ارزیابی تغییراقلیم و تحلیل روند بارش در ایستگاه های فارسیات و ایذه

سارا بنی نعیمه [1*] ، میثم مهری چروده [2] ، علیرضا شکیبا [3]

[1*] کارشناس ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی- amiri.sara63@gmail.com

[2] مهندس منابع طبیعی . mehri1334@gmail.com

[3] هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی a-shakiba@sbu.ac.ir

چکیده

در پژوهش حاضر ابتد ا بهنجاری سری های زمانی با آزمون سنجش نرمالی بنام لایلی فورس آزمون گردید و سری های بهنجار و غیرنرمال تفکیک گردید. برای سنجش تغییرات سری های نرمال از آزمون خودهمبستگی لجانگ – باکس و برای سری های غیرنرمال از آزمون ناپارامتری تاو-کندال استفاده می گردد. علاوه برآن برای تعیین نوع و شیب روند از آزمون های من کندال و سنس استفاده گردید. مدل سازی و پیش بینی سری های غیرتصادفی نیز با استفاده از استراتژی مدل سازی باکس -جنکینز انجام می گیرد.نتایج روش رتبه ای نشان داد که در ایستگاه فارسیات هیچگونه جهش معنی داری در سری بارش سالانه دیده نمی شود و تنها سه تغییر ناگهانی در سالهای ۱۳۴۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ رخ داده است. در ایستگاه ایذه در سال ۱۳۴۹ یک تغییر ناگهانی در سری بارش سالانه دیده می شود. در روش دوم از میانگین متحرک به دو منظور استفاده گردید. ابتدا تحلیل روند در سری بارش سالانه ایستگاهها با استفاده از روش میانگین متحرک آزمون گردید. نتایج تحلیل روند نشان داد که در ایستگاه فارسیات با بررسی بازه های مختلف زمانی می توان یک چرخه نه ساله را برای سری بارش سالانه انتظار داشت. البته این چرخه کاملا برای ایستگاه معنی دار نمی باشد. در ایستگاه ایذه یک چرخه سیزده ساله در سری بارش سالانه دیده می شود.. پس از بررسی تحلیل روند و شناسایی چر خه های معنی دار بارش اقدام به مدلسازی سری سالانه بارش به روش باکس–جنکینز گردید. جهت انتخاب نوع مدل روند، بهنجاری سری های زمانی بارش سالانه ایستگاهها آزمون لایلی فورس سنجش گردید. درهر دو ایستگاه آماره آزمون لایلی فورس (L) بزرگتر از ارزش های بحرانی جدول(L_C) بوده و فرض نرمالی سری های زمانی تایید می گردد. در طرف دیگر، ارزش های P در هیچ یک از ایستگاهها کوچکتر از ۰/۰۵ نبوده و بنابر این معنی داری بهنجاری تایید می گردد. پس از آزمون بهنجاری سری ها نمودار سری زمانی بارش سالانه ایستگاهها ترسیم می گردد تا ایستایی یا ناایستایی هر کدام بررسی گردد. برای ایستایی واریانس علاوه بر نمودار سری زمانی از آزمون بارتلت استفاده گردیده است. نتایج تحلیل روند به روشهای مختلف نشان داد در ایستگاههای مورد مطالعه هیچگونه روند معنی داری در سری بارش سالانه دیده نمی شود. چرخه مشخص و معنی داری در سری زمانی بارش سالانه این دو ایستگاه وجود دارد و همچنین پراکندگی زمانی بارش ها در آن ها تغییر کرده است .

کلید واژه ها: ارزیابی ، تغییراقلیم، روند بارش، فارسیات ، ایذه

مقدمه

نقش اقلیم و شرایط هواشناختی در حیات تمامی جانداران کاملاً بدیهی است و این امر زمانی آشکارتر می‌شود که اقلیم و پدیده-های آن دارای نوسان و تغییرات شدیدی شوند؛ که در این صورت موجودات زنده در مقابله، کنترل و سازگاری با این نوسان‌های دچار مشکل خواهند شد. چنین ویژگی در هر نوع آب و هوایی می‌تواند بروز کند که البته در مناطق خشک و نمیه خشک به مراتب بیشتر است. اقلیم ابردستگاه پیچیده‌ای است که خود از دستگاه‌های بزرگی ساخته شده است. این دستگاهها خود از اجزای گوناگونی تشکیل شده‌اند که با یکدیگر اندرکنش دارند. همین اندرکنش‌هاست که رفتار پدیده‌های اقلیمی را تعیین می‌کند. بارش پدیده‌ای اقلیمی است که به دلیل پیوند با اجزاء مختلف دستگاه اقلیم، رفتاری پیچیده دارد. رخداد بارش نیازمند تأمین شرایط متعددی است. مهیائی رطوبت، مهیائی ناپایداری عمیق، سرمایش و... شرایط لازم اما نه کافی برای رخداد بارش به‌شمار می‌آیند. بارش به لحاظ ایجاد ایجاد جریانات سطحی ،تاثیر برسفره های آب زیر زمینی و به عنوان منبع مهم در تغذیه رودخانه ها و چشمه ها از اهیمت ویژه ای برخوردار است و از مهمترین عناصر اقلیمی است که در تعیین نقش و پراکندگی دیگر عناصر اقلیمی می تواند موثر باشد . بدنبال گرم شدن زمین،الگوی گردش عمومی و الگوی زمانی-مکانی بارش نیز تغییریافته و الگوی بارش جهانی نیز تغییر خواهد کرد .اما از هم اکنون نمی توان چگونگی این تغییرات را به وضوح مشخص کرد. در ایران بارش یکی ازمتغییرهای اساسی برای ارزیابی مهیایی بلقوه منابع آب است اما توزیع زمانی و مکانی بسیار ناموزون است و به همین دلیل توزیع منابع آب کشور نیز یکنواخت نیست. هرچه تغییرات مکانی بارش کوچکتر باشد همگنی و یک دستی منابع آب بیشتر می شود. از سوی دیگر،هرچه تغییر پذیری زمانی بارش کمتر باشد منابع آب نیز با ثبات تر خواهد بود و عرضه دائمی آب امکان پذیر می شود. به همین دلیل بارش نیز به عنوان یکی از عناصر اقلیمی مهم از اهمیت خاصی برخوردار است. در اهمیت مقادیر بارش و تغییرات آن به خصوص در کشور ما که در ناحیهٔ خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد، تردیدی نیست. تغییر الگوهای بارش یکی از بارزترین پی آمدهای پدیده تغییر اقلیم در سراسر جهان می باشد، با این حال جهت تغییرات بسته به مناطق جغرافیائی مختلف متغیر است.یکی از روش های مطالعاتی بررسی تغییرات بارندگی و پیش بینی آن ، روش های آماری می باشد. تحلیل سریهای زمانی یکی از شاخه های آماری است که در رشته های مختلف علوم مانند ژئوفیزیک ،اقصاد ،هواشناسی ،اقلیم شناسی و غیره کاربرد فراوانی دارد. تحلیل سریهای زمانی معمولا دو هدف را دنبال می کند: درک یا الگوسازی فرایندهایی که تصادفی به نظر می رسند و پیش بینی مقادیر آینده که بر مبنای گذشته آن صورت می گیرد . به منظور الگوسازی سری های زمانی می بایست توصیفی دقیقی از رفتارهای بلند مدت به صورت آماری –ترسیمی ارائه گردد. برای پیش بینی سری زمانی و تعیین مدل پیش بینی فنون مختلفی وجود دارد. این فنون را می توان به دو دسته کمی و کیفی تفکیک کرد. روش های کمی شامل مدل های میانگین متحرک ساده و موزون ،مدل هموار سازی نمایی ساده و هالت –وینترز ،مدل باکس-جنکینز،طوفان مغزی و گروه اسمی می باشد (آذرومومنی،۲۵:۱۳۸۷). چنانچه تحلیل گر بر اساس رفتار مشاهده شده از سری و تحلیل اجزای آن بتواند مقادیر آینده را با استفاده از مبانی ریاضی پیش بینی کند، از مدل های کمی برای پیش بینی سری زمانی سود می جوید، بررسی تغییرات بلند مدت (روند) عناصر اقلیمی بنیادی اساسی در تحلیل سری های زمانی اقلیمی است(عساکره،۱۳۸۶: ۳) .

روش کار

در بخش تجزیه و تحلیل اطلاعات دو گام اساسی براس پاسخ به سوالات تحقیق در پیش گرفته می شود. در گام اول اقدام به تحلیل روند بارش سالانه در ایستگاههای مورد مطالعه بر اساس دو روش ناپارامتری(من کندال و سنس استیمیتور) و میانگین متحرک(در بازه های مختلف) می گردد. سپس از طریق آزمون رتبه ای من کندال اقدان به تعیین نقاط جهش در سری بارش سالانه (درصورت وجود) می گردد تا از طریق آن بتوان جابجایی در بارش های سالانه مشخص شود. در گام دوم و پس از تحلیل

روند اقدام به مدلسازی بارش سالانه و استخراج مدلهای نهایی بر اساس استراتژی باکس-جنکینز است. ابتدا اقدام به تحلیل روند بارش سالانه می گردد که با استفاده از روش‌های ناپارامتری و میانگین متحرک در بازه های مختلف انجام می گیرد. در روش ناپارامتری از دو روش من کندال و سنس استیمیتور انجام می گیرد. در روش دوم که از میانگین متحرک استفاده می گردد، این میانگین در بازه های یک، سه، پنج و هفت ساله محاسبه و ترسیم می گردد.

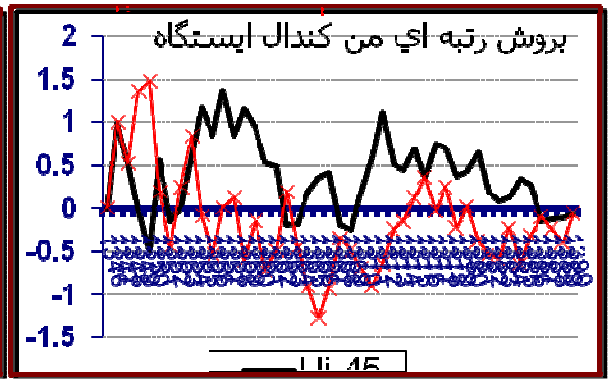
نتایج

نتایج روش من کندال و مقدار آماره z نشان داد که در هیچ کدام از ایستگاههای مورد مطالعه روند معنی داری مشاهده نمی شود. نتایج تحلیل بارش سالانه توسط روش های آماری ناپارامتری در جدول ۱ آمده است.

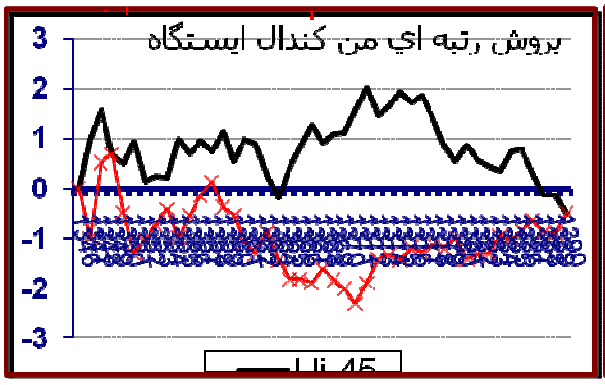
جدول ۱- آزمون تحلیل روند بارش سالانه و شیب روند آن با استفاده از روشهای آماری ناپارامتری

Time series	Mann-Kendall trend		Sen's slope estimate					
	Test Z	Signific.	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B
farsiat	-0.05		-0.05	-2.22	2.25	-1.65	1.69	200.59
izeh	-0.50		-1.50	-8.41	5.90	-7.03	3.83	679.34

در مرحله بعد جهت شناسایی نقاط جهش در سری بارش سالانه هر کدام از ایستگاهها و همچنین تشخیص جابجایی در بارش سری هر کدام از آزمون رتبه ای من کندال استفاده گردید و نتایج آن در قالب نمودارهایی آمده است. نتایج روش رتبه ای نشان داد که در ایستگاه فارسیات نیز هیچگونه جهش معنی داری در سری بارش سالانه دیده نمی شود و تنها سه تغییر ناگهانی در سالهای ۱۳۴۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ رخ داده است. در ایستگاه ایذه در سال ۱۳۴۹ یک تغییر ناگهانی در سری بارش سالانه دیده می شود. نمودارهای رتبه ای من کندال در شکل‌های ۱ و ۲ آمده است.



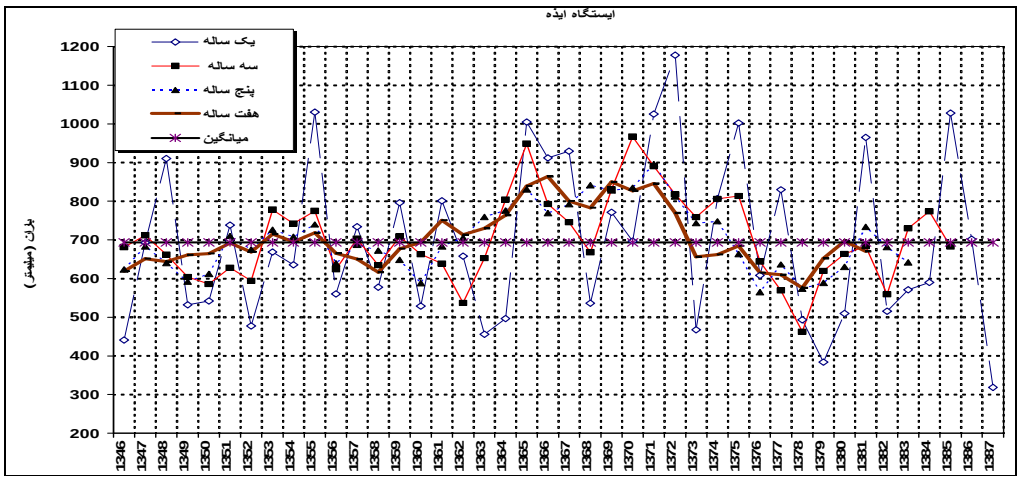
شکل۱: جهش و تغییر ناگهانی در بارش سالانه ایستگاه ایذه



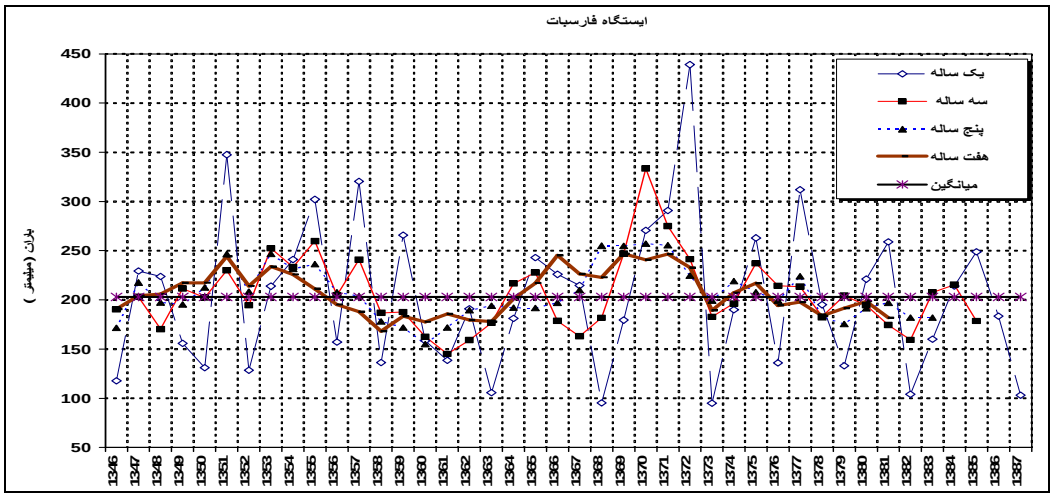
شکل ۲: جهش و تغییر ناگهانی در بارش سالانه ایستگاه فارسیات

تحلیل روند و تعیین چرخه های معنی دار با استفاده از میانگین متحرک

در بخش دوم تحلیل روند از میانگین متحرک در بازه های یک ساله، سه، پنج و هفت ساله برای تعیین و تحلیل روند استفاده می گردد. نمودارهای میانگین متحرک در شکل‌های ۳و۴ آمده است. همانطور که از نمودارها نیز پیداست با توجه به منحنی ۷ ساله در ایستگاهها در منحنی های با بازه مختلف تنها چرخه هایی معمولی در سری بارش سالانه آنها دیده می شود که چرخه ها نمی توانند روند معنی داری در افزایش یا کاهش بارش در منطقه داشته باشند و اغلب سری سالانه آنها بصورت ایستا می باشد. با بررسی بازه های مختلف در میانگین متحرک در ایستگاه فارسیات با بررسی بازه های مختلف زمانی می توان یک چرخه نه ساله را برای سری بارش سالانه انتظار داشت. البته این چرخه کاملا برای ایستگاه معنی دار نمی باشد. در ایستگاه ایذه یک چرخه سیزده ساله در سری بارش سالانه دیده می شود.



شکل۳: میانگین متحرک بارش سالانه ایستگاه ایذه



شکل۴: میانگین متحرک بارش سالانه ایستگاه فارسیات

جهت انتخاب نوع مدل روند، بهنجاری سری های زمانی بارش سالانه ایستگاه ها با آزمون لایلی فورس سنجش گردیده و نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است .در ایستگاه‌ها آماره آزمون لایلی فورس (L_F) بزرگتر از ارزش های بحرانی جدول(L_C) بوده و فرض نرمالی سری های زمانی تایید می گردد. در طرف دیگر، ارزش های P در هیچ یک از ایستگاهها کوچکتر از ۰/۰۵ نبوده و بنابر این معنی داری بهنجاری تایید می گردد. بنابراین، با تأیید بهنجاری سری های زمانی استفاده از آز مون های پارامتری برای تشخیص روند ممکن می گردد.

جدول ۲: آزمون بهنجاری سری‌های زمانی بارش سالانه ایستگاههای مورد مطالعه

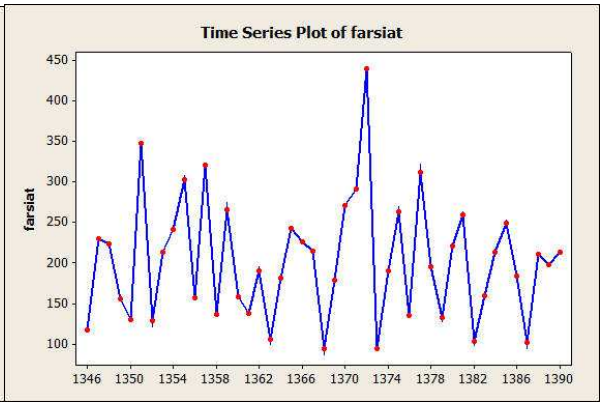
ردیف	ایستگاه	L_C	L	P	H
۲	ایذه	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۴۸	۰
۴	فارسیات	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۱۳	۰

بررسی استقلال سری های زمانی با استفاده از آزمون پارامتریک لجانگ باکس انجام گرفته است .آزمون فوق جزء آزمون های خودهمبستگی بشمار می آید .آماره های آزمون لجانگ- باکس در جدول۳ نشان داده شده است.

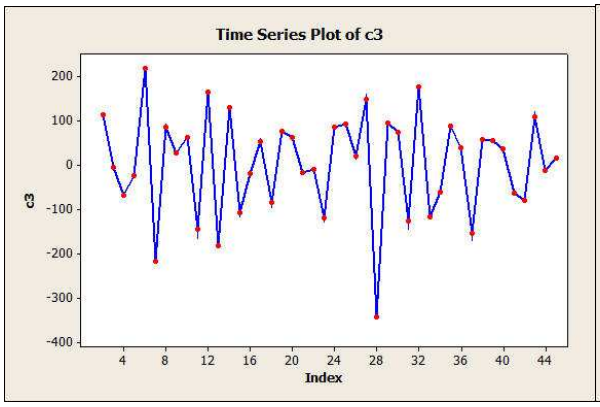
جدول ۳: آزمون استقلال سری های زمانی بارش سالانه ایستگاهها با استفاده از آزمون لجانگ باکس

ردیف	ایستگاه	CV	Qstat	P	H
۱	ایذه	۱۴/۳	۷/۲	۰/۸۵	۰
		۲۸/۷	۱۶/۶	۰/۹۵	۰
۲	فارسیات	۱۴/۳	۴/۳	۰/۲۷	۰
		۲۸/۷	۱۴/۴	۰/۳۴	۰

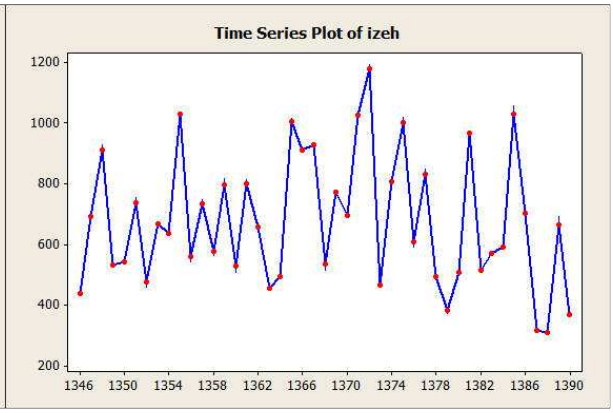
پس از آزمون بهنجاری سری ها نمودار سری زمانی بارش سالانه ایستگاهها ترسیم می گردد تا ایستایی یا ناایستایی هر کدام بررسی گردد. برای ایستایی واریانس علاوه بر نمودار سری زمانی از آزمون بارتلت استفاده گردیده است. در گام بعد هر گونه ناایستایی سری با استفاده از تفاضل گیری مرتبه یک سبب حذف روند فصلی از سری زمانی گردیده است. نمودارهای سری زمانی(سمت راست) و نمودار های تفاضل گیری شده(سمت چپ) برای هر کدام از ایستگاهها در اشکال ۵ تا ۸ آمده است.



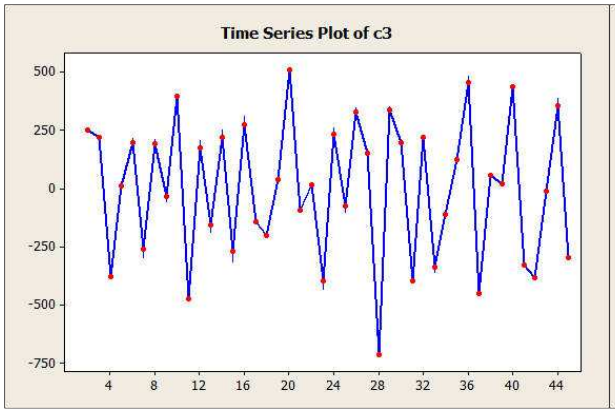
شکل۵: سری زمانی بارش سالانه ایستگاه فارسیات



شکل۶: سری تفاضل گیری شده بارش سالانه فارسیات با مرتبه یک

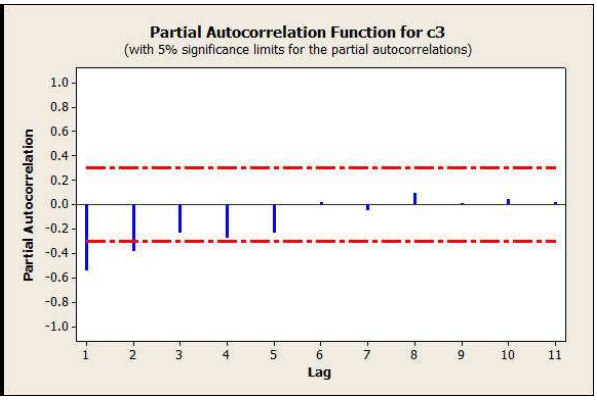


شکل۷: سری زمانی بارش سالانه ایستگاه ایذه

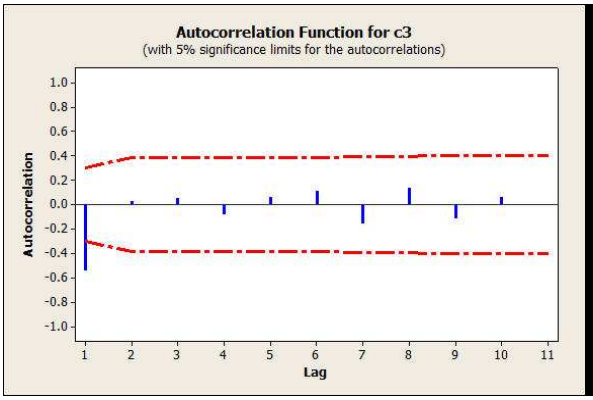


شکل۸: سری تفاضل گیری شده بارش سالانه ایذه با مرتبه یک

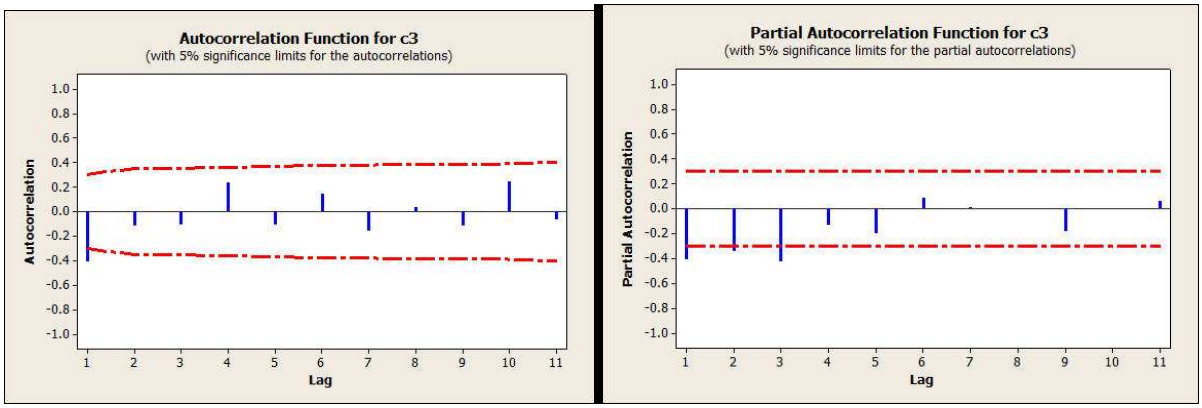
در اولین مرحله از فرایند مدلسازی، مدل اولیه تشخیص داده می شود .ابراز تشخیص مدل اولیه، نمودار خودهمبستگی و خودهمبستگی جزیی می باشد .بنابراین نمودارهای ACF و PACF سری ها رسم می گردد تا مولد اولیه مولد داده ها تشخیص گردد. پس از تشخیص اولیه الگوی مولد داده ها، پارامترهای آن شناسایی گردیده و در نهایت مناسبت مدل ارزیابی می گردد. نمودار های خودهمبستگی و خودهمبستگی جزیی برای هر کدام از ایستگاهها در شکل های ۹تا ۱۲ آمده است.



شکل۹: نمودارPACF سری زمانی بارش فارسیات



شکل۱۰: نمودارACF سری زمانی بارش فارسیات



شکل۱۱: نمودارPACF سری زمانی بارش ایذه

شکل۱۲: نمودارACF سری زمانی بارش ایذه

مدل اولیه با استفاده از نمودارهای خودهمبستگی و خودهمبستگی جزیی سری تفاضل گیری شده تشخیص و برازش داده شده است. پارامترهای الگوی برازش د اده شده نیز با روش درستنمائی ماکزیمم برآورد گردیده است .در نهایت، مناسبت الگوی برازش داده شده نیز با روش تجزیه و تحلیل مانده ها بررسی گردیده و مدل نهایی مبنای پیش بینی رفتار آتی سری قرار گرفته است. نتایج فرایند مدلسازی سری بارش سالانه ایستگاههای مورد مطالعه با استراتژی باکس و جنکیز در جدول ۴ آمده است.

جدول۴: نتایج فرایند مدلسازی سری بارش سالانه ایستگاههای مورد مطالعه با استراتژی باکس و جنکیز

ایستگاه	آزمون ایستایی		ابزار تشخیص مدل آزمایشی		نوع مدل آزمایشی	روش برآورد پارامترهای مدل
ایذه	میانگین	واریانس	ACF	PACF	ARIMA(1,1,1)	Maximum Likelihood
	Diff-1	*				
فارسیات	میانگین	واریانس	ACF	PACF	ARIMA(1,1,3)	Maximum Likelihood
	Diff-1	*				

در مرحله بعد مدل های بدست آمده را برای سری باید برازش دهیم ولی ابتدا در مورد وجود یا عدم وجود روند قطعی در مدل تصمیم گیری کرد.برای این کار ابتدا مدل را با جمله ثابت برازش می دهیم و سپس با توجه به آماره t و p - value در مورد حضور یا عدم حضور جمله ثابت در مدل تصمیم میگیریم. با توجه به پارامترهای مدل برازش شده به سری زمانی، مشاهده می گردد که آماره t کمتر از۲ بوده و نیازی به لحاظ کردن جمله ثابت در مدل نیست. مقدارp - value نیز بیش از ۰/۰۵ می باشد. بنابراین فرضیه صفر را نمی‌توان رد کرد و به معنی عدم وجود روند قطعی در مدل می باشد. در گام بعد بر روی پارامترهای مدل قضاوت می شود. در این گام چنانچه مقدارp - value در هر یک از اجزای مدل برازش داده شده بیش از ۰/۰۵ باشد باید یک مرتبه از آن را کاهش داد و دوباره مدل ها را با مرتبه های جدید برازش داد. همانطور که در جداول زیر مشاهده می گردد میزان p - value در همه پارامترهای مدل کمتر از ۰/۰۵ می باشد.

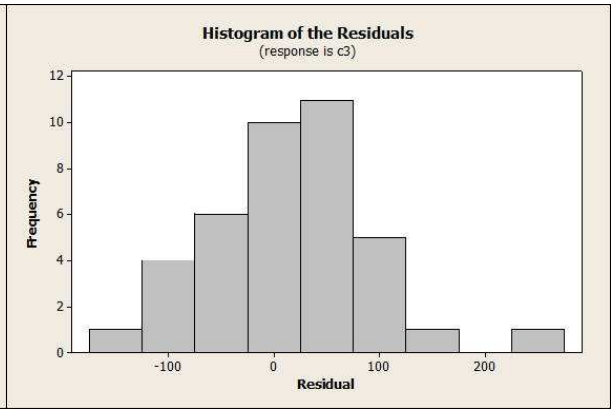
ایستگاه فارسیات

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	-0.9848	0.0469	-20.99	0.000
MA	1	0.9180	0.0137	67.19	0.000
MA	2	0.9057	0.0699	12.95	0.000
MA	3	-0.8390	0.1226	-6.84	0.000
Constant		-0.2584	0.7014	-0.37	0.715

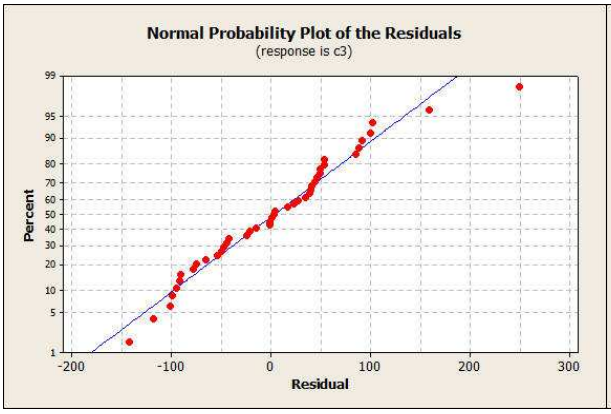
ایستگاه ایذه

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	-0.4301	0.1549	-2.78	0.008
MA	1	0.9589	0.1813	5.29	0.000
Constant		-1.576	4.836	-0.33	0.746

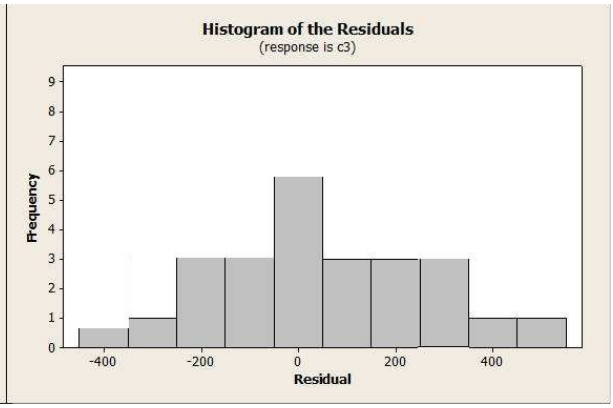
در مرحله بعد باید به بررسی مناسبت مدل های برازش داده شده و برازش جامع آن‌ها پرداخت. برای اینکار همانطور که ذکر گردید از دو روش مکمل یکدیگر استفاده می گردد. در این پژوهش از تجزیه و تحلیل باقیمانده های مدل که رایج تر است، استفاده می گردد. این تجزیه و تحلیل به کمک نمودارهای مربوط به باقیمانده ها و همچنین آزمون پرت مونتو انجام می‌گیرد. برای بررسی فرض نرمال بودن باقیمانده های مدل نمودار احتمال نرمال باقیمانده هاو نمودار هیستوگرام باقیمانده هاترسیم گردید. در نمودار احتمال نرمال، نقاط در امتداد خط قطری گسترده شده اند که تطابق این دو بیانگر توزیع نرمال می باشد. نمودار هیستوگرام نیز با توزیع ستونی مقادیر توزیع نرمال داده ها را نشان می دهد.



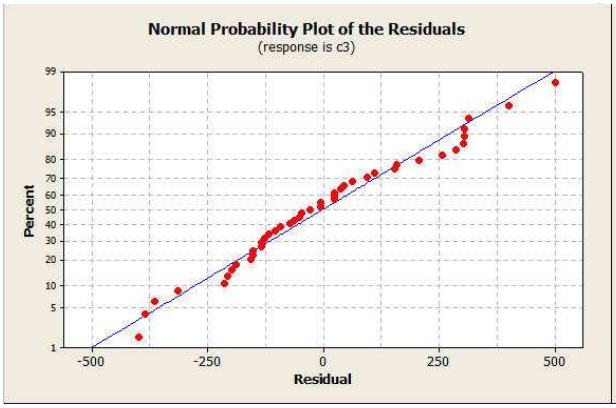
شکل۱۳:هیستوگرام باقیمانده های مدل برازش شده فارسیات



شکل۱۴:احتمال نرمال باقیمانده های مدل برازش شده فارسیات

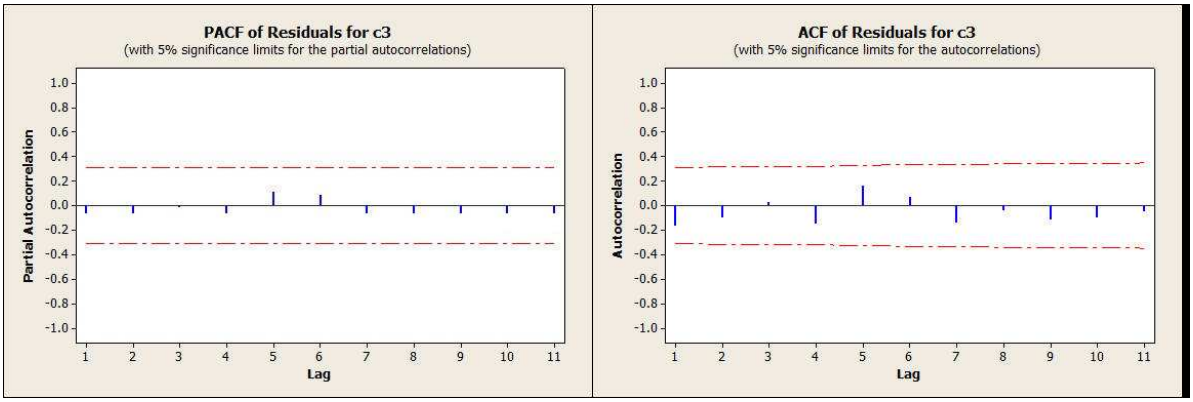


شکل۱۵:هیستوگرام باقیمانده های مدل برازش شده ایذه



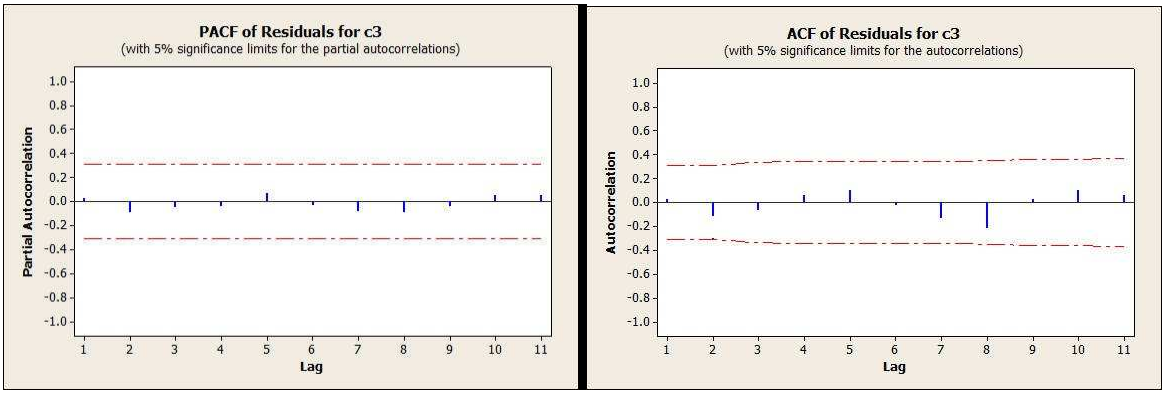
شکل۱۶:احتمال نرمال باقیمانده های مدل برازش شده ایذه

برای بررسی فرض استقلال باقیمانده ها نیز نمودارACF وPACF باقیمانده ها ترسیم گردید. با نگاهی به نمودارها مشاهده می گردد که هیچ یک از خود همبستگی ها معنی دار نیستند که این خود به معنی ناهمبسته بودن و تصادفی بودن باقیمانده هاست. اگر مدل برازش داده شده مناسب باشد، انتظار می رود نمودار باقیمانده ها در برابر زمان در اطراف سطح افقی صفر پراکندگی مستطیلی بدون روندی رانشان دهد. چنانچه رفتار این نمودار شبیه رفتار یک فرایند تصادفی محض با میانگین صفر و واریانس ثابت باشد، آنگاه می توان مدل برازش داده شده را تایید نمود. با توجه به نمودارهای ترسیم شده در مدل صحت مدل برازش داده شده تایید می گردد.



شکل۱۷: نمودار ACFباقیمانده ها سری بارش فارسیات

شکل۱۸:نمودار PACFباقیمانده ها سری بارش فارسیات فارسیات



شکل۱۹: نمودار ACFباقیمانده ها سری بارش ایذه

شکل۲۰: نمودار PACFباقیمانده ها سری بارش ایذه

روش دیگر و رسمی تر برای بررسی مناسبت مدل که بر مبنای خودهمبستگی های باقیمانده ها می باشد آزمون پرت-مانتو می باشد که نتایج محاسبات در جداول زیر آمده است. همانطور که مشاهده میگردد مقدار$p - value$ برای تمامی تاخیرها بیش از ۰/۰۵ می باشد.

ایستگاه ایذه

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	20.8	35.0	46.5	*
DF	9	21	33	*
P-Value	0.514	0.628	0.559	*

ایستگاه فارسیات

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	8.6	18.3	27.8	*
DF	7	19	31	*
P-Value	0.583	0.505	0.631	*

پس از شناسایی مدل آزمایشی و پس از اینکه مناسبت مدل آزمون گردید اقدام به برآورد و پیش بینی ده سال آینده سری گردید.

جدول۵. پیش بینی بارش سالانه ایستگاههای مورد مطالعه در دوره آتی

ایستگاه / سال	فارسیات	ایذه
1391	138.4	580.2
1392	267.8	798.0
1393	160.4	531.2
1394	140.5	803.6
1395	192.8	660.3
1396	107.8	458.5
1397	183.2	498.4
1398	245.0	1006.8
1399	228.0	914.2
1400	216.6	931.8

نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر شناسایی رفتار بارش سالانه دو ایستگاه فارسیات و ایذه بصورت توصیفی، تحلیل روند آن به منظور ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر بارش ایستگاهها و مدلسازی آن به منظور پیش بینی رفتار آتی آن خواهد بود. در گام اول پژوهش اقدام به تحلیل روند بارش سالانه با دو روش گردید. در روش اول با استفاده از روشهای آماری ناپارامتری (من کندال و سنس استیمیتور) اقدام به تحلیل روند بارش سالانه گردید. نتایج تحلیل روند نشان داد که در سری بارش سالانه ایستگاههای مورد مطالعه هیچگونه روند معنی داری در سری بارش سالانه دیده نمی شود. در گام بعد از روش رتبه ای من کندال جهت شناسایی نقاط جهش و تغییر ناگهانی در سری بارش استفاده گردید. نتایج روش رتبه ای نشان داد که در ایستگاه فارسیات هیچگونه جهش معنی داری در سری بارش سالانه دیده نمی شود و تنها سه تغییر ناگهانی در سالهای ۱۳۴۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰ رخ داده است. در ایستگاه ایذه در سال ۱۳۴۹ یک تغییر ناگهانی در سری بارش سالانه دیده می شود. در روش دوم از میانگین متحرک به دو منظور استفاده گردید. ابتدا تحلیل روند در سری بارش سالانه ایستگاهها با استفاده از روش میانگین متحرک آزمون گردید. نتایج تحلیل روند نشان داد

که در ایستگاه فارسیات با بررسی بازه های مختلف زمانی می توان یک چرخه نه ساله را برای سری بارش سالانه انتظار داشت. البته این چرخه کاملا برای ایستگاه معنی دار نمی باشد. در ایستگاه ایذه یک چرخه سیزده ساله در سری بارش سالانه دیده می شود. پس از بررسی تحلیل روند و شناسایی چر خه های معنی دار بارش اقدام به مدلسازی سری سالانه بارش به روش باکس- جنکینز گردید. جهت انتخاب نوع مدل روند، بهنجاری سری های زمانی بارش سالانه ایستگاهها آزمون لایلی فورس سنجش گردید. درهر دو ایستگاه آماره آزمون لایلی فورس (L) بزرگتر از ارزش های بحرانی جدول(L_C) بوده و فرض نرمالی سری های زمانی تایید می گردد. در طرف دیگر، ارزش های P در هیچ یک از ایستگاهها کوچکتر از ۰/۰۵ نبوده و بنابر این معنی داری بهنجاری تایید می گردد. پس از آزمون بهنجاری سری ها نمودار سری زمانی بارش سالانه ایستگاهها ترسیم می گردد تا ایستایی یا ناایستایی هر کدام بررسی گردد. برای ایستایی واریانس علاوه بر نمودار سری زمانی از آزمون بارتلت استفاده گردیده است. در گام بعد هر گونه ناایستایی سری با استفاده از تفاضل گیری مرتبه یک سبب حذف روند فصلی از سری زمانی گردیده است. در اولین مرحله از فرایند مدلسازی، مدل اولیه تشخیص داده می شود .ابراز تشخیص مدل اولیه، نمودار خودهمبستگی و خودهمبستگی جزیی می باشد .بنابراین نمودارها ی ACF و PACF سری ها رسم می گردد تا مولد اولیه مولد داده ها تشخیص گردد. پس از تشخیص اولیه الگوی مولد داده ها، پارامترهای آن شناسایی گردیده و در نهایت مناسبت مدل ارزیابی گردید. مدل اولیه با استفاده از نمودارهای خودهمبستگی و خودهمبستگی جزیی سری تفاضل گیری شده تشخیص و برازش داده شده است. پارامترهای الگوی برازش داده شده نیز با روش درستنمائی ماکزیمم برآورد گردیده است .در نهایت، مناسبت الگوی برازش داده شده نیز با روش تجزیه و تحلیل مانده ها بررسی گردیده و مدل نهایی مبنای پیش بینی رفتار آتی سری قرار گرفت. نکته جالب در مدلهای برازش داده شده این بود که ایستگاه فارسیات از طریق مدل(3,1,1) مدلسازی گردید. این نکته جالب به این معنی است که در ایستگاههای با مدل مشترک خودهمبستگی بارش در سری سالانه مشابهت فراوانی دارد. در مرحله بعد مدل های بدست آمده برای سری باید برازش داد ولی ابتدا در مورد وجود یا عدم وجود روند قطعی در مدل تصمیم گیری کرد. برای این کار ابتدا مدل با جمله ثابت برازش داده شد و سپس با توجه به آماره t و p- value در مورد حضور یا عدم حضور جمله ثابت در مدل تصمیم گرفته شد. با توجه به پارامترهای مدل برازش شده به سری زمانی، مشاهده گردید که آماره t کمتر از۲ بوده و نیازی به لحاظ کردن جمله ثابت در مدل نیست. مقدار p - value نیز بیش از ۰/۰۵ می باشد. بنابراین فرضیه صفر را نمی‌توان رد کرد و به معنی عدم وجود روند قطعی در مدل بود. در گام بعد بر روی پارامترهای مدل قضاوت می شود. در این گام چنانچه مقدار p - value در هر یک از اجزای مدل برازش داده شده بیش از ۰/۰۵ باشد باید یک مرتبه از آن را کاهش داد و دوباره مدل ها را با مرتبه های جدید برازش داد. در روش بعد با استفاده از آزمون پرتمونتو و همچنین نمودار باقیمانده های مدل به بررسی مناسبت مدلهای بکار گرفته شده اقدام گردید که در نهایت همه مناسبت مدلهای بکارگرفته شده برای مدلسازی بارش ایستگاه فارسیات و ایذه را تایید کردند. همانطوری که نتایج تحلیل روند به روشهای مختلف نشان داد در ایستگاههای مورد مطالعه هیچگونه روند معنی داری در سری بارش سالانه دیده نمی شود. چرخه مشخص و معنی داری در سری زمانی بارش سالانه این دو ایستگاه وجود دارد و همچنین پراکندگی زمانی بارش ها در آن ها تغییر کرده است .همانطور که بررسی نتایج میانگین متحرک در ایستگاههای مورد مطالعه نشان داد در دو ایستگاه فارسیات(نه ساله) و ایذه(سیزده ساله) چرخه های مشخص وجود دارد.مدلهای سری زمانی بکارگرفته شده قابل تعمیم برای سایر ایستگاههای استان است.با توجه به مشابهت فراوان در خود همبستگی داده های بارش سالانه می توان به واسطه ویژگیهای بارشی مدلهای بکارگرفته شده را تعمیم داد .

پیشنهادات

۱- یک پایگاه داده ای از داده های اقلیمی استان در سازمانهای زیربط ایجاد شده و با استفاده از اصول آماری یک کنترل کیفی بر روی آنها انجام گیرد.
۲- حداقل دوره آماری برای مطالعات تغییرات عناصر اقلیمی ۳۰ سال در نظر گرفته شود.
۳- برای بررسی میزان تغییر اقلیم هر دو مبحث تغییر میانگین و تغییر سالانه سری بررسی گردد تا میزان تغییرات بخوبی آشکار گردد.

نتایج بررسی حاضر می تواند به طور مستقیم و غیر مستقیم در تمامی بخش هایی که به نحوی با اقلیم سروکار دارند و یا اقلیم بخشی از تصمیمات آنها را تحت تأثیر قرار می دهد، مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدر دانی

با تشکر از سازمان آب و برق خوزستان واحد آب معاونت مطالعات پایه و منابع آب و دفتر تحقیقات واستانداردهای شبکه های ابیاری و زهکشی و دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی کرج .

منابع :

۱- بداق جمالی، ج.جوانمرد، س. و شیر محمدی، ر.۱۳۸۱. پایش و پهنه بندی وضعیت خشکسالی استان خراسان با استفاده از نمایه استاندارد شده بارش، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۷،۴-۲۴.
۲- علیزاده، امین، (۱۳۸۱). اصول هیدرولوژی کاربردی،چاپ ششم، انتشارات آستان قدس رضوی.
۳- کارآموز، محمد، ۱۳۸۶، مدیریت جامع خشکسالی در حوزه های آبریز، دانشکده فنی مهندسی تهران.
۴- فرج زاده، منوچهر(1374) ، تحلیل و پیش بینی خشکسالی در ایران، رساله دکترای اقلیم شناسی، دانشکده علوم انسانی،دانشگاه تربیت مدرس.
۵- مسعودیان، سید ابوالفضل، ۱۳۷۷، بررسی نظام تغییرات زمانی مکانی بارش در ایران، پایان نامه دوره دکتری، دانشگاه اصفهان
۶- کاویانی، محمدرضا، (۱۳۷۴). توربین های بادی و ارزیابی پتانسیل انرژی باد در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال دهم، شماره ۳۶.
۷- فرجزاده اصل، منوچهر، (۱۳۷۴)، «تحلیل و پیش‌بینی خشکسالی در ایران»، رساله‌ی دکتری دانشگاه تربیت مدرس.
۸- خوش‌اخلاق، فرامرز، (۱۳۷۷)، «تحقیق در خشکسالی‌های فراگیر ایران با استفاده از تحلیل سینوپتیکی»، رساله‌ی دکتری، دانشگاه تبریز.
۹- شکیبا، علیرضا، ۱۳۸۸، تحلیل روند تغییرات دمایی شهرستان اهواز بر اساس شاخص های حدی، فصل نامه چشم انداز جغرافیایی، سال چهارم، شماره هشتم.
10-۹-Alijani, B. (2005). Analyses and Prediction of precipitation in Iarestan region using Markov
11-chain models. The Iranian Journal of Research in Geography (Quarterly), 7 (2):11-34

12-١٠- Bakker, E.J. 1992. Rainfall and risk in India's agriculture. An ex-ante evaluaton of rainfall insurance. Groningen Theses in Economics, Management and Organization. Wolters-Noordhoff, Groningen.
13-١١-Boogaard, H.L., Van Diepen, C.A., Rotter, R.P., Cabrera, J.M.C.A., and Van Laar, H.H. 1998. User's guide for the OFOST 7.1 crop