

بررسی وردایی دهه‌های بارش سالانه ایران زمین طی چهار دهه اخیر (۱۳۹۴-۱۳۵۵)

حسین عساکره^۱

سیدابوالفضل مسعودیان^۲

فاطمه ترکارانی^۳

چکیده

طی سده گذشته اقلیم کره زمین دگرگونی را در مقیاس‌های مکانی و زمانی مختلفی تجربه کرده‌است. این روند دگرگونی احتمالاً برای آینده نیز ادامه خواهد داشت. یکی از جلوه‌های دگرگونی اقلیم که تغییر (پذیری) آن را نشان می‌دهد، در وردایی رفتار دهه‌های بارش قابل ردیابی است. به منظور ردیابی تغییرپذیری بارش ایران، به عنوان نمایه‌ای از تغییر اقلیم این سرزمین، طی چهار دهه اخیر (۱۳۹۴-۱۳۵۵) از پایگاه داده‌ای اسفزاری نسخه سوم (حاصل میان‌یابی داده‌های بارش روزانه ۲۱۸۸ ایستگاه هم‌مدید، اقلیمی و باران‌سنجی سازمان هواشناسی به مدت ۴۶ سال از ۱۳۴۹ تا ۱۳۹۴ و مجموعاً ۱۶۸۰۱ روز و با تفکیک مکانی ۱۰ کیلومتر و در نتیجه با ابعاد $۱۶۸۰۱ \times ۲۰۵ \times ۱۶۷$) استفاده شده‌است. به منظور بررسی وردایی دهه‌های بارش، میانگین بارش دهه‌های منتهی به دهه ۱۳۹۴-۱۳۸۵ محاسبه و ویژگی‌های مکانی بارش ایران طی چهار دوره ده‌ساله به روش توصیفی - ترسیمی بررسی و مطالعه شد. در این راستا میانگین بارش هر دهه با کل دوره آماری و دهه پیش از آن مقایسه شد. نقشه‌های بارش هر دهه، نقشه‌های ناهنجاری آن در قیاس با میانگین کل و نقشه‌های ناهنجاری آن در قیاس با دهه پیشین ترسیم و بررسی شد. میانگین بارش در انتقال از دهه اول به دوم افزایشی و پس از آن کاهش یافته است. از آن پس رفتار عمومی کاهش بارش، هم در نواحی کم‌بارش و هم نواحی پر بارش در طی دهه‌های متوالی دیده می‌شود. بارش عموماً در نواحی توأم با بارش زیاد (در کرانه‌های دریاهای خزر، عمان و خلیج فارس، دامنه‌های غربی رشته کوه‌های زاگرس و دامنه‌های شمالی رشته کوه‌های البرز)، تغییرات بیشتری را نسبت به بخش‌های کم‌بارش کشور (نظیر نواحی مرکزی، شرقی و شمال شرقی) متحمل شده‌اند؛ به تبع آن بسیاری آماره‌های مکانی بارش، نظیر ضریب تغییرات، چولگی، کشیدگی، آستانه‌های بارش (آستانه‌های کم و زیاد)، تغییر یافته‌است. این امر در جابه‌جایی خط هم‌بارش میانگین هر دهه و کاهش سرزمین‌های توأم با بارشی بیش از میانگین دهه‌ای نیز منعکس شده‌است.

واژگان کلیدی: ایران، بارش، تغییر اقلیم، تغییرپذیری دهه‌ای، وردایی بارش

مقدمه

انگاره گرمایش و به تبع آن دگرگونی (تغییر) آب‌وهوای (اقلیم) سیاره زمین براساس بررسی و ردیابی عناصر اقلیمی و بوسیله بخش عمده‌ای از جامعه اقلیم‌شناسان جهان (گیتس و همکاران^۴، ۱۹۹۰؛ گرایف و هایگیس^۵، ۲۰۰۱؛ هیأت بین‌الدولی تغییر اقلیم^۶، ۲۰۰۷؛ واه^۷ و همکاران، ۲۰۱۲ و...) و ایران (عباسی و همکاران، ۱۳۸۹؛ دارند، ۱۳۹۴؛ الوانکار و همکاران، ۱۳۹۵؛ سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۶ و...) آزمون و پذیرفته شده‌است. استمرار این دگرگونی‌ها برای آینده نیز بسیار محتمل است (هیأت بین‌الدولی تغییر اقلیم، ۲۰۰۷). این تغییرات

Email: asakereh@znu.ac.ir - Tel:09122416658

^۱ استاد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران (نویسنده مسئول)

^۲ استاد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

^۳ دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

^۴ Gates

^۵ Graef and Haigis

^۶ Intergovernmental Panel of Climate Change

^۷ Waha

عموماً در دو گونه رویداد، «روند^۱» و «وردایی^۲» (به‌صورت «نوسان^۳»، «حالت (فاز)^۴»، «جهش^۵» و «پی‌آیی^۶»)، به‌شکل منفرد یا توأم توأم منعکس می‌شود (عساکره، ۱۳۹۶: ۷۰). روند بر رفتار بلندمدت و وردایی بر رفتارهای مقطعی در بازه‌های متنوع زمانی دلالت دارد. در این زمینه سه ویژگی از دگرگونی‌های آب‌وهوایی در معرض توجه آب‌وهواشناسان بوده است؛ اول این که کدام عنصر(عناصر) آب‌وهوایی قادر است تصویری واضح‌تر از این دگرگونی‌ها ارائه کنند؟ دوم این که کدامیک از انواع پنج‌گانه دگرگونی‌های یاد شده در یک ناحیه غالب‌تر است؟ سوم این که آیا دگرگونی‌هایی که ردیابی می‌شوند حاصل تغییرات در مقیاس‌های محلی یا در مقیاس‌های بزرگ‌تر هستند؟

جلوه‌های تغییر(پذیری) اقلیم در عناصر و فرایندهای متعدد آب‌وهوایی قابل ردیابی است. یکی از عناصر و فرایندهای اقلیمی که نسبت به تغییرات اقلیمی حساسیت بالایی دارد و می‌تواند رفتار آشوبمند اقلیم را منعکس کند، بارش است (حسینی و همکاران ۱۳۹۴؛ جهانبخش اصل و همکاران، ۱۳۹۵؛ دهقانی و همکاران ۱۳۹۷). بنابراین برای دستیابی به پاسخ سوال نخست، بارش به‌عنوان عنصر مورد بررسی برای ردیابی تغییرات اقلیمی ایران اختیار شد. به‌منظور دستیابی به پاسخ سوال دوم تلاش‌های زیادی در سطح ایران و جهان انجام شده است. توضیح این که بارش همچون عناصر اقلیمی دیگر تغییر(پذیری) را در مقیاس‌های زمانی مختلف تجربه می‌کند. این تغییرات بوسیله پژوهشگران پرشماری در مقیاس جهانی (تودوروف^۷ ۱۹۸۵، وینینگ و گریفیثس^۸، ۱۹۸۵؛ دیاز^۹ و همکاران، ۱۹۸۹ و... و ملی (عسگری و رحیم زاده ۱۳۸۲، کتیرایی و همکاران ۱۳۸۶؛ اختصاصی و همکاران، ۱۳۹۴؛ ناظری تهرودی و همکاران، ۱۳۹۵ و...) بررسی شده‌اند. این پژوهش‌ها بویژه در حوزه‌هایی نظیر بررسی و تحلیل روند، تحلیل مولفه‌های زمانی، سری‌های زمانی و... انجام شده است. نوسانات منظم در قالب چرخه‌های اقلیمی (علیجانی و همکاران، ۱۳۹۵؛ شجاعی مقدم و همکاران، ۱۳۹۷) و یا نوسانات نامنظم در قالب خشکسالی‌ها - ترسالی‌ها (فرج‌زاده و احمدیان، ۱۳۹۳؛ مجرد و همکاران، ۱۳۹۳؛ دانشمند و محمودی، ۱۳۹۵؛ محمودی و همکاران، ۱۳۹۹) و نیز پی‌آیی (بختیاری و همکاران، ۱۳۹۳؛ عساکره و صیادی، ۱۳۹۳؛ علیجانی و همکاران، ۱۳۹۳) در اقلیم‌شناسی ایران و جهان از غنای قابل توجهی برخوردار است. یکی از زمینه‌های پژوهشی که ضروری است در مورد بارش‌های ایران در معرض توجه قرار گیرد، وردایی دهه‌ایی این عنصر آب‌وهوایی به‌عنوان نمود و نمایه‌ای از تغییرات اقلیمی است. در این زمینه برخی از پژوهش‌ها به‌طور محدود و بعضاً در مقیاس ناحیه‌ای انجام شده است. برای مثال علیجانی و همکاران (۱۳۹۴) با بکارگیری پایگاه داده‌ای اسفزاری (نسخه دوم) طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۴۰ تغییرات درون دهه‌ای بارش ایران را با استفاده از روش‌های زمین‌آمار و تحلیل فضایی بررسی کردند. همچنین میرموسوی و همکاران (۱۳۹۵) الگوهای مکانی بارش‌های سنگین و فوق سنگین ایران را در مقیاس دهه‌ای برای دوره ۱۳۹۰-۱۳۴۰ و با استفاده از پایگاه داده‌های اسفزاری (نسخه دوم) مطالعه کردند. تیموری و بذرافشان (۱۳۹۶) با محاسبه و مقایسه میانگین بارش و پراش آن طی ۶ دهه (۲۰۱۴-۱۹۵۱) برای ۳۳ ایستگاه در سطح کشور ایران، ناهمگونی پراش در دهه‌های مختلف را بررسی کردند. نتایج حاصل از بررسی ایشان نشان داد که پراش بارش طی چهار دهه در ایستگاه‌های مورد بررسی همگون بوده است و میانگین بارندگی آنها در چهار دهه تفاوت معناداری باهم نداشته‌اند.

1- Trend

2- Variation

3- Oscillation

4- Phase

5- Jump

6- Persistence

7- Todorov

8- Vining and Griffiths

9- Diaz



انتخاب مقیاس مطالعه کشوری برای عنصر بارش به‌عنوان پدیده‌ای از دستگاه اقلیمی و عنصری از مؤلفه جوی دستگاه اقلیم که مقدار آن در زمان و مکان پیوسته تغییر می‌نماید (مسعودیان، ۱۳۹۰: ۱۲۱)، به‌منظور شناخت مقیاس مکانی وردایی دهه‌های بارش در کشور است. در این راستا درک نسبتاً واضحی از چگونگی توزیع مکانی وردایی دهه‌ای حاصل خواهد آمد.

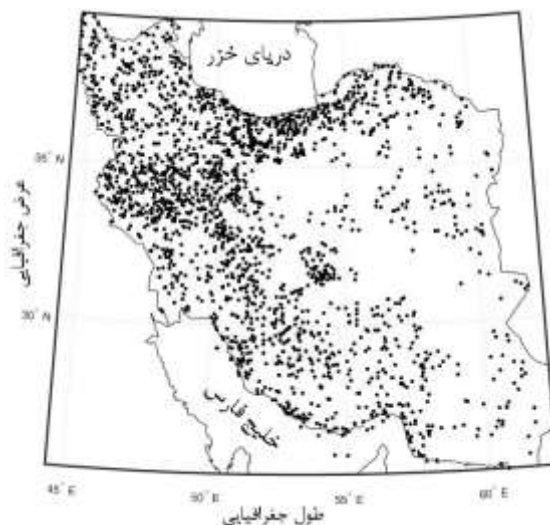
در پژوهش حاضر براساس داده‌های اسفزاری نسخه سوم و نیز با ارایه ویژگی‌های توصیفی و ناهنجاری‌های بارش ایران زمین طی دوره آماری ۱۳۴۹-۱۳۹۴ و نیز چهار دهه درون این دوره (۱۳۶۴-۱۳۵۵، ۱۳۷۴-۱۳۶۵، ۱۳۸۴-۱۳۷۵ و ۱۳۹۴-۱۳۸۵) تلاش می‌شود یک تصویر و تجسم عینی از وردایی دهه به دهه بارش کشور ارایه شود.

داده‌ها و روش‌ها

در اقلیم‌شناسی نوین عموماً از پایگاه داده‌ها بیش از داده‌های ایستگاه منفرد استفاده می‌شود. این امر برای کم‌رنگ کردن اثر داده‌های مفقوده در زمان و مکان است. علاوه بر این، میان‌یابی به لحاظ تعمیم داده‌های ایستگاهی به داده‌های پهنه‌ای امکان بهره‌مندی از شگرد تعمیم داده‌های نمونه بر داده‌های جامعه را مهیا می‌سازد. تنها پایگاه داده‌ای ملی در ایران پایگاه داده‌ای اسفزاری است که در پژوهش حاضر از (نسخه سوم) آن استفاده شد. این پایگاه داده‌ای حاصل تلاش مسعودیان (۱۳۹۸) در تهیه نقشه‌های همبارش روزانه ایران با تفکیک مکانی ۱۰ کیلومتر و برای بازه زمانی ۱۳۴۹/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۴/۱۲/۲۹ (۴۶ سال و معادل ۱۶۸۰۱ روز) است که حاصل میان‌یابی داده‌های بارش روزانه ۲۱۸۸ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی سازمان هواشناسی است. فرایند آزمون صلاحیت ایستگاه‌های مورد بررسی (به لحاظ همگنی، داده‌های پرت و ...) انجام شد و در نهایت این تعداد ایستگاه به عنوان ایستگاه‌های مناسب برای فرایند میان‌یابی اختیار شدند. توزیع مکانی ایستگاه‌های مورد استفاده در شکل ۱ ارایه شده است.

باتوجه به مطالعات گسترده‌ای که پیش از این در زمینه ارزیابی انواع روش‌های میان‌یابی برای تهیه نقشه‌های همبارش ایران انجام گرفته است (عساکره ۱۳۸۷؛ مسعودیان^۱ ۲۰۰۸؛ مسعودیان و همکاران ۱۳۹۳)، روش میان‌یابی کریجینگ همگانی با مدل نیمپراش خطی برای میان‌یابی برگزیده شد. درعین حال کریجینگ از لحاظ نظری نیز بهترین برآوردگر ناریب خطی شناخته می‌شود. سیستم تصویر این پایگاه داده لامبرت مخروطی هم‌شکل است. مشخصات کارتوگرافیک این سیستم تصویر با توجه به مختصات جغرافیایی ایران که بین مدار ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی و ۴۴ تا ۶۴ درجه شرقی قرار گرفته است، براساس بیضوی مرجع (WGS84) و تفکیک مکانی ده کیلومتر شبکه جغرافیایی پایگاه داده به ابعاد ۱۶۷×۲۰۵ به‌دست آمد. تعداد کل یاخته‌های درون این شبکه ۳۴۲۳۵ تا است که ۱۶۲۰۳ تا از آنها در درون مرزهای خاک اصلی ایران جا می‌گیرد. از سوی دیگر با توجه به زمان آغاز و پایان پایگاه داده که مشتمل بر ۱۶۸۰۱ روز است ابعاد نهایی پایگاه داده ۱۶۷×۲۰۵×۱۶۸۰۱ خواهد بود. به کمک این پایگاه داده می‌توان رفتار زمانی و مکانی بارش در درون مرزهای ایران زمین را بررسی کرد.

¹ - Masoodian



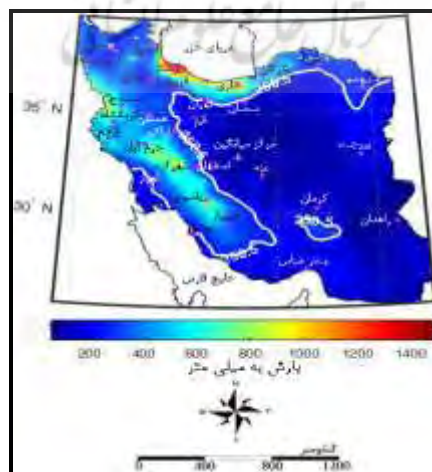
شکل (۱): توزیع مکانی ایستگاه‌های مورد استفاده در ایجاد پایگاه داده‌ای بارش اسفزاری نسخه سوم (مسعودیان، ۱۳۹۸)

براساس پایگاه داده یاد شده ابتدا میانگین بارش برای کل دوره (۱۳۹۴-۱۳۴۹) محاسبه و مشخصات مکانی و بعضاً زمانی بارش برای این دوره بررسی شد. به منظور بررسی وردایی دهه‌ای بارش، میانگین بارش دهه‌های منتهی به دهه ۱۳۹۴-۱۳۸۵ محاسبه گردید. بدین ترتیب ۵ ساله اول (۱۳۴۹-۱۳۵۴) در بررسی، مقایسه و مطالعه دهه‌ها جای نگرفت. براین اساس ویژگی‌های مکانی میانگین بارش ایران طی چهار دوره ده ساله (۱۳۴۴-۱۳۵۵، ۱۳۷۴-۱۳۶۵، ۱۳۸۴-۱۳۷۵ و ۱۳۹۴-۱۳۸۵) بررسی و مطالعه شد. در این راستا میانگین بارش هردهه با کل دوره آماری (۱۳۹۴-۱۳۴۹) و دهه پیش از آن مقایسه گردید. نقشه‌های بارش هردهه، نقشه‌های ناهنجاری آن در قیاس با میانگین کل و نقشه‌های ناهنجاری آن در قیاس با دهه پیشین ترسیم و بررسی گردید. بدین ترتیب توزیع مکانی تباین‌های دهه‌ای استخراج و استنباط گردید.

بحث و بررسی

ویژگی‌های عمومی بارش سالانه

شکل ۲ توزیع مکانی متوسط بارش سالانه ایران را نشان می‌دهد. در جدول ۱ آماره‌های مکانی بارش براساس شکل ۲ ارائه شده است:



شکل (۲): مجموع سالانه میانگین ماهانه بارش طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۴۹



در کشور ایران روند عمومی کاهش میزان بارندگی از غرب به شرق و شمال به جنوب می‌باشد. زیرا در این مسیر از انرژی و باران‌زایی چرخندهای مدیترانه‌ای (به‌عنوان عمده‌ترین منبع تامین بارش ایران) به‌دلیل کاهش تضاد گرمایی و تحلیل و تضعیف جبهه‌های آنها از غرب به شرق رو به نقصان می‌گذارد. همچنین اثر بادپناهی زاگرس - البرز نیز در این روند مکانی نقش چشم‌گیری دارد. ضریب همبستگی بین بارش و طول جغرافیایی کمی بیش از ۰/۵۹ و آن‌هم به شکل معکوس است. این امر بوسیله کاهش بارندگی به سمت شرق کشور و آن‌هم به‌دلیل کاهش توان بارشی سامانه‌های باران‌زا، توجیه‌پذیر است. براین اساس تغییرات شرق‌سوی بارش تا حدود ۳۵٪ (ضریب تعیین) با طول جغرافیایی در ارتباط است. تغییرات مکانی بارش تا حدود ۱۳٪ با عرض جغرافیایی (تغییرات شمال‌سو) توجیه می‌شود.

جدول ۱: آماره‌های مکانی بارش ایران زمین برای دوره آماری مورد بررسی

نمایه آماره	مرکزی		پراکندگی		شکل توزیع		آستانه	
	میانگین	صدک پنجاه (میانه)	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی	صدک دهم	صدک نود
ارزش	۲۵۰/۵	۱۹۵/۷	۱۷۰/۵	۶۸/۱	۱/۹	۸/۴	۱۰۲/۷	۴۸۵/۹

از آن‌جا که توان چرخندهای باران‌زای یاد شده در ارتباط با ارتفاع تغییر می‌یابد، اصولاً تغییرات مکانی بارش با ناهم‌واری‌های اصلی ایران زمین هماهنگی نسبی خوبی نشان می‌دهد (کاویانی، ۱۳۷۲). بدین دلیل شیو بارش به موازات ارتفاعات در غرب و بویژه بخش وسیعی در شمال کشور به‌خوبی مشخص می‌باشد (شکل ۲). با این وصف به‌دلیل تمرکز ارتفاعات در بخش‌های محدود غربی - شمالی کشور، ضریب همبستگی بارش سالانه با ارتفاع برای کل کشور کم (حدود ۰/۲۱۱۷) است. یعنی ارتفاع تا حدود ۴/۵٪ تغییرات مکانی بارش کل ایران را توجیه می‌کند. این مقدار کم از همبستگی گویای اثر ناحیه‌ای ارتفاعات بر بارش کشور است.

در زاگرس سه هسته پربارش از شمال غربی به جنوب شرق دیده می‌شود که به ترتیب بر روی اشترانکوه (۹۰۰ میلی‌متر) زردکوه (۸۵۰ میلی‌متر) و بر روی کوه دنا (۶۰۰ میلی‌متر) جا می‌گیرند. بر روی کوه شاهو در شرق پاوه نیز یک هسته بارشی (۸۵۰ میلی‌متر) وجود دارد. از میان کوه‌های مرکزی تنها یک هسته ضعیف ۲۵۰ میلی‌متر بر روی کوه‌های هزار و لاله‌زار بسته می‌شود. در کرانه‌های خزر که پربارش‌ترین بخش ایران زمین بشمار می‌رود دو هسته پرباران اصلی وجود دارد که یکی بر روی انزلی (بیش از ۱۴۹۰ میلی‌متر) و یکی بر روی ساری (با حدود ۹۰۰ میلی‌متر) مشخص می‌شود. اختلاف بین کم‌باران‌ترین مناطق ایران (حوزه‌های داخلی کویر لوت و دشت کویر) و پرباران‌ترین نواحی (سواحل خزر) کاملاً چشم‌گیر بوده، تفاوت نقش کانون‌های رطوبت و سازوکارهای باران‌زایی به‌وضوح آشکار است (غیور و مسعودیان، ۱۳۷۵: ۲۵). زیرا بارش نقاط مختلف ایران از سامانه‌های باران‌زای مختلف بزرگ مقیاس (نظیر سامانه‌های مدیترانه، سامانه‌های باران‌زای خزر، سامانه‌های سودانی و دریای سرخ، سامانه‌های باران‌زای موسمی) و عوامل محلی تامین می‌شود (علیچانی، ۱۳۹۵: ۱۰۱-۱۰۰).

میانگین بارش سالانه ایران بوسیله خط هم‌ارزش ۲۵۰/۵ میلی‌متر در شکل ۲ مشخص شده‌است. مرکز میانگین بارش ایران در مختصات $E: 52^{\circ} 37'$ $N: 33^{\circ} 16'$ واقع شده است. این مشخصه که مرکز ثقل مکانی بارش را نشان می‌دهد، بین دو ناحیه بارشی شمال و زاگرس میانی قرار گرفته است. از این نقطه به سمت شمال و به سمت غرب، بارشی معادل تمامی بارش نواحی به سمت شرق و جنوب این نقطه دریافت می‌دارند. عموماً مجموع بارش حدود ۶۳/۲ درصد از مساحت کشور (نواحی توام با بارش کم‌تر از میانگین با متوسط بارش ۱۵۰/۵ میلی‌متر است)، برابر با مجموع بارش ۳۶/۸ درصد از مساحت کشور (نواحی توأم با بارش بیشتر از میانگین با متوسط بارش ۴۲۲ میلی‌متر است) است. از این رو طبق جدول ۱ ضریب چولگی مکانی بارش مثبت (حدود ۱/۹) حاصل شده است. در این حالت، تعداد (فراوانی) یاخته‌های نقشه توام با بارش بیش از میانگین، کم‌تر از تعداد یاخته‌های نقشه توام با مقادیر کم‌تر از

میانگین است. اگر طبق تعریف غیور و مسعودیان (۱۳۷۵: ۲۰) بیش از ۸۰۰ میلی‌متر بارش را ملاک بخش پربارش بدانیم، تنها ۱/۲۲٪ از مساحت کشور پربارش است. میانگین بارش این پهنه از کشور ۹۹۵/۱ میلی‌متر است.

ضریب کشیدگی حاکی از نحوه توزیع فراوانی یاخته‌های بارشی ایران نسبت به توزیع نرمال است. کشیدگی گویای تغییرپذیری زیاد و افراستگی گویای نوسان کم است. از آنجا که ضریب کشیدگی با ارزش مثبت (حدود ۸/۴) حاصل شده‌است، می‌توان استنباط نمود که مقادیر توزیع فراوانی بارش نسبت به توزیع بهنجار، توزیعی افراشته‌است؛ یعنی تمرکز مکانی بارش بیش از پراکندگی متوازن آن است. با این وجود ضریب تغییرات مکانی بارش حدود ۶۸/۱ درصد است. این بدان معنی است که هریک از یاخته‌های نقشه ایران به‌طور متوسط حدود ۶۸ درصد میانگین، از میانگین فاصله دارند. به بیان دیگر تفاوت‌های مکانی بارش در ایران زیاد است. در واقع همان‌گونه که در بالا اشاره شد، مجموع بارش حدود ۶۳/۲ درصد از مساحت کشور کم‌تر از میانگین است. به سمت سرزمین‌های پست و کویری ایران مرکزی و نیز جنوب شرقی میزان بارش بسیار کم‌تر از میانگین پهنه‌ای (کم‌تر از ۱۰۰ میلی‌متر) است.

طبق مقادیر ارایه شده در جدول ۲ رابطه بین میانگین و ضریب تغییرات مکانی بارش حدود ۰/۷۵- حاصل شد. بنابراین حدود ۵۶ درصد تفاوت‌های مکانی بارش با میانگین بارش توجیه می‌شود. طبق جدول ۲ در سال‌هایی که ایران پربارش‌تر بوده‌است، تفاوت‌های مکانی بارش سالانه کاهش می‌یافته است. این بدان معنی است که در سال‌های پربارش بخش‌های کم بارش بهره بیشتری از بارش افزوده می‌برده‌اند. همچنین در سال‌های کم بارش میزان بارش دریافتی بخش‌های کم بارش‌تر نسبت به بخش‌های پربارش‌تر کاهش بیشتری می‌یافته‌است (جدول ۲). معادله خط حاصل از این رابطه به صورت $CV \cong 120/1890 \cdot 1/176 \cdot MEAN$ حاصل شد. طبق این رابطه اگر میانگین بارش ایران حدود ۶۸۶/۵ میلی‌متر باشد، تفاوت‌های مکانی بارش (ضریب تغییرات مکانی) صفر خواهد بود.

اختلاف مکانی بارش بوسیله آستانه‌ها و آماره‌های صدکی نیز قابل تجسم است. اگر صدک دهم و نودم به ترتیب نمایه نسبی مرز نواحی کم‌بارش و پربارش باشد، بنابراین براساس این تعریف و طبق آماره‌های صدکی ارایه شده در جدول ۱ برای شرایط عمومی کشور بارش ۴۸۵/۹-۱۰۲/۷ میلی‌متر دامنه بارشی بهنجار تلقی می‌شود. با این وصف، بارش در این دامنه نیز از توزیع مکانی یکنواختی برخوردار نیست. برای مثال می‌توان دید بخش‌های وسیعی (حدود ۲۶/۷۳ درصد) از مساحت کشور بارش سالانه ۱۵۰-۱۰۰ میلی‌متر و پهنه قابل توجهی (حدود ۱۵/۸ درصد) از مساحت کشور بارش سالانه حدود ۲۰۰-۱۵۰ میلی‌متر دریافت می‌دارند. یعنی حدود ۵۱/۵۳ درصد از مساحت کشور بارش ۲۰۰ میلی‌متر و کم‌تر دریافت می‌دارند (۹ درصد از مساحت کشور بارش کم‌تر از ۱۰۰ میلی‌متر دریافت می‌کند). این نواحی شامل شمال شرق کشور، کرانه‌های جنوبی (سواحل خلیج فارس و دریای عمان) است و بخش‌هایی از دامنه‌های جنوبی کوه‌های البرز در این محدوده قرار می‌گیرند. در مقابل، نواحی پربارش ایران نواحی محدودی از سرزمین ایران را شامل می‌شوند. برای مثال نواحی با بارش بیش از ۵۰۰ میلی‌متر تنها حدود ۹/۱ درصد از سرزمین ایران را در بر می‌گیرد. بنابراین تنها ۳۹/۳۷ درصد از مساحت ایران بین دو مقدار ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌متر بارش دریافت می‌دارند. در این دامنه نیز توزیع مکانی نایکنواخت بارش قابل تأمل است. برای مثال بارش ۳۰۰-۲۰۰ میلی‌متر حدود ۲۰/۶۲ درصد از مساحت کشور را در بر می‌گیرد و بارش ۴۰۰-۳۰۰ حدود ۱۲/۶۴ از پهنه کشور و بارندگی ۵۰۰-۴۰۰ میلی‌متر حدود ۶/۱۱ درصد از ایران زمین را در بر می‌گیرد.

جدول (۲): میانگین و ضریب تغییرات مکانی بارش طی دوره آماری ۱۳۹۴-۱۳۴۹

سال	میانگین	ضریب تغییرات	سال	میانگین	ضریب تغییرات	سال	میانگین	ضریب تغییرات
۱۳۴۹	۱۵۹/۹	۱۰۶/۷	۱۳۴۵	۳۷۱/۷	۷۲/۷	۱۳۸۱	۱۴۸	۸۱/۳
۱۳۵۰	۳۱۲	۶۹/۲	۱۳۴۶	۲۱۹	۷۴/۹	۱۳۸۲	۲۷۳/۱	۷۸/۸
۱۳۵۱	۲۵۹/۵	۵۸/۹	۱۳۴۷	۲۶۹/۶	۹۰/۶	۱۳۸۳	۲۱۶	۶۶
۱۳۵۲	۲۵۷	۷۳	۱۳۴۸	۳۵۰/۵	۷۰/۹	۱۳۸۴	۲۰۹/۶	۹۵/۳
۱۳۵۳	۲۵۰/۷	۷۰/۴	۱۳۴۹	۲۰۰/۶	۶۴/۱	۱۳۸۵	۳۳۶/۱	۷۳/۹
۱۳۵۴	۳۰۴/۹	۶۸/۲	۱۳۷۰	۳۴۵/۳	۷۱/۱	۱۳۸۶	۲۳۰/۴	۷۵/۴
۱۳۵۵	۲۸۳/۹	۶۰/۸	۱۳۷۱	۲۴۰/۱	۶۲/۲	۱۳۸۷	۲۰۰	۹۰/۱

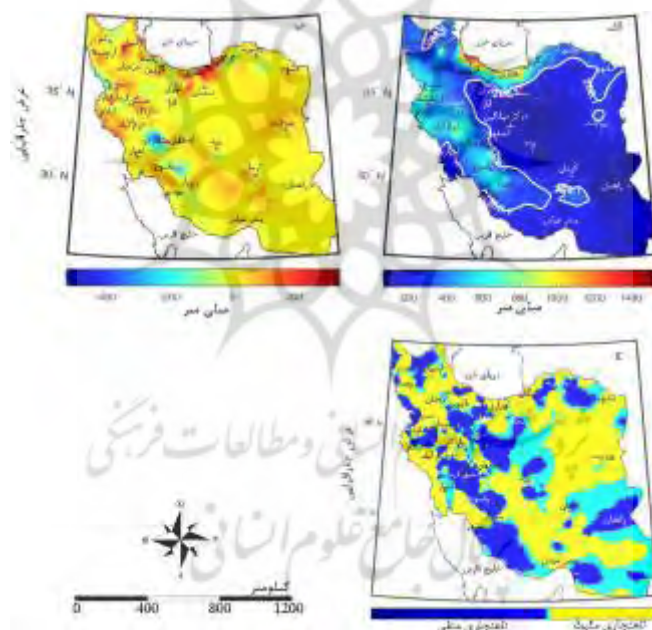


۶۲/۸	۲۱۵	۱۳۸۸	۱۰۳/۴	۱۵۶/۱	۱۳۷۲	۶۸/۴	۳۱۰/۱	۱۳۵۶
۷۸/۷	۱۷۹/۱	۱۳۸۹	۸۱	۱۷۹/۱	۱۳۷۳	۷۰	۲۵۷/۶	۱۳۵۷
۹۴/۵	۲۱۲/۲	۱۳۹۰	۴۹/۹	۲۱۲/۲	۱۳۷۴	۷۰	۳۲۲	۱۳۵۸
۷۷/۱	۲۴۹	۱۳۹۱	۷۹	۲۴۹	۱۳۷۵	۸۰/۶	۲۴۰/۸	۱۳۵۹
۷۰/۱	۲۳۰/۴	۱۳۹۲	۶۹/۵	۲۵۹/۲	۱۳۷۶	۶۳/۲	۲۹۶/۳	۱۳۶۰
۸۱/۱	۲۰۰	۱۳۹۳	۷۱/۲	۳۲۴/۵	۱۳۷۷	۶۲/۹	۳۰۱/۲	۱۳۶۱
۹۱/۵	۲۱۵	۱۳۹۴	۱۰۰	۱۹۶/۱	۱۳۷۸	۷۵/۸	۱۹۴/۲	۱۳۶۲
			۸۹/۷	۲۴۶/۸	۱۳۷۹	۸۲/۲	۲۲۱/۱	۱۳۶۳
			۹۲/۲	۲۲۴/۳	۱۳۸۰	۷۳/۵	۲۶۳/۱	۱۳۶۴

وردایی دهه‌ای بارش

در این بخش بررسی توصیفی از وردایی بارش ده ساله از طریق مقایسه میانگین بارش هر دهه با میانگین دراز مدت (۱۳۴۹-۱۳۹۴) و میانگین دهه پیش از آن در معرض توجه قرار خواهد گرفت. به منظور بررسی توزیع مکانی بارش در مقیاس دهه‌ای شکل‌های ۳ تا ۶ میانگین بارش چهار دوره ده ساله (۱۳۶۴-۱۳۵۵، ۱۳۷۴-۱۳۶۵، ۱۳۸۴-۱۳۷۵ و ۱۳۹۴-۱۳۸۵)، ارایه شده است.

در شکل ۳ میانگین بارش ده ساله ۱۳۶۴-۱۳۵۵ (شکل ۳ - الف)، ناهنجاری آن نسبت به میانگین کل (شکل ۳ - ب: برحسب میلی‌متر) و نیز ناهنجاری شکل ۳ - ب به شکل انحرافات بیشتر (مثبت) و یا کمتر (منفی) از میانگین ارایه شده است (شکل ۳ - ج).



شکل ۳: مجموع سالانه میانگین ماهانه بارش (الف)، ناهنجاری بارش نسبت به میانگین کل (ب) و ناهنجاری دو حالته (مثبت - منفی) نسبت به میانگین کل (ج: ۱۳۹۴-۱۳۴۹) طی دوره ۱۳۶۴-۱۳۵۵

در شکل‌های ۴ تا ۶ علاوه بر نقشه‌های مشابه با شکل ۳، نقشه انحراف نسبت به میانگین بارش دوره پیشین (شکل ۴ - د، ۵ - د و ۶ - د: برحسب میلی‌متر) و نیز ناهنجاری به شکل انحرافات بیشتر (مثبت) و یا کمتر (منفی) از میانگین دهه قبلی ارایه شده است (شکل ۴ - ه، ۵ - ه و ۶ - ه). همچنین جدول ۳ برای ارایه ویژگی‌های مکانی بارش ایران طی چهار دهه مذکور نموده شده است. علاوه بر این سرزمین‌های تحت پوشش طبقات بارشی مختلف برای هر دهه و نیز برای کل دوره آماری در جدول ۴ عرضه شده است. با توجه به این شکل‌ها و جدول‌ها ویژگی‌های بارش دوره‌های مورد بررسی از منظر وردایی بارش ایران مورد بررسی قرار گرفت.

جدول (۳): مشخصات مکانی بارش طی چهار دهه مورد بررسی

استانه	شکل توزیع			پراکندگی			مرکزی			نمایه آماره دوره	
	صدک نود	صدک دهم	کشیدگی	چولگی	ضریب تغییرات	انحراف معیار	بیشینه	کمینه	میانه		میانگین
۵۰/۸/۸	۱۱۳/۵	۸/۶	۱/۹	۶۴/۳	۱۷۲/۴	۱۵۴۰/۴	۵۸/۵	۲۱۸/۲	۲۶۸/۱	۳۳/۲۸۲۳ ۵۲/۶۶۷۷	۱۳۵۵-۱۳۶۴
۵۳۹	۱۰۵/۶	۷/۱	۱/۷	۶۶/۵	۱۸۰/۸	۱۵۰۴/۱	۵۰/۶	۲۲۷/۷	۲۷۱/۹	۳۳/۱۳۳۳ ۵۲/۵۹۶۵	۱۳۶۵-۱۳۷۴
۴۷۴/۱	۸۹/۱	۸/۲	۱/۹۹	۷۵/۲	۱۷۷/۹	۱۴۱۵/۶	۴۶/۶	۱۷۴/۶	۲۳۶/۷	۳۳/۲۹۳۰ ۵۲/۳۶۴۷	۱۳۷۵-۱۳۸۴
۴۲۷	۸۶/۶	۱۱/۴	۲/۳	۷۳/۶	۱۶۲/۲	۱۶۱۰	۳۲/۹	۱۶۲	۲۲۰/۳	۳۳/۳۷۰۹ ۵۲/۴۸۸۹	۱۳۸۵-۱۳۹۴

می‌توان دید که میانگین و نیز میانه پهنه‌ای بارش از نخستین دهه (۱۳۶۴-۱۳۵۵) به سمت دهه انتهایی (۱۳۹۴-۱۳۴۹) افزایش یافته‌است. افزایش تفاوت میانگین و میانه مکانی بارش از نشانه‌های افزایش عدم تقارن مکانی توزیع بارش در کشور است که عموماً از دهه نخست به سمت دهه انتهایی افزایش داشته است (به ترتیب ۵۴/۸، ۴۴/۲، ۶۲/۱ و ۵۸/۳ میلی‌متر). این ویژگی یکی از نشانه‌های فاصله از توزیع مکانی بهنجارتر بارش است. بدین معنی که تباین مکانی بارش به سمت دهه انتهایی افزایش داشته است. با این وجود، این تباین حاصل کاهش بیشتر بارش در نواحی کم‌باران در قیاس با افزایش بارش در نواحی کم‌باران است. بدین معنی که در این رفتار کاهشی نواحی کم‌بارش نسبت به نواحی پر بارش زیان بیشتری دیده‌اند. کاهش بارش طی دهه‌های اخیر را می‌توان به کاهش آب بارش‌پذیر در جو ایران نسبت داد. کاهش آب بارش‌پذیر طی دهه‌های اخیر بوسیله عساکره و همکاران (۱۳۹۳-الف) بررسی و تایید شده‌است. همچنین^۱ آلپرت و همکاران (۱۹۹۰ و ۲۰۰۴) نشان دادند که طی دهه‌های اخیر مسیر چرخندهای مدیترانه‌ای که عامل اصلی باران‌زایی ایران هستند، به سمت عرض‌های شمالی‌تر جابه‌جا شده‌اند. این جابه‌جایی شمال‌سو سهم ایران را از رطوبت مدیترانه کاسته‌است.

جدول (۴): مساحت (به درصد) زیر پوشش طبقات مختلف بارش (میلی‌متر) طی دهه‌های مورد بررسی

کل دوره	درصد مساحت زیر پوشش در دوره					
	۱۳۸۵-۱۳۹۴	۱۳۷۵-۱۳۸۴	۱۳۶۵-۱۳۷۴	۱۳۵۵-۱۳۶۴	۱۳۴۹-۱۳۵۴	
۰	۰/۲۸	۰/۱۱	۴۷/۱۷	۰	۰/۳۷	۰-۵۰
۸/۹	۱۹/۱۲	۱۷/۷۱	۲۷/۳۵	۶	۹/۳	۵۰-۱۰۰
۲۶/۷۳	۲۵/۸۵	۲۴/۸۳	۱۶/۱۶	۲۱/۳۴	۲۴/۳۵	۱۰۰-۱۵۰
۱۵/۸	۱۴/۹	۱۳/۳۲	۵/۹	۱۷/۶	۱۴/۴۵	۱۵۰-۲۰۰
۱۱/۵۲	۹/۶۵	۱۰/۶۴	۱/۵	۱۳/۶	۱۳/۷۲	۲۰۰-۲۵۰
۹/۱	۷/۴۷	۷/۸۷	۰/۸۱	۱۱	۱۱/۳۶	۲۵۰-۳۰۰
۷/۹۸	۷/۲۶	۶/۹۳	۰/۴۸	۷/۹	۶/۲	۳۰۰-۳۵۰
۴/۶۶	۳/۸۹	۳/۹۳	۰/۳۵	۵	۵/۱	۳۵۰-۴۰۰
۲/۶۲	۲/۸۵	۳/۳	۰/۳	۳/۶	۳/۴	۴۰۰-۴۵۰
۳/۴۹	۲/۳۲	۲/۴۹	۰	۳/۵۴	۲/۵	۴۵۰-۵۰۰
۲/۳۹	۱/۸۶	۲	۰	۳/۳	۲/۱	۵۰۰-۵۵۰
۲	۱/۲۵	۱/۶۹	۰	۲/۷۴	۱/۶	۵۵۰-۶۰۰
۱/۲۸	۰/۷۴	۱/۱۶	۰	۱/۳۳	۱/۲	۶۰۰-۶۵۰
۰/۹۲	۰/۶۳	۱/۱	۰	۰/۶۵	۰/۸۴	۶۵۰-۷۰۰
۰/۸۳	۰/۵۵	۰/۸۱	۰	۰/۶۶	۰/۷۴	۷۰۰-۷۵۰
۰/۴۶	۰/۳۸	۰/۵۲	۰	۰/۳۵	۰/۶	۷۵۰-۸۰۰

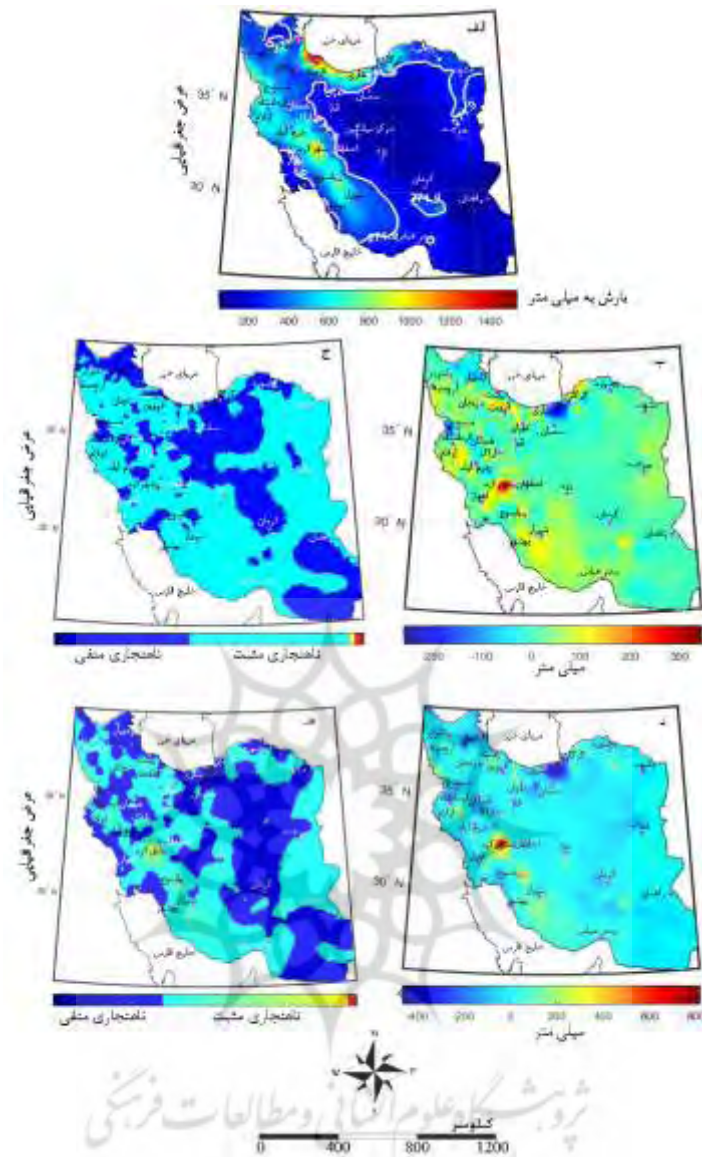
^۱- Alpert



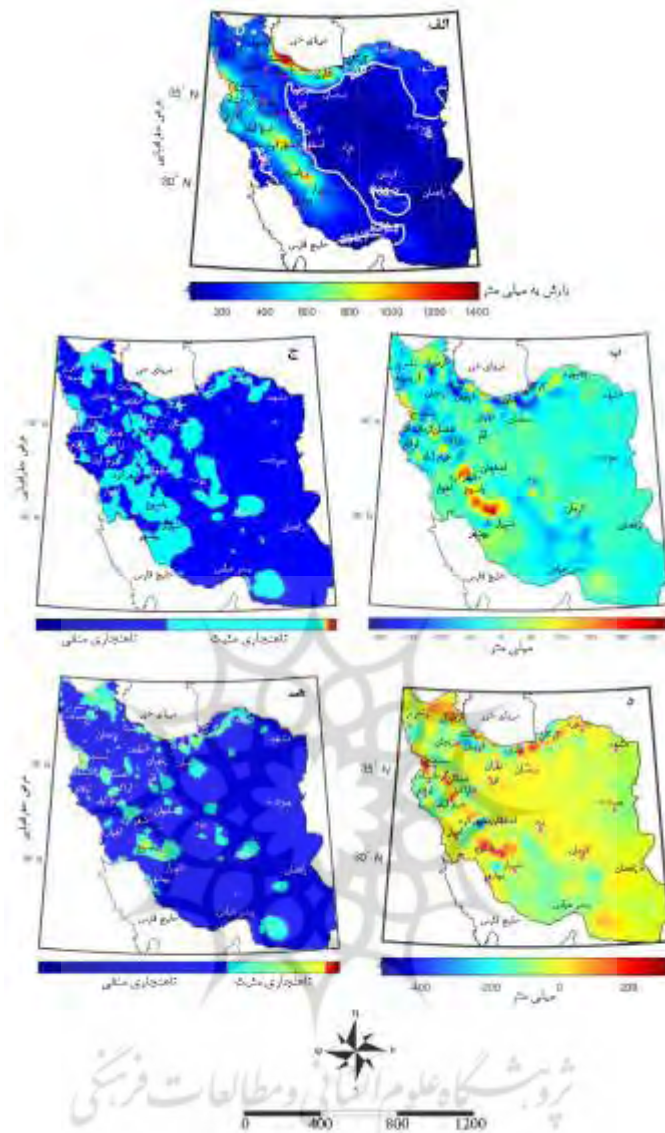
۰/۳۲	۰/۱۹	۰/۳۹	۰	۰/۳	۰/۶	۸۰۰-۸۵۰
۰/۲۱	۰/۱۴	۰/۲۵	۰	۰/۳	۰/۵	۸۵۰-۹۰۰
۰/۱	۰/۱	۰/۲۲	۰	۰/۱۸	۰/۳	۹۰۰-۹۵۰
۰/۱۲	۰/۱	۰/۱۹	۰	۰/۱۲	۰/۳۲	۹۵۰-۱۰۰۰
۰/۴۷	۰/۴۸	۰/۵۱	۰	۰/۶۴	۰/۸۳	بیش از ۱۰۰۰

تباین مکانی بارش را می‌توان از طریق مقایسه مرکز میانگین بارش (علامت + در نقشه‌ها و مختصات ارایه شده در جدول ۳) در دهه‌های مختلف و نیز مقایسه آن باکل دوره آماری (۱۳۹۴-۱۳۴۹) ردیابی نمود. تغییرات جایگاه مرکز میانگین بارش حاکی از آن است که از دهه ابتدایی مورد بررسی به سمت دهه انتهایی، مرکز میانگین نسبت به کل دوره، عموماً به سمت نواحی شمالی‌تر و غربی‌تر جابه‌جا شده‌اند (به ترتیب از دهه ابتدایی به دهه انتهایی ۳۰ ثانیه جنوبی‌تر و ۵۸٪ شرقی‌تر، ۲۹٪ جنوبی‌تر و ۲۳٪ غربی‌تر، ۳٪ غربی‌تر، ۸٪ شمالی‌تر و ۳۷٪ غربی‌تر و ۴۹٪ شمالی‌تر و ۳۹٪ غربی‌تر) و نیز نسبت به دوره‌های پیشین خود (به ترتیب از دهه دوم تا دهه چهارم حدود ۹ دقیقه جنوبی‌تر و ۱۶٪ غربی‌تر، ۳۸٪ جنوبی‌تر و حدود ۵۴٪ شمالی‌تر و حدود ۱۳٪ به سمت غرب، حدود ۴٪ به سمت عرض‌های شمالی‌تر ۲۷٪ شرقی‌تر). این واقعیت بر کاهش عرصه نواحی پربارش و جابه‌جایی آنها به سمت غرب و شمال گواهی می‌دهد. بدین معنی که نواحی توأم با بارش کم‌مقدار از نواحی جنوبی‌تر و شرقی‌تر به نواحی شمالی‌تر و غربی‌تر (نواحی پربارش‌تر) گسترش و پیشروی داشته‌اند. این به معنی کاهش گستره‌های پربارش و افزایش گستره‌های کم‌بارش است. در نتیجه میانگین بارش کشور به سمت انتهایی دوره مورد بررسی کاهش یافته‌است.

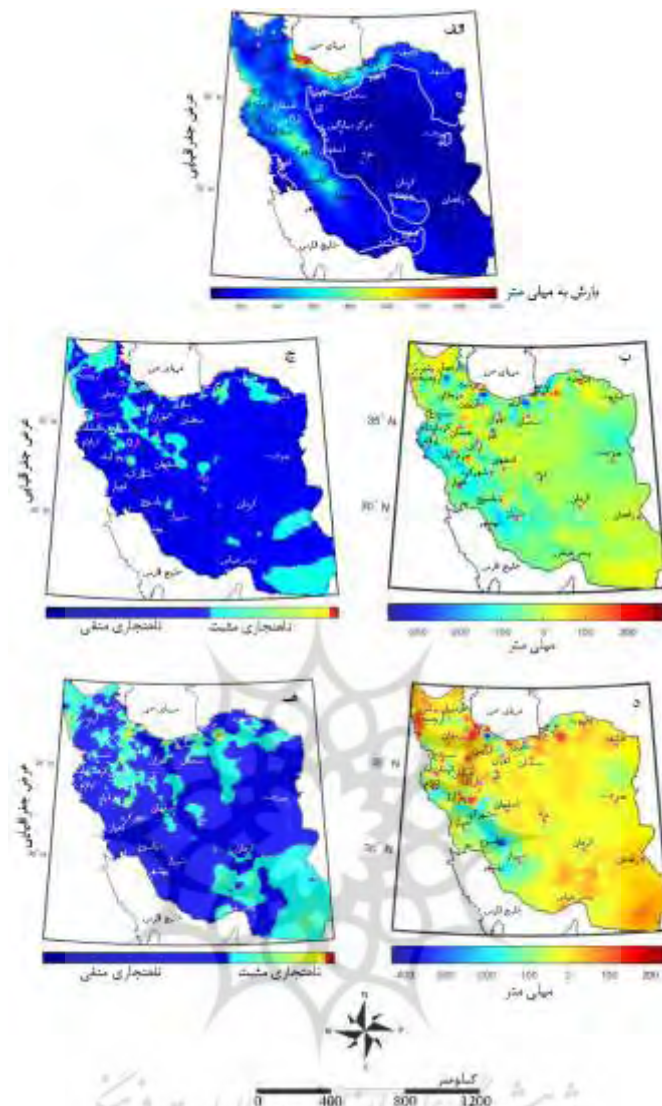
مقایسه هم‌بارش میانگین هریک از دهه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که نواحی توأم با بارش بیش از میانگین هریک از دهه‌ها نیز عموماً کاسته شده‌است. برای مثال از دهه ۱۳۶۴-۱۳۵۵ تا دهه ۱۳۹۴-۱۳۸۵ به ترتیب ۳۷/۱ درصد، ۷۷/۶ درصد، ۳۹/۶ درصد و بالاخره ۳۴/۹ درصد از پهنا کشور بارش بیش از میانگین دریافت داشته‌اند. به نظر می‌رسد که افزایش بارندگی دهه اول در نواحی کم‌بارش (بویژه نواحی توأم با بارش ۲۰۰-۱۵۰ میلی‌متر) و هم نواحی پربارش (نواحی توأم با ۶۵۰-۳۵۰ میلی‌متر) رخ داده‌است (جدول ۴)؛ زیرا مرز نواحی کم‌بارش در این دهه (۱۱۳/۵ میلی‌متر) نه تنها نسبت به کل دوره (۱۰۲/۷ میلی‌متر) افزایش داشته‌است، بلکه در قیاس با تمامی دهه‌های بعدی نیز بیشتر است. پیامد این امر کاهش ضریب تغییرپذیری مکانی (۶۴/۳٪) در قیاس با کل دوره (۶۸/۱٪) است.



شکل (۴): مجموع سالانه میانگین ماهانه بارش (الف)، ناهنجاری بارش نسبت به میانگین کل (ب) و ناهنجاری دو حالت (مثبت - منفی) نسبت به میانگین کل (ج)، ناهنجاری بارش نسبت به میانگین دهه قبل (د) و ناهنجاری دو حالت (مثبت - منفی) نسبت به میانگین دهه قبل (ه) طی دوره ۱۳۶۵-۱۳۷۴



شکل (۵) : مجموع سالانه میانگین ماهانه بارش (الف)، ناهنجاری بارش نسبت به میانگین کل (ب) و ناهنجاری دو حالت (مثبت - منفی) نسبت به میانگین کل (ج)، ناهنجاری بارش نسبت به میانگین دهه قبل (د) و ناهنجاری دو حالت (مثبت - منفی) نسبت به میانگین دهه قبل طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۷۵



شکل ۵: مجموع سالانه میانگین ماهانه بارش (الف)، ناهنجاری بارش نسبت به میانگین کل (ب) و ناهنجاری دو حالت (مثبت - منفی) نسبت به میانگین کل (ج)، ناهنجاری بارش نسبت به میانگین دهه قبل (د) و ناهنجاری دو حالت (مثبت - منفی) نسبت به میانگین دهه قبل طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵

افزایش عمومی ضریب چولگی مکانی بارش (از ۱/۹ در دهه اول تا حدود ۲/۳ در دهه آخر) گواهی دیگر بر افزایش تباین مکانی بارش است. در این میان تنها دهه ۱۳۶۵-۱۳۷۴ کاهش نسبی (نسبت به چولگی کل دوره آماری و دوره پیشین) رخ داده است. این دهه در قیاس با دهه‌های دیگر و نیز نسبت به کل دوره آماری بارش بیشتری را دریافت می‌داشته است. میانگین بارش سالانه در این دهه حدود ۲۷۱/۹ میلی‌متر است. در واقع نواحی بسیار پربارش غربی در این دهه که ناهنجاری مثبت بالایی تجربه کرده‌اند، نسبت به نواحی کم‌تر پربارش شرقی بوسیله کمربند کم‌بارش ناپیوسته (جنوب شرق به شمال و شمال شرق کشور) از هم جدا شده‌اند. علاوه بر این نواحی توأم با ناهنجاری منفی را می‌توان در گستره قابل توجه در شمال غرب و نیز جنوب غرب کشور مشاهده نمود. افزایش کشیدگی بارش نیز مشابه چولگی بوده است. این آماره از ۸/۶ در دهه نخست (۱۳۶۴-۱۳۵۵) تا ۱۱/۴ در دهه انتهایی مورد بررسی (۱۳۹۴-۱۳۸۵) تغییر یافته است.

از دیگر نشانه‌های وردایی شایان توجه بارش می‌توان به تغییرپذیری آستانه‌های پایین و بالای بارش نیز توجه کرد. برای مثال اختلاف صدک دهم (۱۱۳/۵ میلی‌متر) و نودم (۵۰۸/۸ میلی‌متر) در دهه اول حدود ۳۹۵/۳ میلی‌متر ولی در دهه انتهایی حدود ۳۴۰/۴



میلی متر بوده است. توجه کنید که در دهه انتهایی صدک دهم و نودم به ترتیب ۸۶/۶ و ۴۲۷ میلی متر بوده است. کاهش آستانه صدک دهم بیان گر کاهش مرز نواحی کم بارش در قیاس با دوره‌های پیشین در هر دهه و نیز در قیاس با کل دوره است. همچنین کاهش آستانه نودم گویای کاهش میزان بارندگی مرز نواحی پرباران در قیاس با دوره‌های مورد بررسی و نیز کل دوره است. بنابراین کاهش بارندگی در نواحی پربارش و کم بارش رخ داده است. در واقع کاهش میانگین بارش توأم با کاهش بارندگی در نواحی پرباران و کم باران بر کاهش سیستماتیک (حاصل از رویدادهای کلان مقیاس و نه رخداد‌های محلی) بارش گواهی می‌دهد. از این رو طبق جدول ۴ عمده‌ترین گروه بارشی در کشور که دستخوش تغییرات کم‌تری شده‌اند، گروه ۱۵۰-۱۰۰ میلی متر (حدود یک چهارم پهنه کشور) و پس از آن به ترتیب ۲۰۰-۱۵۰ و ۲۵۰-۲۰۰ میلی متر است.

همان گونه که قبلاً اشاره شد، کاهش میانگین بارندگی موجب افزایش تباین مکانی بارش می‌شود. از این رو کاهش میانگین بارش کشور در طی دهه‌های متوالی موجبات تکوین تباین مکانی (ضریب تغییرپذیری) بیشتر بارش شده است. این ویژگی عمدتاً حاصل کاهش بارندگی در گستره‌های بزرگ از نواحی کم بارش و افزایش نقطه‌ای نواحی پربارش است. همچنین کاهش بارندگی موجب تمایل خط همباران میانگین به مجاورت با رشته کوه‌های زاگرس شده است، به طوری که نواحی محدودتری بیش از میانگین، بارش دریافت می‌دارند.

نتیجه‌گیری

پژوهش‌های پیشین نشان داد که میزان بارش سالانه ایران طی دهه‌های اخیر تغییرات بلند مدت (روند) معنی‌داری داشته است. برای بررسی نقش دهه‌های مختلف در این تغییرات و نیز بررسی نظام حاکم بر تغییرات دهه‌ای بارش با استفاده از نسخه سوم پایگاه داده‌ای اسفزاری برای دوره ۱۳۴۹/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۴/۱۲/۲۹ به مدت ۱۶۸۰۱ روز برابر با ۴۶ سال و با تفکیک مکانی ۱۰ کیلومتر ابتدا میانگین بارش برای کل دوره (۱۳۹۴-۱۳۴۹) محاسبه و مشخصات مکانی و بعضاً زمانی بارش، میانگین بارش دهه‌های منتهی به دهه ۱۳۹۴-۱۳۸۵ محاسبه و ناهنجاری بارش نسبت به کل دوره و نیز نسبت به دهه‌های پیش از هر دهه محاسبه و نقشه‌های مربوط ارایه گردید.

بررسی‌ها نشان داد که میانگین بارش در انتقال از دهه اول به دوم افزایشی و در دهه‌های پس از آن کاهشی بوده است. بارش در کرانه‌های دریا‌های خزر، عمان و خلیج فارس، دامنه‌های غربی رشته کوه‌های زاگرس و دامنه‌های شمالی رشته کوه‌های البرز، تغییرات کاهشی بیشتری را نسبت به بخش‌های دیگر کشور (نظیر نواحی مرکزی، شرقی و شمال شرقی) متحمل شده‌اند. برخی پژوهشگران تغییرات بارشی ایران را با تغییرات رطوبت ورودی به جو ایران در ارتباط می‌دانند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۷؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ دارند، ۱۳۹۴). از آنجا که همه منابع رطوبتی ایران را به‌طور همسان، یکسان و همزمان متأثر نمی‌کنند و نیز بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر روند یکسانی در وردایی دهه‌ای بارش برای همه بخش‌های ایران زمین مشاهده نشد. بنابراین کاهش ورود سامانه‌های مدیترانه‌ای و در نتیجه کاهش آب بارش‌پذیر در ایران از دلایل احتمالی روند کاهشی بارش در طی سه دهه اخیر بوده است. احتمالاً کاهش فراوانی عبور یا تشکیل سامانه‌های همدید در این بخش از کشور طی سال‌های اخیر (آپرت، ۱۹۹۰ و آپرت، ۲۰۰۴) به روند کاهشی بارش کشور منجر شده است. مطالعات عساکره و دوستکامیان (۱۳۹۳-الف) نیز نشان داد که طی سه دهه اخیر میزان آب بارش‌پذیر کشور کاهش یافته است.

0 منابع

- 0 اختصاصی، محمدرضا؛ فرشید جهانبخشی، محمدرضا کوثری، (۱۳۹۴)، بررسی روند بارش در ۳۲ ایستگاه سینوپتیک ایران با روش ناپارامتری و جمع متحرک داده با مرتبه ۱ تا ۴۸ ماهه طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۵، تحقیقات منابع آب ایران، ۱۱، ۱۵۱-۱۵۶.
- 0 الوانکار، سیدرضا؛ نظری، فرزانه؛ و فتاحی، ابراهیم، (۱۳۹۵)، تاثیر تغییر اقلیم بر شدت و دوره بازگشت خشکسالی های ایران. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۳(۲)، ۹۹-۱۲۰.
- 0 بختیاری، بهرام؛ شهرکی، نادیا؛ احمدی، محمدمهدی، (۱۳۹۳)، برآورد احتمالات بارش روزانه با استفاده از مدل زنجیره مارکف در اقلیم‌های مختلف ایران، تحقیقات منابع آب ایران، ۱۰(۲)، ۴۴-۵۵.
- 0 تیموری و بذرافشان (۱۳۹۶)، تحلیل توزیع زمانی بارش در ایران طی چهار دهه گذشته، جغرافیا و توسعه، ۴۶، ۱۷۱-۱۸۸.
- 0 جهانبخش اصل، سعید؛ خورشید دوست، علی محمد؛ عالی نژاد، محمدحسین؛ پوراصغر، فرناز، (۱۳۹۵)، تأثیر تغییر اقلیم بر دما و بارش با در نظر گرفتن عدم قطعیت مدل‌ها و سناریوهای اقلیمی (مطالعه‌ی موردی: حوضه شهرچای ارومیه)، هیدروژئومورفولوژی، ۷، ۱۰۷-۱۲۲.
- 0 حسینی، سیدحسن؛ قربانی، محمدعلی؛ مساح بوانی، (۱۳۹۴)، مدل‌سازی بارش - رواناب در شرایط تغییر اقلیم به منظور پیش‌بینی جریان‌ات آبی حوزه صوفی چای، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۱۱، ۱-۱۴.
- 0 خدای، محمدمهدی؛ آزادی، مجید؛ رضازاده، پرویز، (۱۳۹۲)، منابع رطوبت و ترابرد ماهانه آن روی ایران و برهمکنش آن با مونسون هندوستان و پراتتفاع جنب حاره، مجله ژئوفیزیک ایران، ۷(۲)، ۹۶-۱۱۳.
- 0 دارند، محمد، (۱۳۹۴)، واکاوی وردایی زمانی-مکانی رطوبت جوی ایران زمین طی بازه زمانی ۲۰۱۳-۱۹۷۹، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۷(۲)، ۲۱۳-۲۳۹.
- 0 دارند، محمد، (۱۳۹۴)، ارزیابی و شناخت تغییر اقلیم در ایران زمین طی دهه‌های اخیر، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری، ۳۰، ۱-۱۴.
- 0 دانشمند، حجت اله؛ محمودی، پیمان، (۱۳۹۵)، تحلیل طیفی خشکسالی‌های ایران، مجله ژئوفیزیک ایران، ۱۰(۴)، ۲۸-۴۷.
- 0 دهقانی، طیب؛ سلیقه، محمد؛ علیجانی، بهلول، (۱۳۹۷)، اثر تغییر اقلیم بر میزان آب قابل بارش در سواحل شمالی خلیج فارس، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۴۹، ۷۵-۹۱.
- 0 سازمان هواشناسی کشور، (۱۳۹۶)، گزارش آشکارسازی، ارزیابی اثرات و چشم انداز تغییر اقلیم در ایران طی قرن ۲۱، تاریخ انتشار ۱۳۹۶/۸/۳۰.
- 0 شجاعی مقدم، رحمت‌الله؛ کریمپور، مصطفی؛ نصیری، بهروز؛ طهماسبی پور، ناصر، (۱۳۹۷)، بررسی و تحلیل چرخه‌ها و الگوی خودهمبستگی فضایی بارش های ماهانه ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۸(۵۱)، ۲۳۵-۲۵۱.
- 0 عباسی، فاطمه؛ بابائیان، ایمان؛ حبیبی نوخندان، مجید؛ گلی مختاری، لیلا (۱۳۸۹)، ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم بر دما و بارش ایران در دهه های آینده با کمک مدل *MAGICC-SCENGEN*، پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۷۲، ۹۱-۱۱۰.
- 0 عساکره، حسین، (۱۳۸۷)، کاربرد روش کریجینگ در میان‌یابی بارش مطالعه موردی: میان‌یابی بارش ۱۳۷۶/۱۲/۲۶ در ایران زمین، جغرافیا و توسعه، ۱۲، ۲۵-۴۲.
- 0 عساکره، حسین؛ دوستکامیان، مهدی؛ قائمی، هوشنگ، (۱۳۹۳-الف)، تحلیل تغییرات ناهنجاری‌ها و چرخه های آب قابل بارش جوی ایران، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، ۴۶(۴)، ۴۳۵-۴۴۴.



- 0 عساکره، حسین؛ صیادی، فریبا، (۱۳۹۳-ب)، ارزیابی توان الگوی زنجیره مارکوف در برآورد و پهنه بندی احتمالاتی روزهای خشک ایران. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱۰، ۵۴-۳۷.
- 0 عساکره، حسین، (۱۳۹۶)، *مبانی پژوهش در آب‌وهواشناسی*، چاپ اول، زنجان، انتشارات دانشگاه زنجان.
- 0 عسکری، احمد؛ رحیم‌زاده، فاطمه، (۱۳۸۲)، برجستگی نوسان بارش در کشور نسبت به روند و جهش آن، *سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم*، اصفهان.
- 0 علیجانی، بهلول؛ محمودی، پیمان؛ شاه‌زنی، عبدالرئوف، محمدی، عبدالمجید، (۱۳۹۳)، بررسی احتمال تداوم روزهای بارش در ایران زمین، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۵۶، ۱۶-۱.
- 0 علیجانی، بهلول؛ دوستکامیان، سیدمهدی؛ اشرفی، سعیده؛ شاکری، فهیمه، (۱۳۹۴)، بررسی تغییرات الگوهای خود همبستگی فضایی درون دهه‌ای بارش ایران طی نیم قرن اخیر، *فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای*، ۱۴، ۸۸-۷۱.
- 0 علیجانی، بهلول؛ دوستکامیان، سیدمهدی؛ یدالله بلیانی، (۱۳۹۵)، تحلیل طیفی سری‌های زمانی بارش سالانه ایران، *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۵۷، ۲۳۶-۲۱۷.
- 0 علیجانی، بهلول، (۱۳۹۵)، *آب و هوای ایران*، چاپ سیزدهم، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- 0 فرج‌زاده، منوچهر؛ احمدیان، کلثوم، (۱۳۹۳)، تحلیل زمانی و مکانی خشکسالی با استفاده از شاخص *SPI* در ایران، *مخاطرات محیط طبیعی*، ۴، ۱۶-۱.
- 0 غیور، حسنعلی؛ مسعودیان، سیدابوالفضل، (۱۳۷۵)، بررسی نظام تغییرات مجموع بارش سالانه در ایران زمین، *مجله نیوار*، ۲۹، ۲۶-۶.
- 0 کاویانی، محمدرضا، (۱۳۷۲)، تحلیلی آماری از رژیم بارندگی ایران، *مجله رشد آموزش جغرافیا*، ۱۳، ۴-۱۲.
- 0 کتیرایی، پری‌سیم؛ حجام، سهراب؛ ایران‌نژاد، پرویز، (۱۳۸۶)، سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش در ایران طی دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۱، *مجله فیزیک زمین و فضا*، ۳۳، ۶۷-۸۳.
- 0 کریمی، مصطفی؛ کاکلی، سیف‌اله؛ رفعتی، سمیه، (۱۳۹۷)، شرایط و مخاطرات اقلیمی آینده ایران در تحقیقات اقلیمی، *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۵ (۳)، ۲۲-۱.
- 0 مجرد، فیروز، خیری، راضیه؛ نوری، زهرا، (۱۳۹۳)، تحلیل فراوانی خشکسالی‌های روزانه در ایران با شاخص خشکسالی مؤثر، *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۳۵، ۴۸-۲۹.
- 0 محمودی، پیمان؛ رزمجو، سمیرا؛ امیر جهان‌شاهی، سید مهدی، (۱۳۹۹)، همپوشانی دوره تناوب شاخص نوسان اطلس شمالی (NAO) با دوره تناوب خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایران، *مجله ژئوفیزیک ایران*، ۱۴ (۱)، ۱۰۴-۹۱.
- 0 مسعودیان، سیدابوالفضل، (۱۳۹۰)، *آب‌وهوای ایران*، مشهد، انتشارات شریعه توس.
- 0 مسعودیان، سیدابوالفضل، (۱۳۹۸). گزارش بارش‌های اسفند ۱۳۹۷ و فروردین ۱۳۹۸ حوضه‌های سیل زده ایران، هیأت ویژه گزارش ملی سیلاب. کارگروه اقلیم‌شناسی و هواشناسی. منتشر نشده.
- 0 مسعودیان، سیدابوالفضل؛ رعیت‌پیشه، فاطمه؛ کیخسروی کیانی، محمدصادق، (۱۳۹۳)، معرفی و مقایسه‌ی پایگاه داده بارشی TRMM3B43 و پایگاه داده بارش اسفزاری، *مجله ژئوفیزیک ایران*، ۴، ۳۱-۱۵.
- 0 میرموسوی، سیدحسین؛ دوستکامیان، سید مهدی؛ ستوده، فاطمه، (۱۳۹۵)، بررسی و تحلیل الگوی فضایی تغییرات درون‌دهه‌ای بارش‌های سنگین و فوق‌سنگین ایران، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۷ (۳)، ۸۶-۶۷.
- 0 ناظری تهرودی محمد؛ کیوان خلیلی و فرشاد احمدی. ۱۳۹۵. تحلیل روند تغییرات ایستگاهی و منطقه‌ای بارش نیم قرن اخیر کشور ایران. *نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۳۰: ۶۵۴-۶۴۳.

- 0 Alpert, P.; BU Neeman, and Y. Shay-El. (1990), Climatological analysis of Mediterranean cyclones using ECMWF data. *Tellus* 42: 65–77.
- 0 Alpert, P.; I. Osetinsky, B. Zivb, H. Shafir. (2004), Semi-objective classification for daily synoptic systems: application to the eastern Mediterranean climate change. *International journal of climatology*, 24: 1001–1011.
- 0 Diaz, H. F.; Bradley, R. S.; Eischeid, J. K, (1989), Precipitation fluctuations over global land areas since the late 1800's, *Journal of Geophysical Research*, 94, 1195-1210.
- 0 Gates, W. L.; Rowntree, P. R; Zeng, Q-C, (1990), Validation of Climate Models. In: Houghton, J. T., Jenkins, G. J., Ephraums, J. J. (eds.) *Climatic Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 93-130.
- 0 Graef, F.; Haigis, J, (2001), Spatial and temporal rainfall variability in the sahel and its effects on farmers' management strategies, *Journal of Arid Environments*, 48 (2), 221- 231.
- 0 IPCC, (2007), *Climate Change 2007 Synthesis Report*, Published by the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- 0 Masoodian, S.A, (2008), On Precipitation Mapping in Iran, *Journal of Humanities*, 30(2), 69-80.
- 0 Todorov, A. V, (1985), Sahel: The changing rainfall regime and normals' used for its assessment, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 24, 97-107.
- 0 Vining, K. C; Griffith, J. F, (1985), Climatic variability at ten stations across the United States, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 24, 363-370.
- 0 Waha, K; Van Bussel, L. G. J; Muller, C.; Bondeau, A, (2012), Climate-driven simulation of global crop sowing dates, *Global Ecology and Biogeography*, 21 (2), 247-259.