فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۹، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۳، شماره پیاپی ۱۱۵

حسین عساکره، دانشیار آب و هواشناسی، دانشگاه زنجان
سعید موحدی، استادیار آب و هواشناسی، دانشگاه اصفهان
علی اکبر سبزی پرور، دانشیار دانشگاه بوعلی سینا همدان
سید ابوالفضل مسعودیان، استاد آب و هواشناسی، دانشگاه اصفهان
زهره مریانجی، دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه اصفهان

H. Asakereh, Ph.D
S. Movahedi, Ph.D
A. A. Sabzyparvar, Ph.D
S.A. Masoodian, Ph.D
Z .Maryanaji

شماره مقاله: ۹۸۱ **صص: ۲۶-۱۵**
وصول: ۹۲/۱۱/۱۲ **پذیرش: ۹۳/۸/۲۸**

E-mail: zohreh_m56@yahoo.com

اقلیم شناسی بارش ایران با استفاده از تحلیل همسازها

چکیده

در این پژوهش ویژگی‌های بارش ایران در طی ۴۴ سال گذشته با استفاده از روش همسازها بررسی شد. در این مطالعه از مشاهدات بارش ۴۲۸ ایستگاه هواشناسی بین سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۴۰ و برای تحلیل ویژگی‌های فصل بارش از روش تحلیل همسازها استفاده شد. با تحلیل سهم پراش میانگین های ماهانه بارش هر نقطه، همسازهای بارش هر نقطه محاسبه و برای آشکارسازی تأثیر عوامل جغرافیایی (طول، عرض جغرافیایی و ارتفاع) بر پراش‌های بارش، روابط رگرسیونی به‌کار گرفته شد. در این تحقیق، ویژگی‌های بارش با استفاده از درصد پراش (PV)، دامنه (A) و ضریب T توجیه شدند. نتایج حاصله از پهنه‌های بارش نشان داد که همسازهای اول و دوم نقش غالبی در توجیه تغییرات بارش ایران ایفا می کند. به طور کلی، همساز اول و دوم بیش از ۹۰ درصد پراش بارش در ایران را توجیه می‌کنند. سهم پراش همساز اول در بارش سالانه ایران از شمال به جنوب افزایش می‌یابد و در همساز دوم این رابطه معکوس می‌شود؛ به‌طوری‌که در استان‌های آذربایجان غربی و شرقی و نواحی ساحلی خزر همساز دوم بیشتر از جنوب کشور است. نتایج همچنین نشان- دهنده بالاتر بودن ضریب همبستگی عوامل مکانی در همساز سوم نسبت به دوهمساز دیگر بود. این نشان دهنده این است که بارش‌های فصلی و محلی بیشتر تابع عوامل مکانی، نظیر: طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع است. از نتایج این پژوهش می‌توان برای مدیریت منطقه‌ای منابع آب و مقاصد کشاورزی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تحلیل همساز، مقدار(t)، پراش بارش

مقدمه

تأثیر بارش بر شرایط محیطی و اقتصادی- اجتماعی و همچنین، نقش آن در برنامه‌ریزی خرد وکلان، واهمیت آن جهت اجرای طرح‌های عمرانی و برنامه ریزی‌های صحیح و قابل قبول، باعث توجه محققان و پژوهشگران درسال‌های اخیر به این عنصر آب و هوایی بوده و تحقیقات گسترده‌ای بر روی این فراسنج اقلیمی انجام شده است. در زیر به چند نمونه مطالعات بر روی ویژگی‌های بارش اشاره می‌شود: کیرکیلا و سلطان حامد[1] (۱۴۶۳:۱۹۸۹) از طریق مقایسه بین

1- Kirkyla and Sultan Hameed

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]

داده‌های دیدبانی شده و یک مدل گردش عمومی که در دانشگاه ایالت اورگان طراحی شده بود، به تحلیل همساز چرخه فصلی بارش در ایالت متحده امریکا پرداختند. آنها در این بررسی از داده‌های بارش ماهانه در یک دوره ۲۳ ساله استفاده کرده و نقشه‌های دامنه‌های ۳ همساز اول و زاویه فاز آنها را تهیه کردند. دومروس[۱] و همکاران(۱۵۱:۱۹۹۸) به روش تحلیل مؤلفه های اصلی و خوشه‌ای بر روی بارش ماهانه ایران سه مؤلفه اصلی و پنج رژیم بارش را شناسایی کردند و با توجه به رژیم بارندگی ایران و با استفاده از داده‌های بارندگی در ۷۰ ایستگاه نقشه‌های همباران را تحلیل کردند. کادی اغلو[۲] و همکاران (۱۷۱۷:۱۹۹۹) به بررسی اقلیم شناسی بارش ترکیه با استفاده از روش تحلیل همساز پرداختند. آنها در این مطالعه از داده‌های بارش روزانه ۲۰۰ ایستگاه باران‌سنجی که به‌طور یکنواخت در سراسر ترکیه پراکنده شده بود استفاده کردند و دریافتند که تنها دو همساز اول و دوم برای بیان بیشتر از ۹۰درصد تغییرات اقلیمی در ترکیه کافی است. راموس[۳](۱۶۳:۲۰۰۱) الگوهای توزیع بارش و تغییرات آن را در مناطق مدیترانه‌ای تحلیل کرد و به این نتیجه رسید که در طول دوره، سال‌های خیلی خشک و خشک گزارش نشده است و اکثر سال‌ها به عنوان سال‌های خشک نرمال یا مرطوب نرمال طبقه‌بندی شده است. تاراونه وکادی اغلو[۴] (۱۲۳:۲۰۰۳) فصل بارش را در کشور اردن مطالعه کرده‌اند. آنها از روش‌های تحلیل همساز استفاده کرده و دریافتند که ۹۰درصد تغییرات در همساز اول و دوم آشکار می‌گردد. جمر[۵]و همکاران (۳۹:۲۰۰۴) روند بارش ماهانه چین را با استفاده از آزمون من- کندال در ۱۶۰ ایستگاه بررسی کردند و توانستند روندهای مثبت و منفی بارش ماهانه را تعیین کنند.کیجازی[۶]و ریاسون (۱۵۳:۲۰۰۵) ارتباط بین بارش میان فصلی و پدیده انسو را در سواحل تانزانیا و همچنین، تغییرپذیری در تاریخ های شروع و خاتمه بارش را مطالعه کردند. لیوادا[۷] وهمکاران (۱۵۵:۲۰۰۵) به مطالعه فصلی بارش در یونان با استفاده از شاخص فصلی منفرد پرداختند و سپس همبستگی خطی این شاخص را با شاخص فصلی منفرد میانگین سنجیدند. نورانت[۸] و همکاران (۸۹:۲۰۰۶) روند بارش ماهانه و روزانه مدیترانه بررسی کرده، به این نتیجه رسیدند که روند کاهشی ناچیزی؛ بویژه در طی ماه‌های زمستان در بعضی از نواحی دیده می‌شود. لیوادا [۹]و همکاران(۴۵:۲۰۰۶) ویژگی بارش ۲۴ساعته یونان را به روش‌های تحلیل همساز مطالعه کردند. آنها دریافتند که بیشترین تغییرات بارندگی به وسیله اولین همساز توضیح داده می شود. آشابوکو[۱۰]و همکاران (۹۸:۲۰۰۸) به مطالعه تغییرات رژیم بارش در روسیه پرداختند. نتایج نشان داد افزایش درخورتوجهی در شدت بارش زمستانه در ناحیه جلگه‌ای دیده می‌شود. بررسی بارش در ایران نیز مورد توجه گسترده واقع شده است در این زمینه می‌توان به موارد زیراشاره نمود: غیور (۴۵:۱۳۷۴) تغییرات بارش را در چند ایستگاه ایران مطالعه کرده و نتیجه گرفته‌است که معمولاً سال‌های پربارش به دنبال خود سال‌های کم بارش را دارند. مسعودیان (۳۰:۱۳۷۷) 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

۱- Domroes
۲-Kadoglu
۳- Romos
٤-Tarawneh and Kadoglu
٥- Gemmer
٦- Kijazi
۷- Livada
۸- Norrant
۹-Livada
10-Ashaboko

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]

ایران نیمه متمرکز است. مسعودیان (۸۳:۱۳۸۲) رژیم بارش ایران را به روش تحلیل خوشه‌ای مطالعه کرده است. او داده‌های بارش ماهانه ایران را از ژانویه ۱۹۹۵ تا دسامبر ۱۹۹۹ برای شناسایی رژیم بارش ایران بررسی کرده است. وی مقادیر بارش هر ماه را به بارش سالانه تقسیم و بارش نسبی برای هر ماه را روی هر گره از نقشه های بارش به‌دست آورد. عسگری و رحیم زاده (۶۷:۱۳۸۵) تغییرات ویژگی بارش ۳۴ ایستگاه همدید کشور را مطالعه و بررسی کردند. آنها با استفاده از آزمون فراسنجیک t استیودنت و آزمون‌های نافراسنجیک من- کندال و اسپیرمن به تحلیل کمّی روند پرداختند. ناظم السادات (۲:۱۳۸۵) داده‌های بارش ۱۹ ایستگاه همدید نواحی جنوب غرب کشور و نیز داده‌های سطح آب خلیج فارس را برای دوره‌های (۱۹۹۳-۱۹۵۹) مطالعه کرد. محمدی و جاوری (۸۷:۱۳۸۵) برای بررسی تغییرات زمانی بارش ایران از مدل‌های تغییرات تصادفی استفاده و ذکر کردند که بارش سالانه ایستگاه تبریز بدون تغییر تصادفی و بارش سالانه ایستگاه‌های دیگر تحت تأثیر تغییرات تصادفی است. مدرس (۸۷:۱۳۸۵) توابع توزیع منطقه بارش ایران را مشخص کرد. او بدین منظور یک روش سلسله مراتبی تحلیل خوشه‌ای و روش گشتاورهای خطی به منظور یافتن نواحی همگن و تحلیل فراوانی بارش به‌کار گرفت. عساکره (۱۴۵:۱۳۸۶) تغییرات زمانی و مکانی بارش ایران را مطالعه و نواحی‌ای را که متحمل تغییر هستند، مشخص کرد. مسعودیان (۷۹:۱۳۸۶) با استفاده از داده‌های بارش ۳۳۳ ایستگاه با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای ایران را از نظر مقدار و زمان دریافت بارش به هشت ناحیه تقسیم بندی نمود. عساکره (۲۵:۱۳۸۷) با استفاده از روش کریجینگ به میانیابی بارش ایران (به صورت موردی در یک روز) پرداخته است. بدین منظور، او نیمه‌پراش تجربی محاسبه و ترسیم کرد. سپس یازده مدل بر این نیم‌پراش نگار برازش داد. بسیاری دیگر از محققان کارهایی از این قبیل را انجام دادند که به علت رعایت ایجاز از ذکر آنها پرهیز می‌شود. به علت شرایط جغرافیایی ویژه، بارش سالانه ایران دارای تغییرات بسیار زیادی است. هدف این مطالعه بررسی مشخصه‌های بارش ایران در یک دوره ۴۴ ساله از طریق تحلیل همسازهاست.

داده‌ها و روش پژوهش

برای بررسی مشخصات بارش وتحلیل توزیع بارش فصلی در کشور از تحلیل همسازها استفاده شد. بدین منظور از میانگین ماهانه بارش کل و از داده‌های میانیابی شده در یک دوره ۴۴ ساله بهره گرفته شد و با استفاده از سری‌های فوریه به تحلیل همسازهای بارش و رفتارهای تناوبی پرداختیم. رفتارهای تناوبی به هر شکل که باشند، با استفاده از توابع سینوسی در بسامدهای مختلف با تقریب مناسب و قابل قبولی برآورد و پیش بینی می‌شوند. در این راستا، مدل‌های فوریه از ابزارهای مفید و کارا به شمار می‌آید. در واقع، مؤلفه های سینوسی و کسینوسی، همسازهایی (هارمونیک) هستند که در شکل‌گیری رفتار سری تناوبی مؤثرند. تعداد این همسازها (مؤلفه‌های نوسانی) حداکثر نصف طول داده‌هاست؛ چرا که رفتار نوسانی حداقل از دو مؤلفه (سینوسی و کسینوسی) تشکیل شده است. در واقع، هر همساز گویای یک روند رو به بالا و یک روند رو به پایین 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 به صورت زیر(رابطه ۱تا۷) نشان داده می‌شود (تاراونه،۲۰۰۳):

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]

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

رابطه۱)

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 همسازهاست که به لحاظ آماری معنی‌دار بوده، تقریب خوبی به دست می‌دهد. 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(بوینگتن،۱۹۶۹:۱۶۴). این ضرایب می‌توانند به صورت زیر بیان شوند (تاراونه،۲۰۰۳ :۱۲۳):

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

رابطه۲)

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

رابطه۳)

که x_t متوسط بارش ماهانه tامین ماه و N شمار مشاهدات است. دامنه نیز به صورت زیر می‌تواند نوشته شود (تاراونه،۲۰۰۳ :۱۲۳):

$$A_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2}$$

رابطه۴)

زاویه فاز iامین همساز به‌صورت زیر خواهد بود (تاراونه،۲۰۰۳ :۱۲۳):

$$\phi_i = \arctan\left[\frac{b_i}{a_i}\right]$$

رابطه۵)

مقدار(t)یا زمان وقوع حداکثر بارش در هر همساز به‌صورت زیر خواهد بود (تاراونه،۲۰۰۳ :۱۲۳):

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

رابطه۶)

مقدار پراش در هر همساز به‌صورت زیر است (تاراونه،۲۰۰۳ :۱۲۳):

$$V_i = \frac{A_i^2}{2}$$

رابطه۷)

در این تحقیق سه همساز اول استفاده شده است؛ بدین علت که این سه همساز بیش از ۹۵ درصد تغییرپذیری الگوهای بارش در ایران را تفسیر می‌نماید. به‌طور کلی، اولین همساز یک چرخه سالانه منفرد از مشاهدات را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، مشاهده یک سال می‌تواند توسط یک چرخه با دامنه بزرگ در مقایسه با دیگر همسازها بیان شود. دومین همساز نشان‌دهنده گرایش به یک تغییر نیم‌سالانه بارش است که نمی‌توانند در داده‌های مشاهده شده ظاهر

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]

گردد. سومین همساز جزئیات بیشتری از تغییرات سالانه بارش را توصیف می‌کند (از قبیل تغییرات فصلی یا تغییرات ۴ ماهه) و بدان معناست که سومین همساز یک شاخص از انواع رژیم بارش است (تاراونه،۲۰۰۳) .زمان (t) تغییر مکان‌های حداکثر در طول محور زمان را نشان می‌دهد. مقدار صفر، پانزدهم اسفند ماه را نشان می‌دهد. مقدار ۰/۵، پانزده روز بعد؛ یعنی اول فروردین ماه را نمایش می‌دهد. با تحلیل سهم پراش همسازهای مختلف، سهم بارش همدیدی و محلی تعیین و با تحلیل دامنه مقدار حداکثر بارش در مناطق مختلف مشخص و نیز زمان وقوع حداکثر بارش تخمین می‌گردد.

به منظور بررسی تأثیرات عوامل جغرافیایی، نظیر: طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع بر همسازها از همبستگی استاندارد و رگرسیون سه متغیره (روابط ۹-۸)استفاده شده است که ارتباط بارش و تغییرپذیری آن را با فراسنج‌های مکانی (طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) نشان می‌دهد(کرلینجر،۱۹۹۹: ۱۴۰) :

رابطه۸)

$$r_{xy} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{(X_i - \bar{X})^2}\sqrt{(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

در این رابطه X به عنوان متغیر مستقل و Y به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می شود. ضریب به دست آمده در محدوده $-1 \leq r \leq 1$ خواهد بود. هر چه r محاسبه شده (بدون در نظر گرفتن علامت) به یک نزدیک‌تر باشد، رابطه قوی‌تر است. علامت منفی و مثبت نیز به ترتیب رابطه معکوس و مستقیم را نشان می‌دهند. همبستگی بین دو متغیرX و Y منفک از متغیر سوم Z توسط$r_{xy.z}$نشان داده می شود. به عبارت دیگر،$r_{xy.z}$ همبستگی بین متغیرهای X و Y در یک گروه است، در حالی که متغیر Z در آن گروه ثابت نگه داشته شده باشد. $r_{xy.z}$ از رابطه (۹) محاسبه می‌گردد (کرلینجر،۱۳۸۴: ۱۴۰) :

رابطه۹)

$$r_{xy.z} = \frac{r_{xy} - r_{xz}r_{yz}}{\sqrt{1 - r_{xz}^2}\sqrt{1 - r_{yz}^2}}$$

یافته‌های پژوهش

الف) مشخصات عمومی بارش

بر اساس داده‌های مورد مطالعه، میانگین مجموع بارش سالانه ایران ۲۵۳ میلی متر است. از این مقدار بیشتر میزان بارش در سواحل جنوبی دریای خزر با هسته پر بارش آن در جنوب غرب (حدود ۱۷۰۰ میلی متر) و کمترین آن در بیابان‌های مرکزی ایران بیابان لوت و کویر نمک (به طور میانگین ۴۷ میلی متر) رخ می‌دهد. به علت ورود سامانه‌های مدیترانه‌ای و بارش‌های ناشی از این سامانه‌ها طی زمستان، بیشترین سهم بارش ایران در فصل زمستان (۴۵/۷۳ درصد) و کمترین سهم بارش مربوط به تابستان(۴/۵۴ درصد) است. بهار با سهم ۲۸/۹ درصد، دومین و پاییز با ۲۱ درصد سومین فصل بارشی ایران است.

بیشتر سهم بارش ماهانه در ایران طی بهمن ماه با ۱۷/۴ و ضریب تغییر پذیری مکانی ۶۰ درصد است. کمترین سهم بارش ماهانه نیز مربوط به تیر ماه (۱/۴) است که از ضریب تغییر پذیری مکانی بالایی(۱۹۰ درصد) برخوردار است.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]

ب- تحلیل همسازها(هارمونیک)

۱- اولین همساز

همساز اول اختلاف یک چرخه در سال را نشان می‌دهد. اولین همساز دارای بزرگترین دامنه است؛ به‌طوری که ممکن است به حداکثر بارش فصل زمستان اشاره داشته باشد و میزان پراش آن نیز بیشتر از همساز دوم وسوم است. درصد پراش ماهانه، دامنه و مقدار(t) در اولین همساز (هارمونیک)در شکل (۱)آمده است.

در اکثر نواحی مرکزی و غربی و شرقی، اولین همساز مقداری بیش از ۸۰ درصد را توضیح می‌دهند. درصد پراش توضیح داده شده توسط اولین همساز به طرف شمال و شمال غرب و جنوب شرق کشور کاهش می‌یابد. پراش اولین همساز(بزرگترین چرخه) نماینده سامانه‌های بزرگ مقیاس بارندگی کشور است. در مناطقی که درصد پراش همساز اول بالا باشد، نشان دهنده این است که بارش این مناطق بیشتر از سامانه‌های بزرگ مقیاسی است که چرخه یکساله دارند؛ یعنی آمد و رفت آنها به داخل کشور یک سال طول می‌کشد. می‌دانیم که این سامانه‌ها عمدتاً از مدیترانه و در فصل سرد سال عمل می‌کنند. از این رو، در مناطق غربی در ارتفاعات زاگرس، با توجه به استقرار آن روی گذرگاه مقدار پراش ۹۰ درصد است که رژیم بارش زمستانه دراین مناطق را توجیه می‌کند. در این بخش‌ها و نیز در مرکز ایران، پراش همساز اول سهم بیشتری دارد. در نواحیی که پراش این همساز کوچک‌تر می شود، می‌توان استنباط نمود که عامل بارانزای دیگری در مجموع بارش‌های سالانه دخیل است؛ برای مثال، در مناطق شمال غرب ایران (ناحیه آذربایجان) درصد پراش همساز اول به حداقل می‌رسد. این مساله تفاوت رژیم بارش در این ناحیه نسبت به بقیه کشور را منعکس می‌کند؛ چرا که عوامل مکانی (موقعیت جغرافیایی و ناهمواری) موجب این امر شده است. در این نواحی بارش بهاره بیشتری رخ می-دهد، هوای مرطوب مدیترانه بر اثر گسترش بادهای غربی در زمستان وارد این منطقه می‌شود و پس از پسروی بادهای غربی در آنجا باقی می‌ماند. این هوای مرطوب در بهار بر روی دامنه‌های آفتابگیر ایجاد ناپایداری و بارش می‌کند (کاویانی، علیجانی ۲۴۶:۱۳۷۸).

در مناطقی از جنوب شرق ایران در شرق بلوچستان وسواحل دریای خزر نیز سهم همساز اول به کمتر از ۷۰ درصد می‌رسد که در این قسمت از کشور علاوه بر سامانه‌های همدید مقداری از بارش از منبع دیگر تامین می‌گردد که در همساز دوم و سوم با جزئیات بیشتر قابل رؤیت است. به منظور بررسی و آشکارسازی تأثیرات عوامل جغرافیایی، نظیر: طول جغرافیایی(λ)، عرض جغرافیایی(φ) و ارتفاع(H) بر همسازها از تحلیل همبستگی استفاده شده است. براین اساس رگرسیون سه‌متغیره در همسازهای اول، دوم و سوم و برای دامنه پراش و مقدار(t) با فراسنج‌های مکانی گرفته شده. همچنین، ضریب همبستگی استاندارد شده آن مشخص شده که نتایج حاصله در جدول(۱)آمده است.

مقدار ضریب همبستگی سه متغیره در پراش همساز اول پایین است و عرض جغرافیایی ارتباط معناداری با پراش‌ها نشان نمی‌دهد؛ لذا از معادله رگرسیون حذف شده است. ارتباط درصد پراش با طول جغرافیایی در همساز اول مثبت است؛ یعنی از غرب به شرق مقدار پراش بیشتر می‌شود. به عبارت دیگر، در مناطق شرقی ایران پراش همساز اول از مناطق غربی آن بیشتر است. ارتباط عامل ارتفاع با درصد پراش در همساز اول مثبت و مقدار آن کمتر از عوامل دیگر است. این بدین معناست که در مناطق مرتفع سهم پراش همساز اول بیشتر از دیگر مناطق است.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]

دامنه بارش حاصل از اولین همساز (شکل۱) در نواحی شمالی کشور و در سواحل دریای خزر به بیشترین مقدار (۴۰میلی متر) می‌رسد. این مقدار از شمال به جنوب و از غرب به شرق کاهش می‌یابد. علت دامنه بالا در سواحل خزر مربوط به تغییرات بارش های حاصل از سامانه‌های کلان جوی است. در این قسمت شیب بزرگ بین مقادیر با مسافت‌های کوتاه دیده می شود که علت آن وجود ارتفاعات البرز در این ناحیه و نیز تفاوت مکانی زیاد در دریافت بارش از سامانه‌های کلان است. نواحی خشک کشور توسط کوچک بودن دامنه اولین همساز مشخص می‌شود؛ برای مثال، پایین‌ترین مقدار دامنه همساز اول مربوط به نواحی مرکزی ایران و بیابان های داخلی آن است. علت پایین بودن دامنه نقش نسبتاً همسان سامانه های جوی کلان در تولید بارش در این نواحی است. این ناحیه گسترده‌ترین ناحیه بارش کشور بوده، قسمت های مرکزی این ناحیه (بیابان لوت و دشت کویر) بسیار خشک است و به طرف قسمت‌های حاشیه آن مقدار دامنه افزایش می یابد. در نواحی کوهستانی زاگرس(زاگرس جنوبی) نیز مقدار دامنه همساز اول بالاست که علت آن را می‌توان چنین توجیه کرد: کوه‌ها همانند سدی جلوی ورود رطوبت دریای مدیترانه به کشور را می‌گیرد؛ لذا مقدار بارش در دامنه غربی کوه‌های زاگرس زیادتر می‌شود. مقدار دامنه در نواحی جنوبی ایران نیز کم است که علت آن ارتفاع کم(شرایط ناهمواری‌ها) و پایین بودن عرض جغرافیایی(دور بودن از سامانه‌های بارانزایی عرض‌های میانه) است. به علت آرایش خاص بادهای غربی بیشتر اغتشاشات غربی به جنوب ایران نمی‌رسند؛ لذا تغییرات این سامانه‌ها تنها در بخش غربی زاگرس عمل می‌کند. بنابراین، ناهمواری نقش متفاوتی در توزیع دامنه بارش در نواحی اقلیمی ایران ایفا می‌کند؛ درحالی که دامنه‌های باد پناه به علت دریافت سهم کمتری از سامانه‌های کلان تغییرات کمتری را در دوره‌های مختلف متحمل می‌شوند.

ارتباط مقادیر دامنه که نشان دهنده مقدار حداکثر بارش در هر همساز است، با عوامل مکانی به شرح زیر است: در این فراسنج در هرسه همساز طول جغرافیایی بیشترین ضریب رگرسیون را دارد و ارتباط آن نیز منفی و معکوس است. مقدار آن در همساز سوم با بالاترین حد خود؛ یعنی ۰/۷۲- می‌رسد. در مورد عرض جغرافیایی نیز وضعیت به همین صورت است؛ اما مقدار ضریب همبستگی آن پایین‌تر از طول جغرافیایی است. این بدان معناست که از مقدار دامنه همساز سوم از غرب به شرق و از جنوب به شمال کاسته می‌شود؛ یعنی حداکثر دامنه در جنوب غرب یا ارتفاعات زاگرس جنوبی است که نقشه‌های مربوط این نکته را نشان می‌دهد. عامل ارتفاع در دامنه همساز دوم معنادار نیست؛ اما در همساز اول و سوم معنادار و مقدار آن مثبت است.

مقدار(t) زمان رخداد حداکثر بارش را نشان می‌دهد. مقدار (t) به طور غیر مستقیم رژیم بارش را منعکس می‌کند. براین اساس، زمان وقوع بیشینه بارش در نواحی مرکزی و بیابانی ایران اوایل اسفند و تحت تأثیر سامانه‌های ناحیه مدیترانه است. در نواحی شمال غرب ایران این زمان به اواخراسفند ماه می‌رسد. آنچه مسلم است، این که زمان رخداد حداکثر بارش در ایران تقریبا در ماه اسفند رخ می‌دهد و تغییرپذیری آن در مناطق مختلف ایران کم است و از این نظر شرایط خیلی متفاوت نیست. در نواحی شمالی ایران زمان وقوع حداکثر شیب زیادی دارد؛ یعنی در فواصل نزدیک به هم زمان وقوع حداکثر متغیراست. ارتباط مقدار(t) با عوامل مکانی در سه همساز نیز بدین صورت است که این فراسنج که اشاره به زمان حد اکثر بارش دارد، بیشتر با عرض جغرافیایی ارتباط مثبت دارد. در همساز اول این مقدار به ۰/۶۳ نیز می‌رسد؛

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]

یعنی با افزایش عرض جغرافیایی زمان وقوع حدّ اکثر بارش نیز افزایش می‌یابد. در همساز دوم نیز به همین صورت است؛ اما در همساز سوم این ارتباط منفی و میزان آن کم می‌شود.

جدول ۱) میزان همبستگی و رگرسیون همسازها و عوامل مکانی

همساز کل دوره مورد مطالعه	عوامل مکانی	همبستگی استاندارد	رگرسیون سه متغیره	همبستگی سه متغیره
پراش همساز اول	λ	۰/۱۲	V=۶۲/۸ ۰/۴۰ λ + +۰/۰۰۱H	۰/۱۳
	φ	_		
	H	۰/۰۳۳		
پراش همساز دوم	λ	-۰/۰۸	V=۳۰/۳ ۰/۲۵ λ - -۰/۰۰۱H	۰/۰۷
	φ	_		
	H	-۰/۰۴		
پراش همساز سوم	λ	-۰/۵	V=۹/۳۲ - ۰/۱۷ λ +۰/۰۶ φ +۰/۰۰۰۱H	۰/۵۹
	φ	۰/۱۳		
	H	۰/۰۵		
دامنه همساز اول	λ	-۰/۶	A= ۱۵۶/۶-۱/۸ λ -۱ +۰/۰۰۲ /۰۷φH	۰/۵۵
	φ	-۰/۲۵		
	H	۰/۰۸		
دامنه همساز دوم	λ	-۰/۴۶	A= ۴۰/۵-۰/۵۱ λ -۰ /۱۷φ	۰/۴۲
	φ	-۰/۱۲		
	H	_		
دامنه همساز سوم	λ	-۰/۷۲	A= ۳۲/۱-۰/۴۵ λ -۰ +۰/۰۰۱ /۱۲φH	۰/۶۷
	φ	-۰/۱۵		
	H	۰/۰۵		
مقدار t همساز اول	λ	۰/۲۶	T=۰/۰۰۶ λ -۱/۰۵+ +۰ +۰/۰۰۰۰۰۳ /۰۱۹φH	۰/۵۶
	φ	۰/۶۳		
	H	۰/۰۲		
مقدار t همساز دوم	λ	۰/۱۱	T=۰/۰۰۸ λ -۱/۵+ +۰ +۰/۰۰۱ /۰۴φH	۰/۴
	φ	۰/۴		
	H	-۰/۲۷		
مقدار t همساز سوم	λ	-۰/۱۲	T=۰/۰۰۹ λ ۰/۸۳- -۰ /۰۱۴φ	۰/۱۴
	φ	-۰/۱۵		
	H	_		

T =روند λ=طول جغرافیایی φ=عرض جغرافیایی H =ارتفاع

۲- دومین همساز(هارمونیک)

دومین همساز نشان دهندهٔ تغییرات زمانی و مکانی در طی دوره‌های نیمه‌سالانه و وجود دو افت و خیز در سری زمانی بارش است. معمولا این نوع بارش حاصل از فرایندهای همرفتی- محلی است. درصد پراش دومین همساز در شکل (۱) ارائه شده است. در اکثر مناطق کشور؛ بویژه در نواحی مرکزی شرقی و جنوب غربی کشور دومین همساز به اندازه سهم اولین همساز مؤثر نیست. حداکثر سهم پراش در همساز دوم مربوط به نواحی جنوب غربی دریای خزر، شرق آذربایجان

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]

و نیز قسمت‌هایی از نواحی جنوب شرق کشور است. این وضعیت را می‌توان در جنوب شرق کشور به بارش‌های موسمی و در شمال غرب به بارش های همرفتی نسبت داد؛ درحالی که در بخش‌های شمالی نیز به بارش‌های پاییزه، علاوه بر بارش های زمستانه مربوط می شود.

مقدار ضریب همبستگی سه متغیره در پراش همساز دوم نیز پایین است. ارتباط درصد پراش با طول جغرافیایی در همساز دوم منفی است و نشان دهنده این است که به طرف مناطق شرقی از میزان این همساز کاسته می شود. به نظر می رسد علت آن بالا بودن مقدار پراش همساز دوم در نواحی شمال غرب ایران باشد. ارتباط عامل ارتفاع نیز در همساز دوم منفی است.

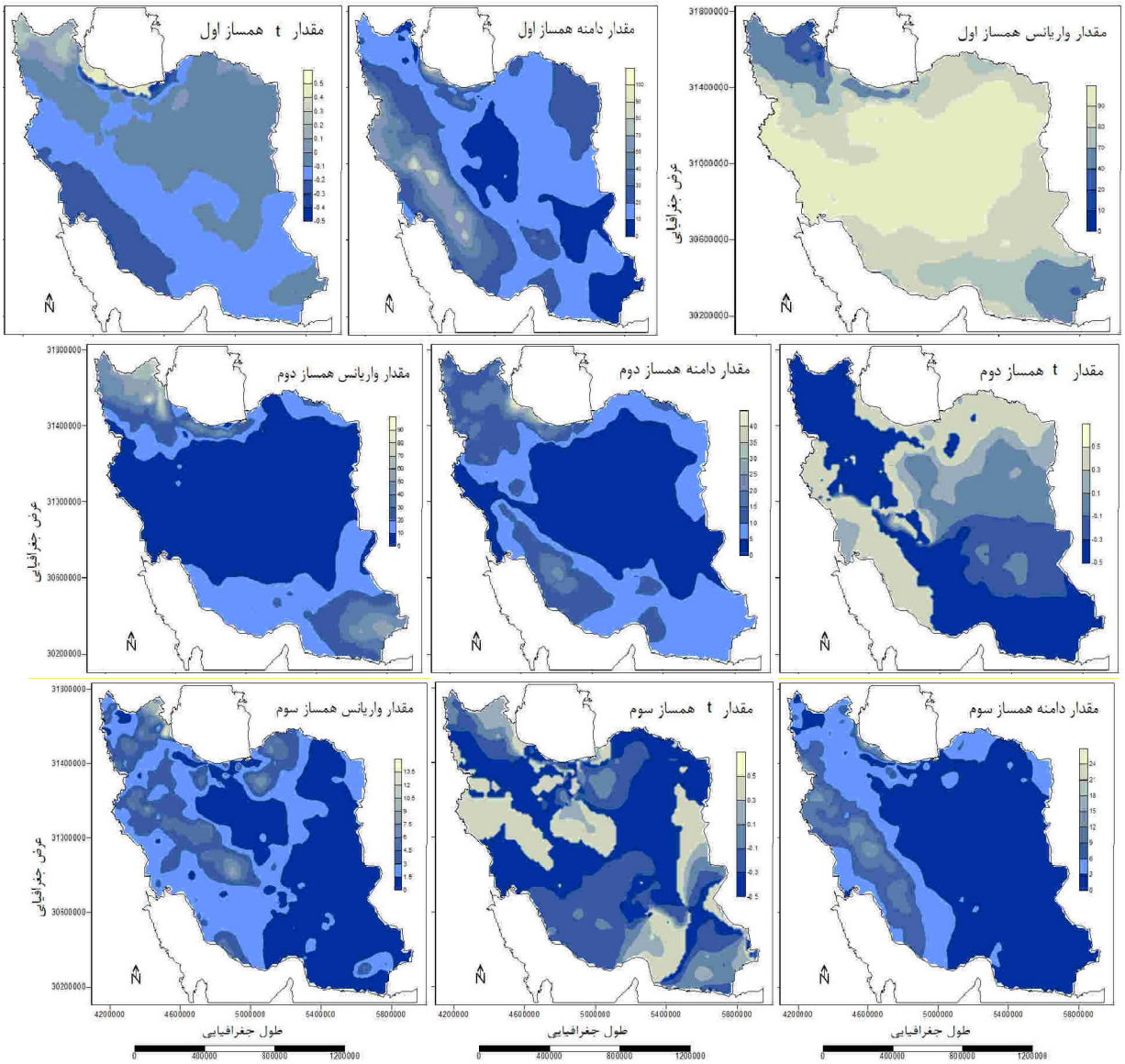
دامنه دومین همساز(هارمونیک) نیز که در شکل (۱) نشان داده شده، در مقایسه با همساز اول اهمیت کمتری دارد. به جز مناطقی از سواحل جنوبی دریای خزر و ارتفاعات زاگرس جنوبی وآذربایجان که دامنه قابل توجهی دارند، در سایر مناطق کشور مقدار دامنه همساز دوم کم است؛ بالاخص در مناطق مرکزی و بیابان های ایران، این مقدار به حداقل خود می رسد.

مقدار(t) دومین همساز اشاره به آن دارد که زمان رخداد حداکثر بارش در اسفند ماه است. همانند اولین همساز در نواحی غربی رخداد حداکثر در اواخر اسفند و در جنوب شرق و در نواحی مرکزی در اوایل اسفند است. به طور کلی، مقدار(t) دومین همساز در حاشیه شرقی و غربی رشته کوه‌های زاگرس و حاشیه جنوبی رشته کوه البرز شیب زیادی را نشان می دهد که به تغییرات ناگهانی و بالای زمان رخداد حداکثر بارش در این نواحی مربوط است(شکل۱).

۳- سومین همساز(هارمونیک)

الگوی مکانی سومین همساز نشان می‌دهد که درصد پراش سومین همساز درایران ناچیز و نسبت به همساز اول و دوم بسیار کمتر است. حداکثر این مقدار در شرق آذربایجان و ارتفاعات زاگرس جنوبی است؛ با این حال، این مقدار کم می‌تواند تغییر پذیری ماه به ماه و فصلی را توجیه کند. در همساز سوم، درصد پراش با عرض جغرافیایی ارتباط معنادار و مثبت دارد؛ یعنی به طرف عرض‌های بالا درصد پراش همساز سوم و در نتیجه بارش‌های فصلی (بهاره و تابستانه) و محلی افزایش می‌یابد. درصد پراش همساز سوم با طول جغرافیایی ارتباط منفی و با ارتباط عامل ارتفاع ارتباط مثبت دارد. مقدار دامنه در این همساز در همه جای ایران کم و ناچیز است. تنها در ارتفاعات زاگرس مقدار دامنه بالای ۱۰میلیمتر است و این مقدار مربوط به رخداد بارش فصلی (بهاره وتابستانه)؛ اما پراکنده در این منطقه است. زمان (t) یا رخداد حداکثر در این همساز نیز در سراسر ایران در ماه اسفند رخ می‌دهد و شیب زیاد در مناطق شرقی و شمال غربی کشور نشان دهندۀ تغییرات ناگهانی زمان رخداد حداکثر بارش است(شکل۱).

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]



شکل ۱) درصد پراش ماهانه، دامنه و مقدار(t) در اولین و دومین و سومین همساز(هارمونیک)

بر اساس نتایج پژوهش، اقلیم شناسی بارش با توجه به تنوع اقلیمی ایران از طریق بررسی سه همساز اول ودوم وسوم معلوم شده است. برخی محققان نظیر مسعودیان در مطالعات بارش و تغییرات بارش از روش‌های متفاوتی بهره گرفتند و واقعیت‌های زیادی از رفتار بارش در ایران را نشان دادند. این روش نیز ویژگی‌های پنهان مشخصات بارش در ایران را آشکار می‌کند. در این تحقیق به منظور مطالعه ویژگی‌های زمانی- مکانی بارش، علاوه بر تحلیل همساز اول و دوم، در نواحی کوهستانی بررسی همساز سوم نیز مورد نظر بوده است.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]

نتیجه‌گیری

در بین عناصر اقلیمی بارش بیشترین بی نظمی زمانی را دارد. در ایران میانگین مجموع بارش سالانه ایران در دوره مورد مطالعه ۲۵۳ میلی متر است که نشان از خشک بودن آن دارد. علاوه بر خشکی، از نظر توزیع زمانی نیز بارش در ایران یکنواخت نیست. مطالعات همسازها ویژگی‌های پنهان داده‌های اقلیمی را نشان می‌دهد. در مطالعات متعدد ذکر شده که رژیم اصلی بارش در اکثر مناطق ایران زمستانه است؛ یعنی با آغاز فصل سرد و پیشروی بادهای غربی سامانه‌های بارانزا وارد ایران شده و تأثیرات این سامانه‌ها در مناطق غربی بیشتر از مناطق شرقی است. یافته‌های این تحقیق بر اساس تحلیل همسازها نیز این نکته را تأیید می‌کند.

در برخی مناطق کشور، نظیر: آذربایجان، سواحل دریای خزر و مناطقی از سیستان و بلوچستان، علاوه بر سامانه‌های کلان بارش عوامل محلی نیز باعث ایجاد بارش‌های همرفتی شده است و رژیم بارش متفاوتی را در این مناطق ایجاد کرده است. مقادیر بالای پراش همساز دوم این واقعیت را نشان می‌دهد.

ناهمواری نقش متفاوتی در توزیع پراش همسازها در نواحی اقلیمی ایران ایفا می‌کند. پراش همساز دوم در دامنه‌های باد پناه به علت دریافت کم بارش‌های محلی پایین است.

در تحلیل همسازها نواحی خشک از پایین بودن مقدار دامنه مشخص می‌گردد. پایین بودن این مقدار در بیابان‌ها و کویرهای داخلی ایران خشکی این مناطق را نشان می‌دهد. تأثیر رطوبت دریای خزر بر اقلیم مناطق مجاور آن با بیشترین مقدار دامنه همساز دوم آشکار می‌گردد.

همساز سوم که نشان‌دهنده رژیم‌های بارش فصلی(بهاره و تابستانه) در کشور است، بیشتر تابع عوامل مکانی، نظیر طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع است. از آنجا که میزان همبستگی این همساز با عوامل مکانی بالاتر از دو همساز دیگر است، می‌توان گفت عوامل محلی در پیدایش رژیم های فصلی(بهاره و تابستانه) بارش نقش اصلی را ایفا می‌کند.

با به‌کارگیری روش تحلیل همسازها و مقایسه آن در دوره‌های مختلف زمانی می‌توان تغییرات اقلیمی عناصر آب و هوایی را مشخص کرد. پیشنهاد این پژوهش، بررسی تغییرات بارش و مقایسه آن برای دوره‌های مختلف در ایران است.

منابع

۱- عساکره، حسین .(۱۳۸۶). تغییرات زمانی - مکانی بارش ایران زمین طی دهه‌های اخیر، *جغرافیا و توسعه*،سال پنجم، ش ۱۰، صص۱۶۴-۱۴۵.

۲- عساکره، حسین .(۱۳۸۷). کاربرد روش کریجینگ در میانیابی بارش، *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، ش ۱۲، صص ۴۲-۲۵.

۳- عسگری، احمد و فاطمه رحیم زاده .(۱۳۸۵). مطالعه تغییرپذیری بارش دهه‌های اخیر ایران، *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی*، ش ۵۸، صص ۸۰-۶۷.

۴- غیور، حسنعلی .(۱۳۷۴). بررسی تغییرات بارش در چند ایستگاه ایران، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، دوره ۳۹، ش۴، صص۱۴.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]

۵- کاویانی، محمد رضا و بهلول علیجانی .(۱۳۷۸). *مبانی آب و هواشناسی*، تهران: سمت، چاپ ششم.

۶- محمدی، حسین و مجید جاوری .(۱۳۸۵). تغییرات زمانی بارش ایران، *محیط شناسی*، ش ۴۰، صص ۱۰۰-۸۷.

۷- مدرس، رضا .(۱۳۸۶). توابع توزیع منطقه‌ای بارش ایران، *منابع طبیعی*، ش ۷۵، صص۸۷.

۸- مسعودیان، سید ابولفضل .(۱۳۷۷). *بررسی نظام تغییرات زمانی و مکانی بارش در ایران*، پایان نامهٔ دکتری رشته جغرافیای طبیعی گرایش آب و هواشناسی ، استاد راهنما: حسنعلی غیور، دانشگاه اصفهان.

۹- مسعودیان، سیدابوالفضل و هوشمند عطایی .(۱۳۸۲). شناسایی فصول بارش ایران به روش تحلیل خوشه‌ای، *مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان*، ج هجدهم، ش ۱، صص۸۳ -۷۰.

۱۰- مسعودیان، سیدابوالفضل .(۱۳۸۶). نواحی بارش ایران، *جغرافیا و توسعه*، ش ۱۳، صص۷۹ .

۱۱- ناظم السادات، سید محمد جعفر و امین شیروانی .(۱۳۸۵). پیش‌بینی بارش زمستانه مناطق جنوبی ایران با استفاده از دمای سطح آب خلیج فارس: مدل‌سازی تحلیل همبستگی متعارف، *مجله علمی کشاورزی*، ش ۲، صص ۷۷-۶۵.

12- Ashabokov, B, A., Bischokov, R, M and Derkach, D, V, (2008). Study of changes in the regime of atmospheric precipitation in the Central Northern Caucasus, Meteorologiya i Gidrologiya. NO. 2 .98-102.

13- Bevington, P.R, (1969), Data Reduction and error analysis for physical sciences.McGrow,Hill Book co,New York, 164-176.

14- Domroes ,M., Kaviani, M., and Schaefer, D, (1998), an analysis of regional and intrannual precipitation variability over Iran using multivariate statistical methods, Theor. Appl. Climatol. 61 .3–4.

15-Gemmer, M., Becker, S and Jiang, T. (2004). Observed montly precipitation trends in China 1951-2002, Theor. Appl, Climatol. 77, 39-45.

16-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.

17-Kerlinger, F.N, Pedhazur, E.J. Multiple regression in behavioral research. (1999).

18-Kijazi, A, L and Reason, C, J, C, (2005), Relationships between intraseasonal rainfall variability of coastal Tanzania and ENSO, Theor, Appl, Climatol. 82 .153-176.

19-Kirkyla, K, I and Sultan Hameed. (1989). Harmonic analysis of the seasonsl cycle in precipitation over the United States: a comparison between observations and General Circulation Model, American Meteorological Society.1463-1475.

20-Livada, I., Assimakopoulos, D, N, (2005), Individual seasonality index of rainfall in Greece. Clim Res. 28 .155-161.

21-Livada, I. Charalambous, G. Assimakopoulos, M. N, (2006), Spatial and temporal study of precipitation characteristics over Greece, Theor. Appl. Climatol.93.45-55.

22-Norrant, C. Douguedroit, A, (2006), Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950-2000), Theor, Appl, Climatol., 83.89-106.

23-Romos, M, C. 2001. Rainfall distribution patterns and their change over time in a Mediterranean area, Theor, Appl, Climatol. 69.163-170.

24-Tarawneh, Q and Kadoglu, M, (2003), An analysis of precipitation climatology in Jordan,Theor. Appl. Climatol, 74.123-126.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-11-01]