تحلیلی بر تغییر رژیم بارش در استان زنجان

حسین عساکره[۱]
۱- عضو هیات علمی دانشگاه زنجان

چکیده

یکی از نتایج تغییر اقلیم، تغییر مشخصات بارش است. یکی از مشخصات بارندگی که از تغییر اقلیم متاثر می‌گردد، رژیم بارش است. مفهوم رژیم بارش بر توزیع فصلی- ماهانه بارندگی دلالت داشته، مکان مقایسه بارش فصول- ماه‌ها را مهیا می‌سازد. رژیم بارش حاصلِ برهم کنش عوامل فیزیکی، مکانی و زمانی است و به وسیله شاخص‌های مختلفی قابل بررسی می‌باشد. مطالعه حاضر به منظور بررسی توزیع فصلی بارش، به شاخصی به نام شاخص فصلی (SI) می‌پردازد. این شاخص و تغییرات آن اطلاعاتی درباره رژیم بارش و تغییر آن به دست می‌دهد.

در این تحقیق با استفاده از آمار بارندگی ماهانه ۳۱ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی، طی ۳۵ سال اخیر به بررسی تغییرات رژیم بارندگی استان زنجان پرداخته شد. به منظور تهیه نقشه‌های بارش و انجام عملیات میان یابی و نیز بررسی‌های مربوط، ۷ ایستگاه از ایستگاه‌های مورد بررسی از خارج استان انتخاب شد.

در ابتدا مشخصات توصیفی بارش ماهانه به صورت ترسیمی و آماری ارائه و سپس تغییرات زمانی، شاخص فصلی و تغییرات بلند مدت آن برآورد شد. شاخص فصلی استان گویای دو نوع رژیم بارش است: رژیم نخست که بیش از ۷۹/۴ درصد از مساحت استان را در بر می‌گیرد، عمدتاً فصلی با یک فصل کوتاه خشک و رژیم دوم شامل یک رژیم کاملاً فصلی حدود ۲۰/۶ درصد مساحت استان را پوشش می‌دهد. در تمامی این دو پهنه، روند بارش طی دوره مورد بررسی کاهنده بوده است. در ناحیه رژیم نخست روند کاهنده شاخص فصلی ۰/۱ تا ۰/۳ و در ناحیه تحت رژیم دوم حداکثر ۰/۲ است. این امر گویای روند رژیم بارش به سوی یک توزیع نسبتاً یکنواخت بارندگی است. بنابراین به نظر می‌رسد که افزایش بارش سه ماهه جولای، نوامبر و دسامبر چندان معنی دار نیست. آزمون‌های آماری انجام شده نیز صحت این وضعیت را نشان می‌دهد. استنباط‌های حاصل از این بررسی گویای کاهش بارندگی حاصل از فرایندهای محلی به ویژه در ماه‌های فصل بهار و دو ماه تابستانی جون و سپتامبر است.

کلمات کلیدی: سرعت باد، انرژی باد، توزیع سرعت باد، تغییر ات بلند مدت.

مقدمه

بارش استان زنجان همانند بارش کل پهنه ایران زمین به وسیله مجموعه‌ای از عوامل فیزیکی، زمانی و مکانی به ویژه تنوع توپوگرافی و ارتفاع متاثر می گردد. عملکرد این عوامل طی زمان متفاوت بوده، علاوه بر تنوع مکانی میزان بارش، توزیع زمانی آن نیز در معرض دگرگونی قرار می‌گیرد. پدیده تغییر اقلیم یکی از پدیده‌های زمانی موثر بر توزیع زمانی بارش است. چه، یکی از اثرات تغییر اقلیم، تغییر در مشخصات بارش است. از مشخصات بارندگی که از تغییر اقلیم متاثر می‌گردد، رژیم بارندگی است. رژیم بارندگی گویای توزیع زمانی بارش درطی سال است. مفهوم رژیم بارندگی و کمّی سازی آن امکان مقایسه میزان بارندگی فصول- ماه‌ها را مهیا می‌سازد. بدیهی است وارسی رژیم بارش در طی زمان، شناخت تغییرات رژیم بارندگی را آشکار خواهد کرد. شناخت توزیع زمانی بارش نه تنها به لحاظ اقلیم شناسی اهمیت دارد بلکه به لحاظ برنامه ریزی اقتصادی- زراعی از ارزش شایان توجهی برخوردار است.

تغییرات رژیم بارش مورد توجه بسیاری اقلیم شناسان جهان و ایران بوده است. به منظور رعایت ایجاز به برخی از تحقیقات سال‌های اخیر اشاره می‌شود. برای مثال کشف تغییرپذیری فصلی بارش در ایالات متحده (یو و چو[۱] (۱۶) ۲۰۰۱)، تغییرات زمانی- مکانی بارش اندونزی و رابطه آن با ال نینو- نوسانات جنوبی[۲] (جون- ایچی[۳] (۸) و همکاران ۲۰۰۲)، تحلیل روند فصلی عناصر عمده اقلیمی از جمله

1. Ye and Cho
2. ENSO
3. Jun-Ichi

بارش در دلتای یانگ تسه (چن[1] (۷) و همکاران ۲۰۰۶)، رابطه تعداد روزهای بارانی و میزان بارش با جابه جایی فصل بارش نیجریه (اودکیونل[2] ۲۰۰۶ (۱۳))، شاخص‌های فصلی رژیم بارش در یونان (لیوادا و آسیماکوپولوس[3] (۱۲) ۲۰۰۸) تحلیل زمانی- مکانی رژیم بارش شمال شرق ایالات متحده (اسکات و شولمن[4] (۱۴) ۱۹۷۹)، تحلیل رژیم بارش ایالات متحده (کرکایلا و حمید[5] (۱۱) ۱۹۸۹)، ترکیه (کادی اغلو[6] (۹) و همکاران ۱۹۹۹)، اردن (تارونه و کادی اغلو[7] (۱۵) ۲۰۰۳)، اروپا (کاراگیانیدیس[8] (۱۰) و همکاران ۲۰۰۸) و یونان (لیوادا[9] (۱۲) و همکاران ۲۰۰۸) به کار گرفته شده است.

رژیم بارش ایران نیز در مقیاس کلی و ناحیه‌ای مورد توجه اقلیم شناسان بوده است. رژیم بارش ایران نیز در مقیاس کلی و ناحیه‌ای مورد توجه اقلیم شناسان بوده است. برای مثال رژیم بارش (کاویانی ۱۳۷۲(۵)) و تعیین فصول بارشی و طبقه بندی آنها (مسعودیان و عطایی ۱۳۸۴(۶)) در سرتاسر ایران مورد بررسی قرار گرفته است. انصاری بصیر (۱۳۸۶) با استفاده از ۴۲ ایستگاه همدید در فاصله سال‌های ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰ تغییرات رژیم بارش ایران را به روش نقطه‌ای استخراج نموده و با استفاده از روش‌های زمین[10] آمار نقشه‌های مربوط را تهیه نمود (۱). پیش بینی بارش فصلی خراسان بزرگ (فلاح قهرودی و همکاران ۱۳۸۷(۴)) یک مثال از مطالعات ناحیه‌ای به شمار می‌رود. با این وصف تاکنون تغییر رژیم بارش به طور جامع بررسی نشده و تنها مطالعات محدودی در زمینه رژیم بارش صورت پذیرفته است. برای مثال منطقه بندی رژیم بارشی غرب و شمال غرب کشور (رضیئی و عزیزی ۱۳۸۶ (۲)) برای دوره ۱۹۹۹-۱۹۶۵ بررسی و با استفاده از ۱۰ پارامتر اقلیمی در ۱۷۰ ایستگاه کشور پنج منطقه بارشی تشخیص داده شد.

مطالعه حاضر به منظور بررسی تغییر توزیع فصلی (رژیم) بارش از شاخصی به نام شاخص فصلی (*SI*)[11] بهره گرفته است. این شاخص اطلاعاتی درباره تغییرپذیری فصلی بارش به دست می‌دهد. تحلیل تغییرات این شاخص در طی زمان امکان وارسی تغییر رژیم بارش را مهیا می‌سازد. شاخص فصلی اولین بار به وسیله والش و لاولر (۱۹۸۱) و به منظور کیفی سازی رژیم بارش مورد استفاده قرار گرفت (۱۱).

موقعیت استان زنجان

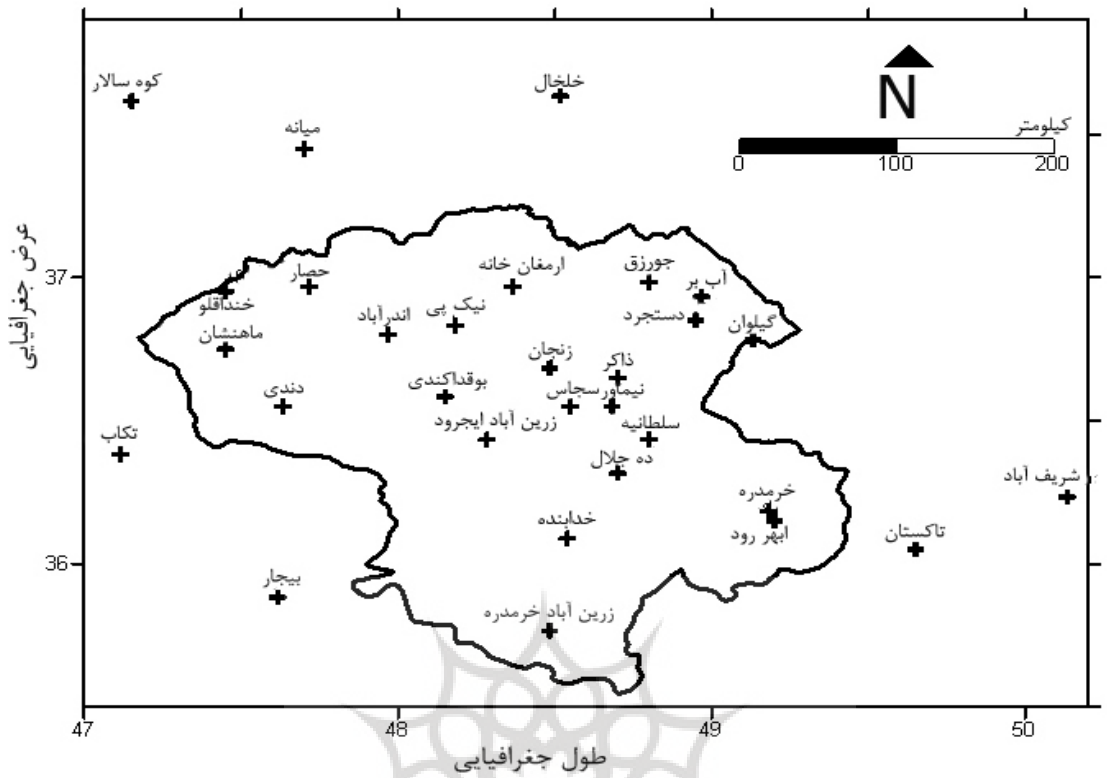
استان زنجان با مساحت حدود ۳۹۳۶۹ کیلومتر مربع در ناحیه مرکزی شمال غرب ایران، در همسایگی استان‌های اردبیل، گیلان، قزوین، همدان، کردستان، آذربایجان غربی و شرقی و در مختصات زیر قرار گرفته است (شکل ۱):

E: ۴۷°۱۰′- ۴۹° ۳۰′

N: ۳۵°۲۵′- ۳۷° ۱۰′

استان زنجان از دو منطقه کوهستانی در نواحی شمالی، مرکزی و غربی- جنوب غربی (شهرستان زنجان، طارم، ماه نشان خدابنده) و نیز نواحی جلگه‌ای و دشتی تشکیل شده است.

1. Chen
2. Odekunle
3. Livada and Assimakopoulos
4. Scott and Shulman
5. Kirkyla and Hameed
6. Kadioglu
7. Tarawneh and Kadioglu
8. Karagiannidis
9. Livada
10. Scott and Shulman
11. Seasonality Index



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

داده‌ها و روش‌ها

در این تحقیق از داده‌های بارش ۳۱ ایستگاه بهره گرفته شد. به منظور میان یابی بارش و مشخصات مربوط از میان ۳۱ ایستگاه ، تعداد ۶ ایستگاه در خارج استان اختیار شد. ملاک انتخاب ایستگاه‌های خارجی، نزدیکی فیزیکی- اقلیمی و طول دوره آماری مناسب (۲۰۰۵-۱۹۷۶) بوده است. موقعیت ایستگاه‌ها در نقشه شماره (۱) ترسیم و مشخصات آنها در جدول (۱) ارائه گردیده است.

به منظور ارائه تصویری روشن از حداکثر طول دوره آماری، تحلیل‌ها برای ۳۵ سال ۱۹۷۰- ۲۰۰۵ انجام شد. از میان ایستگاه‌ها هشت ایستگاه، کل طول دوره مورد بررسی (۲۰۰۵- ۱۹۷۰) را پوشش می‌دهند (جدول ۱). پنج ایستگاه از اواخر دهه ۱۹۸۰ (۲۰-۱۹ سال) دارای آمار بوده‌اند. کم‌ترین طول دوره آماری مربوط به ایستگاه ماهنشان (۲۰۰۱-۲۰۰۵) می‌باشد.

از آن جا که طول دوره آماری ایستگاه‌های مختلف متفاوت بوده و تحلیل های همسان بر داده‌های با طول دوره ناهمسان (حتی در صورت همگونی) ممکن است نتایج ناهمگونی ارائه دهد و از طرفی چون بازسازی آماری مشاهدات ممکن است موجب حصول نتایج غیر واقعی گردد، از تحلیل نقطه‌ای و نیز بازسازی آماری پرهیز شد. بدین ترتیب در ابتدا نقشه‌های بارش هر ماه از بدو دوره آماری و با استفاده از روش کریجینگ، با اندازه یاخته‌های ۵۰ ×۵۰ دربازه مختصاتی ۵۰-۴۷ درجه شرقی و ۳۸-۳۵ درجه شمالی تولید شد. سپس یاخته‌های خارج از استان حذف و تحلیل‌ها بر روی ۵۹۲ یاخته باقیمانده داخل استان صورت گرفت. بدیهی است برای تولید هر نقشه تعداد متفاوتی ایستگاه مشارکت داشته‌اند. پس از تهیه نقشه‌ها، تمامی عملیات محاسباتی- آماری بر سری‌های زمانی هر یاخته اعمال گردید. به منظور ارائه تصویری مناسب از بارش

و توزیع زمانی آن در استان، میانگین بـارش در مقیـاس‌هـای ماهانه- سالانه و ضریب تغییرات ماهانه بارش سـالانه تهیـه و در معرض تحلیل قرار گرفت. سپس روند خطی بارش برای هر یک از ماه‌های سال محاسبه شد.

جدول (۱): مشخصات ایستگاه‌های مورد بررسی

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	دوره آماری	نوع ایستگاه	استان
۱	آب بر(طارم علیا)	۴۸° ۵۸´	۳۶° ۵۶´	۷۰۳	۱۹۹۵-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۲	اندرآباد	۴۷° ۵۸´	۳۶° ۴۸´	۱۳۱۰	۱۹۹۹-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۳	ابهر رود	۴۹° ۱۲´	۳۶° ۹´	۱۵۹۲	۱۹۹۵-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۴	ارمغان خانه	۴۸° ۲۲´	۳۶° ۵۸´	۱۹۲۳	۱۹۹۵-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۵	بوغداکندی	۴۸° ۹´	۳۶° ۳۵´	۱۹۵۵	۱۹۹۸-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۶	چورزق	۴۸° ۴۸´	۳۶° ۵۹´	۵۱۰	۱۹۹۸-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۷	دندی	۴۷° ۳۷´	۳۶° ۳۳´	۱۳۰۵	۱۹۹۴-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۸	دستجرد	۴۸° ۵۷´	۳۶° ۵۱´		۱۹۹۶-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۹	ده جلال	۴۸° ۴۲´	۳۶° ۱۹´	۱۹۳۵	۱۹۷۰-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۱۰	گیلوان	۴۹° ۸´	۳۶° ۴۷´	۳۱۰	۱۹۹۹-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۱۱	حصار	۴۷° ۴۳´	۳۶° ۵۸´	۱۲۲۳	۱۹۷۰-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۱۲	حلب	۴۸° ۴´	۳۶° ۱۸´	۱۴۸۰	۱۹۹۸-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۱۳	خندق لو	۴۷° ۲۷´	۳۶° ۵۷´	۱۶۴۵	۱۹۷۰-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۱۴	ماهنشان	۴۷° ۴۰´	۳۶° ۴۶´	۱۲۸۲	۲۰۰۱-۲۰۰۶	همدیدی	زنجان
۱۵	نیک پی	۴۸° ۱۱´	۳۶° ۵۰´	۱۳۲۰	۱۹۹۴-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۱۶	سجاس	۴۸° ۳۳´	۳۶° ۴۶´		۱۹۹۶-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۱۷	نیماور	۴۸° ۴۱´	۳۶° ۳۳´	۱۷۲۸	۱۹۷۰-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۱۸	شریف آباد	۵۰° ۸´	۳۶° ۱۴´		۱۹۹۹-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۱۹	سلطانیه	۴۸° ۴۸´	۳۶° ۲۶´	۱۷۹۰	۱۹۹۴-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۲۰	ذاکر	۴۸° ۴۲´	۳۶° ۳۹´	۱۹۵۰	۱۹۷۰-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۲۱	زرین آباد (خدابنده)	۴۸° ۲۹´	۳۵° ۴۶´	۱۸۲۰	۱۹۹۴-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۲۲	زرین آباد (ایجرود)	۴۸° ۱۷´	۳۶° ۲۶´		۱۹۹۶-۲۰۰۵	باران سنجی	زنجان
۲۳	خرمدره	۴۹° ۱۱´	۳۶° ۱۱´	۱۵۷۵	۱۹۸۶-۲۰۰۵	همدیدی	زنجان
۲۴	تاکستان	۴۹° ۳۹´	۳۶° ۳´	۱۳۲۵	۱۹۶۴-۲۰۰۵	اقلیم شناسی	قزوین
۲۵	بیجار	۴۷° ۳۷´	۳۵° ۵۳´	۱۸۸۳/۴	۱۹۸۷-۲۰۰۵	همدیدی	کردستان
۲۶	خلخال	۴۸° ۳۱´	۳۷° ۳۸´	۱۷۹۶	۱۹۸۷-۲۰۰۵	همدیدی	اردبیل
۲۷	تکاب	۴۷° ۷´	۳۶° ۲۳´	۱۷۶۵	۱۹۸۶-۲۰۰۵	همدیدی	غربی.آ
۲۸	میانه	۴۷° ۴۲´	۳۷° ۲۷´	۱۱۱۰	۱۹۸۷-۲۰۰۵	همدیدی	شرقی.آ
۲۹	کوه سالار	۴۷° ۹´	۳۷° ۳۷´	۱۶۷۰	۱۹۷۰-۲۰۰۵	باران سنجی	شرقی.آ
۳۰	خدابنده	۴۸° ۳۵´	۳۶° ۷´	۱۸۸۷	۱۹۹۴-۲۰۰۵	همدیدی	زنجان
۳۱	زنجان	۴۸° ۲۹´	۳۶° ۴۱´	۱۶۶۳	۱۹۵۵ -۲۰۰۵	همدیدی	زنجان

به منظور بررسی رژیم بارش استان، میانگین شاخص فصلی هریک از یاخته‌های نقشه بر پایه میانگین بلند مدت بارش ماه n ام (x_n) و میانگین بلند مدت بارش سالانه ($\overline{R}$) و نیز براساس فرمول زیر محاسبه شد (۱۶):

$$\overline{SI} = \frac{1}{\overline{R}} \sum_{i=1}^{n=12} \left| \overline{x}_n - \frac{\overline{R}}{12} \right|$$

این شاخص می‌تواند اختلاف رژیم بارش را حتی برای نواحی با ۲ الی ۳ اوج بارندگی در سال نشان دهد. مقادیر حاصل از این شاخص بین صفر (توزیع یکنواخت بارش) و ۱/۸۳ (تنها یک ماه بارانی) تغییر می‌کند. طبقات رژیم بارش براساس ارزش $\overline{SI}$ در جدول زیر آمده است:

جدول (۲): مفاهیم مقادیر شاخص فصلی (۱۶)

$\overline{SI}$	≤ ۰/۱۹	۰/۲-۰/۳۹	۰/۴-۰/۵۹	۰/۶-۰/۷۹	۰/۸-۰/۹۹	۱-۱/۱۹	≥ ۱/۲
رژیم بارش	یکنواخت	یکنواخت با یک فصل مرطوب تر	عمدتاً فصلی با یک فصل خشک کوتاه	فصلی (یک فصل خشک و یک فصل مرطوب)	فصلی با فصل خشک طولانی تر	بیش تر بارش در ۳ ماه یا کم تر	تقریباً تمامی بارش در ۱ تا ۲ ماه

در مرحله نهایی شاخص فصلی برای یاخته‌های نقشه‌های هر یک از سال‌های دوره آماری محاسبه و روند تغییرات آن برای محدوده استان برآورد گردید.

۳- بحث

۳-۱- بارش سالانه استان زنجان

شکل (۲) توزیع مکانی بارش سالانه استان زنجان را نشان می‌دهد. میانگین بارش سالانه استان حدود ۲۹۱/۷ میلی متر است. کمینه و بیشینه بارش سالانه استان به ترتیب ۲۳۹/۸ (جنوب غربی استان) و ۳۴۳/۵ (شمال شرقی استان) میلی متر است. ضریب تغییرات مکانی بارندگی بسیار کم (۷/۵ درصد) و بارش از توزیع مکانی نسبتاً یکنواختی برخوردار است. به طوری که تفاوت پهنه‌های بالاتر و پایین تر از میانگین در استان قابل توجه نیست. میزان چولگی مکانی بارش (۰/۳۳۶) نیز هرچند گویای فزونی نواحی با بارش کم نسبت به نواحی با بارش زیاد است اما کوچکی ارزش آن تائیدی دیگر بر یکنواختی بارش حول میانگین است. این وضعیت با کوچک بودن ضریب کشیدگی مکانی (۰/۵۷۴-) نیز قابل اثبات است.

جدول (۳) توزیع درصدی میزان بارش را نشان می‌دهد. چنان که دیده می‌شود سهم زیادی از مساحت استان بارانی بین ۳۰۰-۲۵۰ میلی متر (بارش حول میانگین) دریافت می‌دارد. رابطه بارش با متغیرهای مکانی با واسطه همبستگی جزئی محاسبه شد. در این نوع همبستگی اثر منفرد یک متغیر با حذف اثر متغیرهای مکانی دیگر انجام می‌شود (برای بحثی مشابه به عساکره ۱۳۸۷ مراجعه کنید (۳)). نتایج نشان داد که ۱۹/۳، ۹ و ۱/۹ درصد از بارندگی به ترتیب با عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و ارتفاع (جمعاً ۳۰/۲ درصد) توجیه می‌شود.

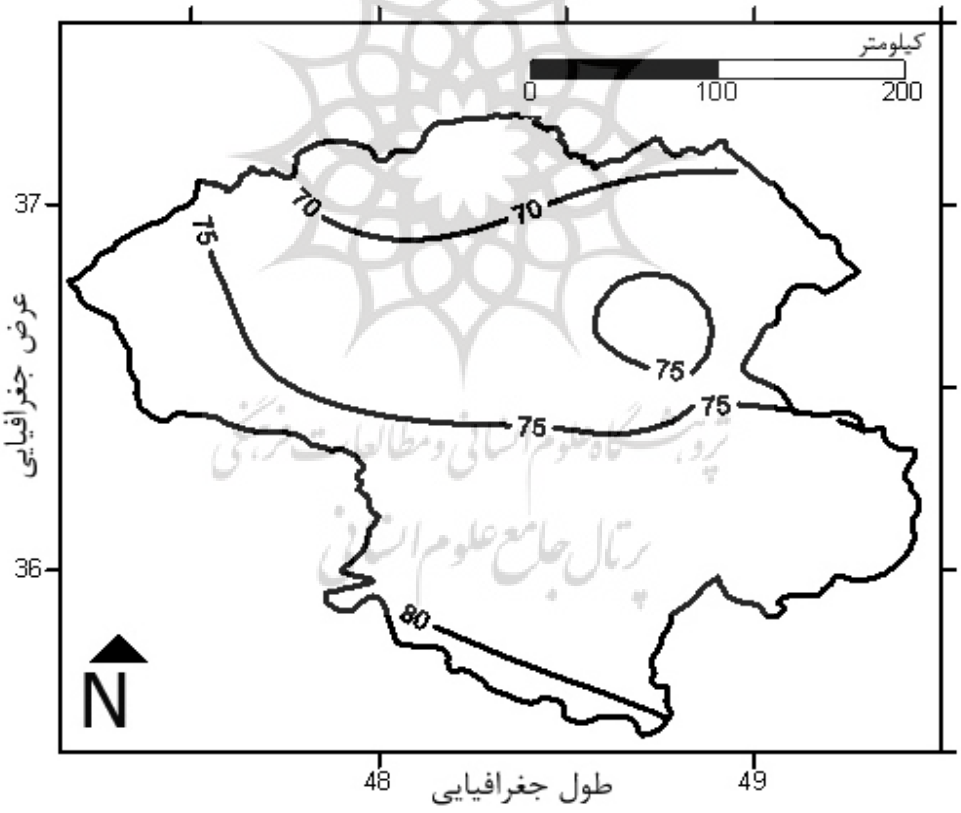
هر چند مطالب فوق توصیفی عمومی از مشخصات مکانی بارش نمایش می‌دهد، اما قادر نیست رژیم بارندگی را ارائه نماید. ضریب تغییرات ماهانه بارش سالانه قادر است الگوی نسبی تغییرپذیری بارش را ارائه نماید. این شاخص آماری نه تنها تغییرات ماه به ماه میزان بارندگی را بهتر نمایان می‌سازد بلکه رویه‌ای مناسب برای شاخص سازی به شمار می‌آید. شکل (۳) توزیع مکانی این فراسنج را ارائه نموده است:

جدول (۳): درصد مساحت طبقات بارش سالانه در استان زنجان

درصد مساحت	میزان بارش به میلی متر
۱/۱	کمتر از ۲۵۰
۶۸/۲	۲۵۰-۳۰۰
۳۰/۷	۳۰۰-۳۵۰

ضریب تغییرات ماه به ماه بارندگی گویای تغییرات شدت ماه به ماه بارش است. ضریب تغییرات از قدری کم تر از ۷۰ تا بیش از ۸۰ درصد را در پهنه استان نشان می دهد. توزیع فراوانی ضریب تغییرات در جدول ۴ ارائه شده است:

دیده می‌شود که بیش ترین پهنه استان (۸۷/۱ درصد) با ضریب تغییرات ماه به ماه بالایی (۸۰-۷۰ درصد) مواجه است. رابطه ضریب تغییرات با میزان بارش سالانه ۰/۷۲۸- است. یعنی حدود ۵۳ درصد ضریب تغییرات با میزان بارش توجیه می شود. از آن جا که این رابطه منفی است، می توان استنباط کرد که بیش ترین ضریب تغییرات در پهنه های کم باران رخ می‌دهد.



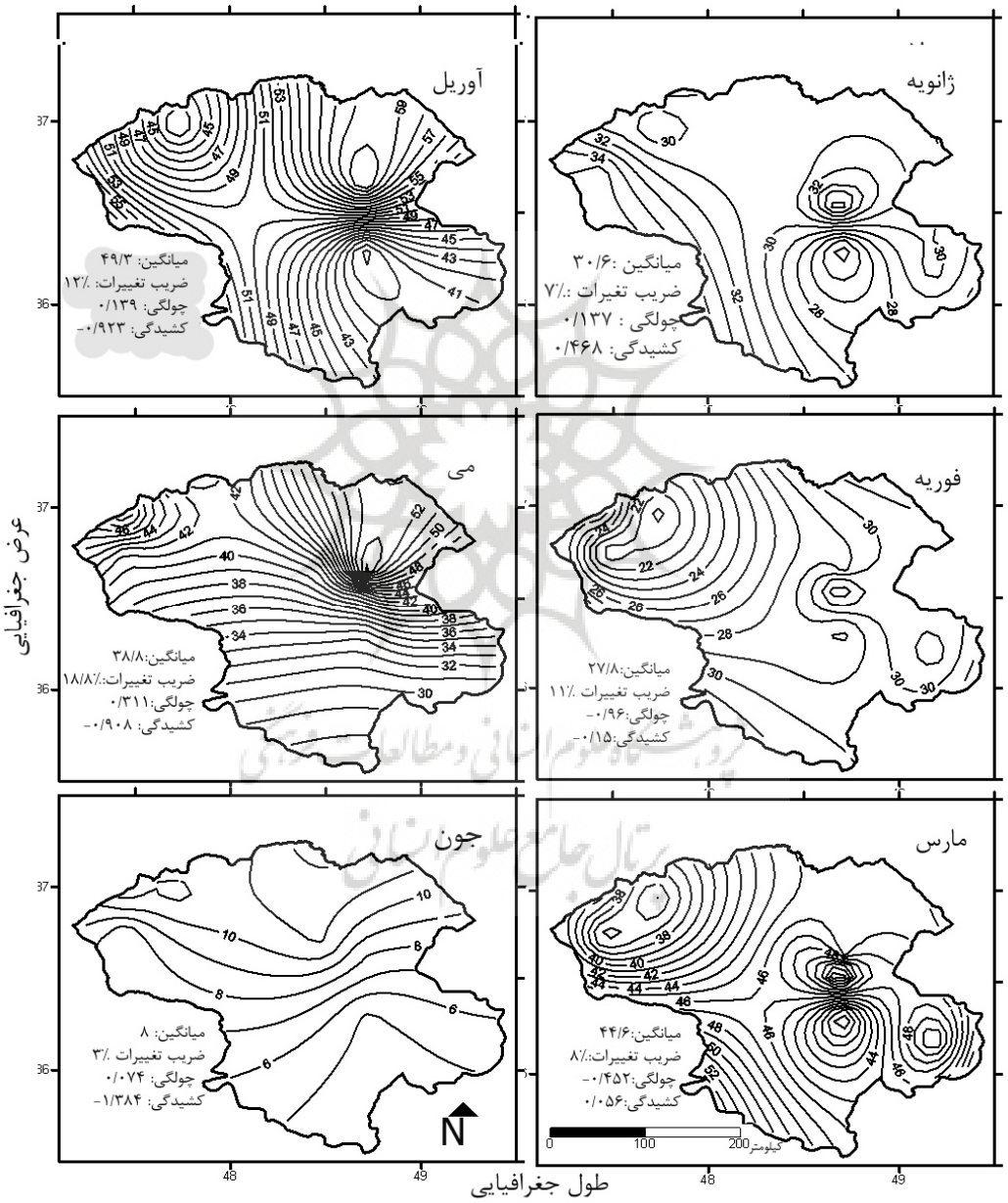
شکل (۳): توزیع مکانی ضریب تغییرات ماه به ماه بارش سالانه استان زنجان

۳-۲- میانگین بارش ماهانه

به منظور ارائه تصویری کلی از وضعیت توزیع زمانی بارش، بارش‌های ماهانه در معرض توجه قرار گرفت. نقشه‌های ارائه شده در شکل ۴ توزیع مکانی بارش ماهانه و برخی مشخصات توصیفی آن را برای استان زنجان نشان می‌دهد.

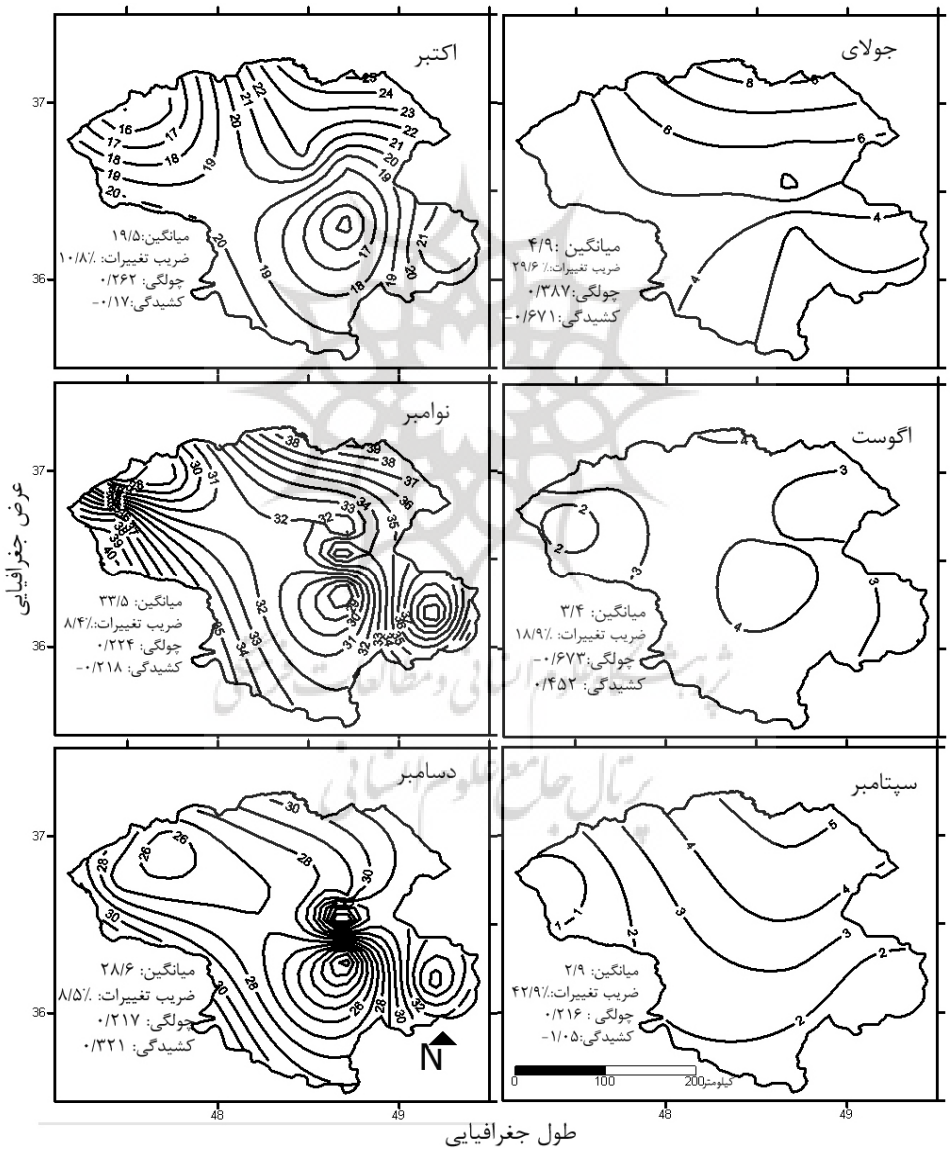
جدول (۴): درصد مساحت استان و ضریب تغییرات مربوط

درصد مساحت	ضریب تغییرات به درصد
۹/۶	کم تر از ۷۰
۳۷/۸	۷۰-۷۵
۴۹/۳	۷۵-۸۰
۳/۲	بیش از ۸۰



شکل (۴): توزیع مکانی بارش ماهانه استان زنجان

چنان که دیده می‌شود، عموماً فصل بهار و بعد از آن ماه‌های فصل زمستان پرباران ترین ماه‌ها به شمار می‌آیند. مشخصات ترسیمی ارائه شده در شکل نیز نشان می‌دهد که طی ماه‌های پرباران، خطوط هم بارش در سرتاسر استان متراکم تر است. از مشخصات دیگر تمامی نقشه‌ها به ویژه در ماه‌های پرباران تراکم هسته‌های بارش در شمال غرب و جنوب شرق استان است. پرباران ترین ماه، آوریل با میانگین بارش ۴۹/۳ میلی متر و کم باران ترین ماه، ماه سپتامبر با میانگین ۲/۹ میلی متر است. هرچند ماه‌های زمستان و بهار به لحاظ میانگین، پرباران ترین ماه‌ها به شمار می‌آیند اما براساس ضریب چولگی مکانی به ویژه برای ماه‌های دسامبر، ژانویه، آوریل و می گویای فراوانی نقاط پرباران و کم تر بودن نقاط پرباران است. دراین میان تنها ماه‌های اکتبر، فوریه و مارس از تقارن نسبی توزیع بارش برخوردارند.



دنباله شکل (۴): توزیع مکانی بارش ماهانه استان زنجان

میزان کشیدگی مکانی برای ماه‌های ژانویه، اگوست و دسامبر مثبت است. این وضعیت گویای عدم تفاوت مکانی مقادیر بارش در این ماه‌ها است. چنان که دیده می‌شود این مقادیر با ضریب تغییرات نسبتاً کوچکی همراهی می‌کند. این وضعیت تائیدی دیگر بر تغییرات مکانی کم در این ماه‌هاست. همچنین ماه‌های فوریه، مارس و اکتبر نیز با کشیدگی منفی کوچک نیز گویای تغییرپذیری توزیع مکانی کم می‌باشد. دراین میان تنها ماه‌های آوریل، می، جون، جولای و سپتامبر از کشیدگی منفی قابل توجهی برخوردارند. این امر گویای پراکندگی زیاد توزیع فراوانی بارش دراین ماه‌هاست.

در ماه‌های پرباران تغییرات مکانی کم تر از ماه‌های کم باران است. این وضعیت با شاخص ضریب تغییرات مکانی قابل تبیین است. برای مثال تغییرپذیری مکانی کم باران ترین ماه حدود ۳/۶ برابر تغییر پذیری مکانی پرباران ترین ماه است. این امر گویای تاثیر سیستم‌های محلی و عمدتاً همرفتی در بارش ماه‌های گرم است. چنان که قبلاً نیز گفته شد میزان بارش بیش از ۵۰ درصد تغییرات مکانی بارندگی را توجیه می‌کند. با این وصف قاعده مزبور نه برای تمامی پهنه و نه برای تمامی ماه‌ها صادق نیست. برای مثال ماه جون، حداقل ضریب تغییرات مکانی را تجربه می‌کند.

۳-۳- تحلیل روند بارش ماهانه

نقشه‌های ارائه شده در شکل ۵ روند بلند مدت بارش در ۱۲ ماه سال را نشان می‌دهد. این روند حاصل شیب تغییرات بارش در امتداد زمان است. چنان که دیده می‌شود، در تمامی ماه‌ها الگوهای مکانی متفاوتی از روند بارش مشاهده می‌شود. با این وصف عموماً روند چشمگیری در میزان بارش رخ نداده است. چه، تغییرات بارش شدید نبوده، به ازای هر سال حداکثر ۰/۶ میلی متر تغییر رخ می‌داده است.

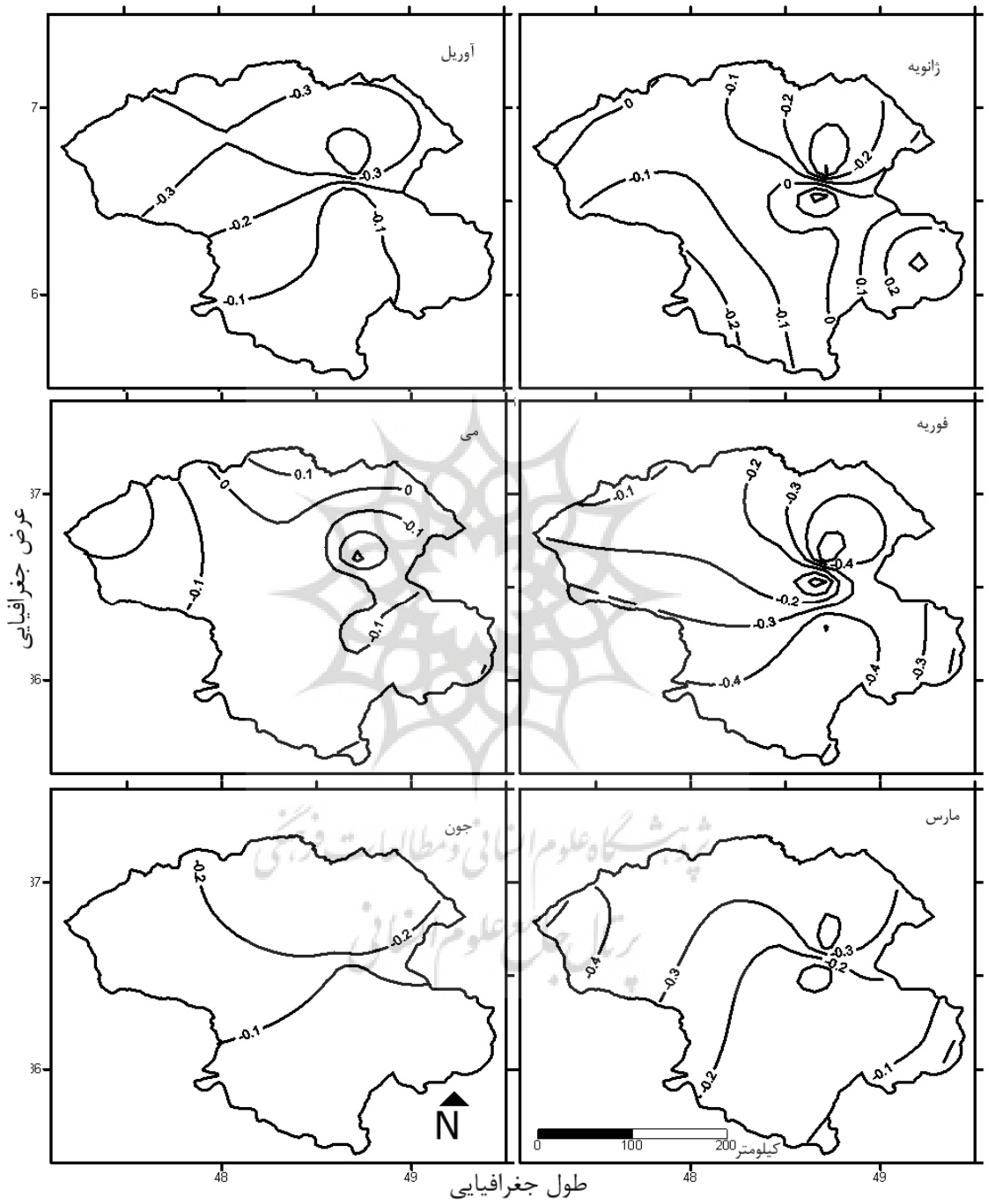
عموماً تغییرات بارش کاهشی و تنها در سه ماه جولای، نوامبر و دسامبر رفتار افزایشی حاکم بوده است. ازمیان سه ماه مزبور، هم ارزش‌های روند افزایشی در ماه جولای از نظم نسبی برخوردار بوده است. به طوری که خطوط هم مقدار با افزایش عرض جغرافیایی فزونی یافته و خطوط نسبتاً موازی با عرض جغرافیایی شکل گرفته است. با این وصف طی این ماه بخش‌هایی از جنوب شرقی، از روند کاهشی برخوردار بوده‌اند. ماه‌های نوامبر و دسامبر نیز حاوی روند افزایشی ناچیزی هستند. از آنجا که قدر مطلق مقادیر افزایش سه ماه جولای، نوامبر و دسامبر نیز چندان بزرگ نیست، می‌توان استنباط نمود که غلبه عمومی با رفتار کاهنده بارندگی است. به طور کلی ماه‌های پرباران ژانویه و فوریه به ویژه در شمال شرقی و جنوب غربی استان، بیش ترین روند کاهشی بارش را می‌توان ردیابی نمود. از ماه‌های کم باران می‌توان به ماه سپتامبر با مشخصات روندی مشابه ژانویه و فوریه اشاره نمود. بقیه ماه‌ها با شدت کم تری با روند کاهشی بارش مواجه بوده‌اند.

۳-۴- تحلیل شاخص فصلی و روند آن

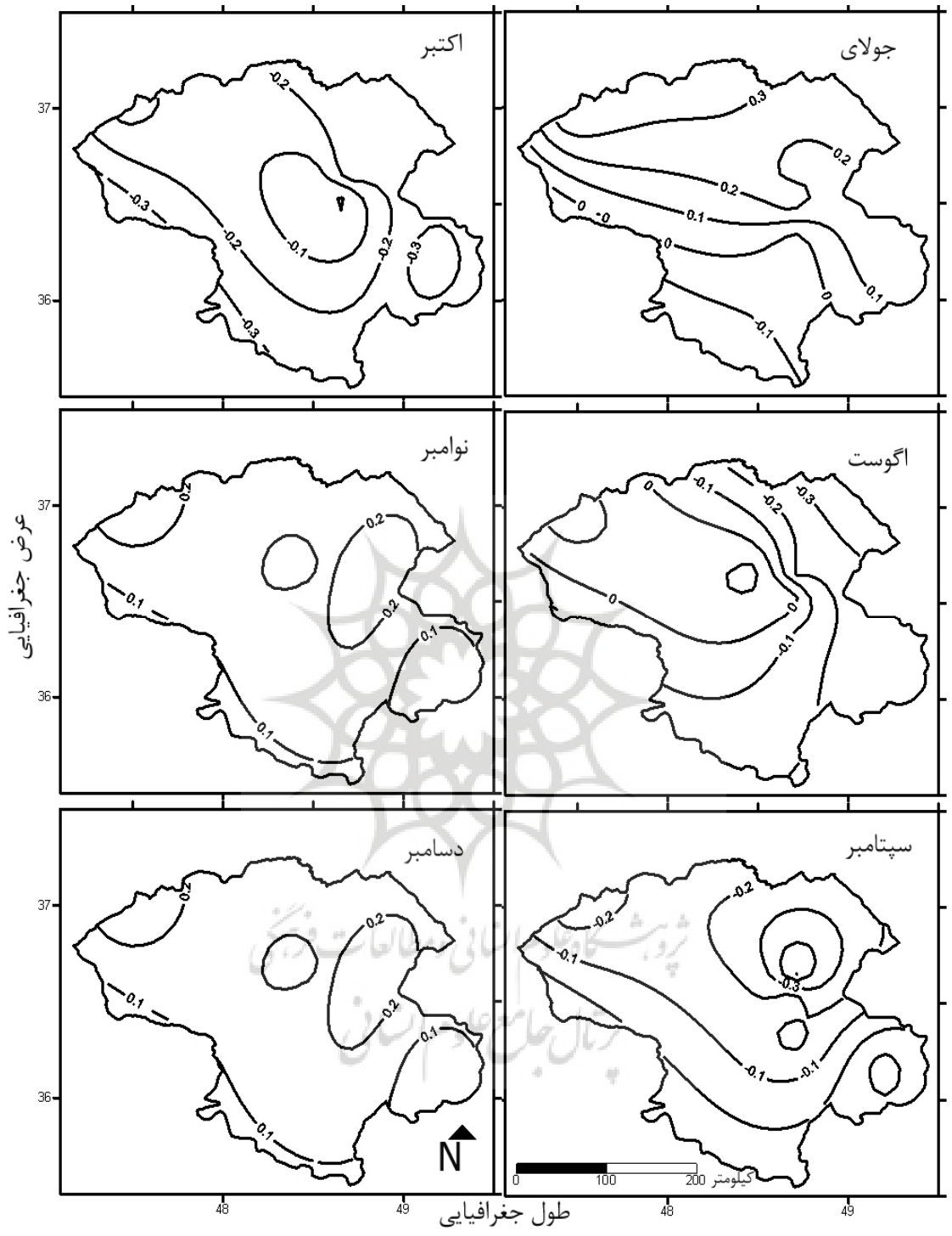
براساس فرمول (۱) شاخص فصلی برای تمامی یاخته‌های استان محاسبه و در نقشه‌های شکل ۶ (الف) ارائه شده است. چنان که در نقشه دیده می‌شود دو نوع رژیم بارش با وسعت ناهمگون در استان مشاهده می‌شود. وسیع ترین رژیم بارش با رژیم فصلی یک فصل خشک کوتاه است. این پهنه حدود ۷۹/۴ درصد از مساحت استان را به صورت پیوسته پوشانده و منطبق بر پهنه‌هایی است که ضریب تغییرات نسبتاً کم تری (شکل ۳) را در بر می‌گیرد.

با مراجعه به نقشه‌های ماهانه بارش می توان دریافت که این ناحیه تقریباً منطبق با محل وقوع بیشینه بارش‌های هر ماه است. لذا این بخش پهنه‌ای است که در طول ماه‌های مختلف از بارش بیشینه برخوردار است. تمرکز بارش این ناحیه عمدتاً در ماه بهار است. این پهنه با توزیع و پراکندگی

زمـانی بـیش تـری از بـارش مواجـه بـوده و مجـدداً بـارش همرفتی را می‌پوشاند. لذا نمودار بارش ماهانه حاوی حـداقل دو اوج بارندگی در طول سال است.

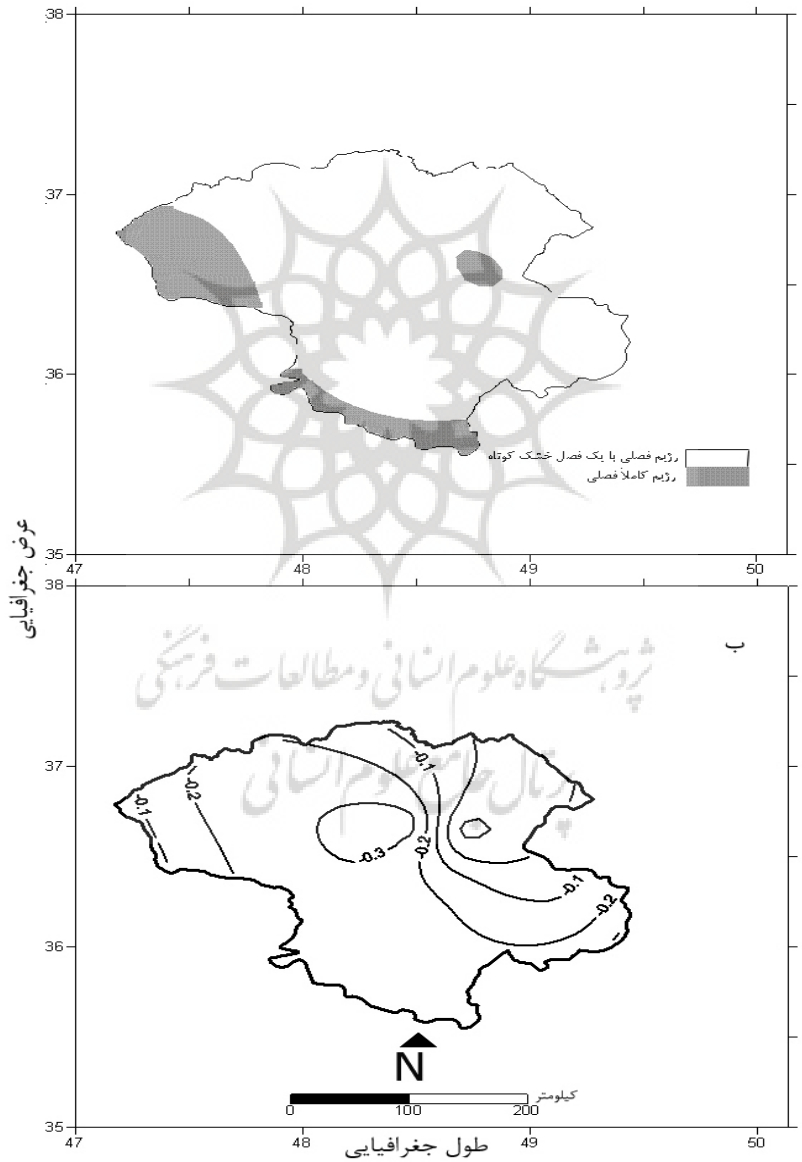


شکل (۵): توزیع مکانی روند بارش ماهانه استان زنجان



دنباله شکل (۵): توزیع مکانی روند بارش ماهانه استان زنجان

رژیم دوم حدود ۲۰/۶ درصد مساحت استان را در بر می‌گیرد. این پهنه گسسته در جنوب، غرب و پهنه کوچکی در شرق استان است. مشخصه این ناحیه بارش فصلی و اختلاف شدید ماه‌های پرباران و کم باران است. در واقع این پهنه طی ماه‌های پرباران از بارش بیشینه و در ماه‌های کم باران از بارش کمینه برخوردار است. ایستگاه‌هایی که دراین پهنه جای گرفته‌اند شامل ایستگاه‌های ذاکر، سجاس، نیماور، ماه نشان، دندی و زرین آباد خرمدره است. این پهنه منطبق بر نواحی کوهستانی استان است. از مشخصات بارندگی در این بخش‌ها، تمرکز بارش در یک فصل است. از این رو تفاوت ماه به ماه بارندگی بسیار زیاد است. بدین دلیل ضریب تغییرات زمانی بارش بسیار زیاد (شکل ۳) است. این ناحیه بیش ترین بارش خود را در ماه‌های فصل بهار (به ویژه مارس تا می) دریافت می‌دارد.



شکل (۶): توزیع مکانی شاخص فصلی بارش استان زنجان (الف) و روند آن (ب)

به منظور ردیابی رفتار زمانی شاخص فصلی روند خطی آن محاسبه و در نقشه ارائه شده است. روند شاخص فصلی با محاسبه شاخص فصلی (فرمول ۱) برای هر سال و برآورد شیب خط آن برای طول دوره و برای هر یک از یاخته‌ها محاسبه شد. چنان که دیده می‌شود شاخص فصلی طی دوره آماری مورد بررسی در سرتاسر استان از روند کاهشی برخوردار بوده است. بیش ترین کاهش بیش از ۰/۳ واحد به ازای هر سال بوده است. این وضعیت گویای تغییر رژیم بارش از بارش متمرکز تر به بارش پراکنده تر است. این وضعیت به ویژه در بخش مرکزی استان قابل رویت است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از آمار ۳۵ ساله و با بهره‌گیری از ۲۵ ایستگاه استان زنجان و نیز ۶ ایستگاه همسایه، مشخصات توصیفی، روند، شاخص فصلی بارش و روند آن بررسی شد. بیشینه بارش در شمال شرقی استان رخ می‌دهد. بااین وصف بیش‌ترین ضریب تغییرات عمدتاً در نواحی کم بارش رخ می‌داده است. بیش‌ترین بارندگی استان در ماه‌های فصل بهار و زمستان رخ می داده است.

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که دو نوع رژیم بارش در استان وجود دارد. یکی رژیم فصلی با یک فصل خشک کوتاه و دیگری رژیم کاملاً فصلی است. تحلیل روند در این پهنه‌ها گویای تغییرات نسبتاً اندک در دو رژیم است. در واقع رژیم فصلی با یک فصل کوتاه خشک بسیار سریع تر از رژیم کاملاً فصلی رو به تمرکز دریک فصل می‌نهد. درحالی که رژیم کاملاً فصلی با سرعت کم تری به تمرکز بارندگی در یک فصل گرایش دارد. بدین ترتیب می‌توان استنباط نمود که با وجود تغییرات متفاوت این دو ناحیه بارشی، اختلاف این دو در امتداد زمان حفظ می شود. بدین دلیل در بازه زمانی بسیار طولانی همگرایی اقلیم بارشی در دو پهنه، مورد انتظار است.

منابع

۱- انصاری بصیر، ارمغان (۱۳۸۶). " ارزیابی رژیم بارش فصلی در ایران با استفاده از روش هارمونی" پایان نامه کارشناسی ارشد رشته هواشناسی کشاورزی. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

۲- رضئیی، طیب و عزیزی، قاسم (۱۳۸۶): "گزارش فنی: منطقه بندی رژیم بارشی غرب ایران با استفاده از روش های تحلیل مولفه های اصلی و خوشه بندی" تحقیقات منابع آب ایران . شماره ۸

۳- عساکره حسین، ۱۳۸۷، کاربرد روش کریجینگ در میان یابی بارش. مطالعه موردی: میان یابی بارش ۱۳۷۶/۱۲/۲۶ در ایران زمین. مجله جغرافیا و توسعه، سال پنجم، شماره ۱۲

۴- فلاح قهرودی، غلام عباس، موسوی بایگی ، محمد و حبیبی نوخندان، مجید (۱۳۸۷): "پیش بینی بارش فصلی براساس الگوهای همدیدی با استفاده از سیستم‌های استنباط فازی- عصبی تطبیقی (*ANFIS*) " مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی شماره ۶۶.

۵- کاویانی، محمدرضا (۱۳۷۲). "تحلیلی آماری از رژیم بارندگی ایران". مجلهٔ رشد آموزش جغرافیا شمارهٔ ۱۲.

۶- مسعودیان، سید ابوالفضل و عطایی، هوشمند (۱۳۸۴): شناسایی فصول بارشی ایران به روش تحلیل خوشه‌ای. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان. جلد هیجدهم. شماره ۱.

7. Chen. L. X. Li. W. L., Zhu. W. Q., Zhou. X. J., Zhou. Z. J and Liu. H. L. 2006: seasonal trends of climate cange in the Yangtze delta and its adjacent regions and their formation mechanisms. Meteorol Atmosphys 92, 11-23.
8. Jun-Ichi, Hamada, Yamanaka,Manabu .D, Matsumoto, Jun. Fukao, Schoichiro. Winarso, Paulus .Agus and Sribimawati, Tien, 2002: Spatial and Temporal Variations of the Rainy Season over Indonesia and their Link to ENSO. Journal of Meteorological Society of Japan, Vol. 80, No. 2, 285-310
9. Kadioglu. Mikdat, Ozturk. Naim, Erdun Hakan and Sen. Zekai 1999:on the precipitation climatology of Turkey by harmonic analysis.Int . J. Climatol.19: 1717-1728
10. Karagiannidis A. F., Bloutsos A. A, Maheras P., and Sachsamanoglouy. Ch. 2008: Some statistical characteristics of precipitation in Europe. Theor. Appl. Climatol. 91: 193:2004

11. Kirkyla, Kristina.I and Hameed, Sultan 1989 Harmonic analysis of the seasonal cycle in precipitation over the united state: Acomparison between observations and a general circulation model. Journal of climate. ? 1463-1475
12. Livada, I, Chralambous. G, Assimakopoulos. M. N. 2008: Spatial and temporal study of precipitation characteristics over Greece. Theor. Appl. Climatol.93:45-55
13. Odekunle. T. O. 2006: Determining rainy season onset and retreat over Nigeria from precipitation amount and number of rainy day. Theor. Appl. Climatol. 83,193-201
14. Scott, Cynthia. M and Shulman, Mark, D 1979: An Areal and Temporal Analysis of Precipitation in the Northeastern United States. Journal of Applied Meteorology. Vol 18. 627-633
15. Tarawneh.Q and Kadioglu, M. 2003: An analysis of precipitation Climatology in Jordan. Theor. Appl. Climatol. 74, 123-136.
16. Walsh RPD, Lawler DM (1981) Rainfall seasonality spatial patterns and change through time. Weather 36:201–208
17. Ye. H and Cho. H. R 2001: Spatial and temporal characteristics of intraseasonal oscillation of precipitation over the United States. Theor. Appl.Climatol. 68, 51-66.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی