

Evaluation of Drought in Markazi Province by Analysis of Rainfall Data

Moradi Nezhad, A. (M.Sc)

Agha Razi, H. (M.Sc.)

Research Center of Jihad Agriculture Markazi Province

Abstract

Iran is located in arid and semi-arid regions of the world. Low rainfall and drought during the recent years caused to intensify the water storage and salinity of water. Markazi province located in the dry zone and unfortunately no comprehensive study been done in this area. In this paper the evaluation of drought was studied using rainfall data analysing method. One of the davantage of this method is easy access to rainfall data. On the other hand, rainfall particulary in the dry lands is a unstable factor which is useful indicator for study of drought. The rainfall date was obtained from synoptic station of Arak. The mean of annual rainfall from 1959-1998 was calculated and using statistical methods the trend of drought was studied.

بررسی خشکسالی در استان مرکزی با توجه به تحلیل داده‌های بارندگی

(دریافت ۸۰/۹/۲۰ پذیرش ۸۱/۴/۱۰)

امیر مرادی نژاد* حشمت‌ا... آقارضا**

چکیده

واقع شدن ایران بر روی کمربند خشک جهانی باعث شده که در برخی سال‌ها به علت وقوع خشکسالی آسیب‌های فراوان به کشور وارد شود. استان مرکزی نیز از این امر مستثنی نمی‌باشد. متأسفانه تاکنون مطالعه جامعی در زمینه خشکسالی استان و خسارات ناشی از آن صورت نگرفته است. یکی از روش‌های مطالعه خشکسالی، روش تحلیل داده‌های بارندگی است. این روش از عمومی‌ترین روش‌های تحلیل خشکسالی به شمار می‌رود، زیرا در این روش، اطلاعات و آمار مورد نیاز به راحتی قابل حصول است. از طرفی، مقادیر بارندگی از بی‌ثبات‌ترین متغیرهای آب و هوایی، مخصوصاً در مناطق خشک، محسوب می‌شود و از این جهت می‌تواند شاخص خوبی برای مطالعه خشکسالی باشد. در این تحقیق، ابتدا اطلاعات و آمار بارندگی ایستگاه سینوپتیک اراک جمع‌آوری شد و میانگین بارندگی سالانه چهل سال آماری (۱۹۹۸-۱۹۵۹) استخراج گردید. سپس با استفاده از روش‌های آماری که عبارتند از شاخص میانگین بارندگی دراز مدت و احتمال وقوع خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها و با استفاده از توزیع‌های آماری و میانگین‌های متحرک و شاخص پربابی و خشکسالی، روند خشکسالی در استان مرکزی مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه گرفته شد که استان مرکزی با دو دوره خشکسالی مواجه بوده است و بهترین توزیع برای برازش بر داده‌ها توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ است.

مقدمه

خشکسالی حادثه تأسف باری است که همواره جوامع انسانی، گیاهی و به طور کلی اکولوژیک محیط را دچار تغییرات شگرف می‌کند. در منابع علمی از خشکسالی تعاریف زیادی شده است، ولی به دلیل متغیرهای مختلفی که به صورت مستقیم و غیر مستقیم در رخداد خشکسالی دخالت دارند، تعریف جامع و قابل قبولی برای همه محققان ارائه نگردیده است. به طور کلی خشکسالی در سه مقوله مورد بررسی قرار می‌گیرد. اول خشکسالی هواشناسی، زمانی اتفاق می‌افتد که در یک دوره‌ی گسترده که در آن می‌بایست بارندگی بر اساس موقعیت یا فصل صورت گیرد، هیچ گونه بارندگی وجود نداشته باشد و یا از حد معینی کمتر باشد. دوم خشکسالی هیدرولوژیک (جریان‌های کمینه)، به دوره‌ای گفته می‌شود که در آن

مقدار جریان آب رودخانه یا مخازن آب زیرزمینی و سطحی از یک حد بحرانی کمتر شود. سوم خشکسالی کشاورزی که در پی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیک به وجود می‌آید که در آن به علت عدم کفایت رطوبت خاک برای رشد گیاهان، مقدار محصول تولیدی کمتر از متوسط سالانه است [۱]. بررسی علمی این پدیده طبیعی یکی از نیازهای اساسی برنامه‌ریزی‌های کشاورزی و منابع آب در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. قدیمی‌ترین کوششی که برای مقابله با خشکسالی شده و از آن سندی در دست است، قحطی و خشکسالی می‌باشد که قرآن کریم در داستان حضرت یوسف به آن اشاره کرده است. حضرت یوسف خشکسالی هفت ساله را پیش‌بینی کرده بود و در طی هفت سال قبل از وقوع اقدام به ذخیره مواد غذایی نمودند [۲]. از دیر باز کشور ما هم شاهد

* کارشناس ارشد مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان مرکزی
** عضو هیات علمی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان مرکزی

1- Log Pearson III

موارد متعدد خشکسالی بوده است، تا آنجا که داریوش در کتیبه به جا مانده از عهد هخامنشیان دست به درگاه الهی بلند کرده و می‌گوید: خداوند کشور مرا از دروغ، دشمن و خشکسالی در امان بدار. اگرچه خشکسالی در ایران هر سالی نمود و بروز وسیع ندارد، اما بخش‌هایی از کشور را می‌پوشاند. از آنجا که خسارت ناشی از خشکسالی فقط در سال‌های شدید آن محسوس است، فقط در موارد بحرانی به صورت ملی اعلام می‌گردد [۳]. بنا بر گزارش سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، در سال ۱۳۷۸ خسارت ناشی از خشکسالی فقط در بخش کشاورزی ۱۰۰۰۰ میلیارد ریال، در سال ۱۳۷۹ بیش از ۱۲۰۰۰ میلیارد ریال و در سال ۱۳۸۰ به ۲۱۰۰۰ میلیارد ریال رسیده است [۳].

زمینه‌های زیادی برای تحقیق در مورد خشکسالی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به علل و چگونگی به وجود آمدن خشکسالی، توزیع و احتمال وقوع آن، پیامدهای ناشی از خشکسالی و جنبه‌های قانونی مدیریت خشکسالی اشاره نمود [۲]. تحلیل فراوانی خشکسالی به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به سیل مشکل‌تر می‌باشد که یکی از دلایل اصلی آن مشکل بودن تعریف خشکسالی است. به عنوان مثال دبی حداکثر سالانه می‌تواند معیار خوب و قابل فهمی برای تشخیص سیل باشد ولی حداقل دبی لحظه‌ای سالیانه نمی‌تواند ملاک خشکسالی قرار گیرد. بارندگی پایین لزوماً معادل خشکسالی نبوده و بالعکس خشکسالی به مفهوم کاهش بارندگی نیست [۲].

روش تحقیق

از آنجا که پدیده خشکسالی همانند سایر پدیده‌های جوی از قبیل سیل، بارش و ... می‌باشد، تحلیل آن نیاز به اطلاعات کافی و درازمدت داشته و هر چه تعداد سال‌های آماری بیشتر باشد، نتایج از دقت بهتری برخوردار است. در خصوص پدیده خشکسالی طبق گزارش سازمان هواشناسی جهانی حداقل سال‌های آماری مورد نیاز ۳۰ سال می‌باشد [۴]. روش‌های متعددی وجود دارند که نشان می‌دهند بارش در طی یک دوره زمانی معین، چه مقدار با میزان عادی تاریخی آن تفاوت دارد. این روش‌ها، به روش‌های تحلیل داده‌های بارندگی موسوم هستند. روش‌های تحلیل جریان نیز دسته‌ای دیگر از روش‌های بررسی خشکسالی هستند. در این تحقیق با توجه به

اطلاعات موجود، از شاخص میانگین بارش درازمدت استفاده شده است. بارندگی سالانه ایستگاه سینوپتیک اراک از سال ۱۹۵۹ تا سال ۱۹۹۸ مورد استفاده قرار گرفته است. این دوره ۴۰ ساله به ۴ دوره‌ی ۱۰ ساله تقسیم شده، در ابتدا میانگین بارندگی هر دوره‌ی ۱۰ ساله و میانگین کل دوره محاسبه شد. سپس میانگین ۴ دوره ۱۰ ساله با میانگین کل مقایسه گردید. اختلاف این میانگین‌ها نشان دهنده افزایش یا کاهش بارندگی در آن دهه بوده و در مرحله بعد احتمال وقوع رویداد خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در منطقه مورد مطالعه برآورد شد. هم‌چنین شاخص پربابی، شاخص خشکسالی و نوع اقلیم مشخص شد و در پایان با ترسیم میانگین‌های متحرک بارندگی سعی شد تا مسیر حرکتی خشکسالی باز شناسانده شود.

ویژگی خشکسالی اراک

شدت خشکسالی‌های اخیر در این ناحیه شایان اهمیت بسیار می‌باشد. شواهد جغرافیایی آن را می‌توان در گسترش وسعت کویر بسته اراک و کاهش جریان‌های رودخانه‌ای جستجو نمود که وضعیت کشاورزی را متأثر از برآیندهای وجودی خود می‌کند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

جدول ۱ متوسط بارندگی کل دوره و متوسط بارندگی هر دوره ۱۰ ساله را نشان می‌دهد. ملاحظه شود که در اولین دوره، افزایش بارندگی معادل ۱/۵۲ درصد نسبت به متوسط کل است. در دوره دوم بارندگی‌های نسبتاً خوبی وجود داشته، به طوری که موجب افزایش میانگین به میزان ۱۲/۴ درصد نسبت به میانگین کل شده است. پرباب‌ترین سال‌ها در دهه دوم وجود داشته است. به طور کلی در دهه اول و دوم در اکثر سال‌ها بارندگی بیش از متوسط بوده است. در دوره سوم، کاهش بارندگی معادل ۶/۸ درصد نسبت به متوسط کل است و نشان دهنده خشکسالی‌های طولانی در این دوره می‌باشد. در دهه چهارم یعنی ۱۰ ساله اخیر با خشکسالی مواجه بوده‌ایم، به طوری که مقدار بارندگی ۷ درصد نسبت به متوسط کل کاهش یافته است. به طور کلی در دهه سوم و چهارم یعنی ۲۰ سال اخیر با خشکسالی مواجه بوده‌ایم.

جدول ۱- میانگین بارندگی ایستگاه اراک برای دوره‌های مختلف.

میانگین کل (۱۹۵۹-۱۹۹۸)	میانگین دهه اول (۱۹۵۹-۱۹۶۸)	میانگین دهه دوم (۱۹۶۹-۱۹۷۸)	میانگین دهه سوم (۱۹۷۹-۱۹۸۸)	میانگین دهه چهارم (۱۹۸۹-۱۹۹۸)	
۳۴۱/۷	۳۴۶/۹	۳۸۴/۱	۳۱۸/۳	۳۱۷/۶	بارش (میلی متر)
--	۵/۲	۴۲/۴	-۲۳/۴	-۲۴/۱	اختلاف
--	۱/۵۲	۱۲/۴	-۶/۸	-۷/۰	درصد اختلاف

جدول ۲- تعیین نوع اقلیم بر اساس نسبت شاخص خشکسالی و پربابی (K) [۵].

مقدار K	$K < 2$	$2 < K < 4$	$4 < K < 5$	$K > 5$
نوع اقلیم	خیلی مرطوب	مرطوب	نیمه خشک	خشک

نوع اقلیم منطقه

برای به دست آوردن نوع اقلیم ابتدا شاخص خشکسالی و پربابی محاسبه و سپس از نسبت آن‌ها و جدول ۲، نوع اقلیم مشخص شد. شاخص پربابی همان نسبت حداکثر بارش سالیانه به میانگین کل بارش (نرمال سالیانه) و شاخص خشکسالی نسبت حداقل بارش سالیانه به میانگین کل بارش (نرمال سالیانه) است. برای تعیین نوع اقلیم می‌توان از نسبت حداکثر بارش سالیانه ثبت شده در طی دوره زمانی ۴۰ ساله به حداقل آن استفاده کرد. این نسبت‌ها به صورت ذیل به دست آمده‌اند:

$$1/771 = (341.7) / (60.53) = \text{شاخص پربابی}$$

$$0.375 = (128.2) / (341.7) = \text{شاخص خشکسالی}$$

$$4.721 = (60.53) / (128.2) = \text{مقدار K حداکثر به حداقل}$$

با توجه به مقدار به دست آمده $K = 4.721$ و جدول ۲، می‌توان گفت که نوع اقلیم منطقه مورد مطالعه، نیمه خشک است.

احتمال وقوع خشکسالی

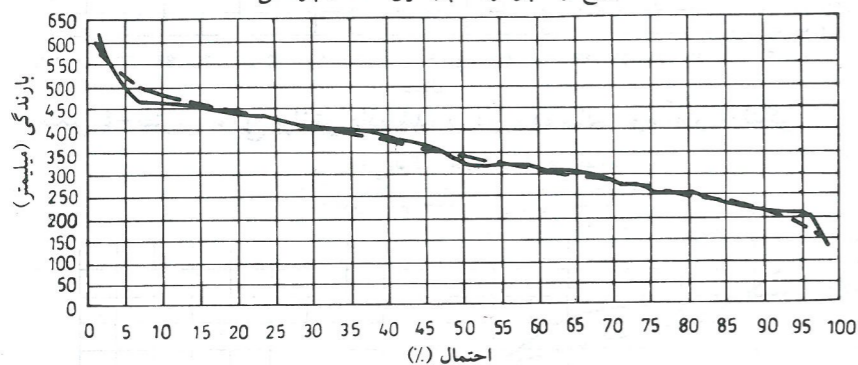
برای این که بدانیم داده‌های بارندگی از چه توزیعی تبعیت می‌کنند، با کمک نرم‌افزار HYFA داده‌های بارندگی را بر ۷ توزیع شامل نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری پیرسون نوع سوم، لوگ پیرسون نوع سوم، گامای دو پارامتری و گامبل مورد برآزش قرار دادیم. برای یافتن بهترین برآزش از روش انحراف نسبی^۱ استفاده شد و هر توزیعی که کمترین مقدار متوسط انحراف

¹ Deviation Method

جدول ۳- خلاصه نتایج برآزش توزیع‌های آماری بر داده‌های بارندگی استان مرکزی در دوره‌های مختلف.

نوع توزیع	متوسط انحراف نسبی				
	دهه اول	دهه دوم	دهه سوم	دهه چهارم	کل دوره
نرمال	۳/۸۷۷	۸/۰۶۳	۳/۶۰۲	۱۰/۳۶۷	۳/۸۳۷
	۳/۸۷۷	۸/۰۶۳	۳/۶۰۲	۱۰/۳۶۷	۳/۸۳۷
لوگ نرمال دو پارامتری	۳/۳۹۵	۱۲/۹۰۳	۳/۵۱۲	۸/۷۹۵	۴/۸۴۵
	۳/۳۹۵	۱۲/۹۰۳	۳/۵۱۲	۸/۷۹۵	۴/۸۴۵
لوگ نرمال سه پارامتری	۳/۱۷۸	-----	۳/۴۲۳	۹/۶۶۳	۳/۲۵۵
	-----	-----	-----	-----	-----
گامای دو پارامتری	۳/۰۱۳	۱۱/۳۸۰	۳/۴۵۶	۸/۹۶۱	۳/۹۱۸
	۳/۲۴۶	۱۲/۰۱۵	۳/۳۵	۹/۱۹۰	۳/۸۳۸
پیرسون تیپ سه	۳/۴۱	۵/۲۳	۳/۴۴۰	-----	-----
	۳/۳۹۰	-----	۳/۶۰۸	-----	-----
لوگ پیرسون تیپ سوم	-----	-----	-----	-----	-----
	۳/۰۵۸	۷/۵۸۵	۳/۳۲۷	-----	۳/۱۹۸
گامبل	۳/۸۰۷	۱۳/۲۱۱	۴/۵۱۰	۸/۹۹۴	۵/۷۱۷
	۳/۷۰۳	۱۳/۹۶۰	۴/۲۱۰	۸/۹۷۶	۴/۹۳۵

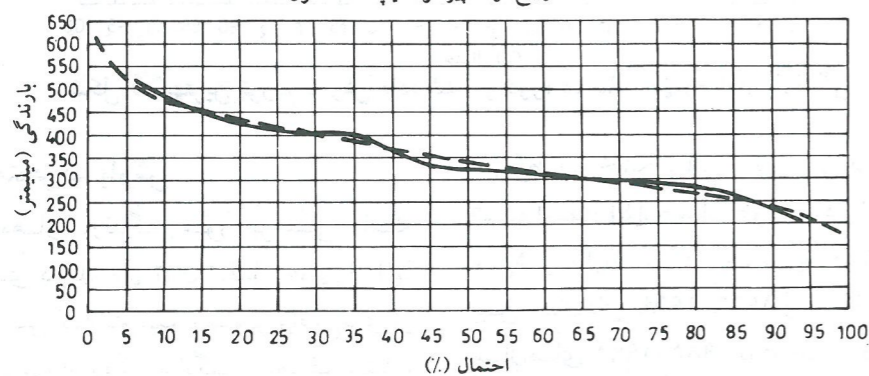
توزیع لوگ پیرسون ۳ پارامتری ۴۰ سال بارندگی



داده های واقعی ——— پیش بینی - - -

شکل ۱- بهترین توزیع برآزش داده شده در کل دوره ۴۰ ساله آمار بارندگی.

توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ دهه اول

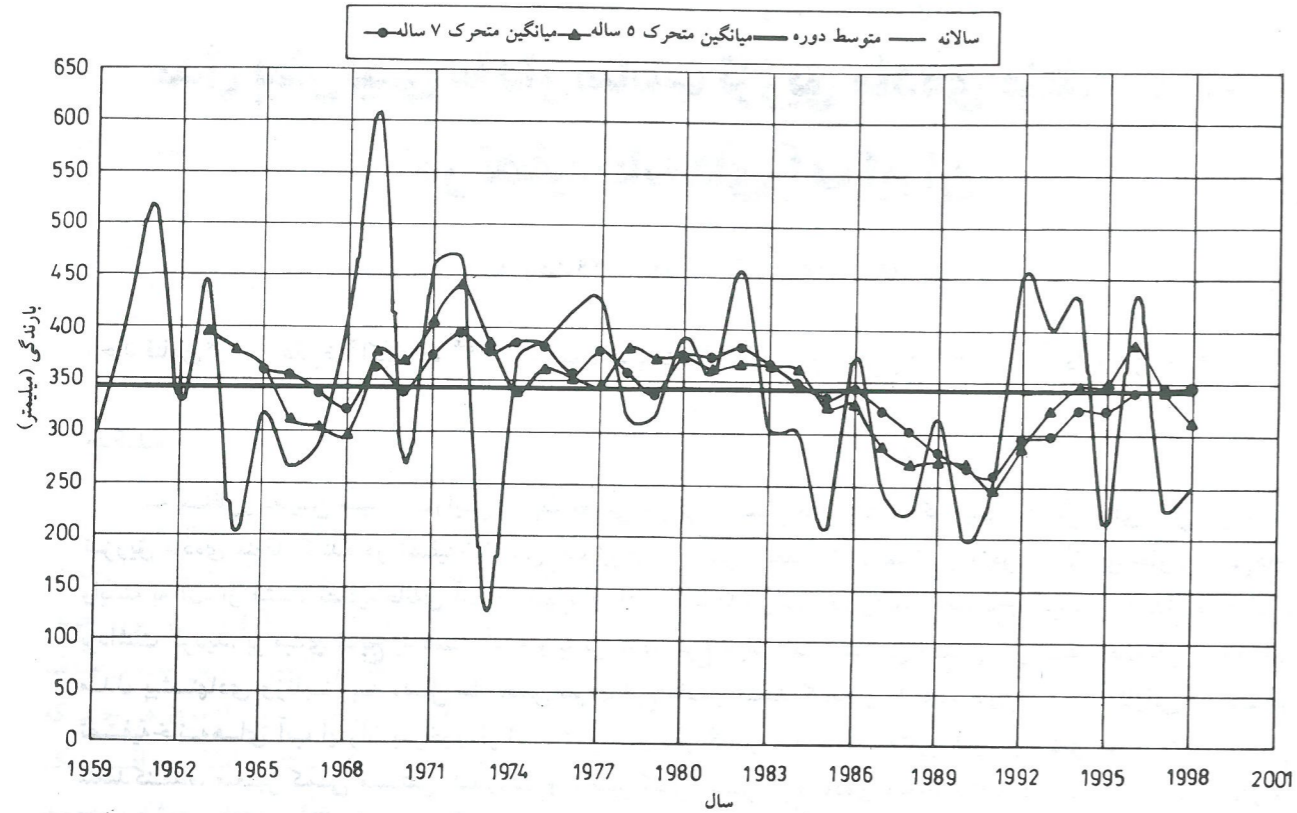


داده های واقعی ——— پیش بینی - - -

شکل ۲- بهترین توزیع برآزش داده شده بر دوره ده ساله اول آمار بارندگی.

نسبی را داشت به عنوان بهترین توزیع انتخاب شد. خلاصه نتایج به دست آمده در جدول ۳ ارائه گردیده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، بارندگی کل دوره از توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳، دهه اول از لوگ پیرسون تیپ ۳، دهه دوم از پیرسون تیپ ۳، دهه سوم از لوگ پیرسون تیپ ۳ و دهه چهارم از لوگ نرمال دو پارامتری تبعیت می‌کند.

برای مقایسه بهتر در مورد هر کدام از دوره‌ها، نمودارهای مربوط به برآزش هر توزیع در شکل‌های ۱ تا ۵ ارائه شده است. با توجه به نمودارهای ارائه شده ملاحظه می‌گردد که بارندگی با احتمال وقوع ۵۰ درصد، معادل میانگین کل دوره یا بیشتر از آن است. با احتمال وقوع ۸۰ درصد، میزان بارندگی بیشتر از ۲۵۰ میلی‌متر و با احتمال وقوع ۲۰ درصد، کمتر از آن است. در دهه اول به دلیل بارندگی‌های بیشتر از میانگین کل دوره، احتمال بارش، معادل میانگین کل دوره یا بیشتر به مقداری حدود ۵۵ درصد و در دهه دوم به مقداری حدود ۶۰ درصد افزایش می‌یابد. در دهه سوم با احتمال وقوع ۸۰ درصد، میزان بارندگی بیشتر از ۲۷۵ میلی‌متر و با احتمال وقوع ۲۰ درصد، کمتر از آن است. در دهه سوم و چهارم به دلیل بارندگی‌های کمتر از میانگین کل دوره، احتمال بارش معادل میانگین کل دوره یا بیشتر، در دهه سوم به مقداری حدود ۳۷ درصد و در دهه چهارم به مقداری حدود ۳۵ درصد کاهش می‌یابد. در دهه چهارم با احتمال ۸۰ درصد، مقدار بارندگی ۲۲۰ میلی‌متر و با احتمال وقوع ۲۰ درصد، کمتر از آن است.



شکل ۶- میانگین متحرک ۵ ساله و ۷ ساله بارندگی ایستگاه اراک.

با توجه به شکل ۲ ملاحظه می‌شود که اراک با دو دوره خشکسالی مواجه بوده است یکی کوتاه مدت، در بین سال‌های ۱۹۶۶-۱۹۶۹ و دیگری نسبتاً طولانی در بین سال‌های ۱۹۸۵-۱۹۹۵. در این دو دوره تقریباً هر دو میانگین متحرک ۵ ساله و ۷ ساله پایین‌تر از متوسط دوره بوده‌اند.

به طور کلی باید گفت که وقوع خشکسالی از ویژگی‌های اصلی آب و هوای ایران محسوب می‌شود که هم در قلمروی آب و هوای مرطوب و هم خشک قابل مشاهده است. این حالت در نتیجه وجود نوسانات آب و هوایی شدید در مقیاس‌های مختلف زمانی حاصل می‌شود.

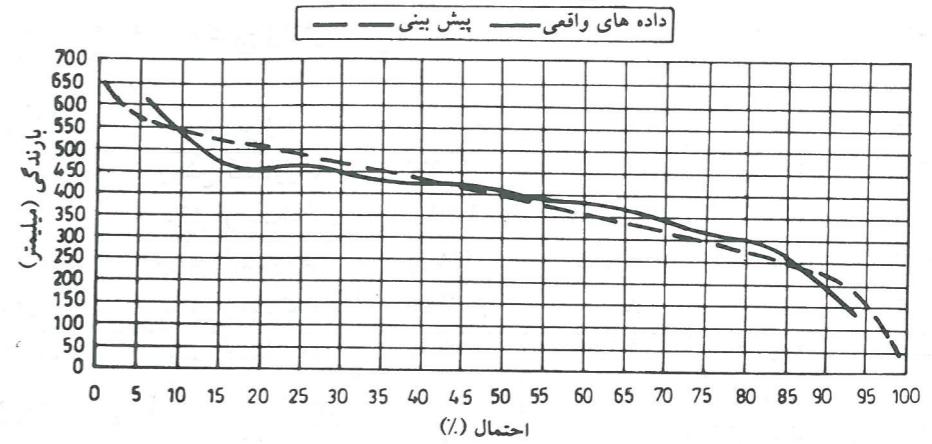
نتیجه‌گیری

با توجه به جدول ۱ می‌توان گفت که در دهه اول و دوم، میانگین بارندگی نسبت به میانگین بارندگی کل دوره (نرمال استاندارد) افزایش داشته است و در دهه سوم و چهارم کاهش بارندگی مشاهده می‌شود. از میان توزیع‌های احتمال، توزیع پیرسون تیپ ۳ و لوگ نرمال دو پارامتری مورد استفاده قرار گرفت. توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ با داده‌های واقعی تطابق بیشتری داشته و در استان مرکزی می‌توان از این توزیع برای پیش‌بینی روند خشکسالی استفاده کرد.

منابع و مراجع

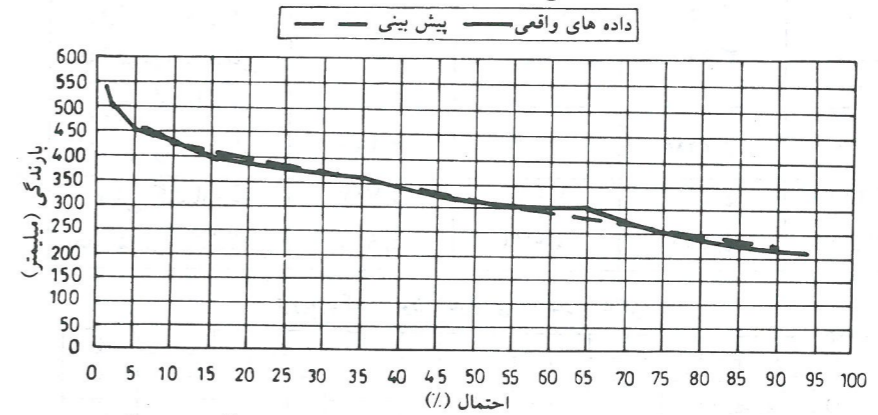
- ۱- فرج‌زاده، م.، (۱۳۷۵). "خشکسالی و روش‌های مطالعه آن"، مجله جنگل و مرتع، شماره ۳۲، صفحات ۲۱ تا ۳۲.
- ۲- کیخایی، ف.، و محمدی، ک.، (۱۳۷۹). "جایگاه خشکسالی در سیستم و بررسی روند آن از دیدگاه کشاورزی"، اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم‌آبی و خشکسالی، کرمان.
- ۳- داوودپناه، غ.، (۱۳۸۰). "بررسی مهم‌ترین اثرات اقتصادی و اجتماعی سیل و خشکسالی و روش‌های کمک دولت در کاهش این تأثیرات"، مجموع مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، زابل.
- ۴- سازمان هواشناسی جهانی، (۱۹۷۵). نشریه شماره ۱۷.

توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ دهه دوم



شکل ۳- بهترین توزیع برازش داده شده بر دوره ده ساله دوم آمار بارندگی.

توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ دهه سوم



شکل ۴- بهترین توزیع برازش داده شده بر دوره ده ساله سوم آمار بارندگی.

توزیع لوگ نرمال تیپ ۲ دهه چهارم



شکل ۵- بهترین توزیع برازش داده شده بر دوره ده ساله چهارم آمار بارندگی.

مربوط به خشکسالی و ترسالی توصیه می‌شوند، ترسیم شده است [۴]. همان‌طور که در نمودار مذکور مشاهده می‌شود، اراک دارای یک دوره خشکسالی کوتاه مدت در بین سال‌های ۱۹۶۶-۱۹۶۹ و یک دوره نسبتاً طولانی بین سال‌های ۱۹۸۵-۱۹۹۵ بوده است. در این دو دوره تقریباً هر دو میانگین متحرک ۵ ساله و ۷ ساله پایین‌تر از متوسط کل دوره بوده‌اند.

بررسی میانگین متحرک بارش

از آنجا که داده‌های بارندگی مورد بررسی، دامنه تغییرات زمانی زیادی دارند، نمی‌توان تحلیل خوبی از آنها داشت. لذا برای این که بتوانیم تصویر واضح‌تری از تغییرات داشته باشیم، از روش میانگین متحرک استفاده شده است. در نمودار ۶ میانگین متحرک ۵ و ۷ ساله بارش که توسط سازمان هواشناسی جهانی برای بررسی‌های