نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال پانزدهم، شماره ۳۶، بهار ۹۴

# بررسی نقش عوامل مکانی بر توزیع-پراکندگی بیشینه های آب قابل بارش جو ایران

دریافت مقاله:۹۲/۸/۲۷ پذیرش نهایی: ۹۳/۵/۳

صفحات:۷-۲۴

**حسین عساکره:** دانشیار گروه جغرافیای طبیعی گرایش اقلیم شناسی دانشگاه زنجان، ایران[1]
Email: asakereh1@yahoo.com
**مهدی دوستکامیان**:دانشجوی دکتری تغییرات آب و هوایی دانشگاه زنجان- ایران
Email:s.mehdi67@gmail.com

**چکیده**

**تمام بخار آب موجود در ستونی از جو که قابلیت بارش دارد و از سطح زمین تا نقطه پایانی بخارآب در جو ادامه پیدا می‌کند، آب قابل بارش کلی‌گویند. این عنصر تحت تاثیر توپوگرافی و همچنین ارتفاع دچار تغییراتی می‌گردد. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر عوامل محلی و مکانی بر توزیع بیشینه‌های آب قابل بارش ایران می-باشد. برای این منظور داده‌های فشار، رطوبت ویژه ، مولفه مداری و مولفه نصف-النهاری از پایگاه داده NCEP/NCAR وابسته به سازمان اقیانوس‌شناسی ایالات‌متحده استخراج و مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت. روش‌های مورد استفاده در این مطالعه، ضریب همبستگی و رگرسیون می‌باشد. سپس به منظور دست یابی بهتری نسبت به آب قابل بارش شیب تغییرات و روند شیب تغییرات بیشینه آب قابل بارش محاسبه گردیده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که در بین عوامل مکانی، ارتفاع بیشترین تأثیر را در توزیع مکانی بیشینه آب قابل بارش داشته است. برخلاف بسیاری از دانشمندان که بر این عقیده بودند که با افزایش عرض جغرافیا، آب قابل بارش کاهش پیدا می‌کند، این قاعده در محدوده جو ایران کمتر به چشم می-خورد. با این وجود بیشتر شیب تغییرات آب قابل بارش در بخش‌های از ارتفاعات زاگرس، غرب و جنوب غرب رخ داده است. نتایج حاصل از تحلیل چرخه ها نشان داد که بیشینه های آب قابل بارش در ایران دارای چرخه های کوتاه مدت ۲ تا ۴ ساله می-باشند.**

**کلید واژگان:** آب قابل بارش، رطوبت ویژه، شیب تغییرات، رگرسیون، تحلیل هارمونیک

---

[1]- **نویسنده مسئول**: زنجان- دانشگاه زنجان- گروه جغرافیا

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

**مقدمه**

کشور ایران در محدوده جغرافیایی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد به‌طوری که میزان بارندگی آن کمتر از یک سوم متوسط بارندگی جهانی می‌باشد (مسعودیان ۱۳۹۰) ؛ ازاین‌رو مدیریت منابع آب بارندگی برای کشور ما ضروری به نظر می‌رسد. یکی از این ابزارهای مدیریتی شناخت تغییرات رطوبتی که منجر به شناخت تغییرات آب قابل بارش دریک منطقه می‌شود، می‌باشد. محاسبه دقیق آب قابل بارش مستلزم آگاهی دقیق از حجم بخار آب در جو است (شریعت مداری زهرا ۱۳۹۱: ۷۸) حجم مذکور تحت تأثیر عواملی چون غلظت‌جو، دما (آدیامی[1] و ۲۰۰۹: ۳۶۹-۳۸۰)، پوشش ابر (مباشری و همکاران ۱۰۷:۱۳۸۶ – ۱۲۶)، جهت و سرعت باد(دیا و ترنبرچ[2] ۲۰۰۴: ۷۹۷-۷۸۵، ستنتون[3] ۱۹۶۸: ۹۵۱-۹۳۰) و عوامل محلی (شریعت مداری ۱۳۹۱، ۱۸۰) و از همه مهم تر رطوبت (فلاح قالهری ۱۳۹۰) تغییر می‌کند.

رطوبت یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر رخداد بارش می‌باشد؛ آگاهی از میزان رطوبت سالانه، فصلی، ماهانه و توزیع مکانی آن یک نمای کلی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های اقلیمی مناطق مختلف را نشان می‌دهد؛ بنابراین تغییراتی که در مقدار و توزیع آن ایجاد می‌شود از مهم‌ترین عامل موثر در ایجاد شرایط مختلف آب و هوایی می‌باشد. تراکم رطوبت جو همواره باگذشت زمان هم در مقیاس مکان و هم در مقیاس زمانی دچار تغییراتی می‌گردد. منشأ رطوبت جو تبخیر از عوامل موجود در سطح زمین (دریاها و اقیانوس‌ها) و تعرق گیاهان می-باشد؛ به‌طوری که تراکم آن با افزایش ارتفاع از سطح زمین کاهش می‌یابد؛ تا جای که بخش اعظمی از رطوبت جو حدود ۹۰ درصد آن در شش کیلومتری ابتدای جو واقع شده است (فلاح قالهری ۱۳۹۰).

میزان نم موجود در جو به دلیل افزایش فاصله از منبع نم و همچنین کاهش دمای هوا با ارتفاع و در نتیجه کاهش ظرفیت پذیرش بخارآب جو، در ارتفاعات جو کاهش می‌یابد. کاهش تدریجی بخار آب با افزایش ارتفاع در عرض های جغرافیایی بالاتر محسوس تر از عرض های جغرافیایی پایین تر می‌باشد( جوهن وکارالیس[4] ۱۹۷۴: ۷۶۰-۷۶۶، پارامیس و کریشانا مورتی[5] ۱۹۹۰: ۶۷۹-۶۶۵). همچنین محتوای رطوبتی هر نقطه از جو حاصل تبخیر محلی و جابه‌جایی رطوبتی در راستای افقی و قائم است. از آنجای که بخار آب جو نسبت به سایر گازها حجم کمی

[1] -Adiyamay
[2] -Dai and Trenberth
[3]- Stanton
[4] -Johan and karalis
[5] - Parameswaran and Krishna Murthy

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

از جو را به خود اختصاص داده اما نقش بسیار مهم و کلیدی را در بیلان انرژی، کنترل دما و منبع رطوبت مورد نیاز برای تشکیل ابر و بارندگی مختلف جوی دارد. اندازه‌گیری و کنترل رطوبت موجود در جو در صنایع الکترونیک و شاخه‌های مختلف علوم فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، کشاورزی و سایر علوم دیگر کاربرد زیادی دارد؛ بنابراین بررسی رطوبت موجود در جو می‌تواند در کنار بررسی تغییرات سایر عوامل اقلیمی در شناخت بهتر تغییرات اقلیم موثر می‌باشد.

ایران با قرار گرفتن بر روی فلات ایران یکی از سرزمین‌های بسیار ناهموار در قیاس با کشورهای منطقه به حساب می‌آید. با اینکه بسیاری از کشورهای حاشیه جنوبی خلیج‌فارس فاقد هرگونه توپوگرافی قابل‌ملاحظه‌ای می‌باشند ولی ایران با قرار گرفتن در حاشیه شمالی خلیج‌فارس دارای پستی و بلندی‌ها با رشته کوه‌ها و قلل مرتفع فراوانی است که از آن جمله می‌توان به قله دماوند، سبلان، زردکوه، بینالود و غیره اشاره کرد. وجود این ناهمواری‌ها و بخصوص رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس اولاً باعث تغییرپذیری شدید آب و هوا در دو طرف رشته‌کوه‌ها شده و ثانیاً به سبب وجود مناطق مرتفع فراوان بر روی این رشته‌کوه‌ها استفاده از مدل‌های مختلف برای محاسبه متغیرهای مختلف اقلیمی و از جمله تابش، دما و بارش همیشه با خطا مواجه است. ناهموارهای ایران یکی از عامل‌های اصلی در توزیع ناهمگون آب قابل بارش در جو ایران می‌باشد. این‌گونه ناهمواری‌ها و نیز جهت‌گیری آنها باعث تنوع شدید آب وهوا می-شود. ناهمواری‌ها تأثیر به سزایی در پراکندگی و توزیع بارش در ایران دارد. برای مثال در این زمینه می‌توان به تأثیر ناهمواری‌ای زاگرس در توزیع پراکندگی بارش اشاره کرد به‌طوری که به عقیده بسیاری از محققین عامل اصلی بعضی از بیابان‌های ایران همین ناهمواری‌ها می‌باشد که باعث ایجاد بیابان‌های بادپناه شده است. ازاین‌رو هدف از این مطالعه بررسی تأثیر عوامل مکانی بر توزیع آب قابل بارش جو ایران‌زمین می‌باشد.

## روش‌شناسی تحقیق

به‌منظور محاسبه آب قابل بارش، داده‌های فشار و رطوبت ویژه طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۴۰در محدودهٔ ایران‌زمین (از ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی و از ۴۲/۵ تا ۶۵ درجه شرقی) استخراج گردیده است سپس با استفاده از امکانات برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار GRADS، انتگرال وزنی رطوبت در راستای عمودی بین ترازهای ۱۰۰۰ تا ۲۷۵ هکتوپاسکال محاسبه شد. بدین‌ترتیب و براساس قابلیت نرم افزار مذکور آب قابل بارش به کیلوگرم در مترمربع (میلی متر) بین سطح

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

زمین و تروپوپاوز بدست می آمد. در ابتدا به‌منظور محاسبه آب قابل بارش[1] از رابطه زیر استفاده شده است:

$$pw = \frac{1}{g}\int_{100}^{275} x.dp \quad (۱)$$

در این فرمول g شتاب جاذبه زمین، $x$ متغیر مورد نظر (در اینجا نم ویژه می‌باشد) و $dp$ فشار می‌باشد. برای انجام محاسبات از امکانات برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار Grads و نرم‌افزار Matlab و نیز برای انجام عملیات ترسیمی از نرم‌افزار Surfer بهره گرفته شد. بعد از اینکه آب قابل بارش روزانه استخراج گردیده است. سپس بیشینه آب قابل بارش برای هر هرماه در هر سال استخراج گردیده که در مجموع ماتریسی به ابعاد(۷۰×۷۲۰) برای ۶۰ سال تشکیل شده است و به عنوان پایگاه داده مورد بررسی قرار گرفت. یکی از روش‌های آماری برای شناخت روابط بین متغیرها روش محاسبه ضریب همبستگی می‌باشد. در تحقیق حاضر به‌منظور بررسی دقیق‌تر تأثیر عوامل مکانی شامل طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع و تشخیص موثرترین عامل روی آب قابل بارش منطقه از تکنیک همبستگی[2] و رگرسیون بهره گرفته شده است. این روش شاخص دقیقی است که با محاسبه آن می‌توان وجود رابطه یک متغیر با متغیرهای دیگر را نشان داد. تحلیل رگرسیون، تکنیک آماری برای تحلیل و به مدل درآوردن ارتباط بین متغیرهاست (آذر و مومنی ۱۳۸۷: ۱۴۵). مفاهیم اولیه مدل رگرسیونی وسیله‌ای جهت تشریح دو مفهوم اساسی تغییرپذیری متغیر وابسته (y)در اثر تغییر متغیر مستقل (x) بکار می‌رود (آدیامایی ۲۰۰۹: ۳۶۹-۳۸۰). سپس به منظور بررسی شیب تغییرات بیشینه های آب قابل بارش جو ایران ابتدا فاصله مداری و نصف‌النهاری هریک از ایستگاه‌ها محاسبه گردیده است. سپس برای محاسبه شیب تغییرات بیشینه آب قابل بارش از رابطه زیر استفاده شده است:

$$-\nabla F = \frac{\partial pw}{dx} i + \frac{\partial pw}{dy} j \quad (۲)$$

در فرمول بالا dx فاصله طولی دو یاخته (پیکسل) در امتداد مدارات، dy فاصله عرضی دو یاخته در امتداد نصف‌النهارات و pw تغییرات شیب بیشنه آب قابل بارش دو یاخته می‌باشد. در ادامه به منظور بررسی چرخه‌های بیشینه آب قابل بارش از تحلیل طیفی بهره گرفته شده است. روش تحلیل همسازها، روشی بسیار کارا و مفید برای توصیف شاخص های نهان و الگوهای

[1]-Perceptible Water
[2]-correlation

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

بارش سالانه (عساکره و همکاران ۱۳۹۴: ۴۳۵-۴۴۴) به شمار می‌آید. از اهداف تحلیل همسازها، تعیین پارامترهای مشخص‌کننده واریانس بسامدهاست.

## بحث و بررسی

در جدول ۱ بعضی از مشخصات مکانی بیشنه آب قابل بارش نشان داده شده است. میانگین بیشینه های آب قابل بارش در ایران ۲۲/۸۳ میلیمتر می‌باشد. همان طوری که مشاهده می‌شود مد با میانه و میانگین اختلاف دارد. این بیانگر این است که توزیع و پراکندگی بیشنه های آب قابل بارش از توزیع ناهمگنی برخوردار است. به طوری که ضریب تغییرات مکانی بالا بیانگر همین نکته می‌باشد. بیشترین بیشینه آب قابل بارش ۷۲/۶۶ میلیمتر می‌باشد. البته به نظر می‌رسد وقوع این مقادیر حداکثری به صورت اتفاقی بوده باشد. زیرا چنانچه وقوع آن‌ها مکرر باشد در میانگین این دوره تاثیر می‌گذاشت. چولگی و کشیدگی بیشنه های آب قابل بارش در محدوده ایران مثبت می‌باشد؛ چولگی مثبت بیانگر این است که بیشینه مساحت های کمتر از میانگین بیشتر می‌باشد.

**جدول(۱) مشخصات مکانی بیشنه های آب قابل بارش ایران**

| میانگین | میانه | مد | واریانس | انحراف معیار | ضریب تغییرات | دامنه تغییرات | چولگی | کشیدگی | بیشینه | کمینه | Q1 | Q2 | Q3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۲/۸ | ۲۳/۸ | ۱۸/۵۲ | ۵۴/۵۲ | ۷/۲۴ | ۳۲/۹ | ۶۷/۹ | /۷ | ۴/۴۸ | ۷۲/۶ | ۵/۳ | ۱۷/۶ | ۲۲/۱ | ۲۷/۱ |

شکل ۱ نقشه میانگین و بیشینه‌های آنومالی آب قابل بارش سالانه جو ایران را نشان می‌دهد. همان طوری که مشاهده می‌شود بیشینه ناهنجاری‌های منفی آب قابل بارش در ارتفاعات به‌خصوص نواحی زاگرس مشاهده شد به طوری که این ناهنجاری ها در این مناطق تا به ۱۰- میلیمتر هم می‌رسد (شکل۱و ۲). این در حالی می‌باشد که ناهنجاری‌های مثبت بیشنه های آب قابل بارش بر کرانه های ساحلی دریای خزر و حاشیه خلیج فارس منطبق می‌باشد. این واقعیت به دلیل تأثیرپذیر این نواحی از منبع عظیم رطوبت می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که در این مناطق میزان ناهنجاری های مثبت نسبت به میانگین کل در همان نقطه به مثبت ۱۰ میلیمتر هم می‌رسد. میانگین بیشینه های آب قابل بارش نواحی مرکزی ایران باوجود خشکی و دوری از منابع رطوبتی از ناحیهٔ مرتفع زاگرس بیش تر می‌باشد. این واقعیت به دلیل دمای

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

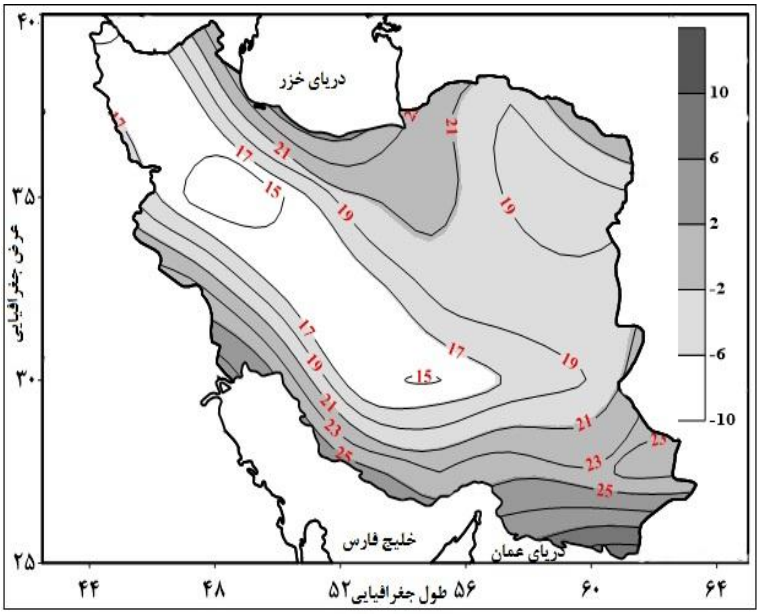
افزون تر نواحی مرکزی است که به تبع آن ظرفیت بخار آب جو افزایش می‌یابد؛ اما در منطقه زاگرس به دلیل پایین بودن دما در نتیجه ظرفیت یا درجه اشباع هوا زیاد و دمای شبنم بسیار پایین تر از نواحی مرکزی می‌باشد. بنابراین در توزیع آب قابل بارش در ایران نقش عوامل مکانی به وضوح قابل‌مشاهده می‌باشد.

باهدف شناخت رفتار مکانی و نظم رخداد بیشینه های آب قابل بارش کشور مرکز میانگین یا گرانیگاه آب قابل بارش ترسیم شده است که نتایج آن در شکل ۱ آورده شده است. با نگاه به شکل با افزایش آب قابل بارش در سواحل شمالی و جنوبی کشور گرانیگاه یا مرکز میانگین آب قابل بارش به سمت مرکز کشور تمایل پیدا کرده است هرچند که توزیع پراکندگی آنها به سمت جنوب تمایل پیدا کرده که بیانگر وزن بیشتر آب قابل بارش مناطق ساحلی جنوب نسبت به سواحل شمالی می‌باشد. همان طوری که مشاهده می‌شود این مرکز ثقل ها در بعضی موارد پراکندگی های داشته است که برای هر جهت به عنوان نمونه نقشه بیشنه آب قابل بارش همان مرکز ثقل ترسیم شده است. برای مثال در نقشه ۱ بیشینه‌های آب قابل بارش در این مواقع بر نواحی شمال غرب منطبق می‌باشد این واقعیت می‌تواند به دلیل تاثیر توده های رطوبتی مختلفی باشد. این در حالی می‌باشد که برای نقشه دوم که برای جهت جنوبی ترسیم شده است تمرکز خطوط در نواحی جنوب کشور بیشتر می‌باشد.

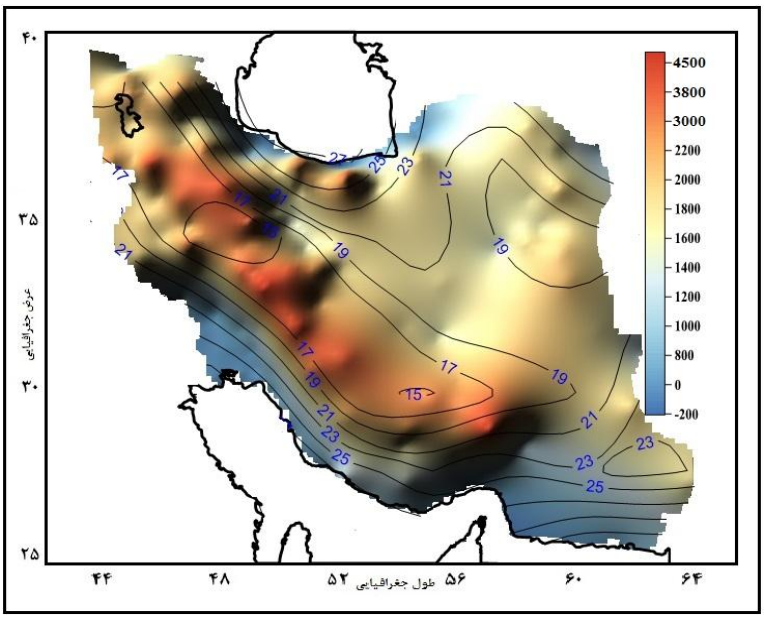
همان طوری که مشاهده شد آب قابل بارش به شدت تحت تأثیر عوامل اقلیمی به‌ویژه ارتفاعات قرار داشت. به‌طوری که عوامل محلی در توزیع پراکندگی آب قابل بارش در پهنه اقلیمی ایران تأثیر به سزایی داشته است. هرچند که بنا به گفته مسعودیان (مسعودیان وهمکاران ۱۳۹۱: ۱۲۵) رابطه یکتایی بین بارش و ارتفاع وجود ندارد؛ برای مثال روی دامنه‌های بادگیر زاگرس با افزایش ارتفاع بارش نیز افزایش می‌یابد اما از کرانه‌های خزر تا بخش بزرگی از دامنه‌های شمالی البرز با افزایش ارتفاع، بارش کاهش می‌یابد؛ این تضاد نشان می‌دهد که اساساً الگوی خطوط بارش بیشتر تابع آرایش ناهمواری است تا ارتفاع. بدین منظور رابطه آب قابل بارش با عوامل مکانی به‌خصوص ارتفاع، طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی محاسبه شد که نتایج حاصل از آن به صور ساعتی و ماهانه در جدول (۲ و ۳) آورده شده است.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]



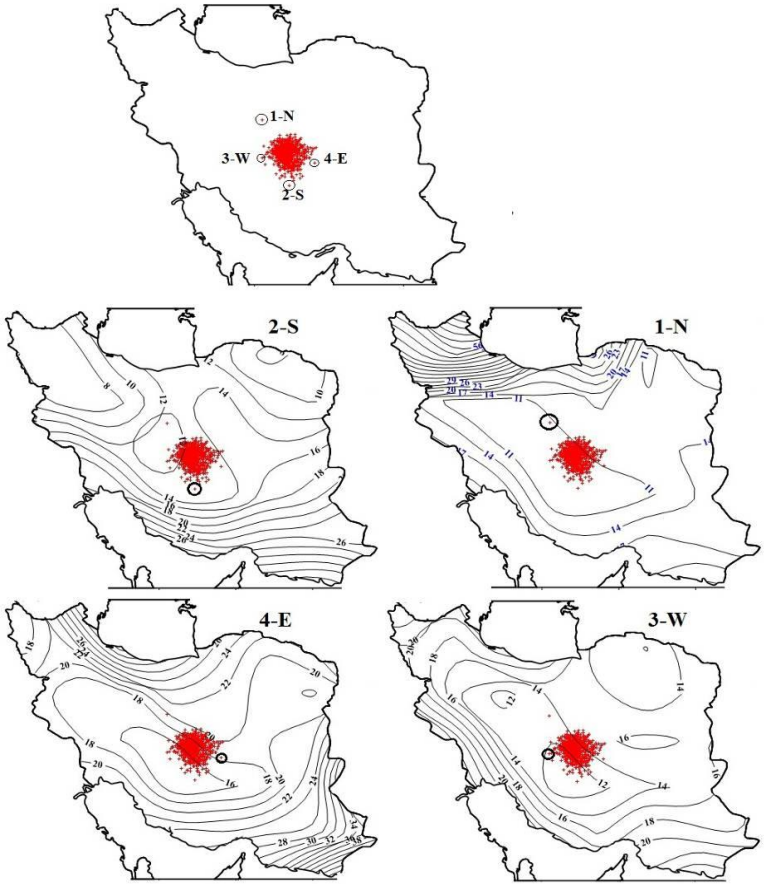

شکل(۱) توزیع مکانی میانگین و آنومالی بیشینه آب قابل بارش سالانه ایران




شکل(۲) توزیع مکانی ارتفاع و بیشینه آب قابل بارش سالانه ایران

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]




**شکل(۳) گرانیگاه بیشنه های آب قابل بارش جو ایران**

در بین عوامل مکانی آب قابل بارش تنها با ارتفاع رابطه معنی‌داری داشت که معادله رگرسیون آن هم به‌صورت ساعتی و هم به‌صورت ماهانه در جدول ۲ و ۳ آورده شده است. برای مثال در ساعت ۰۰:۰۰ به ازای یک واحد تغییر در ارتفاع (افزایش ارتفاع) به میزان ۰۰۱۹/- میلی‌متر در آب قابل بارش تغییر(کاهش) ایجاد می‌شود. یا به‌عبارت‌دیگر در ساعت ۰۰:۱۲ به ازای یک واحد افزایش در ارتفاع به میزان ۰۰۲۲/- میلی متر آب قابل بارش کاهش پیدا می-کند. در مجموع می‌توان گفت که به ازای یک واحد تغییر در ارتفاع ۰۰۲/- میلی‌متر تغییر در آب قابل بارش ایجاد می‌شود. همان طوری که مشاهده می‌شود رابطه آب قابل بارش با ارتفاع هم در مقیاس ساعتی و هم در مقیاس ماهانه در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد رابطه معکوس معنی-داری وجود دارد. رابطه آب قابل بارش با عرض جغرافیایی هرچند مستقیم می‌باشد اما بسیار

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

ناچیز و غیر معنادار است. این روابط برای هر یک از ماه‌ها محاسبه و در جدول ۲ ارائه شده است.

**جدول (۲) رابطه بیشینه آب قابل ساعتی با ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی**

| ساعت | ارتفاع*[۱] | ضریب تعیین | معادله رگرسیون ارتفاع و آب قابل بارش | عرض جغرافیایی** | طول جغرافیایی** |
|---|---|---|---|---|---|
| ۰۰:۰۰ | -/۵۹۱ | ۳۴/۹۲ | Y= -.0019X + 14.083 | /۱۱۵ | /۱۴ |
| ۰۶:۰۰ | -/۵۵۳ | ۳۰/۵۸ | Y= -.0021X + 14.396 | /۱۲۹ | /۰۴ |
| ۱۲:۰۰ | -/۵۱۱ | ۲۶/۱۱ | Y= -.0022X + 14.662 | /۱۳۴ | -/۰۵۱ |
| ۱۸:۰۰ | -/۵۸۵ | ۳۴/۲۲ | Y= -.0018X + 14.447 | /۰۵۶ | /۰۷۱ |
| کل دوره | -/۵۶۲ | ۳۱/۵۸ | Y= -.0023X + 14.397 | /۱۱۲ | /۰۴۵ |

**جدول(۳ ) رابطه بیشینه آب قابل بارش ماهانه با ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی**

| ماه | ارتفاع* | ضریب عیین | معادله رگرسیون ارتفاع و آب قابل بارش | طول جغرافیایی** | عرض جغرافیایی** |
|---|---|---|---|---|---|
| فروردین | -/۵۷۲ | ۳۲/۷۱ | Y= -.0021X + 14.202 | /۰۹۹ | **/۱۸۳** |
| اردیبهشت | -/۵ | ۲۵ | Y= -.0018X + 16.056 | /۲۰۶ | **/۰۳۵** |
| خرداد | -/۴۷۴ | ۲۲/۴۶ | Y= -.0019X + 16.397 | /۱۸ | **/۰۲** |
| تیر | -/۴۹ | ۲۴/۰۱ | Y= -.0023X + 18.444 | /۱۲۹ | **/۰۴۲** |
| مرداد | -/۴۹۹ | ۲۴/۹ | Y= -.0021X + 18.442 | /۰۸ | **-/۰۶۱** |
| شهریور | -/۴۹۴ | ۲۴/۴ | Y= -.0022X + 15.093 | /۱۱۸ | **-/۱۱۷** |
| مهر | -/۴۷۶ | ۲۲/۶۵ | Y= -.0018X + 14.276 | ۱۹۲ | **-/۰۱۵** |
| آبان | -/۵۳۱ | ۲۸/۱۹ | Y= -.0019X + 13.495 | /۱۶۴ | **-/۰۷** |
| آذر | -/۵۵۹ | ۳۱/۲۴ | Y= -.0018X + 14.276 | /۰۸۶ | **/۰۳۴** |
| دی | -/۵۶۲ | ۳۱/۵۸ | Y= -.0017X + 11.539 | /۰۲ | **/۰۹۹** |
| بهمن | -/۵۶۴ | ۳۱/۸۰ | Y= -.0018X + 10.453 | -/۰۲۵ | **/۲۰۴** |
| اسفند | -/۵۸۵ | ۳۴/۲۲ | Y= -.0019X + 12.034 | -/۰۱۷ | **/۲۴** |

[۱] *این علامت بیانگر این است که آب قابل بارش در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد به لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد. ** بیانگر عدم معنی‌داری می‌باشد.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

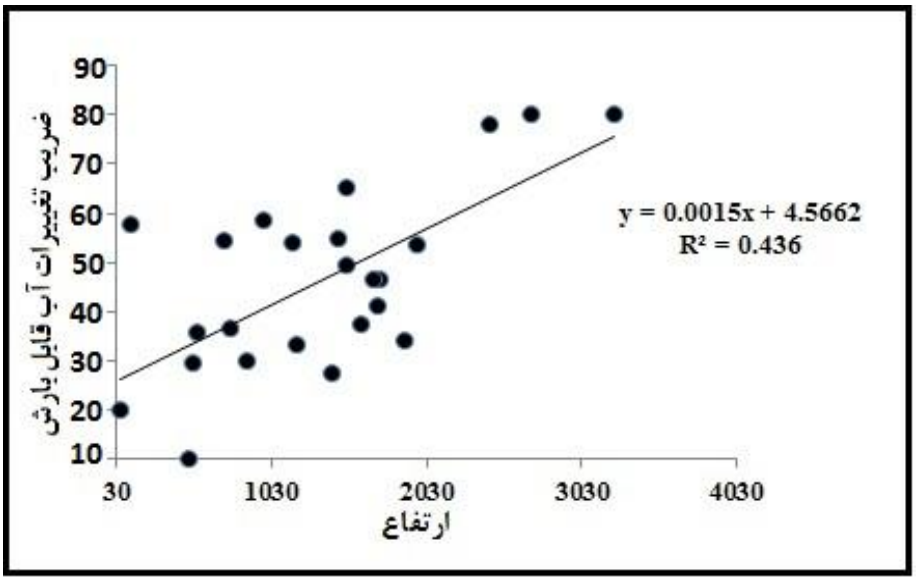
در هیچ‌کدام از ماه‌ها رابطه عرض جغرافیایی و طول جغرافیایی با آب قابل بارش معنادار نبوده است. این در حالی می‌باشد که بنا به گفته بسیاری از دانشمندان با افزایش عرض جغرافیا آب قابل بارش کاهش پیدا می‌کند. این در حالی می‌باشد که این نظریه در محدوده ایران قابل انطباق نیست. برای مثال مشاهده می‌شود که میانگین آب قابل بارش در شمال غرب کشور با نواحی مرکزی با وجود اینکه در عرض‌های پایین تری قرار دارد برابری می‌کند. این واقعیت شاید به دلیل قرارگیری دریای خزر در قسمت‌های شمال ایران و نقش آن در تغذیه رطوبتی مناطق اطراف باشد. رابطه آب قابل بارش با ارتفاع در تمام ماه‌ها تقریباً یکسان و بین ۵/ تا ۶/ در تغییر می‌باشد.

در بررسی رابطه میان دو متغیر، نخستین گام منطقی، ترسیم داده‌ها به صورت نقاطی در یک دستگاه مختصات متعامد می‌باشد. نمودار حاصله از این دستگاه به نمودار پراکنش نگار معروف است. کشف رابطه بین متغیرها و چگونگی تاثیر پذیری آنها از یکدیگر یکی از اهداف این مدل می‌باشد. به طوری که متغیر بودن این عوامل باعث تغییر عامل وابسته می‌شود. با اطلاع از رابطه بین متغیر وابسته و متغیر مستقل، می‌توان از این رابطه و مدل به منظور استنباط در مورد چگونگی تاثیر گذاری متغیرهای مستقل و مقایسه عملکرد این متغیرها بر روی متغیر وابسته و همچنین پیش بینی متغیر وابسته با معلوم بودن مقادیر متغیرهای مستقل استفاده کرد. که برای این منظور می‌توان از خط برازش یافته رگرسیون استفاده کرد. شکل ۲ و ۳ رابطه ارتفاع با ضریب تغییرات بیشینه آب قابل بارش را نشان می‌دهد. همان طوری که مشاهده می‌شود رابطه میانگین آب قابل بارش با ارتفاع رابطه معکوسی می‌باشد یعنی با افزایش ارتفاع از میانگین آب قابل بارش کاسته می‌شود، این در حالی می‌باشد که این رابطه با ضریب تغییرات مستقیم می‌باشد یعنی با افزایش ارتفاع ضریب تغییرات افزایش و با کاهش ارتفاع ضریب تغییرات کاهش پیدا می‌کند.

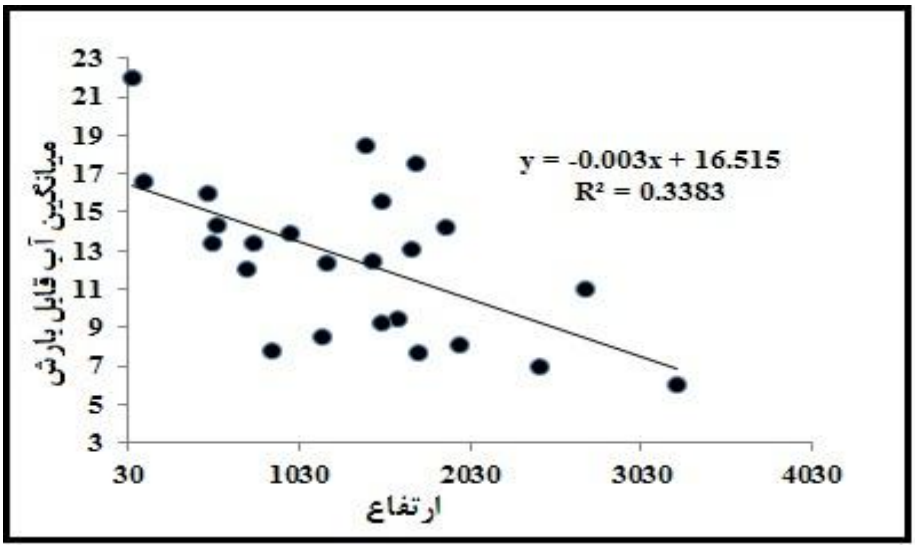
شکل ۶ روند تغییرات شیب آب قابل بارش جو ایران را نشان می‌دهد. بیشترین روند کاهشی شیب تغییرات آب قابل بارش با ۰۶/- میلیمتر در سال به صورت کمانی از جنوب غرب تا بخش‌های شمالی سواحل خلیج فارس کشیده شده است. همان طوری که مشاهده می‌شود با وجود اینکه نواحی جنوب شرق از روند شیب افزایشی برخوردار بوده است اما به لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است. بیشتر مساحت کشور از روند شیب تغییراتی بین ۰۲۱۳/- تا ۰۳۵۴/- میلیمتر در سال برخوردار بوده است. همان طوری که هم اشاره شده کمتر از ۱۰ درصد از مساحت کشور « عمدتا سواحل دریایی عمان» از روند شیب تغییرات آب قابل بارش برخوردار بوده است (جدول ۱).

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]



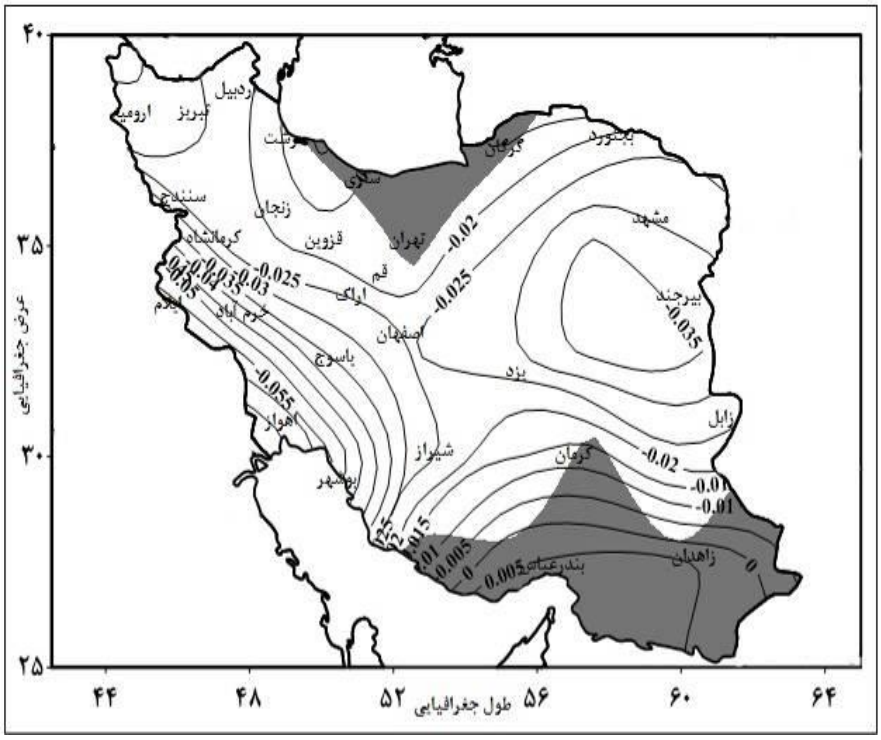

شکل (۴) نمودار خط رگرسیون بین ارتفاع و ضریب تغییرات بیشینه آب قابل بارش




شکل (۵) نمودار خط رگرسیون بین ارتفاع و میانگین بیشینه آب قابل بارش

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

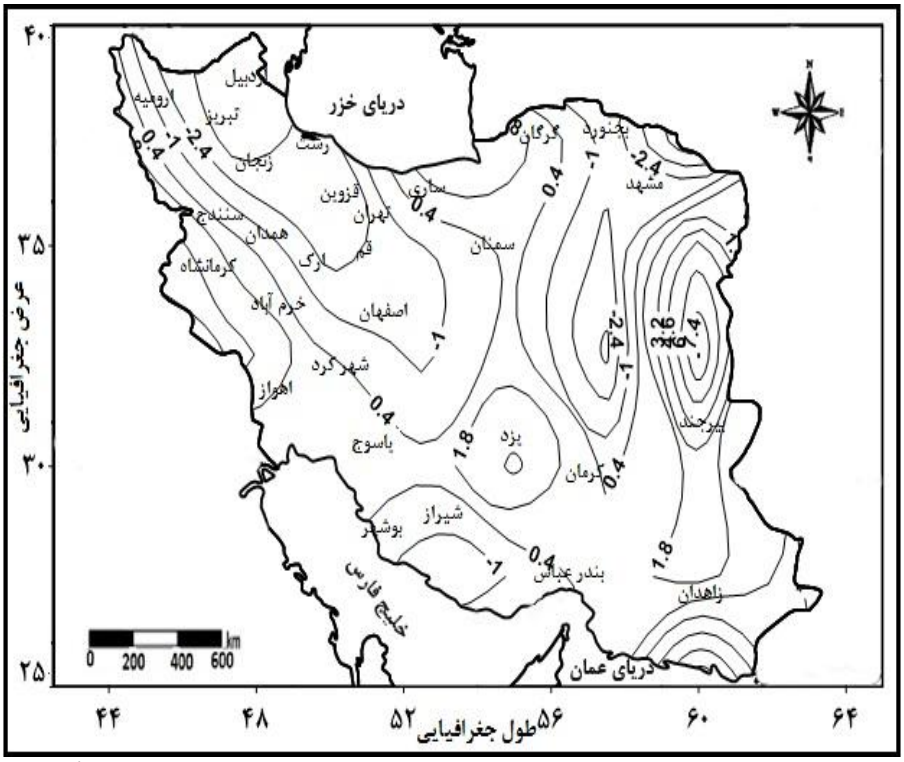



**شکل (۶) توزیع مکانی ب روند شیب تغییرات یشینه آب قابل بارش**

همان طوری که اشاره شد بیشتر نواحی جنوبی و جنوب شرق کشور با روند افزایشی قابل توجهی مواجه بوده است این وضعیت را می‌توان به نقش بخارآب خلیج بنگال و کم‌فشار موسمی هند در تغذیه رطوبتی این منطقه نسبت داد. در زمینه تغذیه رطوبتی جنوب شرق به‌وسیله کم‌فشارموسمی می‌توان به مطالعه "مفیدی" اشاره کرد وی به بررسی همدیدی تأثیر سامانه‌های کم‌فشار موسمی در وقوع بارش های سیل‌زا در ایران پرداخته و منابع رطوبتی به‌وسیله این سامانه را تعیین نموده است (مفیدی ۱۳۸۴: ۱۱۳). با توجه به خصوصیات ترمودینامکی حاکم بر این سامانه و پتانسیل رطوبتی این سامانه در شرایط سینوپتیکی خاص، بارش‌های فراگیر و قابل‌ملاحظه‌ای در کشور ایجاد می‌کند (لشکری ۱۳۸۰: ۱-۱۸). در این زمینه مطالعه علیجانی و همکاران تاییدی بر گفته فوق است به طوری که وی در تحلیل همدیدی الگوهای گردشی بارش های موسمی به این نتایج دست یافتند که وردش‌های ماهانه و سال‌به‌سال بارش های تابستانه جنوب شرق ایران با تغییرات شدت موسمی جنوب آسیا به‌ویژه با فراوانی وقوع کم‌فشارهای موسمی در منطقه دریای عرب ارتباط بسیار نزدیکی

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

دارد(علیجانی و همکاران ۱۳۸۶: ۸-۳۶). به منظور اینکه تحلیل دقیق تری نسبت به بیشنه های آب قابل بار ایران بدست بیاید شیب تغییرات بیشنه های آب قابل بارش مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در شکل ۷ آورده شده است. برای این منظور شیب تغییرات آب قابل بارش هر ایستگاه را در راستای نصف النهاری و مداری نسبت ایستگاه همسایه خود محاسبه و بر فاصله طولی و عرض دو ایستگاه تقسیم شد. درصورتی که شیب تغییرات در امتداد مدارات و نصف النهارات بزرگتر از صفر باشد شیب تغییرات مثبت و درصورتی که کمتر از صفر باشد شیب تغییرات منفی خواهد بود.




**شکل (۷) توزیع مکانی بیشینه شیب تغییرات آب قابل بارش طی دوره ۱۳۴۰ -۱۳۹۰ × ($10^4$)**

مطابق این شکل بیشترین شیب تغییرات کاهشی آب قابل بارش در بخش های از بیرجند و خراسان جنوبی رخ داده است. همان طوری که مشاهده می‌شود در بخش‌هایی جنوب شرق، بخش‌های از نواحی مرکزی و بخش‌هایی از سواحل دریای خزر آب قابل بارش دارای شیب

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

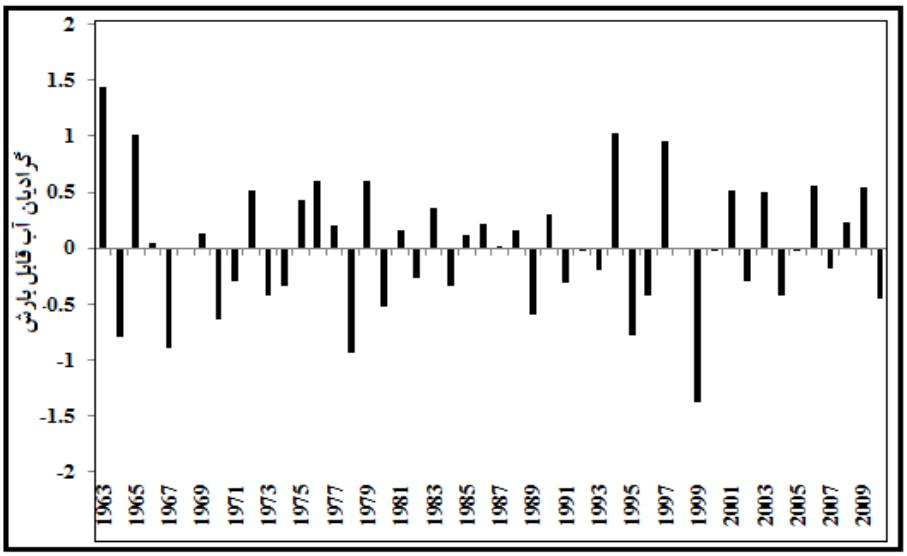
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

تغییرات مثبت و بخش‌هایی از شمال غرب کشور، شمال شرق کشور از شیب تغییرات منفی برخوردار می‌باشد (شکل ۵). با این وجود بیشتر مساحت کشور دارای شیبی بین ۶۳۵/ تا ۱/۷۲- میلیمتر می‌باشد. کمترین شیب تغییرات آب قابل بارش بین ۷/۷۱ تا ۵/۳۵ می‌باشد (جدول ۴).

**جدول (۴) طبقات شیب و روند شیب تغییرات آب قابل بارش جو ایران زمین**

| طبقات روند بیشینه‌های آب قابل بارش جو ایران به میلیمتر | | طبقات شیب تغییرات آب قابل بارش جو ایران به میلیمتر | |
|---|---|---|---|
| گرادیان | مساحت (به درصد) | روند | مساحت (به درصد) |
| ۰۴۹۶/- تا ۰۶۳۷/- | ۸/۳ | ۱/۷۲- تا ۴/۰۸- | ۱۱/۹ |
| ۰۳۵۴/- تا ۰۴۹۰/- | ۱۲/۵ | ۶۳۵/ تا ۱/۷۲- | ۳۶/۳ |
| ۰۲۱۳/- تا ۰۳۵۴/- | ۴۵/۸ | ۲/۹۹ تا ۶۳۵/ | ۳۲/۳ |
| ۰۰۷/- تا ۰۲۱۸/- | ۲۰/۸ | ۵/۳۵ تا ۲/۹۹ | ۱۶/۱ |
| ۰۰۶۸/ تا ۰۰۷/- | ۱۲/۵ | ۷/۷۱ تا ۵/۳۵ | ۴/۲ |

شکل ۸ تغییرات شیب آب قابل بارش سالانه جو ایران را نشان می‌دهد. مطابق این شکل تقریبا در ۱۳ درصد از این سالها شیب تغییرات آب قابل بارش حالت ایستایی داشته است، یا به عبارتی نسبت به سال قبل خود گرادیان شیب تغییراتی صفر را تجربه کرده است.




**شکل (۸) شیب تغییرات آب قابل بارش سالانه طی دوره مورد مطالعه ×($10^4$)**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

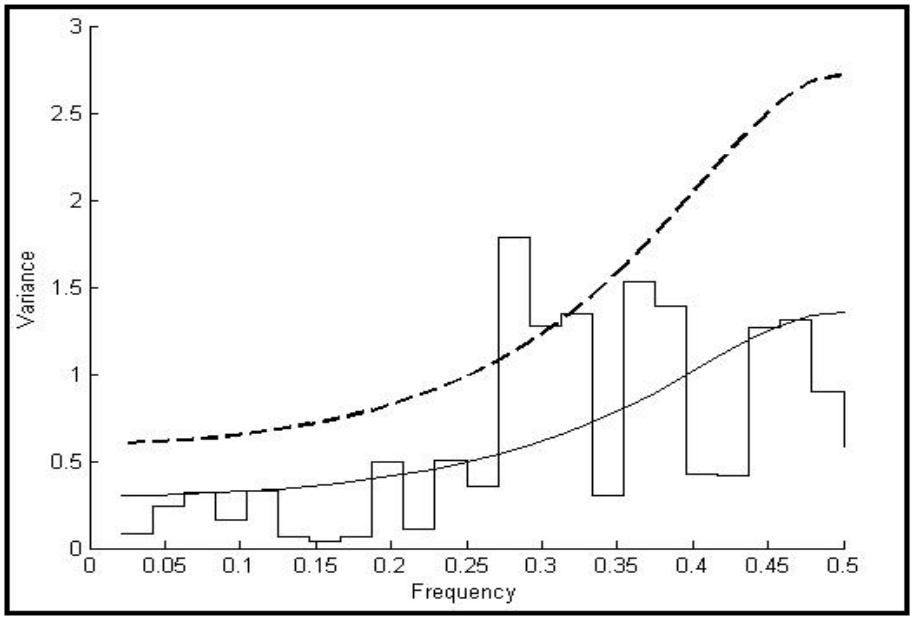
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

با این وجود تنها در ۴۰ درصد از سالها گرادیان آب قابل بارش مثبت بوده است. در این بین بیشترین شیب تغییرات مثبت با ۱/۸ مربوط به سالهای ۱۳۳۷ و ۱۳۴۳ می‌باشد. تقریبا نیمی از سالهای مورد بررسی آب قابل بارش دارای گرادیان منفی بوده است. شدیدترن گرادیان منفی با ۱/۵- در سال ۱۳۸۰ رخ داده است. به‌منظور بررسی نوسانات و چرخه‌های حاکم بر بیشینه های آب قابل بارش جو ایران از تحلیل طیفی بهره گرفته شده است. روش‌های تحلیل طیفی، تقسیم‌بندی تغییرپذیری در سری‌های زمانی به اجزاء یا بخش های حاوی دوره‌های مختلف یا فرکانس است که به‌عنوان یکی از روش های استخراج و تحلیل نوسانات آشکار و نهان با طول‌موج‌های مختلف، مطرح می‌باشد. به‌منظور درک شهودی این رویه در شکل(۹) دوره نگار، طیف و فاصله اطمینان برای سری های زمانی فشاربخارآب سالانه جو ایران برای دوره‌های مختلف ارائه شده است. دوره نگار نموداری است که در آن محور عمودی برآورد طیف (واریانس) و محور افقی بسامد (احتمال، فراوانی) چرخه‌ها را نشان می‌دهد. خط شکسته طیف (میزان واریانس) به ازای بسامد (زمان) های مختلف را ارائه می‌نماید. همچنین این خطوط شکسته مستطیلی شکل شماره چرخه‌ها (هم سازها) را نشان می‌دهند. شیب تغییرات آب قابل بارش سالانه در شماره چرخه‌های ۱۳، ۱۴ و ۱۵ دارای چرخه ۲ تا ۴ ساله را تجربه کرده است. احتمال وقوع هرکدام از این چرخه‌ها به ترتیب ۲۷۰۸/، ۲۹۱۷/ و ۳۱۲۵/ با مقدار واریانس ۱/۷۸۴، ۱/۲۷۸ و ۱/۳۴۹ می‌باشد. همان طوری که در شکل ۸ مشاهده می‌شود چرخه‌های حاکم بر تغییرات شیب آب قابل بارش جو ایران کوتاه مدت می‌باشد. لانا و همکاران چرخه های ۴/۶ و ۲/۱ ساله بارش در شمال شرق اسپانیا را به تغییرات دو سالانه (QBO) و چرخه های ۹/۲ و ۵/۵ ساله را به نوسانات اطلس شمالی NAO نسبت داده‌اند (لانا[1] و همکاران ۲۰۰۵، ۱۹۸-۱۸۳).

[1] -Iana

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]




**شکل (۹) دوره نگار، طیف و مرز معنی داری سری زمانی بیشینه آب قابل بارش**

## نتیجه گیری

رطوبت یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر رخداد بارش می‌باشد؛ آگاهی از میزان رطوبت سالانه، فصلی، ماهانه و توزیع مکانی آن یک نمای کلی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های اقلیمی مناطق مختلف را نشان می‌دهد؛ بنابراین تغییراتی که در مقدار و توزیع آن ایجاد می‌شود از مهم‌ترین عامل موثر در ایجاد شرایط مختلف آب و هوایی می‌باشد. با بررسی نواحی رطوبتی ایران می‌توان پتانسیل‌های منابع آبی کشور را شناسایی کرد و به دنبال آن متغیرهای وابسته به بارش آسان تر خواهد شد. شناخت این تغییرات می‌تواند در برآورد پیش‌بینی میزان باران یک منطقه، میزان سرریز سدها و همچنین پیش‌بینی وقوع سیلاب‌ها و باروری ابرها مفید می‌باشد. در این مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر عوامل محلی بر توزیع آب قابل بارش جو ایران داده‌های فشار و رطوبت ویژه را از پایگاه داده NCP/NCAR استخراج گردیده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان میدهد که ضریب تغییرپذیری مکانی آب قابل بارش در محدوده اقلیمی ایران زیاد و به شدت تحت تأثیر ارتفاعات و دوری و نزدیکی به دریا می‌باشد؛ به‌طوری که بیشترین ضریب تغییرات آب قابل بارش در ارتفاعات به‌ویژه در امتداد کوه‌های زاگرس می‌باشد. کم‌ترین میزان تغییرپذیری مربوط به نواحی مرکزی و سواحل دریای خزر و خلیج‌فارس می‌باشد. بااین‌وجود در

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

بین عوامل مکانی توپوگرافی و ناهمواری‌ها بیشترین تأثیر را در توزیع آب قابل بارش جو ایران‌زمین داشته است. همچنین نتایج نشان داده که توزیع آب قابل بارش در نواحی جنوب شرق علاوه بر متاثر بودن از دریا و ارتفاعات نقش عواملی بیرونی به‌ویژه کم‌فشار موسمی در افزایش آب قابل بارش این منطقه دخالت دارد.

نتایج حاصل از شیب تغییرات آب قابل بارش بیانگر این است که اکثر نواحی ایران به‌ویژه شرق کشور از شیب تغییرات کاهشی برخوردار بوده است بااین‌وجود شدیدترین روند کاهشی شیب تغییرات آب قابل بارش در غرب و جنوب غرب کشور به‌ویژه ارتفاعات رخ داده است. بیشتر مساحت کشور دارای شیبی بین ۶۳۵/ تا ۱/۷۲- میلی‌متر می‌باشد. نتایج حاصل از تحلیل چرخه‌های نشان داد که بیشینه‌های آب قابل بارش جو ایران دارای چرخه‌های کوتاه‌مدت ۴-۲ ساله بوده است. بیشتر دانشمندان چرخه‌ها ۲ و ۳ ساله را با ال نینو – نوسانات جنوبی و گردش عمومی جو و جریانات مداری مرتبط می‌دانند.

## منابع و مأخذ


۱- آذر، عادل و منصور مؤمنی(۱۳۸۷). **آمار و کاربرد آن در مدیریت**، جلد دوم (ب)، انتشارات سمت.

۲- شریعت مداری، زهرا (۱۳۹۱). **هواشناسی عمومی**، انتشارات پارسیا، چاپ اول.

۳- عساکره، حسین(۱۳۸۶). **بررسی آماری روند دمای سالانه تبریز**، اندیشه جغرافیایی، شماره ۱.

۴- عساکره، حسین، و دوستکامیان، مهدی و قائمی، هوشنگ (۱۳۹۴). **تحلیل چرخه‌ها و ناهنجاری‌های آب قابل بارش جو ایران طی نیم قرن اخیر**، مجله پژوهش‌های جغرافیای دانشگاه تهران، صص ۴۳۵-۴۴۴.

۵- علیزاده، امین (۱۳۹۰). **اصول هیدرولوژی کاربردی**، انتشارات دانشگاه فردوسی، چاپ سی‌ام.

۶- علیجانی و همکاران (۱۳۸۶). **تحلیل همدیدی الگوهای گردشی بارش های موسمی جولای ۱۹۹۸**، نشریه علوم جغرافیایی ایران، شماره ۱۰، صص ۳۶-۸.

۷- فلاح قالهری، غلام عباس (۱۳۹۰). **اصول و مبانی هواشناسی**، انتشارات پژوهشکده اقلیم‌شناسی، چاپ اول ۱۳۹۰.

۸- لشکری، حسن(۱۳۸۱). **مکانسیم تکوین، تقویت و توسعه مرکز کم‌فشار سودان و نقش آن بر روی بارش های جنوب و جنوب غرب ایران**، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۴۶، ص ۱- ۱۸.


[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]

۹- مباشری، محمدرضا و پورباقرکردی، سید مهدی و فرج زاده اصل، منوچهر و صادقی نائینی، علی (۱۳۸۹). **برآورد آب قابل بارش کلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های رادیوساوند**: ناحیه تهران، فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره ۱، صص ۱۰۷- ۱۲۶.

۱۰- مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۳۹۰). **آب هوای ایران**، انتشارات شریعه توسعه مشهد- دانشگاه اصفهان.

۱۱- مسعودیان، سید ابوالفضل و عساکره، حسین و محمدی، بختیار و حلبیان، امیرحسین (۱۳۹۱). **نمایش و پردازش داده های جوی**، انتشارات دانشگاه اصفهان.

۱۲- مفیدی، عباس، (۱۳۸۴). **بررسی همدیدی تأثیر سامانه‌های کم‌فشار سودانی در وقوع بارش های سیل زا در ایران**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۷ ، صص ۱۱۳-۱۳۶

Adiyamay, (2009). ***Empirical Modeling of Layered Integrated Water Vapor Using Surface Mixing Ratio in Nigeria***, journal of applied metrological and climatological, vol 48, pp. 369 – 380.

Dai A, Trenberth KE. (2004). ***the diurnal cycle and its depiction in the Community Climate System Model***. Journal of Climate, vol, 17(5): PP, 930–951.

Johan D. karalis, (1974). ***Perceptible Water and its relationship to surface Dew point and vapor pressure in Athens***, Journal of applied meteorology, N 13, 760-766

Lana, M. D. Martinez, C. Serra, and A. Burguen, (2005). "***Periodicities and irregularities of indices describing the daily pluviometric regime of the Fabre Observatory (NE Spain) for the years 1917–1999" Theory***. Application .Climatological. Vol, vol, 82, PP. 183–198.

Parameswaran K. and Krishna Murthy B. V., (1990). ***Altitude profiles of tropospheric water vapor at low latitudes***. J. App. Meteoric. Vol 29, 665-679.

Stanton E.Tuller, (1968). ***World distribution of mean monthly and annual perceptible water,*** monthly weather review E. Tulle, Vol. 96, and pp.785-797.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22287736.1394.15.36.2.8 ]