



جغرافیا و روابط انسانی، بهار ۱۴۰۵، دوره ۹ شماره ۱، صص ۳۹۴-۳۷۷

## تأثیر تغییرات جوی (دما و بارش و رطوبت) بر روند فرونشست زمین در استان

### کرمانشاه: مطالعه موردی ۱۳ ایستگاه

سمیه محمودی چشمه کبود<sup>۱\*</sup>، حسن لشکری<sup>۲</sup>

۱- کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- استاد اقلیم شناسی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

Somaiemahmodi1992@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۰/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۱۸

#### چکیده

پدیده‌های طبیعی همواره در تعیین کیفیت زندگی انسان نقشی بنیادین داشته‌اند و یکی از جلوه‌های مهم این پدیده‌ها، تغییر شکل و جابه‌جایی سطح زمین از جمله فرونشست است. با توجه به گسترده‌گی پیامدهای تغییر اقلیم بر سامانه‌های طبیعی و جایگاه آن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهانی، بررسی دقیق سازوکارهای اقلیمی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود. اقلیم به‌عنوان رکن محوری اکوسیستم‌ها، نسبت به تغییرات حتی اندک، حساسیت بالایی دارد و این تغییرات می‌تواند اثرات قابل توجهی بر مؤلفه‌های زیستی و محیطی برجای گذارند. در پژوهش حاضر، روند تغییرات ماهانه و سالانه عناصر اقلیمی شامل دمای حداقل، دمای حداکثر، دمای میانگین، رطوبت نسبی و بارش در ۱۳ ایستگاه سینوپتیک استان کرمانشاه طی یک دوره آماری ده‌ساله تحلیل شده است. به‌منظور پهنه‌بندی و برآورد مقادیر مکانی، از روش میان‌یابی وزن‌دهی معکوس (IDW) بهره گرفته شد. نتایج حاصل از تحلیل نقشه‌های هم‌دما نشان می‌دهد که ایستگاه کنگاور، به دلیل ارتفاع بیشتر، کمترین مقدار دمای حداقل را تجربه می‌کند؛ در حالی که ایستگاه کم‌ارتفاع سومار بیشترین دمای حداقل را داراست. از نظر بارش ماهانه، ایستگاه جوانرود به‌عنوان پربارش‌ترین و ایستگاه سومار به‌عنوان کم‌بارش‌ترین نقطه در منطقه شناخته شدند. الگوی کلی بارش در استان روندی کاهشی از شمال به جنوب دارد و ایستگاه‌های روانسر و جوانرود به‌عنوان هسته‌های بارشی اصلی شناسایی شدند. همچنین رطوبت نسبی با کاهش عرض جغرافیایی، کاهش یافته و بیشترین مقدار آن در ایستگاه کنگاور و کمترین مقدار در ایستگاه سومار مشاهده شد که بیانگر نقش ارتفاعات و وجود منابع آبی در عرض‌های بالاتر است.

**کلمات کلیدی:** تغییر اقلیم، بارش، دما، رطوبت، فرونشست

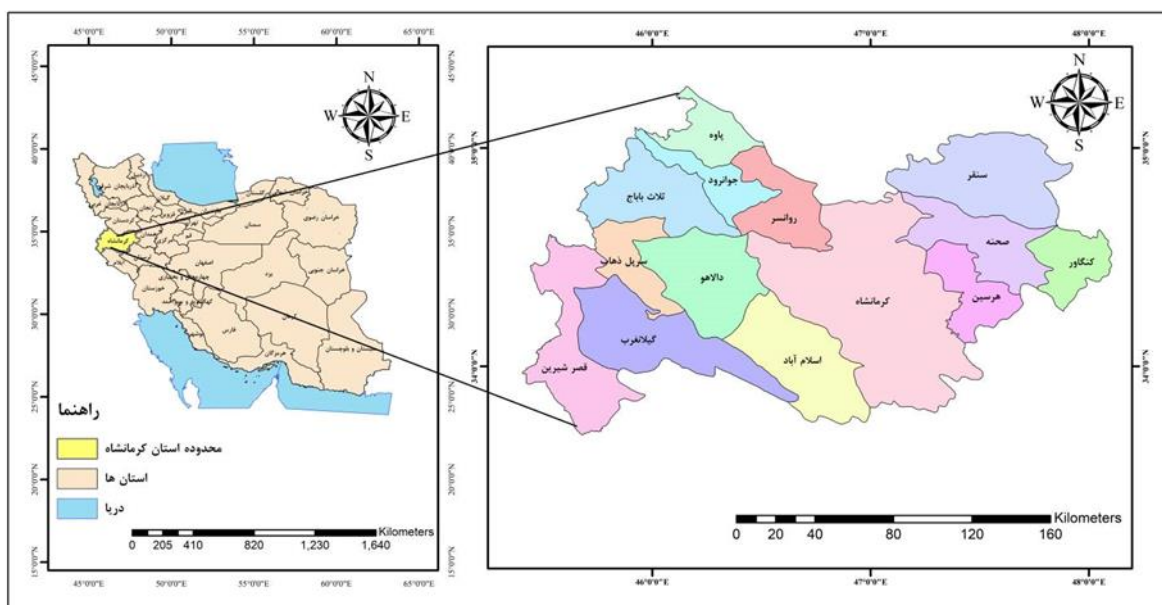
پدیده‌ی فرونشست زمین، که به صورت فروریزش یا نشست سطح زمین تعریف می‌شود و علل گوناگونی در مقیاس بزرگ دارد (یونسکو، به نقل از حداد و خدائیان، ۲۰۰۲)، یکی از چالش‌های زیست‌محیطی مهم در مناطق مختلف جهان است. تحقیقات پیشین، از جمله مطالعه مدل‌سازی فرونشست دشت ایذه با استفاده از کد MODFLOW توسط رجبی و همکاران، نشان‌دهنده تأثیرات تغییرات اقلیمی بر منابع آب زیرزمینی است. در این مطالعه، کاهش ۷٫۲ تا ۲۳٫۷ درصدی بارش سالانه در دوره‌های آتی پیش‌بینی شده که منجر به کاهش تغذیه آبخوان‌ها می‌گردد. نتایج واسنجی و تحلیل حساسیت جریان آب زیرزمینی حاکی از خطای ۱۶ درصدی مدل ریاضی در شبیه‌سازی آبخوان ایذه بود و پیش‌بینی شد که در بلندمدت ۲۰ ساله، سطح آبخوان حداکثر تا ۱٫۵ متر کاهش یابد. از سوی دیگر، نوسانات پارامترهای اقلیمی مانند دما، بارش و رطوبت، که تحت تأثیر ناهنجاری‌ها و رفتارهای جوی رخ می‌دهند، سالانه خسارات قابل توجهی را به بخش‌های کشاورزی، صنعت و سایر نهادها وارد می‌سازد. شناخت این نوسانات برای برنامه‌ریزی‌های کلان، به‌ویژه در مدیریت منابع آب، امری ضروری است (جلالی و همکاران، ۱۳۹۲). مطالعات گسترده در ایران و جهان، تغییرات معنادار در دما و بارش را تأیید می‌کنند؛ به عنوان مثال، تحلیل روند بارش در شمال غرب ایران طی نیم قرن گذشته، کاهش آن را نشان می‌دهد (میرعباسی نجف‌آبادی و دین پژوه، ۱۳۹۱). در سواحل جنوبی دریای خزر، مطالعات نشان‌دهنده همبستگی معکوس دما و بارش در مقایسه با مقیاس جهانی است، به طوری که افزایش دما با کاهش بارندگی و بالعکس همراه بوده و افزایش شدیدتر دمای حداقل نسبت به حداکثر، احتمالاً به دلیل افزایش گازهای گلخانه‌ای است (پیرنیا و همکاران، ۱۳۹۴). یافته‌های دیگر نیز افزایش دما و بارش را در مناطق مختلف تأیید کرده و بر بی‌نظمی مکانی و زمانی این متغیرها در آینده اقلیمی ایران صحنه می‌گذارند (عجم‌زاده و ملائی‌نیا، ۱۳۹۵؛ سلیمانی ساردو و مصباح‌زاده، ۱۳۹۹؛ زرین و داداشی رودباری، ۱۴۰۰؛ درخشی و همکاران، ۱۴۰۳؛ دولابیان و همکاران، ۲۰۲۱). مطالعات ریزمقیاس‌نمایی نیز روند افزایشی دمای کمینه در هند (جای سوال و همکاران، ۲۰۱۸) و الگوهای مختلف بارندگی تحت سناریوهای متفاوت اقلیمی را پیش‌بینی کرده‌اند (تاکی‌مات و همکاران، ۲۰۱۹). شاد علیزاده و همکاران (۱۴۰۳) در مقاله‌ای با عنوان «تغییر اقلیم، بحران آب و ستیزه‌های اجتماعی و سیاسی در خاورمیانه»، تأثیرات بحران آب بر وضعیت امنیتی خاورمیانه مورد کنکاش قرار گرفته است. این تحقیق بر نقش عوامل زیست‌محیطی، تغییرات اقلیمی و مداخلات انسانی تأکید دارد و نشان می‌دهد که مجموعه‌ای از عوامل شامل گرمایش جهانی، کاهش بارش، افزایش تبخیر، افزایش تقاضا و برداشت نامتوازن از منابع آبی، وضعیت منابع آبی منطقه را به شدت متزلزل کرده و پیامدهای امنیتی جدی به همراه داشته است. برخی تحقیقات نیز روند افزایشی دما، بارش و رطوبت را در فلات تبت طی یک دوره ۳۵ ساله گزارش نموده‌اند (سای و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به اهمیت روزافزون تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر پدیده‌هایی چون فرونشست و تنش‌های آبی، این پژوهش به بررسی

و تحلیل تغییرات دما، بارش و رطوبت در استان کرمانشاه می‌پردازد. دما و بارش به عنوان متغیرهای جوی کلیدی، نقش مستقیمی در بروز پدیده‌هایی نظیر خشکسالی، سیلاب، و یخبندان دارند. لذا مطالعه این تغییرات و تحلیل فضایی آن‌ها در استان کرمانشاه، برای پیش‌آگاهی مدیران و سیاست‌گذاران اجرایی و اتخاذ راهبردهای مؤثر در مدیریت منابع آب و سازگاری با شرایط آینده اقلیمی، امری حیاتی است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

استان کرمانشاه در بخش شمال غربی رشته‌کوه‌های چین‌خورده زاگرس واقع شده است. امواج چین‌خوردگی در این منطقه عمدتاً به صورت ساختارهای طاق‌دیزی و ناودیزی پیچیده نمود پیدا کرده‌اند. به همین دلیل دشت‌های نسبتاً گسترده و کوه‌های حجیم از ویژگی‌های این منطقه هستند که با ناودیس‌های پیچیده مانند (دشت اسلام‌آباد) و برجستگی‌های بین آن‌ها که در نتیجه طاق‌دیس‌های پیچیده (دالاهو) ایجاد شده‌اند تطابق دارند. کرمانشاه در محدوده‌ای بین ۳۳ تا ۳۵ درجه عرض شمالی و ۴۵ تا ۴۸ درجه طول شرقی قرار گرفته است. ارتفاع متوسط این استان از سطح دریا حدود ۱۲۰۰ متر بوده و مساحتی معادل ۲۴۴۳۴ کیلومتر مربع را پوشش می‌دهد. این استان هفدهمین استان بزرگ ایران از نظر وسعت است و حدود ۱،۴۵ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود. کرمانشاه با استان‌های کردستان، لرستان، ایلام، همدان و همچنین کشور عراق مرز مشترک دارد و بیش از ۳۰ کیلومتر مرز با عراق را در بر می‌گیرد.



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه

بررسی و شناخت ویژگی‌های آب و هوایی هر منطقه مستلزم شناخت مهم‌ترین عناصر تأثیرگذار بر اقلیم هر ناحیه است. به عبارتی جهت دست یافتن به نوع آب‌وهوای هر منطقه باید کلیه عوامل و عناصر آب و هوایی آن منطقه را بررسی کرد و مدنظر قرارداد.

ویژگی‌های جوی منطقه از روی عناصری مانند دما و بارش و رطوبت به دست می‌آیند که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

### ۱. پراکنش دمایی

دو عامل عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریاهاى آزاد می‌توانند تعیین‌کننده وضعیت دما در هر منطقه باشند. به‌طورکلی با افزایش این دو عامل میزان میانگین دما کاهش می‌یابد. استان کرمانشاه برحسب موقعیت‌های متفاوت جغرافیایی و اقلیمی در شمال غرب استان، طبعاً دارای اختلافات قابل توجهی در رژیم دمایی منطقه سرد و کوهستانی شمال و منطقه کم ارتفاع و گرم غرب استان در نوار مرزی استان با کشور عراق می‌باشد.

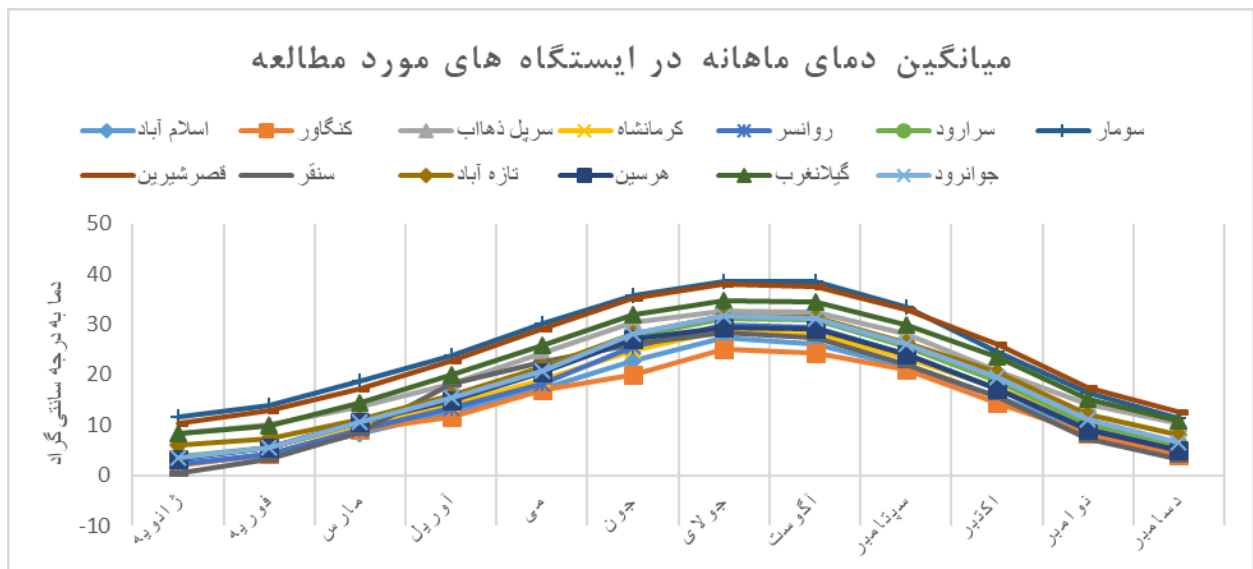
#### ۱-۱. معدل دمای ماهانه

با توجه به جدول ۱ بالاترین میانگین دمای روزانه در فصل تابستان و در ماه تیر (جولای) مشاهده می‌شود. و در بین ایستگاه‌ها، ایستگاه سومار با دمای ۳۸,۶ درجه سانتی‌گراد بالاترین میانگین دمای روزانه را به خود اختصاص داده است. سپس به ترتیب ایستگاه‌های قصرشیرین با دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد و گیلانغرب با دمای ۳۴,۷ درجه سانتی‌گراد به ترتیب دارای بالاترین میانگین دمای روزانه در ماه تیر می‌باشند این شرایط در شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱ معدل دمای ماهانه منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	جون	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اسلام‌آباد	۲,۱	۴,۱	۸,۳	۱۲,۵	۱۷,۳	۲۲,۸	۲۷,۳	۲۶,۱	۲۱,۶	۱۵,۶	۸,۹	۴,۶	۱۴,۳
کنگاور	۱,۹	۴,۲	۹,۱	۱۱,۶	۱۷,۰	۲۰,۰	۲۵,۰	۲۴,۲	۲۰,۹	۱۴,۵	۸,۲	۳,۹	۱۳,۴
سریل ذهاب	۸,۲	۱۰,۱	۱۳,۷	۱۸,۱	۲۴,۲	۳۰,۵	۳۲,۷	۳۲,۴	۲۸,۱	۲۰,۷	۱۴,۰	۱۰,۲	۲۰,۲
کرمانشاه	۳,۶	۵,۶	۱۰,۱	۱۴,۱	۱۸,۸	۲۴,۸	۲۸,۷	۲۸,۱	۲۳,۳	۱۷,۳	۹,۹	۵,۸	۱۵,۸
روانسر	۲,۲	۴,۱	۹,۲	۱۳,۴	۱۸,۳	۲۵,۵	۲۹,۷	۲۹,۳	۲۴,۰	۱۷,۱	۹,۲	۵,۰	۱۵,۶
سراود	۳,۸	۵,۵	۱۰,۸	۱۵,۱	۲۰,۷	۲۷,۶	۳۱,۲	۳۰,۸	۲۵,۶	۱۸,۸	۱۰,۴	۶,۱	۱۷,۲
سومار	۱۱,۶	۱۳,۸	۱۸,۷	۲۳,۸	۳۰,۱	۳۵,۸	۳۸,۶	۳۸,۵	۳۳,۵	۲۴,۶	۱۶,۵	۱۱,۴	۲۴,۷

قصر شیرین	۱۰,۳	۱۲,۸	۱۷,۳	۲۲,۸	۲۹,۱	۳۵,۲	۳۸,۰	۳۷,۵	۳۳,۰	۲۶,۱	۱۷,۳	۱۲,۷	۲۴,۳
سنقر	۰,۴	۳,۳	۸,۴	۱۸,۲	۲۲,۴	۲۶,۰	۲۸,۴	۲۷,۴	۲۲,۱	۱۵,۶	۷,۳	۳,۳	۱۵,۲
تازه آباد	۶,۱	۷,۳	۱۱,۱	۱۵,۹	۲۱,۵	۲۸,۱	۳۱,۷	۳۱,۳	۲۶,۳	۲۰,۴	۱۲,۲	۸,۱	۱۸,۳
هرسین	۳,۳	۵,۵	۱۰,۵	۱۴,۸	۲۰,۴	۲۷,۰	۲۹,۴	۲۹,۰	۲۳,۹	۱۷,۲	۹,۱	۵,۰	۱۶,۳
گیلانغرب	۸,۲	۹,۸	۱۴,۵	۱۹,۹	۲۵,۷	۳۱,۸	۳۴,۷	۳۴,۵	۲۹,۹	۲۳,۵	۱۵,۱	۱۰,۹	۲۱,۵
جوانرود	۳,۴	۵,۶	۱۰,۶	۱۵,۳	۲۰,۷	۲۸,۰	۳۱,۷	۳۱,۱	۲۶,۱	۱۹,۴	۱۱,۰	۶,۴	۱۷,۴



شکل ۲. نمودار میانگین دمای ماهانه منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۱۸-۲۰۰۸)

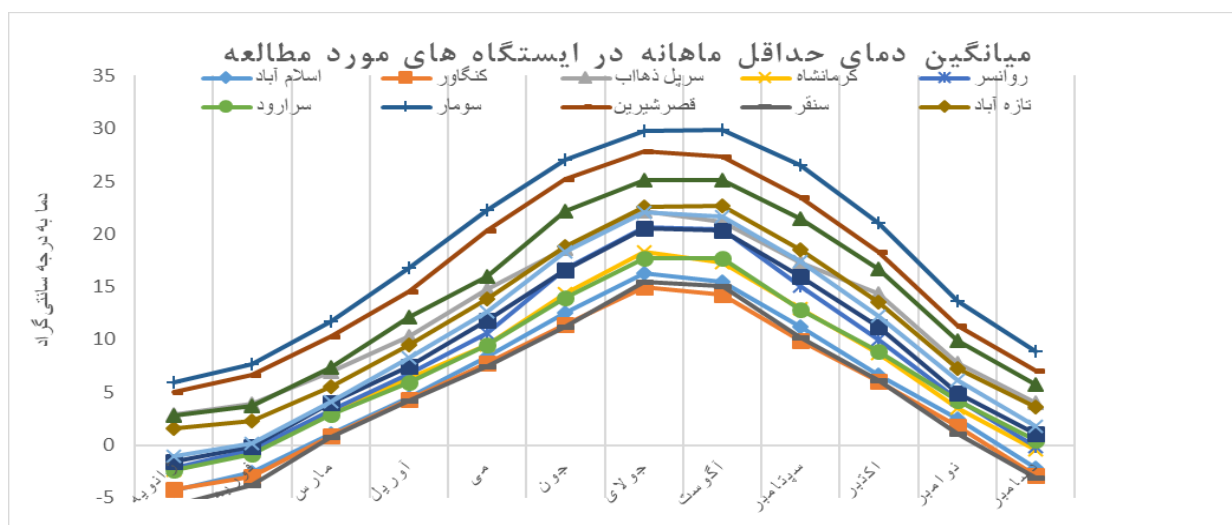
## ۱-۲. معدل دمای حداقل

با توجه به جدول ۲ پایین‌ترین دمای کمینه در ماه‌های دی و بهمن (ژانویه و فوریه) دیده می‌شود. ایستگاه سنقر با دمای ۵,۷- درجه سانتی‌گراد و در ماه دی (ژانویه) دارای پایین‌ترین دمای مطلق، و ایستگاه‌های اسلام‌آباد غرب و کنگاور با دمای ۴,۳- و ۴,۲- درجه سانتی‌گراد در ماه دی (ژانویه) به ترتیب پایین‌ترین دماها را به خود اختصاص داده‌اند. این وضعیت در شکل ۳ آورده شده است

جدول ۲ معدل دمای حداقل ماهانه منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۱۸-۲۰۰۸)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	جون	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اسلام آباد غرب	-۴,۳	-۲,۶	۱,۰	۴,۶	۸,۴	۱۲,۵	۱۶,۳	۱۵,۵	۱۱,۲	۶,۷	۲,۵	-۲,۲	۵,۸
کنگاور	-۴,۲	-۳,۰	۰,۹	۴,۳	۷,۷	۱۱,۴	۱۵,۰	۱۴,۲	۹,۹	۶,۰	۱,۸	-۲,۹	۵,۱
سرپل ذهاب	۲,۹	۴,۰	۶,۹	۱۰,۳	۱۴,۸	۱۸,۶	۲۲,۱	۲۱,۲	۱۷,۳	۱۴,۴	۷,۸	۴,۰	۱۲,۰
کرمانشاه	-۲,۴	-۰,۷	۳,۱	۶,۳	۹,۵	۱۴,۳	۱۸,۳	۱۷,۳	۱۳,۰	۸,۷	۳,۵	-۰,۴	۷,۵

روانسر	-۲,۲	-۰,۵	۳,۳	۶,۸	۱۰,۶	۱۶,۷	۲۰,۶	۲۰,۴	۱۵,۱	۱۰,۰	۴,۳	-۰,۲	۸,۷
سراورد	-۲,۴	-۰,۸	۲,۹	۵,۹	۹,۵	۱۳,۹	۱۷,۷	۱۷,۷	۱۲,۸	۸,۹	۴,۲	۰,۴	۷,۶
سومار	۵,۹	۷,۷	۱۱,۷	۱۶,۸	۲۲,۳	۲۷,۰	۲۹,۸	۲۹,۹	۲۶,۵	۲۱,۰	۱۳,۶	۸,۹	۱۸,۴
قصر شیرین	۵,۰	۶,۶	۱۰,۳	۱۴,۶	۲۰,۳	۲۵,۲	۲۷,۸	۲۷,۳	۲۳,۵	۱۸,۳	۱۱,۳	۰,۷	۱۶,۴
سنقر	-۵,۷	-۳,۸	۰,۸	۴,۲	۷,۵	۱۱,۲	۱۵,۵	۱۵,۱	۱۰,۲	۶,۱	۱,۱	-۳,۱	۴,۹
تازه آباد	۱,۶	۲,۳	۵,۵	۹,۵	۱۳,۹	۱۸,۸	۲۲,۶	۲۲,۷	۱۸,۵	۱۳,۵	۷,۳	۳,۶	۱۱,۶
هرسین	-۱,۶	-۰,۱	۴,۰	۷,۵	۱۱,۸	۱۶,۶	۲۰,۵	۲۰,۳	۱۵,۹	۱۱,۲	۴,۹	۱,۱	۹,۳
گیلانغرب	۲,۸	۳,۷	۷,۳	۱۲,۱	۱۶,۰	۲۲,۲	۲۵,۱	۲۵,۱	۲۱,۴	۱۶,۷	۹,۹	۵,۸	۱۴,۰
جوانرود	-۱,۱	۰,۲	۴,۱	۸,۳	۱۲,۶	۱۸,۳	۲۲,۱	۲۱,۷	۱۷,۴	۱۲,۲	۶,۱	۱,۸	۱۰,۳



شکل ۳. نمودار میانگین دمای حداکثر ماهانه منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)

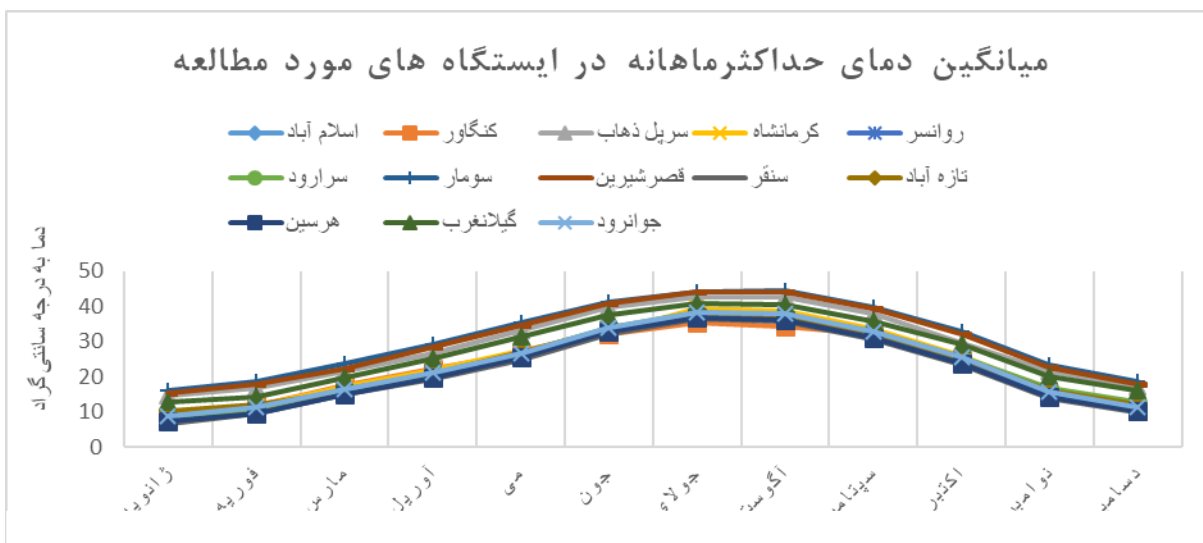
### ۳-۱. معدل دمای حداکثر

همان گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌کنیم بالاترین دمای مطلق ماهانه در ماه‌های تیر و مرداد (جولای و آگوست) دیده می‌شود. به طوری که ایستگاه سومار با دمای ۴۴,۳ درجه سانتی‌گراد در ماه مرداد (آگوست)، قصر شیرین با دمای ۴۴,۲ درجه سانتی‌گراد در ماه‌های تیر و مرداد (جولای و آگوست) بالاترین میانگین دماهای مطلق ماهانه را در برمی‌گیرند. این شرایط در شکل ۴ نشان داده شده است.

جدول ۳ میانگین حداکثر دمای ماهانه منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	جون	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اسلام آباد	۸,۶	۱۰,۸	۱۶,۱	۲۰,۹	۲۶,۳	۳۳,۵	۳۷,۱	۳۷,۰	۳۲,۴	۲۴,۹	۱۵,۶	۱۱,۴	۲۲,۹
کنگاور	۸,۶	۱۱,۸	۱۷,۶	۲۲,۲	۲۶,۸	۳۲,۱	۳۵,۳	۳۴,۴	۳۲,۱	۲۴,۷	۱۵,۰	۱۰,۴	۲۲,۶
سرپل ذهاب	۱۴,۷	۱۶,۸	۲۱,۷	۲۶,۸	۳۳,۲	۳۹,۷	۴۲,۸	۴۲,۶	۳۸,۱	۲۹,۷	۲۱,۷	۱۷,۱	۲۸,۷
کرمانشاه	۹,۱	۱۱,۸	۱۷,۲	۲۲,۱	۲۷,۶	۳۲,۴	۳۹,۲	۳۸,۶	۳۳,۶	۲۶,۰	۱۶,۳	۱۱,۹	۲۳,۸

روانسر	۷,۶	۱۰,۱	۱۵,۶	۲۰,۵	۲۵,۹	۳۳,۲	۳۷,۵	۳۷,۱	۳۲,۳	۲۴,۷	۱۵,۲	۱۰,۷	۲۲,۵
سرازود	۸,۸	۱۰,۸	۱۶,۶	۲۱,۰	۲۶,۶	۳۴,۱	۳۸,۲	۳۷,۶	۳۲,۸	۲۵,۶	۱۶,۸	۱۲,۹	۲۳,۵
سومار	۱۶,۳	۱۸,۶	۲۳,۶	۲۹,۱	۳۵,۴	۴۱,۱	۴۴,۲	۴۴,۳	۳۹,۹	۳۳,۰	۲۳,۳	۱۸,۵	۳۰,۶
قصرشیرین	۱۵,۳	۱۷,۹	۲۲,۴	۲۸,۵	۳۴,۷	۴۱,۰	۴۴,۲	۴۴,۲	۳۹,۵	۳۲,۲	۲۲,۸	۱۸,۱	۳۰,۱
سنقر	۶,۵	۹,۵	۱۴,۹	۱۹,۳	۲۴,۹	۳۲,۳	۳۶,۳	۳۵,۷	۳۰,۸	۲۳,۵	۱۳,۹	۹,۹	۲۱,۵
تازه‌آباد	۱۰,۴	۱۲,۳	۱۵,۸	۲۰,۸	۲۶,۹	۳۳,۷	۳۷,۳	۳۷,۲	۳۲,۴	۲۵,۴	۱۶,۳	۱۲,۲	۲۳,۴
هرسین	۷,۵	۹,۸	۱۵,۰	۱۹,۹	۲۵,۵	۳۲,۷	۳۶,۹	۳۶,۲	۳۱,۱	۲۳,۷	۱۴,۴	۱۰,۲	۲۱,۹
گیلانغرب	۱۲,۹	۱۴,۴	۱۹,۶	۲۵,۳	۳۱,۵	۳۷,۴	۴۰,۷	۴۰,۶	۳۵,۹	۲۹,۳	۲۰,۲	۱۶,۲	۲۷,۰
جوانرود	۸,۸	۱۱,۳	۱۶,۶	۲۱,۱	۲۶,۶	۳۴,۰	۳۸,۲	۳۸,۰	۳۳,۰	۲۵,۵	۱۵,۹	۱۱,۴	۲۳,۴



شکل ۴. نمودار میانگین دمای حداکثر ماهانه منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۱۸-۲۰۰۸)

## ۰۲. پراکنش بارش

هرچند که در پراکندگی بارش کشور تفاوت زیادی به چشم می‌خورد، لیکن ویژگی‌های بارش مجموعاً از قانونمندی مشخصی پیروی می‌کند. به‌طور کلی پراکندگی آن از غرب به شرق و از شمال به جنوب کاهش می‌یابد و علت آن در جهت و منشاء توده هوایی است که ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

بارش از مؤثرترین عناصر جوی در بیلان انرژی یک منطقه و درعین حال از پیچیده‌ترین عناصر جوی می‌باشد. سازوکار آن از محیطی به محیط دیگر به‌شدت می‌تواند متغیر باشد بنابراین پیش‌بینی پراکنش آن بسیار دشوار می‌باشد، به‌طوری‌که تغییرهای آن در مسافت‌های کم هم ممکن است زیاد باشد و از لحاظ مکانی تغییرها لحظه‌ای و غیرقابل پیش‌بینی را به نمایش می‌گذارند بنابراین بررسی تغییرهای زمانی و مکانی آن در هر مکانی بسیار بااهمیت و ضروری می‌باشد، در عین اینکه حجم کلی و سالانه و پراکنش آن نیز مهم می‌باشد. هرچند که در پراکندگی بارش کشور تفاوت زیادی به چشم می‌خورد، لیکن ویژگی‌های بارش مجموعاً از قانونمندی مشخصی پیروی می‌کند.

به‌طورکلی پراکندگی آن از غرب به شرق و از شمال به جنوب کاهش می‌یابد و علت آن در جهت و منشأ توده هوایی است که ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد و همچنین به جهت‌گیری کوه‌ها نیز بستگی دارد. بارندگی‌های استان به‌طور عمده در طول فصل‌های سرد سال ریزش می‌کند و در عموم شهرهای استان پرباران‌ترین و کم باران‌ترین فصل به ترتیب، زمستان و تابستان است.

## ۲-۱. بارش سالانه و ماهانه

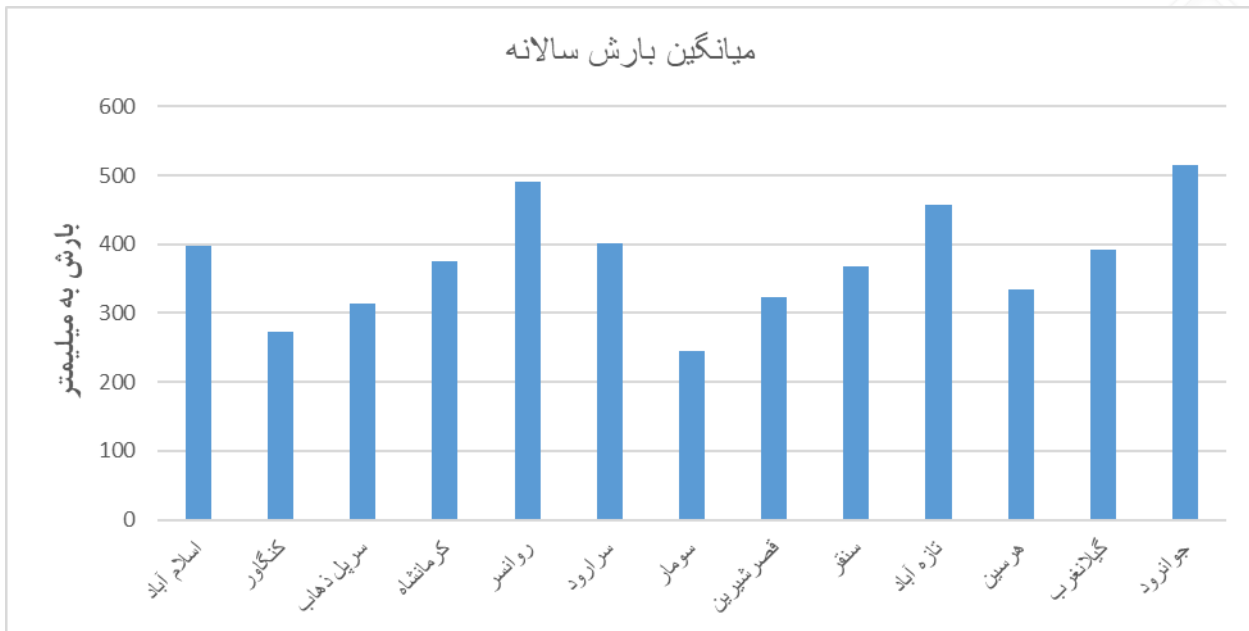
متوسط بارندگی که در طی یک سال در یک ایستگاه ریزش می‌کند به‌عنوان میانگین بارش سالانه ثبت می‌کند جدول ۵ تغییرات ماهانه و مجموع بارش سالانه را در ایستگاه‌های نمونه منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود توزیع ماهانه بارش در این منطقه از کشور بسیار ناهمگون و نامنظم می‌باشد به‌طوری‌که پرباران‌ترین ماه در هر ایستگاهی متفاوت است. از این شکل دیده می‌شود که بارش منطقه در دوره سرد از مهر تا اردیبهشت (اکتبر تا می) است.

جدول ۴ میانگین بارش ماهانه و سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۱۸-۲۰۰۸)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	جون	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اسلام آباد	۴۷,۰	۴۹,۱	۵۷,۷	۴۹,۶	۲۰,۴	۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۷	۲۶,۳	۶۸,۹	۵۲,۶	۳۷۲,۴
کنگاور	۴۱,۴	۳۱,۹	۴۲,۸	۳۴,۰	۱۹,۱	۱,۰	۰,۰	۰,۰	۱۱,۸	۲۸,۲	۳۳,۰	۳۰,۴	۲۷۳,۷
سرپل ذهاب	۳۸,۸	۴۸,۸	۴۶,۳	۲۰,۲	۱,۳	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۲۲,۷	۵۲,۲	۴۲,۹	۴۰,۹	۳۱۴,۲
کرمانشاه	۴۱,۶	۵۰,۶	۴۳,۶	۵۵,۱	۲۷,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۷,۸	۴۳,۱	۵۹,۲	۴۵,۹	۳۷۴,۵
روانسر	۵۶,۶	۶۴,۲	۶۷,۳	۷۱,۸	۳۲,۳	۲,۴	۰,۰	۰,۳	۲,۶	۵۰,۷	۸۱,۱	۶۱,۷	۴۹۰,۹
سرارود	۵۴,۶	۴۲,۸	۴۹,۱	۶۷,۶	۳۲,۸	۰,۳	۰,۲	۰,۳	۲,۶	۳۸,۹	۶۶,۳	۴۵,۵	۴۰۱,۰
سومار	۳۸,۴	۳۶,۸	۲۹,۴	۲۵,۹	۲۱,۴	۰,۰	۰,۰	۰,۰	۰,۹	۲۲,۴	۴۴,۳	۲۵,۵	۲۴۵,۱
قصرشیرین	۵۸,۷	۳۷,۷	۴۴,۱	۲۳,۶	۲۰,۱	۰,۰	۰,۰	۰,۱	۰,۸	۳۰,۵	۷۰,۱	۳۷,۳	۳۲۳,۰
سنقر	۳۲,۳	۴۳,۸	۴۷,۵	۵۶,۸	۲۷,۲	۰,۵	۰,۳	۲,۲	۳,۱	۴۲,۴	۷۳۳,۵	۳۸,۶	۳۶۸,۲
تازه‌آباد	۵۷,۹	۶۱,۸	۶۸,۶	۴۲,۰	۲۸,۳	۰,۲	۰,۶	۱,۲	۵,۱	۵۸,۳	۷۲,۸	۵۹,۵	۴۵۶,۲
هرسین	۴۲,۳	۴۶,۳	۴۲,۹	۴۶,۷	۲۸,۴	۰,۴	۰,۷	۰,۴	۱,۱	۳۹,۶	۵۲,۷	۳۵,۳	۳۳۷,۲
گیلانغرب	۶۱,۷	۶۸,۵	۵۰,۴	۳۹,۸	۱۸,۹	۰,۰	۰,۱	۰,۱	۲,۵	۲۲,۶	۸۰,۶	۴۷,۲	۳۹۲,۴
جوانرود	۶۹,۸	۸۵,۲	۶۸,۲	۷۳,۲	۳۱,۰	۱,۱	۰,۳	۱,۰	۲,۲	۲۹,۸	۸۵,۳	۶۹,۵	۵۱۶,۶

شکل ۵ نمودار میله‌ای مجموع بارش را در ایستگاه‌های منتخب محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد، مجموع بارش ایستگاه جوانرود با ۵۱۶ میلی‌متر بالاترین بارش را داراست، کمترین مجموع بارش مربوط به ایستگاه سومار با ۲۴۵ میلی‌متر است.





شکا، ۵. نموده‌ا، ستونه، میانگین، بارش، سالانه استگاه‌ها، منطقه مورد مطالعه در دوره آماری،

### ۳. پراکنش رطوبت

رطوبت جوی عبارت است از مقدار بخار آب موجود در هوا که برحسب گرم بر کیلوگرم بیان گردد. رطوبت از پارامترهای مهم جوی می‌باشد که میزان آن می‌تواند به تحلیل مسائل هواشناسی کمک بسیاری کند. با توجه به پراکندگی مکانی بارندگی سالانه کشور، متوسط مرطوب‌ترین نقطه ایران ۳۳ برابر خشکی‌ترین نقطه ایران بارش دریافت می‌کنند. (علیجانی، ۱۳۶۶).

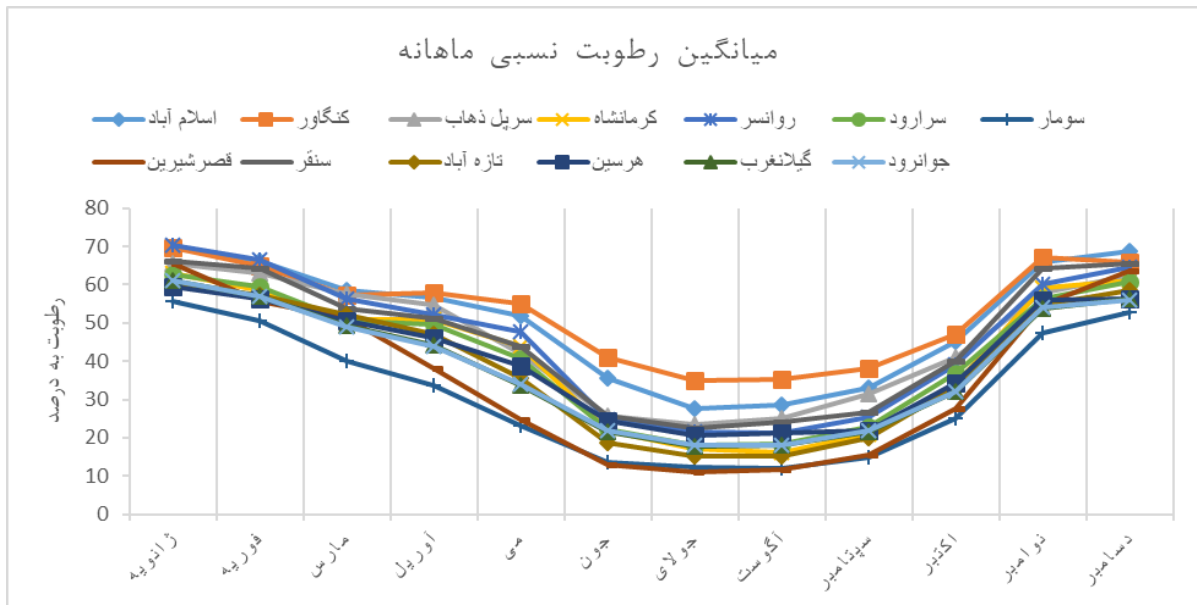
#### ۳-۱. میانگین رطوبت نسبی

شکل ۶ میانگین ماهیانه رطوبت نسبی هوا را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که در ماه‌های جون، جولای، آگوست (خرداد، تیر، مرداد) به میزان قابل توجهی نم نسبی هوا کاهش یافته است. کمترین میزان رطوبت نسبی در فصل تابستان (جولای، آگوست) دیده می‌شود. در حالی که در فصل سرد ماه‌های دسامبر و ژانویه (آذر و دی) به بیشترین حد خود می‌رسد از توزیع نم نسبی چنین استنباط می‌شود که هوا در زمستان بیشتر از تابستان است و شرایط حرارتی ایران باعث می‌شود در تابستان با وجود داشتن مقدار رطوبت بیشتر ظرفیت بخار آب هوا بالا رفته و درصد نم نسبی کاهش یابد (علیجانی، ۱۳۷۴).

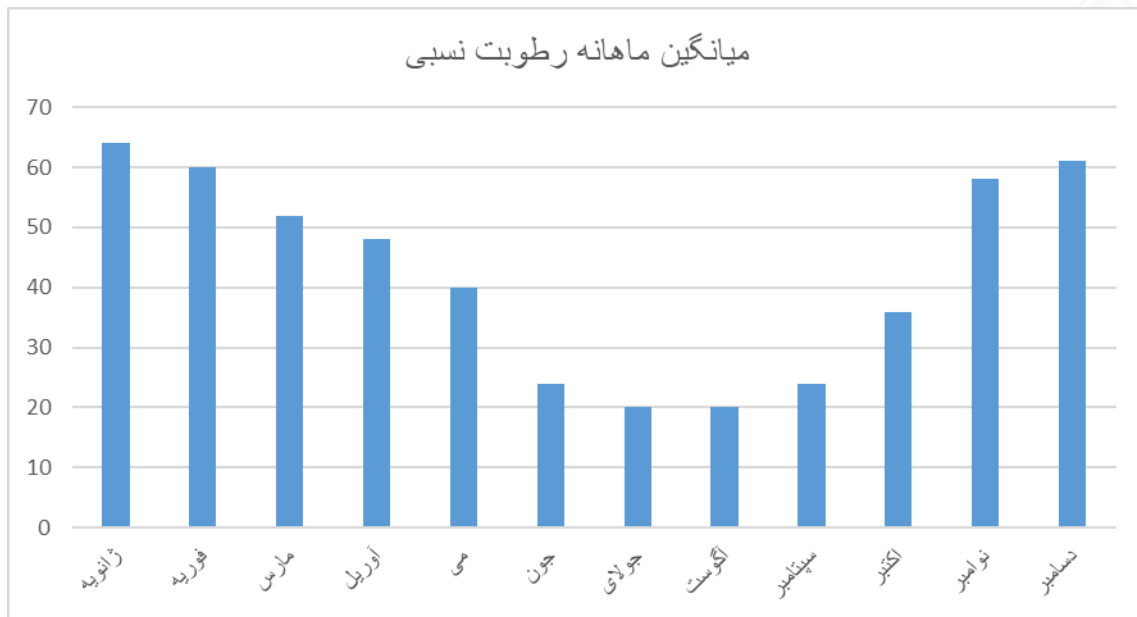
جدول ۵. داده‌های میانگین رطوبت نسبی منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	جون	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اسلام آباد	۷۰	۶۶	۵۹	۵۷	۵۲	۳۶	۲۸	۲۹	۳۳	۴۵	۶۶	۶۹	۵۱
کنگاور	۷۰	۶۵	۵۷	۵۸	۵۵	۴۱	۳۵	۳۵	۳۸	۴۷	۶۷	۶۶	۵۳

سرریل ذهاب	۶۶	۶۳	۵۸	۵۵	۴۲	۲۶	۲۴	۲۵	۳۱	۴۱	۵۸	۶۲	۴۶
کرمانشاه	۶۳	۵۸	۵۱	۵۱	۴۴	۲۲	۱۷	۱۶	۲۱	۳۴	۵۹	۶۱	۴۱
روانسر	۷۰	۶۶	۵۶	۵۲	۴۸	۲۵	۲۲	۲۱	۲۵	۳۹	۶۰	۶۵	۴۶
سرارود	۶۳	۶۰	۵۱	۵۰	۴۱	۲۲	۱۸	۱۸	۲۳	۳۷	۵۶	۶۱	۴۲
سومار	۵۶	۵۱	۴۰	۳۴	۲۳	۱۴	۱۲	۱۲	۱۵	۲۵	۴۷	۵۳	۳۲
قصر شیرین	۶۵	۵۶	۵۱	۳۸	۲۵	۱۳	۱۱	۱۲	۱۵	۲۸	۵۵	۶۴	۳۶
سنقر	۶۶	۶۴	۵۴	۵۱	۴۴	۲۶	۲۲	۲۴	۲۷	۴۰	۶۴	۶۶	۴۶
تازه آباد	۶۱	۵۷	۵۲	۴۷	۳۵	۱۹	۱۵	۱۵	۲۰	۳۳	۵۵	۵۹	۳۹
هرسین	۵۹	۵۶	۵۱	۴۶	۳۹	۲۵	۲۱	۲۱	۲۲	۳۴	۵۶	۵۶	۴۱
گیلانغرب	۶۱	۵۷	۴۹	۴۴	۳۴	۲۲	۱۸	۱۸	۲۲	۳۲	۵۴	۵۴	۳۹
جوانرود	۶۱	۵۷	۴۹	۴۴	۳۴	۲۲	۱۸	۱۸	۲۲	۳۲	۵۴	۵۶	۳۹



شکل ۶. نمودار میانگین رطوبت نسبی ماهانه منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)



شکل ۷. نمودار ستونی میانگین رطوبت نسبی ماهانه منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)

### ۳-۲. میانگین حداقل رطوبت نسبی

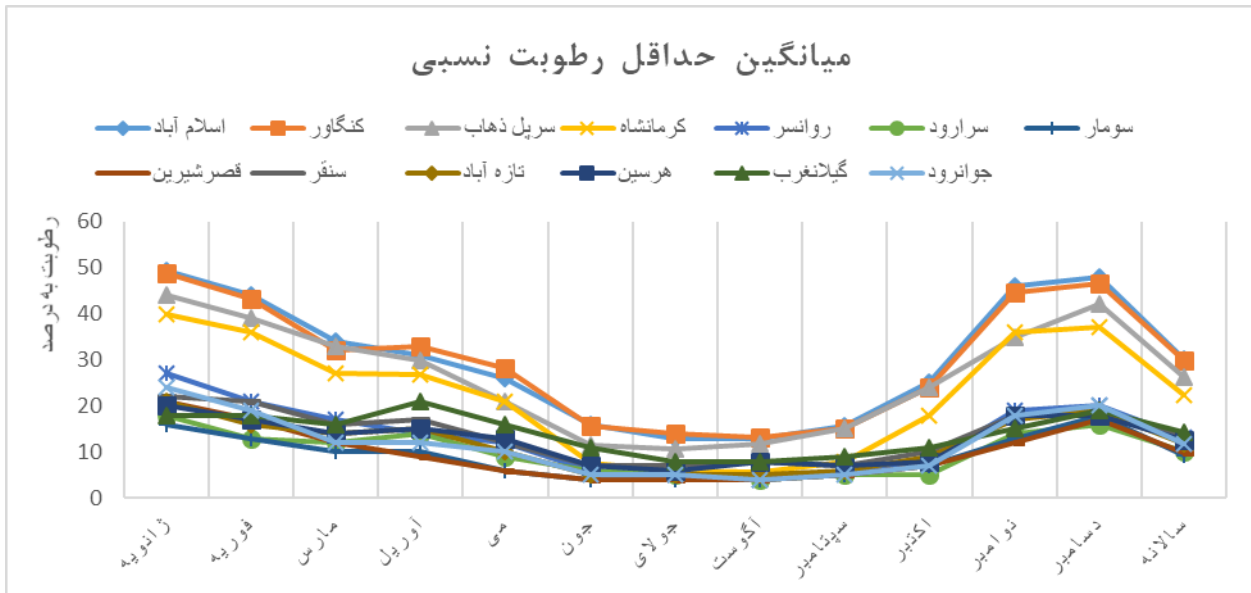
در جدول ۶ میانگین حداقل رطوبت نسبی ماهانه ایستگاه‌ها نشان داده شده است. کمترین میانگین حداقل رطوبت نسبی مربوط به ماه جولای با رطوبتی حدود ۴ تا ۱۴ درصد می‌باشد. و ایستگاه‌هایی که حداقل رطوبت نسبی بیشتری دارند این بیشترین را در ماه ژانویه تجربه می‌کنند کمترین میانگین حداقل رطوبت نسبی مربوط به ایستگاه‌های سومار و قصرشیرین با ۴ درصد می‌باشد.

جدول ۶ میانگین حداقل رطوبت نسبی منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	جون	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اسلام آباد	۴۹	۴۴	۳۴	۳۱	۲۶	۱۶	۱۳	۱۳	۱۶	۲۵	۴۶	۴۸	۳۰
کنگاور	۴۹	۴۳	۳۲	۳۳	۲۸	۱۶	۱۴	۱۳	۱۵	۲۴	۴۵	۴۶	۳۰
سرپل ذهاب	۴۴	۳۹	۳۳	۳۰	۲۱	۱۱	۱۱	۱۲	۱۵	۲۴	۳۵	۴۲	۲۶
کرمانشاه	۴۰	۳۶	۲۷	۲۷	۲۱	۸	۶	۶	۸	۱۸	۳۶	۳۷	۲۲
روانسر	۲۷	۲۱	۱۷	۱۴	۱۲	۶	۵	۴	۶	۸	۱۹	۲۰	۱۳
سرارود	۱۸	۱۳	۱۲	۱۴	۹	۶	۵	۴	۵	۵	۱۴	۱۶	۱۰
سومار	۱۶	۱۳	۱۰	۱۰	۶	۴	۴	۴	۵	۷	۱۳	۱۸	۹
قصرشیرین	۲۱	۱۷	۱۲	۹	۶	۴	۴	۴	۵	۷	۱۲	۱۷	۱۰
سنقر	۲۲	۲۱	۱۶	۱۷	۱۲	۷	۷	۸	۷	۱۰	۱۸	۱۹	۱۴
تازه‌آباد	۲۱	۱۶	۱۴	۱۵	۱۰	۵	۵	۵	۶	۹	۱۷	۱۹	۱۲
هرسین	۲۰	۱۷	۱۴	۱۵	۱۳	۷	۶	۸	۷	۸	۱۸	۱۸	۱۳
گیلانغرب	۱۸	۱۸	۱۶	۲۱	۱۶	۱۱	۸	۸	۹	۱۱	۱۵	۱۹	۱۴

جوانرود	۲۴	۱۹	۱۲	۱۲	۱۰	۵	۵	۴	۵	۷	۱۸	۲۰	۱۲
---------	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---	----	----	----

شکل ۸ نمودار میانگین حداقل رطوبت نسبی در ایستگاه‌های منتخب محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد کم‌ترین مقدار حداقل رطوبت نسبی در ماه‌های تابستانی جون، جولای، آگوست و سپتامبر دیده می‌شود؛ در همین ماه‌ها کمترین مقدار مربوط به سومار و قصرشیرین و بیش‌ترین آن مربوط به اسلام‌آباد غرب می‌باشد.



شکل ۸. نمودار میانگین حداقل رطوبت نسبی منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)

### ۳-۳. میانگین حداکثر رطوبت نسبی

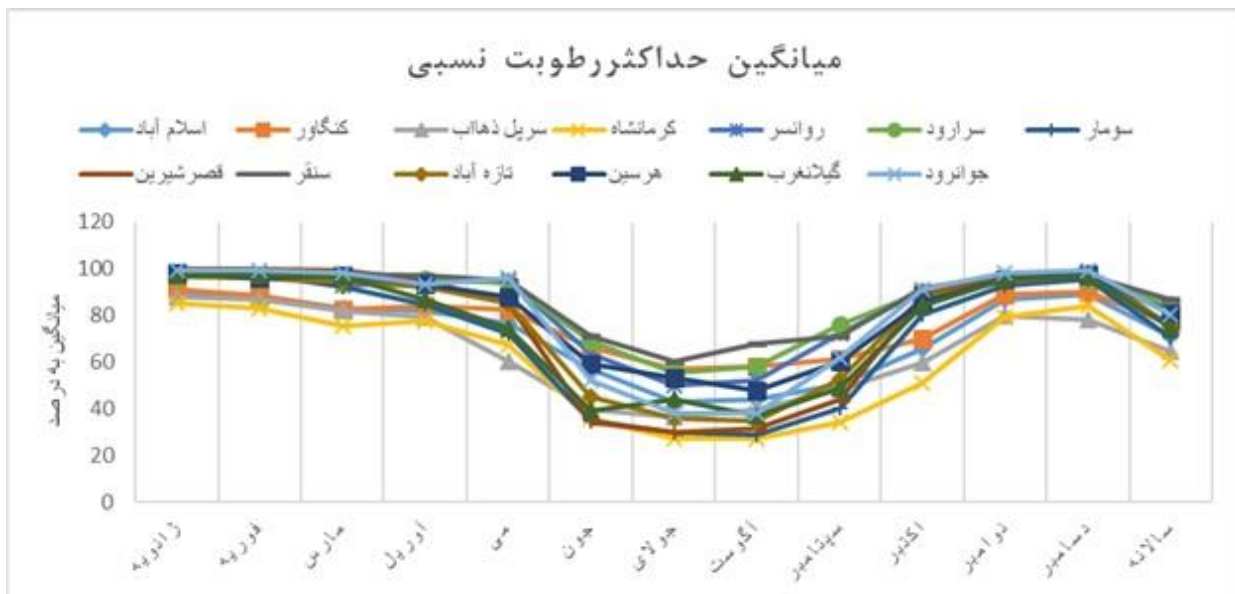
میانگین حداکثر رطوبت نسبی ایستگاه‌های منتخب منطقه مطالعاتی به صورت ماهانه در جدول ۸ نشان داده شده است، بیش‌ترین مقدار حداکثر رطوبت نسبی در همه ایستگاه‌ها در ماه ژانویه و حداقل آن در ماه‌های جولای و آگوست دیده می‌شود.

جدول ۷. میانگین حداکثر رطوبت نسبی منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	جون	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
اسلام‌آباد	۹۰	۸۸	۸۳	۸۲	۷۷	۵۷	۴۳	۴۴	۵۰	۶۵	۸۷	۸۹	۷۱
کنگاور	۹۱	۸۸	۸۲	۸۴	۸۲	۶۶	۵۷	۵۸	۶۱	۷۰	۸۹	۹۰	۷۷
سرپرل ذهاب	۸۸	۸۷	۸۲	۷۹	۶۰	۴۰	۳۶	۴۰	۴۸	۶۰	۸۰	۷۸	۶۵
کرمانشاه	۸۵	۸۳	۷۵	۷۷	۶۷	۳۶	۲۷	۲۷	۳۴	۵۱	۷۹	۸۴	۶۱
روانسر	۹۸	۹۷	۹۳	۹۵	۹۵	۶۳	۵۰	۵۲	۷۲	۹۱	۹۵	۹۷	۸۳
سرارود	۹۷	۹۶	۹۴	۹۵	۹۴	۶۹	۵۵	۵۸	۷۶	۹۰	۹۶	۹۵	۸۵
سومار	۹۷	۹۸	۹۲	۸۵	۷۲	۳۵	۳۰	۲۹	۴۰	۸۰	۹۲	۹۵	۷۰
قصرشیرین	۱۰۰	۱۰۰	۹۹	۹۵	۸۵	۳۴	۳۰	۳۱	۴۴	۸۸	۹۷	۹۹	۷۵

سنقر	۹۸	۹۷	۹۷	۹۷	۹۵	۷۱	۶۰	۶۸	۷۱	۹۲	۹۷	۹۷	۸۷
تازه‌آباد	۹۷	۹۶	۹۴	۹۲	۸۵	۴۵	۳۶	۳۵	۵۳	۸۸	۹۵	۹۷	۷۶
هرسین	۹۸	۹۶	۹۷	۹۳	۸۸	۵۹	۵۳	۴۸	۶۰	۸۶	۹۵	۹۷	۸۱
گیلانغرب	۹۷	۹۷	۹۷	۸۷	۷۴	۳۹	۴۴	۳۷	۴۹	۸۴	۹۵	۹۶	۷۵
جوانرود	۹۹	۹۹	۹۷	۹۳	۹۶	۵۲	۳۸	۳۸	۶۲	۹۱	۹۸	۹۹	۸۰

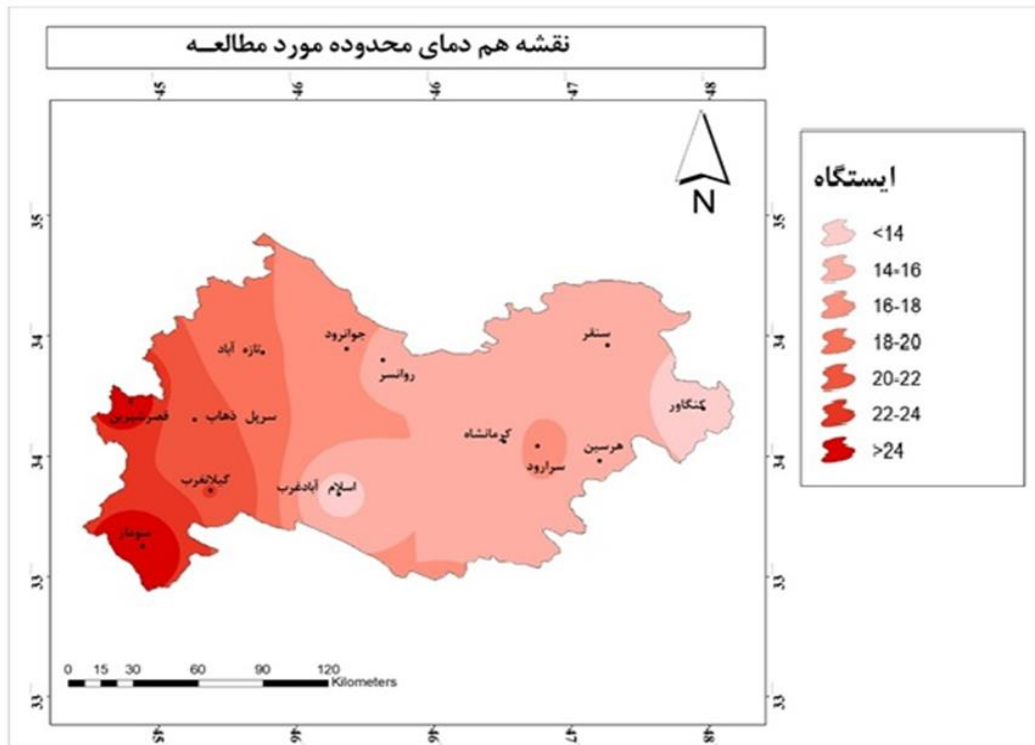
شکل ۹ نمودار میانگین حداکثر رطوبت نسبی را در ایستگاه‌های منتخب به صورت ماهانه نشان می‌دهد؛ در ماه‌های سرد سال منحنی مربوط به ایستگاه سینوپتیک قصر شیرین در رأس جدول قرار دارد و در ماه‌های گرم سال ایستگاه سنقر بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد؛ کمترین مقدار رطوبت نسبی در ماه‌های گرم سال مربوط به ایستگاه کرمانشاه می‌باشد.



شکل ۹. نمودار میانگین حداکثر رطوبت نسبی منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)

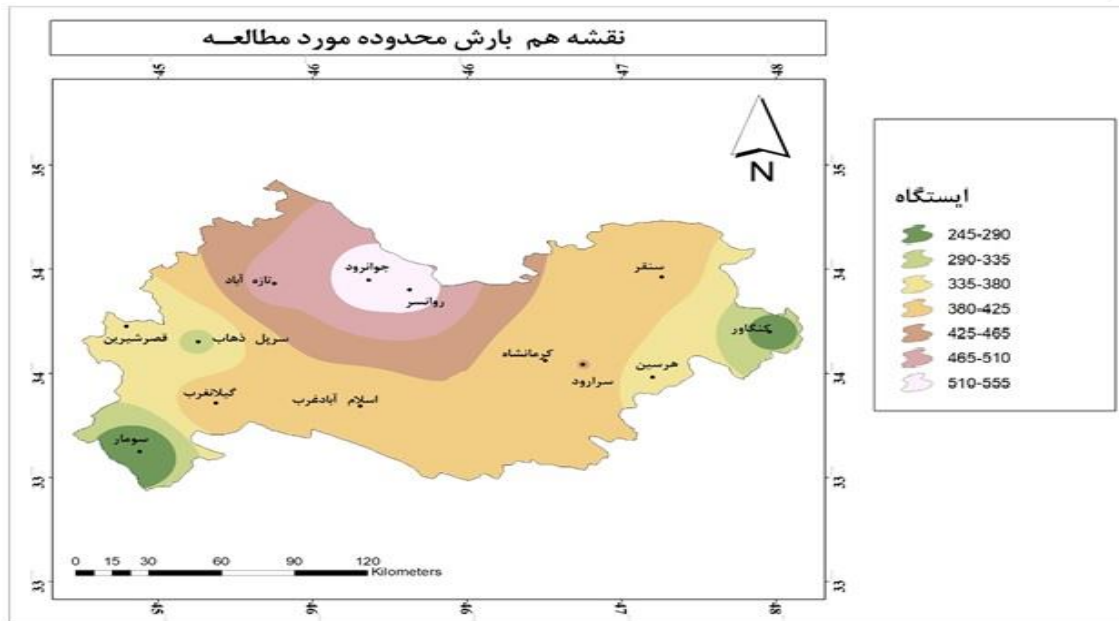
#### یافته‌ها

طبق نقشه هم‌دما ایستگاه کنگاور بالاترین ارتفاع و کمترین میزان دما و ایستگاه سومار پایین‌ترین ارتفاع و بیشترین میزان دما را به خود اختصاص داده است.



شکل ۱۰. نقشه همدمای منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)

شکل ۱۱ نقشه هم بارش محدوده مورد مطالعه را برحسب میلی‌متر نشان می‌دهد، این نقشه با توجه به داده‌های بارش با روش میان‌یابی وزن‌دهی فاصله معکوس (IDW) در محیط ArcGIS10.5 تهیه شده است. از لحاظ مجموع بارش ماهانه ایستگاه جوانرود به‌عنوان پر بارش‌ترین ایستگاه منطقه می‌باشد. به‌طور کلی بارش در منطقه مورد مطالعه از شمال به جنوب کاهش می‌یابد. روانسر و جوانرود به‌عنوان هسته بارشی منطقه شناخته شده‌اند. گرادیان بارش طوری است که از ۵۱۶ میلی‌متر در سال در جوانرود به ۲۴۵ میلی‌متر در سوزا رسیده است. در طی دوره آماری ایستگاه جوانرود با ۵۱۶ میلی‌متر بارش به‌عنوان پر بارش‌ترین ایستگاه منطقه و ایستگاه سوزا با ۲۴۵ میلی‌متر بارش به‌عنوان کم‌بارش‌ترین ایستگاه در منطقه مطالعاتی می‌باشد.



شکل ۱۱. نقشه هم بارش منطقه مورد مطالعه در دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۱۸)

با توجه به میانگین سالانه رطوبت نسبی نیز به سمت عرض‌های پایین جغرافیایی منطقه از میزان رطوبت کاسته می‌شود به گونه‌ای که بیشترین مقدار رطوبت نسبی در ایستگاه کنگاور و کمترین میزان آن در سومار مشاهده می‌شود و این خود گویای وجود ارتفاعات و منابع آبی در عرض‌های بالا می‌باشد به گونه‌ای که در نواحی مرتفع میزان نم نسبی بیشتر از مناطق پست استان می‌باشد.





- پیرنیا، عبدالله، حبیب نژاد روشن، محمود، سلیمانی، کریم (۱۳۹۴): بررسی تغییرات دما و بارندگی در سواحل جنوبی دریای خزر و مقایسه آن با تغییرات در نقیاس جهانی و نیمکره شمالی. پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۱۱(۶)، ۹۰ تا ۱۰۰.
- جلالی، م، عباسی، م شو سلیمانی، مختار، ۱۳۹۲، تحلیل سینوپتیکی یخبندان‌های زودرس پاییزه و تاثیر آن بر توسعه صنعت گردشگری استان کرمانشاه ۲۰۰۹-۱۹۹۲، دومین همایش ملی گردشگری و طبیعت‌گردی ایران، همدان، ایران
- درخشی، جعفر، سبحانی، بهروز، جهانبخش، سعید (۱۴۰۳): پیش بینی مقادیر دما و بارش طی دهه های آینده با به کارگیری مدل canESM2 در حوضه آبخیز اهرچای. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۴(۷۲)، ۴۹ تا ۶۴.
- زرین، آذر، داداشی رودباری، عباسعلی (۱۴۰۰): یادداشت تحلیلی: تاثیر تغییر اقلیم بر بارش های سنگین ایران با به کارگیری مدل همادی CMIP6، آب و توسعه پایدار، ۸(۴)، ۱۱۹ تا ۱۲۴.
- سلیمانی ساردو، فرشاد، و مصباح زاده (۱۳۹۹): پیش بینی دما و بارش با استفاده از سناریوهای تغییر اقلیم و مدل های ریزمقیاس نمایی آماری (مطالعه موردی: جنوب استان کرمان) پژوهش های محیط زیست، ۱۱(۲۲)، ۹۷ تا ۱۱۰.
- شادعلیزاده، علی اکبر، فخری، سیروس، حنفی، علی (۱۴۰۳): تاثیر پیامدهای تغییرات اقلیمی منطقه غرب آسیا بر چالش های منابع آبی جمهوری اسلامی. جغرافیا و روابط انسانی تابستان ۱۴۰۴، دوره ۸، شماره ۲، صص ۴۰۰-۳۸۱.
- عجم زاده، ع، و ملائی نیا، م (۱۳۹۵). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر رواناب رودخانه فیروزآباد استان فارس با ریزمقیاس نمایی خروجی مدل های گردش جوی به وسیله نرم افزارهای SDSM و LARS-WG، تحقیقات منابع آب ایران، ۱۲(۱): ۹۵-۱۰۲
- میرعباسی نجف آبادی، رسول، دین پژوه، یعقوب (۱۳۹۱): تحلیل روند تغییرات بارش های شمال غرب ایران در نیم قرن گذشته، علوم و مهندسی آبیاری، ۳۵(۴)، ۵۹ تا ۷۳.
- Doulabian, S., Golian, S., Shadmehri Toosi, A., & Murphy, C. (2021): Evaluating The Effects of Climate Change on Precipitation And Temperature For Iran Using RCP Scenarios. Journal of Water And Climate Change, 12(1), 166-184.
- Jaiswal, R. K., Tiwari, H. L., Lohani, A. K., & Yadava, R. N. (2018). Statistical downscaling of minimum temperature of Raipur (C.G) India. Climate Change Impacts, 82: 35-45.

Haddad, A., Khodaian, S(2002) Technical Engineering & Soil Mechanics, Tehran, Iran.

Rajabi Khamesh, K, Nikbakht Shahbazi, A, Fatahayan, H, Zahrabi , N., 2021, modeling of lzeh plain subsidence using MODIFLOW mathematical code, Journal of Water Resources Research iran, 16(4):112-126

Tukimat, N. N. A., Syukri, N. A., & Malek, M. A. (2019). Projection the long-term ungauged rainfall using integrated Statistical Downscaling Model and Geographic Information System (SDSM-GIS) model. Heliyon, 5(9), e02456.

Xie, h. y. (2010). Warming and drying trends on the Tibetan Plateau 1971-2005. Theoretical and Applied climatology, vol 101, num 3-4 , 241-253(18).