تجزیه و تحلیل و پیش بینی برخی عناصر اقلیمی مشهد

محمود داودی[۱]، حسینمراد محمدی[۲]، ناصر بای[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی دانشگاه تهران

۲- عضو هیئت علمی گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران

۳- دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد نجف آباد

چکیده

در این مقاله با استفاده از نمودارها و روش‌های اقلیمی به تجزیه و تحلیل اقلیم مشهد پرداخته شده است و سپس باتوجه به روندهای عناصر اقلیمی و نیز بررسی‌های دوره‌ای ۱۸ ساله، این عناصر تا سال ۲۰۱۵ پیش بینی شده‌اند. برای انجام این کار از آمار سازمان هواشناسی در یک دوره آماری ۵۵ ساله (۲۰۰۵-۱۹۵۱) استفاده شده است. مطالعه تغییرات و نحوه روند آنها به کمک مدل رگرسیون خطی و پردازش‌های آماری با استفاده از نرم افزارهای SPSS و EXCEL انجام شده است. باد نیز با استفاده از نرم افزار WRPLOT View مطالعه شده است. دما، بارش، رطوبت نسبی، یخبندان، باد، Z استاندارد دما و بارش، تبخیر و تعرق و طبقه بندی‌های اقلیمی از جمله مواردی هستند که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته‌اند. برخی نتایج حاصل از پردازش آمارهای مورد بررسی عبارتند از: دما با روند معنی داری قوی درحال افزایش است. بارش روند معنی داری ندارد و تقریبا ثابت است. رطوبت نسبی نیز در حال کاهش می‌باشد. بررسی آمار یخبندان‌ها روند کاهشی را نشان می‌دهد. بادهای جنوب شرقی باد غالب مشهد هستند و باد با سرعت ۶-۳ نات نیز از نظر سرعت غالب است. با بررسی Z استاندارد دما و بارش مشخص شد که در سال ۱۹۷۹ اقلیم مشهد تغییر کرده است. تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه مشهد ۱۵۰۹ میلیمتر و تبخیر و تعرق واقعی آن ۲۵۵/۲ میلیمتر محاسبه شد. اقلیم مشهد براساس روش دمارتن نیمه خشک، براساس روش آمبرژه نیمه خشک معتدل و براساس روش کوپن آب و هوای مدیترانه‌ای تعیین شد.

کلمات کلیدی: تغییرات آب و هوایی، روش‌های اقلیمی، تجزیه و تحلیل روندها، پیش بینی روندها، عناصر اقلیمی مشهد.

مقدمه

توجه به اقلیم مناطق مختلف و شناخت آن امری ضروری است. شناخت اقلیم در بررسی فعالیت‌های مختلف انسان همچون کشاورزی، محیط زیست، شهرسازی، حمل و نقل، جهانگردی و ... ضروری ترین مرحله است [۱۹]. آب و هوا را می‌توان هواشناسی بلندمدت دانست [۱۳]. در این مقاله نیز به بررسی آمار بلندمدت اقلیم پرداخته شده است. با بحث گرمایش جهانی و تاثیر آن بر روی اقلیم و به تبع آن زندگی مردم، باید اقلیم و به خصوص روند تغییرات و نوع این روندها مطالعه شود تا بتوان اقلیم آینده را پیش بینی و برپایه آن برنامه ریزی کرد. نوسانات اقلیمی دما و بارش در نواحی مختلف کشور بررسی و تایید شده است، اما باید به شدت آن نیز توجه کرد [۵]. برای مثال افزایش ۲ درجه سلسیوس در دما و کاهش ۱۰ درصدی بارش در منطقه کلرادو، قادر خواهد بود جریان رودخانه‌های این منطقه را ۵۰٪ کاهش دهد[۱۰]. این کاهش تبعات زیانباری برای منطقه خواهد داشت. بنابراین شناخت اقلیم و رفتارهای آن برای برنامه ریزی حال و آینده امری ضروری است. مشهد دومین شهر پرجمعیت ایران است، لذا لزوم شناخت تغییرات اقلیمی آن در جهت برنامه ریزی بهتر آینده اجتناب ناپذیر می‌باشد.

از جمله پژوهش‌هایی که در مورد اقلیم ایران و تغییرات آن انجام گرفته می‌توان به کار طاهری (۱۳۷۷)، هدایتی دزفولی (۱۳۸۱)، عساکره (۱۳۸۳)، جهانبخش و ترابی (۱۳۸۳)، خورشید دوست و قویدل (۱۳۸۳)، غیور (۱۳۷۴) و علیزاده و کمالی (۱۳۸۱) اشاره کرد [۹، ۲۲، ۱۱، ۳، ۶، ۱۷ و ۱۴].

در این مقاله نقشه‌ها و نمودارهای اقلیمی فراوانی فراهم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند که به دلیل فراوانی تعداد آنها فقط تعداد معدودی از آنها ارایه شده است.

شهر مشهد، با ۲/۴۳۰/۰۰۰ هـزار نفـر جمعیـت در سـال ۱۳۸۵، دومین کلانشهر ایران مـی‌باشـد. ایـن شـهر در شـمال شرقی ایران (در دشت مشهد)، در حد فاصل رشته کوه‌هـای کپه داغ در شمال و بینـالود در جنـوب قـرار دارد. شهرسـتان مشهد بالغ بر ۱۰۳۲۹ کیلومتر مربع وسعت دارد. شـهر مشـهد مرکز استان خراسان رضوی است و در ´۱۵ °۵۹ تـا ´۳۶ °۶۰ طول جغرافیایی و ´۴۳ °۳۵ تا ´۸ °۳۷ عرض جغرافیایی واقـع شده است. این شهر از جنوب به ارتفاعات بینـالود، از شـمال به کوه‌های هزار مسجد، از شرق بـه شهرسـتان سـرخس و از غرب به شهرستان‌های نیشابور و چناران محدود می‌شـود [۴] (شکل ۱).

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش ابتدا داده‌های آماری ماهانه، فصلی و سالانه ایستگاه همدیدی مشهد در یک دوره آماری ۵۵ ساله (۲۰۰۵–۱۹۵۱) از سازمان هواشناسی دریافت شد و مورد بررسی قرار گرفت [۷]. جهت مطالعه تغییرپذیری عناصر اقلیمی مشهد از مدل رگرسیون خطی استفاده شد. با توجه به این که مجموع مجذور فاصله داده‌ها از خط رگرسیون حداقل است [۲۰]، در نتیجه این روش تغییر پذیری و روند را به خوبی نشان می دهد. در واقع با ادامه روند خطی معنی دار و قوی در یک جهت می‌توان به تغییر تدریجی یک عنصر اقلیمی پی برد. البته برای مشخص شدن بهتر نوع روندها از بررسی‌های دوره‌ای نیز استفاده شد. بدین منظور کل دوره به ۳ دوره ۱۸ ساله تقسیم شد و مورد مطالعه قرار گرفت. دوره اول از سال ۱۹۵۲ تا ۱۹۶۹، دوره دوم از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۷ و دوره سوم از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۵ انتخاب شد. برای مشخص کردن زمان تغییر اقلیم از روندهای بارش و دما به صورت ترکیبی استفاده شد، اما چون عناصر آب و هوایی دارای مقیاس‌های متفاوتی هستند، در هنگام مقایسه این عناصر باید آنها را بی مقیاس کرد. در نتیجه با محاسبه Z استاندارد دما و بارش ابتدا آنها را بی مقیاس کرده و سپس به بررسی آنها پرداخته شده است. در واقع با محاسبه Z استاندارد بارش و دما و رسم منحنی و روند خطی آنها، می‌توان سالی را که دو روند خطی دما و بارش یکدیگر را قطع می‌کنند به عنوان سال تغییر اقلیم در نظر گرفت.

پس از مشخص کردن نـوع و نحـوه رونـدها، عناصـر دارای روندهای معنی دار تـا سـال ۲۰۱۵ پـیش بینـی شـدند. بـدین منظـور رونـدهای خطـی معنـی دار تـا سـال ۲۰۱۵ بـا استفاده از تابع Forecast در محـیط Excel مشـخص شـدند. برای مطالعه باد و تحلیل‌های مربوط بـه آن نیـز از نـرم افـزار WRPLOT View اسـتفاده شـد. در پـردازش‌هـای آمـاری مشخص کننده‌هـای پراکنـدگی (انحـراف معیـار و ضـریب تغییرات) بکار رفت. انحراف معیار جهت مقایسه پراکندگی دو صفت متغیر که واحدهای مختلفی دارند، کـاربرد نـدارد.

بدین جهت از ضریب تغییرات (CV) استفاده شد که از صفت متغییر تبعیت نمی‌کند و به صورت کمیت مجرد یا مطلق بیان می‌شود. ضریب تغییرات طبق رابطه زیر، از تقسیم انحراف معیار بر میانگین محاسبه می‌گردد و به درصد بیان می‌شود [۲۱].

$$CV = 100 \times \frac{S}{\overline{X}} \qquad (۱)$$

طبقه بندی اقلیمی به کمک روش‌های دمارتن، آمبرژه و کوپن انجام شد.

بحث و یافته‌های تحقیق

دما

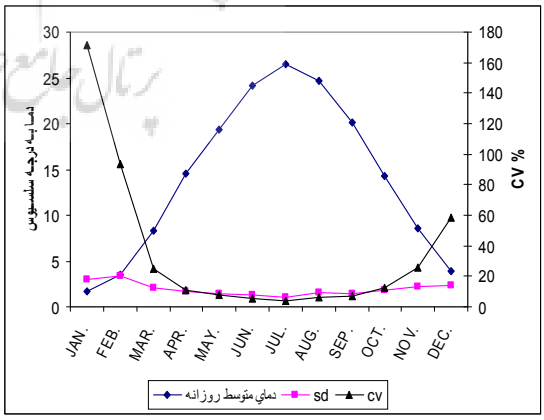
تغییرات سالانه درجه حرارت در مقایسه با تغییرات بارندگی به مراتب از نظم کمتری برخوردار است. اما ممکن است تغییرات عمده سالانه در مناطق مختلف تاثیر به سزایی داشته باشد و باعث ایجاد دو یا چند فصل زراعی شود. شرایط حرارت بیانگر مقدار انرژی موجود در محیط جهت تبدیل عناصر معدنی و رطوبت به بافت گیاهی است [۱].

حداقل دمای رخ داده در ایستگاه مشهد ۲۸- درجه سلسیوس (در فوریه) و حداکثر آن ۴۳/۸ درجه سلسیوس (در ژوئیه) بوده است که نوسان دمایی مطلق سالانه این ایستگاه ۷۱/۸ درجه سلسیوس می‌باشد. متوسط حداقل دمای سالانه ۳/۸- درجه سلسیوس (در ژانویه) و حداکثر آن ۳۴ درجه سلسیوس (در ژوئیه) بوده است که نوسان متوسط سالانه ۳۷/۸ درجه سلسیوس می‌باشد. گرم ترین فصل سال تابستان و سردترین فصل سال زمستان است و گرم ترین ماه سال ژوئیه و سردترین ماه سال ژانویه می‌باشد (جدول ۱).

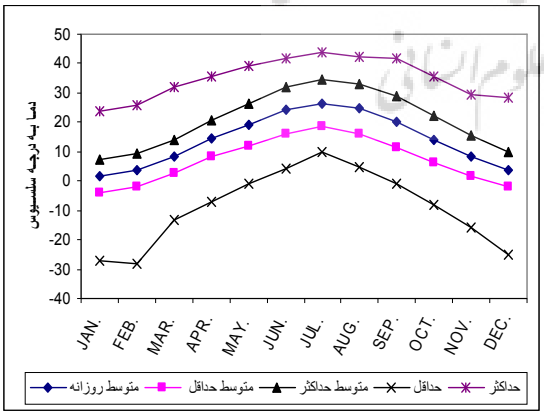
جدول ۱- تفاضل دمای حداقل- حداکثر متوسط و مطلق فصلی ایستگاه مشهد

	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
دمای متوسط	۱۱/۲	۱۴/۳	۱۷/۱	۱۳/۶
دمای مطلق	۵۰	۴۷/۶	۴۰/۳	۳۷/۶

با بررسی‌های آماری می‌توان مشاهده کرد که فصل تابستان دارای ضریب تغییرات کمتری است و بعد از آن به ترتیب بهار، پاییز و زمستان در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در کل می‌توان رابطه معکوسی بین دما و ضریب تغییرات پیدا کرد (شکل های ۲ و ۳).

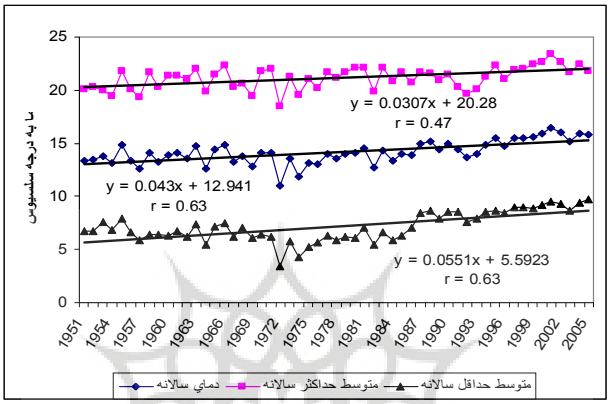


شکل ۲- رژیم آماری دمای ایستگاه مشهد



شکل ۳- رژیم دمای ایستگاه مشهد

دمای متوسط سالانه و متوسط حداقل و حداکثر سالانه دارای روند افزایشی معنی داری در سطح ۰/۰۰۱ است. با بررسی فصلی روند دمای متوسط سالانه ایستگاه مشهد می‌توان دریافت که تمامی فصل‌ها دارای روند معنی دار افزایشی هستند که در این بین زمستان روند ضعیف تری نسبت به سایر فصول دارد و در سطح ۰/۱معنی دار است ولی سایر فصول در سطح ۰/۰۰۱ معنی دار می‌باشند. در بررسی کلی می‌توان روند افزایشی مشخص دما را مشاهده کرد که در این میان زمستان با روند ضعیف تری نسبت به سایر فصول افزایش دما دارد. با توجه به روند معنی دار دما و روابط مربوطه دمای میانگین سال ۲۰۱۵ میلادی ۱۵/۷ درجه سلسیوس پیش بینی می‌شود (شکل ۴ و جدول ۲).



شکل ۴- دمای متوسط، حداقل و حداکثر سالانه همراه با روندها

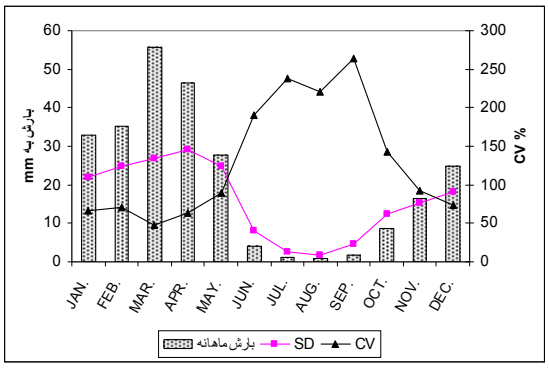
جدول۲- دما (برحسب درجه سلسیوس) میانگین کل و دوره های ۱۸ ساله ایستگاه مشهد

	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	میانگین
دوره اول (۱۹۶۹-۱۹۵۲)	۴/۶	۱۸/۶	۲۳/۳	۸	۱۳/۷
دوره دوم (۱۹۸۷-۱۹۷۰)	۳/۶	۱۹/۳	۲۳	۸/۶	۱۳/۶
دوره سوم (۲۰۰۵-۱۹۸۸)	۵/۳	۲۰	۲۶	۱۰/۳	۱۵/۲
میانگین کل دوره	۴/۶	۱۹/۶	۲۴	۹	۱۴/۱

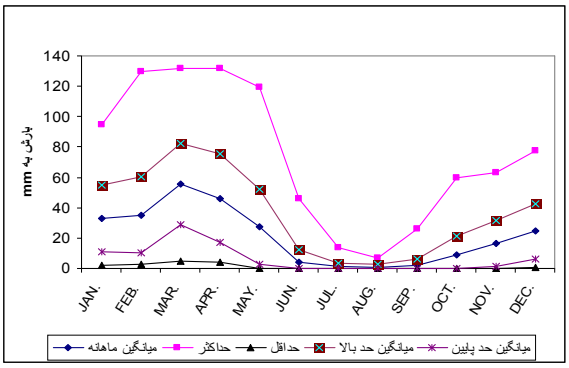
بارش

تغییرات زمانی و مکانی بارش از ویژگی‌های اصلی اقلیم ایران است [۲]. پدیده بارندگی به دلیل تغییرپذیری بسیار زیاد زمانی و مکانی، به عنوان متغیرترین عامل جوی شناسایی شده است. ایستگاه مشهد دارای ۲۵۵/۲ میلیمتر بارش سالانه است که زمستان با ۱۲۳ میلیمتر بیشترین بارش را به خود اختصاص داده است. پس از آن بهار با ۷۸، پاییز با ۵۰ و تابستان با ۴ میلیمتر در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در نمودار رژیم آماری بارش نیز می‌توان به یک رابطه معکوس بین بارش و ضریب تغییرات پی برد، به طوری که تابستان و زمستان به ترتیب دارای بیشترین و کمترین ضریب تغییرات هستند (شکل‌های ۵ و ۶). پس می‌توان نتیجه گرفت که از نظر دمایی تابستان و از لحاظ بارش زمستان مطمئن ترین فصل مشهد می‌باشد. مارس با ۲۲٪ بیشترین سهم از بارش سالانه را به خود اختصاص داده است و ماه‌های ژوئیه و اوت کمترین بارش ماهانه را دارند (شکل‌های ۷ و ۸). بیشترین بارش خراسان در اسفند و فروردین (مارس و آوریل) رخ می‌دهد. ماه اسفند زمانی است که از طرفی بادهای غربی به

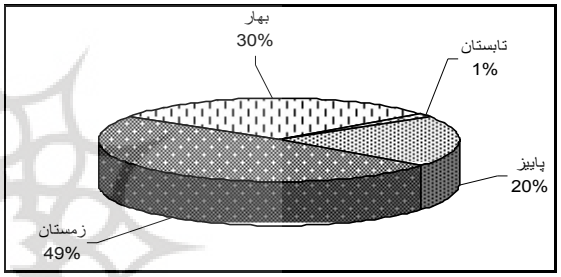
دلیل عرض جغرافیایی بالا در منطقه مستقرند و از طرف دیگر فرابار سیبری شدت اولیه خود را ندارد و از خراسان تقریبا عقب نشینی می کند [۱۲]، بنابراین بیشترین بارش در این ماه رخ می‌دهد.



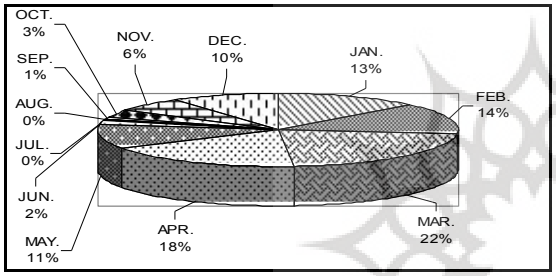
شکل ۵- رژیم آماری بارش



شکل ۶- رژیم بارش



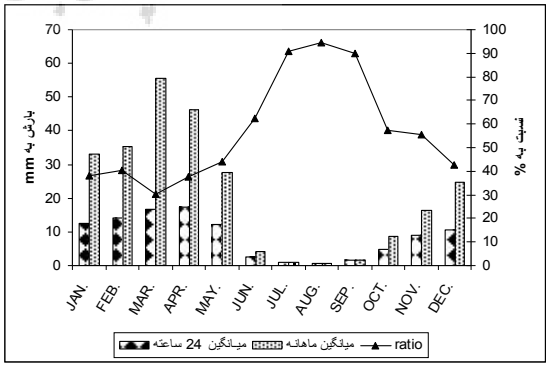
شکل ۷- درصد فصلی بارش ایستگاه مشهد



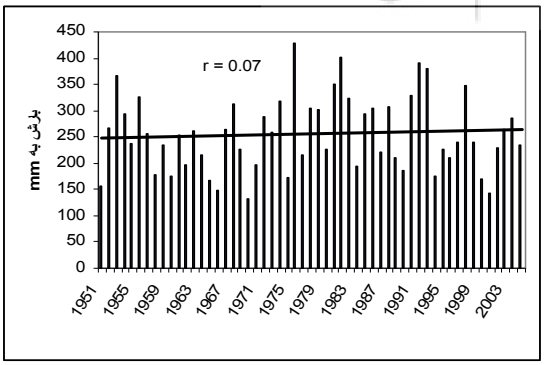
شکل ۸- درصد ماهانه بارش ایستگاه مشهد

با استفاده از نمودار نسبت بارش ماهانه به بارش حداکثر روزانه، سهم بارش ۲۴ ساعته از بارش کل مشخص می‌شود. این سهم هر قدر کمتر باشد نشان دهنده اقلیم متعادل تر و هر قدر بیشتر باشد نشانه اقلیم نامتعادل تری است و خشک بودن اقلیم را نشان می‌دهد. معمولاً در ایران چون تابستان خشک و زمستان مرطوب است، این نسبت در تابستان زیاد و در زمستان کم می‌باشد (شکل ۹).

در نمودارها و جداول دوره‌ای افزایش نسبت بارش ۲۴ ساعته در فصل تابستان و کاهش آن در فصل زمستان و بهار قابل توجه است. فصل پاییز نیز نوسان منظمی را نشان نمی‌دهد (جدول ۳).



شکل ۹- نسبت بارش ۲۴ ساعته به بارش ماهانه



شکل ۱۰- بارش سالانه ایستگاه مشهد

جدول ۳- نسبت بارش ۲۴ ساعته به بارش کل ایستگاه مشهد

	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
دوره اول (۱۹۶۹-۱۹۵۲)	۴۰/۳	۵۴/۸	۸۲/۹۷	۵۲/۰۲
دوره دوم (۱۹۸۷ – ۱۹۷۰)	۳۵/۴۵	۴۷/۶۹	۹۲/۸	۴۹/۲۸
دوره سوم (۲۰۰۵ – ۱۹۸۸)	۳۳/۳۴	۴۵/۰۶	۹۳/۷۴	۵۲/۹
میانگین کل دوره	۳۶/۲	۴۸	۹۱	۵۱/۷

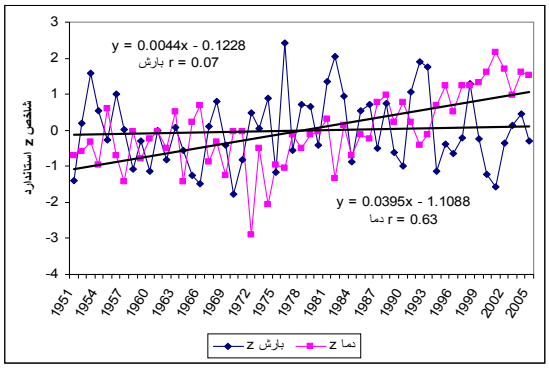
روند بارش مشهد افزایشی ضعیف است ولی معنی دار نیست و نمی‌توان با تکیه بر آن پیش بینی دقیقی ارایه داد (شکل ۱۰ و جدول ۴). در بررسی تعداد روزهای همراه با بارش ۱، ۵ و ۱۰ میلیمتر باز هم روند بی معنی است، اما روند افزایشی ضعیف را در تعداد روزهای همراه با بارش ۱۰ میلیمتر می‌توان مشاهده کرد. همچنین روند کاهشی ضعیف در تعداد روزهای همراه با بارش ۱ میلیمتر نیز مشاهده می‌شود. این روندها هرچند ضعیف هستند، اما می‌توانند تمایل بارش‌ها به رگباری شدن را نشان دهند.

جدول ۴- بارش (برحسب میلیمتر) میانگین کل و دوره های ۱۸ ساله ایستگاه مشهد

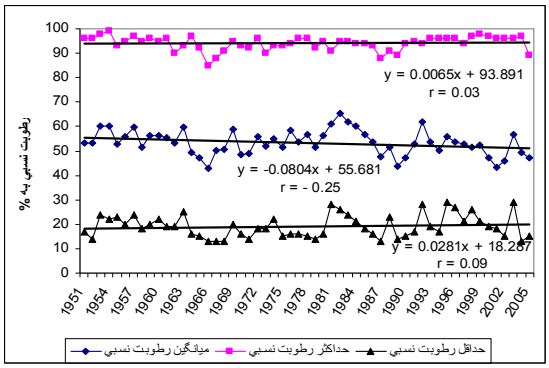
	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	مجموع
دوره اول (۱۹۶۹-۱۹۵۲)	۱۰۹	۸۴	۲/۵	۴۷	۲۴۲
دوره دوم (۱۹۸۷ – ۱۹۷۰)	۷۵	۷۵	۴	۵۸	۲۷۵
دوره سوم (۲۰۰۵ – ۱۹۸۸)	۷۷	۷۷	۶	۴۵	۲۵۴
میانگین کل دوره	۱۲۳	۷۸	۴	۵۰	۲۵۶

نمودار Z استاندارد

چون عناصر آب و هوایی دارای مقیاس‌های متفاوت هستند، درهنگام مقایسه این عناصر باید آنها را بی مقیاس کرد. برای این منظور Z استاندارد آنها محاسبه و تحلیل ها با استفاده از آن انجام شد. با محاسبه Z استاندارد بارش و دما و رسم منحنی‌های مربوطه می‌توان به نوع روند آنها پی برد. سپس با رسم روند خطی سالی که دو روند خطی دما و بارش یکدیگر را قطع می‌کنند، به عنوان سال تغییر اقلیم در نظر گرفت [۳]. همانطورکه دیده می‌شود در سال ۱۹۷۹ در مشهد تغییر اقلیم رخ داده است. البته روند افزایشی دما باعث این تغییر اقلیم شده است (روند بارش تقریبا ثابت است). از سال ۱۹۷۹ اقلیم مشهد از نیمه خشک سرد به نیمه خشک گرم تغییر یافته است (شکل ۱۱). با رسم و بررسی این نمودار برای حالات فصلی مشخص شد که از سال ۱۹۷۹، فصل پاییز نیز اقلیم نیمه خشک گرم را تجربه کرده است. در زمستان روندهای بارش و دما در همان سال یکدیگر را قطع کرده‌اند ولی روندها چشمگیر نیستند. در فصل بهار روند کاهشی بارش و افزایشی دما مشاهده می‌شود و اقلیم درحال گرم و خشک شدن است. در فصل تابستان بارش و دما هر دو روند افزایشی معنی داری دارند. روندهای بارش و دمای این فصل در سال ۱۹۸۶ یکدیگر را قطع می‌کنند. با این که روند افزایشی تابستان معنی دار است اما نمی‌توان گفت اقلیم منطقه تابستان در حال گرم و مرطوب شدن است. زیرا بارش کم تابستان سبب شده است تا افزایش چند میلیمتری بارش روند معنی داری را نشان دهد.



شکل ۱۱- Z استاندارد دما و بارش میانگین مشهد



شکل ۱۲- نمودار سالانه رطوبت نسبی متوسط، حداقل و حداکثر مشهد

رطوبت نسبی

رطوبت نسبی عبارت است از مقدار بخار آب موجود در هوا به مقدار بخار آبی که اگر در همان درجه حرارت می‌داشت به صورت اشباع می‌بود. این نسبت به صورت درصد بیان می‌شود. رطوبت نسبی با تغییر درجه حرارت رابطه معکوس دارد [۱۱].

در مشهد فصل زمستان دارای رطوبت نسبی بالایی نسبت به سایر فصول است (۷۳٪)، پاییز با ۶۳٪، بهار با ۵۰٪ و تابستان با ۳۶٪ در رتبه‌های بعدی قرار دارند. می‌توان دلیل افزایش رطوبت نسبی فصل زمستان و پاییز را در برودت آنها و ورود بادهای غربی دانست. از نظر میزان بارش، بهار در مقایسه با پاییز از بارش بیشتری برخوردار است (همرفت‌های دامنه‌ای در فصل بهار به دلیل وجود گرما زیاد بوده و بارش‌های خوبی را ایجاد می‌کنند) [۱۲]. روندهای سالانه رطوبت نسبی مشهد دارای کاهشی معنی دار است، اما رطوبت نسبی حداقل و حداکثر با روند ضعیفی درحال افزایش هستند. فصل زمستان و بهار با روند معنی دار کاهشی همراه هستند. تابستان روند افزایشی مشخصی را نشان می‌دهد و پاییز نیز روند کاهشی ولی بی معنی را نشان می‌دهد. در کل می‌توان روند کاهشی رطوبت نسبی را در تمام فصول به غیر از تابستان مشاهده کرد (شکل ۱۲ و جدول ۵). با توجه به روندها و بررسی‌های دوره‌ای میانگین پیش بینی می‌شود که رطوبت نسبی در سال ۲۰۱۵ به ۵۰/۴٪ برسد.

جدول ۵- میانگین رطوبت نسبی دوره ای و کل ایستگاه مشهد

	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	میانگین
دوره اول (۱۹۶۹-۱۹۵۲)	۷۴/۴	۵۱/۱	۳۴/۶	۶۳	۵۴
دوره دوم (۱۹۸۷ – ۱۹۷۰)	۷۴/۴	۵۱/۱	۳۷/۸	۶۴/۹	۵۵/۲
دوره سوم (۲۰۰۵ – ۱۹۸۸)	۷۰/۱	۴۷/۳	۳۴/۴	۵۹/۷	۵۱
میانگین کل دوره	۷۳	۴۹/۹	۳۵/۶	۶۲/۵	۵۳/۴

رژیم یخبندان

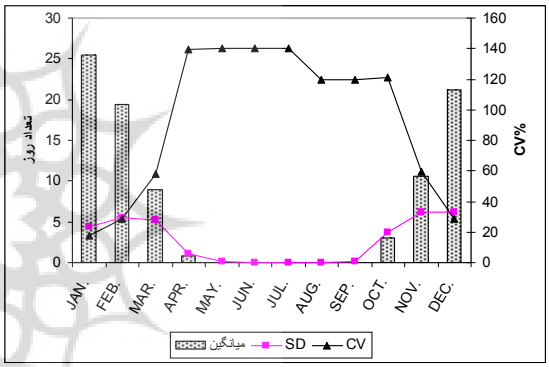
برودت هوا همان سرما است و یخبندان به حالتی گفته می‌شود که دمای هوا به پایین تر از صفر درجه سلسیوس برسد. از نظر فیزیکی علت اصلی وقوع یخبندان، اختلاف دمای اجسام و موجودات یا گیاهان از یک طرف و هوای اطراف آنها از طرف دیگر است.

در مقیاس ماهانه ژانویه با ۲۹ روز بیشترین تعداد روزهای یخبندان را دارد. از ماه می تا سپتامبر یخبندانی در

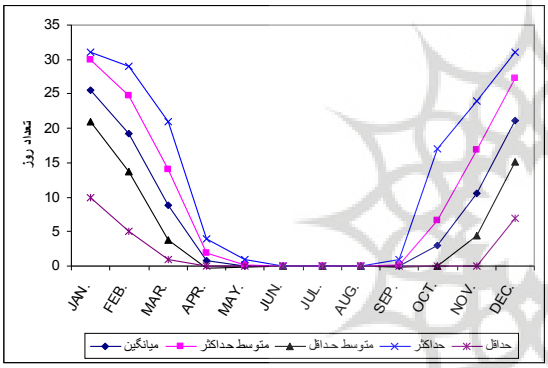
ایستگاه مشهد مشاهده نمی‌شود (پنج ماه از سال یخبندان وجود ندارد، البته آوریل نیز با یک روز یخبندان همراه است که قابل اغماض می‌باشد). در ماه ژانویه حداکثر ۳۱ روز و حداقل ۱۰ روز یخبندان وجود دارد که از لحاظ حداکثر، دسامبر نیز دارای ۳۱ روز یخبندان است (شکل‌های ۱۳ و ۱۴). از بررسی‌های دوره‌ای ۱۸ ساله می‌توان دریافت که تعداد روزهای یخبندان پاییز در حال کاهش است، در حالی که در بهار ثابت بوده و در زمستان نظم خاصی ندارد (جدول ۶).

جدول ۶- تعداد روزهای یخبندان ایستگاه مشهد

	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	مجموع
دوره اول (۱۹۶۹-۱۹۵۲)	۵۲	۱	۰	۴۲	۹۵
دوره دوم (۱۹۸۷ – ۱۹۷۰)	۶۲	۱	۰	۴۲	۱۰۵
دوره سوم (۲۰۰۵ – ۱۹۸۸)	۴۵	۱	۰	۲۲	۶۸
میانگین کل دوره	۵۴	۱	۰	۳۵	۹۰



شکل ۱۳- رژیم آماری تعداد روزهای یخبندان مشهد



شکل ۱۴- رژیم تعداد روزهای یخبندان مشهد

تبخیر و تعرق

برای محاسبه تبخیر و تعرق فرمول‌های تجربی زیادی وجود دارد [۱۵]. بلانی-کریدل[1] و ترنت وایت[2] دو روش معمول در ایران هستند. براساس روش بلانی-کریدل، ژوئیه با ۲۰۱/۲۸mm و ژانویه با ۶۰mm به ترتیب بیشترین و کمترین تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه را دارند و تبخیر و تعرق سالانه نیز ۱۵۰۹ mm محاسبه شده است (جدول ۷). روش ترنت وایت بر متوسط دمای ماهانه استوار است. مطابق این روش نیز ژانویه کمترین و ژوئیه بیشترین تبخیر و تعرق ماهانه را به همراه دارد ولی تبخیر و تعرق سالانه با این روش ۸۵۳mm محاسبه شده است (جدول ۷). برای محاسبه تبخیر و تعرق واقعی از روش تورک[3] نیز استفاده شده است [۱۶]. با توجه به این که متوسط دمای سالانه مشهد ۱۴/۱ درجه سلسیوس و بارش آن ۲۵۵/۲mm است، تبخیر و تعرق واقعی سالانه مشهد طبق این روش ۲۵۴mm می‌باشد.

باد

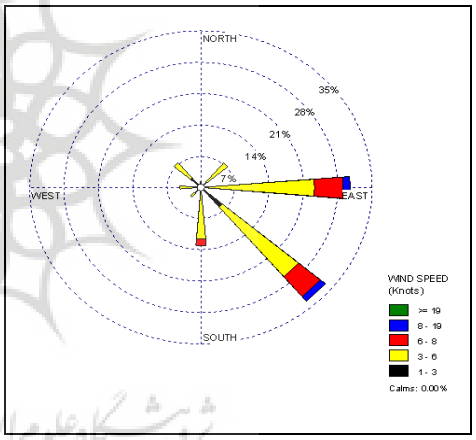
باد پدیده‌ای است پویا که از حرکت و جابجایی هوا حاصل می‌شود و معلول سلسله فرآیندهایی است که به تبع تابش خورشید پدید می‌آیند. باد دارای دو مولفه سمت و

1. Blaney-Criddle
2. Thornthwaite
3. Tork

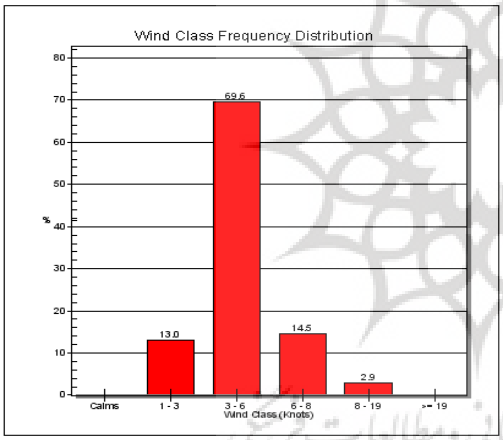
سرعت است. اطلاعات مربوط به سمت و سرعت باد در کاهش خسارات ناشی از وزش بادهای شدید بر محصولات، بهره‌گیری از امکانات طبیعی هر منطقه جهت استفاده از نیروی باد و نیز محاسبه نیاز آبی گیاهان کاربرد دارد [۱۸]. بررسی سمت و سرعت باد نشان می‌دهد که باد غالب مشهد، جنوب شرقی است. پس از آن باد شرقی و جنوبی بیشترین فراوانی را دارد (جدول ۸ و شکل ۱۵). با محاسبه درصد فراوانی وقوع سرعت باد مشاهده می‌شود که بیشترین بادهای مشهد با سرعت ۶-۳ نات (هر نات معادل ۱/۸۵۲ کیلومتر برساعت است) می‌وزند. پس از آن بادهای با سرعت ۸-۶ نات بیشترین فراوانی را دارند (شکل ۱۶).

جدول ۷- تبخیر و تعرق پتانسیل ایستگاه مشهد برحسب میلیمتر

ماه	ترنت وایت	بلانی-کریدل
ژانویه	۲۲	۶۱/۲۹
فوریه	۶۰/۹۶	۷۳/۱۷
مارس	۱۰۸/۷۳	۹۶/۵۴
آوریل	۱۶۲/۱۶	۱۳۲/۷۸
می	۱۸۲/۴۷	۱۶۳/۶۰
ژوئن	۱۴۷/۱۶	۱۹۰/۷۸
ژوئیه	۹۳/۶۳	۲۰۱/۲۸
اوت	۴۵/۱۷	۱۸۰/۵۷
سپتامبر	۲۰/۸۶	۱۵۰/۹۶
اکتبر	۱/۳۲	۱۰۹/۷۴
نوامبر	۴/۴۲	۸۳/۱۹
دسامبر	۵/۰۸	۶۵/۳۰
سالانه	۸۵۳	۱۵۰۹



شکل ۱۵- گلباد ایستگاه مشهد



شکل ۱۶- نمودار فراوانی سرعت باد

جدول ۸- مشخصات بادها براساس سمت و سرعت برحسب درصد

سمت/سرعت	۱-۳	۳-۶	۶-۸	بیش از ۸	مجموع
شمالی	۰	۰	۱/۴۴	۰	۱/۴۴
شمال شرقی	۰	۷/۲۴	۰	۰	۷/۲۴
شرقی	۱/۴۴	۲۱/۷۳	۵/۷۹	۱/۴۴	۳۰/۴۳
جنوب شرقی	۵/۷۹	۲۰/۲۸	۵/۷۹	۱/۴۴	۳۳/۳۳
جنوبی	۰	۱۱/۵۹	۱/۴۴	۰	۱۳/۰۴
شمال غربی	۱/۴۴	۱/۴۴	۰	۰	۲/۸۹
غربی	۱/۴۴	۲/۸۹	۰	۰	۴/۳۴
جنوب غربی	۲/۹	۴/۳۴	۰	۰	۷/۲۴
مجموع	۱۳/۰۴	۶۹/۵۶	۱۴/۴۹	۲/۸۹	۱۰۰

طبقه بندی اقلیمی

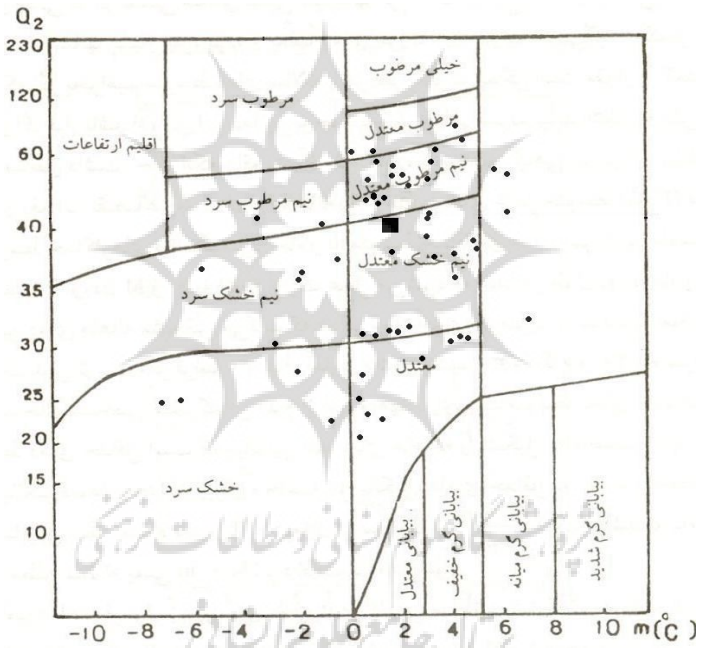
طبقه بندی اقلیمی، توصیفی از وضعیت آب و هوای یک منطقه است. طبقه بندی اقلیمی در برخی از روش ها توسط فرمول و در برخی دیگر با نمودار مشخص می‌شود [۱۶].

روش دمارتن

در طبقه بندی دمارتن از دما و بارش برای طبقه بندی اقلیمی استفاده می‌شود [۸]. با پلات کردن بارش و دمای سالانه مشخص شد که مشهد ۲۶ سال دارای اقلیم خشک و ۲۹ سال دارای اقلیم نیمه خشک بوده است (جدول ۹).

روش آمبرژه

برای هر سال و میانگین دوره آماری مشهد نوع اقلیم براساس روش آمبرژه مشخص شده است. در حالت سالانه ۱۴ سال اقلیم مشهد نیمه مرطوب معتدل، ۱۴ سال نیمه خشک معتدل، ۵ سال نیمه خشک سرد، ۴ سال خشک سرد، ۹ سال معتدل، ۲ سال نیمه مرطوب سرد، ۳ سال مرطوب معتدل و چند سال نیز در قسمت بیابانی قرار گرفته است. در حالت میانگین، کل دوره اقلیم مشهد نیمه خشک معتدل تعیین شده است (در شکل ۱۷ با نقطه پررنگ نشان داده شده است) (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- اقلیم نمای آمبرژه ایستگاه مشهد

طبقه بندی کوپن

طبق طبقه بندی کوپن اقلیم مشهد به صورت CSa (آب و هوای مدیترانه‌ای) است (جدول ۹). از خصوصیات این اقلیم استقرار پرفشار جنب حاره در تابستان و خشکی این فصل می‌باشد. در این فصل توده هوای CT بر منطقه حاکم است ولی در زمستان پرفشار جنب حاره عقب نشینی کرده و بادهای غربی بر منطقه حاکم شده و بارش‌های زمستانه را ایجاد می‌کند. در این فصل توده هواهای MP و CP وارد منطقه می‌شوند [۱۲].

جدول ۹- مقایسه روش‌های طبقه بندی اقلیمی

نوع اقلیم	روش طبقه بندی
آب و هوای مدیترانه ای	روش کوپن
نیمه خشک معتدل	روش آمبرژه
نیمه خشک	روش دمارتن

نتیجه گیری

دمای مشهد دارای روند معنادار افزایشی است (شکل ۴). پیش بینی می‌شود دمای سال ۲۰۱۵ به ۱۵/۷ درجه سلسیوس برسد (جدول ۱۰). بارش روند معناداری را نشان نمی دهد، ولی روند افزایشی ضعیفی دارد (شکل ۹). بررسی بارش‌های حدی تمایل بارش ها را به صورت خیلی ضعیف به سمت رگباری شدن نشان می‌دهد. رطوبت نسبی دارای روند کاهشی معناداری است (شکل ۱۲) و انتظار می‌رود در سال ۲۰۱۵ به ۵۰/۴ درصد کاهش یابد (جدول ۱۰). ماه‌های می تا سپتامبر ماه‌های عاری از یخبندان هستند (شکل‌های ۱۳ و ۱۴).

باد غالب مشهد جنوب شرقی است (شکل ۱۵) و بادهای با سرعت ۶-۳ نات فراوانی وقوع بیشتری را دارند (شکل ۱۶). اگر مجموع سمت و سرعت باد را در نظر بگیریم باد شرقی با سرعت ۶-۳ نات باد غالب خواهد بود.

نمودار Z استاندارد نشان می‌دهد که اقلیم مشهد از سال ۱۹۷۹ تغییر کرده و از اقلیم نیمه خشک سرد به نیمه خشک گرم در حال تغییر است (شکل ۱۱). براساس روش بلانی- کریدل میزان تبخیر و تعرق مشهد ۱۰۵۹ میلیمتر و براساس روش ترنت وایت ۸۵۳ میلیمتر است. میزان تبخیر و تعرق واقعی مشهد نیز ۲۵۵/۲ میلیمتر است. اقلیم مشهد در حالت میانگین کل دوره، نیمه خشک معتدل (شکل ۱۷) و براساس روش کوپن دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است (جدول ۹). اقلیم مشهد به صورت نیمه بری می‌باشد.

جدول ۱۰- مشخصات برخی عناصر اقلیمی مشهد و پیش بینی آنها

سال ۲۰۱۵	میانگین (مجموع کل)	پاییز	تابستان	بهار	زمستان	
*	۲۵۶	۵۰	۴	۷۸	۱۲۳	بارش
۱۵/۷	۱۴/۱	۹	۲۴	۱۹/۶	۴/۶	دما
۵۰/۴	۵۳/۴	۶۲/۵	۳۵/۶	۴۹/۹	۷۳	رطوبت نسبی
*	۹۰	۳۵	۰	۱	۵۴	تعداد روزهای یخبندان

(* دارای روند معناداری نیستند، بنابراین پیش بینی انجام نشده است.)

منابع

۱- آرخی، ع.، ۱۳۸۴، امکان سنجی اقلیمی کشت کلزا در استان گلستان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، ص ۱۲۴ و ۱۲۸.

۲- بابائی فینی، ا.، م.، فرج زاده، ۱۳۸۲، شاخص های مکانی بارش و تغییرات آن در ایران، سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم (دانشگاه اصفهان)، ص ۱۶۷.

۳- جهانبخش، س.، س.، ترابی، ۱۳۸۳، بررسی و پیش بینی دما و بارش در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، مشهد، شماره ۷۴، ص ۱۰۴ – ۱۲۶.

۴- حسینی، س.ع.، ۱۳۸۷، بررسی گسترش افقی شهر مشهد در چند دهه اخیر و تاثیر آن بر منابع آب و خاک، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ۴۸-۴۵.

۵- خسروی، م.، ن.، جاودانی خلیفه، س.، محمدنیاقرائی، ۱۳۸۲، بررسی انطباق سری های زمانی دمای مشهد با تغییرات و نوسانات دمای کره زمین، سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم (دانشگاه اصفهان)، ص ۴۶۳.
۶- خورشیددوست، ع.، ی.، قویدل رحیمی، ۱۳۸۳، مطالعه نوسانات بارش و پیش بینی و تعیین فصل مرطوب و خشک زمستانه استان آذربایجان شرقی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، مشهد، شماره ۷۲، ص ۲۵–۳۶.
۷- سازمان هواشناسی کشور، آمار ایستگاه سینوپتیکی مشهد.
۸- سیدان، س. ج.، ف.، محمدی، ۱۳۷۴، روش‌های طبقه بندی اقلیمی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ص ۱۰۹–۷۴.
۹- طاهری، م.، ۱۳۷۷، مدل بندی میزان دما و بارش در ۱۱ ایستگاه هواشناسی در دوره آماری ۹۷–۱۹۵۱ و پیش بینی تا سال ۲۰۰۰، سازمان هواشناسی ایران.
۱۰- عزیزی،ق.، ۱۳۸۳، تغییر اقلیم، انتشارات قومس، ص ۲۳۲.
۱۱- عساکره، ح.، ۱۳۸۳، تحلیل آماری بر تغییرات میانگین سالانه دمای شهر زنجان، مجله نیوار، شماره ۵۲، ص ۳۰–۹.
۱۲- علیجانی، ب.، ۱۳۸۱، آب و هوای ایران، انتشارات پیام نور، ص ۱۳۶.
۱۳- علیجانی، ب.، م.، کاویانی، ۱۳۸۰، مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، ص ۳۶۶-۳۶۳.
۱۴- علیزاده، ا.، غ.، کمالی، ۱۳۸۱، اثرات تغییر اقلیم بر افزایش مصرف آب کشاورزی در دشت مشهد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، مشهد، شماره ۶۵، ص ۱۸۹–۲۰۱.
۱۵- علیزاده، ا.، ۱۳۸۳، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ص ۲۴۲-۲۴۰.
۱۶- علیزاده، ا.، غ.، کمالی، ف.، موسوی، م.، موسوی بایگی، ۱۳۸۳، هوا و اقلیم شناسی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ص ۳۴۶-۳۳۶.
۱۷- غیور، ح.، ۱۳۷۴، بررسی تغییرات بارش در چند ایستگاه ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، مشهد، شماره ۳۹، ص ۵۵–۷۱.
۱۸- کرمی، م.، ۱۳۸۵، تعیین تقویم کشت گندم دیم در استان همدان با استفاده از داده های اقلیمی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، دانشکده دانشکده جغرافیا، ص ۹۴-۹۵.
۱۹- محمدی، ح.، ۱۳۸۵، آب و هواشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۵.
۲۰- مهدوی، م.، م.، طاهرخانی، ۱۳۸۳، کاربرد آمار در اقلیم شناسی، انتشارات قومس، چاپ اول، ص ۱۷۸.
۲۱- منصورفر، ک.، ۱۳۸۵، روش‌های آماری، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۵-۴۴.
۲۲- هدایتی دزفولی، ا.، ۱۳۸۱، برخی مشخصه های بارندگی تهران، مجله نیوار، شماره ۴۶، ص ۷۰–۵۵.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی