

# بررسی وضعیت‌های متفاوت رخداد خشکسالی و فراوانی زمانی حداکثر خشکسالی و ترسالی در استان خوزستان

سارا بنی نعیمه<sup>۱\*</sup>، میثم مهری چروده<sup>۲</sup>

<sup>۱\*</sup> کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه ریزی محیطی [amiri.sara63@gmail.com](mailto:amiri.sara63@gmail.com)

<sup>۲</sup> مهندس منابع طبیعی [mehri1334@gmail.com](mailto:mehri1334@gmail.com)

## چکیده

خشکسالی را می‌توان به عنوان پدیده‌ای معرفی کرد که علاوه بر جای گذاشتن خسارات فرارآن، خطر وقوع آن نیز در کلیه نقاط جهان وجود داشته باشد. امکان جلوگیری از وقوع پدیده خشکسالی وجود ندارد اما می‌توان، با انجام اقدامات موثر از اثرات این پدیده کاست. با توجه به وجود کمبود آب در ایران، ضرورت مدل‌سازی خطر خشکسالیها با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی کشور امری ضروری و اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. با وجود تغییرات اقلیمی که از گذشته وجود داشته اما بدلیل افزایش آگاهی و دانش بشری نسبت به محیط اطراف خود و بخصوص در زمینه تغییر اقلیم، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. بطوریکه تحقیقات مطالعات، آزمایش‌ها و مدل‌سازی‌های بسیاری برای آشکار نمودن تمام ابعاد گوناگون این پدیده در تمامی نقاط جهان و ایران صورت گرفته و در آینده نیز انجام می‌گیرد. برای کاهش اثر این پدیده، مدیریت بحران قبل از وقوع یکی از راهکارهایی است که می‌توان وضع نمود. در این تحقیق بر مبنای تغییرات پارامترهای میانگین سالانه بارندگی و درجه حرارت به ارزیابی شاخص خشکسالی  $Z$ ، و سری زمانی  $ARIMA$  به بررسی تغییر اقلیم و خشکسالی استان خوزستان پرداخته شد و به کمک مدل‌های رگرسیونی و نرم افزارهای  $SPSS$  و  $Arc AIG$  به مدل‌سازی ریاضی این تغییرات اقدام گردید. نتایج حاکی از تغییرات معنی‌دار میزان بارندگی می‌باشد که دارای کاهش نسبی در انتهای دوره‌ی مطالعاتی نسبت به ابتدای آن بوده است. همچنین با وجود تغییر نسبی در کمیت شاخص خشکسالی  $Z$  طی دو دهه‌ی اخیر، تغییر ماهیت اقلیمی در منطقه صورت پذیرفته است. جهت دستیابی به اهداف نتایج حاصل از بررسی وضعیت‌های متفاوت رخداد خشکسالی و همچنین فراوانی زمانی حداکثر خشکسالی و ترسالی در استان خوزستان که با استفاده از آمار ایستگاه‌های مطالعاتی در یک بازه زمانی ۳۷ ساله (۱۳۹۰-۱۳۵۳) محاسبه گردید، و در مقابل سال‌های آبی ۸۷-۱۳۸۶ و ۸۸-۱۳۸۷ به ترتیب با ۱۴ و ۷ مورد، بالاترین فراوانی وقوع حداکثر خشکسالی را شامل شده است. طبق بررسی‌های انجام شده و آمارهای موجود بر اساس این شاخص اگر میزان بارش را معیاری در جهت بررسی تغییرات آب و هوا در نظر بگیریم از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۰ با تغییرات متعددی مواجه بوده ایم که میانگین این تغییرات نشان دهنده این است که استفاده از شاخص  $Z$  مشخص می‌گردد که کدام دوره‌ها حداقل یا حداکثر بارندگی را داشته‌اند، دوره‌هایی که شاخص  $Z$  آنها عدد منفی را نشان می‌دهد در معرض خشکسالی بوده و هر چه این عدد منفی بیشتر باشد خشکسالی شدت یافته و باید مدیریت بحران در آن دوره آماری اعمال گردد. میزان بارندگی در سالهای اخیر کاهش یافته و در نتیجه خشکسالی در دوره آماری ۳۷ ساله (۱۳۹۰-۱۳۵۳) دارای سیر صعودی بوده است.

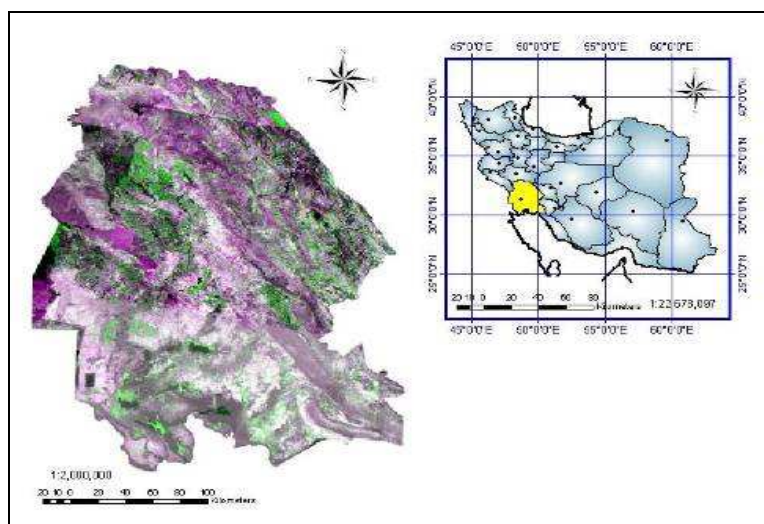
**واژگان کلیدی:** رخداد خشکسالی، فراوانی زمانی، حداکثر خشکسالی، حداکثر ترسالی، استان خوزستان

## مقدمه

تغییرات اقلیم پدیده های دیگری از قبیل امواج گرمایی شدیدتر، توفان های مخرب تر، خشکسالی طولانی تر، کاهش تولیدات محصولات کشاورزی، افزایش سطح آب های ناشی از ذوب شدن یخ های قطبی را در پی دارد. خشکسالی که خود یکی از پدیده های اقلیمی زینبار است و بطور طبیعی در بخش های مختلفی از کره زمین روی می دهد با تغییرات اقلیمی شدت هم میابد. از آنجاییکه خشکسالی آرام و خزنده می آید و تداوم وقوع آن طولانی بوده و اثرات ناشی از آن حالت غیرساختاری دارد در نتیجه خسارتهای ناشی از این پدیده در بخشهای مختلف مانند کشاورزی، اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی به صورت تدریجی ظاهر می شود و آثار زینبار آن تا سالهای متمادی هم ادامه خواهد داشت به همین دلیل زیان های ناشی از خشکسالی بسیار بیشتر از بحرانهای اقلیمی و طبیعی دیگر است. با مطالعه رفتارهای دستگاه طبیعت خصوصاً در مورد اقلیم تا حدودی می توان این رفتارهای به ظاهر نامنظم را شناسایی و به گونه ای پیش بینی نمود. در این صورت با آگاهی از وقوع چنین حادثه ای می توان با اقدامات و تمهیدات مدیریتی آمادگی مقابله با آن را ایجاد، و اثرات زینبار آن را کمتر نمود. داشتن برنامه ها و استراتژی های مدون و دستورالعمل های مناسب برای هماهنگی بیشتر در جهت کم اثرتر نمودن خشکسالی از ضروریاتی است که در کشوری مانند ایران لازم است. ایران بدلیل قرار گرفتن در کمربند خشک و کم باران کره زمین دارای اقلیمی بسیار شکننده بوده و در یک چنین وضعیتی خشکسالی اثراتی بسیار شدیدتر بر روی محیط زیست و حیات انسان خواهد داشت.

## محدوده مورد مطالعه

استان خوزستان با مساحتی بالغ بر ۶۴۷۴۶ کیلومتر مربع، وسیع ترین استان در جنوب غربی ایران است. این استان در طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۵۸ دقیقه واقع گردیده است و از شمال به استان لرستان و از شرق و جنوب شرق به استان های چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد و بوشهر و از جنوب به خلیج فارس و از جنوب غرب به کشور عراق محدود می شود. جلگه خوزستان سرزمین هموار و بی عارضه و مستطیل شکلی است که عرض آن ۱۱۰ کیلومتر در شمال و ۲۰۰ کیلومتر در جنوب تفاوت دارد. فراز ارتفاعی از مناطق پست و کم ارتفاع استان حدود ۲ متر تا مناطق مرتفع حدود ۳۵۰۰ متر متغیر است (سالنامه آماری استان خوزستان، ۱۳۸۴). شکل ۱ نقشه موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.



شکل (۱) - نقشه موقعیت مکانی استان خوزستان در کشور

## روش کار:

جهت بررسی خشکسالی ایستگاه های مطالعاتی اقدام به محاسبه مقادیر توزیع استاندارد نرمال Z با استفاده از رابطه (۱) گردید. در پایان وضعیت خشکسالی ایستگاه های مطالعاتی بر مبنای مقدار شاخص های معرفی شده در جدول (۱) تعیین و نتایج حاصل از آن ارائه گردید.

$$z = \frac{xi - \bar{x}}{\delta}$$

رابطه (۱)

در این رابطه،  $\delta$  انحراف معیار دوره آماری؛  $xi$  مقدار بارندگی اندازه گیری شده برای سال  $i$  و  $\bar{x}$  میانگین دوره آماری برای مدت طولانی در ایستگاه مورد نظر می باشد (Agnew, 1999).

جدول (۱): درجه بندی شدت و احتمال وقوع شاخص توزیع استاندارد نرمال Z (مک کی وهمکاران، ۱۹۹۳)

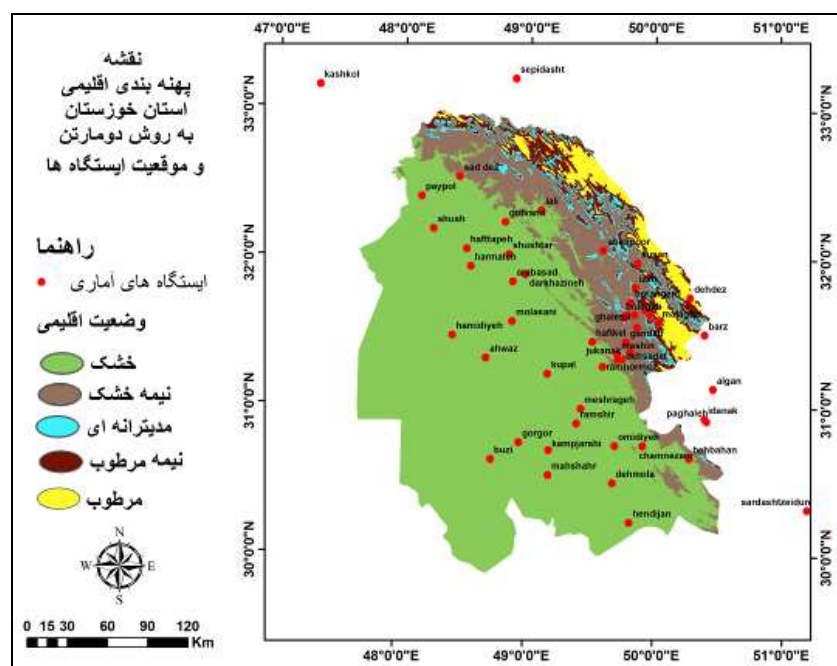
توصیف رخداد	توزیع استاندارد نرمال Z
فرا مرطوب	بزرگتر یا مساوی ۲
بسیار مرطوب	۱/۵ تا ۱/۹۹
نسبتا مرطوب	۱ تا ۱/۴۹
تقریبا نرمال	۰ تا ۰/۹۹
تقریبا نرمال	۰ تا -۰/۹۹
نسبتا خشک	-۱ تا -۱/۴۹
بسیار خشک	-۱/۵ تا -۱/۹۹
فرا خشک	کوچکتر یا مساوی -۲

جهت پایش خشکسالی استان خوزستان از آمار بارش ۳۷ ساله (در بازه زمانی ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۰) ۶۶ ایستگاه سینوپتیک، کلیماتیک و باران سنجی موجود در استان و نواحی اطراف آن استفاده شده است. مشخصات ایستگاههای مورد نظر به قرار جدول (۲) و نقشه (۲) می باشد.

جدول (۲): مشخصات ایستگاههای منطقه مطالعاتی محدوده استان خوزستان

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
۱	مشراگه	۴۹	۳۱	۳۰	۳۴	ایذه	۴۹	۳۱	۸۲۰
۲	عباسپور	۴۹	۳۲	۸۲۰	۳۵	جلوگیر	۴۷	۳۲	۳۵۰
۳	عبدالخان	۴۸	۳۱	۴۰	۳۶	جوکنک	۴۹	۳۱	۳۳۰
۴	آب ترکی	۴۹	۳۲	۱۷۱۲	۳۷	کمپ جراحی	۴۹	۳۰	۳۰
۵	اهواز	۴۸	۳۱	۱۰	۳۸	کاشکل	۴۷	۳۳	۷۳۰
۶	الگن	۵۰	۳۱	۱۰۸۰	۳۹	خیرآباد	۵۰	۳۰	۳۳۰
۷	عرب اسد	۴۸	۳۱	۳۳	۴۰	خرمشهر	۴۸	۳۰	۳
۸	باغملک	۴۹	۳۱	۶۷۵	۴۱	کوپال	۴۹	۳۱	۳۷
۹	بارانگرد	۴۹	۳۱	۸۲۵	۴۲	لالی	۴۹	۳۲	۳۹۰
۱۰	بازر	۵۰	۳۱	۹۷۰	۴۳	ماهشهر	۴۹	۳۰	۵

۱۲۰۰	۳۱	۵۰	مال آقا	۴۴	۳۳۳	۳۰	۵۰	بهبهان	۱۱
۳۸۰	۳۱	۴۹	ماشین	۴۵	۱۲۲۰	۳۱	۴۹	بلاغ آب	۱۲
۴۸۰	۳۱	۴۹	میداوود	۴۶	۲	۳۰	۴۸	بوزی شادگان	۱۳
۱۸	۳۱	۴۸	ملاثانی	۴۷	۳۹۰	۴۷	۳۲	چم گز	۱۴
۱۴۱۶	۳۱	۵۰	پل منجیق	۴۸	۱۹۰	۳۰	۴۹	چم نظام	۱۵
۹۵۰	۳۱	۵۰	مرغک	۴۹	۸۵۰	۳۱	۴۹	چشمه شیرین	۱۶
۲۴	۳۰	۴۹	امیدیه	۵۰	۸۳۰	۳۱	۴۹	دره شور	۱۷
۶۷۵	۳۰	۵۰	پاقلعه	۵۱	۳۰	۳۱	۴۸	درخزینه	۱۸
۹۰	۳۲	۴۸	پای پل	۵۲	۵	۳۰	۴۸	دارخوین	۱۹
۱۵۵	۳۱	۴۹	رامهرمز	۵۳	۸۵۰	۳۱	۴۹	ده بهرامی	۲۰
۲۰	۳۰	۴۹	رامشیر	۵۴	۷۳۰	۳۱	۵۰	ده دز	۲۱
۵۲۵	۳۲	۴۸	سد دز	۵۵	۳۲	۳۰	۴۹	دهملا	۲۲
۱۴۲	۳۲	۴۸	سد تنظیمی دز	۵۶	۴۰۰	۳۱	۴۹	ده سادات	۲۳
۲۰۴۶	۳۲	۵۰	صمصامی	۵۷	۸۴۰	۳۱	۴۹	گنداب	۲۴
۱۶۶	۳۰	۵۱	سردشت زیدون	۵۸	۸۳۰	۳۱	۴۹	قلعه تل	۲۵
۱۵۵۳	۳۱	۵۰	سرخون	۵۹	۱۷	۳۰	۴۸	گرگر	۲۶
۹۷۰	۳۳	۴۸	سپید دشت	۶۰	۷۵	۳۲	۴۸	گتوند	۲۷
۷۰۰	۳۱	۵۰	شالو	۶۱	۲۸۰	۳۱	۴۹	هفتکل	۲۸
۷۲	۳۲	۴۸	شوش	۶۲	۶۰	۳۲	۴۸	هفت تپه	۲۹
۴۵	۳۲	۴۸	شوستر	۶۳	۲۲	۳۱	۴۸	حمیدیه	۳۰
۶۰۰	۳۱	۴۹	سوسن	۶۴	۳۸	۳۱	۴۸	حرمله	۳۱
۴۴۰	۳۲	۴۸	تله زنگ	۶۵	۴	۳۰	۴۹	هندیجان	۳۲
۳۰	۳۱	۴۹	تنگ دولاب	۶۶	۵۶۰	۳۰	۵۰	ایدنک	۳۳

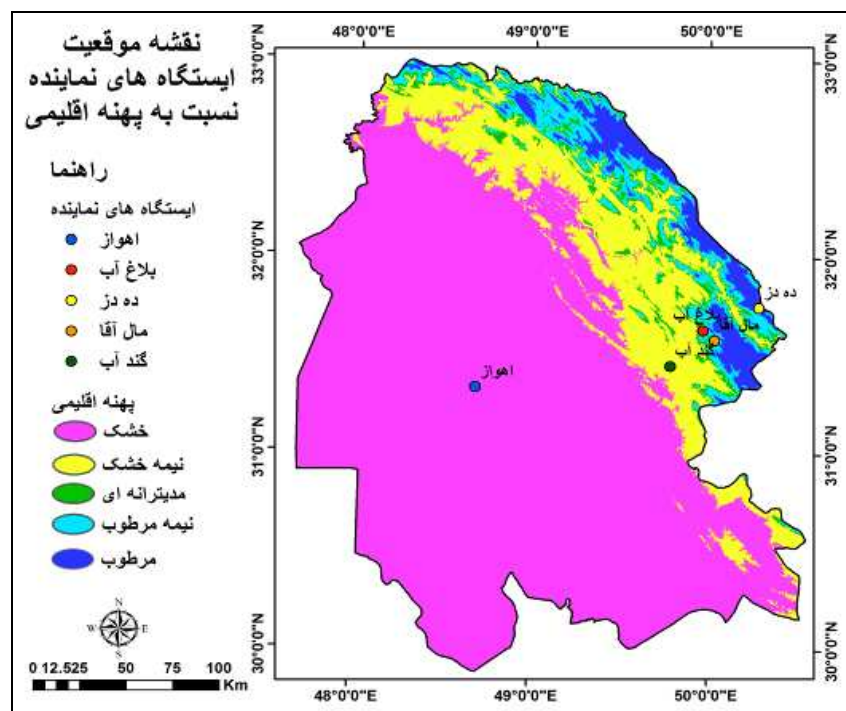


نقشه (۲) موقعیت ایستگاههای مطالعاتی نسبت به پهنه های اقلیمی در استان خوزستان

ابتدا بر اساس شاخص بارش استاندارد شده برای تمامی ۶۶ ایستگاه مطالعاتی موجود در استان و نواحی اطراف آن در بازه زمانی ۳۷ ساله بر روی داده های بارش آنها محاسبات آماری انجام شد و وضعیت خشکسالی آنها مورد پایش و ارزیابی قرار گرفت. اما از آنجایی که تعداد ایستگاههای مطالعاتی زیاد بوده و گزارش کل نتایج آن باعث حجیم شدن پژوهش می شود، بنابراین فقط به گزارش نتایج خشکسالی چند ایستگاه نماینده اکتفا شده است. نحوه انتخاب ایستگاه های نماینده براساس قرار گیری آنها در پهنه های اقلیمی مختلف و اهمیت ایستگاه در مطالعات اقلیم شناسی می باشد. در نتیجه بر اساس نقشه پهنه بندی اقلیمی استان به روش دومارتن، از هر پهنه ایستگاهی را بعنوان نمونه انتخاب و نتایج پایش خشکسالی آن گزارش شده است. مشخصات ایستگاه های نماینده و موقعیت آنها نسبت به پهنه های اقلیمی به صورت جدول (۳) می باشد.

جدول (۳)- مشخصات ایستگاه های نماینده و موقعیت آنها نسبت به پهنه های اقلیمی

موقعیت اقلیمی	موقعیت ریاضی		نام ایستگاه	ردیف
	عرض	طول		
مرطوب	۳۱	۵۰	ده دز	۱
نیمه مرطوب	۳۱	۵۰	مال آقا	۲
مدیترانه ای	۳۱	۴۹	بلاغ آب	۳
نیمه خشک	۳۱	۴۹	گندآب	۴
خشک	۳۱	۴۸	اهواز	۵



نقشه (۳) - ایستگاه های نماینده و موقعیت آنها نسبت به پهنه های اقلیمی

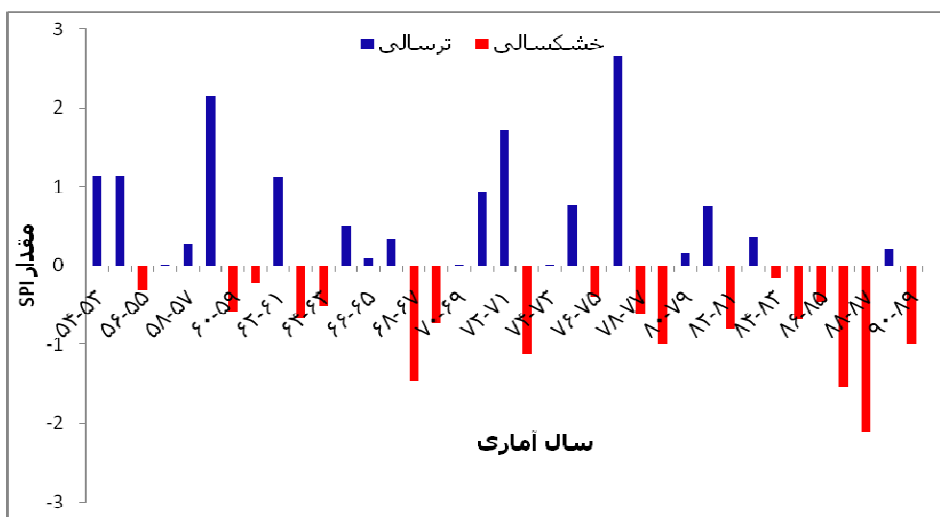
نتایج حاصل از بررسی وضعیت خشکسالی در ایستگاه های نماینده به صورت موارد زیر می باشد که در آن مقادیر بارندگی سالیانه، حدود توزیع استاندارد نرمال Z و توصیف رخداد خشکسالی در ایستگاه مطالعاتی گزارش شده است.

### ۱- ایستگاه اهواز

نتایج حاصل از بررسی و محاسبات آمارهای ایستگاه اهواز به شرح جدول (۴) و نمودار (۱) است که در آن مقادیر بارندگی سالیانه، حدود توزیع نرمال Z و توصیف رخداد خشکسالی در ایستگاه مطالعاتی گزارش شده است.

جدول (۴): مقدار بارندگی، مقدار توزیع استاندارد نرمال Z و وضعیت های خشکسالی ایستگاه اهواز

سال	بارندگی سالیانه ایستگاه	مقادیر توزیع نرمال Z	وضعیت رخداد خشکسالی
53-54	315	1/132364	نسبتا مرطوب
54-55	315/3	1/136053	نسبتا مرطوب
55-56	197	-0/31861	تقریبا نرمال
56-57	223/8	0/010934	تقریبا نرمال
57-58	245	0/271617	تقریبا نرمال
58-59	397/3	2/144357	فرامرطوب
59-60	176	-0/57683	تقریبا نرمال
60-61	205/7	-0/21163	تقریبا نرمال
61-62	314	1/120068	نسبتا مرطوب
62-63	168/7	-0/6666	تقریبا نرمال
63-64	181/4	-0/51043	تقریبا نرمال
64-65	263/8	0/502789	تقریبا نرمال
65-66	230/5	0/09332	تقریبا نرمال
66-67	250/7	0/341707	تقریبا نرمال
67-68	104/2	-1/45971	نسبتا خشک
68-69	163/3	-0/733	تقریبا نرمال
69-70	223/9	0/012163	تقریبا نرمال
70-71	300/2	0/950378	تقریبا نرمال
71-72	362/7	1/718902	بسیار مرطوب
72-73	131/9	-1/1191	نسبتا خشک
73-74	223/4	0/006015	تقریبا نرمال
74-75	284/9	0/762243	تقریبا نرمال
75-76	190/3	-0/401	تقریبا نرمال
76-77	439/6	2/664494	فرامرطوب
77-78	172/7	-0/61741	تقریبا نرمال
78-79	141/1	-1/00598	نسبتا خشک
79-80	235/9	0/15972	تقریبا نرمال
80-81	284/1	0/752406	تقریبا نرمال
81-82	158/5	-0/79202	تقریبا نرمال
82-83	253	0/369988	تقریبا نرمال
83-84	210/5	-0/15261	تقریبا نرمال
84-85	167	-0/6875	تقریبا نرمال
85-86	185/7	-0/45756	تقریبا نرمال
86-87	97	-1/54825	بسیار خشک
87-88	52/2	-2/09913	فراخشک
88-89	240/4	0/215054	تقریبا نرمال
89-90	141	-1/00721	نسبتا خشک
		222/9108	میانگین
		81/32472	انحراف معیار



نمودار (۱): تغییرات سالانه شاخص توزیع استاندارد نرمال Z در ایستگاه اهواز

نتایج حاصل از بررسی شاخص توزیع استاندارد نرمال Z و تغییرات سالانه آن در ایستگاه اهواز نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۳۷ ساله، سال آبی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ با دارا بودن میزان  $-۲/۰۹۹$  شاخص توزیع استاندارد نرمال Z بحرانی‌ترین سال و مبین وضعیت فراخشک و سال آبی ۱۳۷۶-۱۳۷۷ با بیشترین مقدار شاخص توزیع استاندارد نرمال Z معادل  $۲/۶۶$ ، پرباران‌ترین سال و مبین وضعیت فرا مرطوب می‌باشد (جدول ۴ و شکل ۱). نتایج حاصل از احتمال وقوع وضعیتهای متفاوت رخ داده‌های خشکسالی ایستگاه اهواز به صورت جدول ۵ می‌باشد که وضعیت تقریباً نرمال با احتمال وقوع  $۸۱/۱$  بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است.

جدول (۵): درصد فراوانی احتمال وقوع حالت های خشکسالی در ایستگاه اهواز

درصد احتمال وقوع	تکرار	رخداد
۵/۴	۲	فرا مرطوب
۲/۷	۱	بسیار مرطوب
۸/۱	۳	نسبتاً مرطوب
۶۷/۶	۲۵	تقریباً نرمال
۱۰/۸	۴	نسبتاً خشک
۲/۷	۱	بسیار خشک
۲/۷	۱	فرا خشک
۱۰۰	۳۷	جمع

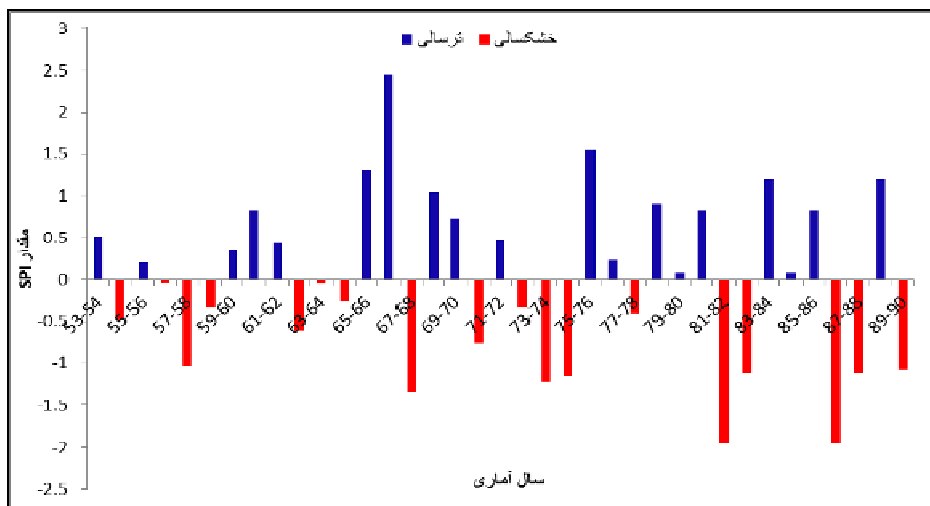
## ۲- ایستگاه دهدز

نتایج حاصل از بررسی و محاسبات آمارهای ایستگاه دهدز به شرح جدول (۶) و نمودار (۲) است که در آن مقادیر بارندگی سالیانه، حدود توزیع استاندارد نرمال Z و توصیف رخداد خشکسالی در ایستگاه مطالعاتی گزارش شده است.

جدول (۶): مقدار بارندگی، مقدار توزیع نرمال Z و وضعیت های خشکسالی ایستگاه دهدز

وضعیت رخداد خشکسالی	توزیع استاندارد نرمال Z	بارندگی سالیانه ایستگاه	سال
تقریباً نرمال	0/516278	601/8	53-54
تقریباً نرمال	-0/48029	458/4	54-55
تقریباً نرمال	0/199378	556/2	55-56
تقریباً نرمال	-0/03552	522/4	56-57
نسبتاً خشک	-1/03626	378/4	57-58
تقریباً نرمال	-0/34477	477/9	58-59
تقریباً نرمال	0/347404	577/5	59-60
تقریباً نرمال	0/829009	646/8	60-61
تقریباً نرمال	0/430103	589/4	61-62
تقریباً نرمال	-0/60608	440/3	62-63
تقریباً نرمال	-0/04247	521/4	63-64
تقریباً نرمال	-0/2718	488/4	64-65
نسبتاً مرطوب	1/309224	715/9	65-66
فرامرطوب	2/453124	880/5	66-67
نسبتاً خشک	-1/34134	334/5	67-68
نسبتاً مرطوب	1/040276	677/2	68-69
تقریباً نرمال	0/72963	632/5	69-70
تقریباً نرمال	-0/75063	419/5	70-71
تقریباً نرمال	0/465546	594/5	71-72
تقریباً نرمال	-0/3406	478/5	72-73
نسبتاً خشک	-1/21973	352	73-74
نسبتاً خشک	-1/15648	361/1	74-75
بسیار مرطوب	1/546205	750	75-76
تقریباً نرمال	0/23621	561/5	76-77
تقریباً نرمال	-0/40315	469/5	77-78
تقریباً نرمال	0/899895	657	78-79
تقریباً نرمال	0/08332	539/5	79-80
تقریباً نرمال	0/826924	646/5	80-81
بسیار خشک	-1/94943	247	81-82
نسبتاً خشک	-1/11896	366/5	82-83
نسبتاً مرطوب	1/207066	701/2	83-84
تقریباً نرمال	0/08332	539/5	84-85
تقریباً نرمال	0/826924	646/5	85-86
بسیار خشک	-1/94943	247	86-87
نسبتاً خشک	-1/11896	366/5	87-88
نسبتاً مرطوب	1/207066	701/2	88-89
نسبتاً خشک	-1/071	373/4	89-90
	527/5108		میانگین
	143/8937		انحراف معیار





نمودار(2): تغییرات سالانه شاخص توزیع استاندارد نرمال Z در ایستگاه دهدز

نتایج حاصل از بررسی شاخص توزیع استاندارد نرمال Z و تغییرات سالانه آن در ایستگاه دهدز نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۳۷ ساله، سال‌های آبی ۱۳۸۱-۱۳۸۲ و ۱۳۸۶-۱۳۸۷ با دارا بودن میزان  $-1/95$  - شاخص توزیع استاندارد نرمال Z بحرانی‌ترین سال و مبین وضعیت بسیار خشک و سال آبی ۱۳۶۶-۱۳۶۷ با بیشترین مقدار شاخص توزیع استاندارد نرمال Z معادل  $2/25$ ، پرباران‌ترین سال و مبین وضعیت فرا مرطوب می‌باشد (جدول ۶ و نمودار ۲).  
نتایج حاصل از احتمال وقوع وضعیت‌های متفاوت رخ داده‌های خشکسالی ایستگاه دهدز به صورت جدول ۷ می‌باشد که وضعیت تقریباً نرمال با احتمال وقوع  $59/459$  بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است.

جدول (۷): درصد فراوانی احتمال وقوع حالت‌های خشکسالی در ایستگاه دهدز

رخداد	تکرار	درصد احتمال وقوع
فرا مرطوب	۱	۲/۷
بسیار مرطوب	۱	۲/۷
نسبتاً مرطوب	۴	۱۰/۸۱
تقریباً نرمال	۲۲	۵۹/۸۲
نسبتاً خشک	۷	۱۸/۹۱۸
بسیار خشک	۲	۵/۴
فرا خشک	۰	۰
جمع	۳۷	۱۰۰

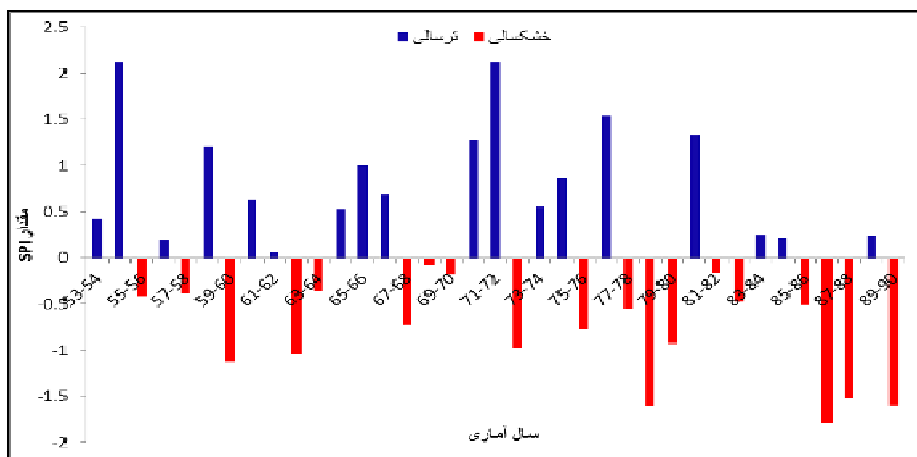
### ۳- ایستگاه گنداب

نتایج حاصل از بررسی و محاسبات آمارهای ایستگاه گنداب به شرح جدول (۸) و نمودار (۳) است که در آن مقادیر بارندگی سالیانه، حدود توزیع استاندارد نرمال Z و توصیف رخداد خشکسالی در ایستگاه مطالعاتی گزارش شده است.

جدول (۸): مقدار بارندگی، مقدار توزیع نرمال Z و وضعیت های خشکسالی ایستگاه گنداب

سال	بارندگی سالیانه ایستگاه	توزیع استاندارد نرمال Z	وضعیت رخداد خشکسالی
53-54	629/5	0/415056	تقریباً نرمال
54-55	931/5	2/126117	فرامرطوب
55-56	482/5	-0/41781	تقریباً نرمال
56-57	590	0/191258	تقریباً نرمال
57-58	487/5	-0/38948	تقریباً نرمال
58-59	769/5	1/208263	نسبتاً مرطوب
59-60	357	-1/12887	نسبتاً خشک
60-61	668/5	0/636021	تقریباً نرمال
61-62	565	0/049614	تقریباً نرمال
62-63	373	-1/03821	نسبتاً خشک
63-64	491/5	-0/36682	تقریباً نرمال
64-65	649	0/525538	تقریباً نرمال
65-66	733	1/001463	نسبتاً مرطوب
66-67	678	0/689845	تقریباً نرمال
67-68	428	-0/7266	تقریباً نرمال
68-69	541/5	-0/08353	تقریباً نرمال
69-70	524	-0/18268	تقریباً نرمال
70-71	781	1/273419	نسبتاً مرطوب
71-72	930/5	2/120452	فرامرطوب
72-73	384	-0/97589	تقریباً نرمال
73-74	652	0/542535	تقریباً نرمال
74-75	708/5	0/862651	تقریباً نرمال
75-76	419	-0/77759	تقریباً نرمال
76-77	826/5	1/531212	بسیار مرطوب
77-78	460	-0/54529	تقریباً نرمال
78-79	274	-1/59912	بسیار خشک
79-80	392	-0/93056	تقریباً نرمال
80-81	791/5	1/33291	نسبتاً مرطوب
81-82	528	-0/16002	تقریباً نرمال
82-83	472	-0/4773	تقریباً نرمال
83-84	600	0/247916	تقریباً نرمال
84-85	593	0/208255	تقریباً نرمال
85-86	466	-0/5113	تقریباً نرمال
86-87	241/5	-1/78326	بسیار خشک
87-88	287/4	-1/5232	بسیار خشک
88-89	599/7	0/246216	تقریباً نرمال

بسیار خشک	-1/59119	275/4	89-90
	556/2432		میانگین
	176/4986		انحراف معیار



نمودار (۳): تغییرات سالانه شاخص توزیع استاندارد نرمال Z در ایستگاه گنداب

نتایج حاصل از بررسی شاخص توزیع نرمال Z و تغییرات سالانه آن در ایستگاه گنداب نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۳۷ ساله، سال آبی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ با دارا بودن میزان ۱/۷۸- شاخص توزیع نرمال Z بحرانی‌ترین سال و مبین وضعیت بسیار خشک و سال آبی ۱۳۵۵-۱۳۵۴ با بیشترین مقدار شاخص توزیع نرمال Z معادل ۲/۱۲۶، پرباران‌ترین سال و مبین وضعیت فرا مرطوب می‌باشد (جدول ۸ و نمودار ۳).

نتایج حاصل از احتمال وقوع وضعیتهای متفاوت رخدادهای خشکسالی ایستگاه گنداب به صورت جدول ۹ می‌باشد که وضعیت تقریباً نرمال با احتمال وقوع ۶۴/۸۶ بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است.

جدول (۹): درصد فراوانی احتمال وقوع حالت های خشکسالی در ایستگاه گنداب

رخداد	تکرار	درصد احتمال وقوع
فرا مرطوب	۲	۵/۴
بسیار مرطوب	۱	۲/۷
نسبتاً مرطوب	۴	۱۰/۸۱
تقریباً نرمال	۲۴	۶۴/۸۶
نسبتاً خشک	۲	۵/۴
بسیار خشک	۴	۱۰/۸۱
فرا خشک	۰	۰
جمع	۳۷	۱۰۰

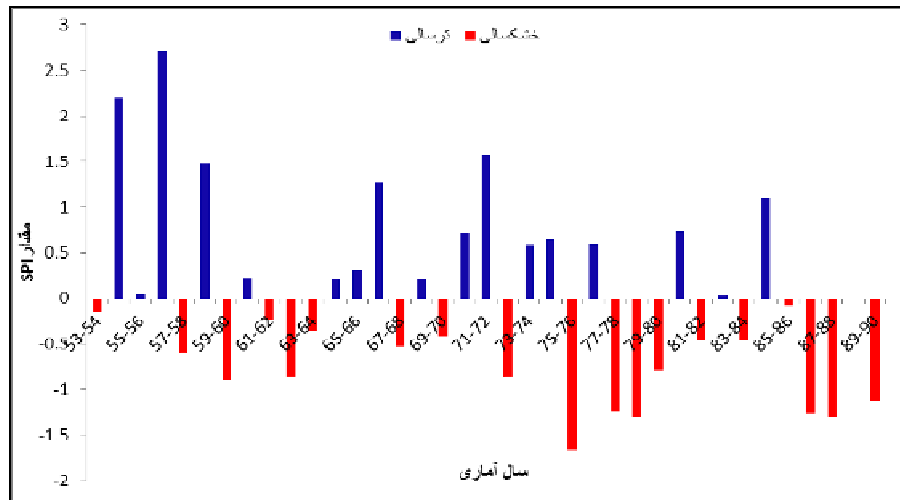
#### ۴- ایستگاه مال آقا

نتایج حاصل از بررسی و محاسبات آمارهای ایستگاه مال آقا به شرح جدول (۱۰) و نمودار (۴) است که در آن مقادیر بارندگی سالیانه، حدود توزیع استاندارد نرمال Z و توصیف رخداد خشکسالی در ایستگاه مطالعاتی گزارش شده است.

جدول (۱۰): مقدار بارندگی، مقدار توزیع استاندارد نرمال z و وضعیت های خشکسالی ایستگاه مال آقا

سال	بارندگی سالانه ایستگاه	توزیع استاندارد نرمال z	وضعیت رخداد خشکسالی
53-54	744/1	-0/14178	تقریبا نرمال
54-55	1452	2/20694	فرامرطوب
55-56	803	0/053642	تقریبا نرمال
56-57	1605/5	2/716234	فرامرطوب
57-58	608	-0/59334	تقریبا نرمال
58-59	1232/5	1/478668	نسبتا مرطوب
59-60	513/5	-0/90688	تقریبا نرمال
60-61	853	0/219535	تقریبا نرمال
61-62	717	-0/2317	تقریبا نرمال
62-63	528	-0/85877	تقریبا نرمال
63-64	679	-0/35777	تقریبا نرمال
64-65	847	0/199628	تقریبا نرمال
65-66	880	0/309118	تقریبا نرمال
66-67	1168	1/264665	نسبتا مرطوب
67-68	628	-0/52699	تقریبا نرمال
68-69	852	0/216218	تقریبا نرمال
69-70	662	-0/41418	تقریبا نرمال
70-71	1001/5	0/712239	تقریبا نرمال
71-72	1263	1/579863	بسیار مرطوب
72-73	528	-0/85877	تقریبا نرمال
73-74	961	0/577866	تقریبا نرمال
74-75	977/5	0/63261	تقریبا نرمال
75-76	284/5	-1/66667	بسیار خشک
76-77	963	0/584501	تقریبا نرمال
77-78	413	-1/24033	نسبتا خشک
78-79	396	-1/29673	نسبتا خشک
79-80	548	-0/79242	تقریبا نرمال
80-81	1009	0/737123	تقریبا نرمال
81-82	646	-0/46726	تقریبا نرمال
82-83	796	0/030417	تقریبا نرمال
83-84	650.5	-0/45233	تقریبا نرمال
84-85	1114/5	1/087159	نسبتا مرطوب
85-86	761/5	-0/08405	تقریبا نرمال
86-87	405/7	-1/26455	نسبتا خشک
87-88	396	-1/29673	نسبتا خشک
88-89	781	-0/01935	تقریبا نرمال

نسبتا خشک	-1/13581	۴۴۴/۵	89-90
786/8324		میانگین	
301/3981		انحراف معیار	



نمودار (۴): تغییرات سالانه شاخص توزیع استاندارد نرمال Z در ایستگاه مال آقا

نتایج حاصل از بررسی شاخص توزیع نرمال Z و تغییرات سالانه آن در ایستگاه مال آقا نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۳۷ ساله، سال آبی ۱۳۷۶-۱۳۷۵ با دارا بودن میزان  $-1/66$  شاخص توزیع استاندارد نرمال Z بحرانی‌ترین سال و مبین وضعیت بسیار خشک و سال آبی ۱۳۵۷-۱۳۵۶ با بیشترین مقدار شاخص توزیع استاندارد نرمال Z معادل  $2/72$ ، پر باران‌ترین سال و مبین وضعیت فرامرطوب می‌باشد.

نتایج حاصل از احتمال وقوع وضعیتهای متفاوت رخدادهای خشکسالی ایستگاه مال آقا به صورت جدول ۱۱ می‌باشد که وضعیت تقریباً نرمال با احتمال وقوع  $57/67$  بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است.

جدول (۱۱): درصد فراوانی احتمال وقوع حالت های خشکسالی در ایستگاه مال آقا

درصد احتمال وقوع	تکرار	رخداد
۵/۴	۲	فرا مرطوب
۲/۷	۱	بسیار مرطوب
۸/۱	۳	نسبتاً مرطوب
۶۷/۵۷	۲۵	تقریباً نرمال
۱۳/۵	۵	نسبتاً خشک
۲/۷	۱	بسیار خشک
۰	۰	فرا خشک
۱۰۰	۳۷	جمع

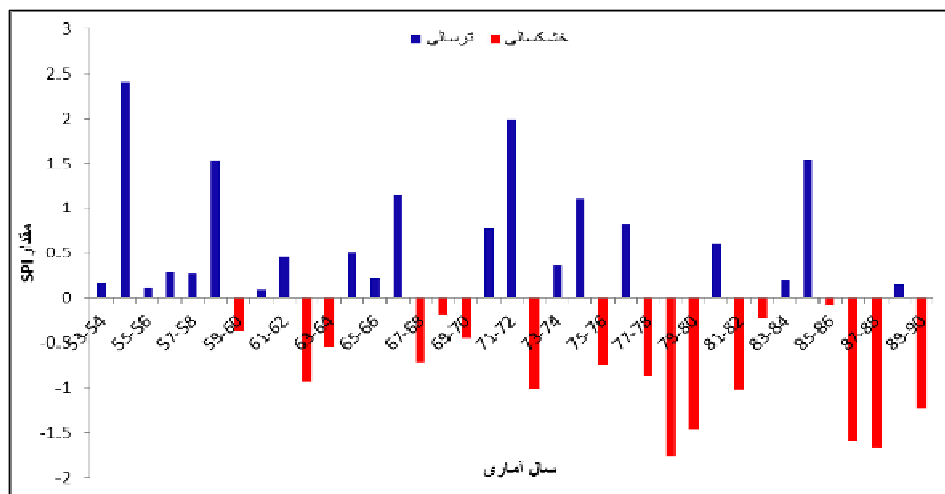
## ۵- ایستگاه بلاغ آب

نتایج حاصل از بررسی و محاسبات آمارهای ایستگاه بلاغ آب به شرح جدول (۱۲) و نمودار (۵) است که در آن مقادیر بارندگی سالیانه، حدود توزیع استاندارد نرمال Z و توصیف رخداد خشکسالی در ایستگاه مطالعاتی گزارش شده است.

جدول (۱۲): مقدار بارندگی، مقدار توزیع استاندارد نرمال z و وضعیت های خشکسالی ایستگاه بلاغ آب

سال	بارندگی سالیانه ایستگاه	توزیع استاندارد نرمال z	وضعیت رخداد خشکسالی
53-54	801/9	0/173990686	تقریباً نرمال
54-55	1333	2/407926512	فرامرطوب
55-56	791/4	0/129825132	تقریباً نرمال
56-57	830	0/292186124	تقریباً نرمال
57-58	825/9	0/274940526	تقریباً نرمال
58-59	1125/4	1/5347104	بسیار مرطوب
59-60	677/1	-0/35094848	تقریباً نرمال
60-61	783/4	0/096175185	تقریباً نرمال
61-62	867/6	0/450340872	تقریباً نرمال
62-63	539/6	-0/929306936	تقریباً نرمال
63-64	631/2	-0/544015048	تقریباً نرمال
64-65	877/1	0/490300184	تقریباً نرمال
65-66	812/4	0/218156241	تقریباً نرمال
66-67	1032/5	1/143950395	نسبتاً مرطوب
67-68	592	-0/708899786	تقریباً نرمال
68-69	718/1	-0/178492504	تقریباً نرمال
69-70	653	-0/452318944	تقریباً نرمال
70-71	945	0/775904105	تقریباً نرمال
71-72	1235/5	1/997817789	بسیار مرطوب
72-73	520	-1/011749305	نسبتاً خشک
73-74	846	0/359486017	تقریباً نرمال
74-75	1023	1/103991084	نسبتاً مرطوب
75-76	586/5	-0/732034124	تقریباً نرمال
76-77	955	0/817966538	تقریباً نرمال
77-78	556	-0/860324545	تقریباً نرمال
78-79	345	-1/747841885	بسیار خشک
79-80	412/2	-1/465182334	نسبتاً خشک
80-81	905	0/607654372	تقریباً نرمال
81-82	517	-1/024368035	نسبتاً خشک
82-83	709	-0/216769318	تقریباً نرمال
83-84	809	0/203855014	تقریباً نرمال
84-85	1128	1/545646632	بسیار مرطوب
85-86	740	-0/086375775	تقریباً نرمال
86-87	383	-1/588004639	بسیار خشک
87-88	366	-1/659510776	بسیار خشک
88-89	797	0/153380094	تقریباً نرمال

نسبتا خشک	-1/222061471	470	89-90
	760/5351351		میانگین
	237/7418339		انحراف معیار



نمودار(۵): تغییرات سالانه شاخص توزیع نرمال Z در ایستگاه بلاغ آب

نتایج حاصل از بررسی شاخص توزیع نرمال Z و تغییرات سالانه آن در ایستگاه بلاغ آب نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۳۷ ساله، سال آبی ۱۳۷۸-۱۳۷۹ با دارا بودن میزان  $-1/75$  شاخص توزیع استاندارد نرمال Z بحرانی‌ترین سال و مبین وضعیت بسیار خشک و سال آبی ۱۳۵۴-۱۳۵۵ با بیشترین مقدار شاخص توزیع استاندارد نرمال Z معادل  $2/407$ ، پرباران‌ترین سال و مبین وضعیت فرامرطوب می‌باشد.

نتایج حاصل از احتمال وقوع وضعیت‌های متفاوت رخدادهای خشکسالی ایستگاه بلاغ آب به صورت جدول ۱۳ می‌باشد که وضعیت تقریباً نرمال با احتمال وقوع  $64/86$  بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است.

جدول (۱۳): درصد فراوانی احتمال وقوع حالت‌های خشکسالی در ایستگاه بلاغ آب

رخداد	تکرار	درصد احتمال وقوع
فرا مرطوب	۱	۲/۷
بسیار مرطوب	۳	۸/۱
نسبتاً مرطوب	۲	۵/۴
تقریباً نرمال	۲۴	۶۴/۸۶
نسبتاً خشک	۴	۱۰/۸
بسیار خشک	۳	۸/۱
فرا خشک	۰	۰
جمع	۳۷	۱۰۰

نتایج حاصل از بررسی وضعیت‌های متفاوت رخداد خشکسالی و همچنین فراوانی زمانی حداکثر خشکسالی و ترسالی در استان خوزستان که با استفاده از آمار ایستگاه‌های مطالعاتی در یک بازه زمانی ۳۷ ساله (۱۳۹۰-۱۳۵۳) محاسبه گردید به صورت جدول زیر می‌باشد. همانگونه که مشاهده می‌گردد ایستگاه لالی با مقدار  $3/25$  که در سال آبی ۷۲-۱۳۷۱ به وقوع پیوسته، مرطوب‌ترین و ایستگاه هفت کل با مقدار  $2/5$  که در سال ۸۳-۱۳۸۲ رخ داده است، خشک‌ترین ایستگاه می‌باشد.

جدول (۱۴): نتایج حاصل از وضعیت‌های متفاوت شاخص توزیع استاندارد نرمال Z و همچنین فراوانی زمانی حداکثر خشکسالی و ترسالی

ایستگاه	حداکثر ترسالی	سال وقوع	حداکثر خشکسالی	سال وقوع
امیدیه	-۲/۲۴۰۴۶۰۳۰۱	۱۳۸۰-۸۱	-۱/۹۲۰۶۷۱۷۴۸	۱۳۸۶-۸۷
اهواز	۳/۱۶۸۰۲۹۳۲۳	۱۳۷۱-۷۲	-۱/۵۲۰۹۶۱۸۷	۱۳۸۱-۸۲
ایدنک	۲/۱۲۶۱۱۷۳۷۱	۱۳۵۴-۵۵	-۱/۷۸۳۲۶۱۹	۱۳۸۶-۸۷
ایذه	۲/۴۳۴۹۲۱۳۵۸	۱۳۵۴-۵۵	-۱/۶۲۸۵۰۱۷۱	۱۳۸۹-۹۰
بارانگرد	۲/۱۵۴۷۹۷۵۰۷	۱۳۵۴-۵۵	-۱/۷۷۷۹۲۰۷۲۸	۱۳۷۲-۷۳
بارز	۳/۱۴۵۷۷۲۹۷۷	۱۳۵۴-۵۵	-۱/۷۲۳۵۴۳۴۸۳	۱۳۸۶-۸۷
باغ ملک	۲/۷۲۱۲۷۹۱۱۶	۱۳۵۴-۵۵	-۱/۷۸۰۴۲۴۸۸۹	۱۳۷۸-۷۹
بلاغ آب	۲/۳۴۶۵۲۳۴۲۷	۱۳۷۱-۷۲	-۱/۷۲۸۳۹۲۶۳۵	۱۳۸۷-۸۸
بوزی	۱/۸۷۹۷۱۶۴۴۳	۱۳۷۶-۷۷	-۱/۹۳۶۷۹۴۴۶۱	۱۳۸۶-۸۷
بهبهان	۲/۶۶۵۳۸۴۰۰۷	۱۳۷۳-۷۴	-۱/۷۴۲۲۲۸۴۴۲	۱۳۸۷-۸۸
پای پل	۲/۰۱۹۱۵۶۳۴۲	۱۳۷۱-۷۲	-۱/۶۵۷۸۲۵۴۲۷	۱۳۸۹-۹۰
جوکنک	۲/۶۶۸۸۰۳۹۴۴	۱۳۸۰-۸۱	-۱/۶۴۱۶۴۰۶۶۶	۱۳۷۲-۷۳
چشمه شیرین	۲/۷۱۶۲۳۳۵۷۴	۱۳۵۶-۵۷	-۱/۶۶۶۶۷۴۳۲۹	۱۳۷۵-۷۶
چم نظام	۱/۹۹۸۸۸۹۳۱۶	۱۳۸۳-۸۴	-۱/۸۶۲۴۸۳۶۳	۱۳۸۶-۸۷
حرمه	۲/۶۸۴۷۴۰۵۵۵	۱۳۵۵-۵۶	-۱/۵۹۶۱۶۰۸۰۷	۱۳۸۶-۸۷
حمیدیه	۳/۱۶۳۶۲۲۷۱۶	۱۳۵۴-۵۵	-۱/۶۲۰۸۴۶۰۴۹	۱۳۸۵-۸۶
درخزینه	۲/۸۴۴۷۳۸۸۸۹	۱۳۷۱-۷۲	-۱/۶۵۱۳۵۵۳۹۴	۱۳۷۸-۷۹
دره شور	۲/۷۸۳۲۷۱۳۸۵	۱۳۷۳-۷۴	-۱/۵۴۴۵۰۷۸۵۲	۱۳۶۷-۶۸
ده بهرامی	۱/۵۹۰۳۳۱۵۳۷	۱۳۸۰-۸۱	-۲/۰۲۸۸۴۴۲۲۲	۱۳۸۷-۸۸
ده دز	۲/۶۰۴۴۳۴۱۶۲	۱۳۷۶-۷۷	-۱/۶۷۵۸۰۵۹۹۳	۱۳۷۲-۷۳
ده سادات	۲/۱۰۳۰۱۲۶۰۳	۱۳۷۱-۷۲	-۱/۶۶۹۹۱۹۶۱	۱۳۸۶-۸۷
دهملا	۲/۷۰۰۵۴۵۱۷۶	۱۳۵۴-۵۵	-۱/۸۳۵۹۶۳۱۹۶	۱۳۸۶-۸۷
رامشیر	۳/۲۳۵۶۴۴۱۵۱	۱۳۷۱-۷۲	-۱/۵۹۱۶۰۸۶۳۳	۱۳۷۸-۷۹
رامهرمز	۲/۲۳۲۷۲۶۲۳۸	۱۳۵۳-۵۴	-۱/۷۵۰۴۲۱۴۴۴	۱۳۸۹-۹۰
سد دز	۲/۲۱۷۳۵۹۹۶۶۴	۱۳۸۴-۸۵	-۱/۸۹۸۲۸۶۲۶۶	۱۳۸۶-۸۷
سوسن	۲/۹۸۰۵۷۱۴۸۷	۱۳۵۳-۵۴	-۱/۳۸۶۰۹۳۰۲۵	۱۳۷۷-۷۸
شوش	۲/۶۶۴۴۹۶۱۱	۱۳۷۶-۷۷	-۲/۰۹۹۱۲۵۷۸۷	۱۳۸۷-۸۸
شوشتر	۲/۵۹۳۱۴۱۱۵۱	۱۳۵۴-۵۵	-۱/۴۸۲۰۶۵۹۸۶	۱۳۸۴-۸۵
عباسپور	۲/۰۱۵۸۵۲۴۲۵	۱۳۷۱-۷۲	-۱/۶۱۳۳۰۷۵۶	۱۳۸۵-۸۶
عرب اسد	۳/۱۶۶۵۷۵۲۷۴	۱۳۵۴-۵۵	-۱/۶۶۱۵۷۳۳۳۷	۱۳۷۸-۷۹
قلعه تل	۲/۸۱۸۱۰۵۹۲۶	۱۳۷۳-۷۴	-۱/۶۰۷۹۲۱۹۵۹	۱۳۷۳-۷۲
کمپ جراحی	۲/۴۵۳۱۲۴۲۳۲	۱۳۶۶-۶۷	-۱/۹۴۹۴۳۰۴۳۱	۱۳۸۶-۸۷
کوپال	۲/۲۶۰۷۸۱۶۳۲	۱۳۵۴-۵۵	-۱/۸۵۵۶۸۱۳۹۸	۱۳۸۶-۸۷
گتداب	۲/۵۰۱۸۲۵۹۰۸	۱۳۵۴-۵۵	-۱/۷۶۲۳۷۹۶۱۹	۱۳۷۲-۷۳
گتوند	۲/۷۰۰۵۷۰۸۷۸	۱۳۷۱-۷۲	-۱/۷۴۳۴۲۲۷۳۳	۱۳۸۷-۸۸
گرگر	۲/۳۰۴۲۷۰۰۱۳	۱۳۷۱-۷۲	-۱/۶۶۶۰۰۱۲۰۱	۱۳۸۱-۸۲
الگن	۳/۱۶۹۸۷۸۰۹۵	۱۳۷۵-۷۶	-۱/۶۲۴۳۷۸۶۲	۱۳۸۶-۸۷



۱۳۷۲-۷۳	-۱/۳۹۲۲۵۷۲۰۱	۱۳۷۱-۷۲	۳/۲۴۶۰۳۸۱۳	لالی
۱۳۸۷-۸۸	-۱/۴۳۸۴۸۳۸۰۷	۱۳۶۰-۶۱	۳/۲۲۰۰۴۷۲۸۹	ماشین
۱۳۷۸-۷۹	-۱/۷۰۴۶۵۷۵۲۴	۱۳۵۴-۵۵	۲/۲۳۲۵۹۵۵۰۶	مال آقا
۱۳۸۶-۸۷	-۱/۸۶۴۱۵۹۸۵۶	۱۳۵۴-۵۵	۲/۴۷۹۲۰۲۶۶۹	ماهشهر
۱۳۸۹-۹۰	-۱/۹۴۹۳۴۱۸۱۸	۱۳۵۴-۵۵	۲/۵۴۶۲۲۸۱۵۸	مشراکه
۱۳۸۷-۸۸	-۱/۸۳۵۰۶۳۲۱۲	۱۳۵۴-۵۵	۲/۲۶۹۰۱۱۰۴۲	ملائانی
۱۳۷۸-۷۹	-۱/۷۴۷۸۴۱۸۸۵	۱۳۵۴-۵۵	۲/۴۰۷۹۲۶۵۱۲	میداوود
۱۳۶۲-۶۳	-۱/۶۴۴۹۵۲۳۹۱	۱۳۷۶-۷۷	۲/۴۸۲۳۸۳۲۳۵	هفت تپه
۱۳۸۲-۸۳	-۲/۵۰۰۰۲۲۴۹	۱۳۷۱-۷۲	۱/۷۱۰۶۷۳۲۹۹	هفتکل
۱۳۸۶-۸۷	-۱/۵۶۶۷۰۱۹۶۷	۱۳۵۴-۵۵	۲/۴۱۳۵۳۸۱۵۲	هندیجان

### نتیجه گیری

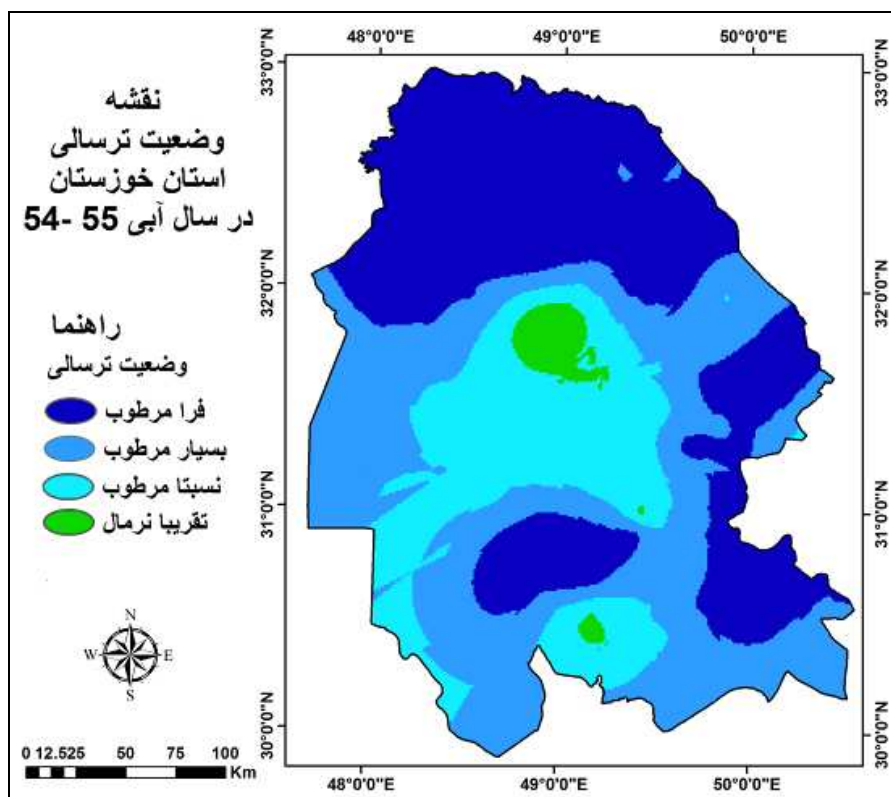
جهت پهنه بندی وضعیت خشکسالی در استان خوزستان از سال های نماینده برای حداکثر و حداقل شاخص توزیع استاندارد نرمال Z استفاده شد. بدین صورت که ابتدا فراوانی سالیانه حداکثر و حداقل مقدار شاخص در ایستگاه های مطالعاتی محاسبه و ۲ مورد از سالهایی که بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده بودند برای حداکثر و ۲ مورد برای حداقل انتخاب گردید. سپس نقشه پهنه بندی سالهای نمونه با استفاده از روش میانپایی با مدل کریجینگ و براساس مقدار توزیع استاندارد نرمال Z تمامی ایستگاه ها در سال نمونه ترسیم گردید. نقشه حاصله براساس جدول درجه بندی شدت و احتمال وقوع شاخص توزیع نرمال Z طبق بندی شد. نتایج حاصل از فراوانی سالیانه حداکثر و حداقل مقدار شاخص توزیع نرمال Z به صورت جدول زیر می باشد.

جدول ( ۱۵ ): فراوانی سالیانه حداکثر و حداقل شاخص توزیع نرمال Z در استان خوزستان

فراوانی		سال وقوع حداکثر خشکسالی	فراوانی		سال وقوع حداکثر ترسالی
درصد	تعداد		درصد	تعداد	
۲/۱۳	۱	۱۳۶۲-۶۳	۴/۲۶	۲	۱۳۵۳-۵۴
۲/۱۳	۱	۱۳۶۷-۶۸	۳۶/۱۷	۱۷	۱۳۵۴-۵۵
۱۲/۷۷	۶	۱۳۷۲-۷۳	۲/۱۳	۱	۱۳۵۵-۵۶
۲/۱۳	۱	۱۳۷۵-۷۶	۲/۱۳	۱	۱۳۵۶-۵۷
۲/۱۳	۱	۱۳۷۷-۷۸	۲/۱۳	۱	۱۳۶۰-۶۱
۱۲/۷۷	۶	۱۳۷۸-۷۹	۲/۱۳	۱	۱۳۶۶-۶۷
۴/۲۶	۲	۱۳۸۱-۸۲	۲۳/۴۰	۱۱	۱۳۷۱-۷۲
۲/۱۳	۱	۱۳۸۲-۸۳	۶/۳۸	۳	۱۳۷۳-۷۴
۲/۱۳	۱	۱۳۸۴-۸۵	۲/۱۳	۱	۱۳۷۵-۷۶
۴/۲۶	۲	۱۳۸۵-۸۶	۸/۵۱	۴	۱۳۷۶-۷۷
۲۹/۷۹	۱۴	۱۳۸۶-۸۷	۶/۳۸	۳	۱۳۸۰-۸۱
۱۴/۸۹	۷	۱۳۸۷-۸۸	۲/۱۳	۱	۱۳۸۳-۸۴
۸/۵۱	۴	۱۳۸۹-۹۰	۲/۱۳	۱	۱۳۸۴-۸۵

نتایج جدول ۱۵ نشان می دهد که سال های آبی ۱۳۵۴-۵۵ و ۱۳۷۱-۷۲ به ترتیب با ۱۷ و ۱۱ مورد، بیشترین فراوانی وقوع حداکثر ترسالی را به خود اختصاص داده اند. در نتیجه به عنوان سالهای نماینده جهت ترسیم نقشه پهنه بندی ترسالی انتخاب شدند. در مقابل سال های آبی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸ به ترتیب با ۱۴ و ۷ مورد، بالاترین فراوانی وقوع حداکثر خشکسالی را

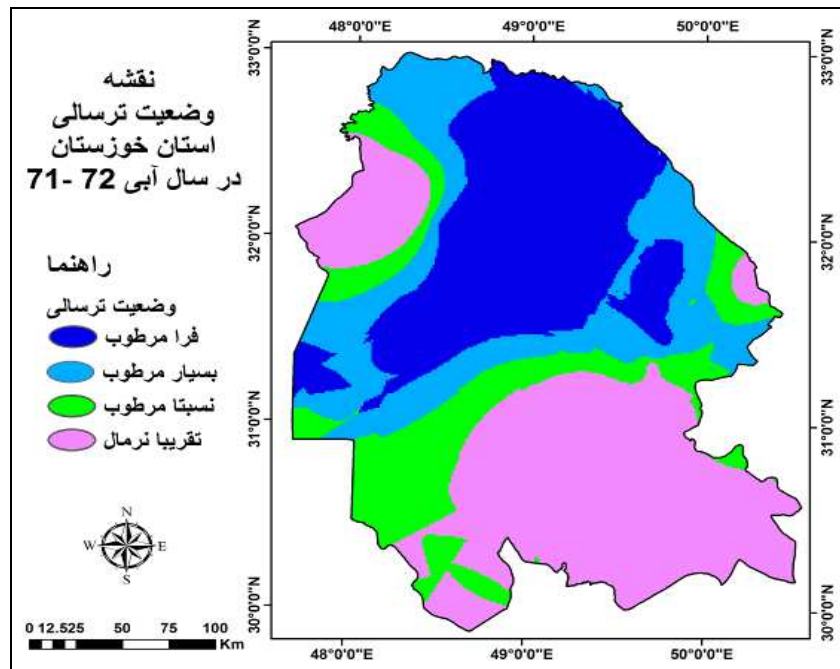
شامل شده و به عنوان سال های نماینده جهت ترسیم نقشه پهنه بندی خشکسالی انتخاب شدند. نتایج حاصل از ترسیم نقشه پهنه بندی استان خوزستان به لحاظ مقادیر توزیع استاندارد نرمال Z سالهای نمونه به صورت نقشه ها و جداول زیر می باشد.



نقشه (۴): وضعیت ترسالی استان خوزستان در سال آبی ۵۵-۱۳۵۴

جدول (۱۶): وضعیت ترسالی و مساحت استان خوزستان در سال آبی ۵۵-۱۳۵۴

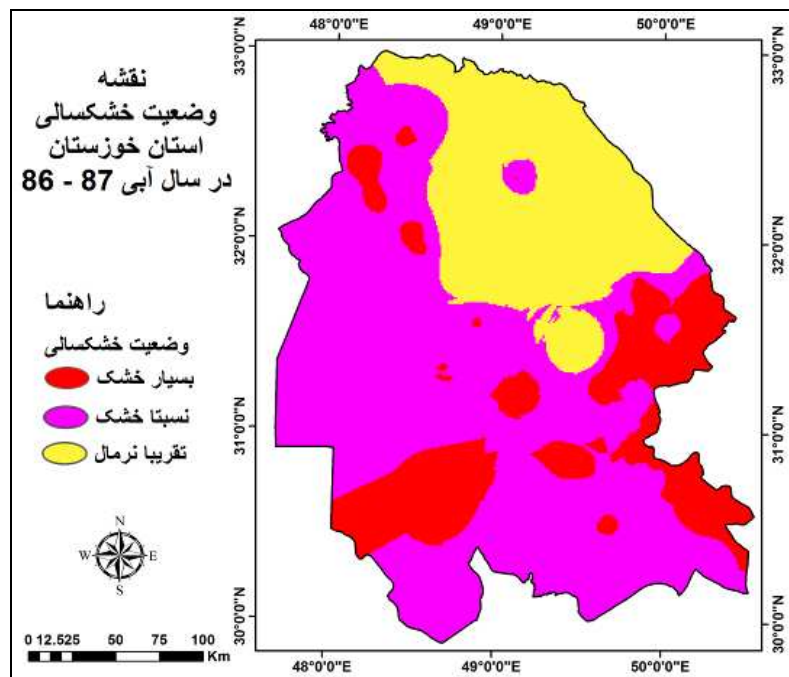
ردیف	وضعیت ترسالی	توزیع استاندارد نرمال Z هر طبقه	مساحت هر طبقه ( $km^2$ )	درصد مساحت هر طبقه
۱	تقریباً نرمال	۰/۵۹ تا ۰/۹۹	۱۴۲۶/۷۰۹	۲/۲۲۷۱۳
۲	نسبتاً مرطوب	۱ تا ۱/۴۹	۱۳۸۱۳/۹	۲۱/۵۶۳۸۶
۳	بسیار مرطوب	۱/۵ تا ۱/۹۹	۲۳۶۱۰/۲۴	۳۶/۸۵۶۱۹
۴	فرا مرطوب	۲ تا ۳/۰۰۹	۲۵۲۰۹/۶	۳۹/۳۵۲۸۲



نقشه (۵): وضعیت ترسالی استان خوزستان در سال آبی ۷۲-۱۳۷۱

جدول (۱۷): وضعیت ترسالی و مساحت طبقات استان خوزستان در سال آبی ۷۲-۱۳۷۱

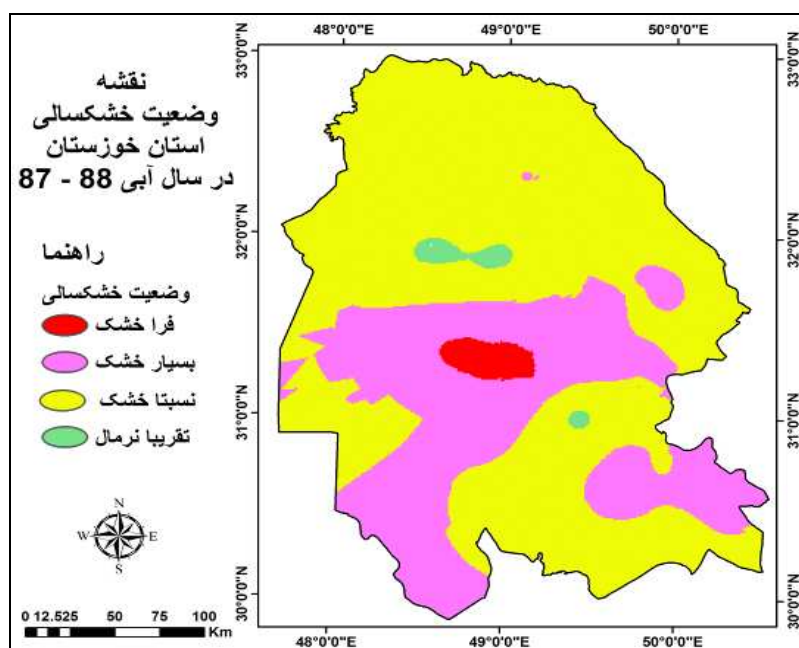
ردیف	وضعیت ترسالی	توزیع استاندارد نرمال Z هر طبقه	مساحت هر طبقه ( $km^2$ )	درصد مساحت هر طبقه
۱	تقریباً نرمال	۰/۹۹ تا -۰/۸۸	۲۲۵۹۷/۱۶	۳۵/۲۷۴۷۴
۲	نسبتاً مرطوب	۱ تا ۱/۴۹	۱۰۲۶۸/۷۱	۱۶/۰۲۹۷۲
۳	بسیار مرطوب	۱/۵ تا ۱/۹۹	۱۲۶۱۹/۷۸	۱۹/۶۹۹۸۱
۴	فرا مرطوب	۲ تا ۴/۰۳	۱۸۵۷۴/۸	۲۸/۹۹۵۷۳



نقشه (۶): وضعیت خشکسالی استان خوزستان در سال آبی ۸۷-۱۳۸۶

جدول (۱۸): وضعیت خشکسالی و مساحت طبقات استان خوزستان در سال ۸۷-۱۳۸۶

ردیف	وضعیت خشکسالی	مقدار توزیع استاندارد نرمال Z هر طبقه	مساحت هر طبقه ( $km^2$ )	درصد مساحت هر طبقه
۱	بسیار خشک	-۱/۹۲۵ تا -۱/۵	۱۱۵۲۸۱	۱۷/۹۹۴۲۲
۲	نسبتا خشک	-۱ تا -۱/۴۹	۳۶۲۹۹	۵۶/۶۵۹۶۴
۳	تقریبا نرمال	۰/۹۹ تا ۰/۹۵	۱۶۲۳۸	۲۵/۳۴۶۱۳

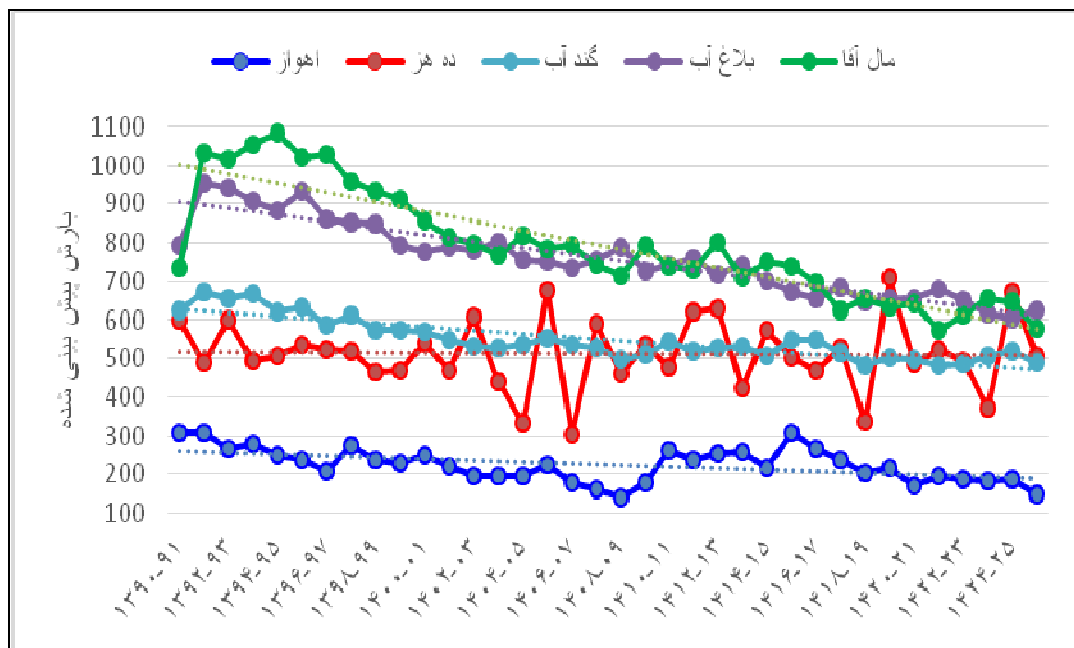


نقشه (۷): وضعیت خشکسالی استان خوزستان در سال آبی ۸۸-۱۳۸۷

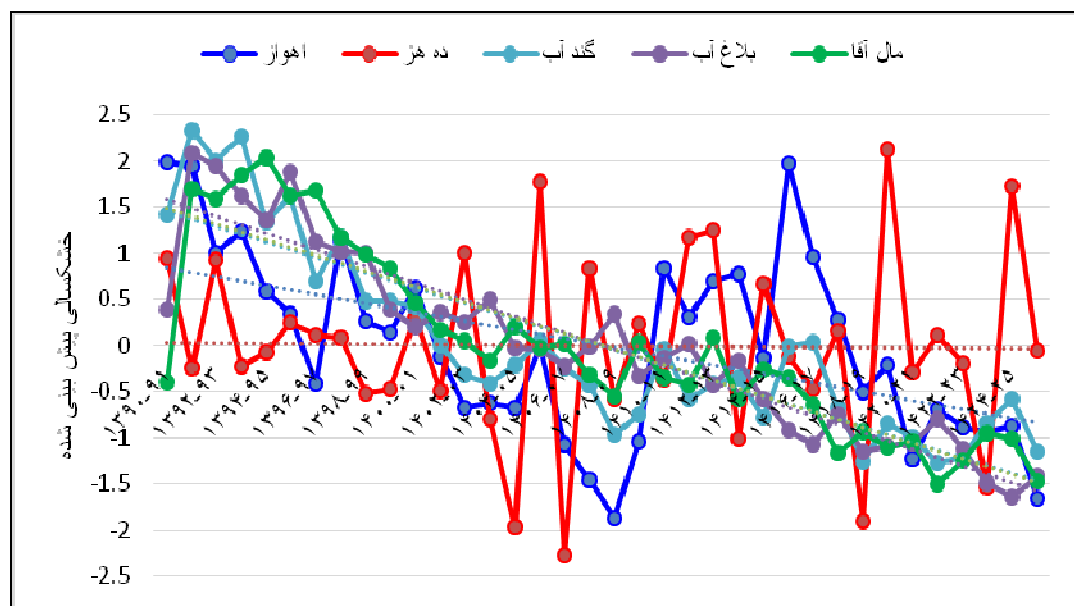
جدول (۱۹): وضعیت خشکسالی و مساحت طبقات استان خوزستان در سال آبی ۸۸-۱۳۸۷

ردیف	وضعیت خشکسالی	مقدار توزیع نرمال Z هر طبقه	مساحت ( $km^2$ )	هر طبقه	درصد مساحت هر طبقه
۱	فرا خشک	-۲/۰۸۶ تا -۲	۱۰۵۳	۱/۶۴۳۶۴۳	
۲	بسیار خشک	-۱/۹۹ تا -۱/۵	۲۰۶۰۷	۳۲/۱۶۵۷۷	
۳	نسبتا خشک	-۱ تا -۱/۴۹	۴۱۶۷۷	۶۵/۰۵۴۲۴	
۴	تقریبا نرمال	-۰/۸۳ تا -۰/۹۹	۷۲۸	۱/۱۳۶۳۴۶	

جهت بررسی روند بارش پیش بینی شده ایستگاه های نماینده و همچنین روند خشکسالی آنها نمودار توامان روند دو پارامتر مزبور ترسیم گردید که نتایج آن به صورت شکل زیر می باشد.



نمودار (۶) - روند بارش پیش بینی شده ایستگاه های نماینده

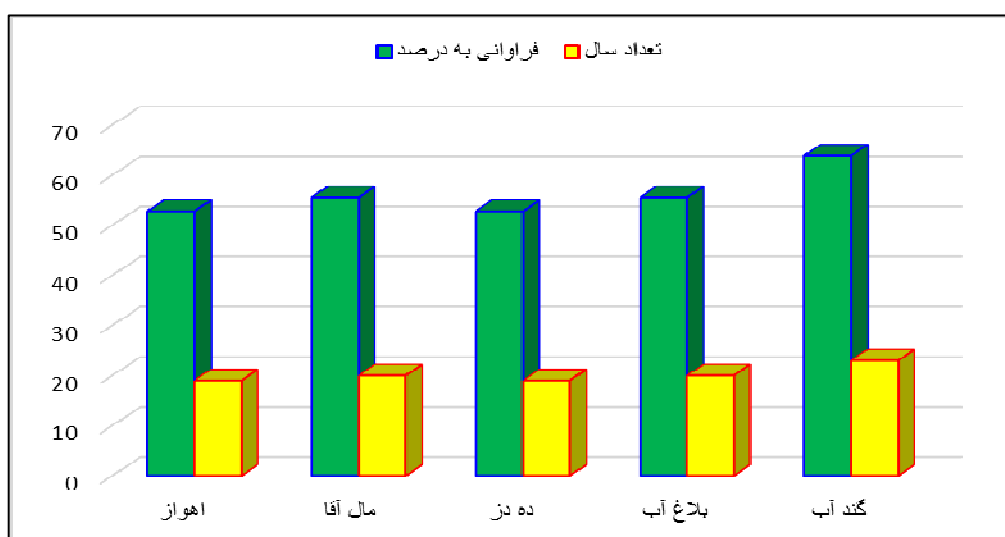


نمودار (۷) - روند خشکسالی پیش بینی شده ایستگاه های نماینده

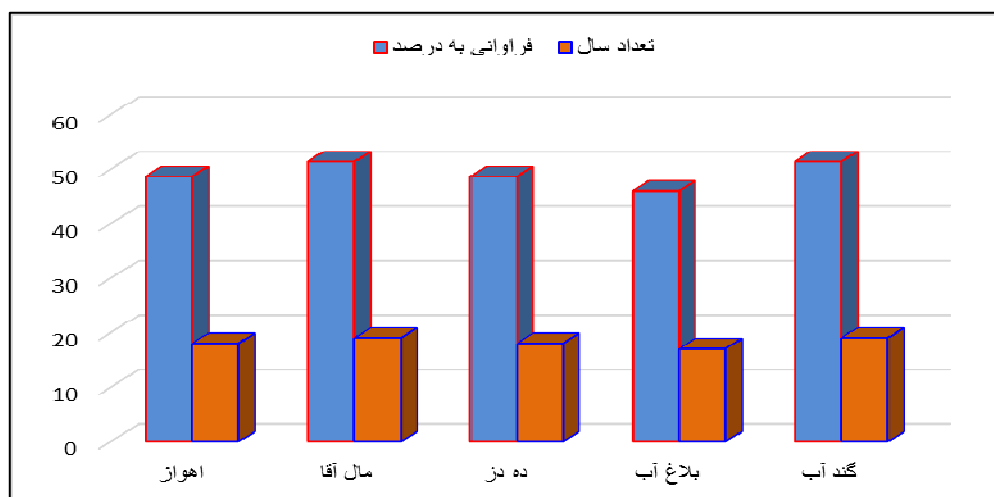
همانگونه که در نمودار های بالا مشاهده می گردد روند بارش در تمامی ایستگاه برای مقادیر پیش بینی شده یک روند نزولی را نشان می دهد. این روند در ایستگاه های اهواز، گنداب، بلاغ آب و مال آفا بالا بوده به طوریکه بارز و مشخص است. اما در ایستگاه دهدز روند کاهشی نسبت به سایر ایستگاه ها کمتر است. تفاوت دیگری که آمار پیش بینی شده نمایان است دامنه نوسان ایستگاه ها می باشد، به گونه ای که نوسان و بی نظمی های بارشی در ایستگاه های اهواز و دهدز بالاتر از سه ایستگاه دیگر است. به تبع از بارش روند خشکسالی های آتی ایستگاه های نماینده نیز روند نزولی به سمت اعداد منفی دارد که نمایانگر خشکسالی ها با شدت بالاتر از زمان حاضر است. جهت بررسی مقادیر خشکسالی های زمان حاضر با داده های خشکسالی پیش بینی شده، تعداد سالهای زیر حد نرمال ملاک کار قرار گرفت و با یکدیگر مقایسه گردید که نتایج آن به صورت جدول و شکل زیر می باشد.

جدول (۲۰) - تعداد و فراوانی سالهای همراه با خشکسالی ایستگاه های نماینده در زمان حال و آینده

ایستگاه	اهواز		ده دز		گندآب		بلاغ آب		مال آقا	
	تعداد	فراوانی	تعداد	فراوانی	تعداد	فراوانی	تعداد	فراوانی	تعداد	فراوانی
۵۳ تا ۹۰	۱۸	%۴۸/۶۵	۱۸	%۴۸/۶۵	۱۹	%۵۱/۳۵	۱۷	%۴۵/۹۵	۱۹	%۵۱/۳۵
۹۰ تا ۱۲۶	۱۹	%۵۲/۷۸	۱۹	%۵۲/۷۸	۲۳	%۶۳/۸۹	۲۰	%۵۵/۵۵	۲۰	%۵۵/۵۵
مقدار افزایشی	۱	%۴/۱۳	۱	%۴/۱۳	۴	%۱۲/۵۴	۳	%۹/۶۰	۱	%۴/۲۰



نمودار (۸) - تعداد و فراوانی سالهای همراه با خشکسالی مشاهده شده (سال های ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۰)



نمودار (۹) - تعداد و فراوانی سالهای همراه با خشکسالی پیش بینی شده (سال های ۱۳۹۰ تا ۱۴۲۶)

همان گونه که مقایسه نتایج تعداد و فراوانی سالهای همراه با خشکسالی مقادیر مشاهده شده و مقادیر پیش بینی شده نشان می دهد روند خشکسالیها دارای روند صعودی می باشد. بیشترین مقدار افزایش یافته برابر با ۱۲/۵۴ درصد بوده که مربوط به ایستگاه گندآب می باشد و کمترین مقدار افزایشی برابر با ۴/۲ درصد است که مختص ایستگاه مال آقا می باشد. به هر حال این اعداد روند افزایشی خشکسالی ها را در سال های آتی نشان می دهد. نتایج این مطالعه می تواند دستاوردهای قابل توجهی

را برای استان به همراه داشته باشد به طوری که با شناخت کامل از وضعیت حاکم بر استان خوزستان و از طریق وضع ضوابط و استانداردهای زیست محیطی مناسب می توانند فرآیند بیابان زدایی را با هزینه زیست محیطی کمتری طی نمایند. در پدیده خشکسالی روش های متعددی برای کاهش خسارات بالقوه بالاخص در زمینه کشاورزی وجود دارد. این روش ها شامل مواردی همچون انتخاب بهینه و تغییر کاربری اراضی، اصلاح سیستم تناوب کشت انتخاب منطقی واریته های گیاهی یا تغییرات پدیده آمده در تکنولوژی (فن آوری زراعی است مراحل و فرایند پیچیده احیاء اراضی نظیر کاشت درختان، جنگل کاری، ایجاد فضای سبز، نرم و سست کردن خاک اصلاح خاک، کنترل سطح آب های زیرزمینی، آبیاری، تامین هماهنگ مواد غذایی خاک، همگی می توانند در کاهش خسارات ناشی از پدیده خشکسالی در یک منطقه مشخص موثر واقع شوند. پرورش و تکثیر گیاهانی که مقاومت بیشتری به پدیده خشکسالی دارند از اهمیت زیادی برخوردار است. (پژوهشکده هواشناسی، ۱۳۸۰). 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.

### پیشنهادات

- 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.
- برای بررسی میزان تغییر اقلیم هر دو مبحث تغییر میانگین و تغییر سالانه سری بررسی گردد تا میزان تغییرات بخوبی آشکار گردد.
- تهیه طرح جامع خشکسالی در استان و تعیین کمی و کیفی بخشها و مناطق آسیب پذیر در برابر وقوع خشکسالی و اعمال مدیریت ریسک.
- ارائه آموزش های مستمر و کاربردی در سطوح مختلف در استفاده بهینه از منابع آب.
- برنامه ریزی استفاده از منابع آب بر اساس آمایش استان و برنامه توسعه متنی بر ظرفیت منابع.
- آموزش عموم مردم، کشاورزان، صنعتکاران و... در استفاده صحیح و مناسب از منابع آب شرب، کشاورزی، صنعت، و بکارگیری شیوه های نوین، استفاده از آب در بخش های مختلف و اعمال برنامه های تشویقی و تنبیهی
- بهینه مدیریت ستادی و اجرایی در دستگاه های اجرایی در زمان بروز پدیده خشکسالی
- اجرای طرح های عمرانی، پیشگیری نظیر (آبخوان داری، آبخیزداری، پوشش انهار، ذخیره مصنوعی و...) با استفاده از حمایت های بخش دولتی و مشارکتهای مردمی در جهت حفظ و تجدید منابع انسانی.

### تشکر و قدر دانی

با تشکر از سازمان آب و برق خوزستان واحد آب معاونت مطالعات پایه و منابع آب و دفتر تحقیقات و استانداردهای شبکه های آبیاری و زهکشی .

## منابع

- ۱- بذاق 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 ۴، ۶۷-۲۴.
- 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- فرج زاده اصل، منوچهر، (۱۳۷۴)، «تحلیل و پیش بینی خشکسالی در ایران»، رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس.
- ۸- خوش اخلاق، فرامرز، (۱۳۷۷)، «تحقیق در خشکسالی های فراگیر ایران با استفاده از تحلیل سینوپتیکی»، رساله دکتری، دانشگاه تبریز.
- ۹- شکیبیا، علیرضا، ۱۳۸۸، تحلیل روند تغییرات دمایی شهرستان اهواز بر اساس شاخص های حدی، فصل نامه چشم انداز جغرافیایی، سال چهارم، شماره هشتم.
- 10- 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- Bakker, E.J. 1992. Rainfall and risk in India's agriculture. An ex-ante evaluation of rainfall insurance. Groningen Theses in Economics, Management and Organization. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- Boogaard, H.L., Van Diepen, C.A., Rotter, R.P., Cabrera, J.M.C.A., and Van Laar, H. ۱۱