

ارزیابی خشکسالی و تأثیر آن بر عملکرد گندم در استان ایلام با تأکید بر خشکسالیهای اخیر (۱۳۷۷-۱۳۷۹)

قاسم عزیزی^۱، عزت ا ... صفرخانی^۲

۱- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه تهران

۲- کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه تهران

چکیده

در این مقاله با استفاده از شاخص Z نرمال، داده‌های بارش سالیانه و فصلی ایستگاههای سطح استان ایلام طی دوره آماری ۱۳۷۹-۱۳۵۰ تجزیه و تحلیل و ویژگی عمومی رخداد خشکسالیها، از قبیل فراوانی، شدت و دوره تداوم مشخص شده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که در طول دوره آماری مورد مطالعه، در مناطق مختلف استان امکان وقوع خشکسالیهای سالیانه و فصلی بسیار زیاد بوده است. از نظر شدت خشکسالی سالیانه، خشکسالیهای متوسط و از لحاظ دوره‌های تداوم، دوره‌های یک ساله بیشترین فراوانی را داشته‌اند. به نظر می‌رسد که از میان فصول، شدت خشکسالیهای فصل بهار در اکثر ایستگاهها بیشتر از فصول دیگر سال بوده است.

مقایسه توزیع بارشهای فصلی و میزان عملکرد گندم در خشکسالیهای متوالی سالهای زراعی ۷۸-۷۷ و ۷۹-۷۸ حاکی از آن است که توزیع نامناسب بارش در طول فصول سال و همچنین کاهش بارش سالیانه، موجب کاهش شدید عملکرد گندم دیم شده است، به طوری که کاهش عملکرد گندم در سالهای مذکور نسبت به ترسالی ۷۶-۷۷ به ترتیب ۶۸/۹ و ۶۹/۴ درصد و همچنین نسبت به میانگین دوره به ترتیب ۴۹/۲ و ۵۰/۲ درصد بوده است. مقدار همبستگی بین توزیع بارشهای فصلی (متغیر مستقل) و میزان عملکرد (متغیر وابسته) در طول دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد که در ایستگاههای نواحی گرمسیری استان، بیشترین همبستگی به ترتیب به فصول پاییز و زمستان و در مناطق سردسیر به فصول بهار و پاییز مربوط بوده است.

کلید واژه‌ها: شاخص Z نرمال، رخداد خشکسالی، عملکرد گندم دیم، استان ایلام.

۱- مقدمه

۶۱

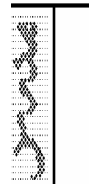
دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۱



بدون تردید واژه خشکسالی برای عامه مردم، تصویری از زمینهای بایر، از بین رفتن محصولات زراعی و تلاش موجودات و گیاهان برای زنده ماندن را در ذهن تداعی می‌کند. بنابراین در هنگام وقوع خشکسالیها و ناهنجاریهای اقلیمی باید به ناهنجاریهای وخیم اجتماعی نیز توجه نمود. پدیده خشکسالی با سایر بحرانهای طبیعی متفاوت است؛ زیرا این پدیده به آهستگی و در زمان نسبتاً طولانی به وقوع می‌پیوندد و برخی اوقات دوره تداوم آن بیش از چند سال است. همچنین این پدیده ممکن است در مناطق وسیعی توسعه یابد بدون اینکه خصوصیات زمین شناسی و عوامل توپوگرافی بر وسعت آن تأثیری داشته باشد [۱].

در زمان شروع رخداد خشکسالی، فرایندهای جوی بخوبی قابل درک نیستند. در نتیجه، خشکسالی با توجه به میزان تأثیر و تداوم دوره‌های خشکی، تعاریف متعددی دارد. باری وچورلی [۲] خشکسالی را کمبود بارش در دوره‌ای بلندمدت می‌دانند، به طوری که موجب کمبود رطوبت در خاک و کاهش آبهای جاری و زیرزمینی شود و بدین طریق فعالیتهای انسانی و حیات طبیعی، گیاهی و جانوری را برهم بزند [۳]. عمومی‌ترین تعریف خشکسالی را می‌توان دوره خشک غیرمعمول دانست که در نتیجه کاهش بارندگی به وجود می‌آید. اسمیت معتقد است که کاهش بارش و کمبود رطوبت لزوماً نباید یکنواخت و یکسان باشد، مهم این است که کمبود نسبی رطوبت بیشتر از شرایط مطلق آن باشد [۴].

در تشخیص و ارزیابی پدیده خشکسالی نظرهای متفاوتی وجود دارد. اقلیم‌شناسان عموماً خشکسالی را به عنوان دوره‌ای در نظر می‌گیرند که در طول آن، میزان بارش کمتر از میانگین آن در بلندمدت باشد^۱. تعریف مذکور تابع موقعیت مکانی و فصلی است. متخصصان علوم کشاورزی، خشکسالی را از منظر زندگی گیاهی و میزان رطوبت خاک مطالعه می‌کنند؛ یعنی برای این گروه، یک دوره کاهش بارش اگر همراه با رطوبت مناسب خاک باشد؛ به طوری که گیاه به زندگی ادامه دهد، اهمیتی ندارد. هرچند، مقدار رطوبت خاک و میزان بارش، ارتباطی تنگاتنگ با یکدیگر دارند. از نظر دانشمندان علوم آب شناسی، خشکسالی زمانی آشکار می‌گردد که سطح آب رودخانه‌ها و آبهای زیرزمینی کاهش محسوس یابد؛ گرچه ممکن است مقدار آب لازم برای آبیاری محصولات زراعی فراهم باشد [۴]. شاید مناسب‌ترین تعریف خشکسالی را پالمر ارائه داده باشد، به عقیده وی خشکسالی عبارت است از «کمبود مستمر، غیرعادی و غیرطبیعی رطوبت» [۵]. در این تعریف واژه مستمر بیانگر زمان تداوم



۱. در این تحقیق تعریف مذکور مورد نظر است.

خشکسالی بوده و واژه غیرطبیعی به انحراف یا نوسان منفی شاخص مورد مطالعه نسبت به شرایط میانگین اطلاق می‌شود. به طور کلی عموم محققانی که در زمینه خشکسالی فعالیت می‌کنند در تعریف مذکور اتفاق نظر دارند ولی با توجه به نیازها و زمینه‌های کاری خود تعاریف خاصی را ارائه داده‌اند که بررسی این تعاریف، جنبه‌های مختلف این پدیده را آشکار می‌سازد [۶]. از نظر اسمیت خشکسالیها را باید به عنوان مفهومی از یک رژیم اقلیمی ویژه در نظر گرفت. این تعاریف را نمی‌توان تعریفی عمومی و کلی از خشکسالیها دانست، بلکه باید فشارهای ناشی از تأثیرات اساسی و دینامیکی خشکسالی، نظیر مقدار ذخیره آب، میزان رطوبت خاک، میزان عملکرد محصولات زراعی، میزان تقاضا برای آب و ... را در مقیاس ناحیه‌ای و محلی مورد توجه قرار داد [۱].

کشور ایران به علت واقع شدن در منطقه جنب حاره و دارا بودن نوسان قابل توجه بارش در طول ادوار گذشته، کم و بیش با پدیده خشکسالی درگیر بوده است، به طوری که در چند دهه اخیر در هر ۱۰ سال، حداقل با ۲ خشکسالی شدید نظیر خشکسالیهای سالهای ۱۳۴۹-۱۳۵۰، ۱۳۵۱-۱۳۵۳، ۱۳۶۲-۱۳۶۳، ۱۳۷۷-۱۳۷۸، ۱۳۷۸-۱۳۷۹ مواجه بوده است. بررسی دیگری نشان می‌دهد که طی ۲۲ سال اخیر در ایران، ۱۳ سال خشکسالی رخ داده است [۷]. در حالی که اگر خشکسالیهای نوع کشاورزی مدنظر قرار گیرد، وقوع خشکسالی در کشور هر دو سال یکبار اجتناب ناپذیر است.

استان ایلام به عنوان منطقه مورد مطالعه، در جنوب غرب کشور مانند اکثر مناطق ایران از نظر بارشهای سالیانه، فصلی و ماهانه دارای ضریب تغییرات بالایی است، به طوری که طی یک دوره آماری ۲۹ ساله در سطح استان، ۱۰ تا ۱۳ سال خشکسالی رخ داده است. همچنین در این دوره، وقوع خشکسالیهای فصلی نیز بین ۱۰ تا ۱۶ فصل متغیر بوده است. بنابراین با توجه به اینکه مهمترین محصول کشاورزی استان ایلام گندم بوده و تقریباً ۷۵/۹ درصد از سطح اراضی زیر کشت این محصول به کشت دیم اختصاص دارد، وابستگی شدید کشاورزی این استان به بارندگیهای سالیانه و پراکندگی زمانی این بارشها در طول فصول سال آشکار می‌شود. در همین راستا تحقیق حاضر ضمن بررسی فراوانی، شدت و وقوع دوره‌های خشکسالی در منطقه مورد مطالعه، سعی داشته است ارتباط این پدیده را با کاهش عملکرد گندم دیم در خشکسالیهای اخیر مطالعه کند.





۲- مواد و روشها

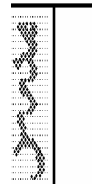
نوع خشکسالی، میزان و نحوه دسترسی به اطلاعات مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل و مطالعه خشکسالیها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گسترش زمینه‌های مطالعاتی خشکسالی موجب ابداع روشهای مختلف مطالعه این پدیده از قبیل روشهای مطالعه بیلان آبی، تحلیل جریان، تحلیل‌های سینوپتیکی، تحلیل داده‌های بارندگی و ... گردیده است. در این تحقیق از بین شاخصهای تجزیه و تحلیل مقادیر بارندگی، شاخص استاندارد تعیین شده است. علت انتخاب این شاخص، دسترسی آسان به داده‌های بارش در مقیاس منطقه مورد مطالعه، همچنین مؤثر بودن تغییرات بارش یا Z نرمال^۱ به عنوان شاخص مطالعه و نوسانات مقادیر بارندگی به عنوان عاملی مستقل در سایر شرایط محیطی از جمله رطوبت خاک، رشد گیاه، عملکرد محصولات، دبی رودخانه‌ها و ... بوده است. شاخص مذکور، شامل یک طبقه نرمال و پنج طبقه خشکسالی است که ضمن مقایسه با شاخصهای دیگر (از قبیل تفاضل درصدی از میانگین بارش و انحراف از معیار) به صورت قراردادی طبقه‌بندی شده است. در این شاخص، \bar{X} میانگین بارش دوره، XI بارش دوره مشخص و SD انحراف معیار بارش دوره مورد مطالعه است (جدول ۱).

جدول ۱ نحوه طبقه‌بندی شدت خشکسالیها براساس شاخص آماری Z نرمال

| نحوه شاخص | $0 < Z < 0.25$ | $0.25 < Z < 0.50$ | $0.50 < Z < 1$ | $1 < Z < 1.5$ | $1.5 < Z < 2$ | $Z < 2$ |
|-------------|----------------|-------------------|----------------|---------------|---------------|-----------|
| شدت خشکسالی | نرمال | ملايم | متوسط | شدید | خیلی شدید | مصیبت‌بار |

بدین منظور از داده‌های ۸ ایستگاه باران‌سنجی - متعلق به وزارت نیرو که بر اساس سال آبی بوده و همچنین امکان پوشش دادن حداکثر منطقه مورد مطالعه را داشته است - استفاده شده است (جدول ۲). ابتدا، داده‌های مذکور که شامل مقادیر بارندگی سالانه و فصلی است، در محیط نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه و تحلیل شده و بر اساس مقادیر نمره Z نرمال،

$$1 - Z \text{ score یا شاخص استاندارد از رابطه } Z = \frac{x - \bar{x}}{SD} \text{ به دست می‌آید.}$$



فراوانی، شدت و دوره تداوم خشکسالیهای سالیانه و فصلی در طول دوره آماری مربوط تعیین شده است. در مرحله بعد، توزیع بارشهای فصلی و کاهش بارش در خشکسالیهای سالهای ۷۸-۷۷ و ۷۹-۷۸ و تأثیر آن بر عملکرد گندم دیم بررسی و با ترسالی سال زراعی ۷۷-۷۶ و میانگین بلندمدت آن در طول دوره مورد مطالعه، مقایسه شده است. در ادامه، برای تعیین ارتباط بین پراکنندگی زمانی بارشها در طول سال و عملکرد گندم دیم، از روش پیرسون میزان همبستگی بین عملکرد گندم دیم و بارشهای فصلی تعیین شده است.

جدول ۲ مشخصات ایستگاههای مورد مطالعه در سطح استان ایلام

| ایستگاه | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ارتفاع (متر) | میانگین بارش در طول دوره (میلیمتر) | نوع ایستگاه | طول دوره آماری (سال زراعی) |
|----------|---------------|---------------|--------------|------------------------------------|------------------|----------------------------|
| ایلام | ۴۶°۲۵' | ۳۳°۳۸' | ۱۳۶۰ | ۵۰۰ | باران سنج ثابت | ۷۹-۵۰ |
| دارتوت | ۴۶°۴۰' | ۳۳°۴۴' | ۱۱۱۰ | ۴۸۶/۴ | باران سنج ثابت | ۷۹-۵۰ |
| هلیلان | ۴۷°۱۳' | ۳۳°۴۴' | ۱۰۰۰ | ۳۴۵ | باران سنج ثابت | ۷۹-۵۰ |
| دره شهر | ۴۷°۲۳' | ۳۳°۰۹' | ۷۱۰ | ۴۱۴ | باران سنج ثابت | ۷۹-۶۵ |
| شیروان | ۴۶°۵۰' | ۳۳°۳۴' | ۷۰۳ | ۴۶۰/۸ | باران سنج ثابت | ۷۹-۵۱ |
| دهلران | ۴۷°۱۶' | ۳۲°۴۱' | ۲۲۰ | ۲۶۳ | باران سنج ثابت | ۷۹-۵۰ |
| پل دویرج | ۴۷°۲۳' | ۳۲°۳۵' | ۲۱۸ | ۲۹۷-۵ | باران سنج معمولی | ۷۹-۶۴ |
| مهران | ۴۶°۱۰' | ۳۲°۰۷' | ۲۰۰ | ۲۷۸ | باران سنج ثابت | ۷۹-۵۰ |

۶۵

دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۱

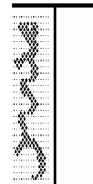
۳- یافته‌های تحقیق

ایستگاه ایلام طی دوره ۲۹ ساله مورد مطالعه ۷۹-۵۰، ۱۴ رخداد خشکسالی داشته که تقریباً ۴/۲ درصد کل دوره را شامل می‌شود. با توجه به شاخص مورد مطالعه، از نظر شدت، بیشترین فراوانی مربوط به خشکسالیهای با شدت متوسط است که هفت سال فراوانی وقوع، داشته است. همچنین خشکسالیهای ملایم و شدید هر کدام سه سال و خشکسالی خیلی شدید نیز یک سال در طول دوره رخ داده‌اند (جدول ۳). از لحاظ تداوم دوره خشکسالی، ایستگاه



مذکور پنج دوره یک ساله، سه دوره دو ساله و یک دوره سه ساله بوده است (جدول ۴). در فصل پاییز این ایستگاه شاهد ۱۲ رخداد خشکسالی بوده است که ۴۱/۳ درصد کل فصلهای پاییز را شامل می‌شود. از نظر شدت، خشکسالیهای شدید ۶ فصل و خشکسالیهای نوع متوسط و ملایم نیز هر کدام ۴ فصل را شامل می‌شوند. از لحاظ دوره‌های تداوم خشکسالی فصل پاییز، این ایستگاه چهار دوره یکساله، دو دوره دو ساله و یک دوره چهار

جدول ۳ فراوانی و شدت وقوع خشکسالیهای سالیانه و فصلی براساس شاخص آماری Z نرمال در ایستگاههای مورد مطالعه



ساله داشته است. در فصل زمستان نیز ایستگاه مذکور ۱۳ فصل خشکسالی داشته که تقریباً ۴۴/۸ درصد کل دوره را در بر می‌گیرد. از نظر شدت در این فصل، پنج فصل خشکسالی متوسط، چهار فصل خشکسالی شدید، دو فصل خشکسالی ملایم و یک فصل خشکسالی خیلی شدید رخ داده است. از لحاظ تداوم دوره خشکسالی نیز فصل مذکور، پنج دوره یکساله، یک دوره دو ساله و دو دوره سه ساله داشته است. در نهایت، در دوره فصل بهار، ۱۳ فصل خشکسالی رخ داده است که تقریباً شامل ۴۴/۸ درصد کل فصلهای بهار می‌شود. از نظر شدت خشکسالی نیز در این فصل، پنج فصل خشکسالی متوسط، چهار فصل خشکسالی شدید، سه فصل خشکسالی ملایم و یک فصل خشکسالی خیلی شدید به وقوع پیوسته است. از لحاظ تداوم رخداد خشکسالی نیز دوره فصول بهار، شاهد دو دوره تداوم یکساله، سه دوره تداوم دو ساله و یک دوره تداوم پنج ساله بوده است (جدولهای ۳ و ۴).

جدول ۴ فراوانی دوره‌های تداوم خشکسالی سالیانه و فصلی در ایستگاههای مورد مطالعه

| دوره تداوم | ایستگاه | ایلام | دارتوت | هلیلان | دره شهر | شیروان | دهلران | پل دوبرج | مهران |
|---------------------------|-----------------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|-------|
| دوره‌های تداوم سالیانه | دوره‌های ۱ ساله | ۵ | ۵ | ۶ | ۴ | ۴ | ۴ | ۲ | ۲ |
| | دوره‌های ۲ ساله | ۳ | ۱ | ۲ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ | ۴ |
| | دوره‌های ۳ ساله | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ |
| | دوره‌های ۴ ساله | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ |
| | ۵ ساله و بیشتر | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ |
| دوره‌های تداوم فصل پاییز | دوره‌های ۱ ساله | ۴ | ۵ | ۷ | ۳ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ |
| | دوره‌های ۲ ساله | ۲ | ۲ | ۲ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ | ۴ |
| | دوره‌های ۳ ساله | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ |
| | دوره‌های ۴ ساله | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| | ۵ ساله و بیشتر | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ |
| دوره‌های تداوم فصل زمستان | دوره‌های ۱ ساله | ۵ | ۷ | ۵ | ۳ | ۴ | ۵ | ۴ | ۳ |
| | دوره‌های ۲ ساله | ۱ | ۲ | ۳ | ۱ | ۳ | ۲ | ۱ | ۱ |
| | دوره‌های ۳ ساله | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ |
| | دوره‌های ۴ ساله | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۲ |
| | ۵ ساله و بیشتر | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| دوره‌های تداوم فصل بهار | دوره‌های ۱ ساله | ۲ | ۳ | ۳ | ۲ | ۴ | ۳ | ۱ | ۴ |
| | دوره‌های ۲ ساله | ۳ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۲ | ۱ | ۱ |
| | دوره‌های ۳ ساله | ۰ | ۰ | ۲ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۲ |
| | دوره‌های ۴ ساله | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ |

۶۷

دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۱

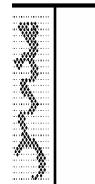


| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۵ ساله و بیشتر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|

وقوع خشکسالیهای اخیر در سالهای زراعی ۷۸-۷۷ و ۷۸-۷۹ از معضلات کشت گندم دیم در سطح استان ایلام بوده است. مقایسه بارشهای فصلی ایستگاههای سطح استان در سال زراعی ۷۸-۷۷، نشان می‌دهد که درصد کاهش بارش در فصول پاییز و بهار بسیار بالا بوده است (جدولهای ۵ و ۶). طبق شاخص منتخب مطالعه خشکسالی در مقاله مذکور، در

جدول ۵ درصد کاهش میزان بارش در سالهای زراعی ۷۸-۷۷ و ۷۹-۷۸ نسبت به بارش سال زراعی ۷۶-۷۷

| بارش | بارش سالیانه و فصلی سال ۷۶-۷۷ (میلیمتر) | | | | درصد کاهش بارش سال ۷۸-۷۷ نسبت به سال ۷۶-۷۷ | | | | درصد کاهش بارش سال ۷۹-۷۸ نسبت به سال ۷۶-۷۷ | | | |
|----------|---|--------|-------|---------|--|--------|-------|---------|--|--------|-------|---------|
| | ۷۶-۷۷ | | ۷۷-۷۸ | | ۷۶-۷۷ | | ۷۷-۷۸ | | ۷۶-۷۷ | | ۷۷-۷۸ | |
| | پاییز | زمستان | بهار | سالیانه | پاییز | زمستان | بهار | سالیانه | پاییز | زمستان | بهار | سالیانه |
| ایلام | ۱۵۴/۲ | ۲۶۵/۹ | ۱۴۱/۹ | ۵۵۶/۵ | ۷۱/۴ | ۳/۴ | ۹۰/۸ | ۳۹/۱ | ۴۵/۳ | ۴۹/۳ | ۶۷/۲ | ۵۹/۵ |
| دارتوت | ۱۸۱/۱ | ۲۳۶/۱ | ۱۱۶/۵ | ۵۳۳/۷ | ۸۳/۶ | ۱۶/۱ | ۸۵/۸ | ۵۴/۲ | ۵۲ | ۴۷/۴ | ۶۹/۲ | ۵۳/۹ |
| هلیلان | ۱۳۵/۶ | ۱۵۶/۵ | ۹۰/۴ | ۳۸۲/۵ | ۴۳/۲ | ۳/۸ | ۸۱/۹ | ۳۶/۲ | ۳۹/۵ | ۷۱/۸ | ۶۵/۱ | ۵۸/۵ |
| دره شهر | ۲۲۱/۶ | ۲۱۷ | ۷۵/۸ | ۵۱۴/۴ | ۹۳/۸ | ۴/۶ | ۹۷/۷ | ۵۶/۷ | ۶۲/۵ | ۳۰/۷ | ۳۲/۶ | ۴۴/۷ |
| شیروان | ۲۵۲/۵ | ۲۳۶ | ۱۴۵ | ۶۳۳/۴ | ۸۳/۳ | ۲۶/۲ | ۹۵/۶ | ۶۵/۱ | ۶۵/۹ | ۴۲/۵ | ۶۰/۶ | ۶۱/۶ |
| دهلران | ۸۱/۹ | ۱۶۱ | ۵۷/۱ | ۳۰۰ | ۹۷/۶ | ۱/۷ | ۹۷/۵ | ۴۳/۶ | ۲۲/۴ | ۵۴/۴ | ۱۰۰ | ۵۴/۴ |
| پل دویرج | ۱۲۰ | ۲۱۸ | ۷۱ | ۴۵۸ | ۸۵ | ۴/۱ | ۱۰۰ | ۵۰/۴ | ۴۰ | ۵۶/۸ | ۱۰۰ | ۶۲/۶ |
| مهران | ۱۲۵/۷ | ۱۲۰/۱ | ۳۰ | ۲۸۵/۸ | ۶۹/۳ | ۱۴/۶ | ۸۵/۶ | ۳۶/۸ | ۴۸/۶ | ۵۹/۸ | ۱۰۰ | ۶۰/۵ |



فصل پاییز که منطبق بر زمان کاشت و سبز شدن گندم در اکثر مناطق استان است شدت خشکسالی در همه ایستگاهها از نوع شدید و خیلی شدید بوده است. در فصل زمستان، بارش در اغلب ایستگاهها نرمال بوده و یا کاهشی در حدود ۲۰ درصد داشته‌اند. در واقع در اغلب ایستگاهها حالت نرمال تا خشکسالیهای نوع ملایم مشاهده شده است. فصل بهار سال زراعی ۷۸-۷۷ که دیمزارهای استان بویژه مناطق کوهستانی و مرتفع، مراحل گرده افشانی و پرشدن دانه‌ها را سپری می‌کنند، در همه ایستگاهها میزان کاهش بارش نسبت به میانگین دوره و بهار سال زراعی ۷۶-۷۷ به ترتیب بالاتر از ۷۹/۸ و ۸۱/۹ درصد بوده است. طبق شاخص مورد نظر، در این فصل خشکسالیهایی با شدت متوسط تا خیلی شدید در سطح

ارزیابی خشکسالی و تأثیر آن بر عملکرد گندم دیم ...

استان رخ داده است (جدول ۷).

۶۹



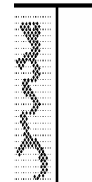
دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۱



جدول ۶ درصد کاهش میزان بارش در سالهای زراعی ۷۷-۷۸ و ۷۸-۷۹ نسبت به میانگین دوره مورد مطالعه

| بارش | میانگین بارش سالیانه و فصلی در طول دوره (میلیمتر) | | | | درصد کاهش بارش سال زراعی ۷۸-۷۷ نسبت به میانگین دوره | | | | | | | |
|----------|---|--------|------|---------|---|--------|------|---------|-------|--------|------|---------|
| | پاییز | زمستان | بهار | سالیانه | پاییز | زمستان | بهار | سالیانه | پاییز | زمستان | بهار | سالیانه |
| ایلام | ۱۴۶/۱ | ۲۵۷/۷ | ۹۹/۶ | ۵۰۴ | ۶۸/۸ | ۸/۹ | ۸۶/۹ | ۳۲/۸ | ۴۰/۲ | ۴۷/۷ | ۳۵/۵ | ۵۵/۲ |
| دارتوت | ۱۴۲/۶ | ۲۴۷/۶ | ۹۸/۱ | ۴۸۶/۴ | ۷۹/۱ | ۲۰ | ۸۳/۱ | ۴۹/۸ | ۳۹/۱ | ۴۹/۹ | ۶۴/۱ | ۴۹/۴ |
| هلیلان | ۱۰۴/۴ | ۱۶۳/۸ | ۸۰/۹ | ۳۴۵/۳ | ۳۶/۲ | ۸/۱ | ۷۹/۸ | ۲۹/۳ | ۲۱/۴ | ۷۳/۱ | ۶۱ | ۵۴ |
| دره شهر | ۱۲۵/۳ | ۱۹۱/۹ | ۸۳/۵ | ۴۱۴/۳ | ۸۹/۱ | ۴/۸ | ۹۷/۹ | ۴۶/۲ | ۳۳/۷ | ۲۱/۷ | ۳۸/۹ | ۳۱/۴ |
| شیروان | ۱۵۸/۳ | ۲۱۶/۹ | ۹۰/۴ | ۴۶۰/۸ | ۷۳/۴ | ۱۹/۸ | ۹۴/۴ | ۵۲ | ۴۵/۶ | ۵۳/۸ | ۳۶/۹ | ۴۷/۲ |
| دهلران | ۶۹/۸ | ۱۴۸/۲ | ۴۶/۳ | ۲۶۳/۵ | ۹۷/۵ | ۳/۵ | ۹۶/۹ | ۳۵/۸ | ۸/۸ | ۵۰/۵ | ۱۰۰ | ۴۸ |
| پلدو برج | ۷۵ | ۱۵۷/۲ | ۵۶/۱ | ۲۹۱/۵ | ۷۶ | ۲/۴ | ۱۰۰ | ۲۲/۱ | ۴ | ۴۰/۲ | ۱۰۰ | ۴۱/۳ |
| مهران | ۸۳/۶ | ۱۴۸/۲ | ۵۰/۲ | ۲۷۸/۳ | ۵۳/۹ | ۵ | ۹۱/۴ | ۳۵/۱ | ۲۲/۸ | ۶۶/۷ | ۱۰۰ | ۵۹/۵ |

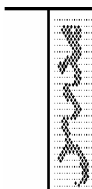
۷۰



دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۱

مقایسه بارشهای فصلی در سال زراعی ۷۸-۷۹ نسبت به میانگین بلندمدت و سال زراعی ۷۶-۷۷ نشان می‌دهد که کاهش شدید بارش در فصول زمستان و بهار رخ داده است. (جدولهای ۵ و ۶). طبق شاخص مورد مطالعه، در فصل پاییز سال زراعی ۷۸-۷۹، ایستگاههای مناطق گرمسیری استان، حالت طبیعی داشته‌اند. اما در این فصل، در ایستگاههای مناطق سردسیر، خشکسالیهایی با شدت ملایم تا متوسط مشاهده شده است. در فصل زمستان، میزان کاهش بارش شدید بوده به طوری که در ایستگاههای مورد نظر خشکسالیهایی با شدت متوسط تا شدید رخ داده است. در نهایت، در فصل بهار سال زراعی ۷۸-۷۹، کاهش بارش در مناطق گرمسیری استان بالا بوده که طبق شاخص مورد نظر، خشکسالی شدید رخ داده است، اما در سایر ایستگاههای سطح استان خشکسالیهایی با شدت متوسط مشاهده شده است (جدول ۷).

مقدار همبستگی بین بارشهای فصلی (متغیر مستقل) ایستگاههای سطح استان و میزان عملکرد گندم دیم (متغیر وابسته) در یک دوره آماری ۱۶ ساله (۶۴-۷۹) نشان می‌دهد که بیشترین همبستگی در مناطق گرمسیری استان به ترتیب مربوط به فصول پاییز و زمستان و در نواحی سردسیر به ترتیب مربوط به فصول بهار و پاییز است. اما بارش فصل زمستان





جدول ۷ شدت خشکسالیهای سالیانه و فصلی در سالهای زراعی ۷۸-۷۷ و ۷۹-۷۸ بر اساس شاخص آماری Z نرمال

| شدت خشکسالی | شدت خشکسالی در سال زراعی ۷۸-۷۷ | | | | شدت خشکسالی در سال زراعی ۷۹-۷۸ | | | |
|-------------|--------------------------------|--------|-----------|-----------|--------------------------------|--------|-------|-----------|
| | پاییز | زمستان | بهار | سالیانه | پاییز | زمستان | بهار | سالیانه |
| ایلام | شدید | نرمال | خیلی شدید | شدید | متوسط | شدید | متوسط | خیلی شدید |
| دارتوت | شدید | متوسط | خیلی شدید | خیلی شدید | متوسط | شدید | متوسط | خیلی شدید |
| هلیلان | متوسط | نرمال | خیلی شدید | شدید | متوسط | شدید | متوسط | خیلی شدید |
| دره شهر | شدید | ملايم | شدید | شدید | متوسط | شدید | متوسط | شدید |
| شیروان | شدید | ملايم | خیلی شدید | شدید | متوسط | شدید | متوسط | شدید |
| دهلران | شدید | نرمال | شدید | متوسط | نرمال | شدید | شدید | شدید |
| پل دوبرج | شدید | نرمال | شدید | متوسط | نرمال | شدید | شدید | شدید |
| مهران | متوسط | نرمال | شدید | متوسط | نرمال | شدید | شدید | شدید |



در نواحی سردسیر و بارش فصل بهار در مناطق گرمسیری همبستگی بسیار ضعیفی با عملکرد گندم دیم داشته است. بالا بودن میزان همبستگی بارشهای فصل بهار با عملکرد گندم دیم را می‌توان چنین بیان کرد که به دلیل از بین رفتن سرمای زمستان و آغاز رشد مجدد گیاه، نیازهای رطوبتی گیاه در این فصل افزایش یافته و کاهش یا افزایش مقدار بارش، تأثیر زیادی بر عملکرد آن خواهد داشت؛ لکن ضعیف بودن همبستگی بین بارشهای زمستانه و عملکرد گندم را می‌توان به مصادف بودن این فصل با دوران کند رویش و خواب گیاه در این مناطق نسبت داد. همچنین بالا بودن میزان همبستگی بارشهای فصول پاییز و زمستان با عملکرد گندم دیم در نواحی گرمسیری را می‌توان چنین توصیف کرد که به علت اعتدال هوا و نبود یخبندان، رشد گیاه متوقف نشده و در نتیجه گیاه تا اوایل بهار دوره رویش خود را تقریباً کامل می‌کند، به طوری که نوسان بارشهای بهاره در این مناطق تأثیر زیادی بر عملکرد گندم دیم نداشته و همبستگی آنها ضعیف بوده است (جدول ۸).

سال زراعی ۷۷-۷۶ که از نظر عملکرد گندم دیم و بارندگی، در این تحقیق به عنوان یک

جدول ۸ مقدار همبستگی محاسبه شده از روش پیرسون بین میزان عملکرد گندم دیم (متغیر وابسته) و بارشهای فصلی (متغیر مستقل) در ایستگاههای مورد مطالعه

| ایستگاه | ایلام | دارتوت | هلیلان | دره شهر | شیروان | دهلران | پلدویرج | مهران |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| پاییز | -.۰/۴۲۲ | -.۰/۴۲۶ | -.۰/۴۱۱ | *.۰/۶۴۱ | *.۰/۵۳۳ | *.۰/۵۸۶ | **./۶۷۳ | *.۰/۵۶۷ |
| زمستان | -.۰/۱۹۲ | -.۰/۲۲۳ | -.۰/۲۶۳ | -.۰/۱۹۰ | -.۰/۲۴۸ | *.۰/۵۱۵ | *.۰/۶۰۷ | *.۰/۵۲۶ |
| بهار | *.۰/۵۱۱ | *.۰/۵۱۲ | *.۰/۵۰۳ | **./۶۷۲ | **./۵۷۱ | ./۲۱۰ | ./۲۲۶ | ./۴۰۱ |

** ضریب همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی دار است.

* ضریب همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی دار است.

سال نرمال در نظر گرفته شده، بارش مناسب فصلی داشته و به تبع آن عملکرد گندم دیم در حدود ۱۴۷۱ کیلوگرم در هکتار بوده است. در سال مذکور مناطق سردسیر به طور متوسط در فصل پاییز ۱۸۹ میلیمتر و در فصل بهار ۱۱۳ میلیمتر بارندگی داشته‌اند. همچنین در نواحی گرمسیری، در فصل پاییز و زمستان به ترتیب میزان بارندگی ۱۰۹ و ۱۶۶ میلیمتر بوده است. با توجه به مطالب ذکر شده، ملاحظه می‌شود که در سال زراعی ۷۷-۷۸ به دلیل شدت خشکسالی در فصول بهار و پاییز در سطح دیمزارهای استان، گندم دوره رویش خود را کامل نکرده و در نتیجه عملکرد آن قابل قبول نبوده است. به طور کلی در این سال از ۸۳۰۹۳ هکتار سطح زیرکشت گندم دیم، تقریباً ۴۹۰۱۲ هکتار از بین رفته یا قابل برداشت نبوده است، به طوری که میزان عملکرد گندم دیم از سطوح برداشت شده ۴۵۸ کیلوگرم در هکتار بوده است [۸]. این میزان نسبت به سال زراعی ۷۶-۷۷ و میانگین بلندمدت به ترتیب ۶۸/۹ و ۴۹/۲ درصد کاهش را نشان می‌دهد (نمودار ۱).

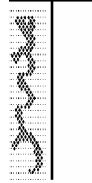
در سال زراعی ۷۸-۷۹، کمبود بارش، خصوصاً در فصول بهار و پاییز، در اکثر مناطق استان رخ داده و این امر موجب از بین رفتن بسیاری از اراضی زیر کشت گندم در سطح استان گردیده است. طبق آمار موجود، از ۵۷۰۴۵ هکتار سطح زیر کشت گندم دیم در این سال ۲۸۲۱۰ هکتار از بین رفته یا برداشت نشده، به طوری که متوسط عملکرد گندم دیم از سطوح برداشت شده، ۴۴۹ کیلوگرم در هکتار بوده است [۸]. میزان متوسط عملکرد گندم دیم در سال مذکور نسبت به عملکرد سال زراعی ۷۶-۷۷ و میانگین دوره به ترتیب ۶۹/۴ و ۵۰/۲



قاسم عزیزی، عزت‌ا... صفرخانی

درصد کاهش یافته است (نمودار ۱).

۷۴

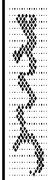


دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۱

درصد کاهش بارش: ۷۸-۷۹، ۷۷-۷۸ عملکرد گندم: ۷۸-۷۷، ۷۹-۷۸ عملکرد ۷۸-۷۷ عملکرد ۷۷-۷۶

نمودار ۱ متوسط عملکرد گندم دیم به تفکیک شهرستانهای استان ایلام در سالهای زراعی ۷۸-۷۷ و ۷۹-۷۸ و میزان کاهش آن نسبت به سال زراعی ۷۷-۷۶

۷۵



دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۱

۴- نتیجه‌گیری

همانطور که اشاره شد، خشکسالی پدیده‌ای است که در شرایط ناهنجاری منفی بارش رخ می‌دهد. متأسفانه در سالهای اخیر، استان ایلام مانند سایر مناطق کشور، شاهد بی‌سابقه‌ترین خشکسالیها بوده است، به طوری که اکثر دیمزارها به علت این پدیده از بین رفته یا حداقل عملکرد را داشته است. نتایج حاصل از بررسیها نشان داده که میزان عملکرد گندم دیم، رابطه مستقیم و معناداری با مقدار بارندگی و توزیع زمانی آن دارد. با توجه به اهمیت بارندگی در کشاورزی و وابستگی میزان عملکرد محصولات زراعی بویژه کشت دیم به آن، اطلاعات لازم در زمینه توزیع بارش و ناهنجاریهای منفی آن، نقشی مهم در توجیه علل کاهش عملکرد محصولات دارد و برنامه‌ریزی صحیح را برای به دست آوردن عملکرد بالا ممکن می‌سازد. مطالعه شاخص آماری Z نرمال بر روی داده‌های بارش سالیانه ایستگاههای سطح استان ایلام نشان داد که اکثر مناطق، امکان وقوع خشکسالی بسیار زیاد است، به طوری که میزان رخداد خشکسالی بین ۳۴/۲ درصد در ایستگاه دارتوت تا ۵۵/۱ درصد در ایستگاه دهلران در

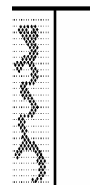


کل دوره مورد مطالعه متغیر بوده است. از نظر شدت خشکسالی سالیانه در طول دوره، بیشترین فراوانی مربوط به خشکسالیهای متوسط و از لحاظ دوره‌های تداوم، دوره‌های یک ساله بالاترین فراوانی را داشته‌اند. همچنین در کلیه ایستگاهها، خشکسالیهایی با شدت ملایم، شدید و خیلی شدید بیش از چند بار رخ داده، اما خشکسالی مصیبت باری مشاهده نشده است. مطالعه شاخص مذکور بر روی داده‌های بارش فصلی نیز حاکی از آن است که در ایستگاههای مورد مطالعه، وقوع خشکسالیهای فصلی نیز فراوانی بالایی داشته و حتی در بعضی ترسالیها نیز فصول خشک مشاهده شده است. از میان فصول سال، شدت خشکسالیهای فصل بهار در اکثر ایستگاهها بیشتر از سایر فصول بوده است. بررسی این شاخص تا اندازه‌ای توانسته است خشکسالیهای اقلیمی را در منطقه مورد مطالعه تعیین و تأثیر وقوع این پدیده را بر عملکرد گندم دیم نشان دهد.

بررسی خشکسالی در سالهای زراعی ۷۷-۷۸ و ۷۸-۷۹ در سطح استان ایلام نشان داد که در سال زراعی ۷۷-۷۸، در فصل پاییز و بهار در همه ایستگاهها کاهش شدید بارش مشاهده شده است، گرچه بارش در فصل زمستان این سال تقریباً نرمال بوده، ولی این بارش کمبود رطوبت فصول دیگر را جبران نکرده است. در سال زراعی ۷۸-۷۹ کاهش شدید بارش در فصول بهار و زمستان در همه ایستگاهها مشاهده شده است، اما در فصل پاییز، ایستگاههای مناطق گرمسیری (دهلران، مهران و پل دویرج) بارش نرمالی را داشته، در نتیجه نسبت به دیگر مناطق عملکرد گندم بهتر بوده است.

مقایسه میزان همبستگی بین بارشهای فصلی (متغیر مستقل) و میزان عملکرد گندم دیم (متغیر وابسته) در سطح ایستگاههای استان نشان داد که میزان عملکرد در استان از مقدار بارشهای فصلی تأثیر می‌پذیرد. در نواحی گرمسیری استان، بیشترین همبستگی به ترتیب بین بارشهای فصول پاییز و زمستان، اما در مناطق سردسیر، بیشترین همبستگی بین بارشهای فصول بهار و پاییز مشاهده شده است. بنابراین وقوع خشکسالی فصلی بویژه در فصول بهار و پاییز مناطق سردسیر و همچنین در فصول پاییز و زمستان نواحی گرمسیری استان، اثرات جبران‌ناپذیری بر عملکرد گندم دیم خواهد داشت.

به نظر می‌رسد سال زراعی ۷۶-۷۷ با بارش متوسط ۱۸۹ و ۱۱۳ میلیمتر به ترتیب در فصول پاییز و بهار نواحی سردسیر ۱۰۹ و ۱۱۶ میلیمتر و به ترتیب در فصول پاییز و زمستان مناطق گرمسیری، سالی نرمال بوده است. در نتیجه کاهش بارش تا حدودی کشت



گندم دیم را با مشکل مواجه خواهد کرد.

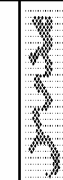
بنابراین، با توجه به نوسانات بارش در سطح استان ایلام و وقوع خشکسالیهای شدید و مکرر در سالهای اخیر و با در نظر گرفتن این نکته که تقریباً ۷۵/۹ درصد از سطح زیر کشت گندم استان به صورت دیم است، بدون برنامه‌ریزیهای صحیح (از قبیل تقویم کشت مناسب، استفاده از ارقام زودرس و مقاوم به خشکی، آبیاری تکمیلی در مواقع ضروری و ...) کشت دیم صرفه اقتصادی چندانی نخواهد داشت.

مقایسه عملکرد گندم دیم در سالهای مختلف نشان داد که کاهش عملکرد در بعضی از سالها خسارات جبران‌ناپذیری را بر کشاورزان تحمیل کرده و متعاقباً موجب کاهش سطح زیر کشت در سالهای بعد شده است. هرچند میزان عملکرد در سالهایی مانند سال ۷۶-۷۷ بالغ بر ۱۴۷۰ کیلوگرم در هکتار بوده است، این نکته بدیهی است که به علت وقوع خشکسالیهای مکرر و نوسانات فصلی بارش، حتی در ترسالیها، میزان اعتماد به نزول بارش مناسب برای کشت دیم پایین بوده و در اکثر سالها، کشت دیم با مشکل بارش به موقع در طول سال مواجه بوده است. مقایسه میزان عملکرد گندم دیم در خشکسالی سالهای زراعی ۷۷-۷۷ و ۷۸-۷۸ و ۷۹-۷۸ با عملکرد سال زراعی ۷۶-۷۷ و میانگین بلندمدت نشان داد که کاهش عملکرد در سالهای مذکور نسبت به سال ۷۶-۷۷ به ترتیب ۶۸/۹ و ۶۹/۴ درصد و همچنین نسبت به میانگین دوره به ترتیب ۴۹/۲ و ۵۰/۲ درصد بوده است. چنین به نظر می‌رسد که در منطقه مورد مطالعه، امکان وقوع خشکسالی خصوصاً خشکسالیهای فصلی و نوسانات زمانی بارش در طول سال بسیار زیاد است. در نتیجه توجه به پدیده خشکسالی و نوسانات بارش در برنامه‌ریزیها و مطالعات کشاورزی استان، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است.

همچنین به منظور نمایش مقداری یا عددی ارتباط بین عملکرد گندم دیم با بارش فصلی و سالیانه در مناطق سردسیر و گرمسیر استان، مجموعه ایستگاههایی که بیش از ۷۰۰ متر ارتفاع دارند به عنوان مناطق سردسیر و بقیه ایستگاهها به عنوان مناطق گرمسیر تلقی شدند و معادله خطی ارتباط بین عملکرد گندم دیم سالیانه و میزان بارش فصلی و سالیانه مناطق مذکور محاسبه شده است (جدول ۹).

جدول ۹ معادله خطی عملکرد گندم نسبت به بارش فصلی و سالیانه به تفکیک مناطق سردسیر و گرمسیر استان

۷۷



دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۱



| دوره زمانی | مناطق سردسیر | مناطق گرمسیر |
|------------|---|--|
| فصل پاییز | Pro=۶۸۳+۶۱۵P _A R=۰/۵۳ N=۱۶ | Pro=۶۶۲/۸+۳/۰۲P _A R=۰/۵۸ N=۱۶ |
| فصل زمستان | Pro=۷۰۰/۶۵۷+۰/۹۰۶P _W R=۰/۲۱ N=۱۶ | Pro=۷۳۱/۲+۱/۲۷P _W R=۰/۲۰ N=۱۶ |
| فصل بهار | Pro=۶۰۱/۶۳+۳/۶۸۶P _S R=۰/۵۶ N=۱۶ | Pro=۶۸۸/۳+۴/۵۱P _S R=۰/۵۶ N=۱۶ |
| سالیکانه | Pro=۱۸۳/۴+۱/۶۷P _y R=۰/۷۳ N=۱۶ | Pro=۲۴۲/۰۶+۲/۵P _y R=۰/۷۴ N=۱۶ |

همان طور که مشاهده می‌شود هر میلی‌متر بارش در مناطق گرمسیر بسته به فصل سال بین ۱/۲۷ تا ۴/۵ کیلوگرم بر میزان عملکرد گندم تأثیر مثبت دارد. این مقدار برای مناطق سردسیر بین ۹۰۰ گرم تا ۳/۷ کیلوگرم است.

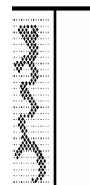
در هر دو منطقه بیشترین تأثیر مربوط به بارش بهاری بوده که در مناطق سردسیر ۳/۷ کیلوگرم و در مناطق گرمسیر ۴/۵ کیلوگرم عملکرد اضافی به ازای هر میلی‌متر بارش داشته است. کمترین تأثیر نیز مربوط به بارش‌های زمستانی است که خصوصاً در مناطق سردسیر تأثیر آن به ۹۰۰ گرم به ازای هر میلی‌متر بارش می‌رسد ضمن اینکه ارتباط معناداری هم بین عملکرد گندم و بارش‌های زمستانی مشاهده نمی‌شود.

۵- تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی شماره ۳۱۳/۲/۷۵۱ تحت عنوان «ارتباط خشکسالیهای اقلیمی و کشت گندم دیم در استان ایلام» است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران در مؤسسه جغرافیا اجرا گردیده است. بدین وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را اعلام می‌داریم [۱۰].

۶- منابع

- [1] Smith, K., *Assessing Risk and Reducing Disaster*, London, Routledge Press, Third ed., 2001.
- [2] Barry, R.G. and Chorly, R.J., *Atmospheric and Climat*, London, Routledge., Press, Sixth ed., 1992.
- [۳] غیور، ح. و مسعودیان، ا. «بزرگی، گستره و فراوانی خشکسالیها در ایران»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال دوازدهم، ش ۴۵، ۱۳۷۶.



- [۴] خوش اخلاق، ف. «تحقیق در خشکسالیهای فراگیر ایران با استفاده از تحلیل سینوپتیکی»، پایان نامه دکترای دانشگاه تبریز، ۱۳۷۷.
- [5] Plamer, W.C., "Meterological Drought", *US Weather Bureau Research Paper*, No. 45, Washington D.C., 1965.
- [۶] فرج‌زاده، م. «بررسی آماری خشکسالیها در ایران»، پایان نامه دکترای جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۴.
- [۷] حیدری شریف‌آباد، ح. گیاه، خشکی و خشکسالی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۱۳۷۹.
- [۸] وزارت کشاورزی، سالنامه‌های کشاورزی، ۱۳۶۴-۱۳۷۹.
- [۹] وزارت نیرو، شرکت سهامی آب منطقه‌ای غرب، اداره کل امور آب استان ایلام، ایستگاههای باران سنجی استان، ۱۳۷۹.
- [۱۰] صفرخانی، ع. «ارتباط خشکسالیهای اقلیمی و کشت گندم دیم در استان ایلام»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۸۰.