ماندگاری‌های کوتاه‌مدت روبه افزایش است. کاهش بارش در نیمه‌ی کمبارش شرقی و متمرکز شدن بارش و اوج گرفتن شدت بارش در نیمه‌ی پر بارش غربی استان مدیریت آب را با چالش روبرو خواهد کرد.

کلمات کلیدی: بارش، ماندگاری، روزهای بارشی، تأمین بارش، استان کردستان.

مقدمه

ویژگیهای مهم پدیده‌های هواشناسی است که در روش‌های پیش‌بینی علمی و خودکار توجه زیادی به آن می‌شود(جورگنسن، ۱۹۴۹؛ ۳۰۷). علاوه بر آن می‌توان به نقش ماندگاری‌های بارش بر فعالیت‌های کشاورزی، دسترسی گیاه به رطوبت خاک، شدت نفوذپذیری خاک و رواناب، افزایش سطح پوشش

بارش یک سنجهی جوی گسسته است. رخداد یا رخداد یک پدیده‌ی گسسته‌ای همچون بارش در یک بازه‌ی زمانی خاص بستگی به مکان، فصل، ایام روز، بازه‌ی زمانی در نظر گرفته شده و غیره دارد(توپیل، ۱۹۶۳؛ ۲۹۳). به باور جورگنسن(۱۹۴۹) مانایی یکی از

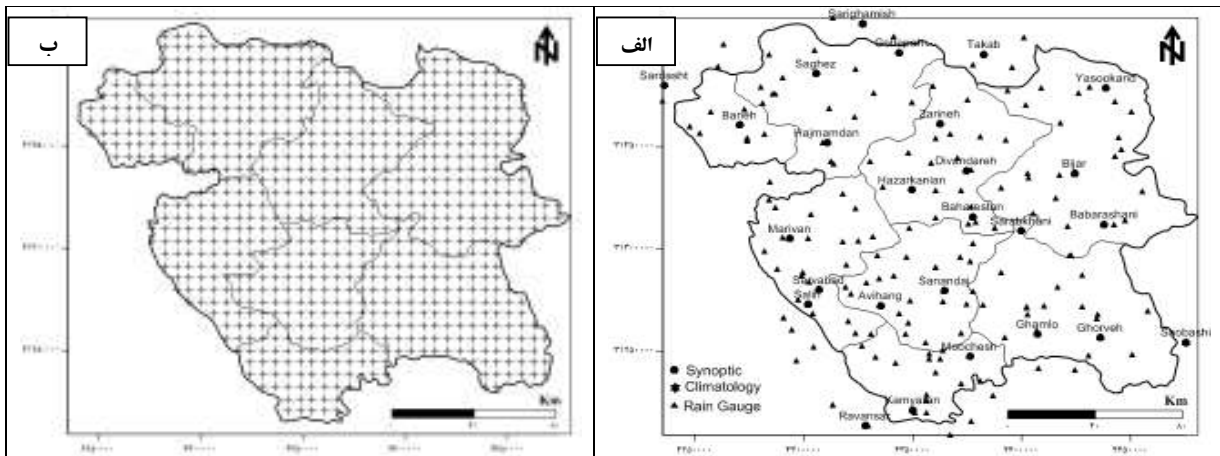
سالانه‌ی داده‌های بارش برآزش شد و ۴ نمایه‌ی فرین بارش مورد ارزیابی قرار گرفت. روند نمایه‌ها به کمک آزمون من کندال شناسایی شد. نتایج نشان داد که نمایه‌های فرین بارش در مقیاس سالانه و فصلی (بهار، زمستان و تابستان) روند کاهشی دارند ولی برای فصل پاییز در حد بسیار کمی افزایشی است. لازم به ذکر است که برای اغلب سری‌های زمانی نمایه‌های فرین بارش به لحاظ آماری معنادار نیستند. لیانگ و همکاران تغییرات بارش در شمال-شرق چین طی بازه‌ی زمانی ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۸ را تحلیل کردند. آنها از روش‌های من کندال، آزمون تی تست، آزمون موجک مورلت و میان‌یابی کریگینگ (نمایی) بهره گرفتند. یافته‌ها بیانگر روند کاهشی برای ۷۷ ایستگاه (سالانه) و ۸۰ ایستگاه (تابستان) از ۹۸ ایستگاه مورد مطالعه است. میانگین بارش سالانه و تابستانه در مسیر جنوب شرق تا شمال غرب به دلیل نقش توپوگرافی و سامانه‌ی مونسونی آسیای شرقی رو به کاهش است (لیانگ و همکاران، ۲۰۱۱: ۶۷). مطالعاتی مشابهی دیگری نیز برای سایر نقاط جهان با روش‌های مشابه انجام شده است که برای نمونه می‌توان به پژوهش‌های کارپوزوس و همکاران (۲۰۱۰، یونان)، شی و همکاران (۲۰۱۳؛ چین)، یانگ و همکاران (۲۰۱۲؛ چین)، افضل و همکاران (۲۰۱۱؛ اسکاتلند)، هیدالگو-میونوز و همکاران (۲۰۱۱؛ پنسلوانیا)، دوهان و پاندی (۲۰۱۳؛ هند)، سن روی و رویواولت (۲۰۱۳؛ آفریقای جنوبی)، گوسیک و تراجکویک (۲۰۱۳؛ سبیری روسیه)، بوسکولاری و مالموسی (۲۰۱۳؛ ایتالیا) و کیوکور (۲۰۱۱؛ ترکیه) اشاره کرد. با نگاهی به پژوهش‌های انجام شده در قالب روند بارش می‌توان متوجه شد که موضوع اغلب این

گیاهی، کاهش پخش و برداشت ریزگردها، دسترسی به منابع آب سطحی و غیره را می‌توان نام برد. طی چند سال اخیر همراه با بحث داغ تغییر اقلیم و گرمایش جهانی، روند تغییرات بسیاری از سنجه‌های جوی بویژه بارش موضوع پژوهش بسیاری از پژوهشگران در ایران و خارج از ایران بوده است. برای نمونه در ایران می‌توان به پژوهش‌های بابائی فینی و فرج‌زاده (۱۳۸۱)، علیجانی و زاهدی (۱۳۸۱)، مسعودیان (۱۳۸۳)، عساکره (۱۳۸۴)، عسگری و رحیم‌زاده (۱۳۸۵)، ایران‌نژاد و همکاران (۱۳۸۶)، منتظری و غیور (۱۳۸۸)، ویسی‌پور و همکاران (۱۳۸۹)، مسعودیان و همکاران (۱۳۸۹)، محمدی (۱۳۹۰)، مسعودیان و دارند (۱۳۹۲)، طبری و حسین‌زاده طلایی (۲۰۱۱)، شیفته و همکاران (۲۰۱۲) و عبقری و همکاران (۲۰۱۳) اشاره کرد. کریستوفر و همکاران روند بارش و دما را در فلوریدای ایالات متحده‌ی امریکا بررسی کردند. ایشان نیز همانند سایر پژوهشگران از روش ناپارامتریک من کندال برای شناسایی روند و برای برآورد نرخ شیب از تخمینگر شیب سن بهره گرفتند. معناداری روند به کمک روش جایگشت مونت کارلو ارزیابی شد. روند کاهشی معناداری در بارش ماهانه برای ماه‌های اکتبر و می به ترتیب طی بازه‌ی زمانی ۱۸۹۵ تا ۲۰۰۹ و ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۹ مشاهده شد (کریستوفر و همکاران، ۲۰۱۲: ۲۵۹). سانتوس و فراگوسو تغییرات بارش در پرتغال شمالی را با ارزیابی همگنی داده‌ها و روند نمایه‌های فرین بارش بررسی کرد. آنها از داده‌های ۳۹ ایستگاه هواشناسی و باران سنجی طی سالهای ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ استفاده کردند. آزمون‌های همگنی (پیت، نرمال استاندارد، بیشاند و وان نیومن) بر روی کل سری زمانی فصلی و

داده و روش‌شناسی

برای انجام این پژوهش از داده‌های ۱۸۸ پیمونگاه همدید، اقلیمی و بارانسنجی داخل و خارج از مرز استان مربوط به وزارت نیرو و سازمان هواشناسی طی بازه‌ی زمانی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۸/۱۲/۲۹ استفاده شد. به کمک روش زمین‌آماری کریگینگ برای هر روز یک نقشه رقومی در ابعاد یاخته‌ای ۶×۶ کیلومتر ایجاد شد و سپس داده‌های روزانه‌ی مربوط به ۸۱۱ یاخته که کل استان را پوشش می‌دادند، از نقشه‌ها استخراج شد. یک پایگاه داده در ابعاد ۱۷۸۹۷×۸۱۱ ایجاد شد که بر روی سطرها روز و بر روی ستون‌ها یاخته‌ها قرار داشتند.

پژوهش‌ها وردایی میزان بارش دریافتی و نقش آن بر آبدهی رودخانه‌ها، بسامد روزهای بارشی (۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی‌متر)، بسامد روزهای همراه با بارش فرین (چندک‌های بالا، صدک ۹۹، ۹۵ و ۹۰) و مقدار بارش حاصل از آنها و شناسایی و روند رخداد خشکسالی‌ها به کمک نمایه‌های مختلف (بویژه بارش) است. سنجی سرکش جوی بارش ناشناخته‌های بسیار زیادی دارد و باوجود پژوهش‌های بسیار ارزشمند و مفید درباره‌ی آن هنوز پرسش‌های بسیار زیادی بدون پاسخ مانده‌اند. به نظر می‌رسد که تغییرات در بسامد رخداد ماندگاری‌ها و تداوم بارش یکی از این دسته پرسش‌ها باشد و مطالعه‌ی آن با توجه به طرح جدی رخداد پدیده‌ی تغییر اقلیم از جانب برخی اندیشمندان می‌تواند ارزشمند و سودمند باشد.



شکل ۱- موقعیت مکانی پیمونگاه‌های همدید، اقلیمی و بارانسنجی بکار گرفته شده (الف) و موقعیت یاخته‌ها (۸۱۱ یاخته)

حاصل از میان‌یابی (ب)

در نظر گرفته شد که میزان دریافتی بارش برابر و بیشتر از ۰/۵ میلی‌متر در روز بوده باشد. گستره‌ی هر کدام از تداوم‌های بارش استان کردستان (AP_i) به کمک رابطه‌ی ۱ محاسبه شد (نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۱):

برای هر یاخته جداگانه ماندگاری رخداد بارش محاسبه شد. در این پژوهش روش محاسبات بکار گرفته شده جهت واکاوی ویژگی‌های تداوم بارش استان از پژوهش نظری‌پور و همکاران (۱۳۹۰) که برای ایران انجام شده، گرفته شده است. روز بارشی روزی

کندال استفاده شد. معناداری روند در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد آزمون قرار گرفت.

یافته‌های پژوهش

یافته‌های این پژوهش نشان داد که ماندگاری‌های بارش در استان کردستان بین ۱ الی ۳۷ روزه است. ماندگاری‌های ۱ الی ۹ روزه بر کل گستره‌ی استان کردستان رخنمود دارند. گستره‌ی ماندگاری‌های بارش، بعد از مانایی بارش‌های ۱۳ و ۱۴ روزه شیب کاهشی بسیار تندی را نشان می‌دهد (شکل ۲ الف). ماندگاری‌های طولانی‌تر تنها بر روی بخش‌هایی از استان مشاهده می‌شوند. در این پژوهش روند تغییرات ماندگاری‌های ۱ الی ۹ روزه به دلیل رخنمود آنها بر روی کل گستره‌ی استان مورد ارزیابی و کندوکاو قرار گرفت. اگرچه به لحاظ مکانی تفاوت‌هایی در سهم ماندگاری‌های بارش در بسامد رخداد روزهای بارشی (دست کم ۰/۵ میلی‌متر در شبانه‌روز) و تأمین بارش در داخل استان مشاهده شود ولی اگر کل پهنه‌ی استان را بصورت یک واحد در نظر بگیریم متوجه می‌شویم که بیشترین سهم ماندگاری‌های بارش در بسامد رخداد روزهای بارشی (دست کم ۰/۵ میلی‌متر در شبانه‌روز) پهنه‌ی استان، مربوط به ماندگاری‌های رخداد بارش ۲ روزه است که در شکل ۲ ب نشان داده شده است. بعد از ماندگاری‌های ۲ روزه، به ترتیب ماندگاری‌های ۱ و ۳ روزه به نسبت سایر ماندگاری‌ها بیشترین سهم در روزهای بارشی استان را دارند. همچنین بیشترین سهم تأمین بارش استان برعهده‌ی ماندگاری‌های بارش ۲ روزه است که بیش از ۲۰ درصد مقدار کل بارش دریافتی استان از ماندگاری‌های بارش ۲ روزه تأمین می‌شود. ماندگاری‌های ۳ و ۴ روزه به ترتیب در رتبه‌های بعدی تأمین بارش استان

$$AP_i = \frac{\sum_{j=1}^n P_j}{N} \times 100 \quad (1)$$

که در آن i برابر با تداوم‌ها که از ۱ تا ۳۷ روز متغیر است و j برابر با یاخته‌های داخل استان است که تداوم بارش مورد نظر در آن رخ داده است و از ۱ تا ۸۱۱ یاخته متغیر است و P برابر با تداوم بارش و N تعداد کل یاخته‌های داخل مرز استان است. هدف از محاسبه‌ی گستره‌ی ماندگاری‌ها آن است که بدانیم هر کدام از ماندگاری‌های بارش چند درصد از گستره‌ی پهنه‌ی استان کردستان را فرا می‌گیرند. سهم تداوم‌های بارش استان در تأمین روزهای بارشی و مقدار دریافتی بارش کلی هر یاخته به کمک روابط (۲) و (۳) بدست آمد (نظری‌پور و همکاران، ۱۳۹۱):

$$X(j, i) = \frac{R_{j,i}}{\sum_{i=1}^{37} R_{j,i}} \times 100 \quad (2)$$

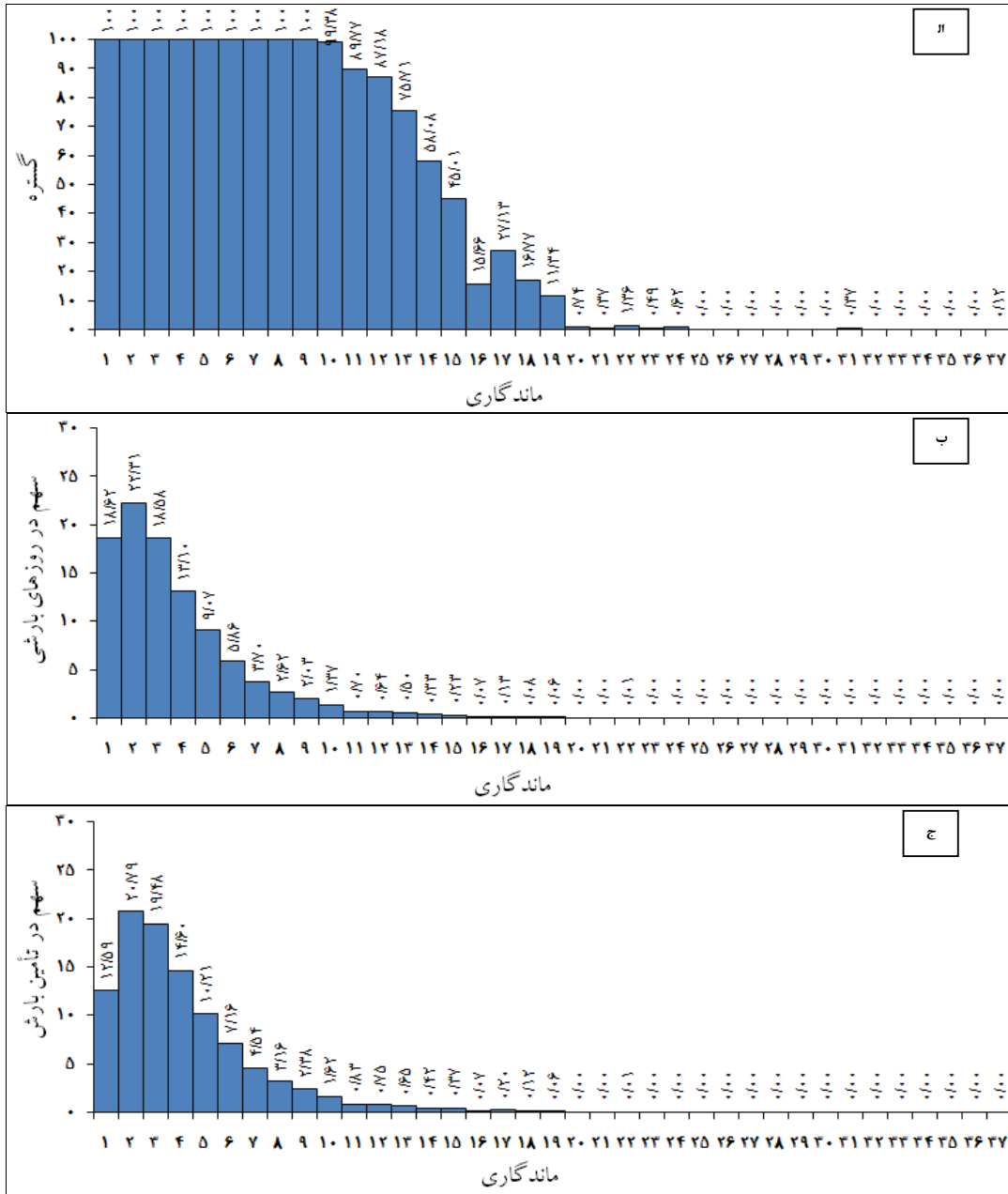
که در آن $X(j, i)$ تأمین روزهای بارشی نقطه‌ی j ام با تداوم i ام، $R_{j,i}$ برابر با فراوانی روزهای بارشی نقطه‌ی j ام است که از تداوم i ام تأمین می‌شود.

$$Y(j, i) = \frac{P_{j,i}}{\sum_{i=1}^{37} P_{j,i}} \times 100 \quad (3)$$

که در آن $P(j, i)$ برابر با مقدار بارش نقطه‌ی j ام که توسط تداوم i ام تأمین می‌شود، است و $Y_{j,i}$ برابر با درصد تأمین بارش نقطه‌ی j ام از تداوم i ام بدست خواهد آمد. به کمک رابطه‌ی ۲ و ۳ مشخص خواهد شد که بر روی هر یاخته‌ی مکانی استان کردستان چند درصد از سهم مقدار بارش دریافتی یاخته‌ی مورد نظر توسط ماندگاری‌ها تأمین می‌شود و همچنین ماندگاری‌های متفاوت بارشی چند درصد از روزهای بارشی یاخته‌ی مورد نظر را به خود اختصاص می‌دهند. جهت شناسایی روند از آزمون ناپارامتری من-

ماندگاری‌های ۳ و ۴ روزه بیشتر از ماندگاری‌های ۱ روزه در تأمین بارش استان است (شکل ۲ ج).

قرار دارند. نکته قابل توجه اینکه اگرچه ماندگاری‌های ۱ روزه سهم زیادی از روزهای بارشی استان را به خود اختصاص می‌دهند ولی درصد مشارکت



شکل ۲- گستره‌ی ماندگاری‌های بارش (الف)، سهم ماندگاری‌های بارش در روزهای بارشی (ب) و سهم ماندگاری‌های بارش در تأمین بارش (ج) استان کردستان برحسب درصد

الف) فصل زمستان

زمستان پر بارش‌ترین فصل سال برای استان کردستان است. در بین ماندگاری‌های بارش استان در این فصل از سال بیشترین تغییرات مربوط به ماندگاری‌های کوتاه مدت است و ماندگاری‌های بلند مدت تغییرات معنادار خاصی از خود نشان نمی‌دهند. در ماه ژانویه روند سهم ماندگاری ۱ روزه در تأمین مقدار بارش استان در اغلب مناطق نیمه‌ی شرقی و برخی نقاط در غرب و جنوب استان در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار و منفی است و ۳۵/۵ درصد از گستره‌ی استان را در بر دارد. همچنین روند تغییرات سهم ماندگاری-های بارش ۱ روزه در روزهای بارشی نیز بر روی مناطق یاد شده با گستره‌ی محدودتر (۲۰/۲ درصد) منفی است. این درحالی است که سایر ماندگاریها روند تغییرات خاصی را از خود نشان نمی‌دهند. در ماه فوریه گستره‌ی روند مثبت سهم ماندگاری ۱ روزه در تأمین مقدار بارش و روزهای بارشی بزرگتر از روند منفی آن است. به لحاظ پراکنش مکانی روند مثبت در نیمه‌ی غربی استان و برخی نقاط انتهایی شرق استان مشاهده می‌شوند. گستره‌ی روند مثبت سهم ماندگاری ۱ روزه در روزهای بارشی استان نسبت به روند مثبت آن در تأمین بارش (۱۴/۲ درصد) بیشتر است و ۲۶/۴ درصد از پهنه‌ی استان کردستان را از نیمه‌ی غربی تا جنوب شرق در بر دارد. در بین سایر ماندگاری‌های بارش روند منفی سهم ماندگاری بارش ۳ روزه در تأمین مقدار بارش استان قابل ملاحظه است و بر روی ۱۰/۷ درصد از گستره‌ی استان بر روی بخش‌های غربی و جنوب شرق استان رخ نمود دارند. روند کاهش سهم ماندگاری بارش ۳ روزه در بسامد روزهای بارشی استان در همان مناطق یاد شده با گستره‌ی محدودتر و با پراکندگی بیشتر بر روی ۴/۴

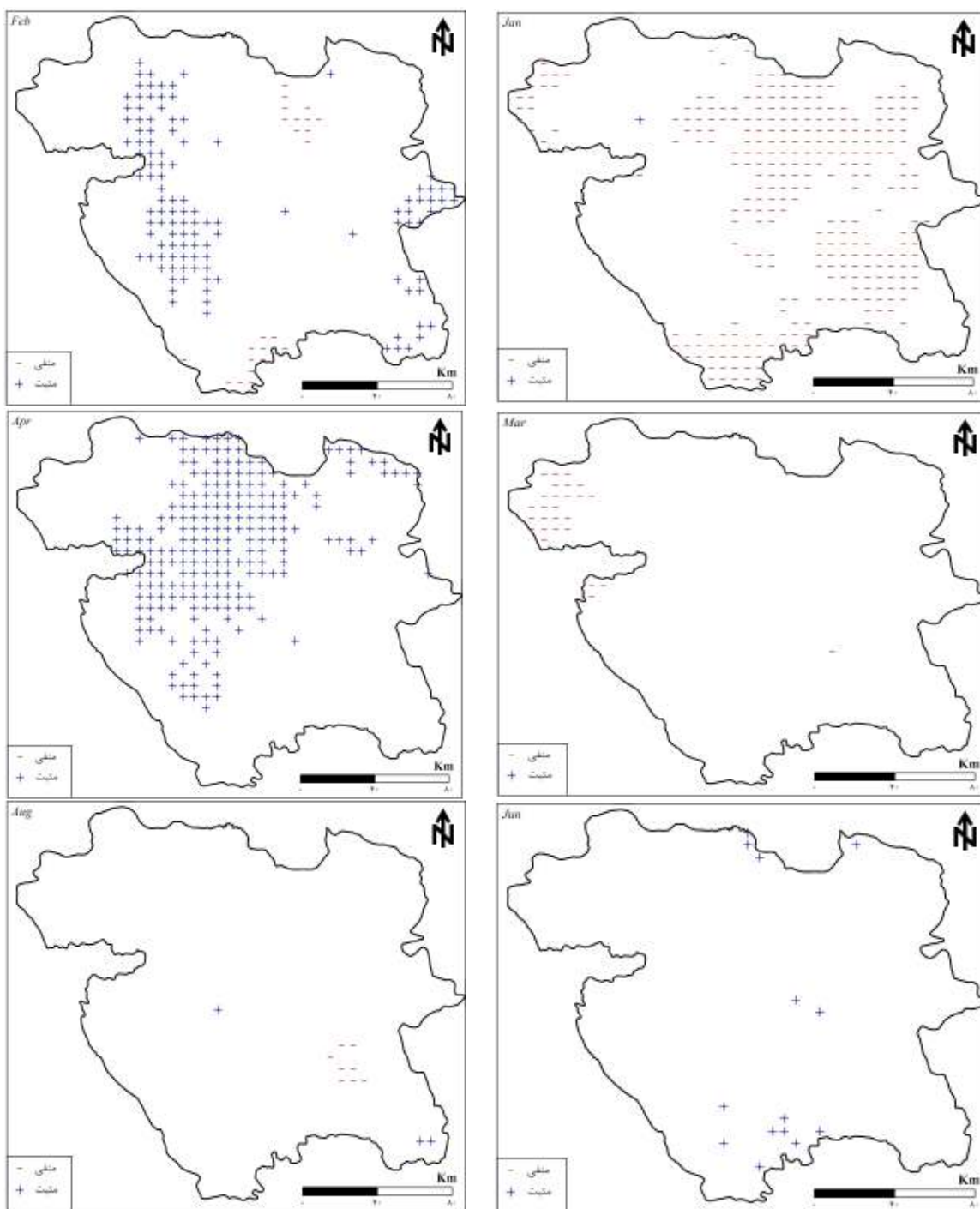
درصد از پهنه‌ی استان معنادار است. در ماه مارس در بین ماندگاری‌های بارش، روند کاهش سهم ماندگاری ۱ روزه در تأمین مقدار بارش و روزهای بارشی تا حدودی چشم‌گیر است و به ترتیب بر روی ۳/۳ و ۲/۷ درصد از پهنه‌ی استان (شمال غرب) معنادار است. سایر ماندگاری‌ها تغییرات چندانی از خود نشان نمی‌دهند. بطور کلی کاهش سهم ماندگاری‌های بارش کوتاه مدت در روزهای بارشی و تأمین مقدار کل بارش دریافتی نیمه‌ی شرقی استان در فصل زمستان بیانگر دو نکته است: یکی اینکه بسامد روزهای بارشی در این مناطق کاهش یافته است و دیگر آنکه سهم زیادی از تأمین بارش در این مناطق که توسط ماندگاری‌های کوتاه مدت بدست می‌آید روبه کاهش است.

ب) فصل بهار

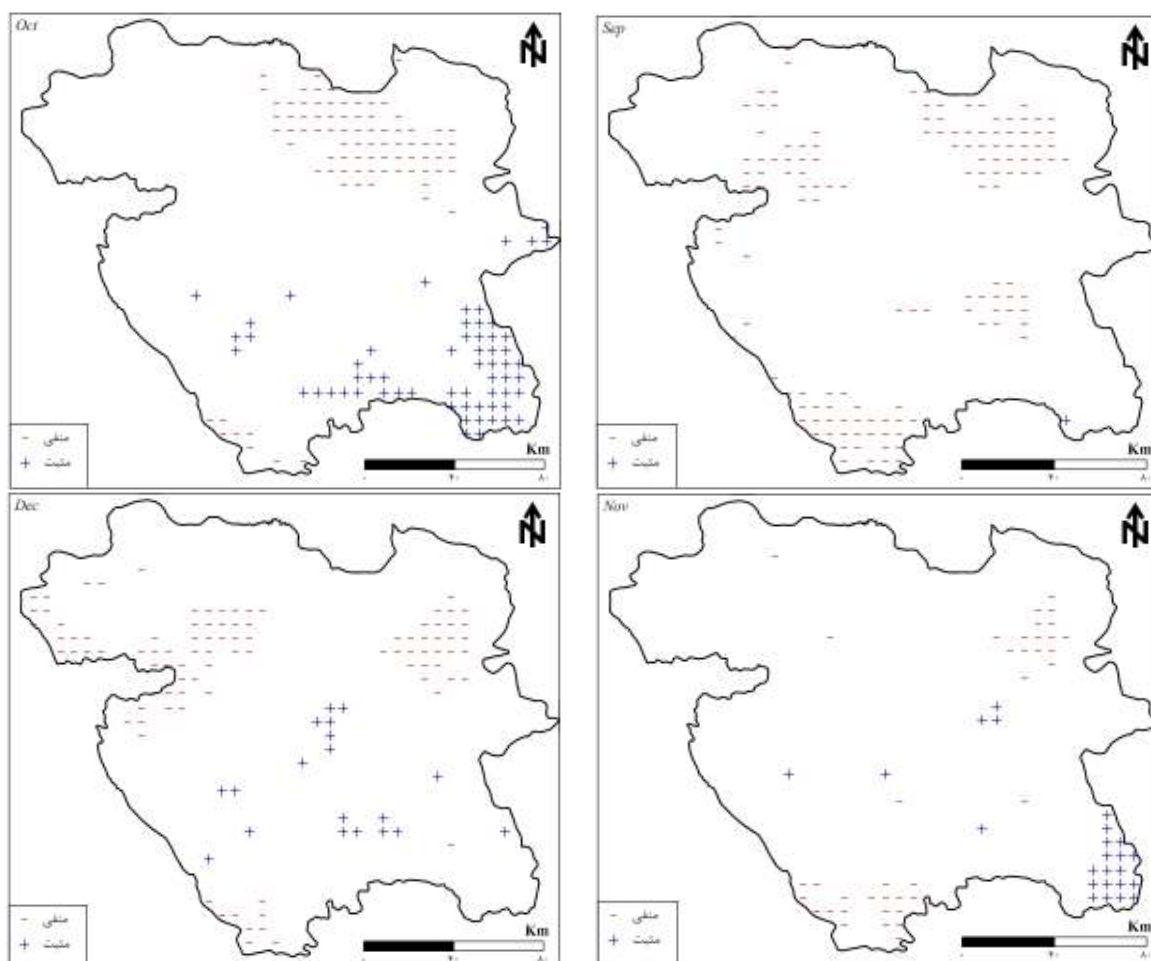
بعد از فصل زمستان، بیشتر بارش دریافتی استان کردستان در فصل بهار انجام می‌گیرد. برپایه‌ی نتایج حاصل از محاسبات می‌توان گفت که تنها تغییرات ماندگاری ۱ روزه آن هم در ماه آوریل در بین ماندگاری‌های بارش استان چشم‌گیر است. در ماه آوریل روند سهم ماندگاری‌های ۱ روزه در تأمین مقدار بارش و روزهای بارشی استان در اغلب مناطق شمالی استان به همراه برخی مناطق غربی مثبت و معنادار است و تقریباً گستره‌ی روند مثبت یکسانی را نشان می‌دهند و به ترتیب ۲۷/۷ و ۲۷/۱ درصد از گستره‌ی استان را در بر دارند. در سایر ماههای این فصل از سال تغییرات قابل ملاحظه‌ای در سهم ماندگاری‌های بارش در تأمین مقدار بارش و بویژه در روزهای بارشی دیده نمی‌شود. افزایش بسامد ماندگاری‌های ۱ روزه و افزایش تأمین بارش توسط آنها در ماه آوریل از فصل بهار برای مناطق یاد شده از استان که تقریباً پربارش به

بارش‌های مناطق یاد شده میل به ماندگاری کمتر همراه با بارش بیشتر و متمرکزتر دارند.

حساب می‌آیند و ماندگاری‌های بلندمدت درصد مشارکت بیشتری دارند، بیانگر تغییر معنادار در ماندگاری‌ها و شدت بارش است. به بیانی دیگر



شکل ۳- روند تغییرات ماهانه‌ی سهم ماندگاری‌های ۱ روزه در تأمین مقدار بارش استان

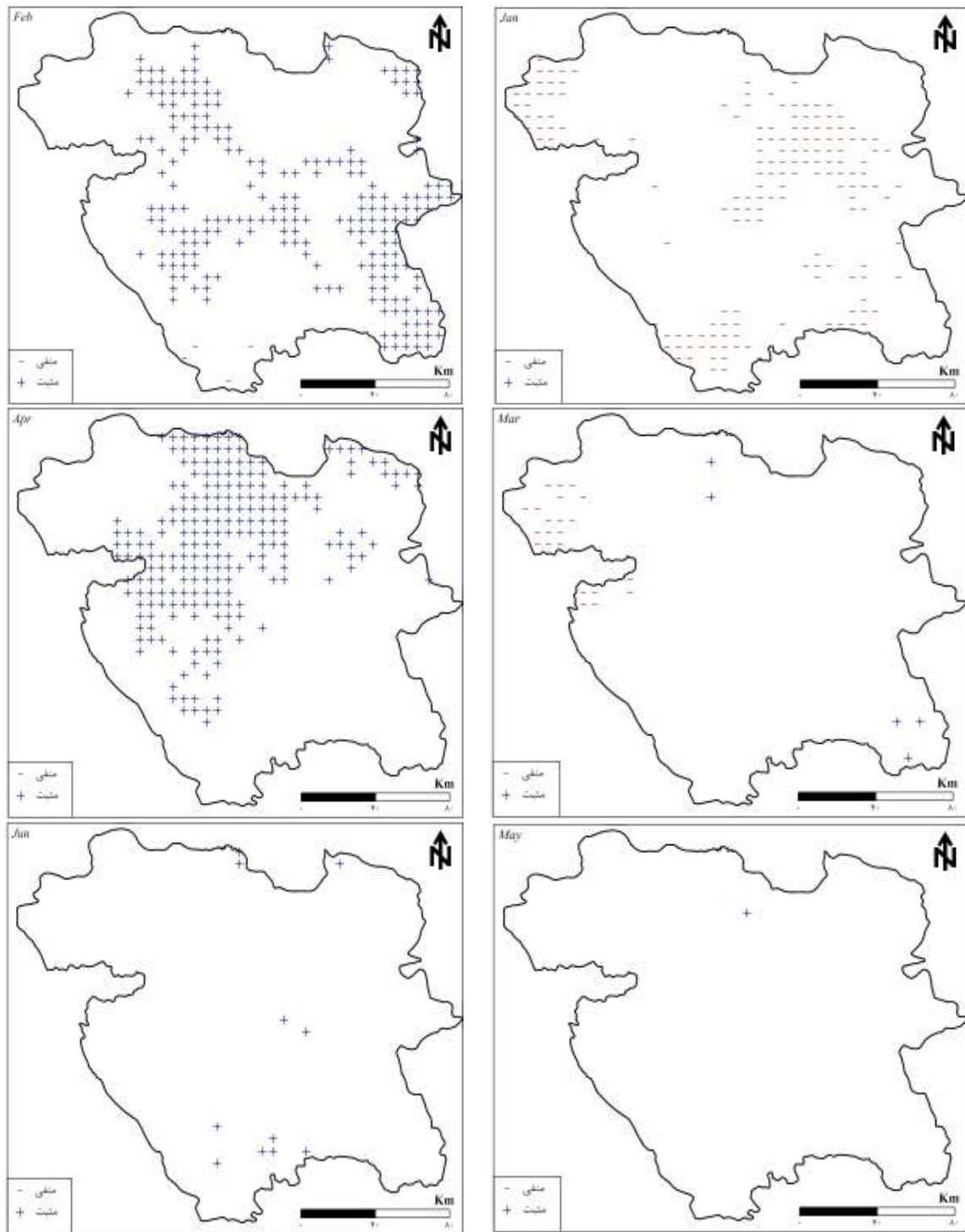


ادامه‌ی شکل ۳- روند تغییرات ماهانه‌ی سهم ماندگاری‌های ۱ روزه در تأمین مقدار بارش استان

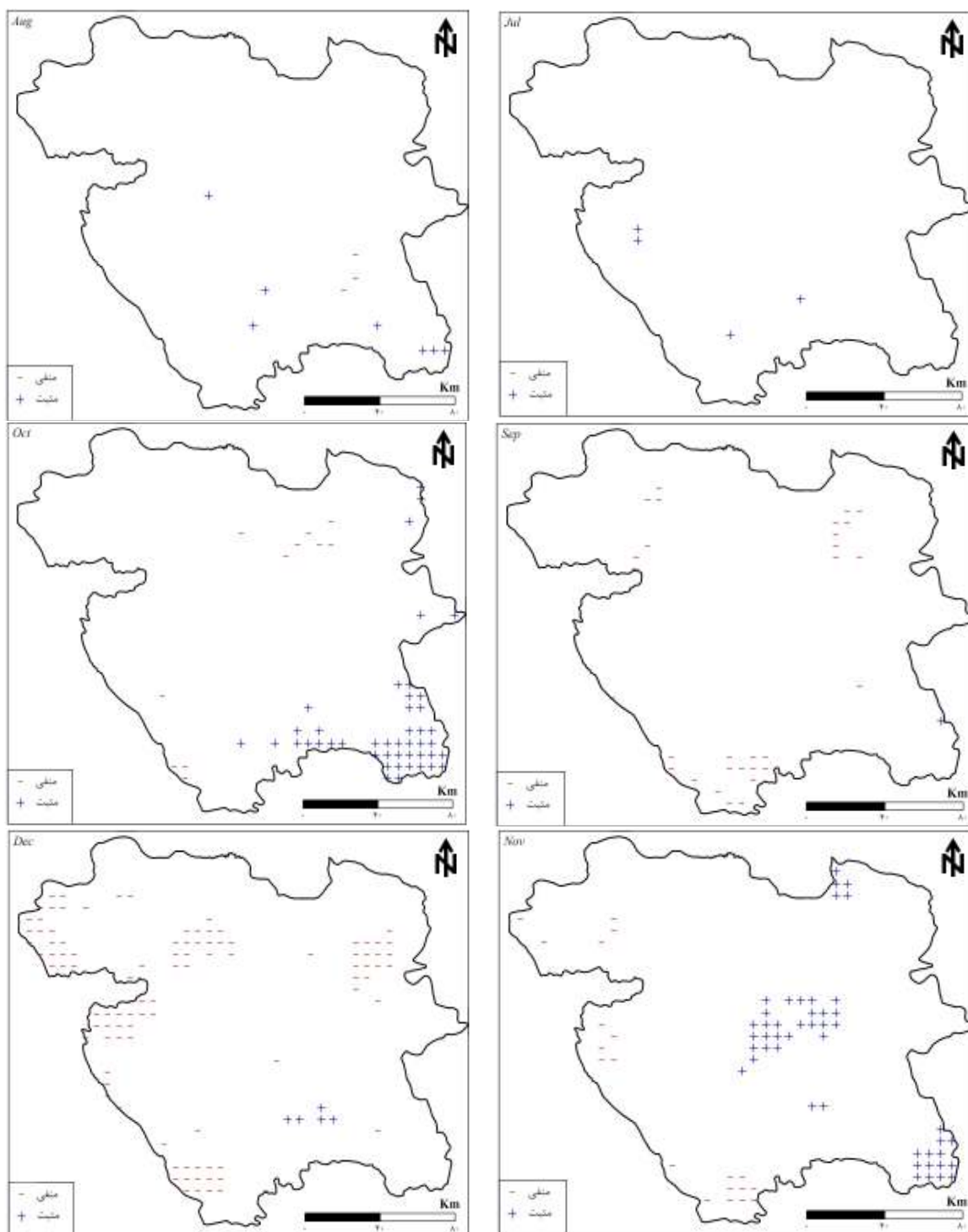
ج) فصل تابستان

در فصل تابستان سهم دریافتی بارش استان از ریزش‌های جوی نسبت به سایر فصل‌های دیگر سال بسیار اندک است. در ماه ژوئیه هیچکدام از سهم ماندگاری‌های بارش در تأمین بارش و روزهای بارشی روند معناداری از خود نشان نمی‌دهند. تغییرات سهم ماندگاری بارش ۳ روزه در تأمین مقدار بارش ماه اوت به لحاظ گستره‌ی مکانی تا حدودی قابل ملاحظه است و بر روی ۴/۲ درصد از پهنه‌ی استان معنادار و مثبت

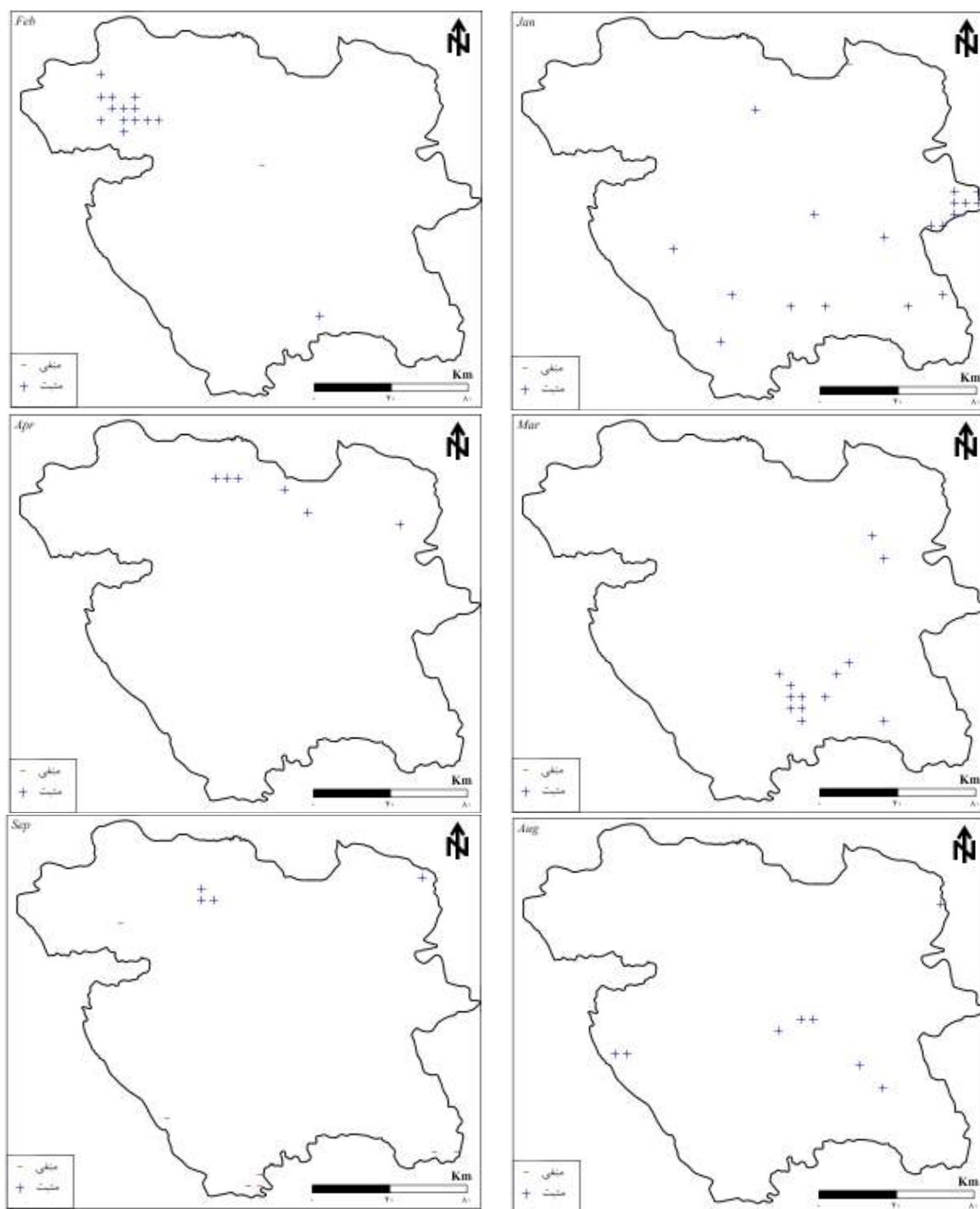
است که به لحاظ گسترش مکانی در جنوب شرق استان قرار دارند. در ماه سپتامبر گستره‌ی روند منفی سهم ماندگاری ۱ روزه در تأمین بارش استان چشم‌گیر است که بصورت پراکنده بر روی برخی مناطق نیمه‌ی شرقی، جنوب غرب و غرب استان قرار دارند. روند منفی سهم ماندگاری بارش ۱ روزه در روزهای بارشی در این ماه از سال تنها بر روی ۳/۷ درصد از گستره‌ی استان منفی است.



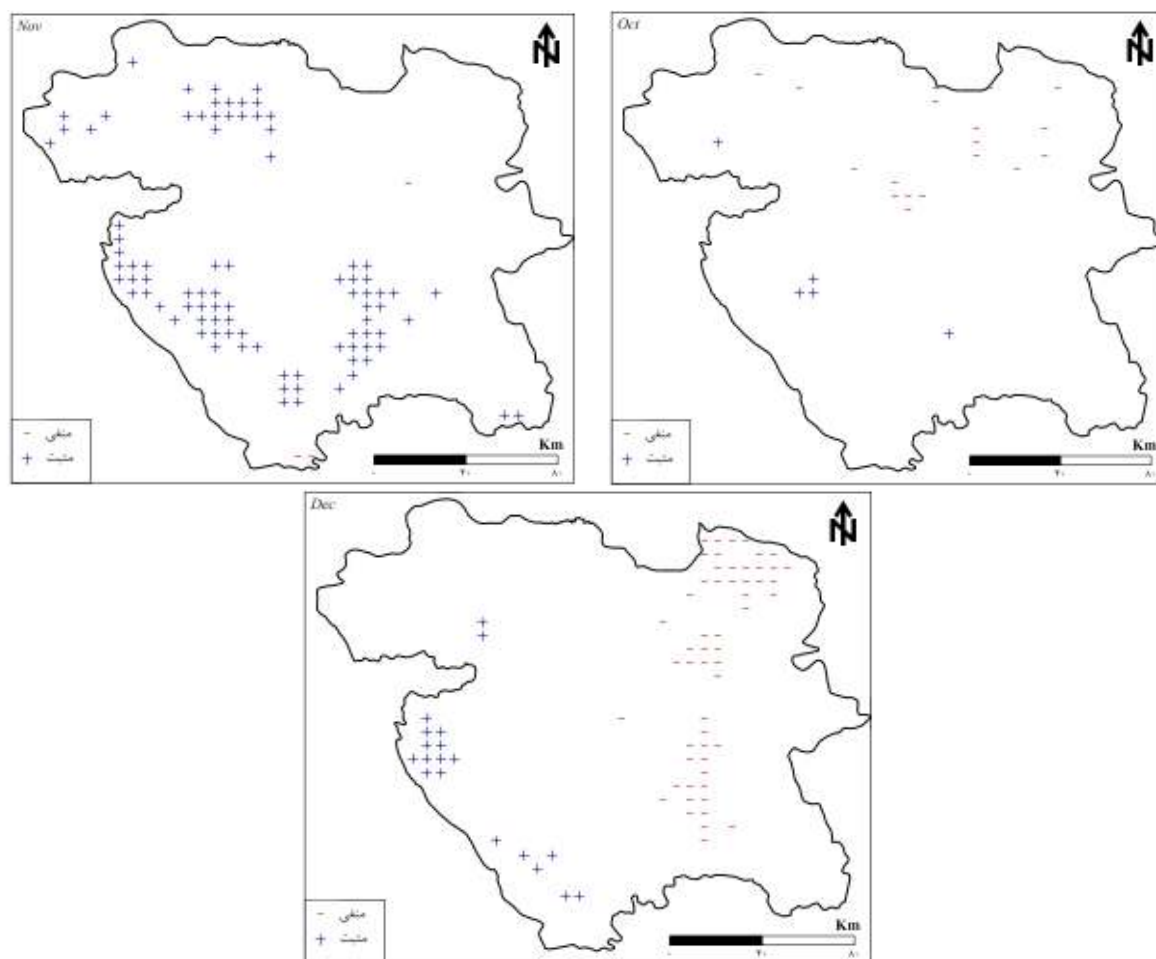
شکل ۴- روند تغییرات ماهانه‌ی سهم ماندگاری‌های ۱ روزه در روزهای بارشی استان



ادامه‌ی شکل ۴- روند تغییرات ماهانه‌ی سهم ماندگاری‌های ۱ روزه در روزهای بارشی استان



شکل ۵- روند تغییرات ماهانه‌ی سهم ماندگاری‌های ۲ روزه در تأمین مقدار بارش استان

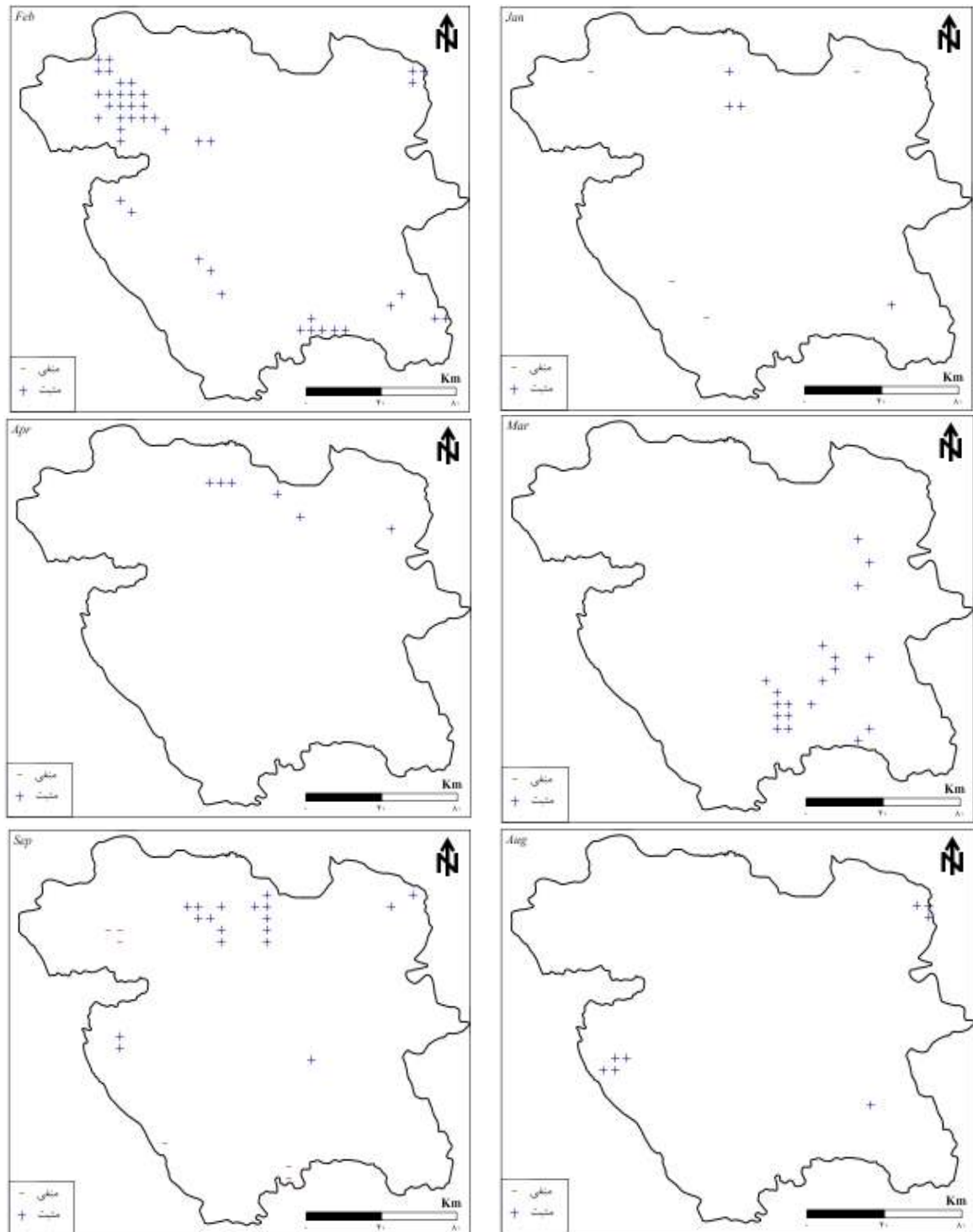


ادامه‌ی شکل ۵- روند تغییرات ماهانه‌ی سهم ماندگاری‌های ۲ روزه در تأمین مقدار بارش استان

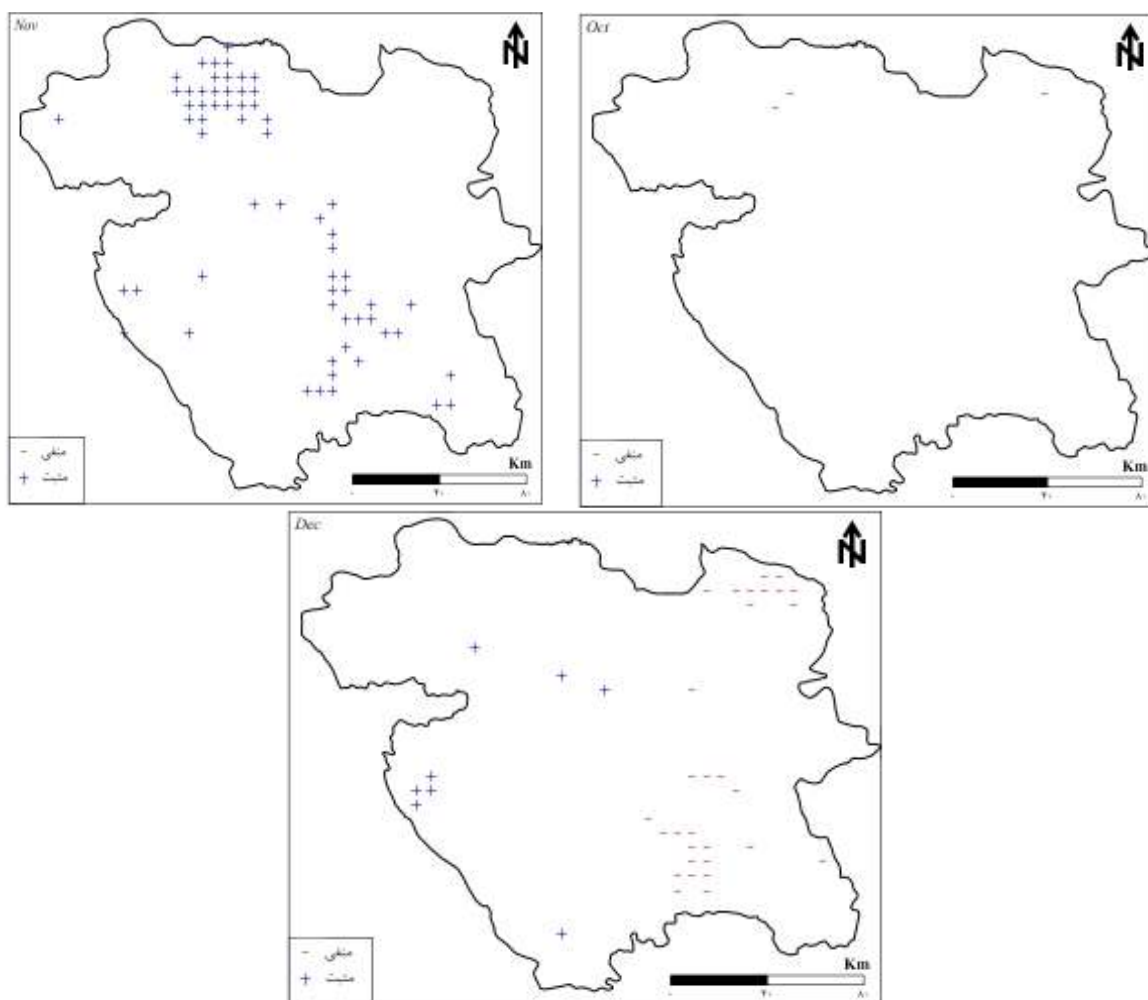
د) فصل پاییز

به لحاظ زمانی بعد از فصل زمستان و بهار، فصل پاییز به‌یشت‌ر ریزش‌های جوی استان اتفاق می‌افتد. در ماه اکتبر گستره‌ی روند منفی و مثبت معنادار سهم ماندگاری بارش ۱ روزه در تأمین مقدار بارش و روزهای بارشی استان نسبت به سایر ماندگاریها قابل تأمل است. از لحاظ مکانی روند منفی سهم ماندگاری ۱ روزه در تأمین بارش استان بر روی بخش‌هایی از شمال استان (زرینه‌اوباتو و بیجار) و روند مثبت آن بر روی

بخش‌هایی از جنوب شرق استان مشاهده می‌شوند که به ترتیب ۱۰/۲ و ۷/۵ درصد از گستره‌ی استان کردستان را در بر دارند. روند سهم ماندگاری‌های بارش ۱ روزه در روزهای بارش استان نیز با گستره‌ی مکانی کوچک‌تر به ترتیب بر روی ۱/۴ و ۵/۵ درصد از پهنه‌ی استان کردستان معنادار است. در ماه نوامبر گستره‌ی روند مثبت سهم ماندگاری بارش ۲ و ۳ روزه در تأمین مقدار بارش استان چشم‌گیر است.



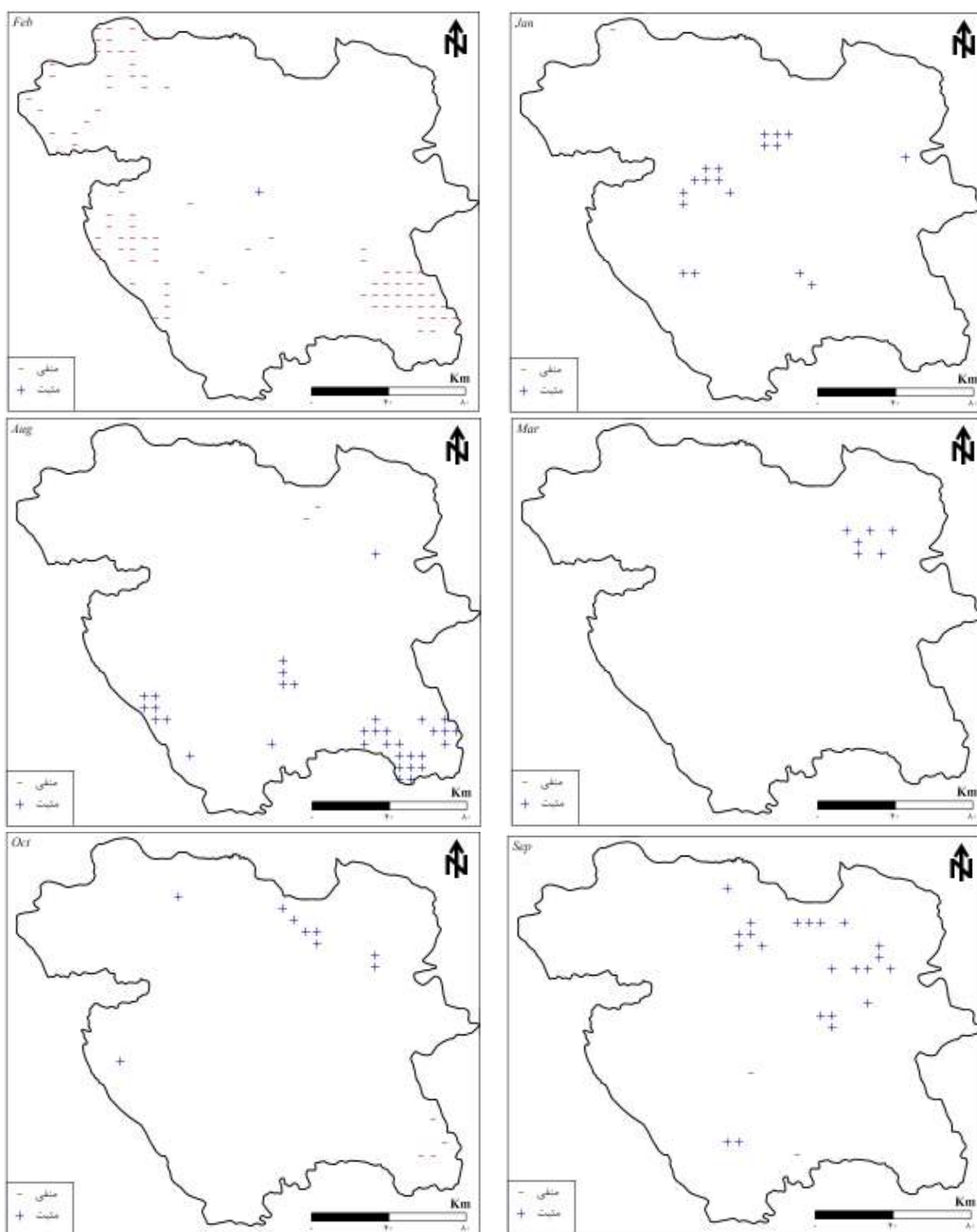
شکل ۶- روند تغییرات ماهانه‌ی سهم ماندگاری‌های ۲ روزه در روزهای بارشی استان



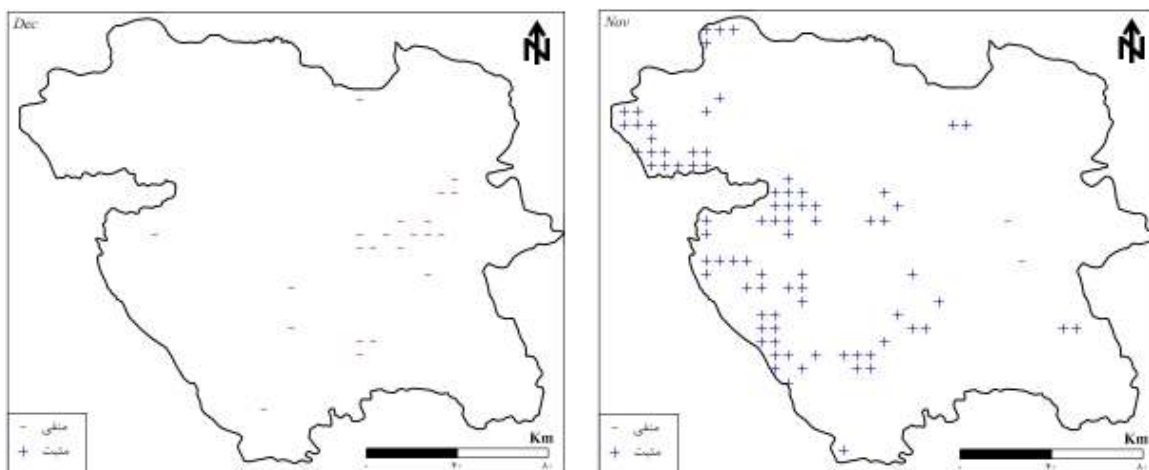
ادامه‌ی شکل ۶- روند تغییرات ماهانه‌ی سهم ماندگاری‌های ۲ روزه در روزهای بارشی استان

گرفته‌اند. در ماه دسامبر نیز بازهم تغییرات سهم ماندگاری‌های کوتاه مدت بارش است که نسبت به ماندگاری‌های بلندمدت روند معناداری از خود نشان می‌دهد. در این ماه از سال گستره‌ی روند منفی معنادار تغییرات سهم ماندگاری‌های بارش ۱ و ۲ روزه در تأمین مقدار بارش استان نیاز به تأمل بیشتر دارد و به ترتیب ۱۱/۶ و ۶/۸ درصد از گستره‌ی استان را پوشش می‌دهند...

در این ماه از سال به ترتیب بر روی ۱۰/۹ و ۱۰ درصد از گستره‌ی استان کردستان روند مثبت معناداری را به لحاظ آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد از خود نشان می‌دهند که برای هر دو ماندگاری بصورت پراکنده بر روی نیمه‌ی غربی استان قرار دارند. همچنین در این ماه از سال گستره‌ی روند مثبت تغییرات سهم ماندگاری بارش ۱۱ الی ۳ روزه در روزهای بارشی استان قابل ملاحظه است و به لحاظ مکانی بصورت پراکنده بر روی مناطق یاد شده قرار



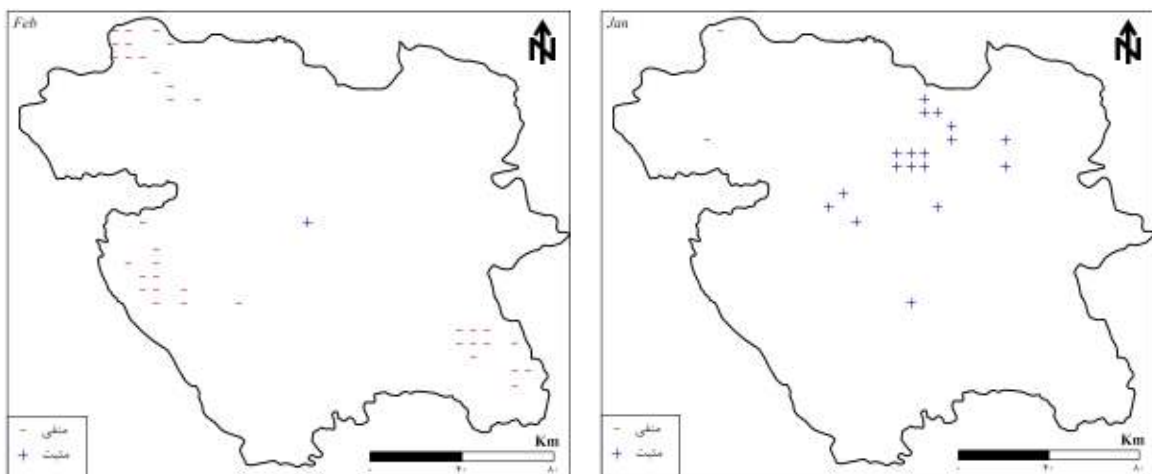
شکل ۷- روند تغییرات ماهانه‌ی سهم ماندگاری‌های ۳ روزه در تأمین مقدار بارش استان



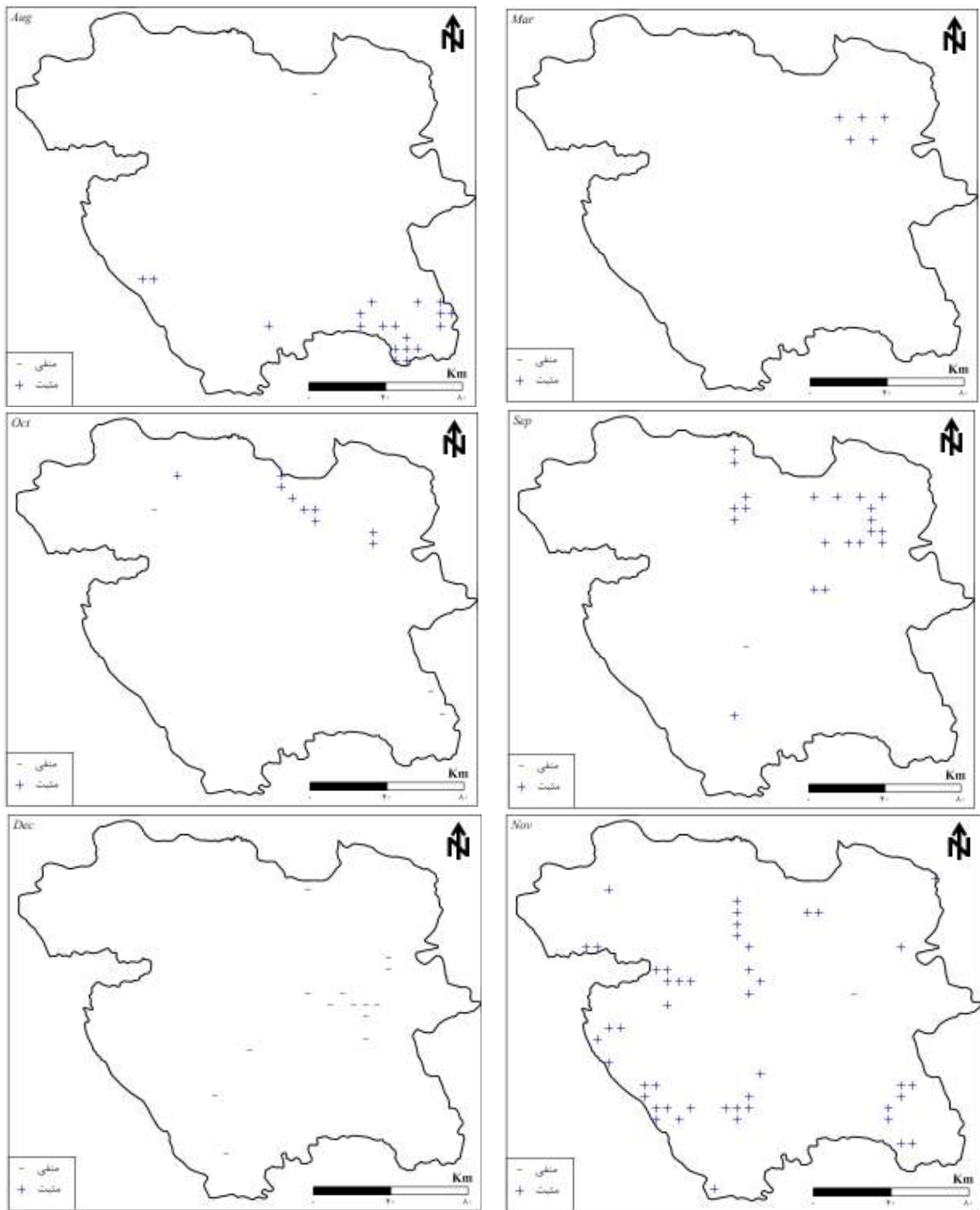
شکل ۷- روند تغییرات ماهانه سهم ماندگاری‌های ۳ روزه در تأمین مقدار بارش استان

شوند. همچنین در این ماه گستره‌ی روند منفی سهم تغییرات ماندگاری بارش ۱ و ۲ روزه در روزهای بارشی نیز نسبت به سایر ماندگاری‌ها بیشتر است

پراکنش مکانی روند منفی سهم ماندگاری‌های بارش ۱ روزه در تأمین مقدار بارش بصورت پراکنده بر روی بخش‌هایی از شمال‌غرب، شمال‌شرق و جنوب‌غرب دیده می‌شود درحالی‌که برای ماندگاری‌های ۲ روزه روند منفی بیشتر بر روی نیمه‌ی شرقی استان مشاهده می‌-



شکل ۸- روند تغییرات ماهانه سهم ماندگاری‌های ۳ روزه در روزهای بارشی استان



ادامه‌ی شکل ۸- روند تغییرات ماهانه‌ی سهم ماندگاری‌های ۳ روزه در روزهای بارشی استان

جدول ۱- گستره‌ی ماهانه‌ی روند تغییرات سهم ماندگاری‌های بارش در تأمین بارش استان برحسب درصد

ماندگاری بارش									ماه	روند
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
۰	۰	۰	۰	۰/۴	۰/۶	۰/۱	۰/۲	۳۵/۵	منفی	ژانویه
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۶	۹۹/۱	۹۷/۷	۹۷/۵	۶۴/۴	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۲/۲	۲/۲	۰/۱	مثبت	
۰	۰	۰	۱/۶	۰	۰/۵	۱۰/۷	۰/۱	۲/۸	منفی	فوریه
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸/۴	۹۹/۵	۹۹/۵	۸۹/۱	۹۸/۲	۸۳	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۰/۱	۱/۷	۱۴/۲	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳/۳	منفی	مارس
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۳	۹۸/۴	۹۶/۷	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷	۱/۶	۰	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	منفی	آوریل
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۳	۷۲/۳	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷	۲۷/۷	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	منفی	می
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	منفی	ژوئن
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸/۳	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۷	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	منفی	ژوئیه
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۰	۱	منفی	اوت
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹	۹۵/۶	۹۹	۹۸/۶	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۱	۴/۲	۱	۰/۴	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۱	۱۶/۵	منفی	سپتامبر
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸/۵	۹۷	۹۸/۵	۸۳/۴	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۱/۵	۲/۷	۰/۵	۰/۱	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰/۶	۰/۵	۲/۲	۱۰/۲	منفی	اکتبر
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۴	۹۸/۴	۹۷/۲	۸۲/۲	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۱/۱	۰/۶	۰/۶	۷/۵	مثبت	
۰	۰	۰	۰/۱	۲/۱	۱/۸	۰/۲	۰/۴	۴/۸	منفی	نوامبر
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۹	۹۷/۹	۹۷/۹	۹۸/۸	۸۸/۸	۹۲/۲	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۱۰	۱۰/۹	۳	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۳/۸	۱/۵	۲/۷	۶/۸	۱۱/۶	منفی	دسامبر
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۶/۲	۹۶/۹	۹۷/۳	۹۰/۹	۸۶/۱	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۱/۶	۰	۲/۳	۲/۳	مثبت	

جدول ۲- گستره‌ی ماهانه‌ی روند تغییرات سهم ماندگاری‌های بارش در روزهای بارشی استان برحسب درصد

ماندگاری بارش									روند	ماه
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
۰	۰	۰	۰	۰/۴	۰/۷	۰/۲	۰/۵	۲۰/۲	منفی	ژانویه
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۶	۹۸/۶	۹۷/۵	۹۹	۷۹/۸	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰/۶	۲/۲	۰/۵	۰	مثبت	
۰	۰	۰	۱/۴	۰	۰/۴	۴/۴	۰	۰/۵	منفی	فوریه
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸/۶	۹۹/۵	۹۹/۶	۹۵/۴	۹۴/۷	۷۳/۱	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۰/۱	۵/۳	۲۶/۴	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۷	منفی	مارس
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۴	۹۷/۷	۹۶/۷	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۶	۲/۳	۰/۶	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	منفی	آوریل
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۳	۷۲/۹	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷	۲۷/۱	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	منفی	می
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۹	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	منفی	ژوئن
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸/۶	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۴	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	منفی	ژوئیه
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۵	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱	۰	۰/۴	منفی	اوت
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۴	۹۷/۵	۹۹	۹۸/۸	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰/۶	۲/۳	۱	۰/۹	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱	۰/۷	۳/۷	منفی	سپتامبر
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸/۵	۹۷/۳	۹۷	۹۶/۲	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۱/۵	۲/۶	۲/۲	۰/۱	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷	۰/۴	۰/۴	۱/۴	منفی	اکتبر
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۳	۹۸/۵	۹۹/۶	۹۳/۱	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۱	۰	۵/۵	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۲	۱/۱	۰/۱	۰	۲/۵	منفی	نوامبر
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸	۹۸/۶	۹۴/۱	۹۲/۴	۹۱/۷	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۵/۸	۷/۶	۵/۸	مثبت	
۰	۰	۰	۰	۳/۱	۱/۱	۱/۷	۳/۷	۱۲/۳	منفی	دسامبر
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۶/۹	۹۷/۸	۹۸/۳	۹۵/۳	۸۷/۱	بدون روند	
۰	۰	۰	۰	۰	۱/۱	۰	۱	۰/۶	مثبت	

نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش شناسایی وردابی زمانی (ماهانه) ماندگاری‌های بارش بر روی پهنه‌ی استان کردستان بود. به کمک داده‌های میان‌یابی شده‌ی بارش حاصل از ۱۸۸ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی داخل و خارج از مرز استان طی بازه‌ی زمانی ۱۳۴۰/۱/۱ تا ۱۳۸۸/۱۲/۲۹ برابر با ۱۷۸۹۷ روز، ۸۱۱ یاخته در ابعاد ۶*۶ کیلومتر ایجاد شد و روند تغییرات ماهانه‌ی ماندگاری بارش بر روی هر کدام از ۸۱۱ یاخته به کمک روش آمار ناپارامتریک من‌کندال در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد آزمون قرار گرفت. ماندگاری‌های بارش در استان کردستان بین ۱ الی ۳۷ روزه‌اند. ماندگاری‌های ۱ الی ۹ روزه بر کل گستره‌ی استان رخنمود دارند. ماندگاری‌های کوتاه‌مدت بیشترین سهم در فراوانی روزه‌های بارشی و تأمین بارش نیمه‌ی شرقی استان (منطقه‌ی کمبارش) و ماندگاری‌های بلندمدت چنین نقشی را در بارش نیمه‌ی غربی استان (پربارش) ایفا می‌کنند. اگرچه اهمیت ماندگاری‌های بارش برای پهنه‌ی استان کردستان یکسان نیست ولی اگر گستره‌ی استان را به عنوان یک واحد در نظر بگیریم نقش ماندگاری‌های ۲ روزه بیشتر از سایر ماندگاری‌هاست چراکه نسبت به سایر ماندگاری‌ها بیشترین درصد مشارکت در بسامد رخداد روزه‌های بارشی (برابر و بیش از ۰/۵ میلی‌متر در شبانه‌روز) و همچنین بیشترین سهم در تأمین مقدار کل بارش دریافتی استان دارند. یافته‌های حاصل از برازش روش ناپارامتریک من‌کندال بر روی سری زمانی ماهانه‌ی ماندگاری‌های بارش استان نشان داد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد، سهم ماندگاری‌های کوتاه‌مدت (بویژه ماندگاری بارش ۱ روزه) در فراوانی

روزهای بارشی و تأمین مقدار بارش استان وردایی بیشتری نسبت به ماندگاری‌های بلندمدت دارند. سهم ماندگاری‌های ۷ الی ۹ روزه بر بارش و روزه‌های بارشی استان طی دوره‌ی مورد بدون هر گونه تغییری است. در بین ماههای سال گستره‌ی تغییرات سهم ماندگاری‌های بارش ۱ روزه به ترتیب در ماههای ژانویه و آوریل به بیشینه‌ی خود می‌رسد. در ماههای می تا سپتامبر ماندگاری‌های بارش تغییرات خاصی از خود نشان نمی‌دهند. به لحاظ مکانی سهم ماندگاری‌های کوتاه‌مدت در روزه‌های بارشی و تأمین مقدار کل بارش دریافتی نیمه‌ی شرقی استان (کمبارش) روبه کاهش است و برعکس سهم ماندگاری‌های کوتاه‌مدت در نیمه‌ی غربی استان که به لحاظ دریافتی بارش پربارش به شمار می‌رود، روبه افزایش است. با تکیه‌ی بر یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت که در نیمه‌ی شرقی استان با کاهش سهم مشارکت ماندگاری‌های کوتاه‌مدت در تأمین بارش و روزه‌های بارشی خشک‌تر خواهد شد و میزان دریافتی بارش به سمت کاهش میل پیدا خواهد کرد و با افزایش بسامد ماندگاری‌های کوتاه‌مدت در فراوانی سری زمانی روزه‌های بارشی و افزایش نرخ تأمین بارش توسط آنها در نیمه‌ی غربی استان بارندگی‌ها حالت متمرکز به خود گرفته و به دلیل آشگفتگی‌های ایجاد شده، مدیریت آب را با مشکل جدی روبرو خواهد کرد.

منابع

ایران‌نژاد، پرویز، کتیرایی بروجردی، پری‌سیما و حجام، سهراب (۱۳۸۸)، توزیع مکانی روند بارش سالانه در ایران در دوره ۱۹۶۰-۲۰۰۱، مجله فیزیک زمین و فضا، ۳۵، صص ۷۹-۹۴.

- نظری پور، حمید، مسعودیان، سیدابوالفضل و کریمی، زهرا (۱۳۹۱)، بررسی تغییرات فضایی سهم بارش - های یک روزه در تأمین روزهای بارشی و مقدار بارش ایران، مجله فیزیک زمین و فضا، شماره ۴، صص ۲۴۱-۲۵۸.
- ویسی پرو، حسین، معصوم پور سماکوش، جعفر، صحنه، بهمن و یوسفی، یدالله (۱۳۸۹)، تحلیل پیش‌بینی روند بارش و دما با استفاده از مدل‌های سری زمانی (ARIMA) نمونه موردی (شهرستان کرمانشاه)، جغرافیا، ۴، صص ۶۳-۷۷.
- Abghari, H., Tabari, H and Hosseinzadeh Talae, P. (2013), River flow trends in the west of Iran during the past 40 years: Impact of precipitation variability, *Global and Planetary Change*, Vol 101: 52-60.
- Boccolari, M., Malmusi, S. (2013), Changes in temperature and precipitation extremes observed in Modena, Italy, *Atmospheric Research*, Vol 122:16-31.
- Christopher, J., Martinez, Jerome, J., Maleski and Martin F. M. (2012), Trends in precipitation and temperature in Florida, USA, *Journal of Hydrology*, Vol 452-453: 259-281.
- Duhan, D., Pandey, A. (2013), Statistical analysis of long term spatial and temporal trends of precipitation during 1901-2002 at Madhya Pradesh, India, *Atmospheric Research*, Vol 122:136-149.
- Sen Roy, Sh., Rouault, M. (2013), Spatial patterns of seasonal scale trends in extreme hourly precipitation in South Africa, *Applied Geography*, Vol 39, 151-157.
- Gocic, M., Trajkovic, S. (2013), Analysis of precipitation and drought data in Serbia over the period 1980-2010, *Journal of Hydrology*, Vol 494: 32-42.
- Hidalgo-Muñoz, J.M., Argüeso, D., Gámiz-Fortis, S.R., Esteban-Parra, M.J and Castro-Díez, Y. (2011), Trends of extreme precipitation and associated synoptic patterns over the southern Iberian Peninsula, *Journal of Hydrology*, Vol 409: 497-511.
- بابایی فینی، ام‌السلّمه و فرج‌زاده، منوچهر (۱۳۸۱)، الگوهای تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران، *مدرس علوم انسانی*، ۶، صص ۵۱-۷۰.
- عساکره، حسین (۱۳۸۴)، تغییرات زمانی-مکانی بارش استان اصفهان طی دهه‌های اخیر، *مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان*، ۱۸، صص ۹۱-۱۱۶.
- عسگری، احمد و رحیم‌زاده، فاطمه (۱۳۸۵)، مطالعه تغییرپذیری بارش دهه‌های اخیر ایران، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ۳۸، صص ۶۷-۸۰.
- علیجانی، بهلول و زاهدی، مجید (۱۳۸۱)، تحلیل آماری و سینوپتیکی بارندگی آذربایجان، *تحقیقات جغرافیایی*، ۱۷، صص ۲۰۲-۲۱۷.
- محمدی، بختیار (۱۳۹۰)، تحلیل روند بارش سالانه ایران، *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، ۲۲، صص ۹۵-۱۰۶.
- مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۳)، بررسی روند بارش ایران در نیم سده‌ی اخیر، *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۲، صص ۶۳-۷۲.
- مسعودیان، سیدابوالفضل و دارند، محمد (۱۳۹۲)، شناسایی و بررسی تغییرات نمایه‌های بارش فرین ایران طی دهه‌های اخیر، *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، زیر چاپ.
- مسعودیان، سیدابوالفضل، دارند، محمد و کاشکی، عبدالرضا (۱۳۸۹)، بررسی روند تعداد روزهای بارانی ایران، چهارمین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، تهران، ۸۷-۹۷.
- منتظری، مجید و غیور، حسنعلی (۱۳۸۸)، تحلیل مقایسه‌ای روند بارش و خشکسالی حوضه خزر، *جغرافیا و توسعه*، ۷ (پیاپی ۱۶)، صص ۷۱-۹۲.

- Jorgensen, D.L. (1949), Persistency of rain and no-rain periods during the winter at San Francisco, *Monthly weather review*, Vol 77: 303-307.
- Liang, L., Li, L and Liu, Q. (2011), Precipitation variability in Northeast China from 1961 to 2008, *Journal of Hydrology*, Vol 404: 67-76.
- Santos, M., Fragoso, M. (2013), Precipitation variability in Northern Portugal: Data homogeneity assessment and trends in extreme precipitation indices, *Atmospheric Research*, Vol 131: 34-45.
- Shifteh, S.B., Ezani, A and Tabari, H.(2012), Spatiotemporal trends and change point of precipitation in Iran , *Atmospheric Research*, Vol 113:1-12.
- Tabari, H., Hosseinzadeh Talaei, P. (2011), Temporal variability of precipitation over Iran: 1966–2005 ,*Journal of Hydrology*, Vol 396: 313-320.
- Topil, A.G. (1963), Precipitation probability at Denver related to length of period, *Monthly weather review*, 293-297.

