

تحلیل وضعیت اقتصادی کشاورزان شرق حوضه رودخانه زاینده‌رود تحت شرایط خشکسالی

اعظم رضایی^۱، سید ابوالقاسم مرتضوی^{۲*}، غلامرضا پیکانی^۳

۱، دانشجوی دکترای اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۲، استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۳، دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۷ - تاریخ تصویب: ۹۵/۱/۲۸)

چکیده

بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آبی در نواحی خشک و نیمه خشک است، لذا، محدودیت منابع آب بیشترین تأثیر را بر این بخش می‌گذارد. خشکسالی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل بوجود آورنده بحران آب در حوضه رودخانه زاینده‌رود، تأثیر عمیقی بر بخش کشاورزی داشته است. در همین راستا، این مطالعه به ارزیابی اثرات خشکسالی بر سطح زیر کشت و سود کشاورزان در شرق حوضه زاینده‌رود با استفاده از شاخص نمایه استاندارد بارش (SPI) و تحلیل هزینه فایده پرداخته (CBA) است. داده‌های مورد نیاز با استفاده از تکمیل پرسشنامه و مصاحبه رو در رو با ۱۴۰ کشاورز در منطقه در سال زراعی ۹۱-۹۰ و سازمان هواشناسی کل کشور بدست آمد. ابتدا با استفاده از دو ایستگاه باران‌سنجی اصفهان و سد چادگان طی سال‌های ۹۰-۵۹ و شاخص SPI، به تعیین سناریوهای اقلیمی پرداخته شده است. سپس، اثرات هر یک از سناریوهای ترسالی، نرمال و خشکسالی بر دبی، سطح زیر کشت و سود کشاورزان به‌دست آمد. نتایج نشان داد که محصولات گندم، برنج و گلرنگ که وابستگی بالایی به مصرف آب کانال دارند به ترتیب کاهش سطح زیر کشتی به میزان ۶۸ درصد، ۹۲ درصد و ۵۱ درصد دارند. به‌علاوه، کاهش سود این محصولات به ترتیب معادل ۱۳۸۵۸، ۵۲۰ و ۶۱۰۳ میلیون تومان است که بایستی با افزایش بهره‌وری و افزایش راندمان آبیاری با استفاده از روش‌هایی مانند لوله‌گذاری در مزارع که هزینه و ریسک پایین‌تری نسبت به آبیاری بارانی برای کشاورزان دارد، اثرات کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی، زاینده‌رود، شاخص نمایه استاندارد بارش.

مقدمه

توسعه صنعت، تغییرات اقلیم، عدم ثبات در الگوهای بارندگی، گسترش زمین‌های کشاورزی، تداوم مدیریت سنتی در بهره‌برداری و مصارف آب در کشاورزی و آلودگی‌های زیست محیطی عواملی هستند که به‌صورت زنجیره‌ای از علت و معلول باعث کم‌آبی در جهان شده‌اند (IWMI, 2011).

در بسیاری از کشورهای جهان، محدودیت آب به موضوعی جدی و نگران‌کننده تبدیل شده است. بر اساس برآورد موسسه بین‌المللی مدیریت آب تا سال ۲۰۲۵ حدود یک میلیارد نفر به آب کافی دسترسی نخواهند داشت (IWMI, 2011) افزایش جمعیت، شهرنشینی،

بر اساس شاخص نمایه بارش استاندارد شده (SPI)^۲ و نقشه‌های گستره فراوانی خشکسالی، یکی از عوامل خشک شدن رودخانه زاینده‌رود، خشکسالی بوده است. بر اساس آمار موجود، در قسمت‌های غربی استان اصفهان خشکسالی متوسط و شدید و در قسمت‌های شرقی و شمال شرقی خشکسالی بسیار شدید رخ داده است (اداره کل هواشناسی استان اصفهان، ۱۳۹۰).

خشکسالی رویدادی اقلیمی است که بیانگر انحراف از میزان بارش در یک محدوده جغرافیایی از متوسط بارندگی بلندمدت یا عادی آن محدوده می‌باشد (Karamouz and Nazif 2012). همچنین، بر اساس تعریف World Bank (1998) خشکسالی از دیدگاه اقتصادی عبارتست از کاهش بارندگی به میزانی که تولیدات کشاورزی را نسبت به میانگین سالیانه کاهش دهد. نظر به اهمیت نزولات جوی در کشت محصولات، هر مدل و یا پروتکل طراحی شده برای کاهش اثرات خشکسالی، نیاز به اطلاعات دقیق در مورد پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی خشکسالی دارد (Iglesias et al. 2003).

مطالعات مختلفی به ارزیابی جنبه‌های مختلف خشکسالی پرداخته است. تعدادی از مطالعاتی که در زمینه تحلیل اثرات اقتصادی خشکسالی انجام گرفته از مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای شبیه‌سازی اثرات اقتصادی استفاده کردند (Iglesias et al. 2003, Salami et al. 2005, Calatrava and Garrido 2009). بعضی در نواحی آبی و مزارع آبی (Lorite et al. 2007) و برخی به صورت تک محصولی (Quiroga and Iglesias 2009) به تحلیل اقتصادی خشکسالی پرداختند. تعدادی از محققان نیز از مدل تعادل عمومی استفاده کردند (Goodman 2000, Gómez et al. 2004, Berrittella et al. 2007). از مطالعات انجام شده که به تحلیل وضعیت خشکسالی در حوضه رودخانه زاینده‌رود پرداخته‌اند، می‌توان به مطالعه Araghinejad (2011) که به تحلیل و پیش‌بینی خشکسالی هیدرولوژیکی در این حوضه پرداختند، اشاره کرد.

مطالعات نشان می‌دهد که بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده منابع آبی در جهان است. لذا، محدودیت منابع آبی بزرگ‌ترین چالش توسعه کشاورزی و بالتبع آن امنیت غذایی تلقی می‌شود (Maneta et al. 2009). به‌علاوه، در دسترس بودن آب کلیدی‌ترین عامل برای تولیدات کشاورزی در نواحی خشک و نیمه خشک است (Sharma and Minhas 2005).

ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک جغرافیایی و نوار بیابانی، جزو مناطق کم باران جهان بشمار می‌آید و با بارندگی سالیانه ۲۲۶ میلی‌متر جز نواحی خشک و نیمه خشک طبقه‌بندی می‌شود (UNEP, 1997). به علاوه بر اساس گزارش 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).

رودخانه زاینده‌رود، بزرگ‌ترین رودخانه در فلات مرکزی ایران، در سال‌های اخیر با بحران آب مواجه شده که تولیدات کشاورزی را تحت تأثیر قرار داده است. متوسط بارندگی سالیانه در این حوضه ۱۳۰ میلی‌متر و متوسط دامنه دمایی آن C (۳-۲۹)° می‌باشد (IWMI, 2009). دلایل اصلی کمیابی آب در حوضه رودخانه زاینده‌رود عبارتند از: افزایش جمعیت، توسعه صنعت، انتقال آب و به تبع آن افزایش کاربران آب، تغییرات اقلیم و خشکسالی (Nikouei et al. 2012). این دلایل سبب افزایش رقابت کاربری آب در بخش کشاورزی و غیرکشاورزی شده است و مسایلی از قبیل کاهش سطح زیر کشت، افت سطح آب زیرزمینی، افزایش تعداد چاه‌های حریمی، تغییر الگوی کشت، ناپایداری کشاورزی، کاهش تعداد دام‌ها، مهاجرت، شوری خاک، شیوع آفات و بیماریها و غیره به وجود آورده است.

با توجه به بالا بودن وابستگی محصولات زراعی به آب سطحی و مخصوصاً گندم (۷۲ درصد)، گلرنگ (۶۰ درصد) و برنج (۸۶ درصد)^۱ کاهش سهم بخش کشاورزی از آن، سالانه بخش بیشتری از زمین‌های زراعی رها می‌شود.

۱. سازمان جهاد کشاورزی شهرستان اصفهان

2. Standard precipitation Indicator

Wilhite & Glantz (۱۹۸۵) خشکسالی را به چهار گروه خشکسالی هواشناسی، خشکسالی هیدرولوژیکی، خشکسالی کشاورزی و اقتصادی- اجتماعی تقسیم‌بندی کردند.

شاخص‌های مختلفی برای تحلیل خشکسالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شاخص پالمر^۲ (۱۹۶۵)، شاخص رطوبت محصول^۳ (۱۹۶۸)، شاخص تأمین آب سطحی^۴ (۱۹۸۲)، شاخص نمایه استاندارد بارش (۱۹۹۳) و... هیچ‌کدام از شاخص‌های مذکور از نظر کمی و کیفی بر دیگری ارجحیت ندارد و با توجه به اقتضای منطقه مورد نظر انتخاب می‌شود. به دلیل اینکه در حوضه رودخانه زاینده-رود علاوه بر خشکسالی مسایل مدیریتی مانند انتقال آب، افزایش جمعیت، رشد صنعت و غیره وجود دارد این تحقیق به ارزیابی خشکسالی هواشناسی با استفاده از شاخص نمایه استاندارد بارش می‌پردازد. زیرا سایر تعاریف و شاخص‌های خشکسالی رابطه بین دبی و بارش را در نظر می‌گیرند و نتایج حاصل از آنها علاوه بر اثرات خشکسالی، مسایل مدیریتی را هم در بر می‌گیرند و موجب بیش از حد برآورده شدن اثرات خشکسالی خواهد شد. بدین منظور در این تحقیق از شاخص SPI و با استفاده از بسته نرم افزاری^۵ DIP برای کمی کردن خشکسالی استفاده می‌شود.

شاخص SPI اولین بار توسط McKay et al. (1993) برای تحلیل خشکسالی در کلرادو مورد استفاده قرار گرفت. این شاخص بعدها برای ارزیابی خشکسالی در مناطق مختلف به عنوان یک مقیاس مناسب برای تشخیص دوره خشکسالی و شدت آن مورد استفاده قرار گرفت (Vicente-Serrano et al. 2004, Paulo et al. 2011, Moradi et al. 2008, Moreira et al. 2005). شاخص SPI توانایی ارزیابی شرایط خشکسالی در مقیاس‌های مختلف زمانی و هم انواع مختلف خشکسالی را دارد. به علاوه این شاخص عکس‌العمل منابع مختلف استفاده کننده از آب را نسبت به کاهش بارندگی مشخص می‌نماید (Vicente-Serrano and López-Moreno 2005). این شاخص با استفاده از فرمول (۱) بدست می‌آید:

در این مطالعه به تحلیل وضعیت اقتصادی زارعان شرق حوضه رودخانه زاینده‌رود تحت شرایط خشکسالی خواهیم پرداخت. لذا، ابتدا با استفاده از شاخص نمایه استاندارد بارش (SPI) به تعیین سناریوهای تغییر اقلیمی خواهیم پرداخت. سپس، با استفاده از تحلیل هزینه-فایده^۱ (CBA) به تحلیل سودآوری تحت هر کدام از شرایط اقلیمی خواهیم پرداخت. در این راستا اهداف جزئی عبارتند از: (۱) تعیین سناریوهای نرمال، ترسالی و خشکسالی در منطقه (۲) تحلیل سودآوری محصولات زراعی منطقه طی سناریوهای اقلیمی در منطقه.

آمار و اطلاعات مورد نیاز از سازمان آب منطقه‌ای اصفهان، شرکت مدیریت منابع آب ایران، سازمان جهاد کشاورزی اصفهان و تکمیل پرسشنامه از کشاورزان شرق حوضه رودخانه زاینده‌رود در سال زراعی ۹۱-۹۰ بدست آمده است.

مواد و روش‌ها

به منظور تحقق اهداف تحقیق، ابتدا با استفاده از شاخص نمایه استاندارد بارش وضعیت خشکسالی منطقه ترسیم می‌شود و در قالب سناریوهای خشکسالی، ترسالی و نرمال تعیین می‌شود. سپس، با استفاده از تحلیل هزینه فایده در هر یک از سناریوها به تحلیل سودآوری محصولات پرداخته خواهد شد.

نظر به اینکه سؤال اصلی این تحقیق تحلیل وضعیت اقتصادی کشاورزان شرق حوضه زاینده‌رود در شرایط خشکسالی می‌باشد، مسأله کمی‌سازی خشکسالی مطرح می‌شود. با کمی‌سازی خشکسالی که در اصل تابعی از عوامل محیطی است و نهایتاً، به صورت یک عدد نشان داده می‌شود، می‌توان تصویری جامع از همه این عوامل محیطی ارائه نمود که برای ارزیابی و تصمیم‌گیری در مورد آن بسیار مفید خواهد بود (Stagge et al. 2013). از آنجایی که تعریف خشکسالی همواره یک مانع دست و پاگیر برای پایش و تجزیه و تحلیل خشکسالی بوده است محققین زیادی به بررسی و تحلیل تعاریف ارائه شده برای خشکسالی پرداخته‌اند. Dracup et al (۱۹۸۰) و

3 . Crop Moisture Index (CMI)

4 . Surface Water Supply Index (SWSI)

5 . Drought indices package (DIP)

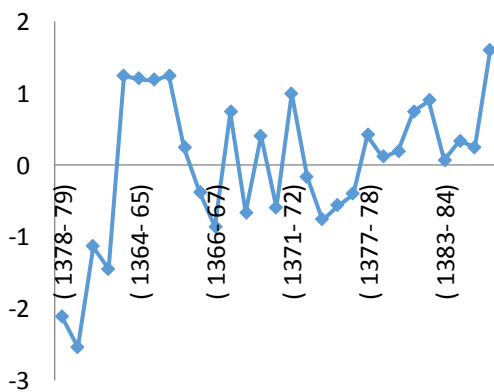
1 . Cost Benefit Analysis (CBA)

2 . Palmer Drought Severity Index (Palmer)

پرسشنامه‌ها از طریق مصاحبه رو در رو با زارعان منطقه در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ تکمیل شد. پرسشنامه طراحی شده شامل دو بخش بود: بخش اول، در برگزیده وضعیت اجتماعی - اقتصادی کشاورزان درآمد ماهانه بود که با طرح سؤالاتی نظیر سن، جنسیت، پاسخگویان سنجیده شد. بخش دوم، سؤالاتی در رابطه با میزان مصرف و هزینه نهاده‌های کشاورزی بود، عملکرد، سطح زیرکشت و... بود.

نتایج

همان‌گونه که بیان شد شاخص نمایه استاندارد بارش طی یک دوره سی ساله و به صورت سالیانه برای دو ایستگاه بارانسنجی اصفهان و چادگان برآورد شده است. نمودار (۱) مقدار شاخص SPI و طبقه‌بندی خشکسالی از نظر شدت را برای ایستگاه بارانسنجی اصفهان نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، مقادیر شاخص SPI در این ایستگاه بین ۱/۴۵- تا ۲/۱۲- جزو سال‌های خشک طبقه‌بندی شده است. همچنین، مقادیر ۱/۱۸ تا ۱/۶ برای SPI در زمره سال‌های تر قرار گرفت. مقادیر SPI در فاصله ۰/۸۶- و ۰/۹۹ شرایط نرمال در نظر گرفته شده است.



مأخذ: یافته‌های تحقیق

نمودار (۱) - شاخص محاسبه شده SPI برای ایستگاه باران سنجی اصفهان

نمودار (۲) مقدار شاخص SPI و طبقه‌بندی خشکسالی از نظر شدت را برای ایستگاه بارانسنجی چادگان نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، مقادیر شاخص SPI در این ایستگاه بین ۱/۰۶- تا ۲/۳- جزو سال‌های خشک طبقه‌بندی شده است. همچنین، مقادیر ۱/۰۳ تا

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{S} \quad (1)$$

که در آن SPI نمایه استاندارد بارش، P_i مقدار بارش در دوره مورد نظر، \bar{P} میانگین دراز مدت بارش برای دوره آماری مورد نظر و S انحراف معیار مقادیر بارش است (Myronidis et al. 2012)

در تحقیق حاضر به منظور ارزیابی خشکسالی از اطلاعات سری زمانی مربوط به دو ایستگاه باران‌سنجی اصفهان و سد چادگان در حوضه مورد مطالعه که دارای آمار بلندمدت بارش و نواقص کم آماری بودند، استفاده شد. همچنین از یک دوره مشترک آماری بین دو ایستگاه (۹۰-۱۳۵۹) جهت تجزیه و تحلیل‌های آماری استفاده گردید. سپس، با استفاده از جدول طبقه‌بندی شاخص استاندارد شده بارش، مقادیر کمی این شاخص به مقادیر کیفی شدت خشکسالی برای هر کدام از ایستگاه‌ها تبدیل شد.

در وضعیت خشکسالی نهاده آب که محدودکننده-ترین عامل تولید است تحت تأثیر قرار می‌گیرد. (Prest and Turvey 1965, Boardman et al. 2010). لذا، در هر کدام از شرایط اقلیمی سودآوری تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. به منظور تحلیل سودآوری کشاورزان شرق حوضه رودخانه زاینده‌رود از تکمیل پرسشنامه در سال زراعی ۹۰-۹۱ که سالی نرمال بود استفاده شد.

جامعه آماری این تحقیق شامل کشاورزان محصولات گندم، برنج و گلرنگ در شرق حوضه رودخانه زاینده‌رود بود که فقط از آب کانال و رودخانه استفاده می‌کردند و در حریم رودخانه قرار داشتند. همچنین، بر اساس آمار و اطلاعات موجود، بیشترین خسارت خشکسالی بر این منطقه وارد شده است.

روش نمونه‌گیری مورد استفاده در این تحقیق، بر اساس نسبت سطح زیر کشت گندم، برنج و گلرنگ و روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای است. پس از تکمیل ۳۰ پرسشنامه در مرحله پیش‌آزمون و برآورد واریانس کاهش سود و سطح زیرکشت با استفاده از فرمول کوکران (رابطه (۲)) حجم نمونه تعیین شد. نهایتاً، حجم نمونه ۱۴۰ به‌دست آمد.

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \delta^2}{\varepsilon^2} \quad (2)$$

که در آن n حجم نمونه، ε میزان خطا، Z درجه اطمینان و δ^2 واریانس صفت مورد نظر می‌باشد.

جدول ۱- طبقه‌بندی خشکسالی بر اساس شاخص SPI

مقدار شاخص SPI	طبقه بندی اقلیمی
-۲/۱۲ تا -۲/۵۴	خشکسالی
۱/۲۴ تا ۱/۶	ترسالی
۱/۲۴ تا -۱/۴۵	نرمال

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پس از تعیین سناریوهای اقلیمی در منطقه مطالعه به تحلیل وضعیت اقتصادی کشاورزان تحت این سناریوها می‌پردازیم.

الف) شرایط ترسالی (میانگین دبی سال‌های تر): ۱۰۰۶ میلیون متر مکعب

ب) شرایط خشکسالی (میانگین دبی سال‌های خشک): ۵۲۹ میلیون متر مکعب

ج) شرایط نرمال (میانگین دبی سال‌های نرمال): ۷۹۲ میلیون متر مکعب

با توجه به نیاز آبی هر کدام از محصولات و راندمان آب ۳۵ درصد در منطقه در هر کدام از شرایط اقلیمی و با کاهش دبی تحت هر کدام از سناریوها تغییرات سطح زیر کشت به وجود می‌آید که در جدول (۲) نشان داده شده است.

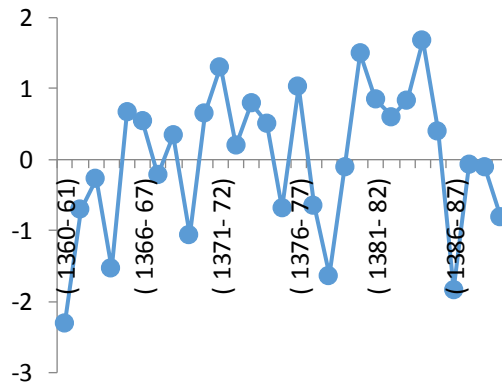
جدول (۲)- تغییرات سطح زیر کشت در شرایط مختلف اقلیمی (هکتار)

نام محصول	آب‌سالی	نرمال	خشکسالی
گندم	۴۳۵۵۰	۳۹۰۰۰	۱۲۳۵۰
گلرنگ	۱۸۷۰	۱۵۵۰	۷۵۰
برنج	۲۳۴۰	۲۱۲۰	۳۲۵

مأخذ: سازمان جهاد کشاورزی شهرستان اصفهان

بر اساس جدول (۳) هزینه‌ها، درآمد و سود در یک هکتار برای محصولات گندم، برنج و گلرنگ در سال زراعی ۱۳۹۰ نشان داده شده است. بر این اساس، برنج با بیشترین سود و گندم با ۵۲۰۰۰۰ تومان کمترین سود را داراست.

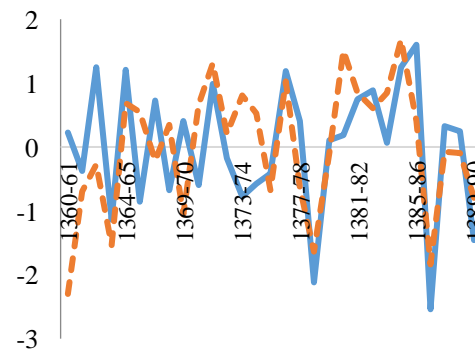
۱/۶۸ برای SPI در زمره سال‌های تر قرار گرفت. مقادیر SPI در فاصله ۰/۸- و ۰/۶۸ سال‌های نرمال در نظر گرفته شده است.



مأخذ: یافته‌های تحقیق

نمودار (۲)- شاخص محاسبه شده SPI برای ایستگاه باران سنجی چادگان

پس از محاسبه شاخص SPI برای ایستگاههای بارانسنجی اصفهان و چادگان طبقه‌بندی حوضه مطالعاتی تحقیق بر اساس شدت خشکسالی با استفاده از این شاخص انجام گرفت (نمودار ۳).



مأخذ: یافته‌های تحقیق

نمودار (۳)- تعیین دوره‌های مشترک شاخص محاسبه شده SPI برای ایستگاه باران سنجی اصفهان و چادگان

بر اساس نتایج، مقدار SPI در بازه -۲/۵۴ تا -۲/۱۲ ، به عنوان شرایط خشکسالی در نظر گرفته شد. همچنین مقدار SPI در فاصله ۱/۶ تا ۱/۲۴ در زمره سالهای تر و مقادیر شاخص نمایه استاندارد بارش در فاصله -۱/۴۵ تا ۱/۲۴ به عنوان وضعیت نرمال در نظر گرفته شدند (جدول ۱).

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به تغییرات سطح زیر کشت در اثر کاهش دبی رودخانه طی سناریوهای مختلف اقلیمی، میزان سود تحت سناریوهای خشکسالی، ترسالی و نرمال در جدول (۴) نشان داده شده است. بر این اساس تغییرات سود برای گندم ۱۳۸۵۸ میلیون تومان می‌باشد و نشان می‌دهد که در منطقه گندم آسیب‌پذیرترین محصول در شرایط خشکسالی است. برنج دومین محصولی است که با کاهش ۶۱۰۳ میلیون تومان سود در اثر خشکسالی متضرر می‌شود و به دلیل مصرف آب بالا مقدار سطح زیر کشت به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد.

منظور مقابله با پدیده خشکسالی و حداقل کردن اثرات آن، افزایش راندمان آبیاری در منطقه می‌تواند به حداقل کردن اثرات این پدیده کمک کند. لازم به ذکر است که به دلیل بتنی بودن کانال‌های منشعب از بند آبشار و رودشتین تلفات انتقال آب در منطقه بسیار پایین می‌باشد و افزایش راندمان آبیاری فقط در سطح مزارع قابل بهبود می‌باشد. علی‌رغم بالا بودن راندمان آبیاری بارانی، سطح پذیرش این نوع آبیاری در بین کشاورزان پایین است و اکثر کشاورزان از روش آبیاری سنتی استفاده می‌کنند. شوری و بالا بودن PH خاک، بالا بودن EC آب، بالا بودن هزینه تجهیزات، هراس از مقطعی بودن آب رودخانه و کانال و خرد بودن قطعات مزارع از جمله عواملی هستند که کشاورزان در پذیرش آبیاری بارانی مقاومت نشان می‌دهد. لذا، برای افزایش راندمان آبیاری روش‌های مانند لوله گذاری در مزرعه پیشنهاد می‌گردد که هزینه و ریسک پایین تری برای کشاورزان دارد.

بر اساس نتایج تحقیق، با توجه به بالا بودن نیاز آبی برنج در منطقه و کاهش سطح زیر کشت ۹۲ درصدی آن در شرایط خشکسالی، حذف این محصول از الگوی کشت قابل اجرا خواهد بود. نتایج Lee et al (2001) مطالعه نیز این امر را تأیید می‌کند. آنها در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که کشاورزان در شرایط خشکسالی به تولید محصولاتی می‌پردازند که به آب کمتری نیاز دارد و یا به ازای هر واحد آب ارزش بیشتری دارد و بر اساس نوع محصول اثرات اقتصادی متفاوت است و الگوی کشت از برنج و یونجه به غلات تغییر می‌کند.

جدول (۳): تعیین سود در هکتار در سناریوهای مختلف

اقلیمی (هزار تومان)

محصول	هزینه کود و سم	هزینه آبیاری مصرفی	هزینه ماشین‌آلات	هزینه بذر	سود	کاهش
گندم	۱۳	۵۵۷	۴۴	۵۹۰	۲۲۵	۵۲۰
گلرنگ	۸	۳۳۷	۴۶۰	۵۹۳	۲۸۰	۶۵۰
برنج	۷۶۰	۱۴۱	۴۴	۲۹۹	۹۰۰	۳۴۰

جدول (۴) - میزان سود در شرایط مختلف اقلیمی در منطقه

مورد مطالعه (میلیون تومان)

محصول	آب‌سالی	نرمال	خشکسالی	تغییرات سود
گندم	۲۲۶۴۶	۲۰۲۸۰	۶۴۲۲	۱۳۸۵۸
گلرنگ	۱۲۱۶	۱۰۰۸	۴۸۸	۵۲۰
برنج	۷۹۵۶	۷۲۰۸	۱۱۰۵	۶۱۰۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همزمان با خشک شدن رودخانه زاینده‌رود و افزایش تقاضا برای برداشت از رودخانه در سال‌های اخیر، سهم بخش کشاورزی در این حوضه رو به کاهش بوده است. با توجه به وابستگی کامل سه محصول گندم، برنج و گلرنگ به آب رودخانه و کانال میزان سود در شرایط خشکسالی کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج تحقیق گندم بیشترین ضرر را در این زمینه خواهد داشت. با توجه به استراتژیک بودن این محصول و وابستگی امنیت غذایی به آن باید برای مقابله با خشکسالی بهره‌وری آن افزایش یابد. برای افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی گزینه‌های مختلفی مطرح می‌شود که یکی از آنها افزایش راندمان آبیاری می‌باشد و با توجه به اهمیت نهاده آب، مسأله بهبود راندمان آبیاری بسیار مهم تلقی می‌شود. راندمان آبیاری در منطقه بین ۳۰ تا ۴۰ درصد است و این مقدار قابل بهبود است. به

REFERENCES

1. Araghinejad, S. (2011) An Approach for Probabilistic Hydrological Drought Forecasting. *Water Resources Management* 25(1), 191-200.
2. Berrittella, M., Hoekstra, A.Y., Rehdanz, K., Roson, R. & Tol, R.S. (2007) The economic impact of restricted water supply: A computable general equilibrium analysis. *Water Research* 41(8), 1799-1813.
3. Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R. & Weimer, D. (2010) *Cost-benefit analysis*, Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
4. Calatrava, J. & Garrido, A. (2005) Modelling water markets under uncertain water supply. *European Review of Agricultural Economics* 32(2), 119-142.
5. Dracup, J.A., Lee, K.S. & Paulson Jr, E.G. (1980) On the definition of droughts. *Water Resources Research* 16(2), 297-302.
6. Gómez, C.M., Tirado, D. & Rey-Maqueira, J. (2004) Water exchanges versus water works: Insights from a computable general equilibrium model for the Balearic Islands. *Water Resources Research* 40(10).
7. Goodman, D.J. (2000) More reservoirs or transfers? A computable general equilibrium analysis of projected water shortages in the Arkansas River Basin. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 698-713.
8. Iglesias, E., Garrido, A. and Gómez-Ramos, A. (2003) Evaluation of drought management in irrigated areas. *Agricultural Economics* 29(2), 211-229.
9. Karamouz, M. & Nazif, S. (2012) *Hydrology and Hydroclimatology: Principles and Applications*, CRC Press.
10. Lorite, I., Mateos, L., Orgaz, F. & Fereres, E. (2007) Assessing deficit irrigation strategies at the level of an irrigation district. *Agricultural Water Management* 91(1), 51-60.
11. Maneta, M., Torres, M.d.O., Wallender, W., Vosti, S., Howitt, R., Rodrigues, L., Bassoi, L. and Panday, S. (2009) A spatially distributed hydroeconomic model to assess the effects of drought on land use, farm profits, and agricultural employment. *Water Resources Research* 45(11), W11412.
12. McKee, T.B., Doesken, N.J. & Kleist, J. (1993) The relationship of drought frequency and duration to time scales, pp. 179-183, *American Meteorological Society Boston*, MA.
13. Moghaddasi, M., Morid, S., Araghinejad, S. & Alikhani, M.A. (2010) Assessment of irrigation water allocation based on optimization and equitable water reduction approaches to reduce agricultural drought losses: the 1999 drought in the Zayandeh Rud irrigation system (Iran). *Irrigation and Drainage* 59(4), 377-387.
14. Moradi, H.R., Rajabi, M. & Faragzadeh, M. (2011) Investigation of meteorological drought characteristics in Fars province, Iran. *CATENA* 84(1-2), 35-46.
15. Moreira, E.E., Coelho, C.A., Paulo, A.A., Pereira, L.S. & Mexia, J.T. (2008) SPI-based drought category prediction using loglinear models. *Journal of Hydrology* 354(1-4), 116-130.
16. Myronidis, D., Stathis, D., Ioannou, K. & Fotakis, D. (2012) An Integration of Statistics Temporal Methods to Track the Effect of Drought in a Shallow Mediterranean Lake. *Water Resources Management* 26(15), 4587-4605.
17. Nikouei, A., Zibaei, M. and Ward, F.A. (2012) Incentives to adopt irrigation water saving measures for wetlands preservation: An integrated basin scale analysis. *Journal of Hydrology*.
18. Palmer, W.C. (1965) *Meteorological drought*, US Department of Commerce, Weather Bureau Washington, DC, USA.
19. Palmer, W.C. (1968) Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: The new crop moisture index.
20. Paulo, A.A., Ferreira, E., Coelho, C. & Pereira, L.S. (2005) Drought class transition analysis through Markov and Loglinear models, an approach to early warning. *Agricultural Water Management* 77(1-3), 59-81.

21. Prest, A.R. & Turvey, R. (1965) Cost-benefit analysis: a survey. *The Economic Journal* 75(300), 683-735.
22. Quiroga, S. & Iglesias, A. (2009) A comparison of the climate risks of cereal, citrus, grapevine and olive production in Spain. *Agricultural Systems* 101(1), 91-100.
23. Salami, H., Shahnooshi, N. & Thomson, K.J. (2009) The economic impacts of drought on the economy of Iran: An integration of linear programming and macroeconomic modelling approaches. *Ecological Economics* 68(4), 1032-1039.
24. Shafer, B. & Dezman, L. (1982) Development of a Surface Water Supply Index (SWSI) to assess the severity of drought conditions in snowpack runoff areas, pp. 164-175.
25. Sharma, B.R. and Minhas, P.S. (2005) Strategies for managing saline/alkali waters for sustainable agricultural production in South Asia. *Agricultural Water Management* 78(1-2), 136-151.
26. Smith, M. (2000) The application of climatic data for planning and management of sustainable rainfed and irrigated crop production. *Agricultural and Forest Meteorology* 103(1), 99-108.
27. Stagge, J., Tallaksen, L., Gudmundsson, L., Van Loon, A. & Stahl, K. (2013) Pan-European comparison of candidate distributions for climatological drought indices, *SPI and SPEI*, p. 9329.
28. Vicente-Serrano, S.M. & López-Moreno, J.I. (2005) Hydrological response to different time scales of climatological drought: An evaluation of the Standardized Precipitation Index in a mountainous Mediterranean basin. *Hydrology and Earth System Sciences* 9(5), 523-533.
29. Vicente-Serrano, S.M., González-Hidalgo, J.C., de Luis, M. & Raventós, J. (2004) Drought patterns in the Mediterranean area: The Valencia region (eastern Spain). *Climate Research* 26(1), 5-15.
30. Wilhite, D.A. & Glantz, M.H. (1985) Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. *Water International* 10(3), 111-120.