کاربرد روش‌های خودوایازش وهلت وینترز جهت پیش‌بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در اهواز

محسن لوعلیزاده[1]، نعمت الله عقبا[2]، نادر شفی خدایی[3]

1- رییس اداره تحقیقات هواشناسی کشاورزی اهواز
2- رییس اداره فنی اداره کل هواشناسی خوزستان
3- مدیر کل هواشناسی استان بوشهر

چکیده

عناصر اقلیمی بویژه بارش دارای تغییرات معنی داری در دوره های زمانی مشخص هستند. این تحقیق به منظور مطالعه و بررسی تغییرات زمانی بارش، تعیین خشکسالی ها – ترسالی ها و امکان پیش بینی آنها در شهر اهواز انجام گرفته است. دوره های خشکسالی – ترسالی و همچنین تداوم و شدت آنها با استفاده از شاخص استاندارد Z و میانگین متحرک 5 ساله، محاسبه شده و امکان پیش بینی آنها با استفاده از مدلهای سری زمانی هلت وینترز و خودوایازش مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور از داده های بارش ماهانه ایستگاه سینوپتیک همدیدی اهواز به مدت 45 سال، (1343 تا 1387) استفاده شده است. نتایج بررسی ها نشان می‌دهد که ارقام پیش بینی با روش هلت وینترز نزدیکی بیشتری با ارقام مشاهده شده دارد.

کلمات کلیدی: سری زمانی، مدل هلت وینترز، مدل خودوایازش، شاخص استاندارد Z ، خشکسالی و ترسالی .

مقدمه

در سال های اخیر پژوهش‌های گسترده‌ای در تعیین وجود یا عدم وجود روند، بر روی سری‌های زمانی اقلیمی در مناطق مختلف جهان صورت گرفته است. چاو و کارلیوتیس در سال 1970، به تحلیل یک متغیره سری‌های زمانی بارش و دما پرداختند در این تحلیل وجود مولفه‌های تناوبی شدید یک ساله و تناوب ضعیف با دوره 6 ماهه را در سری داده‌ها تشخیص دادند. تورگز (1996)، شاخص‌های مکانی و زمانی تغییرات بارش سالانه را در ترکیه مطالعه کرده است. وی روند طولانی مدت نوسانات و تغییرات سال‌های خشک و مرطوب را تحلیل نموده است. مایز (1996) با استفاده از داده‌های ماهانه، فصلی و سالانه، الگوهای مکانی و زمانی بارش را در بریتانیا تهیه نموده است.

مطالعات مربوط به خشکسالی و ترسالی در سال‌های اخیر به علت تغییر اقلیم مورد توجه بوده است. در این بین توسعه طرح‌های پیش آگاهی خشکسالی در اولویت بوده است. به علاوه به منظور بهبود پیش‌بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، دلایل اقلیمی پدیدآورنده آنها نیز تحلیل شده‌اند (8). شهر اهواز در منطقه خشک واقع شده و تغییرات و نوسانات کوتاه مدت و بلند مدت بارش از ویژگیهای اساسی اقلیم آن محسوب می‌شود. هدف این پژوهش، بررسی الگوی تغییرات خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و شدت و تداوم آنها در شهر اهواز و بررسی امکان پیش‌بینی آنها با استفاده از روش‌های آماری می‌باشد.

یکی از مهمترین اثر تغییر اقلیم مربوط به تغییر دما و بارش است. در این میان بارش اهمیت ویژه‌ای دارد؛ چون تغییر الگوی بارش منجر به وقوع سیلاب‌ها و خشکسالی‌ها در مناطق مختلف می‌شود. بنابراین تغییرات زمانی و مکانی سری‌های زمانی بارش از دیدگاه علمی و عملی بسیار مهم می‌باشد.

بروز خشکسالی و یا ترسالی به معنی انحراف موقتی بارش از حد نرمال اقلیم یک منطقه است. این پدیده‌ها فراوانی، شدت و مدت متفاوتی دارند که در ارتباط با این ویژگی‌هایشان پیامدها و اثرات نامطلوبی بر جای می‌گذارند. از جمله خشکسالی‌های شدید موجب کاهش ذخایر آب و میزان رطوبت خاک و وارد آمدن صدمات جدی به کشاورزی و بوم سازگان‌های طبیعی می‌شوند. ترسالی‌های شدید نیز موجب بروز پدیده مخرب سیلاب، فرسایش خاک، بیابان‌زایی و ... می‌گردند. پیامدهای ثانویه این پدیده‌ها از نظر کمبود مواد غذایی، هراس اجتماعی، گسترش قحطی و فقر و سایر مسایل و مشکلات اقتصادی و اجتماعی، جوامع انسانی را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این رو تحلیل خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها از نظر شروع، شدت، تداوم، پایان از اهمیت زیادی برخوردار است.

مواد و روش‌ها

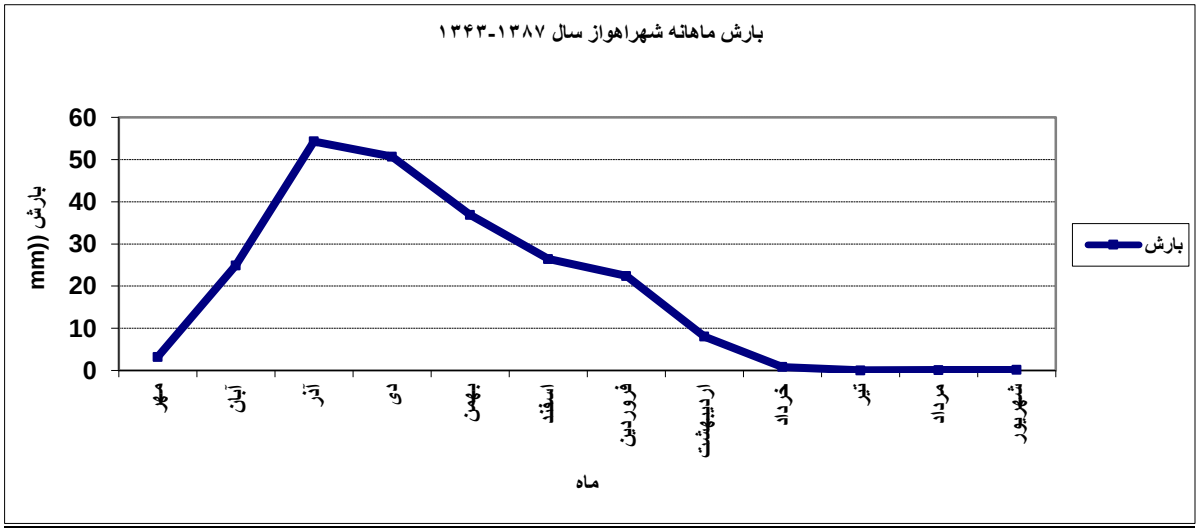
در این پژوهش به منظور بررسی تغییرات بارش از داده‌های سالانه ایستگاه سینوپتیک اهواز، به مدت 45 سال (1343 تا1387سال زراعی) استفاده شده است. شهر اهواز از لحاظ تقسیمات سیاسی مرکز استان خوزستان می‌باشد. جدول(1) ویژگی‌های ایستگاه سینوپتیک اهواز را نشان می‌دهد. متوسط بارش سالانه اهواز 227.9 میلیمتر می‌باشد. بیشترین میزان بارش ماهانه در ماه آذر و کمترین آن در ماه تیر می‌بارد(جدول 2). شکل 1 تغییرات بارش ماهانه اهواز را در طی دوره آماری 45 ساله نشان می‌دهد.

جدول شماره (1) ویژگی‌های ایستگاه اهواز

نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (m)	سالهای آماری	میانگین بارش سالانه (mm)
همدیدی	48 33´E	31˚ 20´N	18	1343-1387	227.9

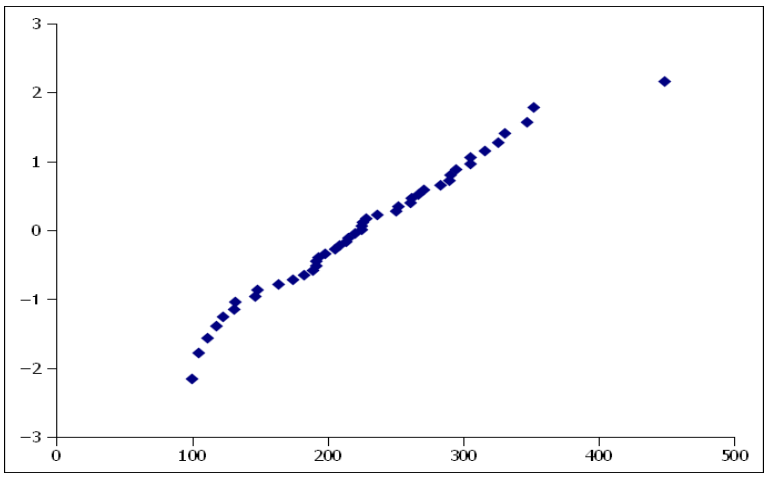
جدول شماره (2) تغییرات بارش ماهانه اهواز

ضریب تغییرات	بیشینه	کمینه	میانه	انحراف معیار	میانگین سالانه	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	ماه
33.49	448.4	100.2	225.1	76.3	227.9	0.1	0.07	0	0.8	8	22.4	26.4	36.9	50.7	54.3	24.9	3.2	بارش



شکل شماره (1) تغییرات بارش ماهانه اهواز

به منظور اطمینان از همگن بودن داده‌ها، از روش ران تست (test run) همچنین از آزمون آندرسن دارلینگ جهت تایید نیکویی برازش داده‌ها استفاده شده است که در شکل(2) آمده است. سپس نمره Z استاندارد داده‌ها و نیز میانگین متحرک 5 ساله آنها محاسبه و نمودار مربوط به آن ترسیم شده است. برای تعیین فراوانی و شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، از جدول طبقه‌بندی هایم کوتیل (1996) که متناسب با مناطق خشک اصلاح گردیده، استفاده شده است(جدول3).



شکل شماره (2) آزمون آندرسن دارلینگ جهت تایید نیکویی برازش داده برتوزیع نرمال1387-1343

جدول شماره (3) طبقه‌بندی شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌های اصلاح شده‌هایم کوتیل.

دوره خشکسالی	Zنمره	دوره ترسالی	Zنمره
بسیار شدید	-1/5 >	بسیار شدید	>1/5
شدید	-1/49 تا -1	شدید	1/49 تا 1
متوسط	-0/99 تا -0/5	متوسط	0/99 تا 0/5
ضعیف (تقریبا" نرمال)	-0/49 تا 0	ضعیف (تقریبا" نرمال)	0/49 تا 0

روش تحلیل سری‌های زمانی یک روش مطالعاتی است که می‌توان از آن برای بررسی تغییرات بارش و پیش‌بینی مقادیر در آینده استفاده کرد. مدل سری‌های زمانی به دو دسته روش‌های کمی و کیفی تقسیم می‌شود. در این مطالعه برای پیش‌بینی سری زمانی ماهانه، دو روش هلت وینترز و خود وایازش از سری روش‌های کمی مورد ارزیابی قرار گرفته است. اساس این مدل‌ها بر میانگین موزون استوار است که در این میانگین، بیشترین وزن به جدیدترین مشاهده، وزن کمتر به مشاهده قبل از آن و الی آخر داده می‌شود. در این روش ابتدا داده‌ها به صورت سری زمانی ماهانه 1387-1343 شامل 540 مشاهده، مرتب گردیدند. اجزای اصلی روش هلت وینترز، سطح (X_t)، روند (T_t) و فصل (F_t) می‌باشد که با استفاده از فرمول‌های زیر به دست می‌آیند:

$$\overline{X_t} = A(\overline{X}_{t-1} + T_{t-1}) + (1-A)\frac{X_t}{F_{t-s}} \quad (0<A<1) \quad (1)$$

$$T_t = BT_{t-1} + (1-B)(\overline{X}_t - \overline{X}_{t-1}) \quad (0<B<1) \quad (2)$$

$$F_t = CF_{t-s} + (1-c)\frac{X_t}{\overline{X}_t} \quad (0<C<1) \quad (3)$$

اگر سری، S دوره زمانی در هر سال داشته باشد، عامل فصلی مرتبط با آن درسال قبل با F_{t-s} نشان داده می‌شود. A، B وC همگی ضرایب هموارسازی هلت وینترز هستند که مقدار آنها همواره بین صفر و یک خواهد بود.

مدل خودوایازش، از اعضای خانواده مدل‌های سری زمانی باکس - جنکینز و از جمله مدل‌های پرکاربرد در میان فرایندهای خودهمبسته است که شامل سه فراسنج مختلف می‌باشد . با تغییر هر یک از این فراسنج‌ها نسبت به مقدار طبیعی خود، شرایط اولیه فرایند نیز تغییر خواهد نمود. در واقع خودوایازش تشکیل معادله وایازش اعضای یک سری زمانی با خودشان، همانند فرایند خودهمبستگی است. این مدل از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$X_t = W + \sum_{i=1}^{p} A_i X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

در این مطالعه به منظور برآورد میزان بارش ماهانه با روش وینترز، نرم افزار minitab 14 ، و جهت برآورد میزان بارش ماهانه با روش خودوایازش، نرم افزار jmulti مورد استفاده قرار گرفته است.

بحث و نتایج

جدول 4 تعداد و شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌های سالانه اهواز را بر اساس شاخص استاندارد Z نشان می‌دهد. مطابق این جدول، ایستگاه اهواز در طی دوره آماری 45 ساله، 25 سال خشکسالی را تجربه کرده که 3 سال آن از نوع بسیار شدید، 6سال از نوع شدید، 3 سال از نوع متوسط و 13 سال از نوع ضعیف بوده است. ترسالی‌های اهواز نیز 20 سال بوده که 3 سال آن بسیار شدید، 5 سال شدید، 6 سال متوسط و 6 سال ضعیف بوده است. مرطوب‌ترین سال مربوط به سال 1376 با 448/4 میلیمتر می‌باشد. جدول شماره 5 نیز میزان تداوم دوره‌های خشک و تر اهواز را نشان می‌دهد. از نظر میزان تداوم، 2 دوره خشکسالی بلند مدت (5 ساله و بیشتر) در اهواز

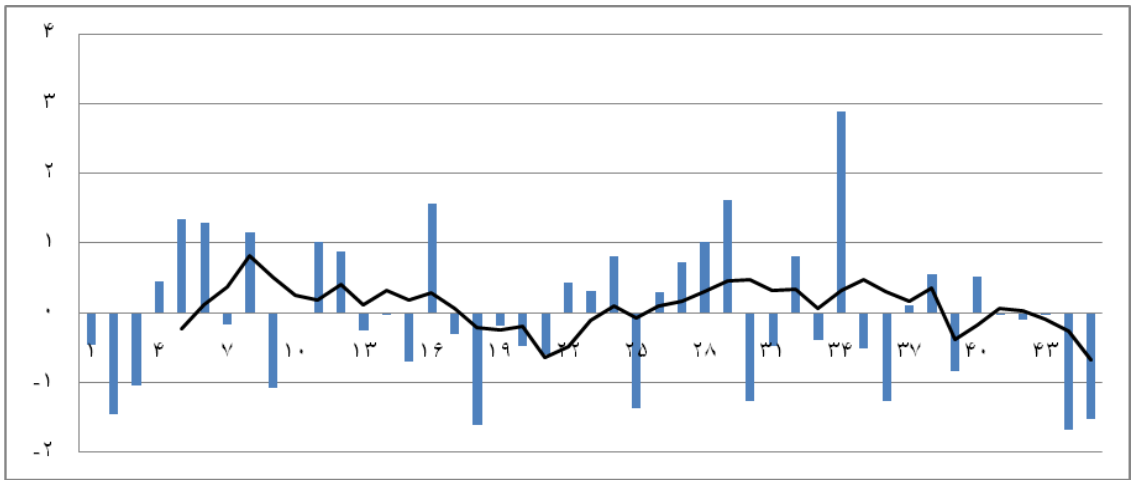
وجود داشته است. شکل 3 منحنی مقادیر z سالانه مشاهده شده ایستگاه اهواز و نیز میانگین متحرک 5 ساله آن را نشان می‌دهد.

جدول شماره (4) تعداد خشکسالی ها و ترسالی ها با شدتهای مختلف سالانه در اهواز.

خشکسالی بسیار شدید		خشکسالی شدید		خشکسالی متوسط		خشکسالی ضعیف		ترسالی ضعیف		ترسالی متوسط		ترسالی شدید		ترسالی بسیار شدید	
1/5- و کمتر		1/49- تا 1-		0/99- تا 0/5-		0/49- و بیشتر		0/49 و کمتر		0/99 تا 0/5		1/49 تا 1		1/5 و بالاتر	
درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
6/7	3	13/3	6	6/7	3	28/9	13	13/3	6	13/3	6	11/1	5	6/7	3

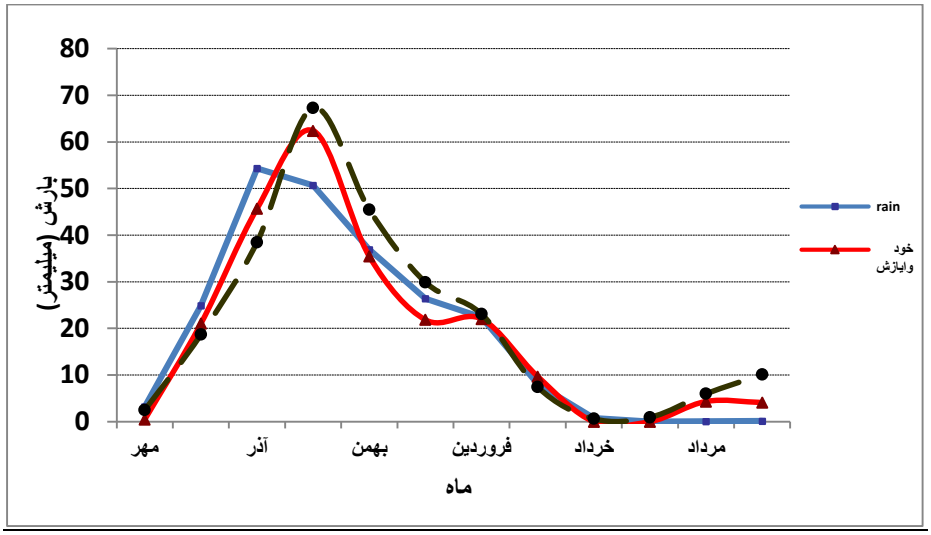
جدول شماره (5) میزان تداوم دوره های خشکسالی و ترسالی سالانه در اهواز

خشکسالی 5 سال یا بیشتر	خشکسالی 3 یا 4 ساله	خشکسالی 1 یا 2 ساله	ترسالی 1 یا 2 ساله	ترسالی 3 یا 4 ساله	ترسالی 5 سال یا بیشتر
2	2	7	6	4	0

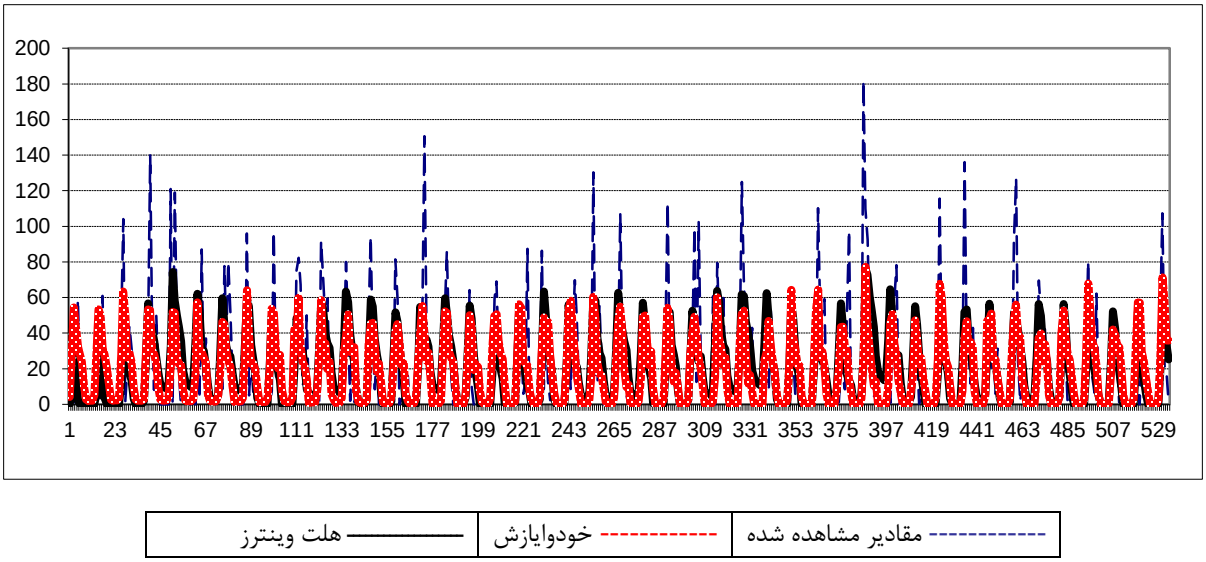


شکل شماره (3) نمره z استاندارد بارش سالانه اهواز و میانگین متحرک 5 ساله

در شکل 3، ارقام مشاهده شده و پیش‌بینی شده سری زمانی بارش ماهانه ایستگاه اهواز بر اساس روش هلت وینترز و روش خودوایازش از سال 1343 تا 1387 نشان داده شده است. در شکل 4 نیز میانگین بارش ماهانه اهواز با میانگین‌های پیش‌بینی شده بر اساس روش‌های خودوایازش و هلت وینترز مقایسه شده است.



شکل شماره (4) مشاهدات و پیش بینی سری زمانی بارندگی ماهانه اهواز براساس روش‌های هلت وینترز و خودوایازش.



شکل شماره (5) مقایسه میانگین بارش ماهانه مشاهده شده در اهواز بامیانگین پیش بینی شده بر اساس روشهای خودوایازش وهلت وینترز

همانطور که در نمودارهای شکل 4 دیده می شود می‌شود، ارقام مربوط به پیش‌بینی بر اساس روش خودوایازش نسبت به روش هلت وینترز، انطباق بیشتری با مقادیر مشاهده شده دارد. در شکل 5 نیز میانگین بارش ماهانه مشاهده شده و پیش بینی شده به روش هایی که بیان شد با هم مقایسه شده اند.

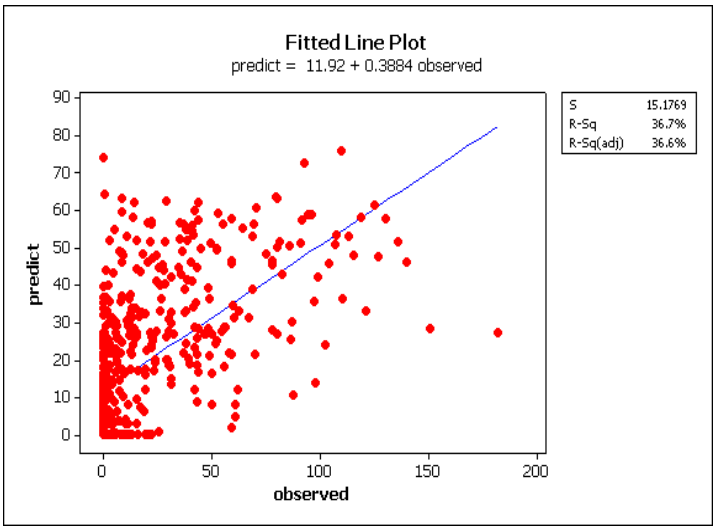
در شکل‌های 6 و 7 مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده بارش ماهانه ایستگاه اهواز در مقابل یکدیگر رسم شده‌اند و خط وایازش مربوط به آن ترسیم شده است. این نمودارها نیز نشان می‌دهند که سری زمانی پیش‌بینی شده با روش هلت وینترز همبستگی بیشتری با ارقام واقعی دارد.

جدول شماره (6) بررسی ضرایب همبستگی مقادیرمشاهده شده بارش بامقادیر پیش بینی شده از روش هلت وینترز و خودوایازش

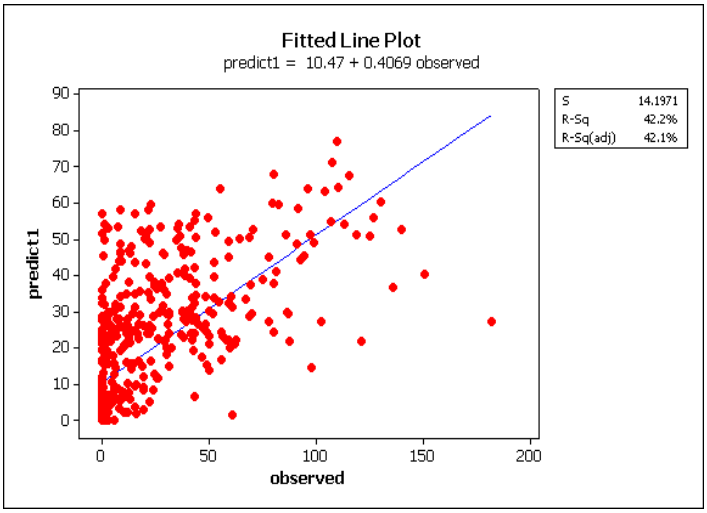
دوره	ضریب همبستگی اسپیرمن	ضریب همبستگی کندال	ضریب همبستگی پیرسن
روش هلت وینترز	0.720	0.546	0.606
روش باکس جنکینز	0.779	0.598	0.650

ضرایب حاصله در سطح 1 درصد معنی دار می باشند.

با توجه به جدول فوق ملاحظه می‌شود که ارقام پیش‌بینی شده توسط روش خودوایازش با ارقام واقعی بارش همبستگی بیشتری داشته وانطباق داده‌های این روش با داده‌های واقعی بیشتر از روش هلت وینترز می‌باشد.



شکل شماره (6) خط وایازش بارش ماهانه مشاهده شده و پیش بینی شده توسط مدل هلت وینترز



شکل شماره (7) خط وایازش بارش ماهانه مشاهده شده و پیش بینی شده توسط مدل خودوایازش.

نتیجه‌گیری

شناسایی و پیش‌بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، اهمیت زیادی در برنامه‌ریزی و جلوگیری از خسارت‌های احتمالی دارد. اگرچه از نظر شدت اکثر خشکسالی‌های اهواز از نوع ضعیف بوده (13 مورد) ولی از نظر تداوم 2 دوره خشکسالی 5 ساله و 2 دوره خشکسالی 4 ساله دیده می‌شود که در مقایسه با آمار ترسالی‌های اهواز قابل ملاحظه می‌باشد. در مجموع نیز خشکسالی‌ها در مقایسه با ترسالی‌ها دارای تداوم و فراوانی بیشتری می‌باشند.

مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده سری زمانی بارش ماهانه اهواز با مقادیر واقعی، نشان می‌دهد که ارقام مربوط به روش اتورگرسیون نسبت به ارقام حاصل از هلت وینترز، انطباق بیشتری با واقعیت دارد.

منابع

1- آذر، عادل و منصور مومنی (1385)، آمار و کاربرد آن در مدیریت، چاپ نهم، تهران، انتشارات سمت.

2- رضایی بنفشه مجیدو فاطمه سرافروزه 1388 بررسی کاربرد روشهای اتو رگرسیووهلت وینترز جهت پیش‌بینی خشکسالی و ترسالی‌ها در تبریز همایش ملی کاهش اثرات بلایای جوی اردبیل فروردین 1388.

3- عزیزی، قاسم (1384)، بررسی خشکسالی‌ها – ترسالی‌ها و امکان پیش‌بینی آنها با استفاده از مدل سری زمانی هالت وینترز در استان هرمزگان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره 79.

4- نترویلیام واسرمن ویتمور ترجمه علی عمیدی سال 1373 –آمارکاربردی، چاپ سوم، تهران، انتشارات نشر دانشگاهی.

5-Chow, W. T., and areliotis, S.J (1970):" Analysis of Stochastic Hydrologic Systems". Water Resources Res., No.16, pp.1569-1582.

6- Kalekar Prajakta S December 6, 2004 Time series forecasting using Holt-Winters Exponential Smoothing Kanwal Rekhi School of Information Technology.

7-Mayez, J. (1996):" Spatial and Temporal Fluctuations of Monthly Rainfall in the British Isles and Variations in the Mid-Latitude Westerly Circulation". INT. J. Climate l.16.585-596.

8- Sergio, M. Vicente-Serrano, S.M. (2006), Differences in spatial patterns of drought on different time scales: an analysis of the Iberian Peninsula, water resources management 20, 37–60.

9- Tosic, I. (2003) Spatial and temporal variability of winter and summer precipitation over Serbia and Montenegro, Theor. Appl. Climatology. 77, pp 47–56.