نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۰، ص. ۱۴۴۷-۱۴۳۴

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 6, Jan-Feb 2012, p. 1434-1447

بررسی تغییرپذیری رژیم بارش در ایران

سعید موحدی[۱]- حسین عساکره[۲]- علی اکبر سبزی پرور[۳*]- ابوالفضل مسعودیان[۴]- زهره مریانجی[۵]

تاریخ دریافت:۹۰/۲/۱۱
تاریخ پذیرش:۹۰/۶/۲۷

چکیده

در این تحقیق با استفاده از بررسی و مقایسه داده‌های میان‌یابی شده ایستگاه‌های هواشناسی در چهار دهه اخیر (۱۳۸۳-۱۳۴۴) به مطالعه تغییرات رژیم بارش کشور از طریق تحلیل هم‌سازها پرداخته شد. پس از انجام آزمون‌های آماری جهت صحت‌سنجی داده‌ها بر اساس تحلیل هم‌سازها در چهار دهه، مشخص شد که مقدار پراش هم‌ساز اول (حدود ۹۰ درصد) در چهار دهه تغییرات زیادی نکرده است. یعنی رژیم بارش غالب در کشور همچنان زمستانه است. مقدار پراش هم‌ساز دوم با تغییرات و جابجایی هم مقدارهای بارش همراه بوده است، مقدار پراش هم‌ساز سوم در دهه سوم و چهارم با افزایش چشم‌گیری رو به رو است که به معنای پیدایش رژیم‌های جدید بارش محلی در برخی نقاط کشور است. مقدار دامنه هم‌ساز دوم در منطقه آذربایجان از دهه اول به بعد کم می‌شود (حدود ۲۰ میلی‌متر) و در دهه چهارم به حداقل خود می‌رسد (حدود ۱۲ میلی‌متر)، یعنی مقدار بارش‌های همرفتی فصل بهار در دهه چهارم در این مناطق کمتر شده است. دامنه هم‌ساز سوم در مناطق جنوب شرق، جنوب غرب و ارتفاعات زاگرس در دهه سوم و چهارم نسبت به دهه‌های اول و دوم افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان داد و این افزایش در منطقه سیستان و بلوچستان بیشتر از سایر نقاط بود. این نتیجه از تغییرات قابل ملاحظه رژیم بارش در مناطق یاد شده خبر می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پراش، مقدار (t)، میان‌یابی، هم‌سازهای بارش

مقدمه

سرزمین ایران از نظر ویژگی‌های اقلیمی جزء کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود. لذا خشکی در این سرزمین به عنوان یک خصیصه و ویژگی دائمی می‌باشد. در این راستا توجه به پایستگی و مانایی بارش از اهمیت شایان توجه برخوردار است. یکی از نمایه‌های ردیابی پایستگی بارش تحلیل رژیم بارندگی است. رژیم بارش به پراکندگی میزان بارش بر حسب ماه‌ها و یا فصول سال گفته می‌شود (۲). تحقیقات گسترده‌ای در سطح جهان بر روی این پارامتر اقلیمی انجام شده است. که در زیر به چند نمونه از آنها اشاره می‌شود: کیرکیلا و سلطان حامد (۲۰)، ازطریق مقایسه بین داده‌های دیدبانی شده ۲۳ سال و یک مدل گردش عمومی که در دانشگاه ایالت اورگان طراحی شده بود به تحلیل هارمونیک چرخه فصلی بارش در ایالت متحده امریکا پرداختند. آنها مرزهای منطقه‌ی رژیم‌های بارشی متعدد در ایالت متحده امریکا را معین کرده و به این نتیجه رسیدند، هنگامی که نتایج مدل گردش عمومی توسط تحلیل هارمونیک تجزیه و تحلیل می‌شود، جزئیات منطقه‌ی قابل توجهی از اقلیم‌شناسی بارش نشان داده می‌شود.

دومروئس و همکاران (۱۷)، با استفاده از داده‌های بارندگی در ۷۰ ایستگاه هواشناسی ایران به تحلیل مولفه‌های اصلی و خوشه‌ای پرداختند و دریافتند که در ایران سه مولفه اصلی و پنج رژیم بارش وجود دارد.

کادی اغلو و همکاران (۱۸)، با استفاده از داده‌های بارش روزانه ۲۰۰ ایستگاه باران‌سنجی به بررسی اقلیم‌شناسی بارش ترکیه به روش تحلیل هارمونیک پرداختند و دریافتند که تنها دو هارمونیک اول و دوم برای بیان بیشتر از ۹۰ درصد تغییرات اقلیمی در ترکیه کافی است.

تاراونه و کادی اغلو (۲۳)، به مطالعه اقلیم‌شناسی بارش در کشور اردن در ۱۷ ایستگاه پرداختند. آنها با استفاده از تناوب هارمونیک‌های متفاوت، رفتار بارش را بررسی و به این نتیجه رسیدند که تحلیل‌های اولین و دومین هارمونیک به طور موثر بیش از ۹۰ درصد تغییرات

۱،۴و ۵- به ترتیب استادیار، دانشیار و دانشجوی دکتری گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان
۲- دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زنجان
۳- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
(*- نویسنده مسئول: Email: swsabzi@basu.ac.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

بارش در اردن را تبیین می‌کند. همچنین نشان دادند که فصل عمده بارش در زمستان با ضریب تغییرات بالا می‌باشد.

بودری و همکاران (۱۶)، روند تغییرات بارش در چک اسلواکی را در طی دوره ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۱ مورد مطالعه قرار دادند و تغییرپذیری را با روش تفاوت مطلق در بارش بین دو دوره زمانی مجزا تعیین کردند. نتایج اشاره به یک افزایش کلی در تغییرپذیری بارش در تمام مقیاس‌های مورد بررسی داشت.

کاراجیاندیس و همکاران (۱۹)، با استفاده از داده‌های ۵۰ ایستگاه هواشناسی اروپایی و با روش تحلیل هارمونیک، داده‌های بارش سالانه و ماهانه را بررسی کردند و نشان دادند که مجموع اولین و دومین هارمونیک به‌طور رضایت بخشی، رژیم بارش میانگین سالانه را توصیف می‌کند.

آشابوکو و همکاران (۱۴)، به مطالعه تغییرات رژیم بارش در روسیه پرداختند. آنها از داده‌های ۵ ایستگاه هواشناسی در دوره ۲۰۰۴- ۱۹۵۵ استفاده کردند. نتایج نشان داد که توزیع نرمال بهترین توزیع آماری قابل برازش بر این داده‌ها است. همچنین افزایش قابل توجهی در شدت بارش زمستانه در ناحیه جلگه ای دیده شد.

لیوادا و همکاران (۲۱)، به مطالعه ویژگی‌های زمانی- مکانی بارش در یونان، با استفاده از اطلاعات ۱۱۰ ایستگاه باران‌سنجی پرداختند. این تحلیل نشان داد که بالاترین درصد واریانس که توسط اولین هارمونیک توضیح داد می‌شود، در بخش‌های جنوب و جنوب شرق یونان دیده شده‌اند و در مقابل برای نواحی شمالی و خصوصاً نواحی کوهستانی، هارمونیک‌های مرتبه بالاتر (سوم تا پنجم) نیاز است تا پارامتر تحت بررسی، توصیف شود.

بررسی تغییرات و رژیم بارش در ایران نیز مورد توجه واقع شده است در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: فرج زاده (۷)، با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای و بر اساس داده‌های بارش ماهانه و دخالت انحراف معیار رژیم بارش ایران را به شش گروه رژیم بیابانی، رژیم مدیترانه‌ای، رژیم مدیترانه‌ای کوهستانی، رژیم نیمه‌بیابانی، رژیم نیمه‌مرطوب و رژیم مرطوب تقسیم نموده است.

مسعودیان (۹)، تغییرات زمانی و مکانی بارش در ایران را مطالعه نموده و نتیجه گرفته است که توالی مقادیر میانگین بارش سالانه ایران تصادفی است و توزیع زمانی بارش در ایران نیمه‌متمرکز است و با حرکت از شمال به جنوب مقدار شاخص یکنواختی توزیع زمانی بارش کاهش می‌یابد.

خوش اخلاق (۳)، پدیده انسو و تاثیر آن بر رژیم بارش ایران را مطالعه نموده و نتیجه گرفته است که با وجود محرز بودن رابطه بین شاخص نوسان جنوبی و بارش‌های کشور به سبب بعد مسافت بین آن منطقه و ایران و نیز وجود عوامل دیگر اثرات آن تعدیل، تخفیف و حتی به شکل معکوس در می‌آید.

بابایی فینی (۱)، جهت تعیین الگوهای مکانی بارش سالانه از متغیرهای انحراف معیار، میانگین بارش و ضریب تغییر استاندارد شده سالانه ۳۳ سال استفاده کرده که نتیجه آن معرفی ۷ الگوی بارش در کشور بوده است.

مسعودیان (۱۰)، با استفاده ازداده‌های بارش ماهانه ایران (ژانویه ۱۹۹۵ تا دسامبر۱۹۹۹) و به روش تحلیل خوشه‌ای به شناسایی رژیم بارش ایران پرداخته و یافته است که در ایران ۳ رژیم بارش اصلی، قابل شناسایی است: رژیم زمستانی، رژیم زمستانی- بهاری و رژیم پائیزی و نشان داد توزیع زمانی بارش در ایران با عرض جغرافیایی ارتباط دارد.

عسگری و رحیم زاده (۶)، تغییرات ویژگی بارندگی ۳۴ ایستگاه همدیدی کشور را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. آنها با استفاده از آزمون پارامتریک t استیودنت و آزمون‌های ناپارامتریک من-کندال و اسپیرمن به تحلیل کمّی روند پرداختند.

محمدی و جاوری (۸)، برای بررسی تغییرات زمانی بارش ایران از مدل‌های تغییرات تصادفی استفاده کردند و ذکر کردند که با توجه به سنجش و پیش‌بینی‌های مدل‌ها، بارش‌های فصلی تمام ایستگاه‌ها دارای تغییرات تصادفی بوده است.

مدرس (۱۲)، توابع توزیع منطقه بارش ایران را مشخص کرد و نشان داد که ۸ منطقه همگن بارش در ایران وجود دارد که می‌تواند تغییرات جغرافیایی و اقلیمی را در ایران نشان دهد.

عساکره (۵)، تغییرات زمانی و مکانی بارش ایران را با استفاده از تکنیک‌های زمین آماری و آمار کلاسیک و بر پایه تکنیک‌های ترسیمی طی یک دوره ۴۴ ساله آماری و بر اساس داده‌های ۳۲۲ ایستگاه مورد تحلیل قرار داد. نتایج تحقیق او نشان می‌دهد که حدود ۵۱ درصد از مساحت کشور در معرض تغییرات بارش قرار گرفتند. این تغییرات عمدتاً در نواحی کوهستانی غرب کشور و عموماً"در نواحی با بارندگی بیشتر، رخ داده است.

میر موسوی (۱۳)، نوسانات دما و بارش سالانه را در منطقه شمال غرب ایران با استفاده از مدل‌های تابع تبدیل که جزء روش‌های تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی است، بررسی کرد و نشان داد که روند بارندگی سالانه در ایستگاه‌های تبریز، اردبیل، ارومیه و خوی معنادار بوده و در همه آنها روند نزولی مشاهده می‌شود.

طبری وهمکاران (۴) روند تغییرات پارامترهای هواشناسی را در دو اقلیم سرد وگرم در ایران بررسی کردند و دریافتند داده‌های بارش دارای بیشترین نوسان نسبت به میانگین بوده و روند کاهشی معناداری از خود نشان دادند.

مسعودیان (۱۱)، به کمک داده‌های بارش روزانه ۳۳۳ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی و با انجام یک تحلیل خوشه‌ای بر روی فواصل اقلیدسی به روش ادغام وارد نشان داد که بر حسب مقدار و زمان دریافت بارش در ایران، ۸ ناحیه بارش متمایز وجود دارد. هدف این تحقیق تعیین تغییرپذیری رژیم بارش در ایران در۴۰ سال گذشته

Archive of SID

www.SID.ir

و مقایسه آن در مناطق مختلف با استفاده از هم‌سازهای مختلف و تحلیل‌های فوریه می‌باشد و نتایج آن می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های محیطی و مدیریت منابع آب و توسعه پایدار کشور به‌کار برده شود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از داده‌های بارش ۴۲۸ ایستگاه همدید، اقلیم‌شناسی و باران‌سنجی کشور استفاده شده است. به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، نقشه‌های میانگین بارش روزانه با تفکیک مکانی در ابعاد ۱۵×۱۵ کیلومتر و با کمک روش میان‌یابی کریجینگ تولید شد. به این ترتیب برای هر روز از تقویم شمسی ۸۲۳۰ نقطه برای بارش ایران به‌دست آمد. دوره آماری انتخاب شده برابر با ۴۰ سال (۱۳۸۳-۱۳۴۴) می‌باشد. نقشه‌ها بر اساس سیستم تصویر مخروطی لامبرت ترسیم شد و قبل از انجام هر گونه محاسبه، آزمون همگنی داده‌ها انجام گردید، داده‌های ناهمگن از سری داده‌ها حذف و از صحت داده‌ها اطمینان حاصل شد. جهت بررسی تغییرات رژیم بارش در کشور از تحلیل هم‌سازها استفاده شد. بدین منظور از میانگین ماهانه بارش چهار دهه و از داده‌های میان‌یابی شده در هر دهه بهره گرفته و با استفاده از سریهای فوریه به تحلیل هم‌سازهای بارش و رفتارهای تناوبی پرداخته شد.

رفتارهای تناوبی به هر شکل که باشند، با استفاده از توابع سینوسی در فرکانس‌های مختلف با تقریب مناسب و قابل قبولی برآورد و پیش‌بینی می‌شوند. در این راستا مدل‌های فوریه از ابزارهای مفید و کارا به شمار می‌آید. در واقع مولفه‌های سینوسی و کسینوسی، هم‌سازهایی (هارمونیک) هستند که در شکل‌گیری رفتار سری تناوبی موثرند. تعداد این هم‌سازها (مولفه‌های نوسانی) حداکثر نصف طول داده‌ها است. چرا که رفتار نوسانی حداقل از دو مولفه (سینوسی و کسینوسی) تشکیل شده است. در واقع هر هم‌ساز گویای یک روند رو به بالا و یک روند رو به پائین در یک سری زمانی است. بنابراین هر طول موج متوالی در سری زمانی تناوبی با یک هم‌ساز نشان داده می‌شود. این تحلیل به کمک یک سری زمانی به‌صورت زیر (رابطه ۱ تا ۷) نشان داده می‌شود (۲۳):

$$X_t = \overline{X} + \sum_{i=1}^{n} \left[a_i \cos\frac{2\pi}{T} it + b_i \sin\frac{2\pi}{T} it \right] \quad (۱)$$

رابطه فوق را یک الگوی فوریه گویند. ضروری است یادآوری شود که هر چند نمایش فوریه (یک دنباله متناهی) مقوله‌ای صرفا ریاضی است ولی تعیین آن با تعداد معدودی از هم‌سازها است که به لحاظ آماری معنی‌دار بوده و تقریب خوبی به‌دست می‌دهد و در تعیین حالت کلی رفتار جو اهمیت بسیاری دارد. در حقیقت غالبا تعداد کمی از هم‌سازها برای بیان رفتار یک عنصر اقلیمی کفایت می‌کند (۲۲).

رابطه ۱ نمایش فوریه سری زمانی (X1, X2, X3…Xn) است. همان گونه که در رابطه بالا دیده می‌شود، مولفه‌های سینوسی و کسینوسی حول یک میانگین ثابت رفتار سری را تعیین می‌کنند. چنان که آشکار است الگوی فوریه را نیز می‌توان به عنوان یک الگوی رگرسیون خطی در نظر گرفت که در آن تعداد ضرایب رگرسیون برابر طول سری می‌باشد.

در رابطه ۱، a_i و b_i ضرایب فوریه نامیده می‌شوند و همانند یک رگرسیون چند متغیره با استفاده از روش کمترین مربعات خطا به‌دست می‌آیند (۱۵). این ضرایب می‌تواند به‌صورت زیر بیان شود (۲۳):

$$a_i = \frac{2}{N}\sum_{t=1}^{N-1} x_t \cos\left(\frac{2\pi}{12} it\right), i = 1,2,....\frac{N}{2} \quad (۲)$$

$$b_i = \frac{2}{N}\sum_{t=0}^{N-1} x_t \sin\left(\frac{2\pi}{12} it\right), i = 1,2,....\frac{N}{2} \quad (۳)$$

که x_t متوسط بارش ماهانه t امین ماه و N شمار مشاهدات است. دامنه نیز به‌صورت زیر می‌تواند نوشته شود (۲۳):

$$A_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2} \quad (۴)$$

زاویه فاز i امین هم‌ساز به‌صورت زیر خواهد بود (۲۳):

$$\phi_i = \arctan\left[\frac{b_i}{a_i}\right] \quad (۵)$$

مقدار t یا زمان وقوع حداکثربارش در هر هم‌ساز به‌صورت زیر خواهد بود (۲۳):

$$t_i = \left(\frac{T}{2\pi i}\right)\phi_i, \quad (۶)$$

مقدار واریانس در هر هم‌ساز به‌صورت زیر است (۲۳):

$$V_i = \frac{A_i^2}{2} \quad (۷)$$

در این مطالعه از داده‌های میانگین بارش ماهانه و با برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار MATLAB جهت تحلیل هم‌سازها استفاده شده است. به‌طور کلی اولین هم‌ساز یک چرخه سالانه منفرد از مشاهدات، دومین هم‌ساز نشان دهنده گرایش به یک تغییر نیم سالانه بارش و سومین هم‌ساز جزئیات بیشتری از تغییرات سالانه رژیم بارش را توصیف می‌کند (۲۳). زمان (t) تغییر مکان‌های بیشینه در طول محور زمان را نشان می‌دهد. مقدار صفر ۱۵ اسفند را نشان می‌دهد. مقدار ۰/۵، ۱۵روز بعد یعنی ۱ فروردین را نمایش می‌دهد. با تحلیل تغییرات سهم پراش هم‌سازهای مختلف بارش، دامنه (مقدار حداکثر بارش در مناطق مختلف) و نیز زمان وقوع حداکثر بارش در چهار دهه تغییرات رژیم بارش ایران در دوره مورد مطالعه مشخص می‌گردد. به‌طور نرمال در داده‌های ماهانه ۶ هم‌ساز برای استفاده و تحلیل توزیع بارش وجود دارد. اما در این مطالعه درصدهای پراش اول تا سوم به‌طور

Archive of SID

www.SID.ir

نسبی بیش از ۹۵ درصد مقادیر را در ایران پوشش داده‌اند. لذا برای تفسیر تغییر پذیری رژیم بارش از ۳ هم‌ساز اول استفاده شده است.

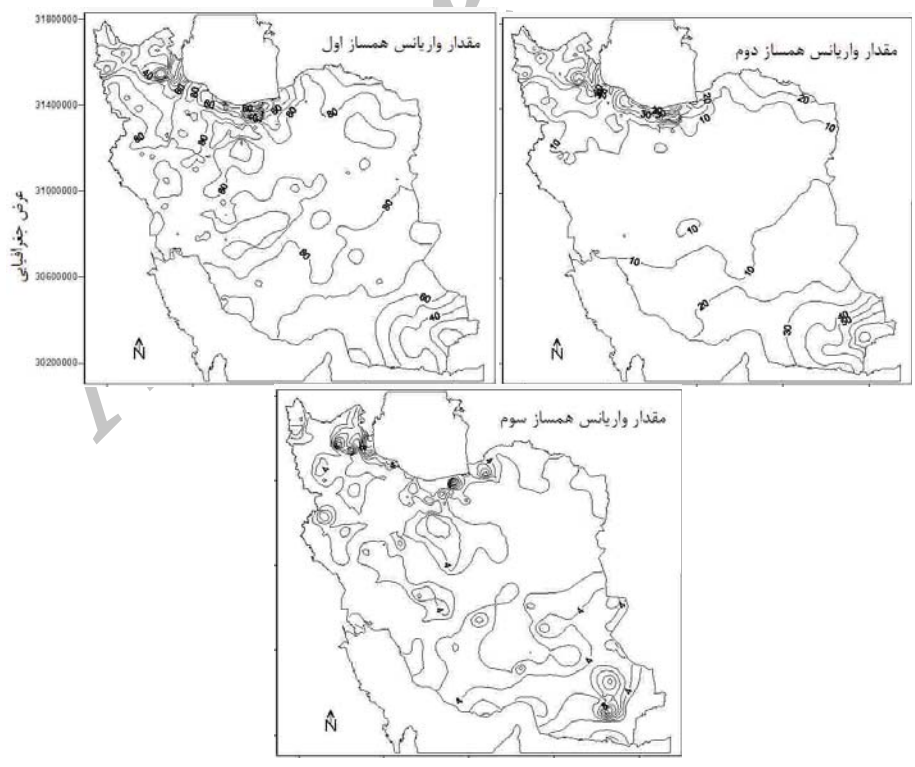
نتایج و بحث

تحلیل و تغییرات هم‌ساز دهه اول

به منظور بررسی تغییرات رژیم بارش ۴۰ ساله، مشاهدات مورد مطالعه به ۴ دهه تقسیم شده و پس از تحلیل هم‌سازها تغییرات آن مقایسه و مشخص گردیده است. دهه اول سال‌های مربوط به ۱۳۵۳-۱۳۴۴ می‌باشد. مشخصات این هم‌سازها در شکل ۱ ارائه شده است. در این دهه پراش اولین هم‌ساز دارای بیشترین میزان است و مربوط به بارش زمستانه است. مقدار پراش در این دهه از شمال به جنوب افزایش می‌یابد در نواحی مرکزی میزان درصد پراش اول به حداکثر ممکن یعنی۸۰ درصد می‌رسد، که آن حکایت از بارش‌های کلان سیستمی در این منطقه دارد. حداکثر مقدار دامنه در هم‌ساز اول مربوط به سواحل دریای خزر و ارتفاعات زاگرس می‌باشد (حدود۴۰ میلی‌متر) ولی نواحی مرکزی در این دهه حداقل دامنه را دارا می‌باشد (بین صفر تا ۵ میلی‌متر). در هم‌ساز اول مقدار t یا زمان وقوع حداکثر بارش در نواحی جنوبی زودتر از نواحی شمالی است و مربوط به اوایل اسفند می‌باشد. مقدار حداکثر درصد پراش در هم‌ساز دوم مربوط به نواحی آذربایجان، سواحل جنوبی دریای خزر و جنوب شرق ایران (سیستان و بلوچستان) است (حدود ۳۰ درصد). این وضعیت را می‌توان در جنوب شرق کشور به بارش‌های موسمی و در شمال غرب به بارش‌های همرفتی نسبت داد. زمان وقوع حداکثر در نواحی جنوبی نشان از تغییر ناگهانی مقدار t دارد. در بیشتر نواحی کشور در هم‌ساز دوم این دهه زمان وقوع حداکثر همان ماه اسفند می‌باشد. در شکل ۱ مقدار پراش در هم‌ساز سوم بسیار پایین است، هسته بیشینه آن در نواحی شمالی غرب آذربایجان سواحل جنوبی دریای خزر و جنوب‌شرق ایران است (حدود ۱۰درصد) که نشان از رژیم بارش‌های فصلی در این نواحی دارد.

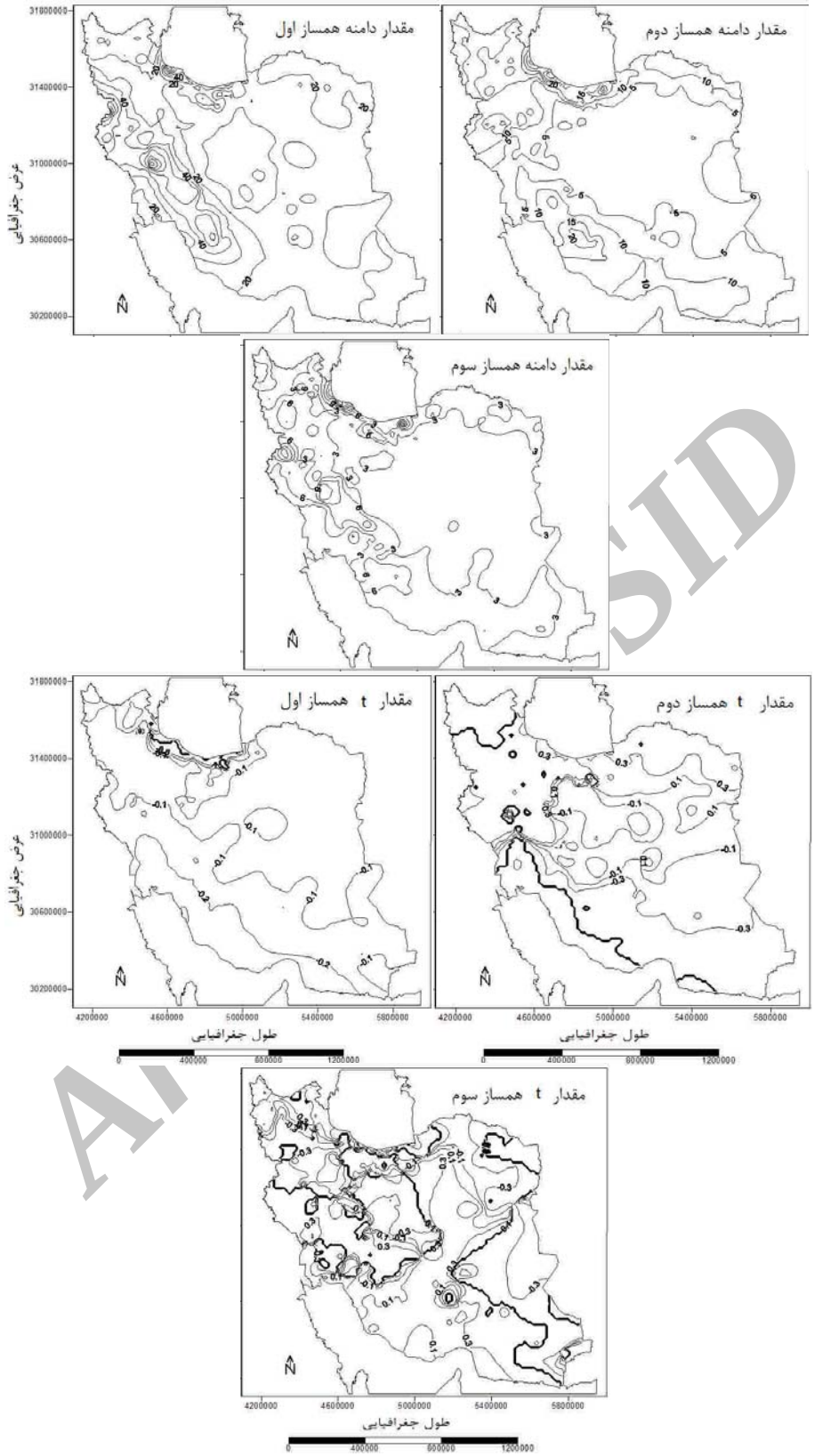
تحلیل و تغییرات هم‌ساز دهه دوم

دهه دوم مربوط به سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۵۴ می‌باشد. در این دهه مقدار پراکنش درصد پراش هم‌ساز اول همانند دهه اول است با این تفاوت که در نواحی شرقی ایران و حاشیه شرقی ارتفاعات زاگرس مقدار درصد پراش درحدود ۱۰درصدکاهش یافته است. دامنه هم‌ساز اول در نواحی جنوب غرب، مرکز و شرق بین ۵ تا ۱۰ میلی‌متر افزایش یافته است یعنی در این دهه پراکنش بارش در کشور یکنواخت تر از دهه قبل شده است. از نظر زمان وقوع حداکثر در سواحل تنگه هرمز و شرق کشور مقدار t افزایش یافته یعنی به طرف فروردین ماه کشیده شده است (شکل ۲).



Archive of SID

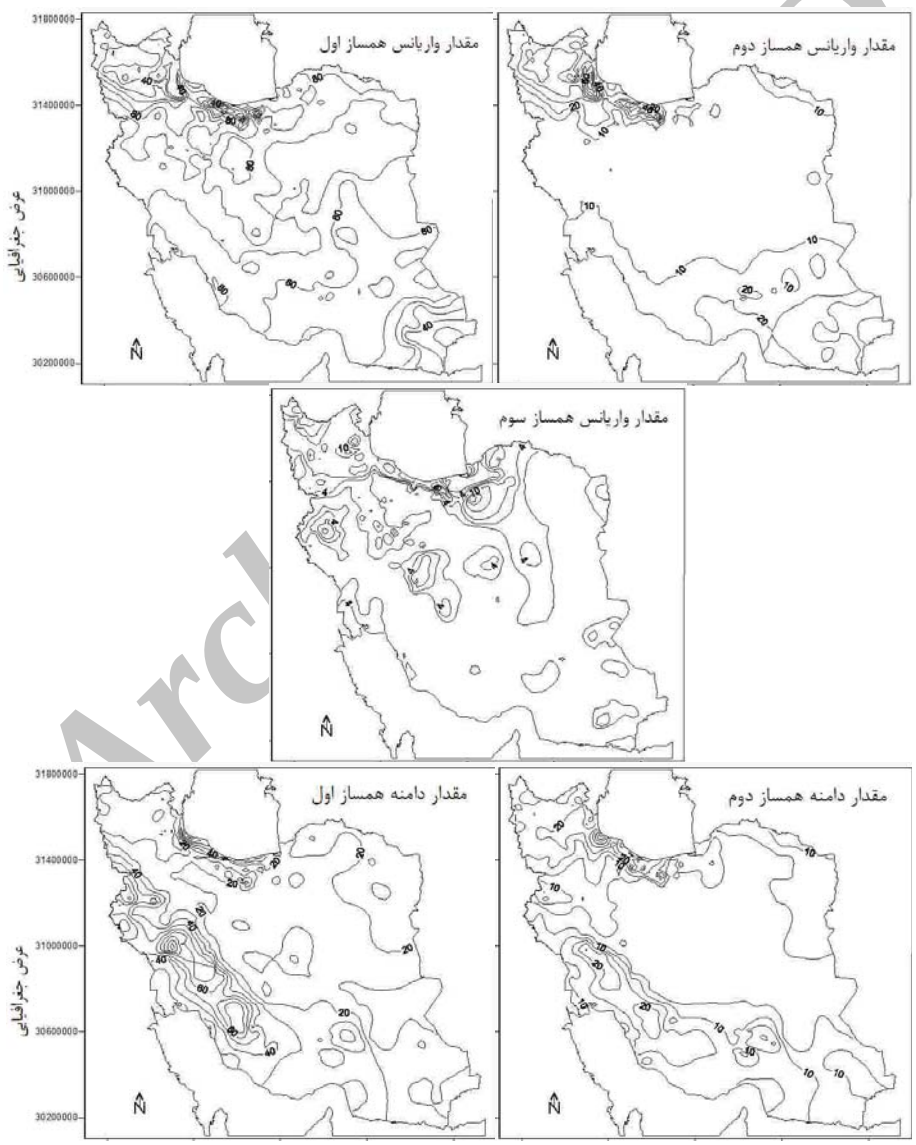
www.SID.ir



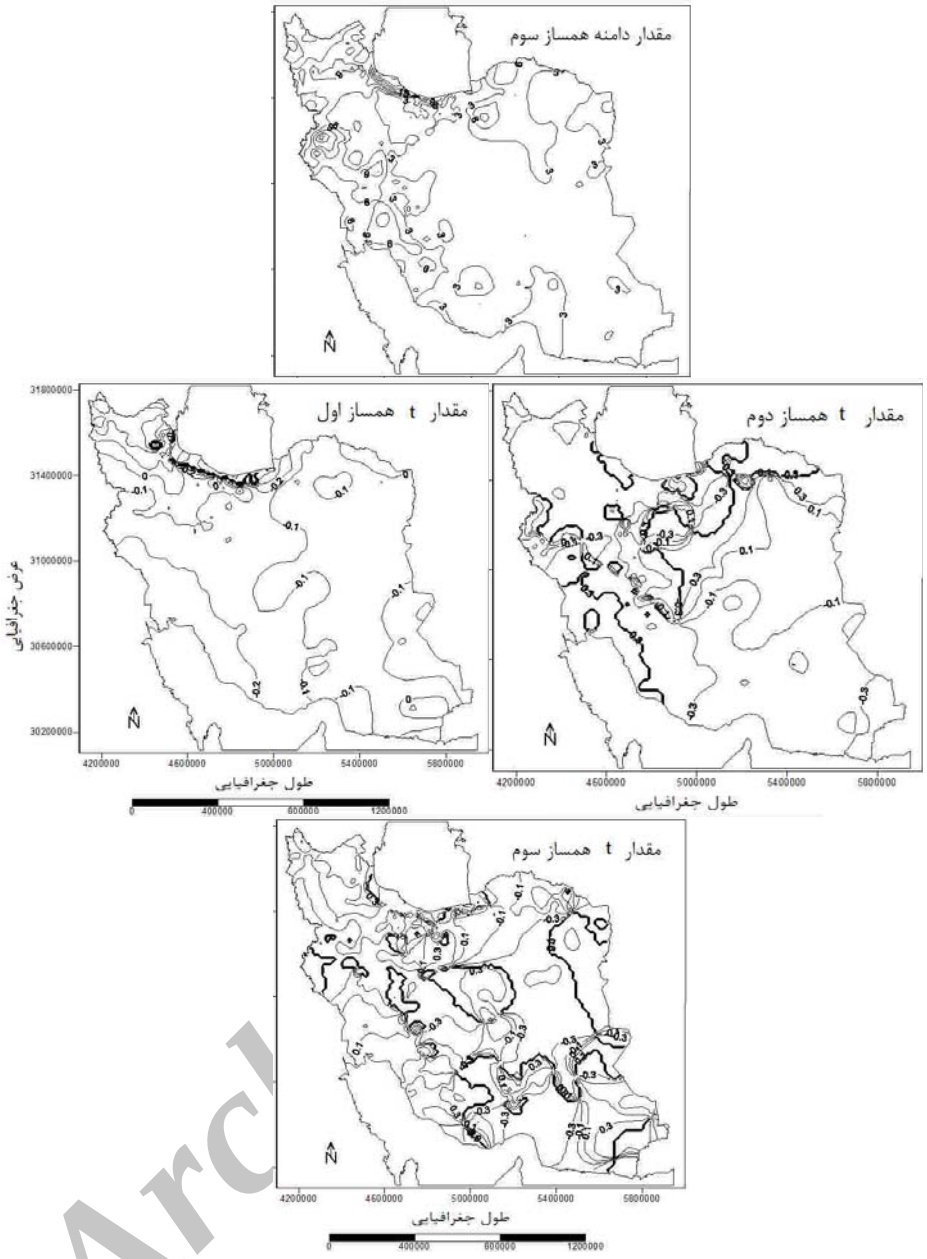
شکل ۱- مقدار پراش، مقدار دامنه و مقدار t در سه هم‌ساز (اول و دوم و سوم) در دهه اول (۱۳۵۳-۱۳٤٤)

www.SID.ir

در قسمت‌های مرکزی مقدار پراش هم‌ساز دوم نسبت به دهه قبل تفاوتی نکرده و پایین است. در سواحل جنوبی و جنوب شرق و شمال شرق ایران و سواحل شرقی دریای خزر کاهش یافته است (حدود۱۰درصد). در نواحی شمال غرب هم مقدارها به سمت بالا کشیده شده است. همانند دهه اول حداکثر دامنه در هم‌ساز دوم مربوط به سواحل جنوب غرب دریای خزر و ارتفاعات زاگرس جنوبی است (۳۰ میلی‌متر). این مقدار در مناطق شمال و مرکزی نسبت به دهه قبل بدون تغییر و در مناطق جنوب غرب و جنوب شرق افزایش پیدا کرده است که نشان از پیدایش یک رژیم بارش محلی در این مناطق را دارد. در این دهه نسبت به دهه قبل مقدار پراش هم‌ساز سوم در غرب افزایش یافته اما در قسمت‌های جنوبی کشور خصوصاً جنوب شرق در حدود ۴ درصد کاهش یافته است. نکته جالب توجه پیدایش یک هسته بیشینه در غرب خراسان است و نشان از تغییر رژیم بارش فصلی در این منطقه دارد. مقدار دامنه نیز در قسمت‌های مرکزی، جنوبی، جنوب شرقی و غرب نسبت به دهه قبل کاهش و در منطقه آذربایجان به مقدار ۳ میلی‌متر افزایش یافته است. زمان وقوع حداکثر بارش نیز در این دهه در ماه اسفند رخ داده است. شکل ۲ مقدار پراش مقدار دامنه و مقدار t را در سه هم‌ساز (اول و دوم و سوم) در دهه دوم نشان می‌دهد.



www.SID.ir



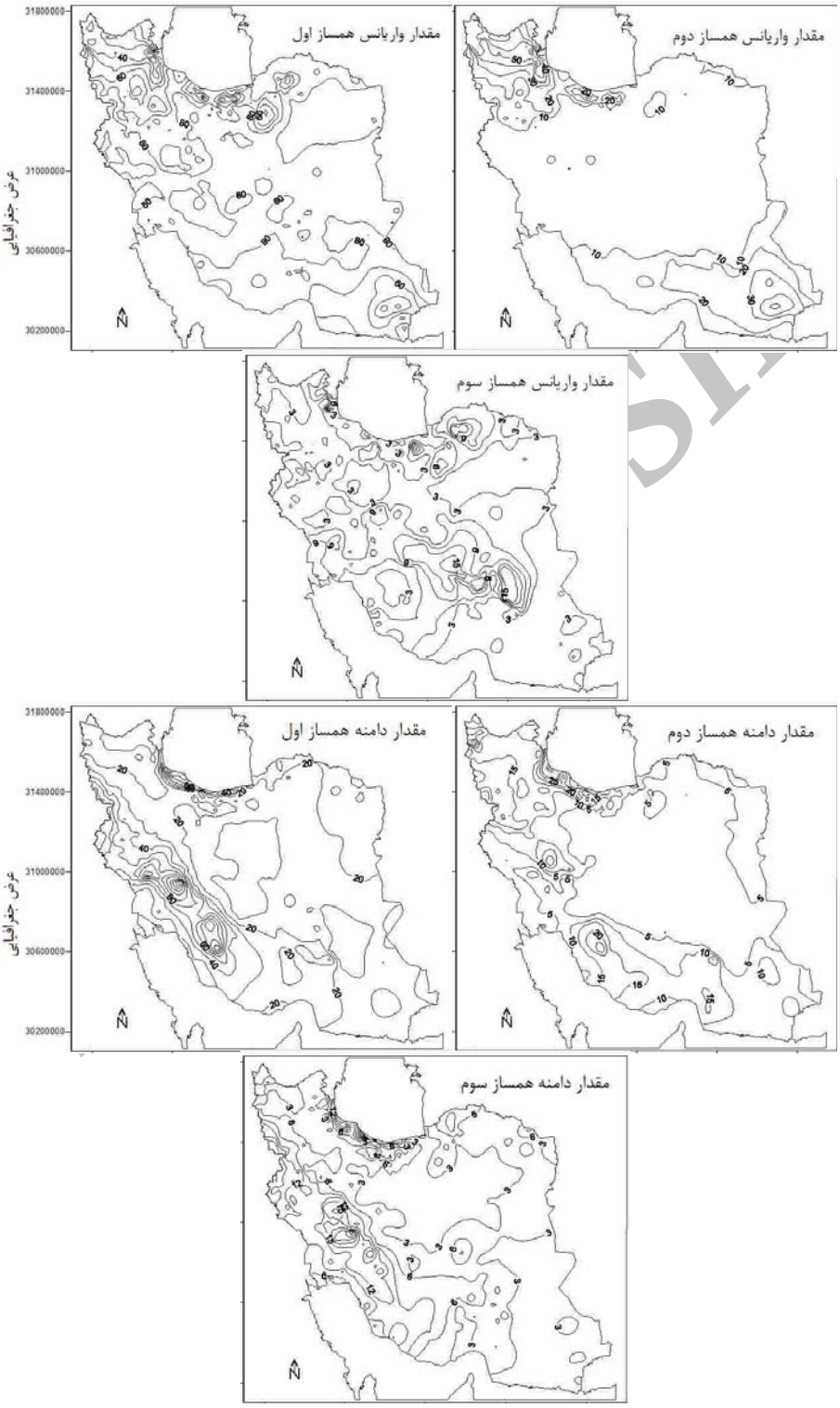
شکل۲ - مقدار پراش، مقدار دامنه و مقدار t در سه هم‌ساز (اول و دوم و سوم) در دهه دوم (۱۳۶۳-۱۳۵٤)

تحلیل و تغییرات هم‌ساز دهه سوم

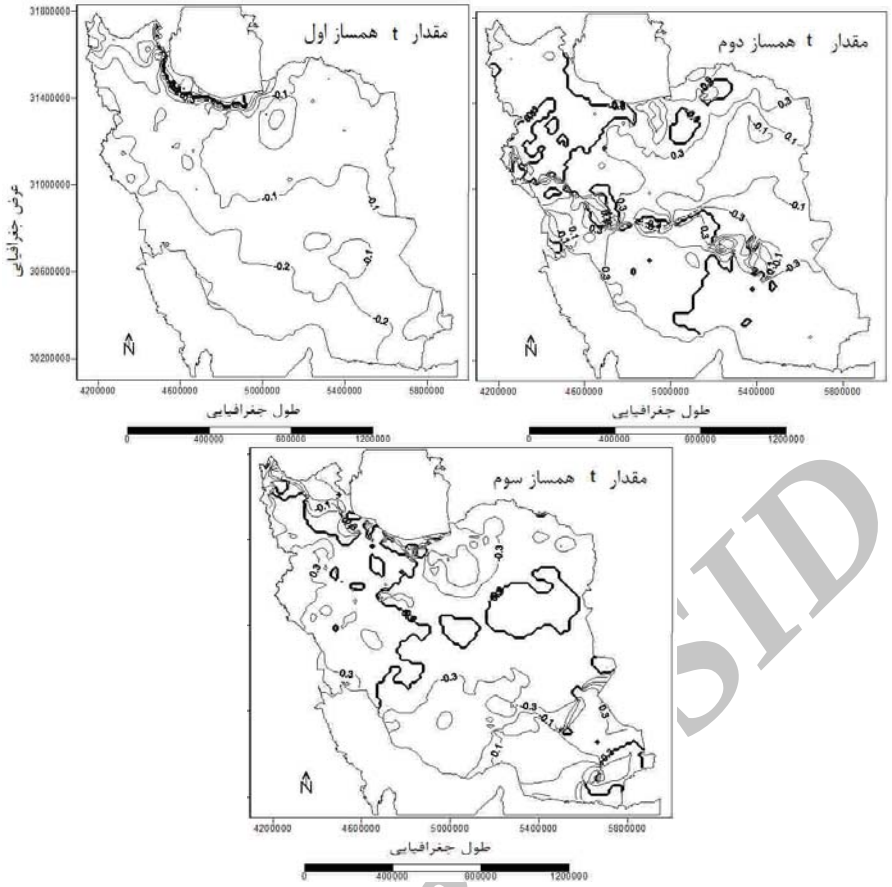
دهه سوم مربوط به سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۶۴ می‌باشد. در این دهه نیز مانند دهه‌های قبل هم‌ساز اول دارای بیشترین مقدار پراش و بیشترین دامنه است. نکته قابل توجه در این دهه وجود یک هسته با پراش پایین‌تر از ۶۰ درصد در شرق خراسان شمالی است که نشان دهنده افزایش بارش‌های همرفتی و ناپایداری‌های محلی و کاهش سهم بارش‌های سیستمی در این قسمت است. دو هسته‌ی کمینه در غرب خراسان ایجاد شده که در دهه‌ی قبل وجود نداشته یعنی سهم بارش‌های سیستمی در این مناطق حدود ۲۰ درصد کمتر شده است. مقدار پراش در هم‌ساز دوم در مناطق آذربایجان و جنوب شرق ایران (بلوچستان) افزایش و در شمال شرق خراسان مقدار آن کاهش یافته است (حدود ۱۰درصد) که نشان می‌دهد مقدار بارش همرفتی در نواحی آذربایجان و بلوچستان بیشتر و سهم بارش‌های همدیدی (سیستماتیک) در این مناطق کمتر شده است. مقدار دامنه هم‌ساز دوم در این دهه در مناطق آذربایجان، خوزستان و بلوچستان نسبت به دهه قبل به مقدار ۵ میلی‌متر کاهش یافته است. مقدار پراش هم‌ساز سوم در این دهه نسبت به دهه قبل تغییرات زیادی کرده است. در مناطق مرکزی هسته بیشینه ظاهر شده در قسمت‌های جنوبی و جنوب غربی

Archive
www.SID.ir

و مرکزی افزایش یافته و در غرب خراسان شمالی نیز هسته بیشینه ایجاد شده است. مقدار دامنه نیز در این دهه و در این هم‌ساز در مناطق جنوبی، مرکزی، سواحل جنوب غرب، خراسان شمالی و ارتفاعات زاگرس بین ۳ تا ۶ میلی‌متر افزایش یافته است. یعنی در مناطق فوق الذکر سهم بارش دریافتی از هم‌ساز سوم بیشتر شده است. خطوط پر شیب مقدار t نیز در این هم‌ساز در مناطق مرکزی به سمت شرق حرکت کرده است. شکل ۳ مقدار پراش، دامنه و مقدار t را در سه هم‌ساز (اول و دوم و سوم) در دهه سوم نشان می‌دهد.



www.SID.ir



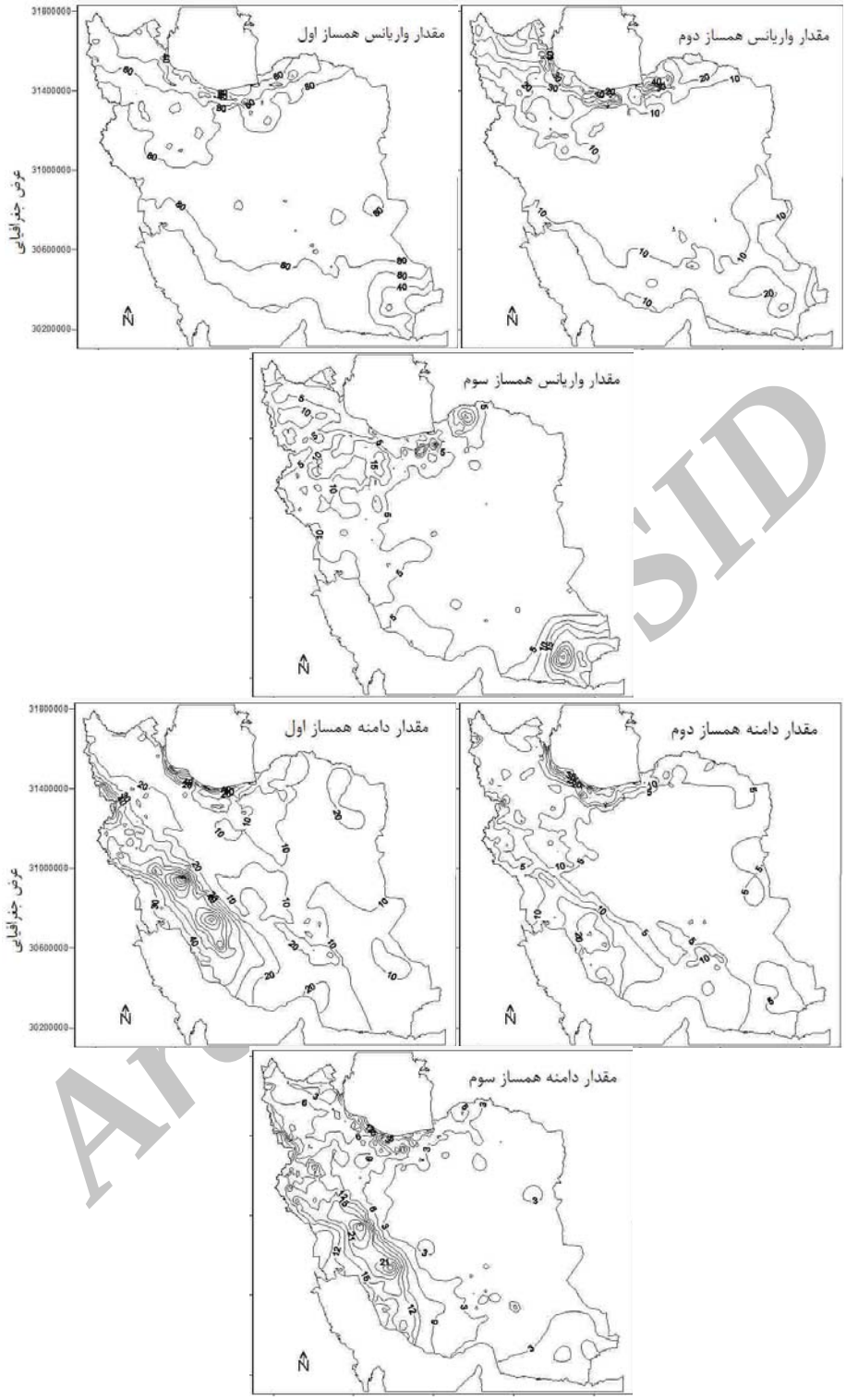
شکل ۳- مقدار پراش، مقدار دامنه و مقدار t در سه هم‌ساز (اول و دوم و سوم) در دهه سوم (۱۳۷۳-۱۳٦٤)

تحلیل و تغییرات هم‌ساز دهه چهارم

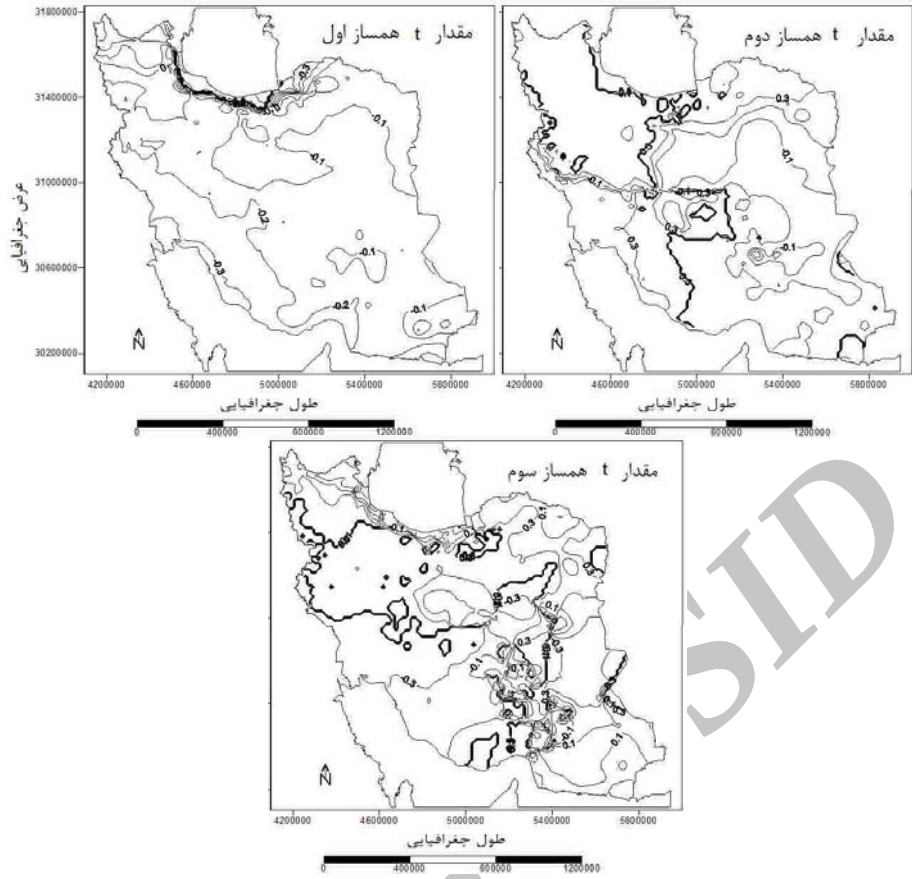
دهه چهارم سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۷۴ را شامل می‌شود. درصد پراش هم‌ساز اول در دهه چهارم همانند دهه سوم است و تغییر محسوس و قابل توجهی نکرده است. مقدار دامنه در دهه چهارم در هم‌ساز اول در ارتفاعات غربی کشور (زاگرس میانی و جنوبی) به حداکثر خود یعنی ۸۰ میلی‌متر می‌رسد این مقدار در سواحل جنوب غربی دریای خزر نیز بالاست که مقدار حداکثر بارش زمستانه را نشان می‌دهد. دامنه در این دهه نسبت به دهه قبل در مناطق شرق خراسان و سواحل خلیج فارس کاهش و در آذربایجان حدود ۱۰میلی‌متر افزایش یافته است. مقدار t در این دهه نسبت به دهه قبل در مناطق جنوب شرق افزایش یافته و در مناطق جنوب غرب و شرق دریای خزر کاهش یافته اما همانند دهه‌های قبل زمان وقوع آن اسفند ماه است. مقدار پراش هم‌ساز دوم در دهه چهارم نیز مانند دهه‌های قبل در ناحیه آذربایجان، جنوب شرق ایران و سواحل جنوب غرب خزر به بالاترین حد خود (۴۰-۲۰درصد) می‌رسد. این مقدار نسبت به دهه قبل در سواحل شرقی خزر (گرگان) افزایش قابل توجهی دارد (۲۰ درصد) و نشان از افزایش بارش‌های همرفتی و تغییر رژیم بارش به سمت رژیم زمستانه - بهاره در این منطقه را دارد. در نقشه مربوطه، مقدار دامنه هم‌ساز دوم در سواحل شمالی کشور و آذربایجان همچنان در بیشترین حد خود است. یک مقدار حداکثر هم (۲۰ میلی‌متر) در ارتفاعات زاگرس جنوبی دیده می‌شود که هسته حداکثر آن نسبت به دهه قبل به سمت خلیج فارس حرکت کرده است. در هم‌ساز سوم مقدار پراش به‌طور نسبی در تمام کشور مقدار پایینی را نشان می‌دهد. نکته جالب در پراش هم‌ساز سوم در دهه چهارم افزایش قابل توجه مقدار پراش در جنوب شرق ایران نسبت به دهه قبل است (حدود ۱۵ درصد) که تغییرات فصلی بارش در این منطقه را نشان می‌دهد. همچنین مقدار کاهش در بیابان لوت و نواحی مرکزی قابل توجه است. مقدار دامنه در این هم‌ساز نیز پایین است. تنها در زاگرس میانی و جنوبی این مقدار بالاست (۲۰ میلی‌متر) که نشان دهنده رژیم متفاوت بارش در این منطقه در کشور است. هسته بیشینه دیگر در زاگرس جنوبی هویدا است که در دهه قبل وجود نداشته است. مقدار t نیز در این هارمونیک و در این دهه نشان دهنده زمان وقوع حداکثر در ماه اسفند و فروردین است. تغییرات خطوط و گرادیان‌ها با شیب زیاد بیشتر شده، در بلوچستان خطوط پر شیب حذف شده است. شکل ۴ مقدار پراش مقدار دامنه و مقدار t را در سه هم‌ساز (اول و دوم و سوم) در دهه چهارم نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir


مقدار واریانس همساز اول
مقدار واریانس همساز دوم
مقدار واریانس همساز سوم
مقدار دامنه همساز اول
مقدار دامنه همساز دوم
مقدار دامنه همساز سوم
عرض جغرافیایی
N

www.SID.ir



شکل ٤- مقدار پراش، مقدار دامنه و مقدار t در سه هم‌ساز (اول و دوم و سوم) در دهه چهارم (۱۳۸۳-۱۳۷٤)

بـر اسـاس داده و نقـشه‌هـای حاصـله از تغییـرات هـم‌سـازها در داده‌های بارش در ۴۰ ساله اخیر ایران نتایج زیر مشهود است:

۱. مقدار پراش هم‌ساز اول در چهار دهه تغییـرات زیـادی نکـرده است. همچنان در سطح کشور مقدار پراش هم‌ساز اول بالاترین مقدار است که نشان از سیستمی بـودن بـارش‌هـای کـشور و رژیـم غالـب زمستانه بارش است.

۲. مقدار پراش هم‌ساز دوم نیز با تغییرات و جابجایی هم مقـدارها همراه است. در نـواحی آذربایجـان در چهـار دهـه تغییراتـی مـشاهده می‌شود طوری‌که در دهه دوم و سوم مقدار پراش هم‌سـاز دوم حـدود ۱۰ درصد افزایش اما در دهه چهارم کاهش یافتـه اسـت یعنـی رژیـم بارش در آذربایجان به سمت رژیم غالـب زمـستانه پـیش مـی‌رود. در شمال شرق کشور این مقدار در سـه دهـه اول کاهـشی امـا در دهـه چهارم افزایشی بوده طوری‌که در این دهـه یـک هـسته بیـشینه (۲۰ درصد) در شرق گرگان دیده می‌شود. که نشان از پیدایش یـک رژیـم بارش بهاره در این منطقه را دارد.

۳. مقدار پراش هم‌ساز سوم در مناطق مرکزی ایران در دهه اول و دوم کاهش اما در دهه سوم و چهارم با افزایش چشم‌گیری روبـه رو است. در مناطق جنوب شـرق کـشور در سـه دهـه‌ی اول تغییـر خاصی نکرده اما در دهه چهارم به شدت افزایش یافته (حدود ۱۵ میلی‌متر) که نشان از پیدایش رژیم‌هـای بارشـی در ایـن منطقـه می‌باشد. در مناطق جنوب غرب کـشور نیـز در چهـار دهـه ایـن مقدار افزایش یافته است. در نواحی آذربایجان، مقدار پراش هم‌ساز تفاوت خاصی نکرده و در سایر قسمت‌های کشور نیز هم مقدارها جابجا شده‌اند. به‌طور کلی مقادیر پراش هم‌ساز سوم در دهه سـوم و چهارم نسبت به دهه اول و دوم افزایش نشان می‌دهـد کـه ایـن امـر می‌تواند نشان دهنده پیدایش رژیم بارش فصلی و پراکنـده در سـطح کشور باشد.

۴. در نقشه مربوط به دامنه هم‌ساز اول که مقادیر حداکثر بـارش و توزیع مکانی آن را نشان می‌دهد، تغییرات به این صورت اسـت کـه در مناطق جنوب کشور (چاله جازموریان) ایـن مقـدار در دهـه سـوم و چهارم نسبت به دو دهه اول و دوم کاهش امـا درآذربایجـان افـزایش یافته است (حدود ۱۰ میلـی‌متـر). در منـاطق مرکـزی کـشور تفـاوت خاصی نکرده و در نواحی غربی و جنوب غرب این مقدار کمی افزایش نشان می‌دهد. در مجموع، در دامنـه هـم‌سـاز اول نیـز جابجـایی هـم مقدارها ملاحظه می‌شود، اما روند خاصی دیده نمی‌شود.

۵. در دامنه هم‌ساز دوم، در آذربایجان، از دهه اول به بعـد مقـادیر

Archive of SID

www.SID.ir

دامنه کم می‌شود و در دهه چهارم به حداقل خود می‌رسد یعنی مقدار بارش دریافتی حاصل از بارش‌های همرفتی در این مناطق کم‌تر شده است. در مناطق جنوب شرق کشور در سیستان و بلوچستان نیز این مقدار در دهه سوم و چهارم نسبت به دهه دوم و اول کاهش نشان می‌دهد. در مناطق جنوب غرب این مقدار در دهه دوم افزایش یافته و در دهه سوم و چهارم تقریبا ثابت بوده است. در مناطق مرکزی و بیابان‌های داخلی مقادیر آن ثابت می‌باشند.

۶. در دامنه هم‌ساز سوم در مناطق جنوب غرب و ارتفاعات زاگرس در دهه سوم و چهارم نسبت به دهه‌های اول و دوم افزایش قابل ملاحظه دیده می‌شود (حدود ۲۰ میلی‌متر). این مقدار در مناطق آذربایجان و سواحل دریای خزر بدون تغییر است. در مناطق سیستان و بلوچستان دهه چهارم نسبت به دهه سوم و دوم افزایش نشان می‌دهد. در مناطق مرکزی در دهه سوم مقادیر افزایش یافته اما دوباره در دهه چهارم از این مقدار کاسته شده است. در سایر مناطق ایران تفاوت خاصی صورت نگرفته و فقط نوسانات ملاحظه می‌شود.

۷. در نقشه مربوط به مقادیر t در هم‌ساز اول تغییرات به‌صورت نوسانات و جابجایی خطوط هم مقدار بوده است. این زمان در مناطق بلوچستان در دهه چهارم افزایش یافته و در سایر مناطق جابجایی دیده می‌شود. به‌طور کلی روند خاصی در این مقادیر دیده نمی‌شود و زمان وقوع حداکثر بارش در هر چهار دهه اسفند ماه می‌باشد.

۸. در هم‌ساز دوم نیز در مقادیر t، خطوط با شیب بالا که نشان از تغییرات ناگهانی زمان وقوع حداکثر بارش است تغییرات و جابجایی‌های زیادی نشان می‌دهد، به‌ویژه این تغییرات در ناحیه‌ی مرکزی ایران بیشتر دیده می‌شود. به‌طوری‌که در دو دهه نهایی نسبت به دهه قبل این خطوط به طرف مرکز کشیده شده است.

۹. مقادیر t درهم‌ساز سوم نیز وضعیتی همانند هم‌ساز دوم دارد. تغییرات و نوسانات بیشتر در ناحیه مرکزی ایران دیده می‌شود. خطوط زمان به شدت تغییر کرده، گرادیان‌های با شیب زیاد جابجا شده و در برخی قسمت‌ها ایجاد شده است. علی‌رغم جابجایی این خطوط همچنان در این هم‌ساز هم حداکثر وقوع بارش اسفندماه است.

بر اساس نتایج این پژوهش معلوم گردید تحلیل تغییرات زمانی بارش با توجه به تنوع اقلیمی ایران از طریق بررسی سه هم‌ساز اول و دوم و سوم امکان‌پذیر است زیرا که در هم‌ساز سوم تغییرات بارش فصلی و محلی خصوصاً در دهه‌های اخیر نشان داده شده است. این در حالی‌ست که برخی محققان نظیر کادی اغلو (۱۸) و تاراونه (۲۳) در مطالعه تغییرات بارش به روش تحلیل هم‌سازها تنها دو هم‌ساز اول و دوم را برای بیان تغییرات اقلیمی بارش کافی دانسته‌اند. اما برخی دیگر مانند لیوادا (۲۱) به‌منظور مطالعه ویژگی‌های زمانی- مکانی بارش، علاوه بر تحلیل هم‌ساز اول و دوم، در نواحی کوهستانی بررسی هم‌ساز سوم وحتی پنجم را ضروری دانسته‌اند.

نتیجه‌گیری

مطالعات هم‌سازها می‌تواند ویژگی‌های پنهان داده‌های اقلیمی را نشان دهد. در این مطالعه تمام ویژگی‌ها و تغییرات اقلیم‌شناسی بارش در ایران در چهار دهه اخیر بررسی و مقایسه گردیده است. نتایج حاکی از تفاوت تغییرات پراکنش بارش در طی سال (یا همان تغییرپذیری رژیم بارش) در نواحی مختلف کشور را دارد، به‌طوری‌که در برخی مناطق منجر به پیدایش رژیم‌های بارش فصلی در دهه‌های اخیر شده و در برخی نواحی دیگر این رژیم‌ها تغییر کرده یا از بین رفته است. چنانچه در مناطق آذربایجان کاهش پراش هم‌ساز دوم نشان دهنده گرایش به تمرکز رژیم بارش زمستانه در این نواحی است و در مناطق زاگرس جنوبی و سیستان و بلوچستان پیدایش رژیم‌های بارش فصلی با افزایش پراش هم‌ساز سوم در دهه‌ای اخیر ثابت می‌شود. به‌طورکلی، رژیم غالب کشور رژیم بارش زمستانه است که علت آن را می‌توان سامانه‌های بزرگ مقیاسی دانست که از مدیترانه منشاء یافته و در فصل زمستان عمل می‌کنند. یافته‌ها نشان می‌دهد رژیم بارش در ایران به تمرکز بیشتر گرایش دارد و رژیم‌های فصلی و محلی بارش با تغییرات زیادی همراه است که تغییرات پراش هم‌ساز دوم و سوم در دهه‌های اخیر این نکته را تایید می‌کند. آشکارسازی جزییات تغییرات بارش در کشور مطالعات و تحقیقات بیشتری را می‌طلبد. پیشنهاد این پژوهش بررسی بیشتر تغییرات بارش و مقایسه آن برای دوره‌های مختلف در ایران است.

منابع

۱- بابایی فینی ا. ۱۳۸۲. تحلیل و الگویابی مکانی و زمانی بارش در ایران، رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس.

۲- جعفر پور ا. ۱۳۸۵. اقلیم‌شناسی، انتشارات دانشگاه تهران.

۳- خوش اخلاق ف. ۱۳۷۷. پدیده انسو و تاثیر آن بر رژیم بارش ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. ۵۱: ۱۳۹-۱۲۱.

۴- طبری ح.، سبزی پرور ع.ع. و معروفی ص.۱۳۸۷. بررسی روند تغییرات سالانه پارامترهای هواشناسی در دو اقلیم سرد وگرم ایران، مجله پژوهش کشاورزی. جلد هشتم ۱: ۱۷۰-۱۶۱

۵- عساکره ح. ۱۳۸۶. تغییرات زمانی - مکانی بارش ایران زمین، مجله جغرافیا و توسعه. ۱۰: ۱۶۴-۱۴۵.

Archive of SID

www.SID.ir

۶- عسگری ا.، و رحیم زاده ف. ۱۳۸۵. مطالعه تغییرپذیری بارش دهه‌های اخیر ایران، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی. ۵۸: ۸۰-۶۷.
۷- فرج زاده اصل م. ۱۳۷۴. تحلیل وپیش‌بینی خشکسالی در ایران، رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس.
۸- محمدی ح. جاوری م. ۱۳۸۵. تغییرات زمانی بارش ایران، مجله محیط شناسی. ۴۰: ۱۰۰-۸۷.
۹- مسعودیان ا. ۱۳۷۷. بررسی نظام تغییرات زمانی و مکانی بارش در ایران، رساله دوره دکتری دانشگاه اصفهان.
۱۰- مسعودیان ا. ۱۳۸۴. شناسایی رژیم‌های بارش ایران به روش تحلیل خوشه ای، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۲ :۲۱-۳۳.
۱۱- مسعودیان ا. ۱۳۸۶. نواحی بارش ایران. مجله جغرافیا وتوسعه ۱۳: ۹۱-۷۹.
۱۲- مدرس ر. ۱۳۸۶. توابع توزیع منطقه ای بارش ایران، مجله منابع طبیعی. ۷۵: ۱۰۰-۸۷
۱۳- میرموسوی ح. ۱۳۸۷. مطالعه نوسانات دما و بارش سالانه در منطقه شمال غرب ایران، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. ۶۶: ۱۰۰-۸۷

14- Ashabokov B., Bischokov R., and Derkach D. 2008. Study of changes in the regime of atmospheric precipitation in the Central Northern Caucasus, Meteorologiyai Gidrologiya, NO. 2:98-102.
15- Bevington P.R. 1969. Data Reduction and error analysis for physical sciences. McGrow, Hill Book Co.,New York., 164-176.
16- Bodri L., Cermak V., and Kresl M. 2005. Trend in precipitation variability: Prague (the Czech Republic), Climatic Change, 72:151-170.
17- Domroes M., Kaviani M., and Schaefer D. 1998. An analysis of regional and intra-annual precipitation variability over Iran using multivariate statistical methods, Theor. Appl. Climatol., 61:3–4.
18- Kadioglu M., Ozturk N., Erdun H., and Sen Z. 1999. On the precipitation climatology of Turkey by harmonic analysis, Int. J. Climatol., 19:1717-1728.
19- Karagianndis A., Bloutsos A., Mahers P., and Sachsamanoglou Ch. 2008. Some statistical characteristics of precipitation in Europe, Theor. Appl. Climatol., 91:193-204.
20- Kirkyla K., and Sultan Hameed. 1989. Harmonic analysis of the seasonal cycle in precipitation over the United States: A comparison between observations and General Circulation Model, American Meteorological Society, 11794: 1463-1475.
21- Livada I., Charalambous G., and Assimakopoulos M. 2008. Spatial and temporal study of precipitation characteristics over Greece, Theor. Appl. Climatolm., 93:45-55.
22- Robeson M. 1997. Statistical consideration, in Russell. D. Thompson and Allen , Perry Applied Climatology Practice.352p. First published. Routledge. London.
23- Tarawneh Q., and Kadoglu M. 2003. An analysis of precipitation climatology in Jordan, Theor. Appl. Climatol, 74:123-136.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 6, Jan-Feb 2012, p. 1434-1447

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۰، ص. ۱۴۴۷-۱۴۳۴

Assessment of Variability of Precipitation Regime in Iran

S. Movahedi[1]- H. Asakereh[2]- A.A. Sabziparvar[3*] - A. Masoodian[4]- Z. Maryanaji[5]

Received:1-5-2011
Accepted:18-9-2011

Abstract

In this study, the interpolated data among Iran weather stations were used to study the precipitation regime variations by harmonic analysis during recent four decades (1965-2004). After verification of the data with statistical tests during the period of study, it was found that there are no significant variations in the variance of the first harmonic. This result highlights that the dominant precipitation regime in Iran is caused by winter season. The magnitude of the variance of the second harmonic is accompanied by variations and displacements of iso-hyet lines. Evaluation of the third and forth decades illustrates a remarkable increase in the variance of the third harmonic. This indicates that local precipitation regimes will be expected in some regions of Iran. In Azrarbaijan (North-west), the amplitudes of the second harmonic decline from the first decade and reach the minimum value as we move toward the forth decade. This emphasizes that the total springtime convective precipitation has reduced in the aforementioned region. During the third and forth decades, the eastern, southeastern and southwestern regions of Iran and Zagros highlands show higher third maximum harmonic, in comparison with the first and second decades. The mentioned increase in precipitation variance was higher in Sistan and Baluchestan than in other regions. This result confirms the occurrence of significant variations in precipitation regime in this part of the country.

Keywords: Interpolation, (t) value, Variance, Precipitation harmonics

Archive of SID

1,4,5- Assistant Professor, Associate Professor and PhD Student, Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, Esfahan University, Respectively
2- Associate Professor, Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, Zanjan University
3- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan
(*- Corresponding Author Email: swsabzi@basu.ac.ir)

www.SID.ir