نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هشتم، شماره ٤، زمستان ١٤٠٠

صفحات ١٠٣ – ١٢٢

واکاوی فضایی وردایی توزیع درون‌سالانهٔ بارش ایران‌زمین طی دهه‌های اخیر (۱۳۹۴-۱۳۵۵)

حسین عساکره؛[1] استاد اقلیم شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

سیدابوالفضل مسعودیان؛ استاد دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

فاطمه ترکارانی؛ دانشجوی دکتری دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

دریافت مقاله :۱۳۹۹/۰۴/۲۸ پذیرش نهایی:۱۳۹۹/۰۷/۱۲

چکیده

یکی از انواع رفتارهای ظاهراً آشفتهٔ بارش، وردایی ماه‌به‌ماه بارش در مقیاس دهه‌ای است که نمایه‌ای از ساختار اقلیم بارشی به‌شمار می‌آید. در پژوهش حاضر توزیع ماه‌به‌ماه بارش ایران‌زمین و تغییرات دهه‌ای آن با به‌کارگیری نمایهٔ ضریب تغییرات برای دورهٔ آماری ۱۳۹۴-۱۳۴۹ و با بهره‌گیری از داده‌های شبکه‌ای اسفزاری نسخهٔ سوم بررسی شد. روابط این متغیر با متغیرهای مکانی - توپوگرافیک با استفاده از داده‌های مدل رقومی ارتفاع و براساس شگردهای رگرسیونی برای چهار دورهٔ ده‌ساله (۱۳۶۴-۱۳۵۵، ۱۳۷۴-۱۳۶۵، ۱۳۸۴-۱۳۷۵ و ۱۳۹۴-۱۳۸۵) بررسی شد و نیز برای دستیابی به الگوی فضایی از شگرد تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. یافته‌های پژوهش حاضر تنوع تباین ماهانهٔ بارش در کشور را تایید نمود، امّا برخلاف انتظار روند بلند مدت تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش عموماً در کشور فاقد معنی آماری است. همچنین طی دهه‌های مختلف تغییرات قابل توجهی بین نواحی با کمینه، بیشینه و در نتیجه دامنهٔ تغییرات مکانی و نیز میانگین پهنه‌ای ضریب تغییرات ماه‌به‌ماه بارش مشاهده نشد. با این وجود، نواحی توأم با بارش نسبتاً یکنواخت کشور برای چهاردههٔ متوالی رفتار نوسانی (تناوبی) داشته‌اند. همچنین گسترهٔ پهنه‌های توأم با مقادیر مختلف تغییرپذیری نیز تغییر یافته‌است. اگرچه در هر دهه و نیز در کل دوره این گستره‌ها با موقعیت و عوامل توپوگرافیک در ارتباط معنی‌داری بوده‌است، اما این رابطه نسبتاً کم بوده است. تحلیل فضایی مبتنی بر تحلیل خوشه‌ای، ۵ ناحیهٔ تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش به‌دست داد. این نواحی از عرض جغرافیایی حدود ۳۲ درجه به سمت شمال، به طور تقریبی از مدارات تبعیت می‌کنند؛ ولی در نیمهٔ جنوبی کشور عموماً با نصف‌النهارات ارتباط بیشتری به‌نمایش می‌گذارند.

واژه‌های کلیدی : بارش ایران، تغییرات ماه‌به ماه بارش، وردایی درون‌سالانهٔ بارش، ناهنجاری بارش، واکاوی فضایی بارش

[1] . نویسنده مسئول: Email: asakereh@znu.ac.ir

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

مقدمه

موقع و مقر کشور ایران بستر تقابل رویدادها و فرایندهای طبیعی - انسانی پرشماری است. این تقابل موجب شکل‌گیری، پیکربندی و تجدید مستمر هویت بسیاری صفات کشور شده است. این امر ضمن پیچیده‌کردن ویژگی‌های جغرافیایی ایران، شناخت ابعاد و عملکرد آن را ضروری می‌سازد. یکی از صفات و ابعادی که در این زمینه کشور ما را متمایز می‌سازد، اقلیم آن است که حاصل تقابل عوامل، عناصر، رویدادها، فرایندها، و پدیده‌های آب‌وهوایی در مقیاس‌های مختلف است و منجر به تغییر بلندمدت (روند) و تغییرات میان - کوتاه مدت (نوسان، افت‌وخیز، جهش، پی‌آیی) اقلیم (به شکل کلی و یا عناصر اقلیمی) کشور می‌شود (عساکره، ۱۳۹۶). روند در ادبیات اقلیم‌شناسی ایران معادل «تغییر (دگرگونی[۱])» و تغییرات میان - کوتاه‌مدت معادل «تغییرپذیری (وردایی)[۲]» تعریف شده است.

تغییر(پذیری) عناصر اقلیمی می‌تواند در مقادیر میانگین یا در اندازه‌های پراش رخ دهد. میانگین و پراش در مقیاس‌های زمانی مختلف (روزانه، ماهانه، سالانه و...) تغییر(پذیری) را تجربه می‌کنند. به طور دقیق‌تر می‌توان گفت که گاه مقادیر عناصر اقلیمی دچار تغییر می‌شوند و گاه زمان رخداد مقادیر از قوانین (ظاهراً) منظمی پیروی نمی‌کنند. بدین دلیل علاوه بر بی‌نظمی ظاهری در مقدار عناصر اقلیمی، آشفتگی رفتار ظاهری در زمان رخداد مقادیر نیز دیده می‌شود. این نوع رفتارها به عنوان جلوه‌ای از تغییرپذیری اقلیم را می‌توان نوعی «ناهنجاری[۳]» نسبت به هنجار اقلیمی (میانگین) و «ناپیوستگی[۴]» در «شرایط غالب» (به‌عنوان بخشی مهم از تعریف) اقلیم تلقی نمود. در واقع این‌گونه حرکت‌ها، الگوهای نسبتاً یکتا و تکرارناشدنی را منعکس می‌کنند. جلوهٔ این رفتارهای ناهنجار در عناصر اقلیمی مختلف، متفاوت است. توجه کنید که «ناهنجاری» به انحراف مقادیر از یک آستانهٔ ثابت اشاره دارد. به‌عنوان مثال انحراف از هنجار آب‌وهوایی (میانگین بلندمدت یا میانگین دوره‌های مشابه پیشین)، یک ناهنجاری بشمار می‌رود (عساکره، ۱۳۹۶).

بارش به‌عنوان یکی‌از حساس‌ترین عناصر اقلیمی به لحاظ انعکاس تغییر(پذیری) میانگین و پراش مقادیر و زمان وقوع آنهاست (عساکره و رزمی، ۱۳۹۱). یکی از انواع ناهنجاری که در بارش هر محل محتمل است، وردایی توزیع آن بین ماه‌های سال است. همان‌گونه که عساکره و رزمی (۱۳۹۱) نیز بیان داشته‌اند این مطالعات به‌لحاظ تعداد، محدودتر از مطالعاتی است که در مورد روند تغییرات عناصر اقلیمی (بویژه بارش) انجام شده است. برای مثال بررسی توزیع ماهانهٔ بارش در شمال شرق آمریکا (Scott et al., ۱۹۷۹)، در منطقه نیمه خشک ماکدونیا[۵] درشمال یونان (Dalzeus, ۱۹۹۵)، در ترکیه (Tarawneh, ۲۰۰۳ ؛ Kadioglu, ۱۹۹۹) و در ۵۰ ایستگاه اروپا (Karagiannidis et al., ۲۰۰۸) بوسیلهٔ اقلیم‌شناسان بررسی شده‌اند. اقلیم‌شناسان طی سال‌های اخیر نشان داده‌اند که توزیع ماه‌به‌ماه بارش در برخی نواحی دگرگونی‌های متنوعی را تجربه کرده است. به‌عنوان مثال راموس (Ramos, ۲۰۰۱) تغییرپذیری سال به سال بارش فصلی در منطقه آلت‌پندز[۶] را بررسی کرد. نتایج بررسی‌های وی نشان داد که فصل بهار به‌سمت خشکی و فصل پاییز به سوی شرایط مرطوب تمایل می‌یابد. بورت و هورتون (Burtt and Hurton, ۲۰۰۷)

۱- Change
۲- Variation
۳ - Anomaly
٤- Discontinuity
٥- Makedonia
٦ - Alt Penedes

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

تغییرپذیری دهه‌ای توزیع ماه‌به‌ماه بارش را از دهه ۱۸۵۰در مقیاس دهه‌ای برای دورهام[۱] بررسی کردند. یافته‌های ایشان نشان داد که طی قرن بیستم ماه‌های فصل تابستان به خشک‌تر شدن و ماه‌های فصل زمستان به مرطوب‌تر شدن تمایل یافته‌اند.

علی‌رغم اهمیت تغییر الگوی ماه‌به‌ماه بارش به‌عنوان نمایه‌ای از ساختار اقلیم کشور تاکنون مطالعات جامعی در این زمینه صورت نگرفته است. در برخی مطالعات این ویژگی بارش عمدتاً در مقیاس ناحیه‌ای (مثلاً برای شمال‌غرب کشور) انجام شده‌است (برای مثال دراین زمینه می‌توان به مطالعهٔ عساکره و رزمی، ۱۳۹۱؛ عساکره و رزمی، ۱۳۹۳ و Asakereh, ۲۰۲۰ اشاره نمود). دانشمندان و بویژه اقلیم‌شناسان کشور مطالعات پراکنده‌ای در مورد ویژگی‌های توزیع ماه‌به‌ماه بارش ایران انجام داده‌اند. دراین زمینه می‌توان به کاویانی (۱۳۷۲)، بابائی‌فینی و فرجزاده (۱۳۸۲)، مسعودیان (۱۳۸۴)، مسعودیان و عطایی (۱۳۸۴)، رضیئی و عزیزی (۱۳۸۷) اشاره نمود. از آن‌جا که تغییر توزیع ماه‌به‌ماه بارش ایران درمقیاس دهه‌ای مورد مداقه قرار نگرفته است، مطالعهٔ حاضر دراین زمینه به‌عنوان راه‌گشای پژوهش‌های بعدی انجام شده‌است. در این راستا سه سوال به‌شرح زیر مطرح شده‌است:

- آیا توزیع ماه‌به‌ماه بارش ایران طی چهار دههٔ اخیر تغییر یافته‌است؟
- روابط توزیع ماه‌به‌ماه بارش با متغیرهای مکانی - توپوگرافیک از چه الگویی تبعیت می‌کند؟
- آیا می‌توان الگوی فضایی برای وردایی دهه‌ای تغییرات ماه‌به‌ماه بارش اختیار نمود؟

برای پاسخ به این پرسش‌ها توزیع ماه‌به‌ماه بارش ایران‌زمین و تغییرات دهه‌ای آن با بکارگیری نمایهٔ ضریب‌تغییرات (CV)[۲] برای دورهٔ آماری ۱۳۹۴-۱۳۴۹ و با بهره‌گیری از داده‌های شبکه‌ای اسفزاری نسخهٔ سوم بررسی شد. روابط این متغیر با متغیرهای مکانی (طول و عرض جغرافیایی) - توپوگرافیک (ارتفاع، شیب و جهت شیب) با استفاده از شگردهای رگرسیونی بررسی گردید و نیز برای دستیابی به الگوی فضایی از شگرد تحلیل خوشه‌ای استفاده شد.

داده‌ها و روش کار

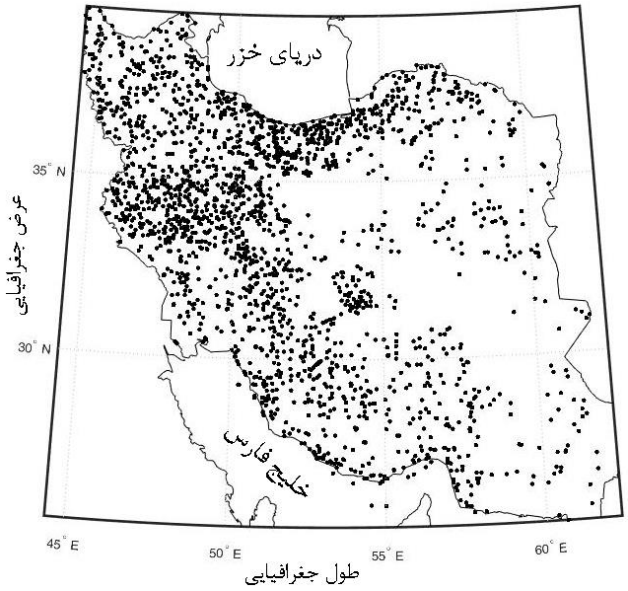
برای انجام پژوهش حاضر از دو گروه داده، پایگاه داده اسفزاری نسخهٔ سوم و داده‌های مدل رقومی ارتفاع (DEM)[۳] مربوط به ایران استفاده شد:

پایگاه داده‌ای اسفزاری نسخهٔ سوم برپایهٔ درون‌یابی اندازه‌گیری‌های بارش روزانهٔ تعداد ۲۱۸۸ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی سازمان هواشناسی (شکل ۱) از ۱۳۴۹/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۴/۱۲/۲۹ به‌مدت ۱۶۸۰۱ روز (۴۶ سال) و با تفکیک مکانی ۱۰ کیلومتر حاصل شده‌است (مسعودیان، ۱۳۹۸). براساس مختصات جغرافیایی ایران که بین مدار ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی و ۴۴ تا ۶۴ درجه شرقی قرار گرفته است و نیز برپایهٔ بیضوی مرجع (WGS۸٤) و با توجه به تفکیک مکانی یاد شده، پایگاه داده به ابعاد ۲۰۵×۱۶۷ (۳۴۲۳۵ یاخته) و نیز متغیرهای مکانی (طول و عرض جغرافیایی) بدست آمد. تعداد کل یاخته‌های درون مرزهای خاک اصلی ایران ۱۶۲۰۳ تا است. علاوه براین با توجه به بازهٔ زمانی پایگاه داده که مشتمل بر ۱۶۸۰۱ روز است، ابعاد نهایی پایگاه داده ۱۶۸۰۱×۲۰۵×۱۶۷ حاصل شد.

---

۱ - Durham
۲ - Coefficient of Variation
۳ - Digital Elevation Model

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]



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

داده‌های مدل رقومی ارتفاع (DEM) با توان تفکیک ۱۰ متری مربوط به سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا است که از تصاویر ماهواره‌ای Astet برای پوشش جهانی تولید شده‌است. این داده‌ها از آدرس زیر قابل دستیابی است:
https://earthexplorer.usgs.gov/fgdc/٤٢٢٠/ASTGDEMV٢٠_٠S٣٧E١٧٥

بدین ترتیب مشخصات توپوگرافیک مورد نیاز برای مطالعه حاضر (ارتفاع، شیب، و جهت شیب) استخراج گردید. این ویژگی‌ها برای وارسی رابطهٔ بین ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش و متغیرهای مذکور بکار گرفته شد.

براساس پایگاه داده اسفزاری ابتدا ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش هر یاخته براساس رابطهٔ زیر محاسبه شد:

$$CV_{ij} = \frac{S_{ij}}{\overline{X}_{ij}} \times 100$$

در این رابطه CV_{ij}، S_{ij}، $\overline{X}_{ij}$ به‌ترتیب ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه (به‌درصد)، انحراف معیار (میلی‌متر) و میانگین (میلی‌متر) بارش برای یاختهٔ ردیف i ام و ستون j ام از پایگاه دادهٔ معرفی شده در بالاست. ضریب‌تغییرات ماه به ماه بارندگی گویای شدت تغییرات ماه به ماه و تباین ماه‌ها به لحاظ میزان بارش است.

ضریب‌تغییرات برای دو مقیاس زمانی، کل دورهٔ آماری (۱۳۹۴- ۱۳۴۹) و چهار دههٔ مورد بررسی، محاسبه و رابطهٔ آن با مشخصات مکانی - توپوگرافیک بررسی شد. برای بررسی کل دورهٔ آماری، میانگین ماهانهٔ بارش دوازده ماه سال برای هر یاخته محاسبه شد. در این فرایند دوازده نقشهٔ ماهانه حاصل آمد. برای هر یاختهٔ نقشه و طی دوازده ماه ضریب‌تغییرات محاسبه و نتیجه به شکل نقشهٔ توزیع مکانی ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش عرضه گردید. به‌منظور بررسی ضریب‌تغییرات ماه‌به ماه دهه‌ای بارش، ضریب‌تغییرات هردهه مشابه با روش بالا برای دهه‌های منتهی به دههٔ ۱۳۹۴-۱۳۸۵ محاسبه شد. بدین ترتیب ۵ سالهٔ اول (۱۳۵۴-۱۳۴۹) در بررسی، مقایسه و مطالعهٔ دهه‌ها جای نگرفت. براین اساس ویژگی‌های مکانی - توپوگرافیک ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه میانگین بارش ایران طی چهار دورهٔ ده‌ساله (۱۳۵۵-۱۳۶۴، ۱۳۶۵-۱۳۷۴، ۱۳۷۵-۱۳۸۴ و ۱۳۹۴-۱۳۸۵) بررسی، مطالعه و مقایسه شد. دراین راستا تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش هردهه با کل دورهٔ آماری و دههٔ پیش از آن مقایسه شد. نقشه‌های ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

هردهه، نقشه‌های ناهنجاری آن در قیاس با تغییرپذیری ماه‌به‌ماه کل دوره و نقشه‌های ناهنجاری آن در قیاس با دهۀ پیشین ترسیم و بررسی گردید. بدین‌ترتیب توزیع مکانی تباین‌های دهه‌ای تغییرپذیری درون‌سالانۀ بارش استخراج و استنباط شد.

علاوه بر بررسی و وارسی جزئیات مکانی مقادیر تغییرات ماه‌به‌ماه بارش، روابط این نمایه با متغیرهای مکانی (طول جغرافیایی، عرض‌جغرافیایی) و روابط توپوگرافیک (ارتفاع، شیب و جهت‌گیری شیب) براساس بررسی ضریب همبستگی و نیز برازش مدل رگرسیونی چندمتغیره برازنده بر متغیرهای مورد بررسی تعبیر، تفسیر و تحلیل شد. سپس با استفاده از طبقه‌بندی فضایی براساس تحلیل خوشه‌ای، الگوی فضایی تغییرپذیری بارش استخراج شد. دراین راستا تلاشی مبتنی برآزمون و خطا انجام شد. ابتدا شباهت - اختلاف یاخته‌های نقشه در سه مرحله براساس فاصلۀ اقلیدسی محاسبه شد. مرحلۀ اول با درنظر گرفتن ضریب‌تغییرپذیری هردهه، در مرحلۀ دوم براساس ضریب‌تغییرپذیری هر دهه و ناهنجاری تغییرپذیری دهه‌ها نسبت به هنجار کل دوره آماری در مرحلۀ سوم براساس سه ملاک ضریب‌تغییرپذیری هر دهه، براساس ناهنجاری تغییرپذیری دهه‌ها نسبت به هنجار کل دوره آماری و براساس ناهنجاری تغییرپذیری دهه‌ها نسبت به دهۀ پیشین، فاصلۀ اقلیدسی محاسبه شد. سپس براساس روش‌های ادغام مختلف (ادغام وارد[۱]، میانگین فاصله غیر موزون (UPGMA)[۲]، مرکز ثقل فاصله[۳]، دورترین فاصله[۴] و نزدیک‌ترین فاصله[۵])، یاخته‌های نقشه ادغام شدند. پس‌از آن براساس هر فاصله و هریک از روش‌های ادغام ده طبقه (از دو گروه تا یازده گروه) تشکیل و نقشه‌های آنها تولید شد. مجموعاً ۱۵۰ نقشۀ طبقه‌بندی تهیه شد. نقشه‌ها با فراسنج‌های مورد بررسی در چهار دهۀ مورد مطالعه مقایسه شد. بهترین نقشه که صفات رویدادها را بهتر بیان کند براساس فاصلۀ اقلیدسی و براساس دو فراسنج، ضریب‌تغییرپذیری هردهه و ناهنجاری تغییرپذیری دهه‌ها نسبت به هنجار کل دورۀ آماری، و نیز براساس روش‌های ادغام دورترین فاصله با پنج طبقه بهترین طبقه‌بندی را به‌دست داد. کلیه عملیات زیر با استفاده از امکانات موجود در نرم‌افزار «متلب[۶]» انجام شد. دارنمای این تحلیل در شکل ۲ آمده است. خط چین‌ها محل برش نهایی و گروه‌بندی پنج‌گانۀ یاد شده را نشان می‌دهد.

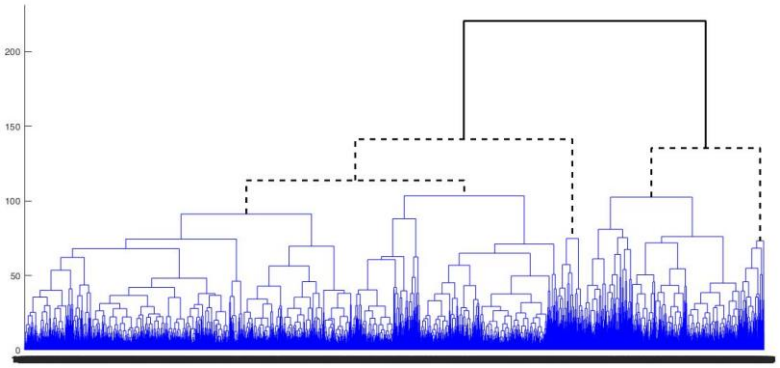
شرح و تفسیر نتایج

در این بخش ضریب‌تغییرات ماه‌به ماه بارش، به‌عنوان وردایی - تباین ماهانۀ بارش درطول سال برای کل دورۀ آماری مورد بررسی (۱۳۹۴-۱۳۴۹) محاسبه شد. نتایج این محاسبات در شکل ۲ - الف ارایه شده‌است. همچنین این مقدار برای هریک از سال‌ها و در هر یاختۀ نقشه محاسبه شد، سپس روند بلند مدت آن برآورد گردیده و در شکل ۲- ب ارایه شد. ضریب‌تغییرات ماه‌به ماه بارش برای چهاردهۀ منتهی به دهۀ ۱۳۹۴-۱۳۴۹ محاسبه و توزیع مکانی آن در نقشه‌های ارایه شده در شکل ۳ - الف عرضه شده‌است. علاوه براین ناهنجاری ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه دهه‌های مورد بررسی با ضریب‌تغییرات کل دوره (شکل ۳- ب) و نیز ضریب‌تغییرات دهۀ پیش از آن (۳- ج) محاسبه شده‌است. بدین

۱- Ward
۲- Unweighted average distance
۳- Centroid distance (UPGMC)
٤- Farthest distance
٥- Shortest distance
٦- Matlab

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

ترتیب وردایی نسبی در توزیع ماه‌به‌ماه کشور عرضه گردیده‌است. مقدار درصد پهنه‌های زیر پوشش گروه‌های مختلف ضریب‌تغییرات از نقشه‌های ترسیم شده استخراج شد و در جدول ۱ ارایه گردید.



شکل ۲. دارنما ضریب‌تغییرپذیری هردهه و ناهنجاری تغییرپذیری دهه‌ها نسبت به هنجار کل ایران براساس روش ادغام دورترین فاصله

جدول ۱. درصد پهنه‌های توأم با گروه‌های مختلف ضریب‌تغییرات در کشور

درصد میزان تغییرپذیری	درصد مساحت زیر پوشش دوره					
	۱۳۵۴-۱۳۴۹	۱۳۶۴-۱۳۵۵	۱۳۷۴-۱۳۶۵	۱۳۸۴-۱۳۷۵	۱۳۹۴-۱۳۸۵	کل دوره
۲۰-۰	۰	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۱۳
۳۰-۲۰	۰/۴	۰/۵۹	۰/۳۲	۰/۷۳	۰/۱۶	۰/۵۷
۴۰-۳۰	۱/۳۳	۱/۶۴	۱/۵۴	۲/۰۱	۱/۰۶	۲
۵۰-۴۰	۱/۸۷	۲/۸۹	۲/۵۹	۱/۷۳	۳/۳۳	۲/۶
۶۰-۵۰	۲/۲۶	۲/۵۶	۴/۰۷	۲/۱۷	۴/۶۲	۳/۸۲
۷۰-۶۰	۳/۱۷	۵/۹۸	۳/۰۴	۶/۲	۶/۶۲	۵/۸۲
۸۰-۷۰	۳/۴۶	۱۳/۶۸	۸/۵۶	۱۱/۲۷	۱۰/۲۶	۱۱/۸۴
۹۰-۸۰	۸/۳۷	۱۴	۱۴/۲۲	۱۲/۶۹	۱۸/۱۶	۱۸/۱۳
۱۰۰-۹۰	۱۷/۶۳	۲۳/۱۴	۲۶/۸۹	۲۰/۲۸	۲۷/۰۶	۳۰/۸۷
۱۱۰-۱۰۰	۲۰/۴۱	۲۶/۹۱	۲۶/۵۷	۲۲/۷۸	۲۳/۷۶	۱۸/۹
۱۲۰-۱۱۰	۱۷	۶/۹۸	۸/۶۱	۱۲/۶۹	۳/۷۶	۴/۶۲
+۱۲۰	۲۴/۱	۱/۵۲	۳/۵۳	۷/۳۷	۱/۱۹	۰/۷
میانگین	۱۰۴/۲	۸۹/۶	۹۲/۲	۹۳/۴	۸۸/۴	۸۷/۵
کمینه	۲۲/۱	۱۷/۶	۱۶/۶	۱۷/۲	۱۸/۲	۱۴/۴
بیشینه	۱۶۷/۶	۱۴۴/۶	۱۳۴/۱	۱۴۱/۴	۱۴۱/۸	۱۲۸/۸

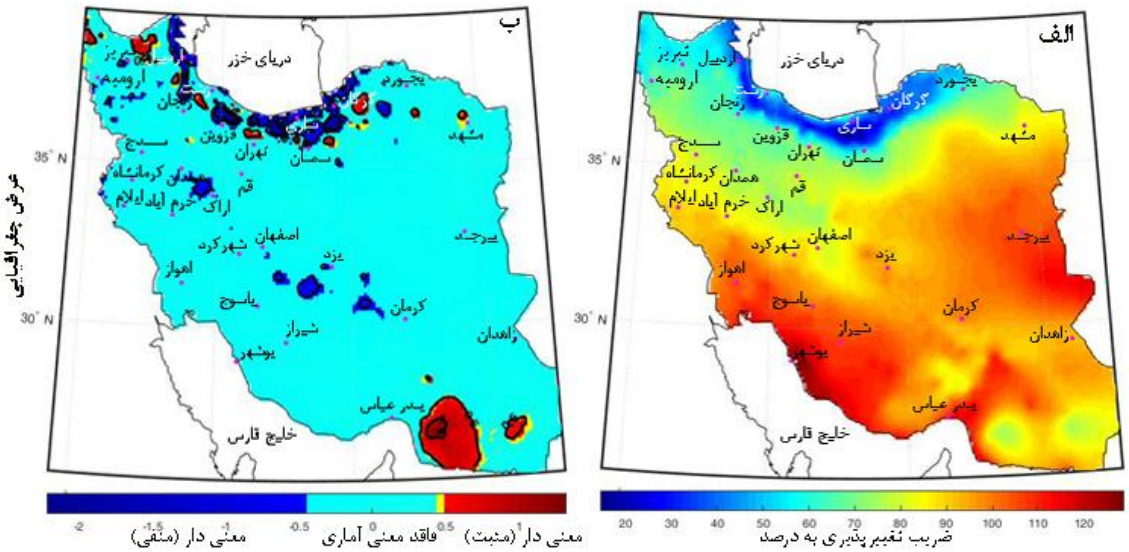
- **ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش برای کل دورهٔ آماری**

در شکل ۲ - الف توزیع مکانی ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش برای کل دورهٔ آماری (۱۳۹۴-۱۳۴۹) نشان داده شده‌است. میانگین، کمینه و بیشینهٔ ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش کشور به‌ترتیب حدود ۸۷/۵، ۱۴/۴ و ۱۲۸/۸ درصد است.

طبق شکل ۲- الف، تغییرات ماه‌به‌ماه بارندگی، و در نتیجه تباین ماه‌ها به‌لحاظ بارش دریافتی نسبت به‌هم، از شمال به جنوب کشور افزایش می‌یابد. به منظور فهم میزان اثرگذاری متغیرهای مکانی (طول جغرافیایی،

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

عرض‌جغرافیایی) و توپوگرافیک (ارتفاع، شیب و جهت شیب) بر میزان ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه، ضریب همبستگی بین متغیرهای مذکور محاسبه و به شرح جدول ۲ ارایه شده‌است. این ضرایب در هرسطح اعتماد دلخواه معنی‌دار است:



شکل ۲. الف) توزیع مکانی ضریب‌تغییرپذیری ماه به ماه بارش (درصد) و ب) توزیع مکانی روند ضریب‌تغییرپذیری ماه به ماه بارش (هم ارزش‌ها) و معنی‌داری آن (پس‌زمینهٔ رنگی)

جدول ۲. ضریب همبستگی ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش با متغیرهای مکانی - توپوگرافیک و با میزان بارش برای کل دورهٔ مورد بررسی (۱۳۹۴-۱۳۴۹)

	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع	شیب	جهت شیب	بارش	میانگین بارش
ضریب‌تغییرات	-۰/۶۷۲۵	۰/۳۷۶۵	-۰/۲۰۴۰	-۰/۱۰	۰/۰۲	-۰/۴۲۰۲	۲۵۰/۵

چنان‌که در شکل ۲- الف می‌توان مشاهده نمود ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش و در نتیجه تباین ماهانهٔ بارش در بخش‌های مختلف کشور بسیار نایکنواخت بوده وگویای وجود الگوهای ماهانهٔ متفاوت بارشی می‌باشد؛ در واقع توزیع ماهانهٔ بارش در کشور یکسان نیست. از جدول ۲ نیز می‌توان دید که بیش‌ترین رابطهٔ ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه با متغیرهای مکانی به‌ترتیب با عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و ارتفاع است. از این‌رو در شکل ۲- الف می‌توان دید که پهنه‌های توأم با ضریب‌تغییرات همسان، با تقریب قابل قبولی از عرض جغرافیایی متاثر می‌شوند و از این رو این پهنه‌ها بویژه در عرض‌های شمالی (تقریباً از عرض ۳۵ درجه شمالی به سمت شمال) همخوانی بیشتری با عرض جغرافیایی نشان می‌دهند. سواحل دریای خزر (از گلستان تا گیلان) و نیز نوار مرزی غرب اردبیل کمترین ضریب‌تغییرات ماه‌به ماه را تجربه کرده‌است. دراین ناحیه که حدود ۲/۷درصد از کشور را دربر می‌گیرد، تباین ماهانهٔ بارش کم‌تر از ۴۰ درصد بوده‌است. این امر گواهی بر توزیع نسبتاً یکنواخت بارش این ناحیه در ماه‌های سال است. عدد ۴۰ برای نمایهٔ ضریب‌تغییرات محور تعیین کننده‌ای است؛ بدین نحو که اگر مقدار CV کم‌تر از ۴۰ باشد، بارش منظم بوده و از توزیع نسبتاً یکنواخت برخوردار است و هرچه این میزان از۴۰ بیشتر باشد دال بر بی‌نظمی حدوث بارندگی و گویای تفاوت‌های شدید ماه‌ها به لحاظ میزان دریافت بارندگی است (رامشت، ۱۳۷۵؛ عساکره، ۱۳۸۷). دراین ناحیه سازوکارهای توأم با بارش تقریباً در تمامی ماه‌های سال مهیا است. به‌گونه‌ای که جریان‌های شمال شرقی، بارش‌های

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

پاییزه، جریان‌های شمالی، شمال غربی و غربی بارش‌های سایر فصول سال را کنترل می‌کنند. در تمام ساحل دریا به استثناء ساحل خلیج گرگان، بارندگی در خط ساحلی بیشتر از داخل خشکی است. مثلاً در انزلی بیشتر از رشت و در بابلسر بیشتر از قائم شهر می‌باشد. این کاهش تدریجی تا بالای کوه‌های البرز نشان می‌دهد که در مناطق بالاتر، بارندگی سالانه کاهش دارد (علیجانی ۱۳۷۴). طبق نظر جانباز قبادی و همکاران (۱۳۹۰) موقعیت جغرافیایی منحصر بفرد این منطقه بویژه قرارگیری آن بر جانب جنوبی دریای خزر، استقرار رشته‌کوه‌های مرتفع و توپوگرافی پیچیدهٔ همراه با جابه‌جایی مداوم پشته‌ها و ناوه‌های امواج غربی بر روی منطقه، بروز چنین پیچیدگی را در ساختار بارش منطقه‌ای در پی داشته است. همچنین طبق نظر علیجانی و همکاران (۱۳۸۶) بیشتر بارش‌های ناحیهٔ خزری حاصل سامانه‌های پویشی است. دراین ناحیه ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش از غرب به شرق به‌طور نسبی کاهش کمی نشان می دهد. شایان توجه است که کمینهٔ مقادیر ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بر نوار ساحلی خزر منطبق نیست، بلکه با فاصله از کرانه‌های خزر رخ داده‌است. کم‌ترین تباین ماهانهٔ بارش را می‌توان در ستیغ کوه‌های البرز میانی (کم‌تر از ۲۰درصد) مشاهده کرد. در اطراف ناحیهٔ خزری میزان ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه تا ۳۰درصد افزایش می‌یابد. لایهٔ محاط بعدی با ضریب‌تغییراتی تا ۴۰درصد است که گسترش شرقی آن تا مرزهای غربی خراسان شمالی و به سمت غرب تا استان اردبیل امتداد یافته‌است. درحواشی بیرونی ناحیهٔ خزری و نیز در منتهی‌الیه شرقی آن در خراسان شمالی، و همچنین نواری ممتد در آذربایجان (از ماکو تا تبریز) شامل ۶/۴۲ درصد از مساحت کشور، بعضی بخش‌های این ناحیه احتمالاً متاثر از تنوع سازوکارهای بارش (علیجانی، ۱۳۷۴؛ مسعودیان، ۱۳۹۱ و Asakereh, ۲۰۱۷) میزان ضریب‌تغییرات ۶۰-۴۰ درصد می‌باشد. این ناحیه نواری محاطی بر ناحیهٔ پیشین است که در امتداد ساحل، پیشکوه‌های خارجی البرز کشیده شده و در سمت شرق و غرب به‌ترتیب در شرق گلستان و اردبیل حلقهٔ آنها بسته می‌شود. علاوه‌براین، نیمه شمالی ناحیه شمال‌غرب کشور در این طبقه قرار می‌گیرد. حدود ۵/۸۲ درصد از کشور شامل قسمت‌های جنوبی ناحیه شمال‌غرب کشور از آذربایجان‌غربی تا زنجان، شمال استان قزوین، پیشکوه‌های داخلی البرز و نیز خراسان شمالی با ضریب‌تغییرات ۷۰-۶۰ درصد مشخص می‌شود. درمساحتی حدود ۱۱/۸۴درصد ازکشور شامل استان‌های کردستان، شمال کرمانشاه، بخش‌های محدودی از زاگرس مرتفع (در کهگیلویه و بویراحمد و نیز چهارمحال و بختیاری) که گسترهٔ عریضی شکل می‌دهد و نیز در امتداد نواری باریک‌تر که به‌سمت شمال خراسان‌رضوی ادامه دارد، ضریب‌تغییرات بین ۸۰-۷۰ درصد است. تغییرپذیری زمانی بارش ناحیه شمال‌غربی ایران و نیز استان‌های کردستان و کرمانشاه در پژوهش عساکره و همکاران (۱۳۹۳) بوسیله عوامل مکانی (عرض‌جغرافیایی و ناهمواری) توجیه شده‌است. در این ناحیه بیشتر بارندگی در بهار رخ می‌دهد (Asakereh, ۲۰۱۷) و تعداد روزهای بارندگی بهار در شمال خط مهاباد ـ میانه نسبت به زمستان کاهش نمی‌یابد. برای این‌که در این فصل بادهای غربی همچنان در منطقه مستقر می‌باشند؛ از طرف دیگر رخداد بارش همرفتی برتری تعداد روزهای بارندگی درفصل بهار نسبت به فصل‌های دیگر را نشان می‌دهد (علیجانی ۱۳۷۴). بررسی‌های عساکره (Asakereh, ۲۰۱۷) نشان داد که کم‌ترین ضریب‌تغییرات و بیش‌ترین نمایهٔ یکنواختی بارش در نواحی شمال شرقی این بخش از کشور رخ می‌دهد. این بخش دارای رژیم بارش یکنواخت می‌باشد که نشان می‌دهد سامانه‌های متنوع باران‌زایی در این بخش‌ها از بیشینهٔ فعالیت برخوردارند. در نقطه مقابل آن، بخش جنوب غربی پهنه، دارای رژیم بارش متمرکز است که بازتابی از تاثیر فزاینده سامانه‌های متمرکز در یک فصل است. همچنین عساکره (Asakereh, ۲۰۲۰) نشان داد که دو سامانه همدید - محلی تا بیش از ۹۰ درصد

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

بارش شمال غرب را توجیه می‌کند. دامنه‌های جنوبی البرز از زنجان تا فیروزکوه و خراسان شمالی در زمرهٔ نواحی کم‌بارش شمالی است. ناحیهٔ شمالی خراسان در مقیاس همدیدی تحت تاثیر پنج جریان عمده (سیبری، مدیترانه و بارش‌های جبهه‌ای متاثر از این دو منشاء، (علیجانی، ۱۳۷۴)، جریان‌های شمالی، بادهای ۱۲۰روزه سیستان و حاره‌ای) قرار دارند (کمالی و خزانه داری ۱۳۸۱: ۹۳-۷۹) و از سازوکارهای بارشی نسبتاً متنوعی برخوردارند. از این‌رو ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه آن به‌طور نسبی کم است.

در عرض‌های جغرافیایی جنوبی‌تر از ۳۵ درجهٔ شمالی پهنه‌های تغییرپذیری به‌صورت اریب از شمال‌شرق به جنوب‌غرب کشیده شده‌اند. این آرایش در عرض‌های جغرافیایی جنوبی‌تر از ۳۵ درجهٔ شمالی احتمالاً در ارتباط با نقش طول جغرافیایی تغییر می‌یابد. در واقع در نیمهٔ شرقی کشور طول جغرافیایی با ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه رابطهٔ مستقیم نشان می‌دهد. عموماً بخش‌های شرقی کشور در قیاس با بخش‌های غربی بیش از بخش‌های شرقی از ناهمگونی ماهانهٔ بارش برخور بوده‌اند. دوهستهٔ مشخص از ضریب‌تغییرپذیری ۸۰-۷۰ درصد در جنوب استان سیستان و بلوچستان قابل مشاهده‌است. از میانه تا جنوب استان کرمانشاه در امتداد مسیر پیشکوه‌های داخلی زاگرس به سمت مرکز ایران‌مرکزی و ازآن‌جا با تغییرمسیر (باجهت جنوب‌غرب - شمال‌شرق) به‌سمت بخش‌های شمالی خراسان‌رضوی و نیز مشهد، ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه ۹۰-۸۰ درصد است. هسته‌های تغییرپذیری سیستان و بلوچستان بوسیلهٔ این میزان تغییرپذیری احاطه شده و نیز هسته‌ای جدید در جنوب استان کرمان (احتمالاً مربوط به کوه‌های مرتفع استان) نمایان شده‌است. این سه هسته احتمالاً ناحیه موسمی است که نسبت به اطراف تغییرپذیری کم‌تری نشان می‌دهد. بیشترین گسترهٔ تغییرپذیری ماه‌به‌ماه (کمی بیش‌از یک‌سوم، ۳۰/۸۷ درصد، از مساحت کشور) مربوط به تغییرپذیری ۱۰۰-۹۰ درصد است. این بخش از استان ایلام - شمال خوزستان آغاز شده و به شکل نواری باریک در امتداد مدارات از غرب کشور به سمت شرق کشیده می‌شود. در میانهٔ کشور به شکل هلالی ناحیه شرقی را احاطه می‌کند و نیز به‌سمت بلوچستان تا سواحل عمان امتداد می‌یابد. به سمت شرق، مرز غربی کرمان و مرز شرقی استان فارس در استیلای این میزان تغییرپذیری است. ناحیه شرقی از مرکز خراسان رضوی، تمامی خراسان جنوبی و نیز بخش‌های شمالی استان سیستان و بلوچستان، سواحل خلیج‌فارس (از خوزستان تا تنگه هرمز) و از شمال تنگه‌هرمز به‌سمت شمال‌شرق آن با حدود ۱۸/۹درصد از مساحت کشور ضریب‌تغییرپذیری ۱۱۰-۱۰۰درصد را تجربه می‌کرده‌اند. حدود۴/۶۲ درصد از مساحت کل کشور شامل سواحل خلیج‌فارس در استان بوشهر و نیز پهنهٔ کوچکی درشمال تنگهٔ هرمز و ناحیه‌ای در شرق کشور (شامل سیستان تا بیرجند) نواحی است که ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه ۱۲۰-۱۱۰ درصد را تجربه کرده‌اند. بخش بسیار کوچکی (۰/۷ درصد) از سرزمین ایران ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بیش‌از ۱۲۰ درصد را تجربه کرده‌اند. این ناحیه بخش محدودی در استان بوشهر ساحلی است.

شکل ۲- ب توزیع مکانی روند تغییرات فراسنج تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش (خطوط هم‌ارزش) و نیز معنی‌داری آماری (پس‌زمینهٔ رنگی) را برای دورهٔ آماری ۱۳۹۴-۱۳۴۹ نشان می‌دهد. می‌توان دید که تقریباً در تمامی کشور روند فاقد معنی آماری است؛ به‌طوری که تقریباً هیچ جا خط هم‌ارزشِ دیده نمی‌شود. با این‌وجود برخی نواحی محدود عمدتاً حول ناحیهٔ خزری و نیز در امتداد زاگرس از همدان تا کرمان (به شکل هسته‌هایی) عمدتاً با روند کاهشی (کم شدن تباین ماه‌ها) و در برخی نواحی کوچک در شمال‌غرب و نواحی بزرگ‌تر در جنوب‌شرق با روند افزایشی (افزایش تباین ماه‌به‌ماه بارش) مواجه بوده‌اند. توجه کنید که فرض تغییرات بلندمدت (روند) قابل توجه در بارش کشور بوسیلهٔ

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

پژوهشگران پرشماری تایید شده‌است (عسگری و رحیم زاده۱۳۸۲، عساکره ۱۳۸۶، کتیرایی و همکاران ۱۳۸۶؛ محمدی، ۱۳۹۰؛ اختصاصی و همکاران، ۱۳۹۴؛ ناظری تهرودی و همکاران، ۱۳۹۵و...). تلفیق یافته‌های پژوهش‌های مزبور و یافته‌های ارایه شده در شکل ۲- ب گویای کاهش یکسان بارش در تمامی ماه‌ها است. حال این سوال مطرح است که علی‌رغم تایید روند کاهشی بارش آیا عدم وجود روند در تباین ماه‌به‌ماه بارش به معنی ایستایی اکید این نمایه است؟ برای پاسخگویی به این پرسش در بخش زیر رفتار دهه‌ای تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش کشور در معرض توجه قرار خواهد گرفت.

- **وردایی دهه‌ای ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش**

در بررسی تباین مکانی ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش کشور براساس شکل ۳ و جدول ۱، تغییرات قابل توجهی بین نواحی با کمینه (به ترتیب از دههٔ اول تا چهارم ۱۷/۶، ۱۶/۶، ۱۷/۲ و ۱۸/۲درصد) و بیشینه (به ترتیب از دههٔ اول تا چهارم ۱۴۴/۶، ۱۳۴/۱، ۱۴۱/۴ و ۱۴۱/۸ درصد) و در نتیجه دامنهٔ تغییرات مکانی (به ترتیب برای دهه اول تا چهارم ۱۲۷، ۱۱۷/۵، ۱۲۴/۲، ۱۲۳/۶) مشاهده نشد. همچنین میانگین پهنه‌ای ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش (به‌ترتیب از دههٔ اول تا چهارم ۸۹/۶، ۹۲/۲، ۹۳/۴، ۸۸/۴ درصد) نیز تغییر قابل توجهی را تجربه نکرده است. با این وجود، نواحی توأم با بارش نسبتاً یکنواخت کشور (ضریب‌تغییرپذیری کم‌تراز ۴۰درصد) برای چهاردههٔ متوالی به ترتیب ۲/۳۴، ۱/۹۲، ۲/۸۲ و۱/۲۴ درصد از سرزمین ایران را دربر می‌گرفته‌است. بنابراین گسترهٔ مذکور که عمدتاً در ناحیهٔ خزری حاکم است، یک تناوب گسترش- محدودیت را طی چهار دههٔ اخیر تجربه کرده‌است.

در قیاس با کل دورهٔ آماری، در دههٔ نخست (۱۳۶۴-۱۳۵۵) پهنه‌های توأم با تغییرپذیری۳۰-۲۰، ۵۰-۴۰ ، ۸۰-۶۰ ، ۱۲۰+ -۱۰۰ افزایش داشته‌اند ولی حدود ۴۲/۸ درصد از کشور عمدتاً در نیمهٔ غربی (ارتفاعات زاگرس از مریوان تا زاگرس کم‌ارتفاع، سواحل خلیج‌فارس در بوشهر، شمال ایران مرکزی) و نوار شرقی(بلوچستان شمالی و سیستان، خراسان شمالی و شمال خراسان رضوی) و بخش‌های شمالی ایران مرکزی تا استان گلستان کاسته شده‌اند. یعنی در بیش از نیمی (حدود ۵۷/۲ درصد) از کشور تباین‌های ماهانهٔ بارش و تمرکز زمانی آن افزایش یافته‌است. شدت افزایش بسیار بیشتر از شدت کاهش (بویژه در جنوب‌شرقی ایران و نیز در شمال‌غربی) بیشتر بوده‌است. این وضعیت در دههٔ بعداز آن و با شدت بیشتری رخ داده‌است، به‌طوری که پهنه‌های توأم با گروه‌های تغییرپذیری ماه‌به‌ماه ۶۰-۵۰، ۱۰۰ تا ۱۲۰+، افزایش داشته‌اند. بقیه طبقاتِ تغییرپذیری، با ناهنجاری منفی مواجه بوده‌اند.

در دههٔ سوم (۱۳۸۴-۱۳۷۵) ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش نسبت به کل دوره در مساحتی حدود ۷۷/۹ درصد از گسترهٔ کشور افزایش و در پهنه‌ای با وسعت حدود۲۲/۱ کاهش یافته‌است. این کاهش در طبقات ضریب‌تغییرپذیری۲۰-۰، ۶۰-۴۰، ۱۰۰-۷۰ دیده می‌شود. از پهنه‌هایی که افزایش تغییرپذیری را در این دهه تجربه کرده‌اند، تغییرپذیری ۱۲۰ درصد و بیشتر است که بیش از ۷ درصد کشور (در سیستان و نیز بخشی از سواحل استان بوشهر) را در بر می‌گیرد. علاوه براین عمده نواحی توأم با کاهش در بخش شمالی کشور بر بخش‌های وسیعی از خراسان شمالی - رضوی و نواحی پراکنده استان‌های تهران، قم، همدان و آذربایجان حاکم است و در نواحی جنوبی بر بخش‌هایی از جنوب کرمان - بلوچستان - هرمزگان (نواحی متاثر از موسمی‌های تابستانه) و نیز بوشهر مشاهده می‌شود.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

در دهۀ انتهایی و در قیاس با کل دورۀ آماری ۵۸ درصد از مساحت کشور ناهنجاری مثبت و حدود ۴۲درصد از گسترۀ ایران ناهنجاری منفی را تجربه کرده است. ناهنجاری منفی در گروه‌های تغییرپذیری ۴۰-۰، ۸۰-۷۰، ۱۰۰-۹۰ و ۱۲۰-۱۱۰ درصد است. این نواحی منطبق بر مرزهای شرقی (از خراسان شمالی تا جنوب‌شرق ایران در بلوچستان و سواحل خلیج‌فارس از بلوچستان جنوبی تا خوزستان و تا نواحی جنوبی استان‌های مجاور) را در بر می‌گیرد. همچنین گسترۀ قابل توجهی از ناحیه شمال‌غرب ایران نیز با این ویژگی مشخص شده‌است. پهنه‌های محدود در جنوب البرز و نیز استان سمنان با این ناهنجاری مواجه بوده‌است. بقیه کشور (شامل ایران مرکزی و نیز زاگرس شمالی و سواحل خزر) با ناهنجاری مثبت مواجه بوده است. بنابراین می‌توان استنباط کرد که پهنه‌های توام با توزیع زمانی خاص بارش، تناوب‌های دهه‌ای را تجربه می‌کرده‌اند. این وضعیت بر عدم اعتماد توزیع زمانی بارش می‌افزاید.

تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش در ایران برای هر دهه در قیاس با دهه‌های پیشین از دهۀ دوم (۱۳۷۴-۱۳۶۵) قابل بررسی است. طبق شکل ۳ و جدول ۲ دردهۀ ۱۳۷۴-۱۳۶۵ در مقایسه با دهۀ پیشین (۱۳۶۴-۱۳۵۵) حدود ۶۳/۲ درصد از پهنۀ کشور با افزایش (تمرکز زمانی بیشتر بارش) و حدود ۳۶/۸ درصد از کشور با کاهش (تمرکز زمانی کم‌تر بارش) ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش مواجه بوده‌است. مقادیر آستانه‌ای کاهش و افزایش تقریباً برابر بوده‌است. نواحی کاهشی در چندگستره دیده می‌شوند. منتهی‌الیه جنوب‌شرق کشور، غرب تنگۀ هرمز در امتداد نصف‌النهاری، از غرب در جنوب کرمانشاه تا جنوب‌غرب در خوزستان و یاسوج بخش جنوبی این کاهش دیده می‌شود. در ایران مرکزی از زاهدان تا اصفهان و نیز به سمت خراسان رضوی بازوهای مختلف کاهش کشیده شده‌اند. در شمال‌غرب کشور (شامل آذربایجان شرقی، زنجان و بخش‌هایی از اردبیل) قزوین و تهران و نیز بخش‌هایی از کرانۀ خزر به‌همراه منتهی‌الیه شرق خزر در خراسان شمالی ناحیه کاهشی قابل مشاهده‌است.

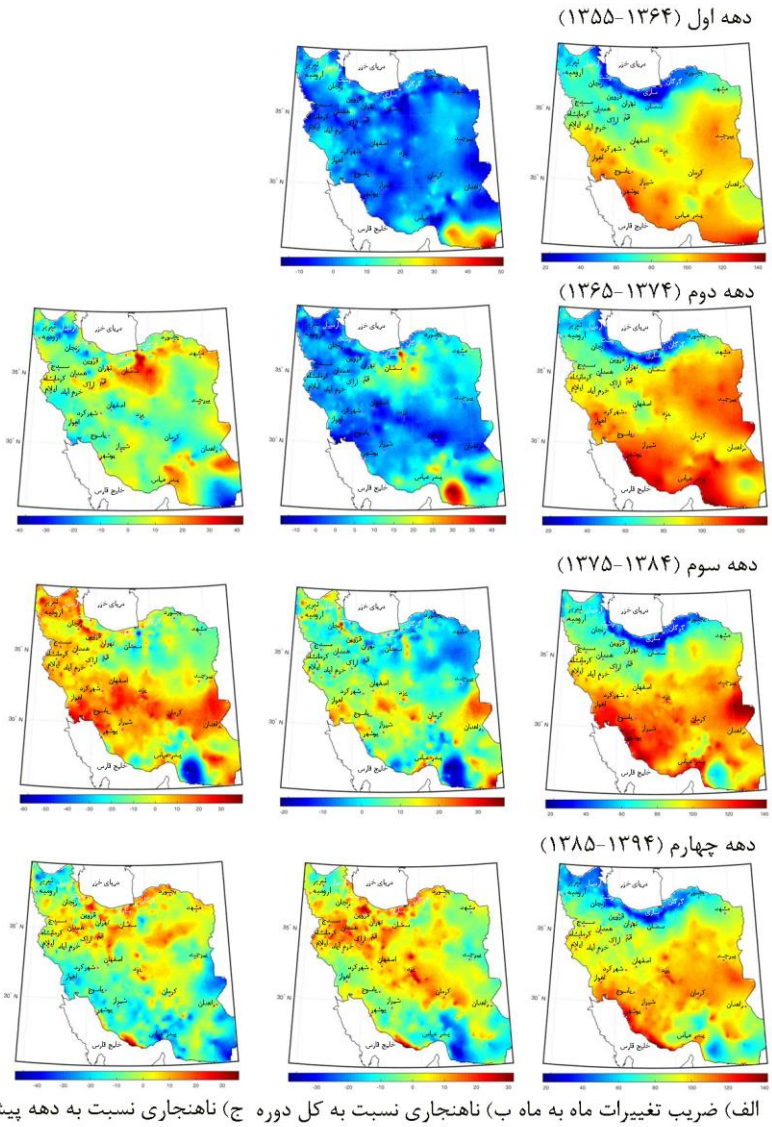
تغییرات پهنه‌های تغییرپذیری ماه‌به‌ماه دهۀ ۱۳۸۴-۱۳۷۵ نسبت به دورۀ قبلی نشان می‌دهد که حدود ۴۱/۸ درصد از گسترۀ کشور کاهش (تمرکز زمانی کم‌تر بارش) و حدود ۵۸/۲ درصد افزایش (تمرکز زمانی بیشتر بارش) را تجربه کرده‌است. در این دهه گسترۀ توأم با تغییرپذیری بارش کم‌تر از ۴۰٪ افزایش داشته‌است. اما کمینه، بیشینه، میانگین و نیز پهنۀ تحت تاثیر تغییرپذیری بسیار بالا (۱۲۰+ درصد) افزایش قابل توجهی نسبت به دهۀ قبلی (۱۳۷۴-۱۳۶۵) نشان می‌دهد. دراین میان گستره‌های با تغییرپذیری ۶۰-۴۰، ۱۱۰-۸۰ کاهش داشته‌اند و بقیه طبقات تغییرپذیری ماه‌به‌ماه افزایش داشته‌اند. نواحی توأم با کاهش ضریب‌تغییرپذیری از شمال عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و شرق نصف‌النهار ۴۵درجه به‌طور پیوسته استان‌های شمال‌شرقی، شمالی و نیز شرق‌میانه را می‌پوشاند و در ناحیه غربی بالاتر از عرض ۳۲ درجه به‌طور پراکنده استان‌های شمال‌غربی تا جنوب‌غربی را متاثر ساخته‌است. همچنین در نیمه جنوبی درامتداد سواحل، از غرب تنگه هرمز تا شرق آن به شکل نواری نسبتاً عریض استان‌های هرمزگان، کرمان، بلوچستان جنوبی و شرقی و نیز بخش‌هایی از بوشهر را متاثر ساخته است.

آخرین دهۀ مورد بررسی (۱۳۹۴-۱۳۸۵) درمقایسه با دهۀ پیشین (۱۳۸۴-۱۳۷۵) نیز اگرچه میانگین ضریب‌تغییرپذیری کاهش یافته‌است، امّا کمینه و بیشینۀ ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه این دهه کمی بیش‌از دهۀ قبل است. علاوه‌براین، نواحی توأم با کم‌تراز ۴۰درصد ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه (۱/۲۴درصد از مساحت کشور) حدود ۱/۵۸ درصد (ازمساحت دهۀ پیشین) کم‌تر بوده‌است. مجموعاً درقیاس با دهۀ قبلی تنها حدود ۳۵ درصد از مساحت کشور با ناهنجاری مثبت (تمرکز زمانی بیش‌تر بارش) و ۶۵ درصد با ناهنجاری منفی (تمرکز زمانی کم‌تر بارش) در

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

ضریب‌تغییرپذیری مواجه بوده‌است. این تغییرات در رده‌های ۴۰-۰، ۸۰-۷۰ و ۱۲۰+-۱۱۰ بوده‌است. این نواحی پوششی وسیع از کشور را دربر می‌گیرد و شامل کل ایران به‌جز کرانه‌های خزر از آستارا تا نوار شمالی در خراسان شمالی و نیز گسترهٔ نواری نامنظم از شمال خراسان رضوی تا کردستان را دربر می‌گیرد. ناحیه کویری جنوب‌شرق نیز در این استثناء جای می‌گیرد.



شکل ۳. الف) توزیع مکانی ضریب‌تغییرپذیری ماه به ماه بارش (درصد) برای ب) توزیع مکانی ناهنجاری آن نسبت به کل دورهٔ آماری (۱۳۹۴-۱۳۴۹) مورد بررسی و ج) نسبت به دههٔ پیشین

بررسی جدول ۱ و نقشه‌های ارایه شده در شکل۳ نشان می‌دهد که در دهه‌های مورد بررسی تغییرات متفاوتی (شدید و ضعیف) در گروه‌های زیر پوشش انواع تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش رخ داده است. برای مثال طبقات ۲۰-۰ ، ۹۰-۱۰۰ درهیچ‌یک از دهه‌ها به میزان محاسبه شده برای کل دورهٔ مورد بررسی نرسیده‌اند و در تمامی دهه‌های مورد بررسی گسترهٔ زیر پوشش کم‌تر از گسترهٔ زیر پوشش در کل دوره بوده است. گسترهٔ زیر پوشش ضریب‌تغییرپذیری ۱۰۰-۱۱۰ و ۱۲۰+ در تمامی دهه‌های مورد بررسی بیش‌از مقادیر محاسبه شده برای کل دوره بوده‌است. درقیاس با

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

مقادیر محاسبه شده برای کل دوره، برخی از گروه‌های ضریب‌تغییرات، نظیر طبقات ۳۰-۲۰، ۴۰-۳۰، با رفتار تناوبی کم - زیاد مشخص می‌شوند. گروه‌هایی که نسبت به دهۀ پیشین، در دهۀ انتهایی افزایش یافته‌اند، شامل ۵۰-۴۰، ۶۰-۵۰، ۷۰-۶۰، ۸۰-۹۰، ۹۰-۱۰۰و ۱۱۰-۱۰۰ درصد است. گروه‌هایی که نسبت به دهۀ پیشین، در دهۀ انتهایی کاهش یافته‌اند، شامل گروه‌های ۴۰-۰، ۸۰-۷۰، ۱۲۰-۱۱۰ و ۱۲۰+ درصد است.

برای دستیابی به روابط مقادیر تغییرات ماه‌به‌ماه بارش با متغیرهای مکانی - توپوگرافیک، ضریب همبستگی بین این دو گروه متغیر و نیز رابطۀ میزان ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه و میزان بارش برای چهار دهۀ مورد بررسی محاسبه و به شرح جدول ۳ ارایه شده است. این ضرایب در هر سطح اعتماد دلخواه معنی‌دار است:

جدول ۳. ضریب همبستگی ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش با متغیرهای مکانی - توپوگرافیک و با میزان بارش برای دهه‌های مورد مطالعه

سال	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع	شیب	جهت شیب	بارش	میانگین بارش
۱۳۶۴-۱۳۵۵	-۰/۷۵۵۳	۰/۴۱۲۷	-۰/۲۷۸۶	-۰/۱۱	۰/۰۳	-۰/۴۶۳۸	۲۶۸/۱
۱۳۷۴-۱۳۶۵	-۰/۷۰۰۸	۰/۴۷۷۹	-۰/۲۷۴۹	-۰/۱۱	۰/۰۱	-۰/۳۹۴۳	۲۷۱/۹
۱۳۸۴-۱۳۷۵	-۰/۶۵۴۵	۰/۲۶۶۲	-۰/۱۷۴۷	-۰/۱۰	۰/۰۹	-۰/۳۳۰۹	۲۳۶/۷
۱۳۹۴-۱۳۸۵	-۰/۴۵۶۳	۰/۲۰۲۲	-۰/۱۲۴۵	-۰/۱۰	۰/۰۳	-۰/۴۳۵۹	۲۲۰//۳

چنان‌که در نقشه‌های ارایه شده در شکل ۳ می‌توان مشاهده نمود ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش و در نتیجه تباین ماهانۀ بارش از الگوی کلی که در شکل ۲ و نیز جدول ۱ عرضه شد، تبعیت می‌کند. با این وجود برخی تغییرپذیری‌های نسبی در روابط مکانی - توپوگرافیک با ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه دیده می‌شود. برای مثال ارتباط عوامل مکانی با ضریب‌تغییرات در دو دهۀ نخست تقریباً ایستا بوده‌است، امّا این ارتباط به‌سمت دهه‌های انتهایی و بویژه در دو دهۀ آخر (۱۳۹۴-۱۳۷۵) هم نسبت به گذشتۀ خود و هم نسبت به کل دورۀ آماری کاهش یافته‌است. برای مثال رابطۀ ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه با عرض جغرافیایی در دورۀ اول حدود ۰/۷۵- و در دهۀ آخر حدود ۰/۴۶- بوده‌است. این ضریب برای طول‌جغرافیایی به‌ترتیب حدود ۰/۴۱ و ۰/۲ و نیز برای ارتفاع به ترتیب حدود ۰/۲۸- و ۰/۱۲- بوده‌است. شاید بتوان این ویژگی را نشانه‌ای ازکاهش نظم فضایی بارش نسبت به هنجار کل دورۀ آماری دانست. با توجه به میانگین بارش دهه‌های مختلف (ستون آخر جدول ۳) می‌توان دریافت که این بی‌نظمی مکانی ظاهری با کاهش میانگین بارش سالانه در دهه‌های انتهایی همزمان بوده‌است. علاوه براین می‌توان دید که میزان تغییرات ماه‌به‌ماه بارش با میزان بارش در هر مکان ارتباط منفی نسبتاً قابل توجه دارد. یعنی در تمامی دهه‌ها نواحی تؤام با بارش بیشتر، تباین ماه‌به‌ماه کم‌تری را تجربه می‌کرده‌اند. مطالعات پیشین (مثلاً عسگری و رحیم زاده، ۱۳۸۲، عساکره، ۱۳۸۶؛ محمدی، ۱۳۹۰؛ اختصاصی و همکاران، ۱۳۹۴؛ ناظری تهرودی و همکاران، ۱۳۹۵) و نیز ستون آخر جدول ۳ بر کاهش مجموع بارش کشور گواهی می‌دهد. بنابراین کاهش تباین ماه‌به‌ماه بارش به‌سمت دهۀ انتهایی بر کم‌شدن بارش ماه‌های توأم با بارش (و نه بر افزایش ماه‌های خشک) دلالت دارد. بااین وجود ویژگی مزبور با قطعیت کم‌تری قابل پذیرش است؛ زیرا ضریب همبستگی اگرچه معنی‌دار، امّا با مقادیر کم (بین ۰/۳۳ تا ۰/۴۶) مشخص می‌شوند (ستون هفتم جدول ۳).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

رابطهٔ ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش با عوامل مکانی - توپوگرافیک می‌تواند نشانه‌ای از امکان برآورد تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش براساس متغیرهای مکانی - توپوگرافیک را فراهم آورد. بدین‌منظور معادله رگرسیون پنج متغیره شامل عرض‌جغرافیایی (φ)، طول‌جغرافیایی (λ)، ارتفاع (H)، شیب (S) و جهت شیب (A) برای برآورد ضریب‌تغییرات (CV) بکار گرفته شد. نتایج در جدول ۴ ارایه شده‌است. این معادلات براساس آمارهٔ P ($P-Value$) متفاوت ولی در سطح‌های اعتماد بالایی (بیش‌از ۹۸درصد) معنی‌دار هستند. ضریب تعیین هریک از معادلات در ستون سوم جدول ۴ نشان داده شده‌است:

جدول ۴. رگرسیون ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش با متغیرهای مکانی برای کل دوره (۱۳۹۴-۱۳۴۹) و دهه‌های منتهی به ۱۳۹۴-۱۳۸۵

دوره	معادله رگرسیون	ضریب تعیین
۱۳۶۴-۱۳۵۵	$CV = 210.64 - 3.95\varphi + 0.21\lambda - 0.003H - 0.56S + 0.002A$	۰/۵۸۶
۱۳۷۴-۱۳۶۵	$CV = 166.19 - 3.31\varphi + 0.69\lambda - 0.002H - 0.53S - 0.0005A$	۰/۵۲۸
۱۳۸۴-۱۳۷۵	$CV = 249.02 - 4.20\varphi + 0.33\lambda - 0.0007H - 0.66S + 0.0008A$	۰/۴۳۶
۱۳۹۴-۱۳۸۵	$CV = 174.52 - 2.43\varphi - 0.12\lambda - 0.0003H - 0.67S + 0.003A$	۰/۲۱۵
کل دوره	$CV = 184.83 - 3.35\varphi + 0.24\lambda - 0.001H - 0.58S + 0.002A$	۰/۴۶۲

می‌توان دید که ضریب تعیین معادلات نیز مشابه ضریب همبستگی تک‌متغیره به سمت دو دههٔ انتهایی کاسته شده‌است. نقش عرض‌جغرافیایی به‌طور منفی بیش‌از عوامل مکانی دیگر است. برای مثال در کل دوره، به‌ازای هر درجه افزایش عرض جغرافیایی به‌شرط ثابت نگه‌داشتن عوامل دیگر، حدود ۳/۳۵ درصد از ضریب‌تغییرات کاسته می‌شود. این مقدار از دههٔ اول کاهش داشته‌است و پس‌ازآن و در دههٔ ۱۳۸۴-۱۳۷۵ مجدداً افزایش (حدود ۴/۲) یافته و در دههٔ انتهایی به کمینهٔ خود (۲/۴۳) می‌رسد. به‌نظر می‌رسد که در دهه انتهایی به سمت عرض‌های بالا عوامل مؤثر بر تباین توزیع ماه‌به‌ماه بارش کاسته شده‌اند. این امر ممکن است به‌دلیل کاهش سازوکارهای بارش فصل سرد یا فصل گرم در عرض‌های بالای کشور باشد. آلپرت و همکاران (Alpert et al., ۱۹۹۰; Alpert et al., ۲۰۰٤) نشان دادند که طی دهه‌های اخیر چرخندهای توأم با بارش در خاورمیانه به‌سمت عرض‌های بالاتر جابه‌جا شده‌اند. این امر کاهش بارش فصول توأم با بارندگی را به‌دنبال داشته‌است. میانگین کل دورهٔ آماری نشان می‌دهد که به‌ازای هر درجه افزایش طول جغرافیایی (به‌سمت شرق) به‌شرط ثابت ماندن بقیه عوامل، حدود ۰/۲۶ درصد ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه افزایش می‌یابد. در قیاس با این متوسط، به سمت انتهای دوره، دهه‌ها با تناوب افزایش - کاهش مشخص می‌شوند. بیشینهٔ نقش این عامل در دههٔ ۱۳۷۴-۱۳۶۵ (حدود ۰/۷۱) است. همچنین کمینهٔ نقش طول جغرافیایی در دههٔ انتهایی مورد بررسی (دههٔ ۱۳۹۴-۱۳۸۵) بوده است. رابطهٔ معکوس ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش با ارتفاع به‌شرط ثابت بودن بقیه عوامل به‌طور متوسط حدود ۰/۰۰۱ درصد به‌ازای هرمتر (۱ درصد به‌ازای هرکیلومتر) ارتفاع است. در واقع به‌ازای هرکیلومتر ارتفاع از سطح دریا، حدود یک‌درصد از ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش کاسته می‌شود. الگوی وردایی دهه‌ای این ضریب نیز مشابه نقش طول جغرافیایی تناوبی است و کمینهٔ آن در دههٔ انتهایی رخ داده‌است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

با مقایسه مقادیر میانگین بارش دهه‌ای (ستون آخر جدول ۲) و براساس ضریب‌تغییرات دهه‌ای و نیز روابط ارایه شده در جدول ۱ می‌توان یک رابطه هرچند ضعیف بین میزان بارش سالانه (P) و ضریب‌تغییرات (CV) ماه‌به‌ماه بارش در پهنهٔ کشور استنباط نمود. از این‌رو برای برآورد ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش باکمک عنصر بارش، معادله رگرسیون برای کل دوره و دهه‌های مربوط برآورد و نتایج در جدول ۴ ارایه گردید:

جدول ۵. رگرسیون ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش با میانگین دوره‌ای بارش برای کل دوره (۱۳۹۴-۱۳۴۹) و زیردوره‌ها

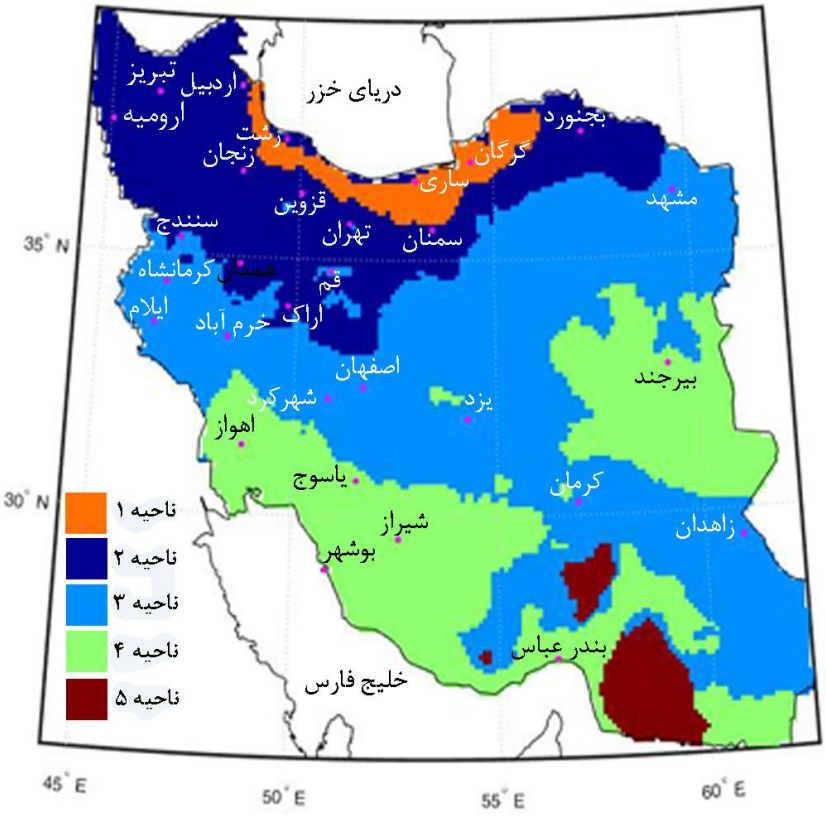
	معادله رگرسیون	ضریب تعیین
۱۳۶۴-۱۳۵۵	$CV = 103.45 - 0.05P$	۰/۲۱۵
۱۳۷۴-۱۳۶۵	$CV = 103.51 - 0.04P$	۰/۱۶
۱۳۸۴-۱۳۷۵	$CV = 102.77 - 0.04P$	۰/۱۱
۱۳۹۴-۱۳۸۵	$CV = 99.04 - 0.05P$	۰/۱۹
کل دوره	$CV = 98.76 - 0.04P$	۰/۱۷۷

می‌توان دید که در تمامی معادلات ارایه شده در جدول ۴ افزایش بارندگی درهر محل با کاهش ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه همراه است؛ مثلاً برای کل دوره، به‌ازای هر میلی‌متر افزایش بارندگی، حدود ۰/۰۴ درصد از میزان ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش کاسته می‌شود. این مقدار اگرچه معنی‌دار است، امّا بسیار کم و قابل اغماض است. بااین وجود می‌توان یک حالت آستانه‌ای از آن استنباط نمود و آن این‌که نواحی با بارش بیشتر ماه‌های مشابه‌تری به‌لحاظ بارش دریافتی را تجربه می‌کنند. مطالعات پیشین (برای مثال علیجانی، ۱۳۷۴؛ مسعودیان، ۱۳۹۰) نیز به‌این واقعیت اذعان داشته‌اند که نواحی پربارش ایران (نظیر سواحل خزر، زاگرس مرتفع و شمال‌غرب ایران) دراکثر ماه‌های سال با بارش همراه هستند.

برای تخمین الگوی فضایی ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه و ناهنجاری آن نسبت به کل دوره تحلیل خوشه‌ای انجام شد. دارنمای تحلیل‌های مزبور در شکل ۲ ارایه شد. بدین ترتیب همان‌گونه که در بخش «داده‌ها و روش‌ها» گفته شد، با آزمون و خطا نقشه‌های گروه‌بندی با نقشه‌های ارایه شده در شکل ۳ مقایسه شد. گروه‌بندی که با رخدادهای ارایه شده در شکل ۳ انطباق بهتر و بیشتری داشت، به عنوان گروه‌بندی مطلوب اختیار شد. نتایج این گروه‌بندی در شکل ۵ ارایه شده‌است. می‌توان دید که نواحی ۱، ۲ و ۳ تا عرض جغرافیایی حدود ۳۲ درجه شمالی «تقریباً» موازی با مدارات هستند و بویژه برای نواحی ۱ و ۲ به شکل نوارهایی ممد و بدون انقطاع مشاهده می‌شوند. ویژگی‌های این نواحی براساس نقشه‌های ارایه شده در شکل ۳ به شرح زیر است:

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]



شکل ۴. نواحی پنج‌گانهٔ تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش و تغییرپذیری دهه‌ای آن

ناحیه ۱: این ناحیه عمدتاً منطبق بر کمینهٔ ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش برای کل دورهٔ آماری و نیز برای هر چهار دههٔ مورد بررسی و نیز منطبق بر بلندی‌های البرز، جلگهٔ خزری (به‌جز نوار ساحلی) و پیشکوه‌های البرز است. این ناحیه طی چهار دهه با ناهنجاری ± ۱۰ درصد مشخص می‌شود. این ویژگی هم در مورد ناهنجاری نسبت به کل دورهٔ آماری و هم نسبت به دهه‌های پیشین صادق است.

ناحیه ۲: در رتبه‌بندی تغییرات ماه‌به‌ماه از کم به زیاد، ناحیهٔ ۲ رتبهٔ دوم را احراز می‌کند. این ناحیه شامل سواحل خزری، شمال‌غرب ایران (از شمالی‌ترین بخش تا شمال کردستان) به سمت جنوب‌شرق تا شمال اصفهان امتداد دارد و سپس به سمت شمال‌شرق‌کشور با کاهش عرض (محدود به ناحیه ۱ در شمال و ناحیه ۳ در جنوب) امتداد یافته‌است. ناهنجاری‌ها در دههٔ اول ± ۱۰ درصد و در دهه‌های انتهایی بویژه دو دههٔ آخر مثبت (تا ۲۰+ درصد) بوده است. بدین معنی که تباین ماه‌به‌ماه بارش افزایش یافته است؛ یعنی در دهه‌های انتهایی تمرکز بارش رخ داده‌است. با این وجود دهه‌های متوالی نسبت به‌هم از تناوب افزایش - کاهش برخوردار بوده‌اند.

ناحیه ۳: این ناحیه با ضریب‌تغییرات ۱۰۰-۸۰ درصد برای کل دورهٔ آماری و نیز برای چهار دهه مشخص می‌شود. در قیاس با کل دورهٔ آماری در دههٔ اول کاهش ضریب‌تغییرپذیری (تا ۱۰ درصد) و در دههٔ دوم با تغییرپذیری متباین (± ۱۰) مشخص می‌شود. در دو دههٔ انتهایی افزایش ضریب‌تغییرپذیری (برای دهه سوم تا ۲۰ درصد و برای دهه چهارم از صفر تا ۳۰ درصد) مشخص می‌شود. در قیاس با دههٔ پیشین دههٔ دوم ناحیه‌ای ناهمگون امّا با اختلاف نسبتاً کم (± ۵ درصد) مشخص می‌شود. در دههٔ سوم نیز تغییرپذیری افزایش (تا ۳۰ درصد) و در دههٔ چهارم با روند فضایی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

مشخص می‌شود. در دهۀ چهارم بخش غربی این ناحیه ناهنجاری منفی و به سمت شرق ناهنجاری مثبت را تجربه کرده‌است.

ناحیه ۴: ناحیه دوبخشی (بخش اول در شرق کشور شامل جنوب خراسان شمالی، خراسان جنوبی، شمال استان سیستان و بلوچستان و کرمان است. بخش دوم سواحل جنوب شامل استان‌های خوزستان، بوشهر، هرمزگان و بلوچستان و همچنین بخش‌هایی از استان فارس و کهگیلویه و بویراحمد است.) که منطبق بر بخش عمده‌ای از پهنۀ زیر پوشش بیشینۀ ضریب‌تغییرات در چهار دهه و برای کل دوره است. این ناحیه در دو دهۀ نخست بیشترین ناهنجاری منفی را نسبت به کل دورۀ آماری تجربه کرده بود و در دهۀ سوم ناهنجاری مثبت نمود بیشتری در این ناحیه داشته‌است. در دهۀ چهارم بخش شرقی ناحیه با ناهنجاری منفی و بخش ساحلی عمدتاً با ناهنجاری مثبت مواجه بوده‌است. در دو دهه ۱۳۷۴-۱۳۶۵ و ۱۳۸۴-۱۳۷۵ نسبت به دهه‌های پیشین رفتارهای تناوبی توام با روند فضایی از ویژگی‌های متمایز کنندۀ این ناحیه است. برای مثال در دهه ۱۳۷۴-۱۳۶۵ در بخش شرقی این ناحیه از شمال به جنوب از ناهنجاری منفی (حدود ۱۰-) تا بیشینه روند مثبت در نهبندان - زابل و نواحی مجاور امتداد دارد. در دهۀ ۱۳۸۵-۱۳۷۴ این وضعیت با شدت بیشتر (در بخش ساحلی در امتداد غرب به شرق) رخ داده است. این بخش از ناحیه ۴ در دهه ۱۳۸۵-۱۳۷۴ با جهتی معکوس (بیشینۀ ناهنجاری مثبت در غرب و به سمت شرق تا ۱۰-) دیده می‌شود.

ناحیه ۵: ناحیه ۵ در جنوب‌شرقی کشور در مجاورت ناحیه ۴ و در دو پهنه با تفاوت مساحت قابل توّجه امّا در قیاس با نواحی دیگر بسیار کوچک دیده می‌شود. بخش کوچک‌تر در جنوب‌شرقی استان کرمان و بخش بزرگ‌تر در جنوب بلوچستان و شرق هرمزگان دیده می‌شود. این ناحیه در دو دهۀ نخست بخشی از سرزمین توأم با بیشینۀ ضریب‌تغییرپذیری ماه‌به‌ماه را شامل می‌شود و در دو دهۀ آخر بر سرزمین‌هایی منطبق است که با ضریب‌تغییرپذیری کم‌تر از ۸۰٪ دیده می‌شود. به لحاظ ناهنجاری تغییرپذیری بارش نسبت به کل دورۀ آماری در دو دهۀ نخست ناحیه پر وسعت هرمزگان - بلوچستان بیشینۀ ناهنجاری مثبت را داشته است؛ در دو دهه انتهایی نیز بیشینۀ ناهنجاری منفی را تجربه کرده است. امّا ناحیه جنوب‌شرقی کرمان در دو دهه اول با ناهنجاری مثبت تقریبی ۲۰-۱۰ درصد توأم بوده است. در دو دهۀ انتهایی با ناهنجاری منفی (حدود ۱۰- درصد) مواجه بوده‌است. در قیاس با دهه‌های پیشین نیز در تمامی دهه‌ها ناهنجاری منفی بر این ناحیه حاکم بوده‌است.

نتیجه‌گیری

بارش به عنوان یک عنصر اقلیمی با رفتاری پیچیده و آشوبمند شناخته می‌شود. یکی از رفتارهای ظاهراً بی‌نظم بارش، توزیع ماه‌به‌ماه آن است. در پژوهش حاضر وردایی دهه‌ای این رفتار، به‌عنوان نمایه‌ای از ساختار اقلیم کشور، طی چهار دهۀ اخیر و تغییرپذیری روابط آن با متغیرهای مکانی - توپوگرافیک و نیز الگوی فضایی آن بررسی شد. یافته‌های پژوهش حاضر تنوع تباین ماهانۀ بارش در کشور را تایید نمود، امّا برخلاف انتظار روند بلند مدت تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش عموماً در کشور به لحاظ آماری معنی‌دار نیست. افزایش بارندگی درهر محل با کاهش ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه همراه بوده‌است. همچنین طی دهه‌های مختلف تغییرات قابل توجهی بین نواحی با کمینه، بیشینه و در نتیجه دامنۀ تغییرات مکانی و نیز میانگین پهنه‌ای ضریب‌تغییرات ماه‌به‌ماه بارش مشاهده نشد. با این وجود، نواحی توأم با بارش نسبتاً یکنواخت کشور برای چهاردهۀ متوالی رفتار تناوبی داشته‌اند. همچنین گسترۀ پهنه‌های توأم با مقادیر مختلف تغییرپذیری نیز بویژه به‌سمت دهۀ انتهایی تغییر می‌یافته‌است. اگرچه در هر دهه و نیز در کل دوره این

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

گستره‌ها با عوامل مکانی - توپوگرافیک در ارتباط معنی‌داری بوده‌است، اما این رابطه نسبتاً کم بوده است. نقش متغیرهای مکانی - توپوگرافیک به سمت دهه انتهایی به کمینه مقدار خود رسیده است. تحلیل فضایی مبتنی بر تحلیل خوشه‌ای، ۵ ناحیهٔ تغییرپذیری ماه‌به‌ماه بارش به‌دست داد. این نواحی از عرض جغرافیایی حدود ۳۲ درجه به سمت شمال، به طور تقریبی از مدارات تبعیت می‌کنند؛ ولی در نیمهٔ جنوبی کشور عموماً با نصف‌النهارات ارتباط بیشتری به‌نمایش می‌گذارند.

منابع

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.

بابائی‌فینی، ام‌السلمه و منوچهر فرج‌زاده. ۱۳۸۲. نمایه‌های مکانی بارش و تغییرات آن در ایران. *سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییراقلیم، اصفهان*، ۲۹ مهر تا اول آبان: ۱۵۰-۱۵۳.

جانباز قبادی، غلامرضا؛ عباس مفیدی و آذر زرین. ۱۳۹۰. شناسایی الگوهای همدید بارش‌های شدید زمستانه در سواحل جنوبی دریای خزر. *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، **۲**: ۴۰-۲۳.

رامشت، محمدحسین. ۱۳۷۵. *کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی*. اصفهان: چاپ اول. انتشارات دانشگاه اصفهان، اصفهان.

رضیئی، طیب و قاسم عزیزی. ۱۳۸۷. بررسی توزیع مکانی بارندگی فصلی و سالانه در غرب ایران. *پژوهش های جغرافیای طبیعی*، **۶۵**: ۹۳-۱۰۸.

عساکره، حسین. ۱۳۸۶. تغییرات زمانی و مکانی بارش ایران و طی دهه های اخیر. *جغرافیا و توسعه*، **۱۰**: ۱۶۴-۱۴۵.

عساکره حسین و رباب رزمی. ۱۳۹۱. تحلیل تغییرات بارش سالانه شمال غرب ایران. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، **۴۷**: ۱۶۲ - ۱۴۷.

عساکره، حسین؛ فاطمه ترکارانی و صغری سلطانی. ۱۳۹۳. میانگین الگوهای گردشی توأم با بارش‌های سنگین در شمال غرب ایران. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۱**: ۸۵-۹۶.

عساکره حسین و رباب رزمی قلندری. ۱۳۹۳. توزیع زمانی و رژیم بارش در شمال غرب ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، **۱۱۲**: ۱۴۵-۱۶۰.

عساکره، حسین. ۱۳۹۶. *مبانی پژوهش در آب‌وهواشناسی*، چاپ اول. انتشارات دانشگاه زنجان، زنجان.

عسکری، احمد و فاطمه رحیم‌زاده. ۱۳۸۲. برجستگی نوسان بارش در کشور نسبت به روند و جهش آن. *سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییراقلیم. اصفهان*، ۲۹ مهر تا اول آبان: ۲۳۳-۲۳۷.

علیجانی، بهلول. ۱۳۷۴. *آب و هوای ایران*، چاپ سیزدهم. انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران.

علیجانی، بهلول؛ حسین محمدی و آتوسا بیگدلی. ۱۳۸۶. نقش الگوهای فشار در بارش‌های سواحل جنوبی دریای خزر. *فصلنامه جغرافیایی سرزمین*، **۱۶**: ۵۲-۳۷.

کاویانی، محمدرضا. ۱۳۷۲. تحلیلی آماری از رژیم بارندگی ایران. *مجلهٔ رشد آموزش جغرافیا*، **۱۳**: ۴-۱۲.

کتیرایی، پری سیما؛ سهراب حجام، پرویز ایران‌نژاد. ۱۳۸۶. سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش در ایران طی دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۱. *مجله فیزیک زمین وفضا*، **۳۳**: ۶۷-۸۳.

محمدی، بختیار. ۱۳۹۰. تحلیل روند بارش سالانه ایران. *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*. **۴۳**: ۱۰۶-۹۵.

مسعودیان، ابوالفضل و هوشمند عطایی. ۱۳۸۴. شناسایی فصول بارشی ایران به روش تحلیل خوشه ای. *مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان*، **۱۸**: ۱۲-۱.

مسعودیان، ابوالفضل. ۱۳۸۴. شناسایی رژیم بارش ایران به روش تحلیل خوشه ای. *پژوهش‌های جغرافیایی*،**۵۲**: ۵۹-۴۵.

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.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

Alpert, P.; BU Neeman, and Y. Shay-El. ۱۹۹۰. Climatological analysis of Mediterranean cyclones using ECMWF data. *Tellus* **۴۲:** ٦٥–٧٧. **DOI** ١٠,١٠٣٤/j.١٦٠٠-٠٨٧٠,١٩٩٠,٠٠٠٠٧.x

Alpert, P.; I. Osetinsky, B. Zivb, H. Shafir. ۲۰۰٤. Semi-objective classification for daily synoptic systems: application to the eastern Mediterranean climate change. *International journal of climatology,* **۲٤:** ١٠٠١–١٠١١. **DOI** ١٠,١٠٠٢/joc.١٠٣٦

Asakereh, H. ۲۰۱۷. Trends in monthly precipitation over the northwest of Iran (NWI). *Theoretical and Applied Climatology*, **۱۳۰:** ٤٤٣–٤٥١. **DOI** ١٠,١٠٠٧/s٠٠٧٠٤-٠١٦-١٨٩٣-٨

Asakereh H. ۲۰۲۰. Decadal variation in precipitation regime in northwest of Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, **۱۳۹:** ٤٦١–٤٧١. **DOI** ١٠,١٠٠٧/s٠٠٧٠٤-٠١٩-٠٢٩٨٤-٩.

Burt, T.P.; B. P. Horton. ۲۰۰۷. Inter-decadal variability in daily rainfall Durham since the ۱۸۵۰s. *International Journal of climatology*, **۸:** ٩٤٥-٩٥٦. **DOI** ١٠,١٠٠٢/joc.١٤٤٣.

Dalezios, N. R. and A. Bartzokas. ۱۹۹۵. Daily precipitation variability in semiarid agricultural regions in Macedonia, Greece. *Hydrological Sciences* **٤٠**: ٥٦٩-٥٨٥. **DOI** ١٠,١٠٨٠/٠٢٦٢٦٦٦٩٥٠٩٤٩١٤٤٥.

Kadioglu M. ; N. Ozturk, H. Erdun, Z. Sen Z. ۱۹۹۹. On the precipitation climatology of Turkey by harmonic analysis. *International journal of climatology*, **۱۹:**١٧١٧–١٧٢٨. **DOI** ١٠,١٠٠٢/(SICI)١٠٩٧-٠٠٨٨(١٩٩٩١٢)١٩:١٥.

Kadioglu, M.; N. Ozturk, H. Erdun and S. Zekai. ۱۹۹۹. On the precipitation climatology of Turkey by harmonic analysis. *International journal of climatology*, **۱۹:** ١٧١٧-١٧٢٨. **DOI** ١٠,١٠٠٢/(SICI)١٠٩٧-٠٠٨٨(١٩٩٩١٢)١٩:١٥<١٧١٧::AID-JOC٤٧٠>٣,٠.CO;٢-%٢٣.

Karagiannidis .A. F; A. A. Bloutsos, P. Maheras, and Ch. Sachsamanoglou. ۲۰۰۸. Some statistical characteristics of precipitation in Europe, *Theoretical and Applied Climatology*, **۹۱:** ١٩٣–٢٠٤. **DOI** ١٠,١٠٠٧/s٠٠٧٠٤-٠٠٧-٠٣٠٣-٧.

Ramos, M. C. ۲۰۰۱, Rainfall distribution patterns and their change over time in a Mediterranean area. *Theoretical and Applied Climatology*, **٦٩:** ١٦٣-١٧٠. **DOI** ١٠,١٠٠٧/s٠٠٧٠٤٠١٧٠٠٢٢.

Scott, C.M. and M. D. Shulman. ۱۹۷۹. An areal and temporal analysis of precipitation in the united state. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. **۱۸:** ٦٢٧-٦٣٣. **DOI** ١٠,١١٧٥/١٥٢٠-٠٤٥٠(١٩٧٩)٠١٨<٠٦٢٧:AAATAO>٢,٠.CO;٢.

Tarawneh, Q. and M. Kadioglu. ۲۰۰۳. An analysis of precipitation Climatology in Jordan. *Theoretical and Applied Climatology*, **۷٤:** ١٢٣-١٣٦. **DOI** ١٠,١٠٠٧/s٠٠٧٠٤-٠٠٢-٠٧٠٥-٥.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-11-13]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.103]