بررسی خشک‌سالی‌های هواشناسی در استان فارس

ولی الله کریمی، علی‌اکبر کامکار حقیقی، علیرضا سپاسخواه و داور خلیلی[1]

چکیده

«خشک‌سالی» هنگامی اتفاق می‌افتد که کمبودی در مقدار بارندگی، رواناب و رطوبت خاک، و افزایشی در میزان دمای هوا، و یا کاهشی در سطح ایستابی در منطقه، نسبت به شرایط میانگین دیده شود. خشک‌سالی پدیده‌ای است که هر از چند سال می‌توان آن را با شدت‌های متفاوت در یک منطقه انتظار داشت. بنابراین با «خشکی» که از ویژگی‌های دایمی آب و هوایی هر منطقه است فرق می‌کند. در این پژوهش، با استفاده از روش هربست و همکاران، که بعداً توسط موهان و رانگاچاریا اصلاح شده، آمار بارندگی ماهیانه ۲۱ ساله ۵۱ ایستگاه هواشناسی مربوط به سازمان آب، در سطح استان فارس بررسی، و نقشه‌های هم‌مدت و هم‌شدت خشک‌سالی برای کل استان فارس تهیه گردید. بر این پایه، مناطق شمال شرقی، جنوب شرقی، جنوب و جنوب غرب استان، که در مجاورت استان‌های خشک اصفهان، کرمان، هرمزگان و بوشهر واقعند، مناطق مستعد خشک‌سالی شناخته می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: *خشک‌سالی هواشناسی، خشکی، نقشه‌های هم‌شدت و هم‌مدت خشک‌سالی*

مقدمه

خشک‌سالی‌ها سبب تلفات اقتصادی زیادی می‌شوند، که کاهش فراورده‌های کشاورزی، دامی، کالاهای صنعتی و نیروی برق آبی از آن جمله است. خشک‌سالی‌ها افزون بر تأثیر مستقیم اقتصادی و اجتماعی در کشاورزی، ذخیره آب صنعتی و شهری، آثار ثانویه بیشتری را بر جای می‌گذارند. مهم‌ترین این آثار طوفان‌های همراه با گرد و غبار، آتش‌سوزی جنگل‌ها، بیماری‌های ناشی از حشرات، کاهش سطح بهداشت عمومی، افزایش آلودگی‌های هوا و خاک، کاهش کیفیت آب، و آثار زیان‌آوری است که در سلامت عمومی و حیات وحش خواهند گذاشت (۲۱).

به منظور بررسی و تجزیه و تحلیل پدیده‌های خشک‌سالی در هر منطقه، بایستی این گونه پدیده‌ها از نظر علمی تعریف شوند. در این زمینه، واژه «خشکی»[2] با «خشک‌سالی»[3] تفاوت آشکار دارد. خشکی شرایط اقلیمی و آب و هوایی را بیان

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد و استادیار آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

2. Aridity 3. Drought

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1380.5.4.1.7]

می‌کند، به طوری که این گونه شرایط جزء جدا نشدنی و دایمی یک منطقه معرفی می‌شوند. در حالی که خشک‌سالی در انواع گوناگون، و با شدت‌ها و تناوب‌های متفاوت اتفاق می‌افتد. با توجه به این که متغیرهای مختلف هر کدام نقشی مشخص در وضعیت خشک‌سالی دارند، می‌توان خشک‌سالی‌ها را با عناوین خشک‌سالی هواشناسی، خشک‌سالی هیدرولوژیک، خشک‌سالی کشاورزی و خشک‌سالی اجتماعی-اقتصادی مطرح نمود.

در خشک‌سالی هواشناسی، کمبود میزان بارندگی نسبت به میانگین برای یک منطقه برآورد می‌شود، که کمبودهای بارندگی از یک مقدار مشخص، مانند درصدهای کاهش از میانگین دراز مدت، نیز قابل بررسی خواهد بود. در خشک‌سالی هیدرولوژیک، وضعیت دراز مدت جریان‌های رودخانه‌ای و یا دیگر منابع آبی بررسی می‌شود. در حالی که در خشک‌سالی کشاورزی، ذخیره رطوبتی خاک در طول فصل کشت بررسی می‌گردد. با توجه به این که تأثیرپذیری ناشی از هر یک از خشک‌سالی‌های فوق ممکن است با تأخیرهای زمانی متفاوت صورت گیرد، بنابراین برآورد آثار اقتصادی-اجتماعی خشک‌سالی نیز بایستی بررسی گردد. طبیعتاً یافته‌های علمی هر یک از خشک‌سالی‌های فوق در بررسی خشک‌سالی اقتصادی - اجتماعی به کار گرفته می‌شود.

پژوهش‌های پالمر (۱۹) از جمله پژوهش‌های نخستین می‌باشد. در این مورد، خشک‌سالی عبارت است از کمبود رطوبت مستمر و غیرطبیعی، که واژه غیرطبیعی به انحراف شاخص مورد نظر از شرایط طبیعی (میانگین)، و واژه مستمر به حالت کمبود گفته می‌شود (۲). پالمر در گزارش‌هایش شاخصی را به نام شاخص بحرانی خشک‌سالی[1] (PDSI) معرفی نمود، که به عنوان عمومی‌ترین شاخص منطقه‌ای در کارهای بعدی مورد استفاده قرار گرفت (۴، ۹، ۱۳، ۱۴ و ۲۰). هر چند PDSI به عنوان شاخص هواشناسی توسط پالمر معرفی شده بود، ولی در روش پالمر (۱۹) متغیرهای گوناگونی مانند بارندگی، تبخیر-تعرق، وضعیت رطوبتی خاک و روانات سطحی در نظر گرفته می‌شود.

از جمله کارهایی که در زمینه خشک‌سالی هواشناسی انجام شده، تحقیقات هربست و همکاران (۱۲) است، که روش آنها بعداً برای مناطق خشک توسط موهان و رانگاچاریا (۱۶) اصلاح گردید. پژوهش‌های نسبتاً زیادی (۲، ۶ و ۹) در این زمینه صورت گرفته است. از کارهای انجام شده در زمینه خشک‌سالی هیدرولوژیک می‌توان به بررسی جریان‌های رودخانه‌ای توسط دراکوپ و همکاران (۱۰) و چانگ (۷)، و یا خشک‌سالی آب‌های زیر زمینی توسط چانگ (۸) اشاره نمود. کارهای فیلد هاوس و پالمر (۱۱) نیز در زمینهٔ خشک‌سالی کشاورزی شایان ذکر است.

پدیده‌های جهانی هواشناسی مانند ال‌نینو، نوسانات جنوبی[2] و یا اثر دمای سطحی اقیانوس ها[3]، تأثیر بسیار گسترده‌ای در ایجاد وقایع سیلابی و خشک‌سالی‌ها دارند. شناخت رفتار فیزیکی این گونه پدیده‌ها کمک زیادی به درک طبیعت خشک‌سالی‌ها، و هم‌چنین پیش‌بینی آنها می‌نماید. در این باره تحقیقات وسیعی در سطح جهانی و از جمله در ایران صورت گرفته است (۱۵، ۱۷ و ۱۸).

در این پژوهش، با بهره گرفتن از اطلاعات بارندگی موجود، و استفاده از روش موهان و رانگاچاریا (۱۶)، توزیع مکانی و شدت خشک‌سالی هواشناسی در استان فارس بررسی و گزارش شده است.

مواد و روش‌ها

آمار موجود بارندگی استان فارس توسط اداره هواشناسی استان و سازمان آب منطقه‌ای نگهداری می‌شود. متأسفانه آمار اداره هواشناسی در دسترس قرار نگرفت، و این پژوهش تنها از آمار سازمان آب منطقه‌ای بهره‌مند گردید. پس از بررسی آمار مربوط

1. Plamer Drought Severity Index
2. El Nino, Southern Oscillation (ENSO)
3. Sea Surface Temperature

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1380.5.4.1.7]

به ارتفاع بارندگی ۱۲۰ ایستگاه باران‌سنجی، ۵۱ ایستگاه با ۲۱ سال آمار متوالی، و یا امکان تعمیم به ۲۱ سال، برای تجزیه و تحلیل برگزیده شد.

در این مرحله لازم بود که داده‌های پرت[1] مشخص و در ادامه کار از محاسبات حذف گردد. نکته قابل توجه آن است که وجود چنین داده‌هایی ناشی از مشکلات یا خطاهای اندازه‌گیری نبوده و واقعاً مشاهداتی استثنایی می‌باشند (۱). آزمون‌های گوناگونی برای تعیین داده‌های پرت وجود دارد، که در پژوهش حاضر از آزمون گرابز-بک[2] (۵)، که در نرم‌افزار HFA[3] آمده است، استفاده گردید. با استفاده از آمار ایستگاه‌های مجاور و بهره‌گیری از روش رگرسیون خطی، کاستی‌های آماری ایستگاه‌های مجاور برطرف شده و از آزمون ران[4] برای کنترل همگنی داده‌های بارندگی ماهیانه استفاده به عمل آمد (۳).

با توجه به ناچیز بودن میزان بارندگی در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر، مجموع بارندگی ماهیانه به صورت یک دوره یک ماهه در نظر گرفته شد. بررسی آمار دراز مدت منطقه نشان می‌دهد که فصل بارندگی محدود به دوره زمانی آبان تا اردیبهشت بوده، و بارندگی خارج از این فصل به ندرت اتفاق می‌افتد، که در آن صورت از ارتفاع ناچیزی برخوردار است (۳).

روش محاسبه

در این پژوهش از روش ارائه شده توسط هربست و همکاران (۱۲)، که بعداً توسط موهان و رانگاچاریا (۱۶) برای مناطق خشک اصلاح شده، استفاده گردیده است. در این روش بارندگی ماهیانه به وسیلهٔ چهار متغیر آغاز خشک‌سالی، پایان خشک‌سالی، مدت خشک‌سالی و شدت خشک‌سالی بررسی می‌گردد. اگر تشخیص داده شود خشک‌سالی در یک ماه بخصوص رخ داده، وضعیت آن برای ماه بعد بررسی شده، و تعیین می‌گردد که آیا خشک‌سالی پایان یافته یا ادامه دارد. این کار ادامه پیدا می‌کند تا آن‌که با در نظر گرفتن معیارهای ارائه شده به وسیلهٔ چهار متغیر فوق، پایان دوره خشک‌سالی اعلام گردد.

محاسبه باران مؤثر و کمبود بارندگی ماهیانه

آغاز یک دوره خشک‌سالی در واقع به صورت تابعی از تأثیر بارندگی ماه t، مجموعه تأثیرهای فصلی t و بارندگی در ماه t+۱ بیان می‌شود.

تأثیر بارندگی ماه t به صورت زیر محاسبه می‌شود (۱۶):

$$D(t) = R(t) - T(t) \qquad [۱]$$

که در آن R(t) و T(t) به ترتیب ارتفاع بارندگی واقعی و میانگین تعدیل یافته برای ماه t، و D(t) تأثیر بارندگی ماه t را نشان می‌دهد. با توجه به این که در برخی شرایط اقلیمی (استان فارس)، در طول یک ماه خاص بارندگی با شدت‌های مختلف وجود دارد، که به خاطر انحراف معیار زیاد بر میانگین بارندگی ماهیانه اثر می‌گذارد، از میانگین تعدیل یافته استفاده شده، که به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$T(t) = R(t) - \frac{\sigma^2(t)}{R(t)} \qquad [۲]$$

که در آن $\sigma^2(t)$ واریانس وقایع بارندگی در ماه t می‌باشد.

مجموع تأثیرهای فصلی در چارچوب ضریب وزنی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$W(t+1) = 0/1\left(1 + \frac{T(t+1)}{0/8\sum_{t=1}^{8} T(t+1)}\right) \qquad [۳]$$

که در آن W(t+۱) ضریب وزنی و T(t+۱) میانگین تعدیل یافته بارندگی برای ماه t+۱ است. همان گونه که در معادله ۳ مشاهده می‌شود، برای کل سال یک دوره هشت ماهه در نظر گرفته شده، که در واقع دوره خرداد-مهر به عنوان یک ماه فرض شده است. با توجه به آمار درازمدت منطقه، فصل بارندگی محدود به دوره زمانی آبان-اردیبهشت می‌باشد، و بارندگی خارج از این فصل به ندرت اتفاق افتاده، که در آن صورت از ارتفاع ناچیزی برخوردار بوده است.

با استفاده از روابط فوق، وضعیت تأثیرپذیری ماه t+۱ به عنوان باران مؤثر ماه t+۱، به صورت زیر بیان می‌گردد:

1. Outlier 2. Grubbs-Beck 3. Hydrologic Frequency Analysis 4. Run test

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1380.5.4.1.7]

$$E(t+1) = R(t+1) + D(t)[W(t+1)] \quad [۴]$$

که در آن $E(t+1)$ باران مؤثر ماه $t+1$ می‌باشد.

در مرحله بعد کمبود بارندگی ماهیانه، یا MMD[1] به صورت زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$MMD = \overline{E}(t+1) - E(t+1) \quad [۵]$$

که در آن $\overline{E}(t+1)$ میانگین تعدیل یافته بارندگی مؤثر است. به مجموعه MMD برای هشت ماه میانگین کمبود سالیانه یا MAD[2] گفته می‌شود:

$$MAD = \sum_{t=1}^{8} MMD \quad [۶]$$

آزمون‌های تعیین آغاز خشک‌سالی

ماهی که کمبود بارندگی دارد، آغاز احتمالی یک خشک‌سالی است، که بایستی با یک مقیاس متغیر مناسب مقایسه گردد. در صورت بیشتر بودن کمبود بارندگی از این مقیاس، آغاز یک خشک‌سالی از ماه مورد نظر حتمی است. متغیر X که بیانگر افزایش ماهیانه است، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$X = \frac{MAD - MMMR}{7} \quad [۷]$$

در معادله فوق MMMR[3] مقدار حداکثر میانگین بارندگی ماهیانه تعدیل شده است. اولین مقیاس متغیر MMMR، دومین MMMR+1X، و به همین ترتیب آخرین MMMR-7X است، که برابر MAD خواهد بود. برای تعیین آغاز خشک‌سالی به صورت زیر عمل می‌شود:

نخست فرض شده که هیچ خشک‌سالی پیش از آغاز دوره مورد نظر رخ نداده است. اختلاف برای نخستین ماه آماری بررسی می‌شود. چنانچه مثبت باشد، احتمال آغاز یک خشک‌سالی وجود ندارد. بنابراین، اختلاف ماه‌های بعد بررسی می‌گردد تا یک ماه با اختلاف منفی پیدا شود، که نشان دهنده آغاز خشک‌سالی بالقوه است. مقدار مطلق اختلاف منفی با مقدار اولیه مقیاس متغیر (MMMR) مقایسه می‌شود. اگر مساوی باشند (که به ندرت اتفاق می‌افتد) خشک‌سالی آغاز شده است. اگر مساوی نشده باشد، اختلاف ماه‌های بعدی بررسی می‌گردد، و اگر منفی باشد به اختلاف منفی ماه اول اضافه شده، و با مقدار دوم مقیاس متغیر یعنی MMMR+1X مقایسه می‌شود. اگر این معیار از مقدار مطلق دو کمبود جمع شده کمتر گردد، فرض می‌شود که یک خشک‌سالی از ماه اول آغاز شده است. مقدار مطلق همه اختلافات منفی از نخستین ماه تا ماه nام با مقدار مقیاس متغیر هشتگانه مقایسه می‌گردد. هرگاه مجموع اختلافات منفی از ماه اول تا ماه nام از مقدار MMMR+(n-1)X بیشتر گردد، یک خشک‌سالی از ماه اول آغاز شده است.

هم زمان با انجام این آزمون‌های منظم، جمع جبری همه اختلافات از نخستین ماه آزمون محاسبه می‌گردد. هر زمان در مدت آزمون هفتگانه مجموع مثبت گردد، به نظر می‌رسد که پتانسیل خشک‌سالی پایان یافته است. اگر ماه بعدی که یک اختلاف منفی دارد، بعد از ماهی که آزمون قبلی روی آن انجام گرفته واقع شده باشد، انجام آزمون به آن موکول می‌شود.

آزمون‌های تعیین پایان خشک‌سالی

برای تعیین پایان خشک‌سالی، آزمون برای دوره‌ای انجام می‌شود، که پس از آغاز هر خشک‌سالی واقع شده، و ماهی که اختلاف مثبت داشته باشد مورد بررسی قرار می‌گیرد. بنابراین، اگر در ماه اول اختلاف مثبت شود و در ماه دوم نیز اختلاف مثبت داشته باشیم، دو آزمون دیگر به طور هم زمان به کار برده می‌شود.

در آزمون اول، همه اختلافات از ماه اول تا ماه nام جمع جبری می‌شوند. اگر مجموع پیش از پایان خشک‌سالی منفی شود خشک‌سالی چشم‌گیر بوده، ولی به طور تقریبی گسستگی خواهد داشت، و شرایط برای آزمون دوم صادق خواهد بود. انجام آزمون برای پایان خشک‌سالی به نخستین ماهی که اختلاف مثبت داشته باشد موکول می‌گردد.

آزمون دوم شامل شش آزمون است. مجموع بارندگی واقعی از ماه‌های اول تا سوم با مجموع سه مقدار بیشترین میانگین

1. Mean Monthly Deficit 2. Mean Annual Deficit 3. Mean Maximum Monthly Rain

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1380.5.4.1.7]

بارندگی تعدیل شده ماهیانه مقایسه می‌گردد. اگر بارندگی واقعی بزرگ‌تر باشد، خشک‌سالی در نظر گرفته شده پایان می‌یابد. ولی اگر نباشد، مجموع چهار ماهه اول با مجموع چهار مقدار بیشترین میانگین بارندگی تعدیل شده ماهیانه مقایسه می‌شود. به همین ترتیب تا آزمون ششم مقایسه صورت می‌گیرد، تا هنگامی که بارندگی واقعی بیشتر از مجموع بیشترین مقادیر بارندگی تعدیل شده ماهیانه گردد، که در آن صورت خشک‌سالی پایان یافته است. انجام آزمون برای آغاز خشک‌سالی بعدی در نخستین ماه با یک اختلاف منفی بعد از ماهی که خشک‌سالی در آن پایان یافته است صورت می‌گیرد.

شاخص‌های خشک‌سالی (مدت و شدت خشک‌سالی)

لازم است خشک‌سالی‌های با مدت و شدت‌های گوناگون در نواحی با بارندگی کم یا زیاد، بدون در نظر گرفتن تغییرات فصلی در بارندگی با هم مقایسه شوند، که به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$Y = \left(X/\overline{X}\right) \qquad [۸]$$

که در آن:

Y : میانگین ماهیانه شدت خشک‌سالی (بدون بعد)

X : کل کمبودهای بیشتر از میانگین کمبودهای ماهیانه (mm)

$\overline{X}$: مجموع میانگین کمبودهای ماهیانه برای همان دوره (mm)

از رابطه فوق می‌توان شاخص خشک‌سالی را به شرح زیر تعریف نمود:

$$YD = (Y)(D) \qquad [۹]$$

که در آن:

YD : شاخص خشک‌سالی (بدون بعد)

D : دوره زمانی خشک‌سالی (ماه)

نتایج و بحث

پس از بررسی و تکمیل آمار و اطلاعات، نمودارهای تغییرات مقادیر کمبود بارندگی در طول دوره آماری موجود تهیه گردید. شکل ۱ نمودار مربوط به ایستگاه چمریز را نشان می‌دهد. از این نمودار مقادیر کمبود و مدت‌های خشک‌سالی ایستگاه قابل استخراج است. با استفاده از این اطلاعات در معادله ۸ و ۹، شدت شاخص خشک‌سالی نیز برای هر منطقه محاسبه شده است. جدول ۱ نمونه محاسبات را برای چهار ایستگاه منطقه مورد بررسی ارائه می‌دهد. اطلاعات مربوط به دیگر ایستگاه‌ها در گزارش کریمی (۳) آمده است. با جمع کردن شاخص‌های خشک‌سالی هر ایستگاه، می‌توان وضعیت خشک‌سالی آن ایستگاه را به صورت ترکیبی از تأثیر شدت و مدت خشک‌سالی تعیین کرد.

با توجه به این که شدت و مدت خشک‌سالی به عنوان دو مشخصه در وضعیت خشک‌سالی تأثیرپذیرند، از آنها به طور جداگانه در تهیه نقشه‌های خشک‌سالی استان فارس استفاده گردید تا تأثیرپذیری انفرادی آنها قابل بررسی باشد. بدین منظور نرم‌افزار SURFER به کار رفت، که نتایج در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است.

چنان که در شکل ۲ دیده می‌شود، مناطق شمال شرقی، جنوب شرقی، جنوب و جنوب غربی استان نسبت به مناطق دیگر از لحاظ مدت خشک‌سالی مستعدتر هستند، و بیشتر در معرض خشک‌سالی طولانی قرار دارند. این امر به دلیل نوسانات شدید بارندگی در طول دوره مورد مطالعه است. در حالی که مناطق شمالی و مرکزی که رژیم بارندگی منظم‌تری دارند، دارای کمترین مدت‌های خشک‌سالی می‌باشند. ولی شکل ۳ به استثنای منطقه اطراف شیراز، شدت‌های خشک‌سالی زیادی را برای تمامی استان ارائه می‌دهد. بنابراین، هر چند مدت خشک‌سالی استان را به چندین زیرمنطقه تقسیم می‌کند، ولی به هر حال شدت خشک‌سالی (برای مدت‌های کم) می‌تواند یک وضعیت بحرانی را برای بسیاری از نقاط استان ایجاد نماید.

چهار استان اصفهان (در شمال شرق)، کرمان (در شرق و جنوب شرق)، هرمزگان (در جنوب شرق و جنوب) و بوشهر (در جنوب غرب)، همگی دارای بارندگی سالیانه بسیار متغیر می‌باشند. بنابراین، مناطقی از استان فارس که در مجاورت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1380.5.4.1.7]

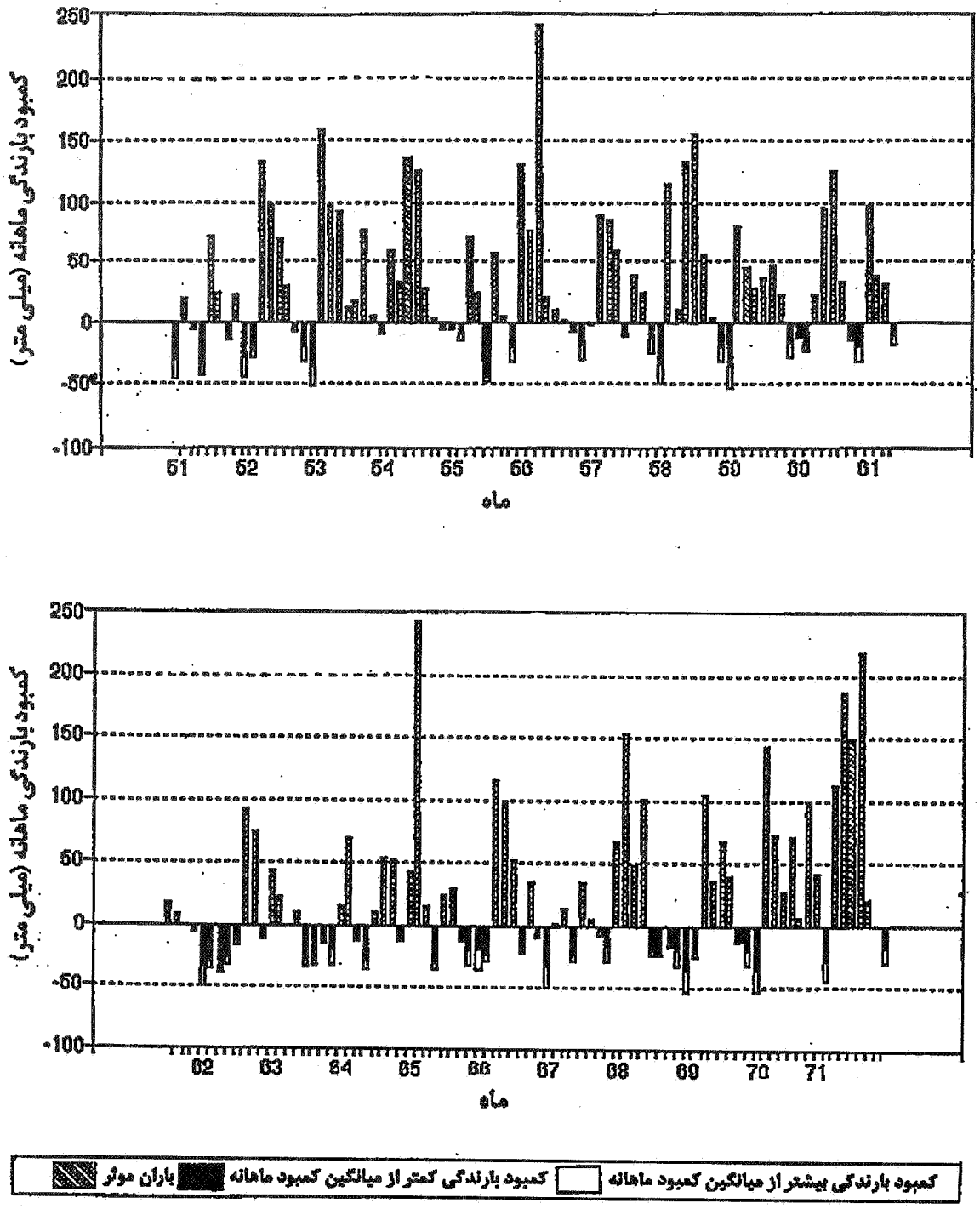
جدول ۱. پارامترهای خشک‌سالی حاصله برای چند ایستگاه منطقه

نام ایستگاه: ارسنجان (طول جغرافیایی: ۱۹-۵۳، عرض جغرافیایی: ۵۵-۲۹، ارتفاع از سطح دریا: ۱۶۴۰ متر)			
دوره خشک‌سالی	D	Y	YD
اردیبهشت ۱۳۵۲-خرداد ۱۳۵۲	۴	۸/۸	۳۵/۲
مهر ۱۳۶۰-آذر ۱۳۶۰	۳	۶/۴	۱۹/۲
آبان ۱۳۶۲-اسفند ۱۳۶۲	۵	۱۶/۳	۸۱/۵
اسفند ۱۳۶۳-آبان ۱۳۶۵	۱۳	۱۲	۱۵۶
اردیبهشت ۱۳۶۹-آذر ۱۳۶۹	۴	۹/۲	۸۳۶
نام ایستگاه: باباعرب (طول جغرافیایی: ۴۷-۵۳، عرض جغرافیایی: ۳۵-۲۸، ارتفاع از سطح دریا: ۱۱۱۰ متر)			
دوره خشک‌سالی	D	Y	YD
آبان ۱۳۵۱-آذر ۱۳۵۲	۱۰	۲۲/۳	۲۲۳
اردیبهشت ۱۳۵۹-آذر ۱۳۵۹	۴	۵/۵	۲۲
مهر ۱۳۶۰-آذر ۱۳۶۰	۳	۵/۵	۱۶/۵
مهر ۱۳۶۲-بهمن ۱۳۶۲	۵	۱۰/۲	۵۱
آبان ۱۳۶۶-آذر ۱۳۶۶	۲	۳/۵	۷
مهر ۱۳۶۷-آذر ۱۳۶۷	۳	۴/۵	۱۳/۵
نام ایستگاه: درب قلعه (طول جغرافیایی: ۲۳-۵۴، عرض جغرافیایی: ۵۵-۲۸، ارتفاع از سطح دریا: ۱۲۹۰ متر)			
دوره خشک‌سالی	D	Y	YD
آبان ۱۳۵۱-آذر ۱۳۵۲	۱۰	۱۶/۷	۱۶۷
آبان ۱۳۵۴-آذر ۱۳۵۴	۲	۲/۶	۵/۲
اردیبهشت ۱۳۵۶-آذر ۱۳۵۶	۴	۴	۱۶
اردیبهشت ۱۳۵۹-آذر ۱۳۵۹	۴	۵/۳	۲۱/۲
اردیبهشت ۱۳۶۲-آبان ۱۳۶۴	۱۹	۲۲	۴۱۸
اردیبهشت ۱۳۶۶-آذر ۱۳۶۶	۴	۵/۸	۲۳/۲
آبان ۱۳۶۷-آذر ۱۳۶۷	۲	۹/۹	۱۹/۸
اسفند ۱۳۶۸-آذر ۱۳۶۹	۶	۳	۱۸
نام ایستگاه: خانزنیان (طول جغرافیایی: ۰۹-۵۲، عرض جغرافیایی: ۴۱-۲۹، ارتفاع از سطح دریا: ۱۹۳۸ متر)			
دوره خشک‌سالی	D	Y	YD
آبان ۱۳۵۱-بهمن ۱۳۵۱	۴	۹/۴	۳۷/۶
آبان ۱۳۵۲-آذر ۱۳۵۲	۲	۵/۱	۱۰/۲
خرداد ۱۳۶۰-دی ۱۳۶۰	۴	۸/۶	۳۴/۴
اردیبهشت ۱۳۶۲-بهمن ۱۳۶۲	۵	۲۲/۸	۱۱۴
بهمن ۱۳۶۵-آذر ۱۳۶۶	۷	۱۲/۹	۹۰/۳
خرداد ۱۳۶۷-دی ۱۳۶۷	۴	۹/۵	۳۸

D = مدت خشک‌سالی برحسب ماه، Y = شدت خشک‌سالی و YD= شاخص خشک‌سالی می‌باشد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

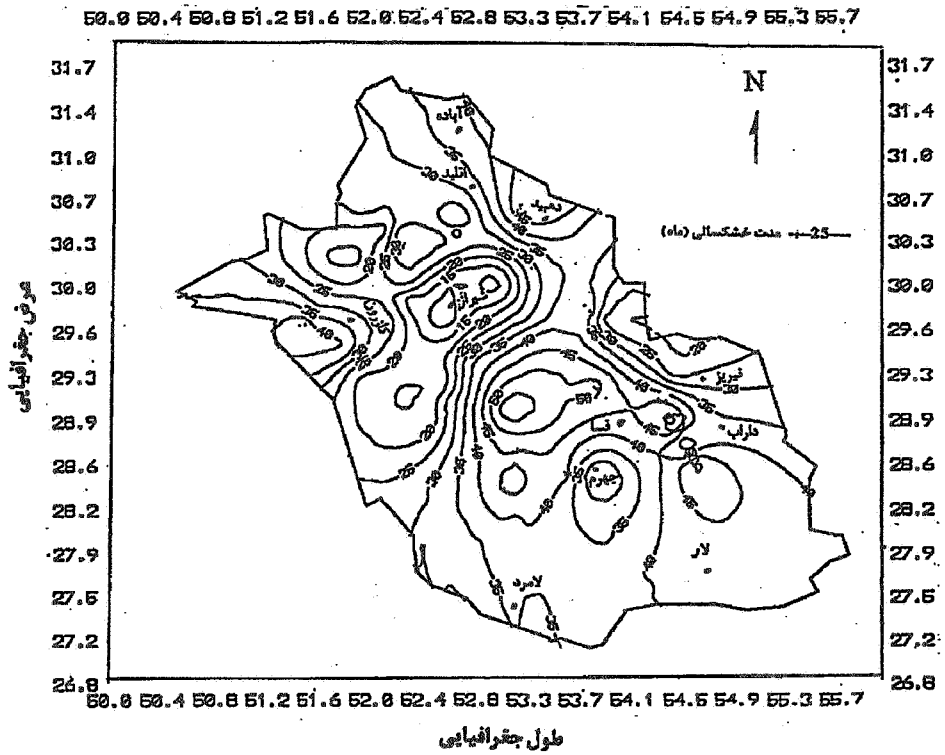
[DOR: 20.1001.1.24763594.1380.5.4.1.7]



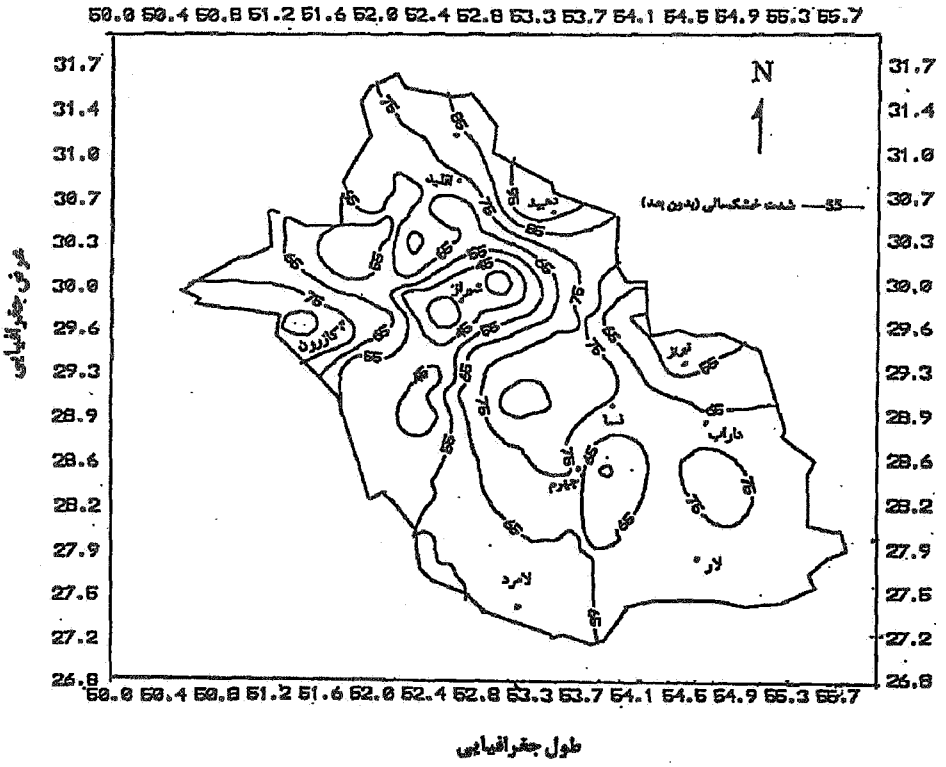
شکل ۱. نمودار تغییرات کمبود بارندگی ماهیانه برای ایستگاه چمریز

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1380.5.4.1.7]



شکل ۲. نقشه هم‌مدت خشک‌سالی استان فارس



شکل ۳. نقشه هم‌شدت خشک‌سالی استان فارس

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1380.5.4.1.7]

این استان‌ها قرار دارند نیز تحت تأثیر این نامنظمی در بارندگی قرار می‌گیرند.

نظر به محدود بودن پژوهش در زمینه خشک‌سالی هواشناسی در ایران، نتایج این پژوهش طبیعتاً مشکلاتی را همچون شمار ایستگاه‌ها، تراکم شبکه باران‌سنجی و طول دوره آماری در بر داشته است. لازم است در آینده این گونه پژوهش‌ها در سطوح گسترده‌تر و امکانات آماری بهتر دنبال شود.

سپاسگزاری

از آقایان دکتر عزت‌الله رئیسی استاد محترم بخش زمین‌شناسی دانشگاه شیراز، دکتر بیژن قهرمان عضو محترم هیئت علمی بخش آبیاری دانشگاه فردوسی مشهد، و آقای دکتر شاهرخ زند پارسا عضو محترم هیئت علمی بخش آبیاری دانشگاه شیراز، به خاطر ارائه نظریات ارزشمندشان در طول این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. سپاس‌خواه، ع. ر. و ب. قهرمان. ۱۳۶۸. تعیین مشاهدات استثنایی در سری داده‌های هیدرولوژیکی. نشریه فنی شماره ۱۲، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲. فرح زاده، م.، ع. ا. موحد دانش و ه. قائمی. ۱۳۶۹. خشک‌سالی در ایران (با استفاده از برخی شاخص‌های آماری). دانش کشاورزی ۵(۱ و ۲): ۳۰-۵۲.

۳. کریمی، و. ۱۳۷۷. بررسی خشک‌سالی‌های هواشناسی در استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

4. Alley, W. M. 1985. The Palmer Drought Severity Index as a measure of hydrologic drought. Water Resour. Bull. 21(1): 105-114.

5. Bobee, B. and F. Ashkar. 1990. The Gamma Family and Derived Distributions Applied in Hydrology. Water Res. Pub., Colorado State Univ., Fort Collins, Co., U. S. A.

6. Chang, T. J. 1989. Characteristics of extreme precipitations. Water Resour. Bull. 25(5): 1037-1040.

7. Chang, T. J. 1990. Effects of drought on streamflow characteristics. J. Irrig. Drain. Eng. 116(3): 241-252.

8. Chang, T. J. and C. B. Teoh. 1995. Use of kriging method for drought monitoring. Water Resour. Bull. 31(6): 1001-1007.

9. Diaz, H. F. 1983. Some aspects of major dry and wet periods in the contiguous United States, 1895-1981. J. Climate Appl. Meteorol. 22: 2-16.

10. Dracup, J. A., K. S. Lee and E. G. Paulson, Jr. 1980. On the definition of drought. Water Resour. Res. 16(2): 297-302.

11. Fieldhouse, D. J. and W. C. Palmer. 1965. Meteorological and Agricultural Drought. Univ. of Delaware, Agric. Exp. Sta., Bull. No. 353.

12. Herbst, P. H., D. B. Bredencamp and H. M. G. Baker. 1966. A technique for the evaluation of drought from rainfall data. J. Hydrol. 4(4): 264-272.

13. Karl, T. R. and R. G. Quayle. 1981. The 1980 summer heat wave and drought in historical perspective. Mon. Wea. Rev. 109(10): 2055-2073.

14. Klugman, M. R. 1978. Drought in the upper midwest. J. Appl. Meteorol. 17: 1425-1431.

15. Lough, J. M. 1992. Variations of sea surface temperature off northeastern Australia and associations with rainfall in Queensland: 1956-1987. Int. J. Climatol. 12: 765-782.

16. Mohan, S. and N. C. Rangacharia. 1991. A modified method for drought identification. Hydrol. Sci. J.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1380.5.4.1.7]

36(1): 11-21.

17. Nazemosadat, M. J. and I. Cordery. 1995. The impact of Persian Gulf sea surface temperature on Iranian rainfall. Prec. of the Iranian Water Resour. Manage. Seminar, Isfahan Univ. of Thechnol., Isfahan, Iran.
18. Nazemosadat, M. J. and I. Cordery. 2000. On the relationship between ENSO and autumn rainfall in Iran. Int. J. Climatol. 20: 47-61.
19. Palmer, W. C. 1965. Meteorological drought. USWB, Res. Paper No. 45.
20. Rao, A. R. and G. Padmanabhan. 1984. Analysis and modeling of Palmer Drought Index Series. J. Hydrol. 68: 211-229.
21. Yevjevich, V., L. D. Cunda and E. Vlechos. 1983. Coping With Droughts. Water Res. Pub., Colorado State Univ., Fort Collins, Co., U. S. A.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1380.5.4.1.7]