



بررسی تأثیر دما و رطوبت نسبی بر روی بارش طی دهه‌های اخیر (مطالعه موردی ایستگاه زنجان)

دکتر حسین عساکره

عضو هیأت علمی دانشگاه زنجان

سهیلا ملکی

کارشناس ارشد اقلیم شناسی

چکیده

دما و بارش دو مهم متغیر اقلیمی می‌باشند که در زندگی و فعالیت‌های افراد تأثیر به‌سزایی دارند. این دو عنصر، در حالت کلی دارای تغییرات وابسته به هم می‌باشند. در این تحقیق، میزان همبستگی میان دما و بارش، به وسیله ضریب همبستگی خطی پیرسون تعیین می‌شود. وجود یا عدم وجود رابطه خطی بین دما و بارش نیز آزمون گردید. همچنین تأثیر همزمان دما و رطوبت نسبی بر روی بارش محاسبه شده و معناداری رگرسیون بررسی شد. در این تحقیق جهت ترسیم نمودارها و تحلیل رگرسیون چند متغیره، از نرم افزار SPSS استفاده شده است. با استفاده از یافته‌های این تحقیق، مشخص شد که رابطه‌ای ضعیف و معکوس بین دما و بارش وجود دارد. سهم واقعی تغییرات دما در بارش 3.61 درصد بوده و بسیار کم می‌باشد و بین دما و بارش رابطه خطی برقرار نیست. در رگرسیون دو متغیری نیز دما تأثیر معنی‌داری در بارش نشان نداد؛ ولی رطوبت نسبی متغیر مؤثری در بارش این ایستگاه بود. در این مطالعه، میانگین سالانه دما و بارش ایستگاه زنجان در طول دوره آماری 1956-2005 که از سایت هواشناسی استخراج شده؛ مورد استفاده قرار گرفته است. زنجان در 36°41 شمالی و 48°29 شرقی در شمال غرب ایران واقع شده است. ارتفاع این شهر نسبت به دریا، در محل ایستگاه، ۱۶۲۰ متر می‌باشد. واژه‌های کلیدی: همبستگی، رگرسیون ساده، رگرسیون دو متغیری.

مقدمه

دما و بارش مهمترین عناصر اقلیمی به‌شمار می‌روند و تأثیرات فراوانی در زندگی و فعالیت‌های افراد دارند. فعالیت‌های انسانی از قبیل کشاورزی، صنایع و خدمات، به تغییرات اقلیمی به‌ویژه دما و بارش، وابستگی زیادی دارند و در امور برنامه‌ریزی‌های شهری، روستایی، اقتصادی، کشاورزی، زیست محیطی، بسیار مهم تلقی می‌شوند. برنامه‌ریزی‌ها نیز جز از طریق استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های کلی، جهت مطالعه، میسر نیست. تلخیص، تحلیل، تفسیر، مطالعه و بررسی داده‌های طولانی مدت دما و بارش از طریق روش‌های آماری ممکن می‌گردد.

تغییرات صورت گرفته در دما ممکن است تغییرات بارش را سبب شود. مسائلی که برای ادامه روند تحقیق مطرح می‌گردد عبارتند از:

۱- آیا دما و بارش ایستگاه زنجان، طی دهه‌های اخیر، با هم رابطه‌ی قوی داشته‌اند؟

۲- آیا رگرسیون حاصل در رابطه بین دما و بارش در دوره آماری مورد مطالعه معنادار است؟

۳- آیا سهم و درصد واقعی دما در بارش در دوره آماری مورد مطالعه زیاد است؟

در این مطالعه وجود یا عدم وجود رابطه در دما و بارش بررسی شده و سهم واقعی دما در بارش، مشخص شده است. تأثیر همزمان دما و رطوبت بر روی بارش، نیز مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین جهت برقراری رابطه منطقی بین دما و بارش، بررسی‌هایی انجام گرفته است. مطالعه‌ای که در پیش است، یک کار اقلیمی است که در این زمینه، تحقیقات زیادی در

سطح کشور از منظرهای متفاوت، انجام شده است؛ و می‌توان به مواردی از این قبیل اشاره کرد: عساکره و خردمند (1381) مدل‌سازی SARIMA را برای متوسط درجه حرارت ماهانه انجام دادند و با استفاده از روش‌های مدل‌سازی دمای ماهانه، نتیجه گرفتند که براساس مدل SARIMA، می‌توان رفتار درجه حرارت ماهانه را با دقت بالایی پیش‌بینی نموده و مطالعات شبیه‌سازی را انجام داد. جهانبخش و ترابی (1383) با روش تحلیل خوشه‌ای، با استفاده از مدل فصلی میانگین متحرک تجمعی ضریبی (SARIMA) تغییرات دما و بارش، در 41 ایستگاه سینوپتیک ایران را، بررسی کرده و نتیجه گرفتند که تغییرات اقلیمی در مناطق مورد مطالعه در طول دوره آماری فوق، یکسان نمی‌باشد. تعدادی از مطالعات موردی انجام شده عبارتند از: غیور و کیارسی (1382) طی مطالعه‌ای روی آمار بارندگی، در ایستگاه‌های باران سنجی میاناب رودخانه بشار به این نتیجه رسیدند که، آزمون T در نرم افزار SPSS می‌تواند به خوبی مشخص کند که آیا داده‌های بارش یک ایستگاه، با داده‌های ایستگاه‌های اطراف همگنی دارد یا نه. عساکره (1383) با استفاده از تحلیل آماری تغییرات میانگین سالانه دمای شهر زنجان، نشان داد که دمای سالانه شهر زنجان، روندی کاهشی را طی دهه‌های گذشته تجربه نموده است. اما از دهه 1991-2000 روند آن، تغییر جهت داده است. در این راستا دما و بارش ایستگاه زنجان، طی دوره زمانی 1956-2005 به لحاظ آماری مطالعه خواهد شد. استان زنجان در 36° 41 شمالی و 29° 48 شرقی در شمال غرب کشور قرار گرفته است. ارتفاع این استان، در محل ایستگاه هواشناسی زنجان 1620 می‌باشد.

روش‌ها

دما و بارش سالانه ایستگاه زنجان طی سال‌های 1956-2005 مورد مطالعه قرار گرفته است. داده‌های مربوط به این دوره از سایت هواشناسی استخراج شده که دما به درجه سانتی‌گراد و بارش به میلی‌متر، بیان شده است. در این دوره آماری میانگین سالانه دما و بارش در سال 1955 مفقود بوده است و به دلیل این که در ابتدای دوره آماری قرار داشتند؛ حذف شده‌اند. در میانگین سالانه رطوبت نسبی، داده مفقوده از طریق داده‌های سال‌های قبل و بعد، به طریق میانگین‌گیری بازسازی شده است. به عنوان مثال برای بازسازی رطوبت نسبی سال ۱۹۵۹ داده‌های سال‌های 1960 و 1958 جمع شده سپس بر 2 تقسیم شده است. شاخص‌های مرکزی، پراکنندگی و اشکال توزیع که جزئی از آمار توصیفی است محاسبه گردید. ترسیم نمودارها و محاسبه رگرسیون دو متغیر با کمک نرم‌افزار SPSS انجام گردید. سوابق تحقیق از طریق نشریات مختلف تخصصی و نیمه تخصصی استخراج گردید. دما و بارش ایستگاه زنجان به لحاظ نرمال بودن آزمون شد. فاصله اطمینان بارش و دمای دو ایستگاه محاسبه شد. جهت انجام تحلیل فرض‌هایی بناگذاشته شد و همه تحلیل‌ها در سطح ۹۵ درصد اطمینان انجام گردید و آمارهای آزمون با مقادیر بحرانی که از جداول مخصوص استخراج

جدول ۱: مشخصات عمومی ایستگاه زنجان

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	طول دوره	آغاز دوره	پایان دوره
زنجان	48° 29' E	36° 41' N	1620	50	1956	2005

هر مقدار دیگری است. مجموع انحراف داده‌های بارش و دما از میانگین شان برابر صفر می‌باشد. دما و بارش سالانه ایستگاه زنجان به ترتیب 0.92 درجه سانتی‌گراد و 93.3 میلی‌متر به طور متوسط از میانگین فاصله دارند. تغییرات دما به طور متوسط 8.26 درصد میانگین دما (11.01) و تغییرات بارش به طور متوسط 29.9 درصد میانگین بارش (311.74) است. داده‌های دمای سالانه ایستگاه زنجان چوله به چپ و بارش سالانه، چوله به راست است. داده‌های دما و بارش هر دو دارای کشیدگی می‌باشند. میانگین دمای زنجان در سطح 95 درصد اطمینان، در فاصله 11.27 و 10.75 درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش در حد فاصل 337.61 و 285.87 قرار دارد. دما و بارش زنجان به لحاظ نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاکی از این است که این عناصر دارای توزیعی نرمال می‌باشند.

بررسی رابطه بین دما، رطوبت نسبی و بارش

از آنجایی که دما و بارش رابطه تنگاتنگی با زندگی و فعالیت‌های بشری دارد و رطوبت نسبی بر هر دوی این عناصر تأثیر می‌گذارد، بررسی این روابط ضروری می‌نماید. میزان بارش در هر منطقه ممکن است دارای رابطه مستقیم یا معکوس با دمای آن منطقه باشد و شدت این رابطه قوی یا ضعیف باشد. در مقایسه نمودار ۱ و ۲ می‌توان دریافت که میانگین سالانه دما، افت و خیزهای بیشتری داشته است و با وجود افت و خیزهای زیادی که در دما صورت گرفته، بارش، روند ملایمتری پیموده است. همان‌گونه که نمودار ۳ نیز نشان می‌دهد داده‌های دما و بارش با یکدیگر رابطه دارند. تغییرات صورت گرفته در میانگین سالانه دمای زنجان باعث ایجاد تغییراتی در بارش سالانه زنجان شده است و داده‌ها از همدیگر مستقل نیستند. رابطه (x) و بارش (y) با استفاده از ضریب همبستگی خطی پیرسون محاسبه شده است. نتیجه حاصل، بیان می‌دارد که میزان همبستگی دما و بارش 0.27 و به صورت معکوس می‌باشد و نشان دهنده این مطلب است که میان دما و بارش زنجان رابطه‌ای ضعیف وجود دارد. با ضریب تعیین 0.073 می‌توان نتیجه گرفت که 7.3 درصد تغییرات دما و بارش در رابطه با هم صورت گرفته و همپوشی دارند. دخالت تغییرات دما در تغییرات بارش خیلی قابل توجه نمی‌باشد و در آزمون ضریب همبستگی خطی پیرسون فقدان شرایط کافی برای رد فرض صفر (عدم وجود رابطه) نیز گویای همین مطلب است (چون رابطه بسیار ضعیف بوده است در آزمون به صورت عدم وجود رابطه نشان داده شده است). برای بهبود تصویر رابطه از داده‌های تبدیل شده بارش استفاده می‌شود؛ بدین ترتیب $r = -0.3$ است. براین اساس 9 درصد تغییرات دما و بارش با یکدیگر همپوش هستند. در آزمون (rxy) نیز فرض صفر رد شده ولی رابطه نسبتاً قوی شده است. سهم و درصد تأثیر واقعی دما (X1) بر بارش (y) با حذف اثر رطوبت نسبی (X2) نیز محاسبه شده است و نشان می‌دهد که سهم واقعی تغییرات دما در تغییرات بارش 3.61 درصد می‌باشد. به منظور ایجاد رابطه منطقی بین بارش و دما، معادله خط به روش کمترین مربعات خطا به صورت فرمول 4 تعریف می‌شود.

$$\hat{y} = a + b_1 x_1 + b_2 x_2$$

فرمول 4

شده بود مورد مقایسه و نتیجه‌گیری قرار گرفت. در ابتدا برای کشف وجود یا عدم وجود رابطه بین دما و بارش، نمودار پراکنش نگار ترسیم گردید. سپس برای تعیین رابطه دمای سالانه (x) با بارش سالانه (y) از ضریب همبستگی خطی پیرسون به شرح زیر استفاده شد:

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{فرمول (1)}$$

جدول ۲: داده‌های مفقوده ایستگاه زنجان

سال	1955	1959	1961	داده
●				دما
●	●		●	رطوبت
●				بارش

برای وضوح بیشتر رابطه بین دما و بارش از ضریب تعیین به صورت $R(XY)^2$ استفاده شد. سپس ضریب همبستگی خطی پیرسون، مورد آزمون قرار گرفت. بار دیگر، تعیین رابطه بر روی داده‌های کوچک شده بارش (log y) انجام گرفت و به آزمون کشیده شد. تأثیر واقعی دما (x1) بر روی بارش (y) یعنی، حذف اثر رطوبت نسبی (x2) از روی آنها نیز بررسی شد. به این منظور از فرمول شماره 2 استفاده شد.

$$r_{xy.x_2} = \frac{r_{xy} - r_{yx} \cdot r_{x_2} \cdot r_{yx_2}}{\sqrt{1 - (r_{yx} \cdot r_{x_2})^2} \sqrt{1 - (r_{yx_2})^2}} \quad \text{فرمول (2)}$$

همچنین از طریق رگرسیون سعی شد تا ارتباط منطقی بین دما و بارش ایستگاه زنجان برقرار گردد تا بتوان بارش را به واسطه دما پیش‌بینی کرد و سپس رگرسیون به آزمون کشیده شد. تأثیر همزمان دما و رطوبت نسبی بر روی بارش به واسطه نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت (رگرسیون دو متغیری) و معادله رگرسیون به صورت زیر تعریف شد:

$$\hat{y} = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 \quad \text{فرمول (3)}$$

با توجه به سؤالات مطرح شده، فرضیاتی از این قرار گذاشته می‌شود:
 ۱- دما و بارش ایستگاه زنجان طی دهه‌های اخیر با هم رابطه قوی داشته‌اند.
 ۲- رگرسیون حاصل در رابطه بین دما و بارش، در دوره آماری مورد مطالعه معنادار است.

۳- سهم و درصد واقعی دما در تغییرات بارش در دوره آماری مورد مطالعه زیاد است. در این راستا دما و بارش ایستگاه زنجان طی دوره مورد بررسی، به لحاظ آماری مطالعه می‌شود و روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته کشف می‌گردد.

ویژگی‌های عمومی و بررسی‌های اولیه آماری

با توجه به جدول شماره 3 میانگین سالانه دما در زنجان 11.01 انحراف معیار 0.92، واریانس 0.85 درجه سلسیوس و ضریب تغییرات 8.26 درصد است. ضریب چولگی و کشیدگی به ترتیب برابر با -0.27 و 0.197 می‌باشد. بارش ایستگاه زنجان دارای میانگین سالانه 311.74، انحراف معیار 93.3، واریانس 8705.7 و ضریب تغییرات 29.9 درصد است. ضریب چولگی و کشیدگی به ترتیب برابر با 0.73 و 1.52 می‌باشد. داده‌های دما حول 11.01 و بارش حول 311.74 قرار دارند. احتمال وقوع این مقادیر در آینده بیش از

جدول ۳: مشخصات آماری دما و بارش ایستگاه زنجان طی ۱۹۵۶-۲۰۰۵

چارک سوم	چارک دوم	چارک اول	کشدگی	چولگی	دامنه	ضریب تغییرات	انحراف معیار	واریانس	میانگین	دما	بارش
11.6	11	10.3	0.197	-0.27	4.3	8.26	0.92	0.85	11.01	دما	311.74
356.4	308.3	251.3	1.52	0.73	481.3	29.9	93.3	8705.7	311.74	بارش	

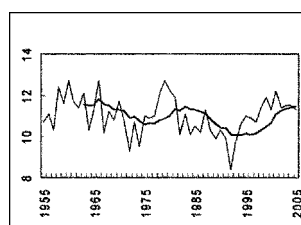
معنی داری در بارش این ایستگاه ندارد؛ ولی در همبستگی بین رطوبت نسبی و بارش، میزان خطای حاصله کمتر از 5 بوده و رطوبت نسبی متغیر مؤثری در بارش این ایستگاه می‌باشد.

نتیجه گیری

در این تحقیق آمار 50 ساله دما و بارش ایستگاه زنجان مورد استفاده قرار گرفت و مشخص گردید که دما و بارش ایستگاه زنجان دارای توزیعی نرمال می‌باشند. رابطه بین دما و بارش نیز بررسی شد. در این راستا با استفاده از روش‌های آماری، همبستگی بین دما و بارش محاسبه و معلوم شد که رابطه بین دما و بارش ایستگاه ضعیف و به صورت معکوس می‌باشد و تنها 7.3 درصد تغییرات بارش در رابطه با دما صورت می‌گیرد. با قوی تر کردن رابطه، این همپوشی به 9 درصد می‌رسد. با توجه به نتایج حاصله فرضیه «دما و بارش ایستگاه زنجان طی دهه‌های اخیر با هم رابطه قوی داشته است.» رد می‌شود. سهم واقعی تغییرات دما در تغییرات بارش نیز 3.61 درصد بوده است و موجب رد فرضیه «سهم و درصد واقعی دما در تغییرات بارش زنجان در دوره آماری 50 ساله زیاد است.» می‌گردد. بین دما و بارش رابطه خطی برقرار نیست و حتی در رابطه قوی شده دما و بارش نیز رابطه خطی ایجاد نشده است و رگرسیون حاصل معنادار نیست و بدین ترتیب فرضیه «رگرسیون حاصل در رابطه بین دما و بارش در دوره آماری مورد مطالعه معنادار است.» نیز رد می‌گردد. دما تأثیر معنی داری در بارش ندارد ولی رطوبت نسبی، متغیر مؤثری در بارش ایستگاه می‌باشد. در این تحقیق سهم و درصد واقعی عوامل طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع در بارش ایستگاه زنجان مطالعه نشده است و می‌توان تحقیق را از این وجه ادامه داد.

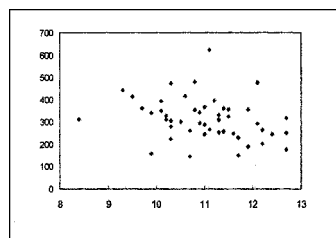
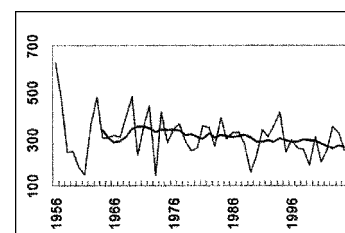
منابع و مأخذ

- آذر، عادل و مومنی، منصور. (۱۳۷۸): آمار و کاربرد آن در مدیریت (جلد اول)، تهران: انتشارات سمت.
- آذر، عادل و مومنی، منصور. (۱۳۸۱): آمار و کاربرد آن در مدیریت (جلد دوم)، تهران: انتشارات سمت.
- جهانبخش، سعید و ترابی، سیما (۱۳۸۳): «بررسی و پیش‌بینی تغییرات دما و بارش در ایران»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۴.
- عساکره، حسین و خردمندنیا، منوچهر. (۱۳۸۱): «مدل‌سازی SARIMA برای متوسط درجه حرارت ماهانه»، نیوار، شماره ۴۶ و ۴۷.
- عساکره، حسین. (۱۳۸۳): «تحلیل آماری بر تغییرات میانگین سالانه دمای شهر زنجان طی دهه‌های اخیر»، نیوار شماره ۵۲ و ۵۳.
- غیور، حسینی و کبیری، فرینوش. (۱۳۸۲): «تعیین همبستگی آمار بارندگی در ایستگاه‌های باران‌سنجی رودخانه بشار با استفاده از نرم‌افزار spss»، شماره ۴۸.
- کاوایی، محمدرضا و علیجانی، بهلول (۱۳۸۰): «مبانی آب و هواشناسی»، تهران: انتشارات سمت.
- کسرلینجر، پدها و زور (۱۳۸۴): کاربرد رگرسیون چند متغیری در پژوهش‌های رفتاری، ترجمه حسن سرایی، تهران: انتشارات سمت.



نمودار ۱: نمودار خطی و متحرک ۹ ساله دمای سالانه زنجان

نمودار ۲: نمودار خطی و متحرک ۹ ساله بارش سالانه زنجان



نمودار ۳: پراکنش نگر دما و بارش ایستگاه زنجان طی ۱۹۵۶-۲۰۰۵

در این محاسبه شیب خط (b) که برابر با -27.64 می‌باشد؛ نشان می‌دهد که با تغییر 1 درجه سانتی‌گراد در دما، بارش -27.64 میلی‌متر تغییر می‌یابد و در بارش بیش از 616 میلی‌متر (a)، دیگر رابطه‌ای بین دما و بارش برقرار نیست.

$$y = 616 - 27.64x$$

جنبه‌های مختلف معادله رگرسیون آزمون شد. براساس آزمون معنی داری b، معلوم شد که شرایط کافی برای وجود رابطه خطی بین دما و بارش وجود ندارد و مقادیر بارش تابعی از مقادیر دما نیست. خطای استاندارد (SE(b))، برابر با 46 می‌باشد یعنی در عبارت $b \pm SE(b)$ ، وقتی میزان دما، 1 درجه سانتی‌گراد افزوده می‌شود ممکن است بارش 73.64 میلی‌متر کم شود یا اینکه تا 18.36 میلی‌متر به بارش افزوده گردد؛ چرا که SE(b) بسیار بزرگتر از b است. بنابراین قابلیت اعتماد به شیب خطی که در رگرسیون حاصل شده است خیلی کم می‌باشد و برآوردی که از طریق آن حاصل می‌شود دقیق نخواهد بود. معادله خط برای داده‌های تبدیل شده بارش نیز محاسبه گردید در این محاسبه شیب خط برابر با 0.03 و عرض از مبدا 2.14 حاصل شد. این معادله از طریق b مورد آزمون قرار گرفت. در این مورد نیز رابطه خطی بین دما و بارش به وجود نیامد ولی میزان خطای b فاصله کمتری از b حاصل کرد. تأثیر همزمان دما و رطوبت نسبی بر روی بارش نیز محاسبه شده و معادله خطی به صورت زیر تعریف شد:

$$\hat{y} = 2.07 - 0.029 X_1 + 0.013 X_2$$

در همبستگی بین دما و بارش در سطح اطمینان 95 درصد، میزان خطا بالاتر از 5 درصد بوده است؛ بنابراین دمای ایستگاه زنجان تأثیر

