پیش بینی خشکسالی درحوضه آبریز دریاچه ارومیه

بااستفاده ازمدلهای (SARIMA)

دکتر زهرا حجازی زاده *
دکتر زین‌العابدین جعفرپور **
نادر پروین ***

چکیده

خشکسالی ازقدیم‌الایام یکی از بلایای طبیعی خطرناک برای زندگی بشر بوده است. به طوری که در متون تاریخی دیده می‌شود این پدیده همیشه باعث بسیاری از تحولات اجتماعی - اقتصادی مثل جنگها، قحطیها و مهاجرتها بوده است.

در این تحقیق دوره‌های‌تر و خشک تعدادی از ایستگاههای هواشناسی حوضه آبریز دریاچه ارومیه واقع در ناحیه شمال غربی ایران بررسی و تحلیل شده است. بدین منظور ابتدا با روشهای سالانه ایستگاههای ارومیه، تبریز، سقز و میاندوآب نرمال شده است. به عبارت دیگر، بارشها به نمره استاندارد(Z-Score) تبدیل شدند. سپس شدت دوره‌های‌تر و خشک هر کدام در دو طبقه تعریف شدند که عبارتند از: دوره خشک ضعیف تا متوسط (-1.5<z<-.5)، خشک شدید(-1.5>z)،تر ضعیف تا متوسط (+1.5>z>+.5) وتر شدید(+1.5<z). به علاوه دوره تقریباً نرمال (+.5>z>-.5) به عنوان دوره بدون ترسالی یا خشکسالی درنظر گرفته شد. در مرحله بعد، آزمون مستقل بودن(Run Test) روی داده‌های بارش ماهانه انجام گرفت و همگنی آنها پذیرفته شد. سپس با استفاده از روش سریهای زمانی از طریق مدلهای فصلی ضربی (SARIMA) بارشهای ماهانه ایستگاههای مذکور مدلسازی و براساس مناسبترین مدل، برای آینده (تا سال۲۰۰۲) پیش بینی صورت گرفته است. نهایتاً براساس مقادیر پیش‌بینی شده، درجه شدت خشکسالی یا ترسالی تعیین شده است.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که میزان بارش سالانه حوضه آبریز مذکور در سالهای ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ تقریباً نرمال و با روند صعودی همراه خواهدبود و از وضعیت خشکسالی اخیر خارج می‌شود.

کلمات کلیدی: دوره‌های تروخشک، مدلهای ضرب پذیرسریهای زمانی(SARIMA)، پیش بینی بارش، حوضه آبریز دریاچه ارومیه

مقدمه

ایران در کمربند بیابانی کره زمین واقع شده است. به طوری که متوسط بارش سالانه آن ۲۵۰ میلیمتر بوده و بارش حدود ۶۴٪ از مساحت آن کمتر از رقم مذکور می‌باشد.(غیور، مسعودیان، ۱۳۷۵) و در مقایسه با متوسط بارش سالانه کره زمین(۸۶۰ میلیمتر)، کمتر از ۱/۳ آن را دریافت می‌کند. به سبب موقعیت خاص جغرافیایی و توپوگرافی ویژه آن در نواحی مختلف و با توجه به اینکه یکی از قطبهای مهم کشت محصولات استراتژیک (گندم وجو) به روش دیمی، ناحیه شمال غربی کشور(به ویژه حوضه آبریز دریاچه ارومیه) است. لذا تنگناهای ناشی از کمبود بارش نمود خاصی پیدامی‌کند. تعداد مردمی که به طورگسترده هرچند وقت یکبار در منطقه مذکور با بیشترین خسارتها مواجه شده‌اند، به احتمال زیاد به خشکسالی (Drought) مربوط می‌شود. با این حال، پژوهشهایی که از دیدگاه جغرافیایی به تجزیه و تحلیل این پدیده پرداخته و شناختی از نظام حاکم بر تغییرات زمانی و مکانی خشکسالی فراهم آورده باشد چندان زیاد نیست.

نگاره(۱): نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز دریاچه ارومیه برروی نقشه تقسیمات کشوری

روی هم رفته خشکسالی یک مشکل همیشگی و مسئله ساز بوده و شناسایی پیش بینی آن برای بسیاری از فعالیتهای انسانی حیاتی است با این توصیف این سؤال(فرضیه) مطرح است که وقوع مجدد خشکسالیها و ترسالیهای حوضه آبریز دریاچه ارومیه برمبنای چه قانونمندی آماری(مدل آماری) استوار است. از دیدگاه اقلیم‌شناسی که مدنظر است، هرگاه بارش دریافتی یک محل در یک دوره زمانی معین، کمتر از میانگین درازمدت بارش منطقه باشد، با خشکسالی روبرو هستیم.(کمالی، ۱۳۷۰) بنابراین آستانه بروز خشکسالی کمیتی است جغرافیایی، و از نظر مکانی و دوره زمانی منتخب فرق می‌کند. لذا میانگین بارش سالانه طی دوره آماری مشخص به عنوان آستانه بروز این پدیده، مبنای روش‌کار این تحقیق قرارگرفته و بارشهای ماهانه بخشهای مختلف حوضه آبریز مذکور با استفاده از روش سریهای زمانی از طریق مدلهای فصلی ضرب‌پذیر (SARIMA) مدلسازی شده و براساس مناسبترین مدل مقدار بارش برای ۲۴ ماه آینده(تا سال ۲۰۰۲) پیش بینی شده و نهایتاً براساس مقادیر بارش پیش‌بینی شده درجه شدت خشکسالی یا ترسالی تعیین شده است. منطقه مورد مطالعه حوضه آبریز دریاچه ارومیه واقع در شمال‌غربی ایران می‌باشد که بیش از نیمی از مساحت استانهای آذربایجان غربی و شرقی، قسمتی از استان کردستان و سطح بسیارکوچکی از استان زنجان برگرفته است.(نگاره (۱))

پیشینه تحقیق

خشکسالی از قدیم‌الایام یکی از بلایای خطرناک طبیعی برای زندگی بشر بوده، به طوری که موضوع بسیاری از کتب و نوشتجات قدیمی می‌باشد. از مهمترین کارهایی که از دهه ۱۹۶۰ به بعد صورت گرفته،کار مهم پالمر(۱۹۶۵) را می‌توان نام برد که وی جزو اولین کسانی است که به طور علمی و با استفاده از قوانین فیزیکی و ریاضی خشکسالی را موردبررسی قرارداده است. در تحقیقی دیگر، احتمال وقوع روزهای بارانی با استفاده از محاسبه توالی دنباله‌های تر و خشک به روش سریهای زمانی دردنورکولوئی ایالت واشینگتن امریکا توسط جیمزوکاسکی [۱] (۱۹۶۳) تخمین زده شد. پائو-شین‌چو [۲] (۱۹۹۸)در تحقیقی مشابه با روش کارپرسادوسینگ(۱۹۹۶) با استفاده از مدل آنالیز عاملی (Canonical Correlation Model) از طریق دمای سطح دریا میزان بارش سه سال آینده ماههای می تا ژوئن را برای ۸ایستگاه اصلی در تایوان پیش بینی کرد و روش مذکور را برای پیش بینی بارش جزایر اطراف تایوان پیشنهاد داد. آنچه مسلم است، آغاز کاربرد خانواده مدلهای [۳] (ARIMA) در بسیاری از جاهها به بیشتر از ۲۰ سال قبل برمی‌گردد. ولی از دهه ۱۹۹۰ به بعد، این مدلهابه سرعت در علم اقلیم‌شناسی کاربرد پیدا کردند و نتایج پیش بینی قابل قبولی را در پی داشته‌اند برای نمونه ،لایت، [۴] (۱۹۹۶) دما و بارش سالانه پرتغال را به کمک مدلهای اتورگرسیو پیش بینی کرد و نتیجه گرفت که دما و بارش سالانه علاوه بر اینکه از سالی به سالی دیگر تغییرمی‌کند، از یک دهه به دهه دیگر نیز تغییر می‌کند. نهایتاً اوادهی وجولیف [۵] (۱۹۹۸) فشار سطح زمین را برای فصول دو ماهه جنوب شرقی انگلستان با استفاده از خانواده‌مدلهای(ARIMA) پیش بینی کردند. در ادبیات ایران، آغاز پژوهشهای علمی مرتبط با ترسالیها و خشکسالیها به اوایل دهه ۱۹۷۰ برمی‌گردد و به تدریج در دهه ۱۹۹۰ این نوع تحقیقات بیش از پیش توسعه و گسترش پیداکرد. در این رابطه می‌توان به مقالات نیکبخت (۱۳۶۹)، کمالی (۱۳۷۰)، علیجانی، مقدسی (۱۳۷۵)،طرقی، مقیمی(۱۳۷۸)ومشایخی(۱۳۵۱)اشاره کرد.بر ای‌نمونه،مشایخی‌باتجزیه‌وتحلیل آماربارندگی سالانه ایستگاههای سینوپتیک واقع در کلیه مراکز استانی با استفاده از توزیع آماری نرمال، مقادیر بارش سالیانه هر ایستگاه را با احتمالات متفاوت تخمین زد. آنچه مسلم است، تحقیقات گذشته‌تاکنون‌درایران به استثناء چندتای معدود، بیشتر برروی روندها و تغییرات فاکتورهای اقلیمی متمرکز بوده و تکنیکها و مدلهای پیچیده‌تر ریاضی و آماری جهت پیش بینی مقادیر آتی کمتر به کارگرفته‌شده‌است.بنابراین‌دراین‌تحقیق،بر ای‌نخستین‌بار،پیش‌بینی‌خشکسالی یا ترسالی برای چند سال آتی با استفاده از مدلها و تکنیکهای مناسب آماری و ریاضی در بخشهای مختلف حوضه آبریز دریاچه ارومیه صورت‌گرفته است.

موادوروشها

داده‌های خام مورداستفاده دراین تحقیق میزان بارش ماهانه وسالانه چهارایستگاه منتخب هواشناسی ارومیه، تبریز، سقزومیاندوآب درطی دوره آماری ۲۰۰۰-۱۹۶۱ می‌باشدکه این ایستگاههاتقریباً به طوریکنواخت سطح کل حوضه راپوشش داده‌اند. به منظور بررسی خشکسالی وترسالیها، ابتدادادههای بارش سالانه بااستفاده ازفرمول($Z=\frac{Xi-X}{S.D}$) ((Xi) میزان بارش درسال موردنظر،(X) میانگین بارش سالیانه کل دوره آماری و(S.D) انحراف معیار بارش درکل دوره می‌باشد) استانداردشدندوبه کمک این شاخص مطابق جدول(۱) درجه شدت ترسالی وخشکسالیهاووضعیت تقریباً نرمال تعیین گردید.

جدول(۱): تقسیم بندی شاخص نرمال یااستاندارد(z score) وتعیین میزان شدت ترسالی وخشکسالی

شاخص	Z>+1.5	+.5<Z<+1.5	-.5<Z<+.5	-1.5<Z<-.5	Z<-1.5
دوره	شدیداً مرطوب	مرطوب	تقریباًنرمال	خشک	شدیداًخشک
		ضعیف تامتوسط		ضعیف‌تامتوسط	
کدمربوطه	+۲	+۱	صفر	-۱	-۲

سپس مقادیربارش ماهانه تا ۲۴ ماه آینده بااستفاده ازخانواده مدلهای ترکیب شده اتورگرسیو- میانگین متحرک(ARIMA) پیش بینی گردیده است. فرمول کلی مدل فصلی ضرب‌پذیر(SARIMA) مرتبه (p)و(q) به صورت زیربیان می‌شود.

$$\varphi_p(B)\varphi_p(B^s)\ (1-B)^d(1-B)^D X_t=\theta_q(B)\theta_q(B^s)a_t$$

این مدل بانماد SARIMA (p,d,q)(P,D,Q) نمایش داده می‌شود.

$\Theta(B^s),\varphi_p(B^s),\theta_q(B),\varphi_{p,}(B)$ به ترتیب چندجمله‌ای‌های خودبازگشت ومیانگین متحرک مرتبه (p,q) غیرفصلی و(P,Q) فصلی می‌باشند. (1-B_X) (1-B) همان تابع دیفرنس‌گیری غیرفصلی وفصلی است و(a) خطای مدل درلحظه (x) رانمایش می‌دهد.

ازدیدگاه سری‌های زمانی برای تجزیه وتحلیل ویژگیهای یک سری ازمشاهدات وبرازش مدل مناسب به آن بایستی مراحل مختلفی راپشت سرگذاشت. این مراحل شامل:

۱) بررسی خواص توزیعی مشاهدات

۲) بررسی وضعیت سطح وایستایی سری زمانی وشناسایی مرتبه تفاضل‌گیری

۳) شناسایی مدل تصادفی(برآزش مدل)

۴) ساخت بهترین مدل تصادفی(برآورد پارامترهای باکمترین مجموع توان دوم باقیمانده‌ها)

۵) انجام بازرسیهای تشخیصی مدل برآوردشده (بازرسی باقیمانده‌ها- روش زیادبرازاندن)

۶) مرحله پیش بینی

مراحل فوق رهیافت مناسبترین مدل برای برازش به داده‌های موردنظراست. که فلوچارت مراحل فوق درنگاره(۲) آورده شده است. درمرحله اول، باترسیم نمودارهای پراکنش سری زمانی اولیه ویژگیهای توزیعی داده‌هارابه فرض نرمال بودن توزیع داده‌هامشاهده وموردبررسی قرارمی‌گیرد. وجودائرفصلی، روندونوسانات نامنظم وهمچنین ثابت بودن واریانس داده‌ها ازروی نمودارمذکورقابل تشخیص است.

درمرحله بعد، سعی می‌کنیم سری مناسبی راکه سطح ثابتی داشته باشدوهمچنین ایستاباشد، بیابیم. این ایده بااختیارکردن تفاضل‌گیری مناسب فصلی یاغیرفصلی ویاهردوباهم تأمین می‌شود. پس ازیافتن مناسبترین درجه تفاضل‌گیری، باتوجه به ویژگیهای مدلهای تصادفی به

ویـــژه بـــاتوجه بـــه نـــمودارهـــای ضـــرایب خـــودهمبستگی (ACF) وخودهمبستگی جزیی(PACF) مراتب (d)یا(MA) و(p)یا(AR) فـصلی وغیرفصلی مدل تصادفی مناسب رامی‌توان شـناسایی کـرد و بـرآوردهـای اولیه برای پارامترهای آن فراهم خواهدشد. سپس براساس این بـرآوردهـا، بهترین مدل برازش داده شده باتوجه به ملاکهای زیرانتخاب خواهدشد.

الف) ملاک Akaike Information Criterion AIC

ب) ملاک Residuals Variance RV

ج) (Approx.Prob) احتمال تقریبی مشاهده نسبت (T)

بـــرازش بـــادومعیاراول (RV,AIC) فـــاصله دوتـــوزیع راکـــم مـی‌کند.(Approx.Prob) احـتمال تـقریبی مشـاهده نـسبت (T) رابـه طورتصادفی نشان می‌دهد. هرچه این نسبت درمقایسه بـااحتمال خـطای ازپیش تعیین شده کوچکترباشد، وجودپارامتردرمدل ضروری تراست.

درمرحله بعد، شایستگی مدل برای استفاده ازآن درپیش بینی ارزیـابی خواهدشد. یعنی بایستی فرضیات مدل بـادقت بـررسی شـوند. بـرای ایـن منظوربازرسیهای تشخیصی مدل برآورده شده، انجام می‌گیرد. بـازرسیهای تشخیصی مدل، روشهایی رابرای ارزیابی مدل ازجنبه‌های مختلف واصلاح آن، زمانی که مدل رسانباشددراختیارمی‌گذارد. این روشهاعبارتنداز:

الف) بازرسی باقیمانده‌ها- شامل آزمـون خـطاوآزمون نـرمالیته بـودن باقیمانده‌هاست.

ب) روش زیادبرازاندن

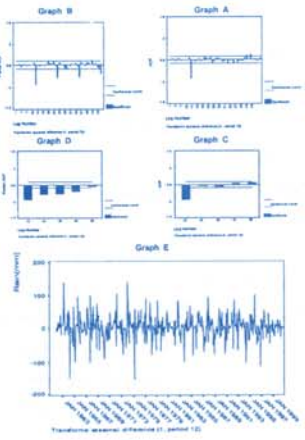
درمرحله آخر، پس ازمشخص شدن مدل بهینه وتأئیدمدل توسط‌آزمونهای مذکور، می‌توان بااستفاده ازمدل حاصل، کمیت موردبررسی را در زمانهای آینده پیش بینی کرد. سپس مقادیرپیش بینی شده بارش ۲۴ ماه آینده به بارش سـالیانه تبدیل شده وبه کمک شـاخص اسـتانداردازطریق مقـایسه بـاجدول(۱) درجـه شدت ترسالی وخشکسـالی یاوضعیت تقریباً نرمال آنهاتعیین می‌شود.

مدلسازی

مدلسازی بارش ماهانه ایستگاه ارومیه

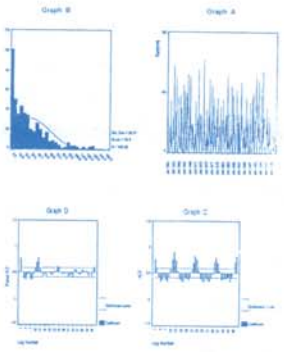
نمودار(A) ازنگاره(۳-۱) نمودارپراکنش میزان بـارش مـاهانه سـری زمـــانی (X_t) ایـــستگاه ارومـیه رادرفـاصله زمـانی ژانـویه سـال ۱۹۶۱ تـادسامبرسال ۲۰۰۰ (۴۸۰ مشـاهده) رابـرحسب میـلیمترنشان مـی‌دهد. بااندکی دقت وجودیک الگوی تناوبی تقریباً یکسان میان سالهای متفاوت کاملاً واضح است. این نمودارنشان می‌دهدکه سری فصلی ونااینستا است. بـرای تأئیداین حـدسها، رسـم نـمودار ضـرایب خـودهمبستگی (ACF) ســـریهای زمـــانی مـفیدبه نـظرمی‌رسد. نـمودار(B) ازنگـاره(۳-۱) نمودارباقتگاری سری بارش ماهانه ایستگاه ارومیه رابه همراه منحنی نرمال آن نشان می‌دهد. نمودارهیستوگرام فراوانی داده‌هـای مـوردنظربایک تـابع چگـالی تـوزیع مـربع کـای(X) مـقایسه شـده‌انـد. بـدیهی است کـه انتظارمی‌رودداده‌هادارای توزیع خی دو(X) باشند. پس ازتجزیه وتـحلیل ویژگیهای توزیعی داده‌ها، اولین گام بـرای طـراحـی وسـاخت مـدل سـری زمانی مربوط به یک فـرایـند تـصادفی، بـررسی رفـتارکمی‌وکیفی ضـرایب خودهمبستگی (ACF) وخودهمبستگی جزئی(PACF) آن می‌باشد.

نمودار ۴۸ ضریب خـودهمبستگی اولیه(ACF) سری بـارش مـاهانه ایستگاه ارومیه درنـمودار (D) ازنگـاره(۳-۱) نشـان داده شـده است. ایـن نمودارهمانندنمودار(A) گویای وجودسیکل وتناوبی منظم درمیان داده‌های بـارش مـاهانه مـی‌باشد. بـسـیاری ازضـرایب خـارج ازحـدود اطـمینان قرارگرفته‌اندوانتظارداریم کـه مـقادیرواقـعی آن‌هـا(Pk) بـه ویـژه بـه ازای ۱۲=(K) و... ۱،۲،۳ = (Lag) مخالف صفرباشند.



نگـــاره(۲): فـلوچارت مراحل مدلسازی وپیش بینی سری بارش ماهانه

نمودار(D) ازنگاره (۳-۱) نـمودار۴۸ ضـریب خـودهمبستگی جـزئی (PACF)· داده‌هـای مـذکور رانشـان مـی‌دهد. هـمچنانکه پیداست ایـن نمودارواقعیت مهمی‌رابازگونمی‌کند. لذانمی‌توان ازآن نتیجه ویژه‌ای بـرای اقـتباس یک مـدل مـناسب اتـخاذ نـمود. نـمودار(A) ازنگـاره(۳-۲) نمودارضرایب خودهمبستگی سری V12(Xt) بارش ماهانه ایستگاه ارومیه رانشـان مـی‌دهد. دراین نـمودارنیزبسیاری ازضرایب به ویـژه ضـرایب مـربوط بـه تأخیرهای زمـانی مـضارب ۱۲ غیرصفرمی‌باشند. نمودار(C)و(D) ازنگاره (۳-۲) نمودارهای ضرایب خودهمبستگی جزئی رابرای ۶۰ مقدارسری V12(Xt) بارش ماهانه ایستگاه ارومیه رادرمضارب ۱۲ نشان می‌دهد. که شامل پنج ضریب مـی‌باشند. هـمچنین مـطابق نـمودار پراکنش سری V12(Xt) بارش ماهانه ایستگاه ارومیه(نمودار(E)) بـااین تفاضل‌گیری (D=1) داده‌های بارش ماهانه سطح ثابتی مـی‌یابند. بـنابراین کمترین واریانس وثابت‌ترین سطح سری زمانی فوق که درآن مشاهدات به طورتصادفی تـقریباً دراطـراف مـحورافـقی(Xt=0)نـوسان مـی‌کنند(خـط تعادل فرضی) همان بکبار تفاضل‌گیری فصلی خواهدبود.

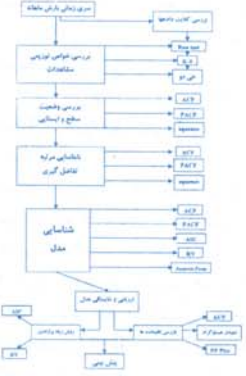


نگاره(۱-۳):
نمودار (A,B,C.D)
بارش ماهانه ایستگاه
ارومیه (طی ۲۰۰۰-۱۹۶۱)

درنمودارهای(A,B) ازنگاره(۲-۳) هیچ کدام از ضرایب (ACF) و (PACF) غیرفصلی دردرون فصل اول معنی‌دار نیست. بنابراین پارامترهای بخش غیرفصلی مدل SARIMA(0,0,0) یعنی(d=0,q=0) فرض شود. درنمودارهای (C) و (D) ازنگاره(۳-۲) ضرایب (ACF,PCAF) وابرای ۶۰ مقدار اول آن درمضارب ۱۲ ترسیم شده که شامل پنج ضریب می‌باشند. همچنانکه مشاهده می‌شود، منحنی‌های فوق به ترتیب به صورت مقطعی ونمایی به سمت صفرمیل می‌کنند. بنابراین پارامترهای‌مدل‌فصلی (4,1,1)(SARIMA)یعنی(Q=1,P=4)خواهدبود.

نهایتاً مدل کلی سری بارش ماهانه ایستگاه ارومیه باترکیب دوجزء غیرفصلی وفصلی به صورت SARIMA (4,1,1)(0,0,0) درخواهدآمد.

درجدول(۲) محاسبات، آمارهاومدلهای بارش ماهانه ایستگاههای منتخب حوضه آبریز دریاچه ارومیه که توسط نرم‌افزار کامپیوتری (SPSS) محاسبه شده، نشان داده شده، امابدلیل محدودیت تعدادصفحات مقاله تنهابه نمودارهای مورداستفاده درمدلسازی بارش ماهانه ایستگاه ارومیه بسنده شده وازدیگرنمودارهاصرفنظرشده است.

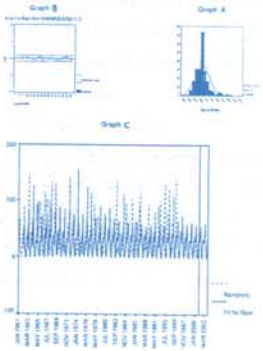


نگاره(۲-۳):
نمودار(A,B,C,D,E)بارش
ماهانه ایستگاه ارومیه
طی (۲۰۰۰-۱۹۶۱)

نمودار(A) ازنگاره(۳-۳) نمودارباقت‌نگار مانده‌های مدل اصلی سری بارش ماهانه ایستگاه ارومیه رابه همراه منحنی نرمال آن نشان می‌دهد. درجه نزدیکی منحنی نرمال باتوزیع فراوانی مشاهدات مانده‌ها به طورتقریبی نرمال بودن سری مشاهدات مانده‌هارانشان می‌دهد.

جدول(۲): مدل اصلی، مدل اصلاحی ومقادیرپیش بینی شده بارش سالیانه ایستگاههای منتخب حوضه

ایستگاه	مدل SARIMA برآورد شده		ملاک		مقادیرپیش‌بینی‌شده(mm)	
			AIC	RV	2001	2002
ارومیه	اصلی	(0,0,0)(4,1,1)	4395.96	633.70	292	300.5
	اصلاحی	(0,0,0)(1,1,1)	4392.00	634.61	-----	-----
تبریز	اصلی	(1,0,1)(4,1,1)	5183.87	360.79	248.3	247.3
	اصلاحی	(0,0,1)(0,1,1)	5174.73	358.61	-----	-----
سقز	اصلی	(0,0,0)(4,1,1)	4707.94	1264.90	486.6	498.6
	اصلاحی	(1,0,1)(0,1,1)	4702.57	1260.21	-----	-----
میاندوآب	اصلی	(1,0,2)(4,1,1)	4229.29	465.69	255.1	260.6
	اصلاحی	(1,0,1)(1,1,1)	4214.11	438.33	-----	-----



نگاره(۳-۳):
نمودار(A,B,C) بارش
ماهانه ایستگاه ارومیه
طی (۲۰۰۰-۱۹۶۱)

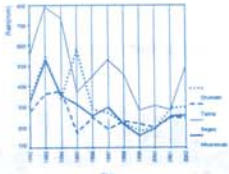
نمودار(B) ازنگاره(۳-۳) نمودارضرایب خودهمبستگی (ACF) مانده‌های مدل اصلی سری بارش ماهانه ایستگاه ارومیه رانشان می‌دهد. مشاهده می‌شودکه تمامی۴۸ ضریب درداخل باندداطمینان قرارگرفته‌اندومانده‌های سری فوق کاملاً غیروابسته ومستقل ازهم هستندومدلی رانمی‌توان به آنهابرازش داد.

نمودار(C) ازنگاره(۳-۳) نمودارپراکنش سری اولیه بارش ماهانه راباسری بارش ماهانه فیت(fit) شده یامدلسازی شده ایستگاه ارومیه رانشان می‌دهد. همچنین نمودارمنحنی پیش بینی شده بارش ماهانه برای ۲۴ ماه آینده(تاسال ۲۰۰۲) نیزدرانتهای سری بارش ماهانه مدلسازی شده قابل تشخیص است.

نتیجه

نتایج بدست آمده ازپیش بینی سری‌های بارش ماهانه نشان دادکه سال ۲۰۰۱ وسال ۲۰۰۲ بارش سالانه ایستگاه ارومیه، سقزومیاندوآب تقریباً نرمال وباروند صعودی همراه خواهدبود. این وضعیت برای ایستگاه تبریز

بااندکی تفاوت به صورت خشکسالی ضعیف تامتوسط وباروندنزولی بارش سالانه همراه خواهدگشت. (نگاره(۴))



نگاره(۴): نمودارروندبارش سالانه پیش بینی شده ایستگاههای منتخب حوضه ملی (۲۰۰۰-۱۹۶۱)

روی هم رفته، حوضه آبریز مذکورسالهای ۲۰۰۱ و۲۰۰۲باپدیده خشکسالی روبرونخواهدشد. یعنی ازوضعیت خشکسالی اخیرخارج می‌شود. بنابراین، باتوجه به نتایج پیش‌بینی بارش پیشنهادمی‌گردد: کشاورزان ومدیران منابع آب کشور، درتعیین نوع کشت ومدیریت منابع آب آینده حوضه آبریز دریاچه ارومیه تصمیم‌گیری کنند. اماجهت بدست آمدن نتایج جامع پیشنهادمی‌گردد که علاوه برروش مذکور، پدیده ترسالی وخشکسالی ازدیدگاه علوم دیگرعلم کشاورزی، هیدرولوژی وترکیبی ازاین دوباعلم اقلیم‌شناسی) وبااستفاده ازروشهاوشاخصهای مختلف ازقبیل روش بررسی سینوپتیکی - آماری، روش سیستم منطق فازی وروش مقایسه وپردازش تصاویرماهواره‌ای (سنجش ازدور) وشاخص پالمرو... موردمطالعه وتحلیل شود.

* عضوهیأت علمی دانشگاه تربیت معلم
** عضوهیأت علمی‌دانشگاه تربیت معلم
*** کارشناس ارشددانشگاه تربیت معلم

پانوشت

1)James,E.andCaskey,JR

2)Pao-Shin Chu

۳) مدل اتورگرسیو- میانگین متحرک

4)Solange Mendonce Leite

5)Shaffeqah Al-Awadli and Jan Jolliffe

منابع ومآخذ

۱ - باکس، جی، ای، پی، وجکینز، جی ام، تحلیل سریهای زمانی، پیش بینی‌و کنترل‌ترجمه‌مشکانی،محمدرضا،۱۳۷۱،جلداول،انتشارات‌دانشگاه‌شهیدبهشتی .

۲ - یزرگ نیا، ابوالقاسم ونیرومند، حسینعلی، ۱۳۷۸، سریهای زمانی، انتشارات دانشگاه پیام نور.

۳ - پروین، نادر، ۱۳۸۰، پیش بینی(برآورد) خشکسالی درحوضه آبریز دریاچه ارومیه، پایان نامه کارشناسی ارشددانشکده ادبیات وعلوم انسانی، دانشگاه تربیت معلم تهران.

۴ - جهادی طرقی، مهناز، ۱۳۷۸، تعیین روند تغییرات دماوبارش شهرمشهدطی دوره آماری ۱۹۹۴-۱۹۵۱، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی ۵۵-۵۴.

۵ - علیجانی، بهلول، ۱۳۷۵، تغییرات زمانی دمای تهران، خلاصه مقالات اولین کنفرانس تغییراقلیم، سازمان هواشناسی کشور، تهران.

۶ - کمالی، غلامعلی، ۱۳۷۰، بررسی عوامل مختلف آب وهوایی دررابطه باخشکسالی بهار۱۳۶۸درخراسان، نیوار، شماره ۹.

۷ - مشایخی، تقی، ۱۳۵۱، تجزیه وتحلیل آماربارندگی سالیانه ایستگاههای سینوپتیک واقع درمرکزاستانهای ایران، نیوار.

۸ - مقدسی، فخری، ۱۳۷۵، بررسی روندخشکسالی ازدیدگاه کشاورزی، نیوار، شماره ۲۹.

۹ - مقیمی، ابراهیم، ۱۳۷۸، تحلیل آماری رطوبت نسبی وبارندگی تهران دریک دوره سی ساله، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره پیاپی۵۵-۵۴.

۱۰ - نیکبخت، شراره، ۱۳۶۹،آیاباران مصنوعی درکاهش خشکسالیهاموثراست؟ نیوار،شماره پیاپی ۵تا۸

11 - AL-Awadhi,S.and Jolliffe,J.1998."Time Series Modelling of surface pressure Data.International Journal of Climatology 18,443-455.

12 - James E.and Caskey,JR.1963 A markow chain model for the probability if precipitation occurrence in intervals of various length Monthy Weather Review June,298-301.

13 - Leite ,S.M.1996. The autoregressive model of climatological time series :An application to the longest time series in portugal ,International Journal of Climatology 16,1165-1173.

14 - Mohan ,S.and Vedula,S.1995. Multiplicative seasonal ARIMA model for long term forecasting of Inflows ,water Resources Management 9,115-126.

15 - Palmer.Drought Indices ,Palmer Drought Severity Index ,http//ENSO.edu/Enigma/Indices.htm.

16 - Pao-Shin Chu,1998.Short0term Climate Prediction of Mei-Yu rainfall for Taiwan using canonical correlation analysis,International Journal of Climatology 18,215-224.

17 - Prasad.K.D.and Singh.S.V.1998.Forecasting the spatial variability of the Indian monsoon rainfall using canonical correlationmodel,International Journal of Climatology 16,1379-1390.

18 - Taikuo,J.and Sun,Y.H.1996.An ARMA0type Section model for average ten-day Streamflow Synthesis,water Resources Management 10,333-354.