مدیریت خشکسالی برای استفاده بهینه از منابع آب استان خراسان شمالی

علیرضا ملکی[۱]، محمدجواد ترکمانی*[۲]

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۲۱

چکیده

هدف اصلی این مطالعه پیش‌بینی خشکسالی استان خراسان شمالی برای مدیریت بهینه منابع آب و بررسی اثرات آن بر تولید محصولات کشاورزی این شهرستان است. آمار و اطلاعات مورد نیاز برای پیش‌بینی خشکسالی از ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک موجود و پیش‌بینی اطلاعات تعیین الگوی کشت از سازمان جهاد کشاورزی شهرستان بجنورد(مدیریت برنامه ریزی) در سال زراعی ۱۳۹۱ جمع‌آوری گردید. بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های بارش و تعیین دوره‌های خشکسالی برای زمان گذشته و حال به کمک شاخص خشکسالی SPI با استفاده از نرم‌افزار DIP انجام شد. به منظور بررسی اثرات خشکسالی بر بخش کشاورزی رابطه میان بارش و درآمد که اثرات کاهش میزان بارش بر عملکرد محصول و در نتیجه کاهش درآمد کشاورز بررسی گردید، در این بخش همچنین خسارت‌های ناشی از خشکسالی در بخش کشاورزی نیز تعیین گردید. نتایج به‌دست آمده نشان داد که مرطوب‌ترین و خشک‌ترین سال‌ها، به ترتیب سال‌های ۷۱-۱۳۷۰ و ۶۸-۱۳۶۷ بوده است. در طی دوره آماری، منطقه مورد مطالعه مجموعا ۱۰ سال مرطوب و ۱۱ سال خشک را پشت سر گذاشته است. همچنین شدیدترین خشکسالی مربوط به زمستان ۱۳۷۹ با میزان SPI تجمعی ۲.۸۵- و خفیف‌ترین خشکسالی مربوط به پاییز ۱۳۸۶ با میزان SPI تجمعی ۰.۵۴- می‌باشد. بر اساس بررسی‌های به‌عمل آمده، حدود ۶۰٪ از سطح زیر کشت آبی به غلات(گندم و جو) اختصاص یافته است که علت این امر در انطباق فصل رشد این محصولات با رژیم آبدهی رودخانه‌ها می‌باشد.

طبقه‌بندی *JEL*: *Q1, Q5, Q15, Q28*

واژه‌های کلیدی: پیش بینی خشکسالی، شاخص SPI ، نرم افزار DIP ، شهرستان بجنورد.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت.

۲- استاد اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت.

* نویسنده‌ی مسئول مقاله: torkamanijavad@yahoo.com

پیشگفتار

خشکسالی حالتی نرمال و مستمر از اقلیم است. گرچه بسیاری به اشتباه آن را واقعه‌ای تصادفی و نادر می‌پندارند. این پدیده تقریبا در تمامی مناطق اقلیمی رخ می‌دهد، گرچه مشخصات آن از یک منطقه به منطقه دیگر کاملا تفاوت می‌کند. به لحاظ مفهومی خشکسالی یعنی کمبود بارش در بلندمدت به نحوی که باعث کمبود رطوبت خاک و کاهش آب‌های سطحی و زیرزمینی گردد و فعالیت‌های انسان و گیاهان را تحت تاثیر قرار دهد. خشکسالی یک اختلال موقتی است و با خشکی تفاوت دارد. چرا که خشکی صرفا محدود به مناطقی با بارندگی اندک است و حالتی دائمی از اقلیم می‌باشد. خشکی یک صفت اقلیمی و نوعی ویژگی پایدار آب و هوا در مناطق خشک و نیمه خشک است که در آن بارش برای رشد و تداوم حیات کفایت نمی‌کند(ابریشمی تقوائی،۱۳۸۷).

کمبود آب یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر است که در آینده یکی از مشکلات بشریت به حساب خواهد آمد. منابع آبی محدود و محدودتر می‌شود و همه ساله بخش قابل توجهی از آن به علت تغییر کیفیت از چرخه مصرف خارج می‌شود و از طرفی مصرف و تقاضا برای آب همواره رو به افزایش است. با توجه به محدود بودن مقدار عرضه اقتصادی آب و افزایش مقدار تقاضا با افزایش جمعیت که یکی از مهم‌ترین عوامل تشدید کمبود آب به حساب می‌آید، برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از منابع آبی با هدف رسیدن به توسعه پایدار در اکوسیستم حائز اهمیت است(علیزاده، ۱۳۸۰).

بر اساس مطالعات طرح جامع آب کشور، ریزش‌های جوّی(بیش از ۴۱۳ میلیارد مترمکعب)، منشا اصلی منابع آب ایران را تشکیل می‌دهد. از این میزان حدود ۷۱٪ آن به‌صورت تبخیر از دسترس خارج شده و تنها بخشی از آن(معادل ۸۸/۵ میلیارد مترمکعب) جهت مصارف بخش‌های کشاورزی، صنعت، معدن و شرب برداشت شده است. ذکر این نکته ضروری است به رغم آنکه ۹۴٪ این مصارف تنها به بخش کشاورزی اختصاص می‌یابد، لیکن به‌دلیل محدودیت منابع آب از حدود ۳۷ میلیون هکتار اراضی مستعد کشاورزی، فقط ۷/۸ میلیون هکتار به‌صورت آبی کشت می‌شود(بریم‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۳).

هر چند وقوع خشکسالی جزء معمولی از اقلیم هر منطقه به‌شمار می‌آید؛ اما مدیریت آن پیشرفت اندکی در اکثر مناطق دنیا داشته است. به‌گونه‌ای که تاکنون واکنش هنگام مواجه با پدیده خشکسالی عمدتا سنتی بوده و تا حد زیادی به مدیریت بحران توجه شده است. در مقابل آن، مدیریت ریسک خشکسالی مجموعه اقداماتی است که قبل از وقوع خشکسالی انجام شده و عملا غافلگیری را به حداقل ممکن می‌رساند. بیشتر دولت‌ها، اکنون به بی‌اعتبار شدن مدیریت بحران پی برده‌اند و در تلاشند تا اطلاعات بیشتری در زمینه روش‌های صحیح مدیریت ریسک کسب نمایند.

جنبه‌های مختلف خشکسالی

۱- خشکسالی هواشناسی: خشکسالی هواشناسی که در بسیاری از منابع با عنوان خشکسالی اقلیم‌شناسی از آن نامبرده شده است. به دلیل کمبود و یا کاهش مقدار بارندگی در طی دوره‌هایی از زمان به وجود می‌آید.

۲- خشکسالی کشاورزی: خشکسالی‌های کشاورزی نتیجه کمبود رطوبت خاک می‌باشد که بر اثر به‌هم خوردن تعادل میان تامین آب و هدر رفت آن از طریق تبخیر و تعرق به وجود می‌آید. یک خشکسالی کشاورزی زمانی به وجود می‌آید که در فاصله بین دو بارندگی ذخیره رطوبتی منطقه ریشه در خاک برای زنده ماندن محصولات کشاورزی و گیاهان طبیعی و مراتع کفایت نکند.

۳- خشکسالی هیدرولوژیکی: خشکسالی هیدرولوژیکی بیانگر تاثیر دوره‌هایی از نقصان ریزش‌های جوی بر منابع تامین آب‌های زیرزمینی یا سطحی(جریان رودخانه‌ها، مخازن، دریاچه‌ها و آب زیرزمینی) است. به عبارت دیگر خشکسالی هیدرولوژیکی همراه با کمبود بارش در مقیاس زمانی طولانی‌تر از خشکسالی کشاورزی(۱۲ ماه تا دو سال یا بیشتر) و اثر آن بر عرضه آب سطحی یا آب‌های زیرزمینی است. فراوانی و شدت خشکسالی‌های هیدرولوژیکی غالبا در مقیاس یک آبخیز یا حوضه آبریز رودخانه بیان می‌شود.

۴- خشکسالی اقتصادی- اجتماعی: خشکسالی اجتماعی- اقتصادی معمولا پس از یک دوره بسیار طولانی مدت خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی حادث گردیده و موجب قحطی، مرگ و میر و مهاجرت‌های دسته جمعی وگسترده می‌شود.

۵- خشکسالی عملی: تعاریف عملی به افراد کمک می‌کند تا شروع، خاتمه و درجه شدت خشکسالی را تشخیص دهند. برای تعیین شروع خشکسالی تعاریف عملی، میزان انحراف از میانگین بارش یا سایر متغیرهای اقلیمی در طول یک دوره زمانی را مشخص می‌کند. این امر معمولا با مقایسه وضعیت فعلی نسبت به متوسط‌های گذشته که غالبا مبتنی بر دوره آماری ۳۰ ساله است، انجام می‌شود. پارامترهای مهم و حیاتی مرتبط با خشکسالی که در طراحی‌ها و برنامه‌ریزی‌های محیطی مورد نیاز هستند. مقایسه کشورهای واقع در منطقه معتدل با کشورهای مستقر در نواحی خشک و نیمه خشک زمین نشان می‌دهد که کمبود آب، به‌ویژه آب با کیفیت خوب یکی از عوامل مهم بازدارنده توسعه کشاورزی و اقتصادی و اجتماعی در اکثر کشورهای در حال توسعه به‌خصوص کشورهای واقع در کمربند خشک و نیمه خشک جهان است. بر اساس گزارش‌های سازمان بین‌المللی FAO حدود ۶۰ میلیون نفر از ساکنان کشورهایی همچون ایران، افغانستان و پاکستان در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲ خشکسالی شدیدی را تجربه نموده‌اند که ایران حدود یک سوم جمعیت مذکور را به خود اختصاص داده است(FAO,2002).

اثرات خشکسالی در کشاورزی

بارندگی بر عملکرد محصولات کشاورزی از دو طریق مستقیم و غیرمستقیم اثر می‌گذارد. اثر مستقیم بارندگی به صورت تاثیر بر عملکرد محصولات ظاهر می‌شود. اثر غیرمستقیم بارندگی از طریق تاثیر بارندگی بر افزایش آب در دسترس از منابع آب زیرزمینی و آب‌های سطحی و در نتیجه امکان افزایش سطح زیرکشت نمود پیدا می‌کند. تعداد زیادی از محصولات آبی به ویژه محصولات شتوی و غلات متاثر از هر دو اثر می‌باشند. در حالی که محصولات دیم صرفا تحت تاثیر اثر مستقیم بارندگی قرار می‌گیرند.

به طور کلی زارعین برای هر یک از محصولات آبی با توجه به شرایط منطقه و میزان آب در دسترس و نیاز آبی گیاه تعداد دفعات مشخصی آبیاری در فصل پاییز و بهار در نظر می‌گیرند و به اتکای بارندگی در زمستان آبیاری در این فصل را در محاسبات خود منظور نمی‌کنند. در فصل بهار رقابت در استفاده از منابع آب بین محصولات کشاورزی از جمله غلات و محصولات صیفی وجود دارد. کشاورزان برای تامین آب مورد نیاز محصولات صیفی به حداقل دفعات آبیاری برای محصولات شتوی و به ویژه غلات اکتفا می‌کنند. این مساله در سال‌های کم آبی منجر به ایجاد تنش آبی برای گیاه و کاهش عملکرد محصول می‌شود. بنابراین بارش مناسب ضمن آن که نیاز آبی گیاه را در فصل زمستان تامین می‌کند، در فصل بهار نقش آبیاری تکمیلی را دارد. لذا ضمن جلوگیری از تنش آبی گیاه موجب افزایش عملکرد محصول آبی خواهد شد. بارندگی علاوه بر تاثیر مستقیمی که بر عملکرد محصولات آبی و دیم دارد، به طور غیرمستقیم نیز بر تولید محصولات کشاورزی اثر می‌گذارد. بر خلاف اثر مستقیم بارندگی که تاثیر آن از طریق افزایش عملکرد محصولات کشت شده قابل اندازه‌گیری است، اثر غیرمستقیم بارندگی از روی تاثیر بارندگی بر میزان تولید محصولات کشاورزی به واسطه افزایش منابع آب در دسترس و در نتیجه افزایش سطح زیرکشت قابل تبیین است. با وقوع خشکسالی علاوه بر کاهش تولیدات در بخش کشاورزی، در بخش آب شرب شهری و روستایی نیز برای تامین آب شرب مورد نیاز اعتباراتی از سوی دولت اختصاص می‌یابد. نتیجه این دو کاهش درآمدهای بخش کشاورزی، افزایش هزینه‌های دولت برای مقابله با خشکسالی و در نتیجه فشار بر بودجه دولت می‌باشد(کردوانی، ۱۳۸۰).

اهداف تحقیق

۱- بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های بارش و تعیین دوره‌های خشکسالی برای زمان گذشته و حال به کمک شاخص خشکسالی SPI با استفاده از نرم‌افزار DIP.

۲- پیش‌بینی بارش با استفاده از مدل‌های استوکاستیک برای ۱۰ سال آینده و بررسی وضعیت خشکسالی برای زمان آینده.

۳- تبیین رابطه میان بارش و درآمد ناخالص بخش کشاورزی.

استان خراسان شمالی و دشت بجنورد یکی از قطب‌های مهم کشاورزی است که نقش عمده‌ای در تولیدات کشور دارد. نیمی از ذخایر آبی این منطقه از طریق آب‌های سطحی و بقیه آن از طریق سفره‌های زیرزمینی تامین می‌شود. در این منطقه خشکسالی‌های اخیر سبب کاهش ذخیره مخازن آبی، افت شدید آب‌های زیرزمینی و کاهش آبدهی چاه‌ها و قنوات و خسارت به کشت محصولات دیم و کاهش سطح زیرکشت محصولات آبی شده است. از این رو لازم است تا مساله آب به‌صورت دقیقی مدیریت شود؛ چرا که موضوع کم‌آبی و بحران آب یک واقعیت عینی محسوب شده و پدیده خشکسالی به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از کم‌آبی را نمی‌توان حادثه‌ای غیرمترقبه و موردی تلقی نمود. (سازمان جهاد کشاورزی و شرکت آب منطقه‌ای استان خراسان، ۱۳۹۱). نظر به این که پدیده خشکسالی تاکنون برای شهرستان بجنورد بررسی نشده و از طرفی لازمه برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف به ویژه کشاورزی دسترسی به اطلاع دقیق از شرایط آب و هوایی و نیز وضعیت خشکسالی در گذشته، حال و آینده می‌باشد. بدین منظور پژوهشی با هدف پیش‌بینی خشکسالی در شهرستان بجنورد جهت مدیریت ریسک خشکسالی به منظور مصرف بهینه منابع آب و اثرات آن بر تولید محصولات کشاورزی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این فصل جمع‌آوری آمار و اطلاعات ایستگاه‌های باران‌سنجی و به منظور پیش‌بینی بارش و بررسی وضعیت خشکسالی برای دوره‌های زمانی گذشته، حال و آینده و خسارت‌های احتمالی ناشی از آن، جهت برنامه‌ریزی‌های آینده در دشت بجنورد به تفصیل شرح داده شده است. دوره‌های ترسالی و خشکسالی جهت بررسی تغییرات بارندگی در محدوده مطالعاتی از متوسط آمار بارندگی ایستگاه‌های موجود در منطقه استفاده شده است. بدین منظور با توجه به تغییرات بارندگی در ایستگاه‌های یادشده، تغییرات بارندگی در یک دوره آماری ۲۱ ساله تعیین شده است.

معرفی منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی بجنورد با کد مطالعاتی ۱۷۰۷ در شمال شرق ایران و در استان خراسان شمالی قرار گرفته است. این محدوه از شمال به دشت مانه، از غرب به دشت سملقان- آشخانه، از جنوب غرب به دشت شوقان، از جنوب به دشت اسفراین و از شرق به دشت شیروان محدود می‌شود. بررسی دقیق پارامترهای اقلیمی نقش مهمی در تشخیص و ارزیابی بیلان آبی و برآورد نیازهای آبی دارد، مهم‌ترین این عوامل بارندگی، درجه حرارت، روزهای یخبندان، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی، سرعت و جهت وزش باد، تبخیر و تعرق پتانسیل و تبخیر از سطح آزاد آب می‌باشد. جهت بررسی و مطالعه دقیق هر یک از پارامترهای اقلیمی در هر منطقه، شبکه‌ای کامل از ایستگاه‌های هواشناسی

با طول دوره آماری مناسب مورد نیاز است. لکن با توجه به تعداد ناکافی ایستگاه‌های هواشناسی در محدوده طرح، تنها(مهم‌ترین) پارامتر اقلیمی بارندگی مورد بررسی قرار گرفته است(شرکت مهندسی مشاور طوس آب،۱۳۸۹).

متوسط بارندگی سالانه در محدوده مطالعاتی بجنورد ۳۰۵ میلیمتر در سال محاسبه شده است. همچنین متوسط بارندگی سالانه در ارتفاعات و دشت بجنورد به ترتیب برابر با ۳۱۲ و ۲۷۴ میلیمتر در سال می‌باشد.

بررسی وضعیت خشکسالی دشت بجنورد به کمک شاخص بارش استانداردSPI [1]

شاخص بارش استاندارد روشی ساده وعملی براساس مقدار بارندگی است. شاخص SPI به خاطر مزایایی که درتحلیل منطقه ای خشکسالی و ارتباط زمانی بین رخدادهای زمانی دارد، استفاده می‌شود. این شاخص که در سال ۱۹۹۳ توسط مک کی و همکارانش ارائه شد، براساس تفاوت بارش از میانگین برای یک مقیاس زمانی مشخص و سپس تقسیم آن بر انحراف معیار به‌دست می‌آید. تنها فاکتور موثر در این شاخص، عنصر بارش است و آن را می‌توان در مقیاس‌های زمانی۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه کرد. معادله آن به شرح زیر است:

$$SPI = \frac{P_i - \overline{P}}{SD} \qquad (1)$$

در این معادله، SPI نمایه استاندارد بارش، Pi معادل بارش سال مفروض به میلی‌متر، $\overline{P}$ میانگین بارش بلندمدت ایستگاه و SD انحراف معیار بارش است.

ویژگی دیگر شاخص SPI این است که بر اساس آن روش می‌توان آستانه‌ی خشکسالی را برای هر دوره‌ی زمانی تعیین کرد. زمانی که شاخص SPI دارای توالی‌های منفی باشد، خشکسالی رخ می‌دهد و زمانی که مقادیر SPI برابر ۱- یا کمتر شود، خشکسالی تشدید می‌شود. با مثبت شدن مقادیر شاخص SPI، دوره خشکسالی خاتمه می‌یابد.

یکی از بارزترین و مشهورترین نیاز یک برنامه‌ریزی خشکسالی، داشتن یک نرم افزار کارآمد جهت محاسبه شاخص‌های رایج خشکسالی می‌باشد. برای انجام محاسبات توسط این شاخص از نرم‌افزار DIP[1] استفاده می‌شود. این نرم‌افزار جهت انجام و اجرای پروژه های مربوط به خشکسالی به خصوص تجزیه و تحلیل شاخص‌های رایج خشکسالی و مقایسه این شاخص‌ها طراحی شده است. در این نرم افزار محاسبه شاخص‌های رایج خشکسالی به صورت کامل و جامع، همچنین محاسبات آماری، ترسیم نمودارها، مقایسه شاخص‌ها و... به نحو کاملا کاربرپسند ارائه می‌گردد. در این تحقیق

1- Standardized Percipitation Index

از نرم افزار DIP با هدف ساده‌سازی عملیات و افزایش دقت محاسبات شاخص‌های خشکسالی استفاده شده است.

اطلاعات ورودی در نرم افزار DIP می‌تواند شامل عناصر اقلیمی زیر باشد

۱- بارش (به صورت روزانه، ماهانه و سالیانه)
۲- دما
۳- رطوبت نسبی
۴- باران تجمعی

در این تحقیق تحلیل خشکسالی توسط نرم‌افزار DIP با استفاده از شاخص SPI برای دشت بجنورد انجام شده است که نتایج حاصل از آن در جدول ۱ آمده است.

پیش‌بینی بارش با استفاده از مدل‌های استوکاستیک برای ۱۰ سال آینده

در هر مورد آمار مربوط به متغیری که پیش‌بینی می‌شود، در دوره‌های زمانی گذشته موجود است. این آمار را اصطلاحا سری زمانی می‌گویند. منظور از یک سری زمانی مجموعه‌ای از داده‌های آماری است که در فواصل زمانی مساوی و منظمی جمع‌آوری شده باشند. روش‌های آماری که این گونه داده‌های آماری را مورد استفاده قرار می‌دهد، تحلیل سری‌های زمانی نامیده می‌شود.

الگوی عمومی باکس وجنکینس SARIMA

باکس وجنکینس در فراهم آوردن یک روش کلی برای پیش‌بینی سری‌های زمانی سهم به‌سزایی داشته‌اند. آنها با تاکید بر تفاضلی کردن، می‌توانند الگوهایی را برای سری‌های ناایستا بسازند و رده کلی الگوهای ARIMA به آنها نسبت داده می‌شود. اخیرا دانشمندان به منظور تحلیل تغییرات پارامترهای اقلیمی تلاش نموده‌اند تا این پارامترها را الگوسازی و سپس شبیه‌سازی نمایند. الگوسازی در خانواده‌های آرما(ARMA)، آریما(ARIMA) و آریمای فصلی ضربی(SARIMA) یکی ازشیوه‌های مهم و معتبر در شبیه‌سازی فراسنج‌های اقلیمی است.

الگوی عمومی باکس و جنکینس از مرتبه p, q, d, D, P ,Q به صورت زیر نوشته می‌شود.

$$\phi_p(B)\phi_P(B^L)\nabla_L^D\nabla^d y_t^* = \delta + \theta_q(B)\theta_Q(B^L)a_t \qquad (۲)$$

۱- $\phi_p(B) = (1-\phi_1 B-\phi_2 B^2 -\cdots-\phi_p B^p)$: عمل‌گر اتورگرسیون غیر فصلی از مرتبه p.
۲- $\phi_P(B^L) = (1-\phi_{1,L} B^L-\phi_{2,L} B^{2L} -\cdots-\phi_{P,L} B^{PL})$: عمل‌گر اتورگرسیون فصلی از مرتبه P.
۳- $\theta_q(B) = (1-\theta_1 B-\theta_2 B^2 -\cdots-\theta_q B^q)$: عمل‌گر میانگین متحرک غیر فصلی از مرتبه q.
۴- $\theta_Q(B^L) = (1-\theta_{1,L} B^L-\theta_{2,L} B^{2L} -\cdots-\theta_{Q,L} B^{QL})$: عمل‌گر میانگین متحرک فصلی از مرتبه Q.

۵- $\delta = \mu\phi_p(B)\phi_P(B^L)$ و مقدار ثابت مدل نامیده می‌شود که در آن μ میانگین واقعی سری زمانی ایستایی است که مدل شده است.

۶- $a_t, a_{t-1},...$: جملات اغتشاش و تصادفی هستند که از توزیع نرمال پیروی می‌کنند.

۷- $\phi_1, \phi_2,..., \phi_p, \phi_{1,L}, \phi_{2,L},..., \phi_{P,L}, \theta_1, \theta_2,..., \theta_q, \theta_{1,L}, \theta_{2,L},.., \theta_{Q,L}$ و δ پارامترهای نامعلوم و مجهول هستند که بایستی از داده‌های نمونه برآورد گردند.

۸- B عمل‌گر پس‌رو که به شکل $B^k y_t = y_{t-k}$ تعریف می‌شود.

۹- ∇ عمل‌گر غیر فصلی نامیده می‌شود و به شکل $\nabla = 1 - B$ تعریف می‌شود.

۱۰- ∇_L عمل‌گر فصلی نامیده می‌شود و به شکل $\nabla_L = 1 - B^L$ تعریف می‌شود.

بعد از شناسایی مناسب الگو جهت تشخیص درستی الگو با استفاده از آزمون نکویی برازش درستی آن تشخیص داده می‌شود و در صورت مناسب بودن به پیش‌بینی پرداخته می‌شود و در صورت نامناسب بودن الگو، اصلاحات مناسبی مثل تجزیه و تمانده‌های الگوی برازش داده شده استفاده می‌شود(نیرومند، ۱۳۷۱).

پیش‌بینی بارندگی

برای پیش‌بینی بارندگی با استفاده از مدل‌های استوکاستیک متوسط بارش را برای دشت بجنورد با استفاده از آمار ایستگاه‌های موجود محاسبه می‌شود. در مدل‌های پیش‌بینی معمولا از کل داده‌های موجود ۷۰٪ را برای مدل‌سازی و ۳۰٪ باقی‌مانده را برای ارزیابی مدل استفاده می‌کنند. برای پیش‌بینی بایستی ضرایب p,d,q,P,D,Q تعیین شوند. به منظور مطالعه سری‌های زمانی، در اولین گام بایستی ایستایی واریانس داده‌های مورد مطالعه را بررسی نمود که این کار از طریق آزمون بارتلت- ولون انجام می‌شود. مبنای کار در این آزمون(با سطح اطمینان معمولا ۹۵٪) آزمون واریانس‌ها می‌باشد. در سطح اطمینان ۹۵٪ اگر مقدار p-value آزمون بارتلت و ولون کمتر از ۰/۰۵ باشد، داده‌ها ناایستا در واریانس و غیرنرمال هستند. برای ایستا کردن واریانس داده‌ها از تبدیل باکس-کاکس استفاده شد. در مرحله بعد به منظور ایستا کردن و از بین بردن روند و تغییرات فصلی از تفاضلی کردن فصلی و غیرفصلی استفاده شد. برای تعیین درجات تفاضلی فصلی و غیرفصلی از نمودار خودهمبستگی و کمینه کردن واریانس استفاده می‌شود.

جهت تعیین درجه‌های اتورگرسیون و میانگین متحرک فصلی و غیرفصلی (P, Q, p, q) از نمودارهای ACF ,PACF که حاصل سری داده‌های تفاضلی شده است، استفاده می‌شود.

پس از شناسایی مدل یا مدل‌های مناسب برای داده‌ها، جهت تشخیص بهترین مدل از دو روش زیر که مکمل هم هستند، استفاده می‌شود.

۱- تجزیه و تحلیل باقیمانده‌های مدل برازش داده شده و استفاده از آزمون پرت- مانتو جهت تشخیص تصادفی یا ناهمبسته بودن باقیمانده‌ها.
۲- تجزیه و تحلیل مدل‌هایی که پارامتر بیشتری دارند(over fitting).
(در صورتی که چند مدل مناسب تشخیص داده شده باشند، از معیار آکائیکه استفاده می‌شود).
در نهایت با استفاده از مناسب‌ترین مدل پیش‌بینی صورت می‌گیرد و برای نشان دادن میزان دقت و انطباق مدل پیش‌بینی رابطه خط رگرسیون بین مقادیر پیش‌بینی شده و واقعی می‌تواند در این زمینه مناسب باشد. به طوری که هر چقدر ضریب همبستگی و تعیین برای خط رگرسیون بیشتر باشد، نشان از دقت بالای مدل انتخاب شده دارد. در نهایت مدل زیر باتوجه به موارد بالا شناسایی شد.

$$SARIMA\ (0,0,5)*(2,0,3)12 \qquad (۳)$$

با استفاده از مدل فوق می‌توان اقدام به پیش‌بینی بارش برای ۱۰ سال آینده(۱۲۰ ماه آینده) کرد. برای داده‌های فوق با استفاده از شاخص SPI خشکسالی را برای ۱۰ سال آینده تحلیل می‌کنیم که نتایج حاصل از این تحلیل در جدول ۲ آمده است.

تبیین رابطه میان بارش و درآمد ناخالص بخش کشاورزی

در حال حاضر اقتصاد و درآمد خانواده‌های کشاورز که دارای اراضی آبی می‌باشند، به مقدار مالکیت آبی است که در اختیار دارند. منابع آبی موجود در منطقه شامل آب رودخانه و چاه‌های موجود هستند که در حال حاضر مورد بهره برداری واقع می‌شوند. در این فصل از گزارش بر اساس الگو و تراکم کشت محصولات موجود میزان درآمد ناخالص یک هکتار از هر محصول هزینه‌های تولید و درآمد خالص و ارزش افزوده آنان و نیز مقادیر هر یک از این شاخص‌ها در یک هکتار از الگوی کشت مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

طبقه‌بندی اراضی از دیدگاه آبیاری و کشاورزی

در این طبقه‌بندی که بر اساس راهنمای خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری انجام گرفته است، عوامل و محدودیت‌هایی از قبیل قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی، میزان سنگریزه در عمق و سطح خاک، میزان شوری و قلیائیت خاک و نوع لایه محدودکننده و همچنین عوارض طبیعی از قبلی شیب و پستی و بلندی، فرسایش و سیل‌گیری، سطح آب زیرزمینی و وضعیت زهکشی زمین در نظر گرفته شده است. مطالعات خاکشناسی عمدتا در دشت‌ها و اراضی جلگه‌ای، اراضی پایاب دشت‌ها و عرصه‌های قابل کشت صورت می‌گیرد و طی آن مشخصات لازم خاک جهت کشت و کار

زراعت آبی مورد بررسی قرار می‌گیرد. عواملی کـه باعـث محـدودیت در امـر کشـاورزی و آبیـاری می‌باشد، به چهار گروه تقسیم می‌شوند(شرکت مشاور طوس آب،۱۳۸۹).

الف) عواملی که معرف محدودیت خاک از نظر قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی، میزان سنگریزه در عمق و سطح خاک و عمق خاک موثر خاک است و با علامت s نشان داده می‌شود.

ب) شوری و قلیائیت که شامل میزان شوری یا قلیائیت یا هر دوی آنها می‌باشد. علامت به‌کار رفته برای نشان دادن این محدودیت A می‌باشد.

ج) محدودیت خاک از نظر وجود عوارض طبیعی مثل شیب(اصلی و جـانبی) و پسـتی و بلنـدی و فرسایش(آبی یا بادی) که با علامت T نشان داده می‌شود.

د) عوامل مربوط به زهکشی، شامل عمق سفره آب زیرزمینی و کیفیت آن، نوسانات آب زیرزمینی، مانند آبی و سیل گیری، علامت مورد استفاده برای نشـان دادن ایـن محـدودیت در خـاک‌هـا W می‌باشد.

در این طبقه بندی با توجه به عوامل فوق‌الذکر اراضی به ۶ کلاس به شرح ذیل تقسیم می‌شوند.

کلاس I: قابل کشاورزی، اراضی بدون خطرات با محدودیت های مشهود از لحاظ خصوصیات خاک، شوری خاک یا زهکشی برای زراعت آبی، تحت شرایط فعلی.

کلاس II: این اراضی از نظر کشاورزی و آبیاری مناسب بوده ولی به علت محدودیت‌های کمی کـه دارند، ارزش زراعی و بازده کشاورزی آنها در شرایط مساوی از اراضی I کمتر است.

کلاس III: این اراضی دارای خطرات و یا محـدودیت‌هـای متوسـطی از لحـاظ خصوصـیات خـاک، شوری خاک، ناهمواری یا زهکشی، برای زراعت آبی تحت شرایط فعلی مـی‌باشـند. ایـن اراضـی از لحاظ نباتات زراعی عملکرد محصولات قطعا کمتر از اراضی کلاس II می‌باشد و به هزینـه اصـلاح اراضی و عملیات تهیه زمین بیشتر و به تدابیر و اعمال مدیریت پر هزینـه‌تـری نسـبت بـه اراضـی کلاس II نیازمند هستند. به علت محدودیت‌هایی که این اراضی دارند، تحت شـرایط فعلـی بـرای آبیاری نسبتا مناسب است. معهذا قابلیت آبیاری و قدرت تولیدی واقعی این اراضی در تحت شرایط آینده مستلزم مطالعات و بررسی‌های بیشتری است.

کلاس IV: قابلیت کشت و آبیاری محدودی دارند و فقط در شرایط به‌خصوص قابل آبیاری هستند. این اراضی دارای محدودیت های شدیدی از لحاظ خصوصیات خاک، ناهمواری و یا زهکشـی بـرای زراعت آبی تحت شرایط فعلی می‌باشند. به استثنای کشت نباتات خاص و یا تحت شرایط مدیریت ویژه‌ای که بتواند از عهده این محدودیت‌ها برآید.

کلاس V: این اراضی دارای خطرات و یا محدودیت‌های شدیدی از لحاظ خصوصیات خاک، شـوری خاک یا زهکشی برای هر نوع زراعت آبی تحت شرایط فعلی می‌باشند.

کلاس VI(غیر قابل کشت): این اراضی دارای خطرات و محدودیت‌های شدید برای هر نوع زراعت آبی تحت شرایط فعلی بوده و اصلاح آنها از لحاظ فنی و یا اقتصادی فعلا مقدور نیست.

در جداول ۲ تا ۹ کلاس‌ها و تحت کلاس‌های طبقه بندی اراضی محدوده مطالعاتی بجنورد بر اساس نقشه‌های GIS دریافتی از موسسه تحقیقات خاک و آب کشور ارائه شده است. از حدود ۸۰۳۳ هکتار سطوح مطالعاتی خاکشناسی انجام شده در محدوده مطالعاتی بجنورد، حدود ۷۷۷۵ هکتار از اراضی در کلاس I تا III قرار داده و لذا جهت کشاورزی و آبیاری مناسب می‌باشند. مابقی اراضی به مساحت ۲۵۸ هکتار در کلاس IV تا VI قرار داشته و برای کشاورزی و آبیاری دارای محدودیت زیاد بوده و مناسب نمی‌باشد.

منابع آب کشاورزی منطقه طرح

به منظور برآورد میزان مصارف آب در بخش کشاورزی از آخرین نتایج آماربرداری و اطلاعات موجود منابع آب استفاده شده است. منابع آب مورد استفاده در اراضی کشاورزی محدوده‌های مطالعاتی موجود شامل منابع آب سطحی و زیرزمینی است(شرکت مهندسی مشاور طوس آب، ۱۳۸۹).

منابع آب سطحی محدوده مورد مطالعه عمدتا شامل رودخانه‌های فیروزه، چناران و بازخانه است که با استفاده از انهار سنتی و در برخی از موارد به صورت برداشت به وسیله موتور تلمبه و یا آب‌بندان به مزارع منتقل شده و مورد مصرف قرار می گیرد. میزان مصارف کشاورزی از منابع آب سطحی در محدوده مطالعاتی بجنورد به تفکیک انهار سنتی، موتور تلمبه‌ها و آب‌بندان‌های موجود می‌باشد. میزان مصارف آب کشاورزی به وسیله انهار سنتی موتور تلمبه‌ها و آب‌بندان‌ها به ترتیب حدود ۴۶/۶ و ۰/۴۳ و ۰/۰۲ میلیون متر مکعب در سال برآورد شده است. کل مصارف آب سطحی در بخش کشاورزی در محدوده مطالعاتی بجنورد برابر ۴۷/۰۵ میلیون متر مکعب در سال برآورد شده است.

منابع آب زیرزمینی مورد استفاده کشاورزی در محدوده‌های مطالعاتی بجنورد شامل چاه‌های عمیق و نیمه عمیق و قنوات و چشمه‌ها می‌باشد. میزان مصارف از منابع آب زیرزمینی بر اساس آخرین اطلاعات و آمار برداری انجام شده توسط شرکت‌های آب منطقه‌ای در سال ۱۳۸۹ برآورد شده است. در محدوده طرح، میزان مصارف از چاه‌ها، قنوات و چشمه‌ها به ترتیب حدود ۱۹/۳ و ۱/۵ و ۱۵/۶ میلیون متر مکعب در سال برآورد شده است.

نتایج و بحث

ابتدا سیکل وقوع خشکسالی‌ها برای منطقه مورد نظر تعیین شده و سپس با در نظر گرفتن اهداف طرح، عملکرد محصولات کشاورزی تحت تاثیر خشکسالی و الگوی کشت مناسب ارائه گردید.

براین اساس مرطوب‌ترین سال، سال آبی ۷۱-۱۳۷۰ و خشک‌ترین سال، سال آبی ۶۸-۱۳۶۷ می‌باشد. در طی دوره آماری، منطقه مورد مطالعه مجموعا ۱۰ سال مرطوب و ۱۱ سال خشک را پشت سر گذاشته است.

نتایج شاخص SPI سیکل وقوع خشکسالی گذشته: نتایج تحلیل شاخص SPI فصلی جهت بررسی سیکل وقوع خشکسالی در گذشته در جدول ۱ ارائه گردیده است. بر اساس این جداول نتایج زیر به‌دست می‌آید.

۱. دوره‌ی خشکسالی زمستان ۱۳۶۸ تا پاییز ۱۳۶۹.
۲. دوره‌ی خشکسالی بهار ۱۳۷۲ تا بهار ۱۳۷۳.
۳. دوره‌ی خشکسالی زمستان ۱۳۷۴ تا زمستان ۱۳۷۵.
۴. دوره‌ی خشکسالی تابستان ۱۳۸۵ تا پاییز ۱۳۸۷.
۵. شدیدترین خشکسالی مربوط به زمستان ۱۳۷۹ با میزان SPI تجمعی ۲.۸۵- و خفیف‌ترین خشکسالی مربوط به پاییز ۱۳۸۶ با میزان SPI تجمعی ۰.۵۴- می‌باشد.
۶. بررسی SPI شش ماهه نشان داد که ۷ دوره خشکسالی با تداوم ۵ ماهه در این دشت رخ داده که شدیدترین آن از آذر ماه تا اسفند ماه ۱۳۷۹(سال آبی) با میزان SPI تجمعی ۵.۷۶ - و کم‌ترین آن در آبان تا دی ۱۳۷۵ و با میزان SPI تجمعی ۳.۰۵- رخ داده است.
۷. بررسی SPI نه ماهه نشان داد که ۹ دوره خشکسالی با تداوم حداقل دو دوره در این شهر رخ داده که شدیدترین آن از آذر تا خرداد ماه ۱۳۷۹ با میزان SPI تجمعی ۹.۳۳- و کم‌ترین آن در آبانتا اردیبهشت ۱۳۷۴ و با میزان SPI تجمعی ۳.۷۶- رخ داده است.
۸. بررسی SPI سالانه نشان داد که از مجموع ۲۹ سال در ۹ سال دچار خشکسالی بوده که شدیدترین آن در سال ۸۰-۱۳۷۹ با میزان SPI ۲.۱۲ - وکم‌ترین آن در سال ۷۳-۱۳۷۲ و با میزان SPI ۰.۶- رخ داده است.

نتایج شاخص SPI برای سیکل وقوع خشکسالی آینده: نتایج حاصل از شاخص SPI برای پیش‌بینی وقوع خشکسالی ۱۰ سال و نتایج بررسی نشان می‌دهد که منطقه مورد مطالعه طی ده سال آماری آینده از ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰، با خشکسالی ضعیف مواجه خواهد شد. روند تغییرات خشکسالی ماه‌های مختلف در آینده نشان می‌دهد. احتمال وقوع خشکسالی در فصل پاییز نسبت

به فصول بهار، تابستان و زمستان بیشتر و همچنین در شش ماهه دوم سال آبی نسبت به شش ماهه اول سال آبی احتمال وقوع این پدیده محتمل‌تر خواهد بود(جدول ۳).

رابطه بارندگی و هزینه تولید(گندم آبی و دیم) در جدول ۴ و شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده به راحتی می‌توان اثبات کرد که با کاهش ارتفاع بارندگی میزان هزینه تولید در واحد سطح نیز افزایش می‌یابد که باعث به وجود آمدن خسارات و کاهش محصول می‌شود. همچنین بررسی نمودار کاهش عملکرد ناشی از خشکسالی طی سال‌های مختلف برای دو روش کشت آبی و دیم روند یکسانی را نشان می‌دهد. بر اساس این گراف‌ها همچنین می‌توان تاثیر افزایش هزینه‌های سالانه بر افزایش هزینه‌های تولید گندم را نیز مشاهده نمود.

براساس نتایج حاصل از بین محصولات استراتژیک کشت شده در منطقه طرح با راندمان‌های متداول برای هر محصول، حداکثر عملکرد در هر هکتار از کشت گندم، جو، یونجه و باغات و همچنین حداقل عملکرد با کشت آفتابگردان و پنبه به‌دست آمد.

نتایج بررسی هزینه‌های تولید محصولات زراعی

نتایج حاصل از بررسی میزان هزینه‌های تمام شده تولید محصولات استراتژیک رایج در منطقه طرح در شرایط فعلی نشان می‌دهد که حداکثر هزینه نهادهای کشاورزی برای تولید گندم و باغات و حداقل مقدار آن برای تولید یک هکتار آفتابگردان و یونجه می‌باشد. همچنین حداکثر هزینه نیروی انسانی برای تولید پنبه اختلاف معنی‌داری با سایر محصولات رایج دارد. این امر بیانگر لزوم دسترسی به نیروی کار ارزان برای کشت بهینه این محصول می‌باشد. همچنین بررسی هزینه ماشین‌آلات برای کشت هر هکتار محصول پنبه بیش از سایر محصولات است. این در حالی است که هزینه‌های مکانیزاسیون برای تولید هر هکتار یونجه حداقل است.

بررسی نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که حداکثر درآمد خالص در هر هکتار به کشت گندم و جو اختصاص دارد و حداقل درآمد ناخالص نیز به کشت پنبه و باغات اختصاص دارد. این نتایج را می‌توان بر اساس هزینه‌های تمام شده تولید هر محصول به خوبی توجیه کرد. بررسی میزان درآمدهای کشاورز برای تولید محصولات عمده بیانگر این مطلب است که تولید گندم و جو و پنبه رتبه‌های نخست را به خود اختصاص داده‌اند و علت این امر بومی بودن این محصولات و استفاده از نیروی کار مجانی برای کشاورز می‌باشد. میزان درآمد خالص حاصل از مصرف یک مترمکعب آب به ترتیب برای تولید یک هکتار محصول گندم، جو حداکثر و نیز برای تولید پنبه و باغات حداقل می‌باشد. بر اساس نتایج راندمان مصرف آب(میزان تولید به ازای هر واحد آب مصرفی) که یکی از فاکتورهای بسیار مهم در بررسی تاثیر آبیاری بر تولید محصول می‌باشد، برای کشت گندم و جو حداکثر است.

نتیجه‌گیری

در این بررسی ابتدا سیکل وقوع خشکسالی‌ها برای منطقه مورد نظر تعیین، سپس با در نظر گرفتن اهداف مطالعه، عملکرد محصولات کشاورزی تحت تاثیر خشکسالی و الگوی کشت مناسب ارائه گردید.

با توجه به تغییرات بارندگی در ایستگاه‌های یادشده، تغییرات بارندگی در یک دوره آماری ۲۱ ساله تعیین شده است. بر اساس نتایج حاصل مرطوب ترین سال، سال آبی ۷۱-۱۳۷۰ و خشک‌ترین سال، سال آبی ۶۸-۱۳۶۷می‌باشد. در طی دوره آماری، منطقه مورد مطالعه مجموعا ۱۰ سال مرطوب و ۱۱ سال خشک را پشت سر گذاشته است. همچنین میانگین متحرک سالانه، سه‌ساله و پنج‌ساله در منطقه مورد مطالعه در سال‌های مختلف(۱۳۶۵ تا ۱۳۸۶) نشان داد که حداکثر ارتفاع بارش در سال آبی ۷۱-۷۰ به میزان ۵۵۳/۵ میلی‌متر و حداقل آن معادل ۲۰۳/۵ میلی‌متر و در سال آبی ۶۹-۶۸ اتفاق افتاده است. کاربرد دوره های طولانی تر ۳ یا ۵ ساله روند کلی تغییرات پارامتر مورد بررسی نظیر بارش را نسبت به دوره‌های کوتاه‌تر یک ساله بهتر و سریع‌تر نشان می‌دهد. در حالی که دوره‌های کوتاه برای تعیین حوادث خاص مانند وقوع یک بارش با ارتفاع زیاد در یک سال آبی خاص کاربرد بیشتری دارد.

نتایج تحلیل شاخص SPI فصلی جهت بررسی سیکل وقوع خشکسالی در گذشته نشان داد که دوره‌ی خشکسالی زمستان ۶۸ تا پاییز ۶۹، دوره‌ی خشکسالی بهار ۷۲ تا بهار ۷۳، دوره‌ی خشکسالی زمستان ۷۴ تا زمستان ۷۵، دوره‌ی خشکسالی تابستان ۸۵ تا پاییز ۸۷ قابل شناسایی بوده و همچنین شدیدترین خشکسالی مربوط به زمستان ۱۳۷۹ با میزان SPI تجمعی ۲/۸۵- و خفیف‌ترین خشکسالی مربوط به پاییز ۱۳۸۶ با میزان SPI تجمعی ۰/۵۴- می‌باشد.

بررسی SPI شش ماهه نشان داد که ۷ دوره خشکسالی با تداوم ۵ ماهه در این دشت رخ داده که شدیدترین آن از آذر ماه تا اسفند ماه ۱۳۷۹(سال آبی) با میزان SPI تجمعی ۵/۷۶ - و کم‌ترین آن در آبان تا دی ۱۳۷۵ و با میزان SPI تجمعی ۳/۰۵-رخ داده است. بررسی SPI ۹ ماهه نشان داد که ۹ دوره خشکسالی با تداوم حداقل دو دوره در این شهر رخ داده که شدیدترین آن از آذر تا خرداد ماه ۱۳۷۹ با میزان SPI تجمعی ۹/۳۳-و کم‌ترین آن در آبانتا اردیبهشت ۱۳۷۴ و با میزان SPI تجمعی ۳.۷۶-رخ داده است. بررسی SPI سالانه نشان داد که از مجموع ۲۹ سال در ۹ سال دچار خشکسالی بوده که شدیدترین آن در سال ۸۰-۱۳۷۹ با میزان SPI۲/۱۲ - و کم‌ترین آن در سال ۷۳-۱۳۷۲ و با میزان SPI ۰/۶- رخ داده است.

نتایج حاصل از شاخص SPI برای پیش‌بینی وقوع خشکسالی ۱۰ سال آینده نشان می‌دهد، منطقه مورد مطالعه طی ده سال آماری آینده از ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰، با خشکسالی ضعیف مواجه خواهد شد.

همچنین روند تغییرات خشکسالی ماه‌های مختلف در آینده نشان می‌دهد ، وقوع خشکسالی در فصل پاییز و شش ماهه اول سال آبی نسبت به فصول بهار، تابستان و زمستان و نیز شش ماهه دوم سال آبی محتمل‌تر خواهد بود.

بررسی رابطه بارندگی و هزینه تولید(گندم آبی و دیم) نشان می‌دهد که با کاهش ارتفاع بارندگی میزان هزینه تولید در واحد سطح نیز افزایش می یابد که باعث به وجود آمدن خسارات و کاهش محصول می‌شود. همچنین تغییرات خشکسالی طی سال‌های مختلف برای دو روش کشت آبی و دیم روند یکسانی را نشان می‌دهد.

نتایج بررسی میزان عملکرد محصولات زراعی مختلف در شرایط فعلی منطقه طرح نشان می‌دهد که حداکثر عملکرد در هر هکتار برای پنبه و گندم با اختلاف اندکی به‌دست آمد و حداقل عملکرد متعلق به کشت آفتابگردان و باغات می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی میزان هزینه های تمام شده تولید محصولات استراتژیک رایج در منطقه طرح در شرایط فعلی نشان می‌دهد که حداکثر هزینه نهادهای کشاورزی برای تولید گندم و باغات و حداقل مقدار آن برای تولید یک هکتار آفتابگردان و یونجه می‌باشد. همچنین حداکثر هزینه نیروی انسانی برای تولید پنبه اختلاف معنی‌داری با سایر محصولات رایج دارد. این امر بیانگر لزوم دسترسی به نیروی کار ارزان برای کشت بهینه این محصول می‌باشد. همچنین بررسی هزینه ماشین‌آلات برای کشت هر هکتار محصول پنبه بیش از سایر محصولات است. این در حالی است که هزینه‌های مکانیزاسیون برای تولید هر هکتار یونجه حداقل است.

همچنین بررسی نتایج حاصل نشان می‌دهد که حداکثر درآمد حاصل از مصرف هر متر مکعب آب به همراه اصلاح روش‌های آبیاری به ترتیب به کشت سورگوم، پنبه، گندم و انگور اختصاص داشته و حداقل درآمد حاصل برای کشت سیب زمینی و جو به‌دست خواهد آمد.

پیشنهادات

۱- با توجه به لزوم برنامه‌ریزی در آینده و اجرای راهکارهای مدیریتی مقابله با ریسک خشکسالی، پیشنهاد می‌گردد تا نظام پایش و پیش‌آگاهی خشکسالی در اراضی کشاورزی اجرا گردد.

۲- با توجه به راندمان‌های پایین آبیاری در منطقه، استفاده از ارقام مقاوم به خشکسالی به‌عنوان یک راهکار زراعی قابل پیشنهاد است.

۳- کنترل دبی‌های زمستانه که نقش عمده‌ای از کل رواناب را تشکیل می‌دهد، احداث سد مخزنی و ذخیره آب برای استفاده در فصل زراعی است.

در خاتمه با توجه به اثرات زیان‌بار خشکسالی بر افزایش هزینه‌های تولید و کاهش درآمدهای کشاورز و لزوم حمایت‌های دولتی برای کاهش این خسارات پیشنهاد می‌گردد تا در مناطقی که ریسک بالای وقوع خشکسالی دارند، تسهیلات بیمه برای محصولات زراعی در نظر گرفته شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع:

۱. بریم‌نژاد، و. و پیکانی، غ.ر. ۱۳۸۳. تأثیر بهبود آبیاری در بخش کشاورزی بر افزایش سطح آب‌های زیرزمینی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. سال ۱۲. شماره ۴۷: ۹۵- ۶۹.

۲. تقوایی ابریشمی، ا، ۱۳۸۷. مدیریت تخصیص بهینه منابع آب بارویکرد به شناسایی آبخوان ها به عنوان مخازن طبیعی سد های زیر زمینی، دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی.

۳. خزانه داری، ل، ۱۳۷۹. بحران خشکسالی و مدیریت مقابله باآن مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲ جلد، جلد اول ص ۲۸-۳۵.

۴. داورپناه،غ، ۱۳۸۰.بررسی مهمترین اثرات اقتصادی واجتماعی سیاسی وخشکسالی و روشهای کمک دولت درکاهش این تأثیرات، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب،دانشگاه زابل.

۵. شرکت مهندسی مشاور طوس آب، گزارش هیدرولوژی ، مطالعات طرح جامع منابع و مصارف شهر بجنورد، ۱۳۸۹.

۶. عرب، د. و مهدی‌خانی، ح. ۱۳۸۴. گذار از مدیریت بحران به‌سوی مدیریت ریسک: استراتژی‌های مدیریت خشکسالی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه. ۹-۱۰ بهمن، تهران.

۷. علیزاده، امین، ۱۳۸۰. خشکسالی و ضرورت افزایش بهره وری آب. فصلنامه علمی- ترویجی، خشکی و خشکسالی کشاورزی.

۸. فرجزاده، م. ۱۳۸۳. بررسی راهکارهای کاهش اثرهای خشکسالی در کشور. جنگل و مرتع، ۶۲: ۲۷-۲۴.

۹. قدرت نما، ق، ۱۳۸۰. ساختار و محورهای اصلی در مطالعات پیش بینی و مقابله با خشکسالی نشریه پیام آب ص ۲۵-۲۸.

۱۰. قنبری،ی، ۱۳۸۰.اثرات اقتصادی واجتماعی خشکسالی برعشایرایل قشقایی،مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله بابحران آب،دانشگاه زابل.

۱۱. کردوانی، پرویز، ۱۳۸۰. خشکسالی و راههای مقابله با آن در ایران، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۲. مرید، س. و مقدسی، م. ۱۳۸۴. حرکت از مدیریت بحران به مدیریت ریسک خشکسالی در آمریکا و اُفق‌های کاری ما. مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران آب در حوادث غیرمترقبه. ۱۰-۹ بهمن، تهران.

۱۳. مرید، س.، مقدسی، م. ، پایمزد، ش و قائمی، ۵ .، ۱۳۸۴، طراحی سیستم پایش خشکسالی استان تهران؛ پژوهشکده مهندسی آب دانشگاه تربیت مدرس و شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران.

۱۴. معاونت فنی امور زیربنایی، سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان شمالی،. ۱۳۹۰

۱۵. میرابوالقاسمی، ه. و مرید، س. ۱۳۸۰. طرح جامع خشکسالی، حلقه گمشده در برنامه ریزی مدیریت منابع آب ایران. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملّی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، ۱۸ و ۱۹ اسفند، دانشگاه زابل. جلد اول: ۴۵۴- ۴۴۳.

۱۶. نساجی زواره، مجتبی، ۱۳۸۰. کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب.

۱۷. نیرومند، حسینعلی (مترجم)، ۱۳۷۱، تجزیه تحلیل سریهای زمانی، تالیف جاناتان دی کرایر، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد

18. Bonaccorso, B., Bordi, I., Cancelliere, A., Rossi, G., and Sutera A. P. 2003. Spatial variability of drought: An analysis of the SPI in sicily. Water Resour. Management ,17, 273-296.
19. 19.Huang, J., B. Kingsbury, L. Mangu, M. Padmanabhan, G. Saon, and G. Zweig. 2000. Recent improvements in speech recognition performance on large.
20. 20.Iglesias, E., Garrido, A., and Gómez-Ramos, A. 2003. Evaluation of Drought Management in Irrigated Areas. Agricultural Economics. 29:211-229.
21. 21.Kottegoda, NT, Natale L., and Raiteri, E . 2004. Some considerations of periodicity and persistence in daily rainfalls. Journal of Hydrol 296:23˚37.
22. 22.Labedzki, L., and Bak, B. 2005. Drought mapping in poland using SPI. ICID Probabilistic Analysis of Drought Spatiotemporal Characteristics in Thessaly 21st European Regional Conference, Thessaly, Greece, 10-20.
23. 23.Loukas, A., and Vasiliades, L. 2004. Probabilistic analysis of drought spatiotemporal characteristics in Thessaly region, Greece. Journal of Natural Hazards and Earth System Sciences, 4, 719-731.

24. 24.Mishra, A.K., and Desai, V.R. 2006. Drought forecasting using feed-forward recursive neural network.Ecological Modelling. 198, 127-138.
25. 25.Moreira, E.E., Coelho, C.A., Paulo, A.A., Pereira, L.S., and Mexia, J.T. 2008. SPI-based drought category prediction using loglinear models. Journal of Hydrology, 354, 116.
26. 26.Moreira, E.E., Paulo, A.A., Pereira, L.S., and Mexia, J.T. 2006. Analysis of SPI drought class transitions using loglinear models. Journal of Hydrology, 331, 349-359.
27. 27.Paulo, A.A., and Pereira, L.S. 2007. Prediction of SPI drought class transitions using Markov chains. Journal of Water Resour. Management. 21, 1813-1827.
28. 28.Peck, D.A. 2006. Economics of Drought Preparedness and Response in Irrigated Agriculture. Ph.D. Dissertation of Agricultural and Resources Economics. Oregon State University. USA.
29. 29.Rosegrant, M. W., and X. Cai. 2000. Modeling water availability and food security: A global perspective. The IMPACT-WATER Model. Working paper. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
30. 30.Rouault, M., and Y. Richard. 2003. Intensity and spatial extension of drought in South Africa at different time scales. Water SA 29.
31. 31.Steinemann, A. 2003. Drought indicators and triggers: A stochastic approach to evaluation. Journal of American Water Resources Association, 39(5), 1217-1233.
32. 32.Wilhite, D.A. 2003. Moving toward risk management: The need for global strategy. 18 p. http:// www.nahrim.gov.my.

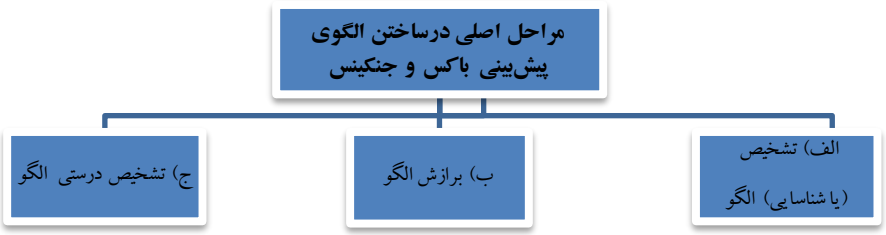
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست‌ها

جدول۱- مقادیر اولیه ماهانه داده‌های بارش.

خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	ماه سال آبی
۹	۲۵	۲۷/۵	۲۷	۲۲	۱۱/۵	۱۱	۲۶/۵	۳۲	۱۳۶۱-۶۲
۹	۳۵/۵	۵۶	۲۱/۵	۳۱	۱۳/۵	۴۷/۵	۱۰/۵	۱/۵	۱۳۶۲-۶۳
۵	۸	۲۹	۱۶/۸	۲۹/۵	۲۱/۵	۴۰	۴۷	۲۷	۱۳۶۳-۶۴
۱۴/۵	۳۴/۵	۵۱	۳۵	۳۶/۵	۱۴	۳۴	۸	۵/۷	۱۳۶۴-۶۵
۱۲	۲۲	۴۰	۷۷/۵	۱۱	۱۱	۵۸/۵	۱۲/۵	۱۱/۵	۱۳۶۵-۶۶
۰	۶۶	۲۲	۵۸/۵	۳۰/۵	۴۷/۵	۱۴	۱۴	۲۰/۵	۱۳۶۶-۶۷
۰	۱۴	۳۴/۵	۱۸/۵	۲۲/۵	۳۶	۱۴/۵	۷	۲	۱۳۶۷-۶۸
۰	۸	۲۶/۵	۱۴	۹/۵	۲۲/۵	۶۱/۵	۷/۵	۰	۱۳۶۸-۶۹
۸	۲۵	۳۱/۵	۳۱	۱۲/۵	۲۵	۱	۱۱/۵	۴	۱۳۶۹-۷۰
۳۷	۹۸	۴۶/۵	۴۵/۵	۳۰	۲۹/۵	۳۲	۳/۵	۷	۱۳۷۰-۷۱
۱۰	۳۴	۲۱/۵	۲۸	۴۷	۲۲/۵	۲۴	۰	۲/۵	۱۳۷۱-۷۲
۱۲/۵	۱۶/۵	۱۳	۴۰	۱۲/۵	۴۰	۱۲/۹	۲۱/۵	۰	۱۳۷۲-۷۳
۱	۱۸	۲۰	۲۳/۵	۱۳/۵	۱۱/۵	۲۵	۲۶	۲۲	۱۳۷۳-۷۴
۱۷	۱۴/۵	۳۳/۵	۲۶	۳۹/۵	۰	۱۰/۵	۶	۱۰/۵	۱۳۷۴-۷۵
۱۹/۵	۳۹/۵	۲۰	۲۲	۱۷/۵	۹	۱۵	۵/۵	۲/۵	۱۳۷۵-۷۶
۱۶	۴۸	۱۱/۵	۲۰	۳۵	۱۴/۵	۱۰/۵	۴۲/۵	۸	۱۳۷۶-۷۷
۰	۳۶/۵	۲۸/۵	۲۳/۵	۶	۱۰/۵	۶	۱	۹	۱۳۷۷-۷۸
۱۵	۰/۵	۰	۱۴	۳۲/۵	۷/۵	۴	۴۶/۵	۴/۵	۱۳۷۸-۷۹
۰/۵	۶	۲۰/۵	۱۱/۵	۸	۰	۱۰/۵	۱۶/۵	۲۸/۵	۱۳۷۹-۸۰
۱/۵	۶۳	۸۱	۱۶/۵	۲۶	۲۲	۱۵	۲۰/۵	۸	۱۳۸۰-۸۱
۱۷/۵	۴۰/۵	۶۷	۵۹	۲۹/۵	۱۹/۵	۱۸	۳۰/۵	۰	۱۳۸۱-۸۲
۱	۲۰/۵	۵۶	۲۳	۱۳/۵	۱۲/۵	۱۴	۲۸	۰	۱۳۸۲-۸۳
۳۰	۱۸/۵	۱۸	۷۵	۲۳	۱۸/۵	۲۸	۲۰	۵/۵	۱۳۸۳-۸۴
۹	۳۳	۵۰/۵	۲۱/۵	۲۱/۵	۲۹	۷/۵	۴۱	۹/۵	۱۳۸۴-۸۵
۷	۱۰	۸۰/۵	۲۲	۳۲	۱۷	۲۰	۲۸	۰/۵	۱۳۸۵-۸۶
۱۰/۳	۲۳/۲	۱۹/۳	۱۰/۹	۱۰/۳	۱۴	۶۷/۵	۰	۳	۱۳۸۶-۸۷
۱۳/۷	۲۷/۱	۵۳/۷	۳۹/۵	۴۰/۷	۱۲	۲۳/۰۳	۲۹	۳/۹	۱۳۸۷-۸۸
۱/۵	۷۲	۱۷/۸	۶۱/۲	۱۸/۴	۸/۵	۴۱/۱	۱۳/۲	۰/۱	۱۳۸۸-۸۹
۱۱/۲	۴۳/۳	۱۱/۷	۴۰/۸	۴۹/۲	۲۲	۰	۱۵/۲	۰/۲	۱۳۸۹-۹۰

متوسط	۷/۹	۱۷/۷	۲۲/۵	۱۷/۲	۲۴/۵	۳۱/۸	۳۴/۱	۳۱/۱	۱۰/۰
حداکثر	۳۲/۰	۴۷/۰	۶۷/۵	۴۷/۵	۴۹/۲	۷۷/۵	۸۱/۰	۹۸/۰	۳۷/۰
حداقل	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۶/۰	۱۰/۹	۰.۰	۰/۵	۰/۰
انحراف معیار	۹/۲	۱۴/۰	۱۸/۵	۱۱/۷	۱۲/۰	۱۸/۵	۲۰/۶	۲۲/۰	۹/۰



شکل ۱- مراحل اصلی درساختن الگوی پیش‌بینی باکس وجنکینس.

جدول ۲- ماهانه طبقات SPI.

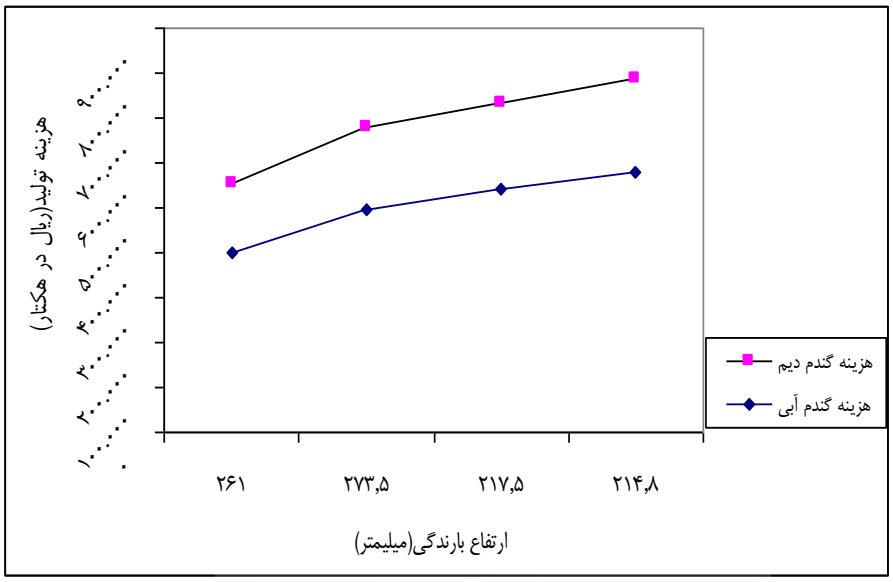
سالانه	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	سال آبی
خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	۹۱-۱۳۹۰
خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	۹۲-۱۳۹۱
خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	۹۳-۱۳۹۲
خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	۹۴-۱۳۹۳
خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	۹۵-۱۳۹۴
خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	۹۶-۱۳۹۵
خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	۹۷-۱۳۹۶
خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	۹۸-۱۳۹۷
خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	خشکسالی ضعیف	خشکسالی ضعیف	نرمال	۹۹-۱۳۹۸
خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	خشکسالی ضعیف	نرمال	نرمال	نرمال	نرمال	خشکسالی ضعیف	۴۰۰-۱۳۹۹

جدول ۳- مقادیر ماهانه بارش پیش بینی شده برای سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰.

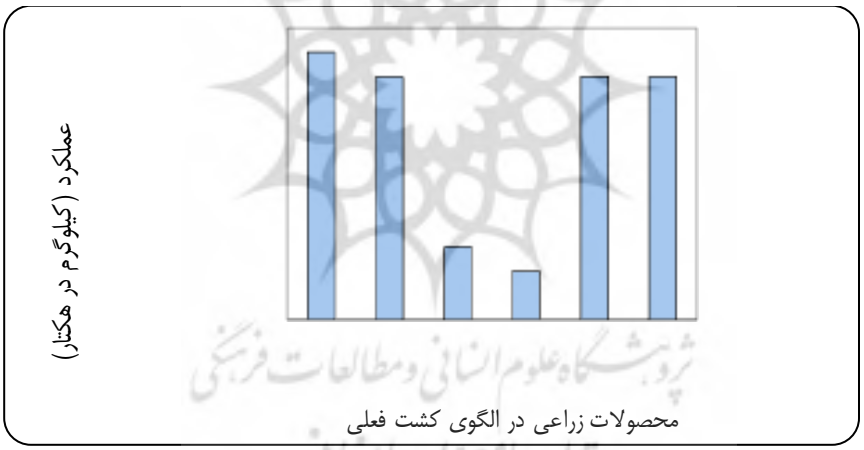
سال ماه	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰
مهر	۱۲/۵	۱۴/۲	۱۳/۶	۱۴/۳	۱۳/۶	۱۴/۲	۱۳/۶	۱۴/۲	۱۳/۶	۱۴/۲
آبان	۱۲/۴	۱۱/۶	۱۳/۰	۱۱/۷	۱۲/۹	۱۱/۷	۱۲/۸	۱۱/۷	۱۲/۷	۱۱/۷
آذر	۱۰/۵	۱۴/۶	۱۷/۱	۱۴/۹	۱۶/۹	۲۴/۹	۱۶/۸	۲۴/۹	۱۶/۷	۲۴/۹
دی	۲۴/۹	۲۱/۳	۲۲/۱	۲۱/۱	۲۲/۱	۱۱/۱	۲۲/۰	۱۱/۱	۲۱/۹	۱۱/۱
بهمن	۲۴/۶	۲۲/۶	۲۱/۳	۲۲/۴	۲۱/۳	۲۲/۳	۲۲/۲	۲۲/۱	۲۱/۱	۲۲/۰
اسفند	۲۹/۳	۲۸/۷	۲۸/۱	۲۸/۶	۲۸/۰	۲۸/۵	۲۷/۹	۲۸/۳	۲۷/۸	۲۸/۲
فروردین	۲۳/۶	۲۹/۰	۲۶/۳	۲۸/۸	۲۶/۲	۲۸/۶	۲۶/۲	۲۸/۴	۲۶/۱	۲۸/۲
اردیبهشت	۲۷/۰	۲۹/۱	۲۵/۲	۲۴/۰	۲۵/۱	۲۳/۹	۲۴/۹	۲۸/۸	۲۴/۸	۲۳/۸
خرداد	۱۲/۶	۷/۲	۱۱/۹	۱۲/۲	۱۱/۹	۱۲/۲	۱۱/۹	۷/۱	۱۱/۹	۱۲/۱
تیر	۴/۹	۲/۵	۴/۰	۲/۶	۳/۹	۲/۶	۳/۹	۲/۶	۳/۸	۲/۶
مرداد	۳/۸	۳/۳	۴/۴	۳/۳	۴/۴	۳/۳	۴/۳	۳/۳	۴/۳	۳/۴
شهریور	۳/۵	۲/۵	۳/۴	۲/۵	۳/۴	۲/۵	۳/۳	۲/۵	۳/۳	۲/۵
سالانه	**۱۸۹/۶**	**۱۸۶/۵**	**۱۹۰/۴**	**۱۸۶/۳**	**۱۸۹/۶**	**۱۸۵/۸**	**۱۸۸/۸**	**۱۸۵/۲**	**۱۸۵/۱**	**۱۸۴/۶**

جدول ۴- رابطه میان بارندگی و هزینه تولید.

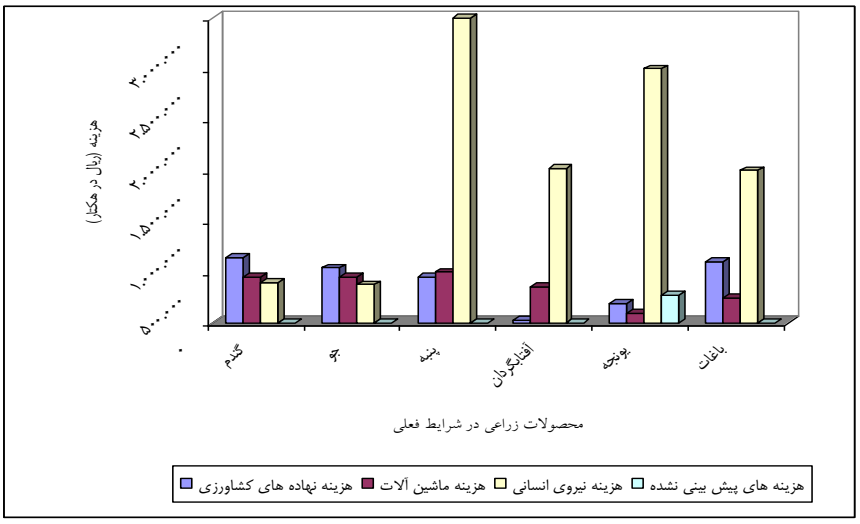
		هزینه تولید	
سال	بارندگی *۱۰۰۰	گندم آبی	گندم دیم
۸۴-۸۳	۲۶۱۰۰۰	۳۹۷۹۸۲	۱۵۴۴۱۱
۸۵-۸۴	۲۳۷۵۰۰	۴۹۴۵۸۲	۱۸۲۸۰۶
۸۶-۸۵	۲۱۷۵۰۰	۵۴۳۷۳۰	۱۹۰۷۷۵
۸۷-۸۶	۲۱۴۶۰۰	۵۷۷۱۷۱	۲۰۸۳۸۸



شکل ۲- رابطه ارتفاع بارندگی و هزینه تولید گندم دیم و آب.



شکل۳ - عملکرد محصولات زراعی رایج.



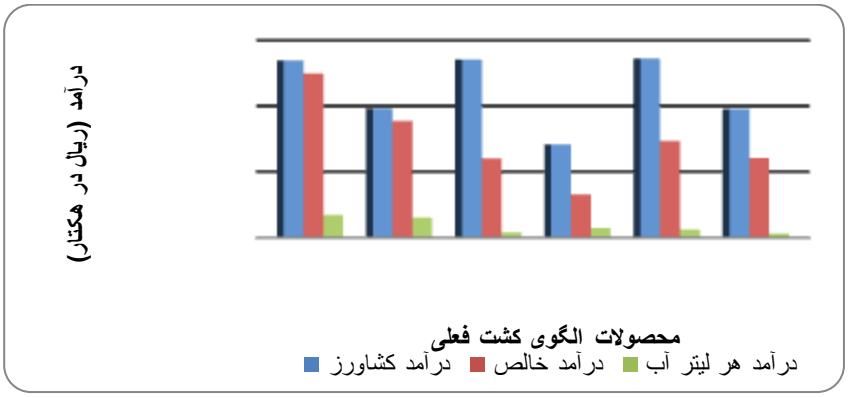
شکل۴- هزینه های تولید یک هکتار محصولات زراعی(ریال- هکتار).

جدول ۵- عملکرد، قیمت فروش درآمد ناخالص محصولات زراعی.

نام محصول	عملکرد کیلوگرم- هکتار	قیمت واحد کیلوگرم- ریال	درآمد ناخالص ریال - هکتار
گندم	۵۵۰۰	۲۰۵۰	۶,۶۲۵,۰۰۰
جو	۵۰۰۰	۱۵۲۰	۵,۰۵۰,۰۰۰
پنبه	۱۵۰۰	۴۵۰۰	۶,۷۵۰,۰۰۰
آفتابگردان	۱۰۰۰	۳۴۰۰	۳,۴۰۰,۰۰۰
یونجه	۵۰۰۰	۱۲۰۰	۶,۰۰۰,۰۰۰
باغات	۵۰۰۰	۱۰۰۰	۵,۰۰۰,۰۰۰

جدول ۶- پارامترهای اقتصادی محصولات کشاورزی(ریال- هکتار).

نام محصول	درآمد ناخالص	هزینه تولید	درآمد خالص	درآمد کشاورز	نسبت سوددهی	درآمد یک مترمکعب آب
گندم	۶۶۲۵۰۰۰	۱۶۳۹۰۰۰	۴۹۸۶۰۰۰	۵۳۸۶۰۰۰	۳/۰۴	۶۸۶
جو	۵۰۵۰۰۰۰	۱۵۰۲۰۰۰	۳۵۴۸۰۰۰	۳۹۲۳۰۰۰	۲/۳۶	۶۱۰
پنبه	۶۷۵۰۰۰۰	۴۳۴۵۰۰۰	۲۴۰۵۰۰۰	۵۴۰۵۰۰۰	۰/۵۵	۱۶۵
آفتابگردان	۳۴۰۰۰۰۰	۲۰۹۰۰۰۰	۱۳۱۰۰۰۰	۲۸۳۵۰۰۰	۰/۶۳	۳۰۰
یونجه	۶۰۰۰۰۰۰	۳۰۵۸۰۰۰	۲۹۴۲۰۰۰	۵۴۴۲۰۰۰	۰/۹۶	۲۵۳
باغات	۵۰۰۰۰۰۰	۲۵۸۵۰۰۰	۲۴۱۵۰۰۰	۳۹۱۵۰۰۰	۰/۹۳	۱۳۸



شکل۵- پارامترهای اقتصادی محصولات کشاورزی(ریال در هکتار).

جدول ۷- هزینه تولید یک هکتارمحصولات زراعی(ریال - هکتار).

نام محصول	هزینه نهاده کشاورزی	هزینه ماشین‌آلات	هزینه نیروی انسانی	هزینه پیش‌بینی نشده	جمع (ریال)
گندم	۶۴۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰	۴۰۰۰۰۰	۱۴۹	۱۶۳۹۰۰۰
جو	۵۴۰۰۰۰	۴۵۰۰۰۰	۳۷۵۰۰۰	۱۳۷	۱۵۰۲۰۰۰
پنبه	۴۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰	۳۹۵	۴۳۴۵۰۰۰
آفتابگردان	۲۵۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۱۵۲۵۰۰۰	۱۹۰	۲۰۹۰۰۰۰
یونجه	۱۹۰۰۰۰	۹۰۰۰۰ *	۲۵۰۰۰۰۰	۲۷۸۰۰۰	۳۰۵۸۰۰۰
باغات	۶۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۲۳۵	۲۵۸۵۰۰۰

* یک پنجم هزینه برای یکسال

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی