مدل‌سازی تعداد روزهای بارش سالانه بر اساس رطوبت نسبی و دمای سالانه

«مطالعه موردی ایستگاه زنجان»

دکتر حسین عساکره
عضو هیئت علمی دانشگاه زنجان

سعیده اشرفی
کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی

چکیده

پدیده‌های اقلیمی پیچیده‌اند. منظور از پیچیدگی این است که پدیده دارای علل متعددی می‌باشد. روابط متقابل عناصر اقلیمی و همچنین عناصر و عوامل اقلیمی منجر به کاربرد روش‌های آماری از جمله روش‌های آماری چند متغیری در بررسی‌های اقلیمی شده است. یکی از این کاربردها، بررسی و پیش‌بینی روابط عناصر و عوامل اقلیمی است. کاربرد روش‌های آماری باعث سهولت این بررسی‌ها شده است. در این تحقیق به منظور بررسی روابط فوق، رابطه‌ی میانگین رطوبت نسبی سالانه و تعداد روزهای بارش سالانه- رابطه‌ی دمای سالانه و تعداد روزهای بارش سالانه ایستگاه زنجان طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۵٦ مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور از روش‌های همبستگی پیرسون استفاده شده است. همبستگی به معنای هم تغییری دو متغیر است. نتایج به دست آمده حاکی از معنادار بودن ضرایب همبستگی متغیرها می‌باشد. همچنین برای برآورد تعداد روزهای بارش سالانه با توجه به رطوبت نسبی سالانه از رگرسیون ساده خطی استفاده می‌شود. برای تخمین تعداد روزهای بارش سالانه با توجه به رطوبت نسبی سالانه و دمای سالانه از رگرسیون دو متغیری استفاده خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: رطوبت نسبی، همبستگی، رگرسیون، رگرسیون چند متغیری.

مقدمه

رطوبت نسبی و دمای هوا دو عنصر مهم اقلیمی هستند که در رابطه‌ی متقابل خود با عوامل و سایر عناصر اقلیمی منجر به پدیده‌های گوناگون اقلیمی می‌شوند. رطوبت نسبی میزان رطوبت موجود در هوا نسبت به میزان گنجایش رطوبتی هوا است. هوای خشک در طبیعت وجود ندارد و در هوای ظاهراً خشک بیابان‌ها نیز مقداری رطوبت وجود دارد (کاویانی و علیجانی ۱۳۸۰). در بهترین حالت رطوبت ٤% از ترکیب جوّ را به خود اختصاص می‌دهد. رطوبت نسبی بر روی سایر عناصر از قبیل: دما- بارش- فشار و... تأثیر زیادی دارد. تغییر رطوبت نسبی موجب کاهش یا افزایش سایر عناصر می‌شود و به همین دلیل است که می‌توان آن را یک عنصر مهم تلقی کرد.

دمای هوا نیز تأثیر زیادی بر روی سایر عناصر اقلیمی دارد. تغییر در دمای هوا گنجایش رطوبتی هوا را تغییر می‌دهد (هوای گرم گنجایش رطوبتی هوا را افزایش می‌دهد و هوای سرد آن را کاهش می‌دهد)، که این تغییرات باعث تغییر در بارش و به تبع آن تعداد روزهای بارش خواهد شد.

به دلیل اهمیت رطوبت نسبی و دمای هوا و تأثیر این دو بر بارش، در این تحقیق رابطه‌ی رطوبت نسبی و تعداد روزهای بارش از طریق روش همبستگی پیرسون بررسی می‌شود، و همچنین تعداد روزهای بارش (متغیر وابسته) از طریق رگرسیون خطی و رگرسیون چند متغیری با توجه به رطوبت نسبی و دمای سالانه (متغیرهای مستقل) برآورد خواهد شد. در این زمینه سؤالاتی به شرح زیر مطرح می‌شود:

۱- آیا میزان رطوبت نسبی و تعداد روزهای بارش با هم رابطه دارند؟

۲- آیا می‌توان تعداد روزهای بارش را با توجه به میزان رطوبت نسبی پیش‌بینی کرد؟

۳- آیا می‌توان با توجه به میزان رطوبت نسبی و دمای سالانه تعداد روزهای بارش را برآورد کرد؟

در زمینه‌ی بارش مطالعات زیادی انجام گرفته است. برای مثال:

(Delsole, 2007) از یک روش ارزیابی متقاطع دو بعدی برای انتخاب بهترین پارامتر ریج و تخمین خطای پیش‌بینی استفاده کرده است. وی برای این کار از میانگین فصلی2-m دمای زمینی(خشکی) استفاده کرده، و به این نتیجه رسیده که نتایج میانگین چند متغیری نشان می‌دهد که میانگین فصلی دما 2-m برای کمتر از سه ماه در چندین ناحیه قابل پیش‌بینی است.

عساکره (۱۳۸۳) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیری از قبیل رگرسیون چندمتغیری و رگرسیون ریج، تغییرات مکانی بارش سالانه استان اصفهان را طی دوره آماری ۲۰۰۰- ۱۹٦۹ بر اساس سه عامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع مورد بررسی قرار داده، و به این نتیجه رسیده است که رگرسیون معمولی با متغیرهای طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع قادر به توصیف مناسب پراکنش بارش در استان اصفهان نخواهد بود، و کاربرد رگرسیون ریج برای توصیف پراکندگی بارندگی می‌تواند تصوری صحیح‌تر از پراکندگی مکانی ریزش‌های جوّی در اصفهان ایجاد نماید.

جهانبخش و ترابی (۱۳۸۳) با استفاده از داده‌های آماری ٤۱ ایستگاه سینوپتیک و با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای ۵ منطقه اقلیمی همگون به این نتیجه رسیده‌اند که تغییرات زمانی مجموع بارش ماهانه نشان می‌دهد که علیرغم مباحثی که پیرامون مسأله تغییر بارش در ایران مطرح است، از نظر آماری تفاوت معنی‌دار میان مقادیر بارش در فاصله سالهای ۱۹۹۵- ۱۹٦٦ در هیچ یک از مناطق پنجگانه صرفنظر از ناحیه نیمه‌خشک وجود ندارد، و بارش ماهانه در ایستگاه‌های حاشیه کویر در طول سی سال آماری دارای تغییرات معنی داری بوده است.

مرادی (۱۳۸۳) برای پیش‌بینی سیلابها بر اساس موقعیت‌های سامانه‌های همدیدی در شمال شرق کشور، طی دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۹۹- ۱۹۷۰)

از نقشه‌های روزانه هواشناسی سطح زمین و ترازهای بالا و همچنین از رگرسیون چند متغیری استفاده کرده است. با استفاده از یک متغیر وابسته (مقدار بارش) و حدود ۵۰ متغیر مستقل به این نتیجه رسیده است که مراکز چرخندی مؤثر در بارش منطقه عمدتاً دارای چهار منشأ هستند.

در این تحقیق رابطه‌ی میانگین رطوبت نسبی سالانه و دمای سالانه و تعداد روزهای بارش سالانه ایستگاه زنجان طی دوره زمانی پنجاه ساله (۲۰۰۵-۱۹۵۶) با استفاده از روشهای همبستگی ورگرسیون خطی و رگرسیون چند متغیری مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

داده‌ها و روش‌ها

پارامترهای میانگین رطوبت نسبی سالانه و دمای سالانه و تعداد روزهای بارش سالانه سال‌های ۲۰۰۵ - ۱۹۵۶ ایستگاه زنجان از طریق سایت سازمان هواشناسی به دست آمده است. ایستگاه زنجان در طول E ۲۹´ ۴۸° و عرض N ۴۱´ ۳۶° و ارتفاع ۱۶۲۰m از سطح دریا واقع شده است.

داده‌های مفقود پارامتر میانگین رطوبت نسبی از طریق میانگین داده‌های پنج سال برای داده هر ماه مفقود بازسازی شده و سپس داده‌ی سالانه از طریق میانگین حسابی محاسبه شده است.

برای محاسبه‌ی رابطه‌ی میانگین رطوبت نسبی سالانه و تعداد روزهای بارش سالانه- دمای سالانه و تعداد روزهای بارش سالانه و همچنین رابطه‌ی میانگین رطوبت نسبی سالانه و دمای سالانه از روش همبستگی پیرسون استفاده شده است که به صورت زیر ارائه می‌شود؛

(فرمول شماره یک)

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})-(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2(y_i-\bar{y})^2}}$$

r به دست آمده عددی بین ۱- و ۱+ خواهد بود. هر چند r محاسبه شده (بدون در نظر گرفتن علامت) به ۱ نزدیکتر باشد رابطه قوی‌تر است.

در این مدل همبستگی متغیرهای مستقل میانگین رطوبت نسبی(x) و دمای سالانه (x) و متغیر وابسته‌ی تعداد روزهای بارش سالانه (y) می‌باشد. برای آزمون ضریب همبستگی از آماره‌ی t استفاده می‌شود. سپس با مقایسه to و tc به دست آمده از جدول t میزان معنی‌داری رابطه بدست می‌آید. اگر to بزرگتر از tc باشد ضریب همبستگی معنادار است، و می‌توان رابطه را پذیرفت.

برای پیش‌بینی مقدار متغیر وابسته از روی متغیر مستقل از روش رگرسیون ساده‌ی خطی استفاده می‌شود. رگرسیون به معنای بازگشت است و نشان می‌دهد که مقدار یک متغیر دیگری برمی‌گردد. در رگرسیون ساده خطی یک خط از وسط داده‌ها عبور می‌کند که کمترین مربعات خطا را دارد، این خط در یک فضای دو برداری نمایش داده می‌شود. رگرسیون به صورت زیر نمایش داده می‌شود؛

(فرمول شماره دو)

$$\hat{y} = a + bx + e_t$$

در این مدل a عرض از مبدأ است و نشان دهنده‌ی جایی است که رابطه آغاز می‌شود. b شیب خط معادله است. شیب b میزان تغییر در y را در ازای یک واحد تغییر در x نشان می‌دهد. علامت ضریب b نشان دهنده‌ی نوع رابطه است.اگر b>۰ باشد نشان دهنده‌ی رابطه مستقیم دو متغیر، اگر b<۰ باشد نشاندهنده‌ی رابطه معکوس دو متغیر و اگر b=۰ باشد نشان می‌دهد که متغیرها رابطه خطی نداشته و مستقل هستند. b و a از روش کمترین مربعات خطا به دست می‌آیند. برای پذیرفتن ضرایب b و a وکل رابطه باید چهار نوع آزمون انجام دهیم.

۱) آزمون ضریب b
۲) آزمون ضریب a
۳) تحلیل واریانس
٤) آزمون مانده‌ها

برای آزمون ضرایب b و a از آمار t استفاده می‌شود. به این صورت که آماره to برای ضرایب b و a محاسبه می‌شود و با tc به دست آمده از جدول t مقایسه می‌گردد. در صورتی که در ضریب b و a ، to بزرگتر از tc باشد ضرایب b و a پذیرفته می‌شوند. در این روش در صورت معنادار بودن هر یک از مراحل مرحله بعد انجام می‌شود و اگر در هر چهار مرحله آزمون‌ها معنادار باشند، معادله رگرسیون پذیرفته می‌شود. در صورت پذیرفته شدن رگرسیون می‌توان مقدار متغیر وابسته را به میزان قابل قبولی از روی مقدار متغیر مستقل برآورد کرد. یک متغیر می‌تواند به متغیرهای بی‌شماری وابسته باشد. به همین دلیل است که نمی‌توان به صورت دقیق و قابل قبولی یک متغیر وابسته را از روی یک متغیر مستقل برآورد کرد. برای این که بتوان یک متغیر وابسته را به طور قابل قبول برآورد کرد باید از روش‌های چند متغیری استفاده نمود. یکی از این روش‌های چند متغیری روش رگرسیون چند متغیری است که توسط آن می‌توان یک متغیر وابسته را با توجه به چند متغیر مستقل پیش‌بینی نمود. در اینجا برای برآورد تعداد روزهای بارش سالانه (متغیر وابسته) توسط متغیرهای مستقل میانگین رطوبت نسبی سالانه و دمای سالانه از روش رگرسیون دو متغیری استفاده می‌شود که به شکل زیر بیان می‌شود؛

(فرمول شماره ۳)

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + ei$$

دررگرسیون دو متغیری به جای خط یک سطح از وسط داده‌ها عبور می‌کند. این سطح در فضایی سه‌برداری نمایش داده می‌شود که در آن بردارهای x۱ (میانگین رطوبت نسبی سالانه) و x (دمای سالانه) متغیرهای مستقل و y (تعداد روزهای بارش سالانه) متغیر وابسته می‌باشد. در این مدل a عرض از مبداء است. اگر مقیاس ارزش‌های x و x همانند یا تقریباً همانند باشند (تقریباً در یک دامنه قرار بگیرند)، در آن صورت ضرایب b تقریباً اهمیت نسبی متغیرهای مختلف را در پیش‌بینی y نشان می‌دهند ***(کرلینجر، جلد۱، ۶۳)***. ضریب رگرسیون به صورت ظاهر مبین تغییری است که در متغیر وابسته در ازای یک واحد تغییر در متغیر مستقل ایجاد می‌شود. متغیری که وزن بتای آن متوسط یا بالنسبه کوچک است در واقع ممکن است مهمترین متغیر مطالعه باشد. در صورتی که نمره‌ها استاندارد باشد این به معنای آن است که اگر متغیر مستقل یک انحراف استاندارد تغییر کند متغیر وابسته ß انحراف استاندارد تغییر خواهد کرد ***(کرلینجر، جلد۲، ۱۵۲)***. در این روش نیز پس از محاسبه‌ی ضریب a و ضرایب b، برای پذیرفته شدن آنها مثل مدل رگرسیون ساده خطی باید ضرایب را آزمون کرد. در صورت پذیرش همه‌ی مراحل آزمون می‌توان رگرسیون دو متغیری مورد محاسبه را پذیرفت. در

جدول ۱: نتایج آمار توصیفی رطوبت نسبی- تعداد روزهای بارش و دما (سالانه)

شاخص‌های آماری / متغیر	میانگین حسابی	انحراف از میانگین	واریانس	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی
میانگین رطوبت نسبی	۵۴/۵۶	۲/۷۲	۱۵/۰۸	۳/۸۸	۰/۷۱	۱/۱۹	۴/۱
تعداد روزهای بارش	۹۳/۶۸	۱۹/۹	۳۴۲/۸	۱۸/۵۱	۰/۱۹۷	-۰/۳۹	-۰/۰۷۲
دمای سالانه	۱۱/۰۲	۰/۶۸	۰/۸۵	۰/۹۲	۸/۲۶	-۰/۲۹	۰/۲

صورت پذیرفته شدن رگرسیون دو متغیری می‌توان میزان y (تعداد روزهای بارش سالانه) را از روی متغیرهای مستقل میانگین رطوبت نسبی و دمای سالانه پیش‌بینی نمود.

با توجه به سؤالات مطرح شده، فرضیاتی به قرار زیر ارائه می‌شود:

۱- متغیرهای رطوبت نسبی و تعداد روزهای بارش دارای رابطه مثبت می‌باشند.

۲- با توجه به رابطه‌ی مثبت رطوبت نسبی و تعداد روزهای بارش می‌توان تعداد روزهای بارش را از روی رطوبت نسبی برآورد کرد.

۳- رطوبت نسبی و دمای هوا تعیین کننده‌ی تعداد روزهای بارش هستند و می‌توان تعداد روزهای بارش را از روی آنها پیش‌بینی نمود.

مشخصات عمومی

میانگین رطوبت نسبی سالانه و تعداد روزهای بارش سالانه ایستگاه زنجان طی سال‌های ۲۰۰۵- ۱۹۵۶ (۵۰ سال) مورد بررسی قرار گرفته و نتایج زیر به دست آمده است.

رطوبت نسبی سالانه

میانگین حسابی رطوبت نسبی سالانه ۵۴/۵۶ محاسبه شده است که ۵۰% داده‌ها حول این عدد رخ داده‌اند و بیشترین احتمال وقوع را دارد. انحراف از میانگین ۲/۷۲ به دست آمده است که نشان می‌دهد هر یک از داده‌ها نسبت به میانگین به طور متوسط ۲/۷۲ واحد فاصله دارند. واریانس رطوبت نسبی سالانه ۱۵/۰۸ است که انحراف هر داده از میانگین است و بر خلاف شاخص انحراف از میانگین، انحرافات بسیار بزرگ را هم نشان می‌دهد. انحراف معیار ریشه دوم واریانس است و ۳/۸۸ می‌باشد که بهترین شاخص پراکندگی است.

ضریب تغییرات ۰/۷۱ به دست آمده است که نشان می‌دهد هر یک از داده‌ها نسبت به میانگین ۰/۷۱ درصد میانگین فاصله دارند. نتیجه به دست آمده برابر چولگی ۱/۱۹ است و به دلیل مثبت بودن علامت آن نشان می‌دهد که داده‌ها چوله به راست هستند. یعنی فراوانی داده‌های کمتر از میانگین بیشتر است، و تفاوت زیادی با توزیع نرمال دارند. ضریب کشیدگی ۴/۱ است و چون مثبت است نشان می‌دهد که داده‌ها تفاوت زیادی با منحنی نرمال دارند و منحنی داده‌ها از منحنی نرمال بلندتر است و داده‌ها در یک رنج محدودی قرار گرفته‌اند.

تعداد روزهای بارش سالانه

میانگین حسابی تعداد روزهای بارش سالانه ۹۳/۶۸ محاسبه شده است که ۵۰% داده‌ها حول این عدد رخ داده‌اند و بیشترین احتمال وقوع را دارد. انحراف از میانگین ۱۹/۹ به دست آمده است که نشان می‌دهد که هر یک از داده‌ها نسبت به میانگین به طور متوسط ۱۹/۹ واحد فاصله دارند. واریانس تعداد روزهای بارش سالانه ۳۴۲/۸ است که انحراف هر داده از میانگین است ولی چون توان دوم دارد، ریشه دوم آن محاسبه شده و انحراف معیار به دست آمده است که مساوی با ۱۸/۵۱ می‌باشد. ضریب تغییرات ۰/۱۹۷ به دست آمده است که نشان می‌دهد هر یک از داده‌ها نسبت به میانگین ۰/۱۹۷ درصد میانگین فاصله دارند. نتیجه به دست آمده برابر چولگی ۰/۳۹- است و به دلیل منفی بودن علامت آن نشان می‌دهد که داده‌ها چوله به چپ هستند. یعنی فراوانی داده‌های بیشتر از میانگین بیشتر است، و چون عدد به دست آمده کوچک است، داده‌ها تفاوت اندکی با توزیع نرمال دارند. ضریب کشیدگی ۰/۰۷۲- محاسبه شده و چون منفی است نشان می‌دهد که منحنی داده‌ها از منحنی نرمال کوتاه‌تر است و داده‌ها در یک محدوده‌ای پخش شده‌اند. عدد به دست آمده کوچک است و نشان می‌دهد که داده‌ها از نظر پراکندگی تقریباً نرمال هستند.

دمای سالانه

میانگین حسابی دمای سالانه ۱۱/۰۲ می‌باشد و داده‌ها نزدیک ۱۱/۰۲ اتفاق افتاده‌اند. انحراف از میانگین ۰/۶۸ به دست آمده است که نشان می‌دهد هر یک از داده‌ها نسبت به میانگین به طور متوسط ۰/۶۸ واحد فاصله دارند. واریانس دمای سالانه ۰/۸۵ است که انحراف هر داده از میانگین است، ریشه دوم آن ۰/۹۲ محاسبه شده و انحراف معیار نامیده می‌شود، واریانس و انحراف معیار داده‌های نامتجانس را نیز نشان می‌دهند. ضریب تغییرات ۸/۲۶ به دست آمده است که نشان می‌دهد هر یک از داده‌ها نسبت به میانگین ۸/۲۶ درصد میانگین فاصله دارند. نتیجه به دست آمده برابر چولگی ۰/۲۹- است، یعنی داده‌ها چوله به چپ هستند و فراوانی داده‌های بیشتر از میانگین بیشتر است، و چون عدد به دست آمده کوچک است، داده‌ها تفاوت اندکی با توزیع نرمال دارند. ضریب کشیدگی ۰/۱۹۷ محاسبه شده و نشان می‌دهد که منحنی داده‌ها از منحنی نرمال بلندتر است و داده‌ها در یک رنج محدود پخش شده‌اند. عدد ضریب کشیدگی کوچک است و نشان می‌دهد که داده‌ها از نظر پراکندگی تقریباً نرمال هستند.

همچنین آزمون نرمال برای هر دو متغیر محاسبه گردیده و نتیجه به دست آمده حاکی از آن است که متغیرهای رطوبت نسبی سالانه وتعداد روزهای بارش سالانه هیچ یک نرمال نیستند. آزمون استقلال نیز برای این دو متغیر از طریق آماره‌ی x^2 محاسبه شده است و نتیجه حاصل نشاندهنده‌ی عدم استقلال رطوبت نسبی سالانه و تعداد روزهای بارش سالانه می‌باشد.

بررسی همبستگی متغیرها

برای بررسی روابط متغیرها از همبستگی پیرسون (فرمول شماره ۱) استفاده شده است.

رابطه دو متغیر میانگین رطوبت نسبی سالانه و تعداد روزهای بارش سالانه توسط روش همبستگی (فرمول شماره ۱) محاسبه گردیده است. در این مدل X میانگین رطوبت نسبی سالانه و y تعداد روزهای بارش سالانه می‌باشد. نتیجه به این صورت به دست آمده است:

rxy=۰/٤٦

نتیجه به دست آمده نشان می‌دهد که به ازای یک واحد تغییر در انحراف معیار x ، ۰/٤٦ واحد در انحراف معیار y تغییر ایجاد می‌شود. برای درک مفهوم همبستگی می‌توان از ضریب تعیین استفاده نمود، به این صورت که مجذور r محاسبه می‌شود:

r=۰/٤٦ r^2 = ۰/۲۱

ضریب تعیین به دست آمده بیانگر این است که ۲۱% تغییرات میانگین رطوبت نسبی سالانه و تعداد روزهای بارش سالانه با هم همپوشی دارند. برای اطمینان از صحت ضریب همبستگی باید r را آزمون نمود. برای آزمون r فرض بر H_0:P=0 و H_1:P#0 گذاشته می‌شود. آزمون r به صورت زیر به دست آمده است:

to=۳/۵۸ tc =۲/۰۰۸٤

to آماره آزمون است وtc از جدول t استخراج می‌شود. در اینجا to محاسبه شده بزرگتر از tc است و با توجه به نتیجه حاصله H0 رد می‌شود و ضریب همبستگی به دست آمده معنا دار می‌باشد. آزمون استقلال انجام شده نیز نشان‌دهنده‌ی همین مسئله (عدم استقلال) می‌باشد. با توجه به اینکه ضریب همبستگی به دست آمده عددی مثبت است بیانگر این است که رابطه‌ی بین میانگین رطوبت نسبی و تعداد روزهای بارش رابطه‌ای مستقیم می‌باشد. این بدان معنی است که با افزایش در میانگین رطوبت نسبی تعداد روزهای بارش نیز افزوده می‌شود. هر چه عدد به دست آمده برای ضریب همبستگی به عدد یک نزدیکتر باشد رابطه قوی‌تر است. اگر رابطه‌ی قوی بین دو متغیر وجود داشته باشد می‌توان متغیر وابسته را در جاهایی که نیاز باشد با توجه به متغیر مستقل مورد پیش‌بینی قرار داد.

رابطه دو متغیر دمای سالانه و تعداد روزهای بارش سالانه توسط روش همبستگی (فرمول شماره ۱) محاسبه گردیده است. در این مدل x دمای سالانه و y تعداد روزهای بارش سالانه می‌باشد. نتیجه به صورت زیر به دست آمده است:

r_{xy}=-۰/٥٤

نتیجه بدست آمده نشان می‌دهد که به ازای یک واحد تغییر در انحراف معیار x ، ۰/٥٤- واحد در انحراف معیار y تغییر ایجاد می‌شود. ضریب تعیین این رابطه به صورت زیر است:

r= - ۰/٥٤ r^2 = ۰/۲۹

که نشان می‌دهد ۲۹% تغییرات این دو متغیر با هم رخ می‌دهد. آماره آزمون نیز به صورت|to| = ٤/٤٥- به دست آمده است و بزرگتر از tc است. بنابراین ضریب همبستگی معنادار می‌باشد.

بررسی رگرسیون خطی

برای پیش‌بینی یک متغیر وابسته با توجه به یک متغیر مستقل می‌توان از روش رگرسیون استفاده نمود. در اینجا برای برآورد تعداد روزهای بارش سالانه (متغیر وابسته) از روی رطوبت نسبی سالانه (متغیر مستقل) از روش رگرسیون ساده‌ی خطی استفاده شده است (فرمول شماره دو). ضرایب رگرسیون از طریق روش کمترین مربعات خطا به دست آمده است، که به صورت زیر می‌باشد: a = ۰/۸٦ b = ۰/۰۲

(توضیح: به دلیل معنادار نبودن رگرسیون حاصل از میانگین رطوبت نسبی و تعداد روزهای بارش در اینجا از لگاریتم متغیر وابسته (تعداد روزهای بارش) استفاده شده است. ضریب b رگرسیون محاسبه شده با استفاده از اعداد واقعی تعداد روزهای بارش سالانه با ٤۳% خطا همراه بود).

برای حصول اطمینان از صحت مقادیرb وa این دو ضریب باید مورد آزمون قرار گیرند. در اینجا برای آزمون ضریب b فرضهای H_0:ß=0 و H_1:ß#0 ارائه می‌شوند، تا ضریب b در سطح ۹۵% اطمینان آزمون شود. در نهایت آماره‌ی آزمون به صورت to = ۰/۵ به دست آمده و با tc = ۲/۰۰۹ مقایسه شده است. به دلیل بزرگ بودن مقدار tc از مقدار to نمی‌توان فرض H0 را رد کرد. بنابراین ضریب b به دست آمده نمی‌تواند معنادار باشد. با توجه به نتیجه به دست آمده نمی‌توان رگرسیون را مورد پذیرش قرار داد. به همین دلیل نمی‌توان مقدار متغیر وابسته را با توجه به متغیر مستقل پیش‌بینی کرد.

به دلیل وابسته بودن یک متغیر وابسته به تعداد زیادی از متغیرها، می‌توان برای پیش‌بینی یک متغیر از روی چند متغیر مستقل از روش رگرسیون چند متغیری استفاده نمود. در اینجا به علت داشتن دو متغیر مستقل، میانگین رطوبت نسبی و دمای سالانه و یک متغیر وابسته، تعداد روزهای بارش، از رگرسیون دو متغیری (فرمول شماره سه) استفاده شده است. در این مدل نیز از لگاریتم تعداد روزهای بارش (متغیر وابسته) استفاده شده است. معادلات نرمال رگرسیون دو متغیری به صورت زیر می‌باشد:

۵۰ a+(۲۷۲۸ b)+(۵۵۱/۱ b)=٤٦٨٤

۲۷۲۸ a+(۱٤۹٥۹٤ b)+(۳۰۰۲۹/۷ b)=۲٥۷۲۲۳

٥٥۱/۱ a+(۳۰۰۲۹/۷ b)+(٦۱۱٦/۰٥ b)=٥۱۱۷۲/۳

ضریب a و ضرایب b به صورت زیر به دست آمده‌اند:

b_1 = ۰/۰۰۸ a = ۲/۰۳۱ b = -۰/۰٤٥

میزان خطای محاسبه شده برای ضرایب کوچک است و به این دلیل می‌توان ضرایب را پذیرفت.

Fo = ۱۳/۰۲۹ (آماره آزمون) به دست آمده است و با Fc = ٤/۰۸٥ با ۹۵% اطمینان، که از جدول F استخراج می‌شود مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

جدول ۲: ضرایب رگرسیون دو متغیری

Sig.	t	Standardized Coefficients	Unstandardized coefficients			MODEL
		Beta	Std.Error	B		
.000	8.837		.230	2.031	(Constant)	1
.010	2.697	.323	.003	.008	HUMIDITY	
.001	-3.650	-.437	.012	-.045	TEMP	

جدول ۳: تحلیل واریانس رگرسیون دو متغیری

sig.	F	Mean Square	df	Sum of squares		Medel
.000(a)	13.029	.079	2	.158	Regression	1
		.006	47	.284	Residual	
			49	.442	Total	

Fo بزرگتر از Fc است و به این معنا است که رگرسیون معنادار می‌باشد. به همین دلیل می‌توان به پیش‌بینی مقدار متغیر وابسته با توجه به مقادیر متغیرهای مستقل پرداخت.

نتیجه

با توجه به یافته‌های این تحقیق میانگین رطوبت نسبی و تعداد روزهای بارش رابطه‌ی مستقیم دارند، که این امر فرضیه ۱ را اثبات می‌کند. ولی با توجه به نتیجه رگرسیون خطی نمی‌توان به برآورد تعداد روزهای بارش از روی میانگین رطوبت نسبی پرداخت. با توجه به این نتیجه فرضیه ۲ رد می‌شود. رد نشدن فرض H0 در آزمون ضریب b در رگرسیون خطی، این امر را ثابت می‌کند. با توجه به پذیرفته شدن رگرسیون دو متغیری فرضیه ۳ نیز اثبات می‌شود، و می‌توان مقادیر تعداد روزهای بارش سالانه را با متغیرهای رطوبت نسبی سالانه و دمای سالانه مورد پیش‌بینی قرار داد. چون داده‌های میانگین رطوبت نسبی و تعداد روزهای بارش هیچ یک نرمال نیستند، نمی‌توان نتایج به دست آمده را به جامعه تعمیم داد.

منابع و مآخذ

۱- عادل آذر و مؤمنی، آمار و کاربرد آن در مدیریت، سمت، تهران، ۱۳۸۵، جلد اول، چاپ سیزدهم.

۲- عادل آذر و مؤمنی، منصور،آمار و کاربرد آن در مدیریت، سمت، تهران، ۱۳۸٤، جلد دوم، چاپ هشتم.

۳- عساکره، حسین، مدلسازی تغییرات مکانی عناصر اقلیمی، مطالعه موردی بارش سالانه اصفهان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی ۱۳۸۳، ۷٤.

٤- جهانبخش، سعید و ترابی، سیما، بررسی و پیش‌بینی تغییرات دما و بارش در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی ۱۳۸۳. ۷٤.

۵- کاویانی، محمدرضا و علیجانی، بهلول، مبانی آب و هواشناسی، سمت، تهران ۱۳۸۰، چاپ هشتم.

٦- کرلینجر، فرد. ان و پدهازور، الازار. جی. ترجمه سرایی، حسن(۱۳۸٤)، رگرسیون چند متغیری در پژوهش رفتاری، جلد اول، انتشارات سمت، تهران، چاپ اول.

۷- کرلینجر، فرد، ان و پدهازور، الازار. جی. ترجمه سرایی، حسن(۱۳٦٦)، رگرسیون چند متغیری در پژوهش رفتاری ، جلد دوم، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران، چاپ اول.

۸- مرادی، حمیدرضا، پیش‌بینی سیلابها بر اساس موقعیت‌های سامانه‌های همدیدی در شمال شرق ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی ۱۳۸۳، ۷۵.

9- Delsole, Timothy(2007), A Bayesian Framework for Multimodel Regression, Journal of climate, Vol. 20. 2810-2826