مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد چهاردهم، شماره سوم، مرداد – شهریور ۱۳۸۶
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

ارزیابی پیش‌بینی باران با بکار گیری تکنیک SARIMA در استان گلستان

***حسین شریفان[۱] و بیژن قهرمان[۲]**

[۱]دانش‌آموخته دوره دکتری در رشته آبیاری، دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیات علمی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸٤/۱۲/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۸/۲۷

چکیده

در عصر کنونی محدودیت منابع آبی جهت تأمین آب مورد نیاز کشاورزی و غیرکشاورزی موجب بروز مشکلات عمده‌ای شده است و باران به‌عنوان یکی از مهمترین منابع آبی موجود محسوب می‌شود. بنابراین، پیش‌بینی و برآورد نزولات جوی برای هر منطقه و آبخیز به‌عنوان یکی از مهمترین پارامترهای اقلیمی در استفاده بهینه از منابع آبی محسوب می‌گردد. برای پیش‌بینی باران می‌توان از سری‌های زمانی استفاده نمود. هدف از انجام این تحقیق بررسی مناسب‌ترین مدل برآورد باران می‌باشد، بطوری‌که با بکارگیری باران‌های ۱۰ روزه و ماهانه دوره ۲٦ ساله (۷۸-۱۳۵۳) و پس از تعیین پارامترهای مدل غیرفصلی و فصلی مدل SARIMA و با استفاده از نرم افزار MINITAB مقادیر باران ۱۰ روزه، ماهانه چهار سال آخر دوره (۸۲-۱۳۷۹) در ایستگاه‌های فاضل آباد (با اقلیم مرطوب)، گرگان (با اقلیم نیمه‌مرطوب)، مراوه تپه (با اقلیم نیمه‌خشک) و ترشکلی (با اقلیم خشک) واقع در استان گلستان تخمین زده شدند. سپس مقادیر باران ماهانه پیش‌بینی شده براساس بهترین توزیع آماری به باران‌های ۱۰ روزه تقسیم و از جمع باران‌های ۱۰روزه هرسال، باران سالانه محاسبه گردید. با مقایسه مقادیر برآوردی باران ۱۰ روزه، ماهانه و سالانه با مقادیر واقعی متناظر نتیجه شد برای پیش‌بینی باران فقط در مقیاس ۱۰روزه استفاده از باران های ۱۰روزه و در مقیاس ماهانه و سالانه روش استفاده از داده‌های ماهانه از دقت بیشتری برخوردار هستند. اما در مطالعات باید هر سه مقیاس در نظر گرفته شود، بنابراین پس از بررسی‌های لازم برای برآورد باران‌های ۱۰ روزه توصیه می‌شود، در ابتدا با استفاده از داده‌های مشاهداتی باران ماهانه، مقادیر باران ماهانه برآورد شده، سپس این مقادیر پیش بینی شده براساس الگوی باران‌های ۱۰روزه پیش‌بینی شده (با استفاده از باران‌های ۱۰ روزه) خرد شوند، تا تخمین بازندگی از دقت بیشتری برخوردار باشد.

واژه‌های کلیدی: سری زمانی، پیش‌بینی باران، مدل SARIMA، استان گلستان

*- **مسئول مکاتبه:** h_sharifan47@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کمبود و یا عدم‌توزیع مناسب آب یکی از بزرگترین دغدغه‌های قرن حاضر است که در آینده یکی از مشکلات بشریت به حساب خواهد آمد. از یک طرف هرساله با کم شدن کمیت و تخریب کیفی آب، منابع آب با محدودیت بیشتری روبرو می‌شود و از سوی دیگر مصرف و تقاضا برای آب همواره رو به افزایش است. از طرفی ایران کشوری خشک تا نیمه‌خشک محسوب شده و مدیریت استفاده صحیح از منابع آبی ضروری است. بنابراین، برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از منابع آبی با هدف رسیدن به توسعه پایدار حائز اهمیت است. پیش‌بینی بارندگی و برآورد میزان آن در هر مقیاس زمانی برای هر منطقه، به‌عنوان یکی از مهمترین پارامترهای جوی، از اهمیت ویژه‌ای در استفاده بهینه از منابع آبی برخوردار است.

سری زمانی به مجموعه‌ای از دیده‌بانی‌ها و یا مقادیر ثبت شده از یک متغیر گفته می‌شود که برحسب زمان مرتب شده باشد. هدف از سری زمانی، تعیین قانون‌مندی و شناسایی رفتار آن جهت پیش‌بینی در آینده می‌باشد. در مباحث آب‌شناختی همانند بارندگی و رواناب با فرآیندهای تصادفی سروکار داریم. مجموعه متغیرهای فرآیند تصادفی ممکن است وابسته و یا مستقل از هم باشند. اگر فقط مقادیر غیرصفر مدنظر باشد، سری از نوع غیرمتناوب و در غیر این‌صورت متناوب می‌باشد. باران‌های ساعتی، روزانه، ماهانه و یا سالانه از این نوع سری هستند. از طرف دیگر اگر قوانین احتمال حاکم بر فرآیند در طول زمان تغیر نکند، سری از نوع ایستا می‌باشد و این ایستایی می‌تواند در میانگین، واریانس و کوواریانس تعریف شود. به‌طور نمونه در مباحث هیدرولوژی، تغییرات جوی زمین در یک دوره نامعلوم مانند وقوع سال‌های پر باران و به‌دنبال آن خشکسالی‌های پی‌درپی موجب می‌شود تا سری زمانی بارندگی نا ایستا شود. یکی از شرایط اولیه استفاده از داده‌ها در مباحث سری زمانی، ایستا بودن آن‌هاست، در غیر اینصورت باید ناایستایی رفع شود. برای ایستا نمودن داده‌ها در میانگین از روش تفاضلی و برای تبدیل پایداری در واریانس از روش باکس- کاکس می‌توان استفاده نمود (باکس و کاکس، ۱۹٦٤). در جهت مدل‌سازی از سری‌های زمانی، در اغلب موارد متخصصان از انواع متنوع مدل‌های ریاضی و آماری بهره می‌گیرند بطوری‌که همبستگی‌های موجود مابین زمان و مشاهدات مد نظر می‌باشد (نیرومند و بزرگ‌نیا، ۱۹۹۳). مدل‌های سری زمانی عبارتند از:

۱- مدل تصادفی خود همبسته(AR(p): اساس این مدل بر پایه زنجیره مارکف در زنجیره زمانی بنا شده است. یک سری زمانی از زنجیره مارکف تبعیت می‌کند، اگر هر داده ثبت شده سری زمانی در زمان t با زمان قبل و یا زمان بعد از خود مرتبط باشد.

۲-مدل میانگین متحرک(MA(q): در این مدل متغیر در زمان t از روی مقدار تصادفی همان لحظه به‌علاوه q برابر مقدار تصادفی مربوط به زمان‌های قبل از t برآورد می‌شود.

۳-مدل خود همبسته-میانگین متحرک(ARMA(p,q): هرگاه دو مدل قبلی در یکدیگر ادغام شوند، مدل ARMA با مرتبه‌های p و q تصادفی مربوط به زمان‌های قبل از t برآورد می‌شود(معادله ۱).

$$Z_t = \mu + \sum_{i=1}^{p}(Z_{t-i} - \mu) - \sum_{i=1}^{q}\theta_i a_{t-i} + a_t \quad (۱)$$

که در آن: Z_t: مقدار پیش بینی شده، Z_{t-i}: اطلاعات مربوط به گذشته سری، μ: میانگین سری، θ, ϕ: ضرایب مدل، a_t، a_{t-i}: به‌ترتیب اغتشاش در حال و گذشته می‌باشد.

٤-مدل خودهمبسته-میانگین متحرک تلفیق شده ARIMA(p,d,q) : از آنجا که برای استفاده از مدل‌های فوق باید فرآیند ایستایی برقرار باشد، از این رو باکس و همکاران (۱۹۹٤) در شرایط ناایستایی، مدل ARIMA را با در نظر گرفتن مرتبه تفاضلی d ارائه نمودند.

Archive of SID

www.SID.ir

۵- مدل خودهمبسته- میانگین متحرک تلفیق شده فصلی SARIMA(p,d,q)(P,D,Q) : هر گاه در یک سری بعد از هر فاصله زمانی مشخص(s)، شباهت‌هایی پیدا شود، سری دارای رفتار فصلی یا تناوبی با دوره تناوب S می‌شود. برای ساخت این مدل‌ها، چهار مرحله شناسایی مدل، برازش الگو، تشخیص درستی الگو و پیش‌بینی باید انجام گیرد.

در زمینه استفاده از سری‌های زمانی در مدل‌سازی پارامترهای هیدرولوژیکی همچون بارندگی، دما و جریان‌های رودخانه پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است (آشگر طوسی، ۲۰۰۳). طی بررسی تحقیقات گذشته، دانشمندان به منظور تحلیل تغییرات پارامترهای اقلیمی تلاش نموده‌اند تا این پارامترها را الگوسازی و سپس شبیه‌سازی نمایند. الگوسازی در خانواده آرما، آریما و آریمای فصلی یکی از شیوه‌های مهم و معتبر در شبیه سازی پارامترهای اقلیمی است (باکس و همکاران، ۱۹۹٤). از این گونه پژوهش‌ها و مطالعات می‌توان به کارهای جونز (۱۹۸٦)، هانسن و لبدف (۱۹۸۸)، بلوفلید و نیچکا (۱۹۹۲) و فولاند (۱۹۹۰) اشاره نمود. نواکز و همکاران (۱۹۸۵) قدرت پیش‌بینی کوتاه مدت مدل‌های SARIMA، ARIMA و مدل‌های خودهمبسته دوره‌ای (PAR) را بر روی سری ۳۰ ماهه جریان مقایسه کردند و نشان دادند که مدل‌های خودهمبسته دوره‌ای دقیق‌ترین پیش بینی را دارند. آن‌ها همچنین برتری تبدیل لگاریتمی را به دیگر تبدیل‌های باکس-کاکس بر اساس روش حداکثر درستنمایی به‌دست آوردند.

هالتینر و سالاس (۱۹۸۸) از یک مدل ARMA(1,1) فصلی در مدل‌سازی دومتغیره جریان ماهانه در رودخانه‌های یامپا و وایت[1] در شمال غربی کالیفرنیا استفاده کردند. آنها پارامترهای مدل را از دو روش حداکثر درستنمایی و گشتاورها به دست آورده و با یکدیگر مقایسه کردند.

بورلاندو و همکاران(۱۹۹٦) از مدل‌های ARIMA جهت پیش‌بینی بارندگی‌های ساعتی در زمان وقوع آن‌ها استفاده کردند و مقادیر به دست آمده را با داده‌های باران‌سنجی مقایسه کردند. آن‌ها در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که با افزایش مدت دوام بارندگی، پیش بینی‌ها روند دقیق‌تری داشتند و با کوتاه‌تر شدن دوام بارندگی، اختلاف میزان باران پیش بینی از مقدار واقعی متناظر خود بیشتر می‌شود.

در کشور ایران به لحاظ سابقه کوتاه در بهره‌گیری از روش‌های اندازه‌گیری مستقیم داده‌های جوی، از این روش کمتر استفاده شده است (خردمند نیا و عساکره، ۲۰۰۱). در این میان می‌توان به کار جمشیدی (۱۹۸۹) در مدل دما-بارش ایستگاه تهران، مالکی (۱۹۸۹) در الگوسازی دما و بارش غرب کشور و رسولی (۲۰۰۲) برای پیش‌بینی دمای ماهانه شهر تبریز اشاره نمود. خردمندنیا و عساکره (۲۰۰۱) برای پیش‌بینی درجه حرارت متوسط ماهانه منطقه جاسک از مدل‌سازی SARIMA استفاده نمودند. آشگرطوسی (۲۰۰۳) با استفاده از سری‌های زمانی، خشکسالی منطقه شیروان را در استان خراسان را پیش‌بینی نمود و براساس نتایج به‌دست آمده، بهترین الگوی کشت را پیشنهاد کرد. احمدی (۲۰۰٤) در تحقیقی مقدار باران سالانه ایستگاه‌های هواشناسی استان خراسان را با استفاده از سری‌های زمانی و مدل SARIMA پیش‌بینی نمود. از آنجا که در برخی از مدل‌های بهینه‌سازی به بارانهای ۱۰ روزه نیاز می‌باشد، از این‌رو در این تحقیق سعی شده است با استفاده از آمار بارندگی سال‌های پیش و بکارگیری تکنیک سری‌های زمانی، مناسب‌ترین روش برای پیش بینی بارندگی در مقیاس‌های ۱۰ روزه، ماهانه و سالانه در ایستگاه‌های مورد نظر ارائه گردد. بنابراین هدف از این تحقیق ارائه مدلی جهت پیش‌بینی بارانهای۱۰ روزه ایستگاه‌های معرف اقلیم استان گلستان با دو نگرش: الف) برآورد مستقیم و ب) برآورد بارش ماهانه و توزیع مناسب برای تفکیک آن به دوره‌های ۱۰ روزه می‌باشد.

1-1-Yampa & White rivers

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ابتدا بر اساس آمار و داده‌های هواشناسی (۸۲-۱۳۵۳)، اقلیم ایستگاه‌های مختلف استان با روش دومارتن مشخص گردید. سپس ایستگاه‌های فاضل آباد، گرگان، مراوه تپه و ترشکلی که دارای اقلیم‌های متفاوتی بودند به عنوان ایستگاه‌های معرف اقلیم استان انتخاب شدند. اقلیم این ایستگاه‌ها به‌ترتیب مرطوب، نیمه مرطوب، نیمه خشک و خشک بود. دوره آماری بالا به دو دوره ۲٦ و ٤ ساله به ترتیب برای ساخت مدل و دوره پیش‌بینی/ آزمون تقسیم شد.

مراحل ساخت سری زمانی : ساخت مدل‌های سری زمانی شامل چهار مرحله می‌باشد که بصورت تکراری انجام شد:

۱- مرحله شناسایی الگو: در این مرحله با رسم نمودارهای خود همبستگی (SAC) و خودهمبستگی جزیی (SPAC) و آزمون بارتلت-لون ایستایی در میانگین و واریانس داده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. در صورت ناایستایی ابتدا سری مورد نظر با استفاده از سری تفاضلی مناسب و تبدیل داده‌ها از روش باکس-کاکس در میانگین و واریانس پایدار شده، سپس سری ایستا گردید. بنابراین، در این مرحله با آنالیز واریانس داده‌های تفاضل شده، مرتبه پارامترهای d و D برای مدل طوری انتخاب شد که دارای حداقل واریانس باشد. از سوی دیگر با استفاده از نمودارهای SPAC و SAC مراتب p، q و P، Q مشخص گردید.

۲- برازش الگو(برآورد پارامترها): در این مرحله با شناسایی الگوهای مناسب در مرحله قبل، معنی‌داری مقادیر t و p متناظر بررسی شد و مدلی که دارای مجموع مربعات خطا (SSE[1]) و میانگین مربعات خطای (MSE[2]) کوچکتری بود، انتخاب گردید.

۳- تشخیص درستی الگو: جهت بررسی درستی مدل، نمودار باقیمانده‌ها از نظر نرمال بودن و ایستایی مورد ارزیابی قرار گرفت.

٤- پیش‌بینی: با استفاده از تبدیل باکس-کاکس، مقادیر سری داده‌های پیش‌بینی شده به مقادیر باران تصحیح شدند. نتایج به دست آمده به‌عنوان داده‌های نهایی باران پیش‌بینی شده برای سال‌های مورد نظر ارزیابی شد. جهت مدل‌سازی داده‌های بارندگی ایستگاه‌های فوق از نرم-افزار Minitab استفاده گردید که اساس کار آن همان شیوه تکراری باکس – جنکینز می‌باشد.

مقیاس زمانی مدل‌سازی و مقیاس زمانی آزمون کارایی مدل‌ها: از دو مقیاس زمانی ۱۰ روزه (مدل الف) و ماهانه(مدل ب) برای مدل‌سازی استفاده شد. برای آزمون کارایی مدل‌ها، از سه مقیاس زمانی ۱۰ روزه، ماهانه و سالانه استفاده گردید.

در مدل الف با استفاده از نرم‌افزار Minitab داده‌های ۱۰ روزهٔ ۲٦ سال مورد تحلیل قرار گرفت. بعد از انجام مدل‌سازی، مقادیر باران ۱۰ روزه برای چهار سال (۱٤٤داده) آخر دوره (سال‌های ۸۲-۱۳۷۹) پیش بینی شد. از مجموع این مقادیر، باران ماهانه و سالانه چهار سال آخر برآورد شد. از مقادیر به‌دست آمده برای آزمون کارایی مدل‌ها استفاده گردید.

در مدل ب با استفاده از داده‌های باران ماهانه ۲٦ ساله (۳۱۲=۱۲×۲٦) و با نرم افزار فوق، مقادیر باران ماهانه چهار سال (۸۲-۱۳۷۹) به تعداد ٤۸ داده پیش‌بینی گردید. همچنین از مجموع باران‌های ماهانه هر سال، مقدار باران سالانه به دست آمد.

سپس بر اساس توزیع باران دهه‌های هر ماه مربوط به سالی که (از بین سال‌های ۱۳٥٤ تا ۱۳۷۸) به سال پیش‌بینی نزدیکتر است، باران ۱۰روزه هر ماه برآورد گردید.

در پایان مقادیر باران ۱۰ روزه، ماهانه و سالانه پیش‌بینی‌شده از دو روش فوق با مقادیر واقعی متناظر مقایسه شده و نتایج حاصله مورد بررسی قرار گرفت.

1- Sum of Squares Error
2- Mean of Squares Error

Archive of SID

www.SID.ir

آزمون های آماری: برای ارزیابی مقدار باران پیش بینی شده (R_{est}) برای دوره‌های ۱۰روزه، ماهانه و سالانه از دو روش بالا با مقادیر واقعی متناظر($R_{act.}$)، از پارامترهای آماری درصد خطا (ERRORمعادله ۲) مقدار خطای استاندارد تخمین‌ها (SEE معادله ۳)، قدر مطلق متوسط انحراف از مقدار واقعی (MBE معادله ٤)، مورد مقایسه قرار گرفت. از سوی دیگر با رگرسیون‌گیری بین مقادیر تخمینی (متغیر وابسته) با مقادیر واقعی(متغیر مستقل)، ضرایب همبستگی، شیب بهترین خط برازش، عرض از مبدأ و ضریب تبیین(R^2) مورد بررسی قرار گرفت. همچنین شیب خط رگرسیون با شیب خط بهترین تطابق ایده‌آل (۱:۱) با استفاده از آزمون t نیز مقایسه شد. پارامترهای آماری به شرح زیر تعریف شده اند.

$$Errorr = (R_{act} - R_{est}) / (R_{act}) * 100 \quad (۲)$$

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum (R_{act} - R_{est})^2}{(n-1)}} \quad (۳)$$

$$MBE = abs.(R_{act} - R_{est}) / n \quad (٤)$$

$$e = R_{act} - R_{est.} \quad (۵)$$

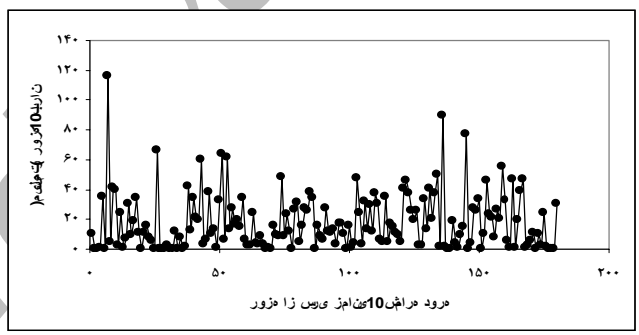
$$\sigma^2 = \frac{\sum e^2}{(n-2)} \quad (٦)$$

$$S_b = \frac{\sigma^2}{\sum (R_i - R_{avg.})^2} \quad (۷)$$

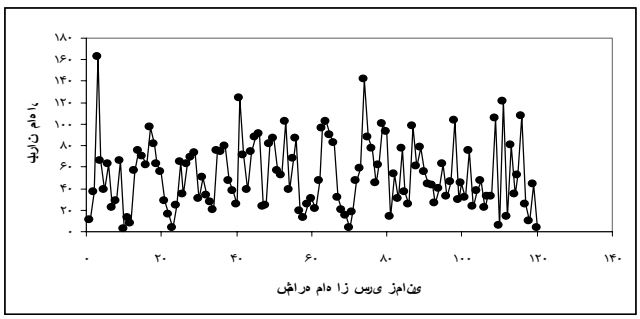
در معادلات فوق e : خطا، σ : انحراف از معیار و Sb: پارامتر آماری برای استفاده در آزمون t می‌باشد (چارلز، ۱۹۷۷).

نتایج و بحث

رژیم بارندگی: در شکل‌های ۱ تا ۳ نمودارهای سری زمانی بارندگی با دوره‌های ۱۰ روزه، ماهانه و سالانه در ایستگاه همدید (سینوپتیک) گرگان نشان داده شده است. با توجه به هر یک از نمودارها می‌توان نتیجه گرفت که داده‌های بارندگی از روندی فصلی برخوردارند. (لازم به ذکر است به لحاظ جلوگیری از شلوغی نمودارها، تعداد سال‌های بکار رفته در محور افقی هریک از نمودارها با یکدیگر متفاوت است).



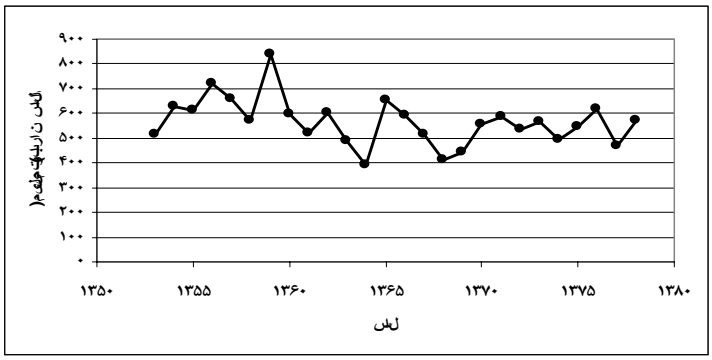
شکل ۱- نمودار سری زمانی مقادیر ۱۰ روزه بارندگی در ایستگاه همدید گرگان (۵۷-۱۳۵۳).



شکل ۲- نمودار سری زمانی مقادیر ماهانه بارندگی در ایستگاه همدید گرگان (٦٤-۱۳۵۳).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- نمودار سری زمانی مقادیر سالانه بارندگی در ایستگاه همدید گرگان.

ویژگی‌های مدل‌ها: بر اساس مطالب ارایه شده در صورتی که سری زمانی در واریانس ناایستا باشد، باید قبل از هرگونه تحلیلی، پایداری واریانس روی داده‌ها بررسی شود. به‌منظور بررسی همگنی واریانس داده‌های سری زمانی، می‌توان در نرم‌افزار Minitab از آزمون بارتلت استفاده نمود. آزمون بارتلت علاوه بر همگنی واریانس، نرمال بودن داده‌ها را نیز در نظر گرفته و آزمون می‌نماید، بنابراین دقت آن بیشتر است. اما آزمون لون فقط همگنی واریانس را در نظر می‌گیرد. مقدار α را معمولاً ۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۱ در نظر می‌گیرند که ضریب اطمینان متناظر با مقدار α به ترتیب برابر ۹۰ درصد، ۹۵ درصد و ۹۹ درصد خواهد بود و اغلب از مقدار ۰/۰۵ برای α استفاده می‌شود. بنابراین با استفاده از آزمون بارتلت و لون داده‌های ۱۰ روزه بارندگی در ایستگاه سینوپتیک گرگان مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این آزمون نشان می‌دهد که مقدار P در آزمون لون برابر ۰/۵۹۹ ودر آزمون بارتلت برابر صفر می‌باشد. با توجه به اعتبار بیشتر آزمون بارتلت نسبت به آزمون لون، مقدار P از α=۰/۰۵ کوچکتر بوده، بنابراین فرض H0 با اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود و می‌توان گفت که واریانس داده‌های اصلی ناایستاست و باید با تبدیلی مناسب، واریانس داده‌ها را پایدار نمود. (در این آزمون فرضیه صفر H0 به صورت معادله ۸ در نظر گرفته می‌شود:

$$H0:\sigma_1^2=\sigma_2^2=....=\sigma_n^2 \qquad (۸)$$

که در آن: σ۲ واریانس داده‌ها در یک دوره فصلی و n تعداد دوره‌های فصلی موجود در دوره‌های آماری) است.

استفاده از تبدیل باکس– کاکس: با توجه به این نکته که داده‌های باران در ایستگاه سینوپتیک گرگان در واریانس ناایستا می‌باشند، با استفاده از تبدیل باکس-کاکس داده‌های مورد نظر ایستا گردید. بدین‌منظور با استفاده از نرم‌افزار Minitab تبدیل باکس-کاکس روی داده‌ها انجام شد. برای انجام تبدیل باکس-کاکس باید داده‌های سری زمانی مثبت و غیر صفر باشند. با توجه به این نکته که در داده‌های بارندگی تعداد زیادی عدد صفر (نبود بارندگی در ۱۰ روزه یا ماهانه) در هر سال وجود دارد، پس برای مثبت کردن سری می‌توان مقدار ثابتی را به تمام عناصر سری اضافه نمود. اضافه نمودن این مقدار ثابت و مثبت به همه عناصر سری، در واریانس بی تأثیر است.

$$y_t^{'}=y_t+C \qquad (۹)$$

که در آن: y'_t= داده تبدیل شده، y_t= داده اصلی، C=مقدار ثابت است.

بر اساس بررسی‌های انجام شده برای ایستگاه گرگان مناسب‌ترین مقدار ثابت (کوچکترین ضریب که موجب ایستایی می‌گردد) برای داده‌های۱۰ روزه و ماهانه به‌ترتیب ۲/۵ و ۰/۱ در نظر گرفته شد. بعد از الگوسازی و پیش‌بینی باید تأثیر این افزایش و تبدیل بر روی مقادیر پیش‌بینی شده را در نظر گرفت و آنها را اصلاح نمود.

پس از آزمون باکس-کاکس روی مقادیر y'_t ، مقدار پارامتر تبدیل (λ) مشخص شد. برای پایداری واریانس

Archive of SID

www.SID.ir

داده‌ها با توجه به مقدار λ و با استفاده از جدول راهنمای این تبدیل مقادیر سری y'_t به سری y^*_t تبدیل شدند.

در این قسمت برای λ مربوط به سری داده های ۱۰ روزه باران ایستگاه سینوپتیک گرگان که برابر صفر بود از تبدیل لگاریتمی استفاده شد.

$$y_t^* = \ln(y_t') \qquad (۱۰)$$

که در آن: y^*_t= داده تبدیل یافته، y'_t = داده اصلی.

بار دیگر آزمون بارتلت و لون روی سری y^*_t انجام شد، نتایج حاصل نشان داد که مقدار P در آزمون بارتلت مساوی ۰/۹۴۸ و در آزمون لون ۰/۱۵۹ بود. هر دو مقدار P به مراتب بزرگتر از α=۰/۰۵ بودند. بنابراین سری تبدیل شده y^*_t دارای پایداری واریانس بوده و از این به بعد تا پایان مرحله پیش‌بینی، سری y^*_t به‌عنوان سری زمانی مورد نظر در پیش‌بینی استفاده شد.

برای ایستاکردن سری زمانی ناایستا می‌توان از روش تفاضلی استفاده نمود. همچنین برای به دست آوردن سری تفاضلی مناسب، باید مقادیر مناسبی را برای d (مرتبه تفاضل گیری غیر فصلی) و D (مرتبه تفاضل گیری فصلی) تعیین نمود تا سری تفاضلی ایستا شود. همچنین با رسم نمودارهای خود همبستگی (SAC) و خودهمبستگی جزیی (SPAC) مرتبه‌های Q,P,q,p تعیین شدند. پس از شناسایی و برازش الگو، مرتبه‌های این پارامترها در مقیاس ۱۰ روزه و ماهانه برآورد شد (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- مقادیر پارامترهای سری زمانی برای پیش بینی باران ۱۰ روزه.

		غیر فصلی			فصلی		
	ایستگاه	p	d	q	P	D	Q
	فاضل آباد	۰	۱	۱	۱	۱	۱
	گرگان	۰	۰	۰	۲	۱	۱
	مراوه تپه	۰	۰	۱	۲	۱	۱
	ترشکلی	۰	۱	۱	۲	۱	۱

جدول ۲- مقادیر پارامترهای سری زمانی برای پیش بینی باران ماهانه.

		غیر فصلی			فصلی		
	ایستگاه	p	d	q	P	D	Q
	فاضل آباد	۱	۰	۰	۰	۱	۱
	گرگان	۰	۰	۰	۰	۱	۱
	مراوه تپه	۰	۱	۱	۱	۱	۱
	ترشکلی	۰	۰	۱	۰	۱	۱

جدول ۳- مقایسه پارامترهای آماری برای برآورد باران در دوره زمانی ۱۰ روزه در سال‌های مختلف – ایستگاه گرگان.

	پارامتر آماری	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	MEAN
	ERROR(%)	۲۳۸/۱	۱۳۹/۲	۲۱۷/۵	۷۳۸/۳	۳۳۳/۳
مدل الف	MBE	۱۰/۲	۹/۲	۱۲/۲	۱۵/۳	۱۱/۷
	SEE	۱۵/۲	۱۲/۱	۱۶/۱	۲۰/۸	۱۶/۱
	ERROR(%)	٤۲۳/۲	۱۸۹/۲	۲۷۳/٤	۱۳۷۲/۸	٥٦٤/٦
مدل ب	MBE	۱۳/۱	۱۳/٥	۱٤/٥	۱۹/۱	۱٥/۱
	SEE	۱۸/۲	۱٦/۸	۱۷/۸	۲٥/٤	۱۹/٥

Archive of SID

www.SID.ir

پیش‌بینی: براساس بهترین مدل انتخاب شده، مقادیر باران ۱۰ روزه و ماهانه هر یک از ایستگاه‌های مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Minitab، برای چهار سال پیاپی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ پیش‌بینی شد، سپس داده‌های پیش‌بینی شده با دو روش بالا با یکدیگر مقایسه شدند.

کارایی مدل‌ها در مقیاس ۱۰ روزه: پس از انتخاب بهترین الگوی توزیع باران ماهانه پیش‌بینی‌شده به دوره‌های ۱۰ روزه در مدل ب، مقایسه‌ای بین داده‌های باران واقعی و شبیه‌سازی شده برای چهار ایستگاه تحت مطالعه در شکل ۵ به‌عمل آمد. مطابق این نمودار مدل الف مناسب‌تر بوده و خط رگرسیون تقریباً بر خط تطابق ایده‌آل (خط ۱:۱) منطبق می‌باشد، در حالیکه ضریب تبیین برای هردو مدل از مقدار بالایی برخوردار نیست. از طرف دیگر با بررسی‌های انجام شده بین شیب رگرسیونی و شیب خط نیمساز از آزمون t، نتیجه شد که اختلاف بین این دو پارامتر معنی دار نیست، ولی واریانس (σ^2) مدل الف کوچکتر از مدل ب بود (جدول ٤). همچنین مشخص شد که در مقیاس ۱۰ روزه، مدل الف دارای درصد خطا، SEE وMBE کوچکتری نسبت به‌روش (ب) می‌باشد. برای نمونه نتایج حاصل از بررسی‌های آماری برای ایستگاه گرگان در جدول ۳ نشان داده شده است. همچنین پس از میانگین‌گیری مقادیر باران هر یک از دهه‌های چهار ساله پیش‌بینی شده، متوسط پارامترهای آماری نیز برآورد گردید. بررسی‌ها نشان داد که پارامترهای آماری مدل الف کوچکتر از مدل ب می‌باشد. پس اگر مقادیر پیش بینی شده فقط در مقیاس ۱۰ روزه مد نظر باشد، مدل الف بهتر از مدل ب می‌باشد. در حالی‌که در بررسی‌ها باید به مقادیر بارندگی در مقیاس‌های ماهانه و سالانه نیز توجه شود. بنابراین کارایی مدل‌های (الف) و (ب) در نهایت مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ٤- بررسی آزمون t (با ٥٪=α) شیب خط رگرسیون‌گیری شده با خط تطابق ایده‌آل.

		n	σ^2	S_b	t	t-student	آزمون t
مقیاس ۱۰ روزه	**مدل الف**	٥٧٦	٢٠٧/٣	٠/٥٨٧	٠/٣	١/٩٦	معنی دار نیست
	مدل ب	٥٧٦	٢٨٤/١	٢/٤٣	٠/٣	١/٩٦	معنی دار نیست
مقیاس ماهانه	**مدل الف**	١٩٢	٦٧٩/١	١/٧٢٢	٠/٠٣٥	١/٩٦	معنی دار نیست
	مدل ب	١٩٢	٥٣٨/٣	١/٣٦٥	٠/١٣	١/٩٦	معنی دار نیست
مقیاس سالانه	**مدل الف**	١٦	٢٩٨٣٤/١	٤٠/٠٢	٠/٠٠٢	٢/١٤	معنی دار نیست
	مدل ب	١٦	٧٤٩٤/٢	١٠/٠٥	٠/٠١١	٢/١٤	معنی دار نیست

جدول ٥- مقایسه پارامترهای آماری برای برآورد باران در دوره زمانی ماهانه در سال‌های مختلف – ایستگاه گرگان.

	پارامتر آماری	١٣٧٩	١٣٨٠	١٣٨١	١٣٨٢	MEAN
	ERROR(%)	٥٩/٩	٢٨/٥	٥٧/٩	٤٥/٢	٤٧/٩
مدل الف	MBE	١٦/٧	١٤/٤	٢٣/٨	٢٤/٠	١٩/٧
	SEE	٢٤/١	٢٤/٠	٣٢/٣	٣٧/٧	٢٩/٥
	ERROR(%)	٩٦/٤	٣٠/٦	٧٤/٥	٦٧/٧	٦٧/٣
مدل ب	MBE	١٥/٠	١٣/٠	٢٣/٤	٢٢/٩	١٨/٦
	SEE	٢٠/٩	٢١/٩	٣٠/٠	٣٤/٤	٢٦/٨

Archive of SID

www.SID.ir

کارایی مدل در مقیاس ماهانـه: مقـادیر پـیش‌بینـی شـده بارندگی ماهانه بطور مستقیم (مدل ب) با مقادیر به دسـت آمده از مجموع باران‌های ۱۰ روزه پیش‌بینـی شـده (مـدل الف) مقایسه شدند. برای هریک از چهار سال مـورد نظـر میزان درصد خطای مدل (ب) بیشتر از مدل (الـف) بـوده است. ولی مقادیر SEE و MBE مـدل الـف بزرگتـر از مدل ب می‌باشد (جدول ۵ نتایج را برای ایسـتگاه گرگـان نشان می‌دهد). نمودار همبستگی مقادیر ماهانه تخمینی در مقابل مقادیر واقعی در شکل ۵ نشان می‌دهد کـه ضـریب تبیین و در نتیجه ضریب همبستگی مـدل (ب) بزرگتـر از مدل (الف) می‌باشد. همچنین بهترین خـط بـرازش مـدل (ب) به خط تطابق ایده‌آل (خط ۱:۱) نزدیکتر از مدل الف می‌باشد و با آزمون t، اختلاف شیب خط رگرسـیونی هـر دو مدل با شیب خط تطـابق ایـده‌آل، معنـی‌دار نبـود، امـا واریانس (σ^2) مدل ب از مـدل الـف کـوچکتر مـی‌باشـد (جدول ۵). همچنین با متوسط‌گیری مقادیر بـاران ماهانـه هر یک از ماه‌های چهار ساله و برآورد پارامترهای آمـاری مشخص شد که در مقیاس ماهانه مقـادیر SEE و MBE مدل (ب) کوچکتر از مدل (الف) می‌باشد. به رغـم بیشـتر بودن ERROR مدل ب، نظر به اینکه بیشتر پارامترهـای آماری آن و همچنین شیب خط رگرسیون بـر مـدل الـف برتری دارد، از این‌رو مدل ب بر مدل الـف ارجـح تلقـی می‌شود.

کارایی مدل در مقیاس سالانه: بـا اسـتفاده از مـدل‌هـای (الف) و (ب) مقادیر بارندگی ۱۰ روزه و ماهانه پیش‌بینی شدند و از مجموع این باران‌ها، باران سالانه برای هر یـک از ایستگاه‌ها محاسبه گردید. در همه ایستگاه‌ها و سال‌هـا، مقدار باران تخمین‌زده از مدل (ب) به مقدار واقعی متناظر نزدیکتر بود تا مقادیر باران سالانه از مدل الف (جدول ٦). از سـوی دیگـر مقـدار پارامترهـای آمـاری درصـدخطا، SEEو MBE مدل (ب) کوچکتر از مدل (الف) اسـت. (بطور مثال جدول ۷ برای ایستگاه گرگـان). همچنـین در شکل ۵، نمودار تغییرات مقادیر بارندگی سالانه به صورت واقعی و پیش‌بینی شده نشان داده شده است. مطـابق ایـن نمودار ضریب تبیین هر دو مدل بالاست، ولی در مدل ب، مقادیر به خط تطابق ایده‌آل نزدیکترند. از طرف دیگـر بـا استفاده از آزمون t اختلاف شیب خط رگرسـیونی هـر دو مدل با شیب خط تطابق ایده‌آل معنی‌دار نبوده، امـا مقـدار واریانس (σ^2) مدل ب کـوچکتر از مـدل الـف مـی‌باشـد (جدول ٤)، در نتیجه مدل ب بر مـدل الـف برتـری دارد.

جدول ٦- مقادیر باران واقعی و پیش‌بینی سالانه براساس مدل‌های (الف) و (ب) (بر حسب میلی‌متر).

ایستگاه	سال	برآورد شده واقعی	برآورد با مدل (الف)	برآورد با مدل (ب)
فاضل آباد	۱۳۷۹	٦٤٢/٠	٥٣٤/٢	٧٠٥/٥
	۱۳۸۰	٧١١/٠	٥٣٠/٩	٦٨٤/٨
	۱۳۸۱	٧١٢/٠	٥٣١/٣	٦٩١/٨
	۱۳۸۲	٦٧٩/٥	٥٣٩/٥	٦٩٨/٩
گرگان	۱۳۷۹	٥٠٦/٤	٣٦٨/٨	٤٦١/٢
	۱۳۸۰	٥١٠/٦	٣٥٦/٠	٤٥٧/١
	۱۳۸۱	٥٥٠/٨	٣٥٧/٠	٤٥٣/١
	۱۳۸۲	٦٠٨/٩	٣٥٨/٠	٤٤٩/٢
مراوه تپه	۱۳۷۹	١٩٢/٥	١٩١/٥	٣٠١/٨
	۱۳۸۰	٣١٩/٠	١٨٦/٢	٢٩٩/٩
	۱۳۸۱	٣٨١/٠	١٨٤/٤	٣٠٤/٢
	۱۳۸۲	٣٦٨/٠	١٨٦/٨	٣٠٨/٠
ترشکلی	۱۳۷۹	١٢٩/٥	١٠٦/٣	١٦٨/١
	۱۳۸۰	٢٦٩/٥	١٠٦/٣	١٦٨/١
	۱۳۸۱	٢٩٣/٥	١٠٦/٣	١٦٨/١
	۱۳۸۲	٢٦٩/٠	١٠٦/٣	١٦٨/١

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- مقایسه پارامترهای آماری برای برآورد باران در دوره زمانی سالانه در سال‌های مختلف- ایستگاه گرگان.

	پارامتر آماری	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	MEAN
مدل الف	واقعی	۵۰۶/٤	۵۱۰/٦	۵۵۰/۸	٦۰۸/۹	٥٤٤/۲
	تخمینی	۳٦۷/۸	۳٥٦/۰	۳٥۷/۰	۳٥۸/۰	۳٥۹/۷
	ERROR(%)	۲۷/٤	۳۰/۳	۳٥/۲	٤۱/۲	۳۳/٥
	MBE	۱۳۸/٦	۱٥٤/٦	۱۹۳/۸	۲٥۰/۹	۱۸٤/٥
	SEE					۲۱۸/۸
مدل ب	واقعی	۵۰٦/٤	۵۱۰/٦	۵۵۰/۸	٦۰۸/۹	٥٤٤/۲
	تخمینی	٤٦۱/۲	٤٥۷/۱	٤٥۳/۱	٤٤۹/۲	٤٥٥/۱
	ERROR(%)	۸/۹	۱۰/٥	۱۷/۷	۲٦/۲	۱٥/۸
	MBE	٤٥/۲	٥۳/٥	۹۷/۷	۱٥۹/۷	۸۹/۰
	SEE					۱۱٥/٤

مقایسه تطبیقی: با رسم نمودار مقادیر باران تخمینی سالانه مدل‌های الف و ب در مقابل مقادیر واقعی باران سالانه (به عنوان نمونه شکل ۵ برای ایستگاه گرگان) می‌توان نتیجه گرفت که بهترین خط برازش شده مدل (ب) به خط ۱:۱ نزدیکتر از مدل (الف) بوده، همچنین ضریب تبیین هر دو مدل در هر چهار ایستگاه تقریباً برابر است. در جدول ۸ مقادیر پارامترهای آماری باران تخمینی ۱۰ روزه، ماهانه و سالانه با استفاده از دو مدل (الف) و (ب) در هر یک از چهار ایستگاه نشان داده شده است. با توجه به پارامترهای آماری این جدول اول اینکه در همه ایستگاه‌ها در مقیاس ۱۰ روزه مدل الف بر مدل ب برتری داشته، دوم در مقیاس ماهانه مدل ب بر مدل الف ارجح است و سوم در مقیاس سالانه مدل ب نتایج بهتری از مدل الف دارد. این نکته در مقیاس سالانه قابل توجه است که اختلاف بین پارامترهای آماری مدل ب و مدل الف نسبت به مقیاس‌های ماهانه و ۱۰ روزه بیشتر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

مقادیر باران در مقیاس‌های ۱۰روزه، ماهانه و سالانه با دو مدل (استفاده مستقیم از داده‌های ۱۰ روزه یا مدل الف) و (استفاده از باران ماهانه یا مدل ب) و مقایسه مقادیر پیش بینی شده با مقادیر واقعی متناظر آن‌ها در جدول‌های ۳ تا ٤ و شکل ۵ می‌توان نتیجه گرفت که: در مقیاس باران ۱۰روزه مدل (الف) بر مدل (ب) برتری دارد زیرا پراکندگی متغیرهای واقعی و تخمینی در اطراف خط تطابق ایده‌آل مدل الف کمتر از مدل ب می‌باشد. از طرف دیگر پارامترهای آماری بیانگر این نکته است، ولی در مقیاس ماهانه مدل (ب) بر مدل (الف) ارجحیت دارد چون بهترین خط رگرسیونی بین مقادیر واقعی و تخمینی تقریباً منطبق بر خط تطابق ایده‌آل می‌باشد. ضریب تبیین از مقدار قابل قبولی برخوردار است و پارامترهای آماری در مدل ب نسبت به مدل الف از وضعیت بهتری برخوردارند. از سوی دیگر در مقیاس سالانه مدل (ب) نسبت به مدل (الف) دارای دقت بیشتر می‌باشد. چون ضریب تبیین هر دو مدل تقریباً یکسان و بالاست، اما پارامترهای آماری مدل ب از کیفیت مناسب‌تری نسبت به مدل الف برخوردارند. از طرف دیگر، با توجه به ضریب تبیین بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی در مقیاس ۱۰ روزه نمی‌توان بطور مستقیم از مدل (الف) برای پیش‌بینی باران ۱۰ روزه استفاده نمود زیرا هم این ضریب پائین بوده و همچنین در مقیاس ماهانه و سالانه از دقت پایین‌تری نسبت به مدل (ب) برخوردار است و از آنجا که در مباحث منابع آب، میزان بارندگی در مقیاس‌های روزانه تا سالانه مد نظر می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۸- مقایسه پارامترهای آماری در مقیاس های ۱۰ روزه، ماهانه و سالانه.

گرگان

	پارامتر آماری	۱۰ روزه	ماهانه	سالانه
مستقیم روزانه	ERROR(%)	٤٨/٥	*	٣٣/٥
	MBE	٦/٩	*	١٨٤/٥
	SEE	٩/٤	*	٢١٨/٨
مستقیم ماهانه	ERROR(%)	*	٢٩/٣	١٥/٨
	MBE	*	١٣/٦	٨٩/٠
	SEE	*	١٩/٦	١١٥/٤
الگوی روزانه	ERROR(%)	*	٢٩/١	*
	MBE	*	١٦/٥	*
	SEE	*	٢٣/٠	*
ازالگوی ماهانه	ERROR(%)	١٢٦/٠	*	*
	MBE	١٠/٨	*	*
	SEE	١٢/٥	*	*

فاضل آباد

	پارامتر آماری	۱۰ روزه	ماهانه	سالانه
مستقیم روزانه	ERROR(%)	٤٠/٣	*	٢٢/٠
	MBE	٧/٧	*	١٥٢/٢
	SEE	١٠/٦	*	١٧٩/٢
مستقیم ماهانه	ERROR(%)	*	٣٤/٥	٤/٨
	MBE	*	١٧/١	٣٢/٣
	SEE	*	٢٠/٦	٤٢/٨
الگوی روزانه	ERROR(%)	*	٢٦/٠	*
	MBE	*	١٦/٧	*
	SEE	*	٢٣/٥	*
الگوی ماهانه	ERROR(%)	٧١/٣	*	*
	MBE	١٣/١	*	*
	SEE	١٦/٧	*	*

ترشکلی

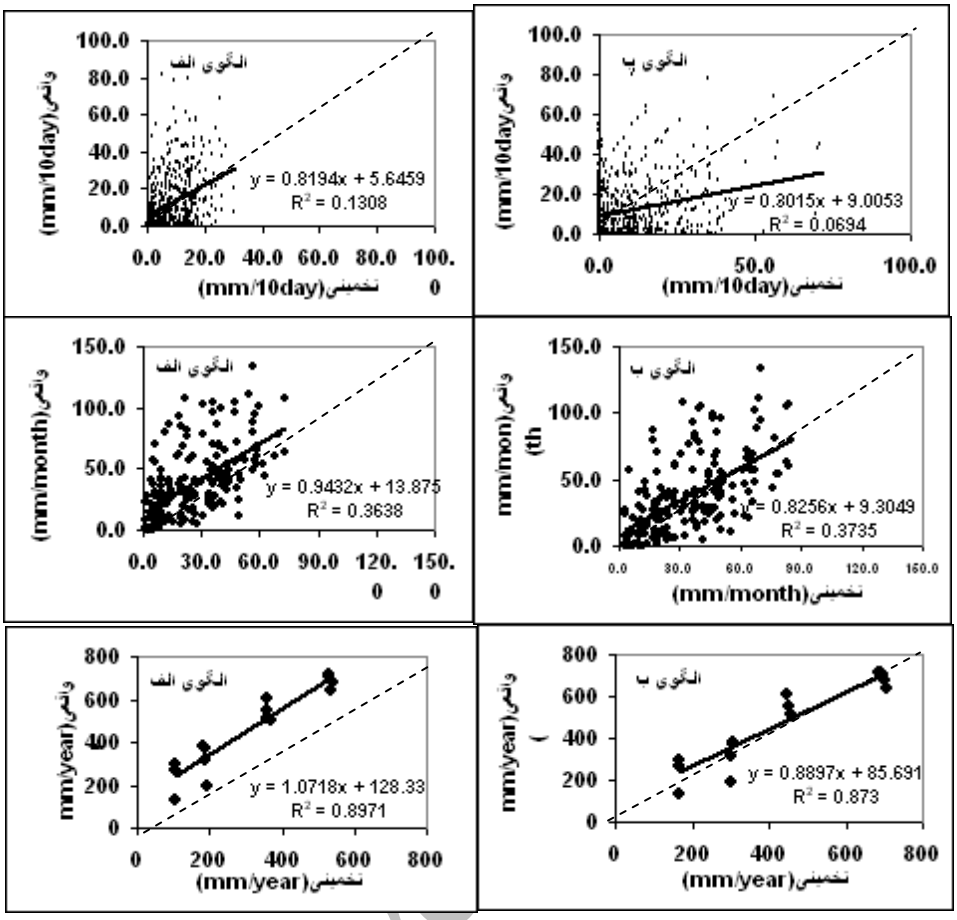
	پارامتر آماری	۱۰ روزه	ماهانه	سالانه
مستقیم روزانه	ERROR(%)	٨٨/٦	*	٥٥/٨
	MBE	٥/٠	*	١٣٤/٠
	SEE	٧/٢	*	١٧١/٩
مستقیم ماهانه	ERROR(%)	*	٤٧/٩	٣٠/١
	MBE	*	٩/٢	٧٢/٢
	SEE	*	١٢/٦	١١٢/٠
الگوی روزانه	ERROR(%)	*	٥٠/٦	*
	MBE	*	١٢/٢	*
	SEE	*	١٧/٣	*
الگوی ماهانه	ERROR(%)	١٢٤/١	*	*
	MBE	٥/٥	*	*
	SEE	٦/٨	*	*

مراوه تپه

	پارامتر آماری	۱۰ روزه	ماهانه	سالانه
مستقیم روزانه	ERROR(%)	٥٤/٠	*	٤٠/٦
	MBE	٤/٧	*	١٢٧/٩
	SEE	٧/٨	*	١٧٢/٣
مستقیم ماهانه	ERROR(%)	*	٢٨/٥	٣/٧
	MBE	*	٧/٣	١١/٧
	SEE	*	١١/٧	٨٥/٣
الگوی روزانه	ERROR(%)	*	٣٨/٥	*
	MBE	*	١١/٧	*
	SEE	*	١٧/٣	*
الگوی ماهانه	ERROR(%)	١٠٦/١	*	*
	MBE	٦/٧	*	*
	SEE	٨/٩	*	*

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- نمودارهای مقایسه مقادیر باران پیش‌بینی شده با مدل‌های الف و ب با مقادیر باران واقعی در ٤ ایستگاه مورد نظر.

خط ممتد بیانگر بهترین خط رگرسیون و خط چین بیانگر خط ایده آل (۱:۱)و

الف: پیش‌بینی باران بر اساس باران های ۱۰ روزه و برآورد باران های ماهانه و سالانه از جمع آنها

ب: پیش‌بینی باران بر اساس باران‌های ماهانه و توزیع مناسب آن به باران‌های ۱۰ روزه و برآورد باران سالانه از جمع آنها.

بنابراین بایستی مدلی را برگزید که مناسب‌ترین مقدار را در مقیاس‌های مختلف پیش بینی نماید. از طرف دیگر با بررسی‌های به‌عمل آمده در مقیاس‌های مختلف زمانی فوق می‌توان به این نتیجه رسید که اگر بطور مستقیم از داده‌های بارندگی برای برآورد باران استفاده شود، این پیش بینی‌ها در مقیاس‌های کوچکتر نسبت به مقیاس‌های بزرگتر از دقت کمتری برخوردار است، بطوری‌که بورلاندو و همکاران (۱۹۹٦) در تحقیق خود به نتایج مشابهی رسیدند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برای دقت بیشتر در هریک از مقیاس‌های زمانی فوق توصیه می‌شود ابتدا باران ۱۰ روزه را به روش (الف) و باران ماهانه را به مدل (ب) پیش‌بینی نمود. سپس باران ماهانه پیش‌بینی شده را براساس نحوه توزیع باران‌های ۱۰ روزه پیش‌بینی شده در هر ماه به دهه‌های مورد نظر تقسیم نمود. تا میزان دقت باران پیش‌بینی شده در مقیاس سالانه بالا باشد. این نتیجه‌گیری بر اساس ٤ ایستگاه در اقلیم‌های مرطوب تا خشک بدست آمد. با این حال تکرار این پژوهش برای نقاط دیگر و شرایط اقلیمی دیگر نیز توصیه می‌شود.

Archive

www.SID.ir

منابع

1.Ahmadi, F. 2004. Forecasting of Anuual Rainfall in Khorasan Province (Iran) Whit Using of Time Series. Thesis of M.S. Mashhad Ferdowsi university, Irrigation Dep., 284 pp.

2.Ashgar Tosi, A. 2003. Forecasting of Drought in Khorasan Province (Iran) and Optimization of Cropping Pattern for Its Suitability. Thesis of M.S. Mashhad Ferdowsi university, Irrigation Dep., 120 pp.

3.Bloomfield, P., and Nychka, D. 1992. Climate Spectra and Detecting Climate change, Climate Change, 21, 275-287.

4.Box, G.E.P., and Cox, D.R. 1964. An analysis of transformations, J. Roy. Stat. Soc., Se, 26, pp:211-252.

5.Box, G.E.P., and Jenkinks, G.M., and Reinsel, G.C. 1994. Time Series Analysis: Forcasting and Control Third Edition, Holden-Day.

6.Burlando, P., Montana A., and Raze, R. 1996. Forcasting of storm rainfall by combined use of rader, rain gages and linear models, Atmospheric Research, 42: 199-216.

7.Charles, T. H. 1977. Statistical Methods in Hydrology, 378 pp.

8.Folland, C.K. 1990. Observed Climatic Variation and Change, Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press. 195-238.

9.Haltiner, J.P., and Salas, J.D. 1988. Development and testing of a multivariate, Seasonal ARIMA(1,1) model, Journal of Hydrology, 104: 247-272.

10.Hansen, J. and Lebedeff, S. 1988. Global surface air temperature, Geology Letter, 15: 323-326.

11.Jamshidi, V. 1989. Evaluation of Temperature and Rainfall in Tehran City by Time Series. Thesis of M.S. Tarbiat Modares University, Statistics, Dept., 263 pp.

12.Jones, N. 1986. Northern Hemisphere Surface Air Temperature Variations, 1851-1984, Journal of Climate and Applied Meteorology, 25: 161-179.

13.Kheradmand-Nia, M., and Asakereh, H. 2001. Pattering of ARIMA for Annual Average Temperature in Jask(Iran)., 3rd Conference of Stochastic Process. Isfehan University.

14.Maleki, M. 1989. Investigation and Modeling of Temperature and Rainfall in West Country. Thesis of M.S., Beheshti University, Statistics Dept., 184 pp.

15.Niromand, H., A., and Bozorgnia, A. (translators), 1993. Introduction for Time Series Analysis, C. Chetfil, Published by Mashhad Ferdowsi University, 290 pp.

16.Noakes, D.J., Mcleod A.I., and Hipel, W. 1985. Forecasting monthly river flow time series. Internattional Journal of Forecasting, 1: 179-190.

17.Rasuli A.A. 2002. Modeling of Climate Parameters in Country North-West. Forecasting Monthly Temperature of Tariz City (Iran) by ARIMA model. Tabriz University, Jour. of Sociology Science No. 8.

Archive of SID

www.SID.ir

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 14(3), July-Aug 2007
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Evaluation of rainfall forecasting in Golestan province using time series

H. Sharifan and B. Ghahraman
[1]Former Ph.D. student of Tarbiat Modares Univ., and Assistant Prof. Dept. of Water Eng. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,Iran [2]Associate Prof. Dept. of Water eng. Ferdowsi Univ. of Mashhad, Iran

Abstract

Limiting water resources for agricultural and non agricultural usages pose some difficulties for the present and also for the future. Rainfall is the most important water resource. Therefore, for optimal allocation of water resources, forcasting rainfall for a region is of special importance. Time series analysis seems to be a suitable tool for such forecasting. Four stations of Fazelabad, Gorgan, Maraveh-Tappeh, and Torshakly with different climates were selected for this study. SARIMA model were fitted to 26 years data, using MINITAB software, and rainfall was forecasted accordingly for the period from years 1379-1382. Two different time horizons of 10-day and monthly were adopted for modeling. Forecosted monthly rainfall was discritisized to 10-day intervals based on the distribution of month in a similar year. In overall, monthly and annual rainfall were determinated by summing 10-day and monthly values, respectively. The forecasted rainfalls were compared to actual observed data. The results showed that for forecasting 10-day rainfall, using 10-day time horizon in SARIMA model formulation is more suitable. While, for monthly and annual forecasting purposed it is preferred to proceede whit monthly values.

Keywords: Time series, Rainfall forecasting, SARIMA model, Golestan Province

Archive of SID

www.SID.ir