نشریه هواشناسی کشاورزی
(وابسته به انجمن مهندسی آبیاری و آب ایران)
جلد ۱۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۴، صص.۳۳-۲۲
مقاله علمی پژوهشی

Journal of Agricultural Meteorology
(Iranian Soc. of Water and Irrig. Eng.)
Vol. 13, No. 1, Spring & Summer 2025, pp. 22-33
DOI: 10.22125/AGMJ.2023.402844.1154

بررسی الگوی کشت کشاورزان در دو حالت کاهش آب در دسترس و اجرای روش آبیاری قطره‌ای در شرایط خشکسالی در شهرستان ارزوئیه

محمدحسن میرزاده[۱]، محمدرضا زارع مهرجردی[۲*]، علی دهقانی[۳]، حمیدرضا میرزایی خلیل آبادی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۶

چکیده

خشکسالی تأثیراتی منفی بر منابع آبی، کشاورزی و اقتصادی بهمراه دارد. کمبود آب از مهمترین عوامل محدودیت در تولید محصولات کشاورزی در ایران می‌باشد. هدف این تحقیق، ارزیابی تصمیمات مدیریت زراعی کشاورزان در دو راهکار تغییر الگوی کشت ناشی از کاهش فراهمی آب و اجرای روش‌های آبیاری تحت فشار و تأثیر آنها بر سود ناخالص و بازده خالص کشاورزیان در سطح مزارع شهرستان ارزوئیه از توابع استان کرمان است. راهکار کاهش آب در دسترس با پیش‌فرض‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد در نظر گرفته شد. داده‌های مورد نیاز با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و تکمیل ۱۰۰ پرسشنامه برای سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ جمع‌آوری گردید. برای تحلیل گزینه‌ها از یک مدل برنامه‌ریزی استفاده شد. کاهش آب در دسترس تحت سناریوی ۱۵ درصد منجر به کاهش سطح زیر کشت محصولات منتخب شد و سود ناخالص برآورد شده با اعمال این سناریو ۴۸ درصد نسبت به سطح مشاهده شده کاهش یافت. نتایج کاربست مدل در گزینه اجرای روش آبیاری قطره‌ای افزایشی به میزان ۳۰/۷۵ درصد در سود ناخالص و کاهش آب مصرفی محصولات منتخب به میزان ۲۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد نشان داد.

واژه‌های کلیدی: کم‌آبیاری، الگوی کشت، ارزوئیه، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، خشکسالی

مقدمه

راه‌های متعددی برای استفاده کشاورزان به منظور رویارویی با اثرات تغییرات اقلیمی در جهان وجود دارد که عبارتند از: جنگل زراعی، تغییر الگو و تقویم کشت، استفاده از پیش‌بینی‌های آب و هوایی، استفاده از تنوع مقاوم در برابر خشکسالی و تقویت خاک از طریق استفاده از کودهای متفاوت (Sadeghlou et al., 2019). قابلیت انطباق‌پذیری در برابر خشکسالی در اجتماعات روستایی بیشتر به صورت واکنش‌هایی نظیر پمپاژ بیشتر و عمیق‌تر آب‌های زیرزمینی و تغییر الگوی کشت محصولات ظاهر می‌شود (Azadi et al., 2018). طبیعتاً پیامدهای خشکسالی‌های گذشته در ایران سبب بحران‌های آبی، خشک شدن دریاچه‌ها و تالاب‌ها، شور شدن منابع آب زیرزمینی، خالی از سکنه شدن روستاها و آسیب‌های اقتصادی-اجتماعی شده است (Dostan, 2018). آب‌های موجود در اعماق زمین یکی از اصلی‌ترین و کم هزینه‌ترین آب‌های در دسترس محسوب می‌شوند که استفاده صحیح از آن‌ها موجب می‌شود توسعه پایدار برنامه‌های اقتصادی یک ناحیه، به‌خصوص در نواحی کم بارش برقرار گردد. استحصال بیش از حد از آب‌های زیرزمینی خصوصاً در شرایط خشکسالی، آسیب‌های غیر قابل جبرانی مثل کاهش شدید و برگشت ناپذیر مقدار آب زیرزمینی، کم شدن آب‌دهی چاه‌ها و قنوات را در پی دارد؛

[۱] کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[۲] استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
(*نویسنده مسئول: zare@uk.ac.ir)
[۳] دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[۴] دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

نحوه ارجاع مقاله:
میرزاده، م. ح.، زارع مهرجردی، م. ر.، دهقانی، ع.، میرزایی خلیلی آبادی، ح. ر. ۱۴۰۴. بررسی الگوی کشت کشاورزان در دو حالت کاهش آب در دسترس و اجرای روش آبیاری قطره‌ای در شرایط خشکسالی در شهرستان ارزوئیه. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۱۳(۱): ۳۳-۲۲. DOI: 10.22125/AGMJ.2023.402844.1154

Mirzadeh, M. H., Zare Mehrjerdi, M. R., Dehghani, A., Mirzaei, H. R. 2025. Investigation of farmers cropping pattern under reduced available water conditions and drip irrigation systems in drought conditions (Case study Orzuiye region). Journal of Agricultural Meteorology, 13(1): 22-33. DOI: 10.22125/AGMJ.2023.402844.1154

در نتیجه، در تمام کشورها نظر به مورد تهدید بودن ذخایر آبی، کوشش جهت بازآفرینی و استمرار این ذخایر مهم دارای اولویت می‌باشد. حوزه کشاورزی با برتری اقتصادی پایدار، بر اساس سیاست‌های اصلی و بلند مدت کشور، بینش محلی کشاورزان و استفاده درست از موقعیت‌های هر بخش، این پتانسیل را دارد که الگوی کشت بهینه هر ناحیه را مشخص کند. دارا بودن تدابیر الگوی کشت دانشورانه و متناسب بودن گونه بذرها با شرایط آب و هوایی، استمرار فرآوری محصولات کشاورزی و تأمین غذای مورد نیاز را ضمانت می‌کند و موجب می‌گردد از ظرفیت‌های هر ناحیه به خوبی استفاده شود و بازدهی، رشد کند؛ ولی با توجه به این ضرورت‌ها، می‌توان گفت همه دولت‌ها قصد نگارش الگوی کشت حوزه کشاورزی را داشته‌اند اما تاکنون موفق به نوشتن این الگو به شکل رسمی نگردیده‌اند (Alipour et al., 2018). یکی از موانع دستیابی به الگوی کشت بهینه، کمبود آب است. کمبود آب به دلیل رشد سریع جمعیت در بسیاری از مناطق در سراسر جهان یک مسئله رایج است که در میان بخش‌های مصرف‌کننده آب، کشاورزی ۷۰ درصد از کل مصرف آب در سراسر جهان را به خود اختصاص می‌دهد. در مناطق نیمه خشک و خشک که به شدت به کشاورزی آبی متکی هستند آب کشاورزی حتی بحرانی‌تر است (Tan et al., 2017). با افزایش کمبود آب تا حدی به دلیل افزایش تقاضا، آب به یک موضوع جهانی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک تبدیل شده است. فن‌آوری‌های آبیاری صرفه‌جویی در مصرف آب‌راه‌های جدیدی را برای بهبود بهره‌وری مصرف آب برای تولیدات کشاورزی ارائه می‌دهد. اگرچه مدیریت کارآمد آبیاری می‌تواند منجر به صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش عملکرد شود، اما مصرف آب و انتشار گازهای گلخانه‌ای در حین ساخت پروژه‌های آبیاری نیز بر سلامت محیط‌زیست فشار وارد می‌کند (Chen et al., 2020). کشاورزان اجراکنندگان اصلی طرح‌ها و تدابیر ارائه شده در سطح مزارع هستند و اندازه همراهی و همکاری آنان با طرح‌ها، تدابیر جدید عامل مهمی در مؤثر بودن این تدابیر می‌باشد نظر به این‌که یکی از مهمترین احتیاجات هر طرح قابل قبولی، برنامه‌ریزی در راستای اهداف بنیادی آن کار می‌باشد، حوزه کشاورزی هم به عنوان یکی از اساسی‌ترین کارهای اقتصادی کشورها نیاز به طرح‌های اساسی برای پیشرفت و رویارویی با مخاطرات پیش‌رو دارد (Hassanvand et al., 2017). یکی از تأثیرگذارترین برنامه‌ها برای کاهش مخاطرات حوزه آب و بالا بردن راندمان محصولات کشاورزی، نگاه اساسی به بازدهی آب و بالا بردن آن با انجام طرح‌ها و تدابیر اساسی است. ارتقای تولید به ازای مصرف هر واحد آب از راه به‌کارگیری سیستم‌های نوین آبیاری، تصحیح و انتخاب بذرهای مرغوب زراعی و انجام مدیریت کم آبیاری امکان‌پذیر می‌باشد (Haghighati et al., 2014). طبق قانون برنامه پنج ساله هفتم توسعه، دولت مکلف به ۱- تأمین امنیت غذایی و تولید حداقل ۹۰ درصد کالاهای اساسی و اقلام غذایی در داخل، همراه با حفظ و ارتقاء ذخایر ژنتیکی و منابع آبی و افزایش سطح سلامت و ایمنی مواد غذایی، ۲- اصلاح الگوی کشت با توجه به مزیت‌های منطقه‌ای و منابع آبی و با اولویت‌بخشی به تولید کالاهای راهبردی کشاورزی، ۳- استقرار نظام مدیریت یکپارچه منابع آب کشور و افزایش بهره‌وری حدود پنج درصدی آب کشاورزی، ۴- کنترل و مدیریت آب‌های سطحی و افزایش منابع زیرزمینی آب از طریق آبخیزداری و آبخوان‌داری و ۵- برنامه‌ریزی برای دستیابی به سایر آب‌ها و بازچرخانی آب‌های صنعتی و پسآب (قانون برنامه پنجساله هفتم ارتقای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی ایران ۱۴۰۱ - ۱۴۰۰) است. در سالیان گذشته برداشت بیش از حد ذخایر آب و راندمان کم شیوه‌های برداشت از آن در الگوی کشت، سبب دلواپسی‌های زیادی در ارتباط با حفاظت محیط زیست گردیده است. برداشت زیاد آب از رودخانه و کانال‌ها جهت آبیاری و مصارف دیگر به عوامل ناراحت‌کننده محیط زیستی در نواحی انتهایی آنان تبدیل شده است که از جمله مشکلات به وجود آمده محیط زیستی حاصل از آن کم شدن آب قابل دسترس و افت کیفیت و بالا رفتن شوری آب و خاک می‌باشد. غیر از مشکلات ذکر شده، افزایش روزانه جمعیت در دنیا تقاضا برای تولیدات و محصولات کشاورزی را بالا برده و حجم استفاده از منابع اساسی مورد استفاده مانند (آب، زمین و سایر نهاده‌ها) را برای این تولیدات افزایش داده است (Saljuqi et al., 2021). بنابراین نگارش و بیان سیاست و طرح‌ها با تدابیری که توانایی این را داشته باشند انتظارات اقتصادی کشاورزان را در مواقع کاهش آب در دسترس و روبرو شدن با محدودیت نهاده‌ی

DOI: 10.22125/AGMJ.2023.402844.1154

آب برآورده سازد، امری حیاتی می‌باشد. بنابراین در پژوهش حاضر به مقایسه رفتار کشاورزان شهرستان ارزوئیه در دو حالت کاهش آب در دسترس و اجرای روش آبیاری قطره‌ای در شرایط خشکسالی پرداخته است. Chen et al., (2020) به ارزیابی اثرات محیط زیستی سیستم‌های آبیاری صرفه‌جویی در مصرف آب در ۶۰ پروژه ساخت و ساز آبیاری در شمال چین پرداختند. آن‌ها یک روش کمی ساده برای ارزیابی اثرات محیط زیستی ارائه کردند. آن‌ها نشان دادند که استفاده از آبیاری قطره‌ای در بلندمدت می‌تواند باعث افزایش عملکرد محصول و کاهش ردپای آب شود، اما ردپای کربن در همان زمان افزایش یافت. این مطالعه نشان می‌دهد که ارزیابی اثرات محیط‌زیستی پروژه‌های ساخت و ساز آبیاری از منظر چرخه حیات و نه تنها بر افزایش عملکرد و کاهش مقادیر آبیاری ضروری است. Berbel et al., (2019) به بررسی اثرات نوسازی آبیاری در اسپانیا در طی سال‌های ۲۰۰۲- ۲۰۱۵ پرداختند. در دوره ۲۰۰۲-۲۰۱۵، اسپانیا یک فرآیند مدرن‌سازی آبیاری شدید را با هدف دستیابی به صرفه‌جویی قابل توجه در آب و انعطاف‌پذیری بیشتر و تضمین عرضه، انجام داد. نتایج نشان داد که انعطاف‌پذیری بیشتر و تضمین عرضه، امکان روی آوردن به محصولات با ارزش بالاتر و همچنین حرفه‌ای شدن کشاورزان و کارخانه‌های تولید آب را فراهم می‌آورد که همه این اثرات به طور مثبت به تضمین رفاه و درآمد کشاورزان کمک کرده است و منجر به دستاوردهای بیشتر برای جامعه، مانند محیط زیست (به عنوان مثال خدمات اکوسیستم کشاورزی) خواهد شد. Laureti et al., (2021) به کارایی مصرف آب و حفاظت از کالاهای عمومی در قالب یک مدل مرزی تصادفی فضایی برای آبیاری در جنوب ایتالیا پرداختند. این مطالعه یک مدل مرزی تصادفی فضایی را در مورد محصولات میوه و سبزیجات با نیاز آبی بالا اعمال می‌کند. نتایج، از این فرضیه حمایت می‌کند که ناهمگونی فضایی در بازده تولید محصولات آبیاری در مزرعه وجود دارد و به اندازه کافی با رویکرد مدل مرزی تصادفی فضایی گرفته شده است. بهره‌وری فنی مزارع با ویژگی‌های ساختاری و مدیریتی مشابه در بین محصولات زراعی و مناطق جغرافیایی به دلیل وجود منابع طبیعی مختلف و عوامل کشاورزی-اقلیمی متفاوت است. Mehrabi et al., (2021) به بررسی مدیریت مصرف تلفیقی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در وضعیت کم‌آبی (مطالعه موردی؛ غرب شبکه آبیاری دشت قزوین) پرداختند. برای حل مدل بهینه ساز با هدف رسیدن به حداکثر سود خالص اقتصادی در وضعیت کم‌آبی، الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) انتخاب و مدل با استفاده از برنامه متلب حل شد. نتایج نشان داد که با کاهش برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی به میزان ۵ تا ۲۰ درصد، درآمد خالص اقتصادی از ۱/۷ تا ۱۰/۹ درصد کاهش یافت و از مصرف منابع آب زیرزمینی تا ۲۵/۳ میلیون متر مکعب کاسته شد؛ همچنین سود خالص اقتصادی در واحد حجم نه تنها کاهش نیافت، بلکه با کاهش حجم برداشت، آب زیرزمینی، اندکی کاهش یافت. Mokhtaran et al., (2021) به مقایسه روش قطره‌ای نواری با آبیاری سطحی و پایش شوری خاک در کشت گندم و ذرت آبیاری شده با آب لب شور پرداختند. این تحقیق به منظور مقایسه و پایش دو سامانه آبیاری قطره‌ای و سطحی برای کشت‌های ذرت و گندم در سه فصل کاشت از تابستان ۱۳۹۵ تا بهار ۱۳۹۷ در یکی از ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی خوزستان واقع در اهواز طراحی و اجرا شد. نتایج نشان داد که حجم آب کاربردی در سامانه قطره‌ای برای کشت‌های ذرت و گندم به‌ترتیب ٪۲۴ و ٪۳۲ نسبت به سامانه سطحی کمتر بود. همچنین بهره‌وری آب در سامانه قطره‌ای برای کشت ذرت در عملکرد علوفه‌ای و دانه‌ای به‌ترتیب ٪۱۶و ٪۲۱ و برای کشت گندم به میزان ٪۳۵ نسبت به سامانه آبیاری سطحی بیش‌تر بود. Ghaderzadeh and Karimi, (2018) بررسی مصرف آب‌های عمقی در اثر تدابیر سهمیه‌بندی آب در منطقه قروه-دهگلان را انجام دادند. این پژوهش تلاش می‌کند به تحلیل اثرگذاری‌های سهمیه‌بندی آب آبیاری روی الگوی کشت و سود ناخالص در دشت قروه - دهگلان بپردازد. روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و راهکار تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES) برای برآورد اطلاعات به‌کار رفت. نتایج نشان داد که اجرای سناریوی، کم کردن آب در دسترس، سبب بالا رفتن راندمان آب شد در عین حال باعث افت سود ناخالص گردید.

مواد و روش‌ها

برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) مدلی جهت برآورد تجربی سیاست‌ها می‌باشد که همه داده‌های جمع‌آوری شده را مورد استفاده قرار می‌دهد خارج از این تا چه اندازه

کمیاب می‌باشند و دارای اهمیت خاصی در برآوردهای سیاستی ناحیه‌ای و کشوری می‌باشد. متخصصان و تصمیم گیرندگان حوزه کشاورزی اعتقاد دارند که همانندسازی واکنش احتمالی کشاورزان در وضعیت اعمال سیاست‌های متفاوت در مسیر اجرای سناریوهای مطلوب مؤثر می‌باشد (Barzin et al., 2018). در روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی مثبت برعکس مدل‌های هنجاری، بعضی از ضرایب معادل‌سازی می‌شوند تا دقیق‌تر وضعیت بنیادی فرض شده را بازآفرینی نمایند. در این گونه روش‌ها اطلاعات کنونی بازآفرینی می‌شوند، به آن‌ها مدل مثبت (واقعی) گفته می‌شود. بیشتر این گونه مدل‌ها، هدف مشخص کردن عکس‌العمل تولیدگران نسبت به تغییرهای خارجی را نشان می‌دهند که این امر موجب گردیده تصمیم‌گیرندگان نسبت به مدل PMP علاقه‌مند شوند. رشد اطمینان با پرهیز از اختلاف میان وضعیت پایه کنونی و وضعیت پایه همانندسازی شده موضوع اساسی در ایجاد روش‌های PMP می‌باشد. روش PMP بازآفرینی واکنش کشاورزان در محیط مخصوص آنان بر مبنای داده‌های کمی را دنبال می‌کند که در پروسه سیاست مزرعه (بکارگیری زمین و اندازه تولید) در دسترس است (Hassanvand et al., 2017). داخل نمودن توابع تولید محصولات کشاورزی هر منطقه و اثرات تجمیع مکانی (فضایی) در روش PMP، دارای محاسن زیر می‌باشد.

۱- با اتخاذ تابع تولید منطقه در روشPMP، عدم کارایی هایی که در روش‌های قبل موجود بود مرتفع گردیده و با کمک گیری از یک تابع هدف غیرخطی برآورد سیاست‌ها در حوزه کشاورزی مشخص گردید.

۲- روشPMP با مد نظر قرار دادن تابع تولید CES، به کشش‌های جانشینی ثابت تجهیز می‌گردد. این مزیت، به محدود شدن جانشینی بین نهاده‌ها کمک می‌کند.

۳- با موجود بودن اثرات تجمیع مکانی که موجب بالا بردن روش PMP می‌گردد؛ به مدل این توانایی را می‌دهد که با جمع‌آوری اطلاعات به شکل کوچک و جزئی از سطح نواحی مورد پژوهش، اثرات سیاست‌های کشاورزی پیش‌بینی شود (Howitt et al., 2012).

روش برنامه‌ریزی خطی (LP)

این مرحله حل مدل برنامه‌ریزی خطی در راستای حداکثرسازی سود منطقه‌ای زارعین با مد نظر گرفتن وجود منابع محدود و محدودیت‌های سنجش، را شامل می‌شود. در این مرحله مقادیر دوگان برای محدودیت‌های منابع و سنجش بعد از حل روش برنامه‌ریزی خطی، حاصل می‌شود (Howitt et al., 2012; Mozafari, 2014). این مرحله؛ اطلاعات به کار برده شده برای نهاده‌ها، اندازه آب استفاده شده برای هر محصول و مقدار بازدهی را به اطلاعات واقعی نزدیک می‌نماید. حالت ریاضی این مرحله از سنجش روش PMP به شکل معادله‌های ۱ تا ۴ بیان می‌گردد.

$$\text{MAX } \Pi = \sum_{i=1}^{4}\left(p_i Y_i - \sum_{j=1}^{4} a_{ji}c_{ji}\right)x_i \qquad (۱)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^{4} a_{ji}x_i \le b_j \qquad \forall j=1,2,3,4[\lambda_i^j] \qquad (۲)$$

$$x_i \le \tilde{x}_i + \varepsilon \qquad \forall i=1,2,3,4[\lambda_i^c] \qquad (۳)$$

$$x_i \ge 0 \qquad \forall j=1,2,3,4 \qquad (۴)$$

در معادله ۱، Π حاصل جمع سود ناخالص زارعین و i، محصولات و j، نهاده‌ها یا عوامل تولید هستند. همچنین p_i، قیمت بازاری محصول i و Y_i، عملکرد محصول i، c_{ji}، هزینه نهاده j برای محصول i در واحد سطح (هکتار) و x_i، سطح زیرکشت محصول i می‌باشد. a_{ji}، نشان‌دهنده ضرایب لئونتیف می‌باشد که درصد به‌کارگیری هر عامل تولید نسبت به زمین را بیان می‌کند و از معادله ۵ حاصل می‌شود.

$$a_{ji} = \frac{\tilde{x}_i}{\tilde{x}_{i,Land}} \qquad (۵)$$

در حقیقت a_{ji} ، نشان‌دهنده ضرایب فنی منابع به‌کار رفته در شهرستان است. معادله‌های ۲ و ۳ محدودیت‌های (قیودات) روش می‌باشند. معادله ۲، محدودیت منابع را در ناحیه پژوهش شده بیان می‌کند و جهت نهاده‌های زمین و آب و نیروی کار و سایر عوامل تولیداستفاده می‌گردد. در این معادله، b_j، تمام منابع موجود (زمین، آب، نیروی کار و سایر عوامل تولید) جهت تولیدات کشاورزی در شهرستان هستند. هدف از سایر عوامل تولید؛ حاصل جمع نهاده‌های بذر، کود و سم استفاده شده است. معادله ۳، محدودیت سنجش روش را بیان می‌کند که در آن $\tilde{x}_i$ ، اندازه دیده شده فعالیت i در سطح پایه وε، که مقدار مثبت کوچکیمی‌باشد،جهت پیش‌گیری از وابستگی خطی محدودیت‌های ساختاری (منابع) و محدودیت‌های کالیبراسیون (واسنجی)، به محدودیت‌های واسنجی اضافه می‌گردد که برای آن، مقدار ۰/۰۰۱ و یا ۰/۰۰۰۱ مد نظر

DOI: 10.22125/AGMJ.2023.402844.1154

قرار می‌گیرد (Qarqani et al., 2009). محدودیت‌های کالیبراسیون، سطح فعالیت روش را محدود به سطح زیرکشت موجود شهرستان می‌نماید (Waziri et al., 2015). این موضوع نیز باید مد نظر قرار گیرد که یک محدودیت واسنجی در مقابل هر محصول به روش اضافه گردد. برای دقیق شدن پاسخ بهینه‌ی برنامه‌ریزی خطی،سطح فعالیت‌های دیده شده یک محدودیت واسنجی به روش اضافه می گردد (Mozafari, 2014). مقادیر دوگان محدودیت‌های رهیافت بعد از حل روش برنامه‌ریزی خطی، مشخص می‌گردند. λ_i^j، در معادله ۲، مقادیر دوگان محدودیت سیستمی و λ_i^c، در معادله ۳، مقادیر دوگان محدودیت واسنجی را بیان می‌کند. معادله ۴ هم نشان‌دهنده محدودیت غیرمنفی بودن سطح فعالیت‌ها است. مقادیر دوگان در حقیقت جهت وضوح تابع هدف غیرخطی‌ای به کار گرفته می‌شوند که سطح فعالیت‌های دیده شده را دوباره از راه پاسخ بهینه‌ی مسئله برنامه‌ریزی تازه‌ای که محدودیت واسنجی ندارد، همانندسازی می‌نماید (محمودی و پرهیزکاری، ۱۳۹۴). غیر از این، محدودیت‌های واسنجی (کالیبراسیون) را به عنوان نماینده‌ای از هر گونه خطای تصریح مدل، خطای داده‌ها، خطای هم‌جمعی‌سازی، رفتار ریسکی و انتظارات قیمتی، توسط مقادیر دوگان تفسیر می‌شود (Bakhshi et al., 2011). پس این‌گونه فرض می‌شود که رفتار حداکثرسازی سود و شرایط تعادلی کوتاه‌مدت موجب اختصاص دادن منابع بر طبق با آن‌چه‌که در سطح دیده شده، می‌گردد (Mahmoudi and Parhizgari, 2014).

محاسبه تابع تولید CES و تابع هزینه درجه دو (QCF)

ضرایب تابع تولید و تابع هزینه‌ای که برای سنجش در سومین مرحله‌ی روشPMP نیاز است، در این مرحله، برآورد می‌گردد.

برآورد ضرایب تابع تولید CES

پارامترهای بازده ثابت نسبت به مقیاس تابع تولید CES برای ناحیه‌ی مورد پژوهش و محصولات انتخاب شده، با کمک مدل توسعه داده شده‌ی هاویت ۲۰۱۲، در این مرحله، محاسه میگردد.جهت ایجاد یک نرخ جانشینی ثابت بین نهاده‌های تولید با ضرایب لئونتیف (با نسبتی ثابت) و ضرایب تابع کاب داگلاس (با جایگزینی واحد) توسط تابع تولید CES این امکان برای آن فراهم می‌شود (Howitt et al., 2012). نمای کلی تابع تولید CES به‌شکل معادله ۶ می‌باشد.

$$Y_i=\tau_i\left[\sum_{j=1}^{4}\beta_{ij}h_{ij}^{\rho}\right]^{v/\rho_i} \qquad (۶)$$

که در آن، Y_i مقدار تولید محصول i (بر حسب کیلوگرم) و h_{ij} مقدار نهاده j برای محصول i می‌باشد. τ_i پارامتر مقیاس می‌باشد که با نگاه به معادله ۶، برآورد می‌گردد. β_{ij}، پارامتر تولید می‌باشد که درصد به کارگیری عوامل تولید را بیان می‌کند. در حقیقت این پارامتر بیان کننده تأثیر نهاده j برای تولید محصول i می‌باشد. ρ_i، متغیری می‌باشد که بر اساس کشش جانشینی نهاده‌ها، σ، برآورد می‌گردد و برای تخمین آن معادله $\rho_i = (\sigma - ۱)/\sigma$، به‌کار می‌رود (Howitt et al., 2012; MedellIn-Azuara et al., 2014). تابع تولید CES به کار برده شده در این تحقیق با لحاظ چهار نهاده‌ی زمین، آب، نیروی کار و سایر عوامل تولید (حاصل جمع بذر، کود و سم) به‌شکل معادله ۷ می‌باشد.

$$Y_i=\tau_i[\beta_{i1}h_{i1}^{\rho_i}+\beta_{i2}h_{i2}^{\rho_i}+\beta_{i3}h_{i3}^{\rho_i}+\beta_{i4}h_{i4}^{\rho_i}]^{v/\rho_i} \qquad (۷)$$

محدودیت ایجاد گردیده به وسیله کشش جانشینی ثابت موجب می‌شود که ضریب بازده نسبت به مقیاس مساوی یک شود ($v = ۱$). بنابراین جهت مجموع پارامترهای تابع تولید به صورت معادله ۸ می‌توان نوشت.

$$\sum_{j=1}^{4}\beta_j=1 \qquad (۸)$$

اولین پارامتر تابع تولید را بانگاه به محدودیت فوق و نرخ نهایی جانشینی فنی می‌توان به‌صورت معادله ۹ محاسبه نمود.

$$\beta_1=\frac{1}{1+\frac{h_1^{(-\frac{1}{\sigma})}}{c_1}\left(\sum_L\frac{c_L}{h_L^{(-\frac{1}{\sigma})}}\right)} \qquad (۹)$$

که در آن h_L، مقدار نهاده‌ی تولید L اُم و c_L هزینه عامل تولید L اُم است. برای برآورد بقیه پارامترهای تابع تولید ($L \neq ۱$) هم می‌شود روش فوق را به‌کار برد. پس می‌توان معادله ۱۰ را نوشت.

$$\beta_L=\frac{1}{1+\frac{h_1^{(-\frac{1}{\sigma})}}{c_1}\left(\sum_L \frac{c_L}{h_L^{(-\frac{1}{\sigma})}}\right)}.\frac{c_L h_1^{(-\frac{1}{\sigma})}}{c_1 h_L^{(-\frac{1}{\sigma})}} \quad (۱۰)$$

در مجموع و با دقت به معادله‌های ۹ و ۱۰، می‌شود پارامتر β_L را بر اساس پارامتر β_1 به شرح معادله ۱۱ نوشت.

$$\beta_L=\frac{c_L h_1^{(-\frac{1}{\sigma})}}{c_1 h_L^{(-\frac{1}{\sigma})}}.\beta_1 \quad (۱۱)$$

پارامتر مقیاس را می‌شود جهت ناحیه هدف و محصول برآورد و هر کدام را در سطح پایه ارزیابی کرد.

$$\tau_i=\frac{\left(\frac{Y_i}{x_i}\right).\tilde{x}_i}{\left[\sum_{j=1}^{1}\beta_j h_j^{\rho}\right]^{\nu/\rho}} \quad (۱۲)$$

توانایی روش واسنجی شده در این پژوهش این می‌باشد که روند برآورد پارامترها در آن برای همه محصولات در ناحیه هدف تحقیق به شکل خودکار صورت می‌گیرد (Howitt et al., 2012).

برآورد ضرایب تابع هزینه‌درجه دو (QCF)

در دومین مرحله از روش PMP، غیر از برآورد تابع تولید با کشش جانشینی ثابت، مقادیر دوگان حاصل شده از مرحله اول، جهت تخمین یک تابع هزینه‌ی درجه دو مختص نهاده‌ی زمین، به‌کار گرفته می‌شود (MedellIn-Azuara et al., 2012). به‌دلیل این‌که نتایج حاصل شده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، با تابع هزینه‌ی غیرخطی درجه دو، انعطاف‌پذیری رفتاری و شبیه‌سازی واقعی‌تری را نسبت به مدل PMP با تابع هزینه‌ی خطی ساده، فراهم می‌سازد و این موضوع از ایجاد ناپیوستگی ناگهانی و غیرمحتمل در رهیافت‌های شبیه‌سازی جلوگیری می‌کند در این تحقیق این حالت تابع هزینه به‌کارگرفته می‌شود (Howitt, 1995; Parhizgari et al., 2013). به دلیل این‌که‌در بعضی موارد، داده‌ها و اطلاعات مطلوب برای تصمیمات رفتاری پیچیده، محدودمی‌باشد؛ به‌کاربردن شکل غیرخطی تابع هزینه نسبت به شکل خطی آن، توانایی حل موضوعات پیچیده را که حتی با روش‌های اقتصادسنجی حل نمی‌شوند، دارد (Mozafari, 2014). در حقیقت با بالابردن اطلاعات موجود، به‌کار بردن تابع هزینه، در فرم غیرخطی، امکان حل موضوعات تصمیم‌گیری و برآورد برنامه‌های سیاستی در همه‌ی سطوح فعالیت‌ها را به سیاست‌گذاران می‌دهد (Howitt, 1995). در مجموع، کاربرد عمومی تابع هزینه‌ی غیرخطی در روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی مثبت جز ویژگی نسبتاً آسان برآورد پارامترهای آن، این می‌باشدکه توانایی تخمین و محاسبه مجزا برای هر سطح فعالیت مورد نظر، را دارد (Howitt, 1995). بر این مبنا، در این تحقیق فرم ریاضی تابع هزینه‌ی غیرخطی عرضه شده به شکل معادله ۱۳ می‌باشد.

$$TC_i(x_{i,land})=\alpha_i x_{i,land}-\frac{1}{2}\gamma_i x^2_{i,land} \quad \forall i=1,2,3,4 \quad (۱۳)$$

بر اساس معادله فوق، $TC_i(x_{i,land})$، نشان دهنده هزینه کل زمین برای تولید محصول i، α_i، پارامتر رهگیری و γ_i، پارامتر گاما یا شیب تابع هزینه غیرخطی می‌باشد.

$$A_i = C_{i,land} + \lambda^c_{i,land} + \gamma_i \tilde{x}_{i,land} \quad (۱۴)$$

$C_{i,land}$، هزینه نهاده‌ی زمین برای تولید محصول i و $\lambda^c_{i,land}$، اندازه دوگان سنجش شده برای نهاده‌ی زمین در نخستین مرحله‌ی روش PMP است.

$$\gamma_i=\frac{P_i Y_i}{\eta_i \tilde{x}_{i,land}} \quad (۱۵)$$

که در آن، η_i، کشش عرضهی محصول i در ناحیه هدف پژوهش می‌باشد (MedellIn-Azuara et al., 2012).

سومین مرحله: روش PMP سنجش شده (تابع هدف غیرخطی)

در آخرین مرحله بیان روش PMP، تابع هدف سنجش شده در یک موضوع برنامه‌ریزی غیرخطی به همراه محدودیت‌های روش (به جز محدودیت‌های سنجش) مانند نخستین مرحله، حل می‌گردد. در این مرحله، سطوح فعالیت‌های دیده شده و مقادیر دوگان محدودیت‌های سیستمی توسط روش غیرخطی واسنجی شده، به شکل درست همانندسازی می‌شود (Howitt et al., 2012). در نتیجه به شکل معادله ۱۶ تا ۲۱ مدل برنامه‌ریزی غیرخطی تعریف می‌شود.

$$MAX\ \Pi=\sum_{i=1}^{4} p_i Y_i-\sum_{i=1}^{4}\alpha_i x_{I,land}-\frac{1}{2}\gamma_i x^2_{I,land}-\sum_{i=1}^{4}\sum_{j\neq land}^{4}(c_{ij}x_{ij}) \quad (۱۶)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{4} x_i \le A_r \quad (۱۷)$$

$$\sum_{i=1}^{4} w_i x_i \le W_r \quad (۱۸)$$

$$\sum_{i=1}^{4} k_i x_i \le TK_r \quad (۱۹)$$

DOI: 10.22125/AGMJ.2023.402844.1154

$$\sum_{i=1}^{4} La_i.x_i \leq TLa_r \quad (۲۰)$$

$$x_i \geq 0 \quad (۲۱)$$

معادله‌ی ۱۶، تابع هدف غیرخطی مدل است تابع تولید منطقه‌ای، تابع هزینه درجه دو برای نهاده زمین و تابع هزینه‌ی خطی برای نهاده‌های دیگر (آب، نیروی کار و سایر عوامل تولید) را شامل می‌شود. در این معادله Y_i، تابع تولید محصول i است (تابع تولید CES). نخست تابع تولید برآورد شده در تابع هدف غیرخطی برای حل روش بالا جای‌گذاری می‌گردد. پس از آن با نگاه به تدابیر اتخاذ شده مقدار تغییرات براساس سناریوهای متفاوت، برآورد و بیان می‌گردد. معادله‌ی ۱۷، نشان دهنده محدودیت سطح زیرکشت محصولات کشاورزی است که در آن A_r، تمام مساحت کشت شده در ناحیه هدف پژوهش می‌باشد.

معادله ۱۸ بیان‌کننده محدودیت مختص به نهاده‌ی آب است که در آن w_i، نیاز آبی محصول i (بر حسب مترمکعب در هکتار) و W_r، تمام آب‌قابل استحصال ناحیه هدف می‌باشد. این محدودیت بر این فرض استوار است که آب سالیانه، جهت ناحیه هدف قابل استحصال است. معادله ۱۹، محدودیت سایر عوامل تولید را نشان می‌دهد که در آن k_i، ضریب فنی این عوامل در واحد سطح محصول i و Tk_r، تمام عوامل تولید (مجموع نهاده‌های بذر، کود و سم) موجود در ناحیه هدف پژوهش است. در حقیقت سمت راست این محدودیت حاصل جمع مقدار تمام عوامل که به فعالیت‌های زراعی در ناحیه هدف پژوهش اختصاص داده شده و سمت چپ این محدودیت نیاز فعالیت‌های تولیدی به سایر عوامل تولیدمی‌باشد. معادله ۲۰، بیان‌کننده محدودیت نیروی کار است که در آن، La_i، نیروی کار لازم جهت تولید محصول i (بر مبنای نفر ساعت در هکتار) و Tla_r، تمام نیروی کار در موجود در ناحیه مورد نظرمی‌باشد. معادله ۲۱، نشان‌دهنده مثبت بودن سطح فعالیت‌ها می‌باشد و اطمینان می‌دهد که مدل به کار گرفته شده در بالا از نظر فیزیکی، میسر می‌باشد و قابلیت اجرا شدن دارد، عکس‌العمل زارعین به سیاست تعیین قیمت جهت آب آبیاری (بالا بردن هزینه برداشت)، بر اساس مدل‌های ۲۵،۵۰،۷۵ و ۱۰۰درصد، و نیز سیاست غیرقیمتی آب آبیاری (کاهش آب آبیاری در دسترس)، بر اساس مدل‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد در سطح شهرستان ارزوئیه، و مقایسه این دو سیاست با اجرای برنامه قطره‌ای کردن زمین‌های کشاورزی. بعد از بیان و سنجش روش PMP عرضه شده در قسمت فوق مورد برآورد قرار گرفت. برای هرکدام از تدابیر بر بر اساس مدل‌های بیان گردیده، مقدار تغییر در الگوی کشت و سودناخالص زارعین برآورد شد. لازم به تذکر می‌باشد که در روش عرضه شده، هزینه‌های اختصاص یافته استفاده شده برای نهاده‌ی آب مصرفی جهت تولید تمام محصولات مدنظر در این پژوهش از حاصل جمع هزینه‌های برداشت (هزینه برق، حفاظت و مکانیکی) حاصل شد. با توجه به جامعه آماری زارعین محصولات زراعی عمده شهرستان ارزوئیه (۱۳۰۰ نفر گندم کار، ۱۱۰۰ نفر ذرت کار، ۳۰۰ نفر هندوانه کار و۲۰۰ نفر پنبه کار) و از آنجا که عموماً هر کشاورز به کشت چند محصول به صورت توأم مشغول می‌باشد، ۴۵۰ نفر از زارعینی که به کشت محصولات گندم، ذرت، هندوانه و پنبه مبادرت دارند را به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته و از طریق فرمول کوکران، ۱۰۰ نفر از آن‌ها را برای نمونه‌گیری از طریق پرسشنامه و با روش نمونه‌گیری ساده انتخاب کرده و مورد مصاحبه قرار دادیم. داده‌های مربوط به میزان آب مصرفی و نیروی کار مورد استفاده در فعالیت‌های زراعی و داده‌های مربوط به هزینه‌ها به صورت مستقیم از اداره جهاد کشاورزی (واحدهای آب و خاک و واحد زراعت) شهرستان ارزوئیه دریافت و داده‌های مربوط به عملکرد و نهاده های سرمایه از طریق پرسشنامه جمع‌آوری گردید. داده‌های تکمیلی با مراجعه‌ی مستقیم به مراکز ذی‌ربط در استان کرمان و شهرستان ارزوئیه جمع‌آوری شد. برای حل مدل نیز از نرم افزار GAMS، نسخه‌ی ۲۴/۷ استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر اعمال سیاست کاهش آب در دسترس (به واسطه خشکسالی) بر الگوی کشت و سود ناخالص

پیش‌بینی می‌شود زارعین محصولاتی را که مقدار ثابتی درآمد در مقابل مصرف مقدار آب کمتر (یا درآمدی بیشتر نسبت به مقدار ثابت آب) به دست می‌دهند را با اعمال سیاست کاهش آب در دسترس در شهرستان ارزوئیه، بکارند.

تأثیر سیاست کاهش آب در دسترس بر الگوی کشت

نتایج به‌دست آمده در جدول ۱ نشان می دهد که با اعمال سیاست کاهش آب در دسترس، الگوی کشت محصولات منتخب کشاورزی در شهرستان ارزوئیه دچار تغییر می‌شود. به‌طوری‌که سطح زیرکشت محصولات گندم آبی، ذرت دانه‌ای و پنبه بر اساس سناریوهای ۵ ،۱۰ و۱۵ درصد کاهش آب در دسترس، نسبت به سطح مشاهده شده افزایش می‌یابد؛ که این افزایش سطح زیرکشت به دلیل مصرف پایین آب آبیاری در فرآیند تولید این محصولات نسبت به محصولات منتخب دیگر است. با اعمال سناریوهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد کاهش آب در دسترس، سطح زیرکشت هندوانه روند کاهشی به خود می‌گیرد. در واقع در این سناریو، کشاورزان تمایل دارند، الگوی کشت خود را به سمت محصولات با سوددهی بالاتر، تغییر دهند.

با اتخاذ سناریوی ۵ درصد کاهش آب در دسترس، سطح زیرکشت محصولات گندم آبی، ذرت دانه‌ای و پنبه به ترتیب دچار رشد ۰/۵۲، ۰/۱۸ و ۱/۶۰ درصدی نسبت به مقدار پایه می‌شوند. بر اساس سناریوی ۱۰ درصد کاهش آب در دسترس، این افزایش، به‌صورت فزاینده‌ای ادامه خواهد یافت؛ به‌طوری‌که تحت این سناریو، سطح زیرکشت محصولات گندم آبی، ذرت دانه‌ای و پنبه به ترتیب، ۲/۷۳، ۰/۹۳ و ۸/۳۹ درصد نسبت به سطح مشاهده شده افزایش می‌یابد. با کاهش میزان آب آبیاری در دسترس تحت سناریوی ۱۵ درصد، افزایش سطح زیرکشت این سه محصول ادامه خواهد یافت و به ترتیب ۴/۹۴، ۱/۶۸و ۱۵/۱۸ درصد بیشتر از سطح مشاهده شده می‌باشد. با کاهش میزان آب آبیاری در دسترس تحت سناریوهای ۵، ۱۰ و۱۵ درصد سطح زیرکشت محصول هندوانه نسب به سطح مشاهده شده کاهش می‌یابد؛ به طوری‌که با اعمال سناریوهای ۵،۱۰ و ۱۵ درصد کاهش آب در دسترس سطح زیرکشت محصول هندوانه نسبت به سطح مشاهده شده به ترتیب ۵/۲۶ ، ۲۷/۵۶ و ۴۹/۸۴ درصد کاهش می‌یابد.

جدول ۱- تغییرات سطح زیرکشت محصولات منتخب در اثر اعمال سیاست کاهش آب در دسترس

Table 1- Changes in the cultivated area of selected crops due to the application of the available water reduction policy

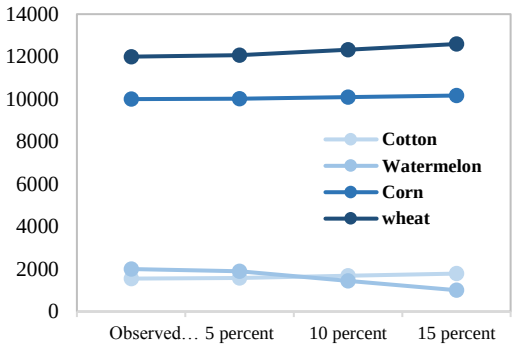
Crop	Observed cultivated area	Changes	Reduction of available water under different scenarios 5%	10%	15%
Irrigated wheat	12000	amount	12062.58	12327.97	12593.36
		percent	0.52	2.73	4.94
Corn	10000	amount	10017.72	10092.88	10168.038
		percent	0.18	0.93	1.68
Watermelon	2000	amount	1894.87	1449.06	1003.241
		percent	-5.26	-27.56	-49.84
Cotton	1550	amount	1574.82	1680.09	1785.357
		percent	1.60	8.39	15.18

در شکل ۱ مسیر تغییرایجاد شده در سطح زیرکشت محصولات کشاورزی منتخب با اعمال سیاست کاهش آب در دسترس بر اساس سناریوهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد بیان می‌گردد. افزایش سطح زیرکشت محصولات گندم آبی، ذرت دانه‌ای و پنبه قابل رؤیت می‌باشد. سطح زیرکشت محصول هندوانه نیز بر اساس همه سناریوها، کاهشی می‌باشد. بعد از سناریوی۱۰ درصد، شیب، با کاهش بیشتری همراه می‌شود.

تأثیر سیاست کاهش آب در دسترس بر بازده خالص و سود ناخالص

طبق جدول ۲ کاهش ۵ درصدی آب در دسترس، بازده خالص حاصل از هر هکتار محصولات گندم آبی، ذرت دانه‌ای و پنبه را به ترتیب، ۰/۰۱، ۰/۰۱ و ۰/۴۲ درصد نسبت به مقدار پایه، بیشتر می‌کند؛ با کاهش ۱۰ درصدی آب در دسترس بازده خالص حاصل از هر هکتار محصولات ذکر شده به ترتیب ۰/۰۵، ۰/۰۲ و ۲/۰۴ درصد نسبت به مقدار پایه رشد می‌کند و با کاهش ۱۵ درصدی آب در دسترس، بازده خالص حاصل از هر هکتار محصولات ذکر شده به ترتیب ۰/۰۸، ۰/۰۴ و ۳/۴۷ درصد نسبت به سطح پایه افزایش می‌یابد. بازده خالص حاصل هر هکتار از محصول هندوانه تحت سناریوهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد، روندی کاهشی دارد. با اعمال این سناریوها، بازده خالص حاصل از هر هکتار محصول هندوانه نسبت به سطح مشاهده شده به ترتیب ۲/۰۹، ۱۴/۳۱ و ۳۷/۴۲ درصد کاهش یافته است.

DOI: 10.22125/AGMJ.2023.402844.1154



شکل ۱- مسیر تغییرات سطح زیرکشت محصولات با اعمال سیاست کاهش آب در دسترس

Figure 1- The path of changes in the area under cultivation of crops with the application of the available water reduction policy

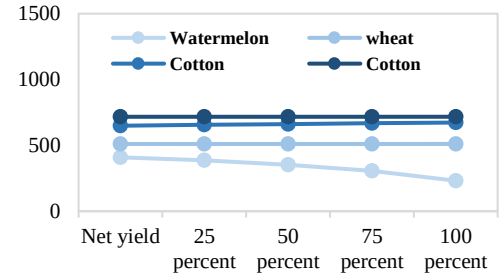
با اعمال سناریوهای کاهش ۵، ۱۰ و ۱۵ درصدی آب در دسترس محصولات منتخب کشاورزی شهرستان ارزوئیه، سود ناخالص مدل از وضعیت مشاهده شده‌ی ۱۵۴۲۳۲۴۴ به ترتیب به ۱۵۲۸۳۲۹۸، ۱۲۹۲۲۷۸۰ و ۱۰۴۷۱۸۲۰ میلیون ریال کاهش می‌یابد. این بدان معنا است که با اتخاذ سیاست غیرقیمتی آب آبیاری، بر اساس سناریوهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد، سود ناخالص مدل به ترتیب، ۰/۹۱، ۱۶/۲۱ و ۳۲/۱۰ درصد نسبت به سطح پایه کمتر می‌شود. بنابراین سود ناخالص مدل با اتخاذ سیاست کاهش آب در دسترس، بر اساس سناریوهای متفاوت، کاهشی است که این کاهش بعد از اجرای سناریوی ۱۰ درصدی از شدت بیشتری برخوردار است. شکل ۲ بیان کننده مسیر تغییرات ایجاد شده در بازده خالص محصولات منتخب شهرستان ارزوئیه در هر هکتار با لحاظ سیاست غیرقیمتی آب آبیاری و بر اساس سناریوهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد است. دیده می‌شود که مقدار برای محصولات گندم آبی، ذرت دانه‌ای و پنبه با شیبی ملایم روندی صعودی دارد. بازده خالص محصول هندوانه بر اساس تمام سناریوهای اتخاذ شده کاهشی است که بازده خالص محصول پس از اجرای سناریوهای ۵ و ۱۰ درصد کاهش با شیب کمی افت می‌کند؛ اما با اجرای سناریو ۱۵ درصد کاهش آب در دسترس، با شیب بیشتری کاهش می‌یابد.

جدول ۲- تغییرات بازده خالص و سود ناخالص بر اساس اعمال سیاست کاهش آب در دسترس

Table 2- Changes in net yield and gross profit based on the application of available water reduction policy

	Net yield		Reduction of available water under different scenarios		
Crop	gross profit	Changes	5%	10%	15%
Irrigated wheat	510.597	amount	510.642	540.830	511.012
		percent	0.01	0.05	0.08
Corn	717.113	amount	717.146	717.281	717.414
		percent	0.01	0.02	0.04
Watermelon	409.398	amount	400.860	350.799	256.219
		percent	-2.09	-14.31	-37.42
Cotton	649.225	amount	651.940	662.463	671.747
		percent	0.42	2.04	3.47
Model gross profit	15423244	amount	15283298	12922780	10471820
		percent	-0.91	-16.21	-32.10

(اعداد بر حسب میلیون ریال)



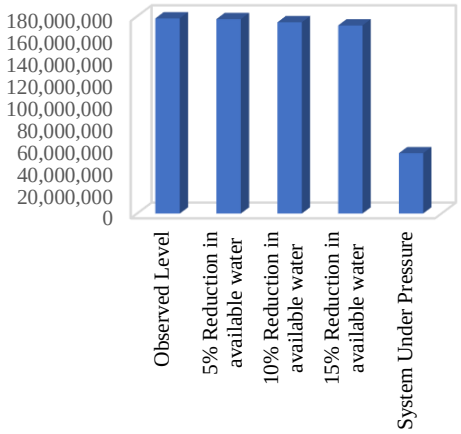
شکل ۲- مسیر تغییرات بازده خالص محصولات با اعمال سیاست کاهش آب در دسترس

Figure 2- The path of changes in the net yield of products by applying the available water reduction policy

شکل ۳ که به مقایسه آب مصرفی در روش آبیاری غرقابی و اعمال سیاست کاهش آب در دسترس (به واسطه خشکسالی) تحت سناریوهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد با سیستم آبیاری تحت فشار می‌پردازد، نشان می‌دهد که اعمال سیاست کاهش آب در دسترس تحت سناریوهای یاد شده تاثیر به مراتب کمتری نسبت به آبیاری با سیستم‌های تحت فشار جهت کاهش آب مصرفی دارد که این موضوع نیز نشان‌دهنده برتری سیستم‌های آبیاری تحت فشار نسبت به سیاست کاهش آب در دسترس در راستای صرفه‌جویی در مصرف آب کشاورزان جهت کشت محصولات منتخب در این پژوهش می‌باشد. بدین معنی که هرچند کشاورزان منطقه در اثر خشکسالی با کاهش آب در دسترس مواجه می‌شوند؛ اما تغییر در الگوی کشت ناشی از این کاهش، تأثیر محسوسی در صرفه‌جویی منابع آبی منطقه ندارد. در

DOI: 10.22125/AGMJ.2023.402844.1154

مقابل، استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار، تأثیر بسیار محسوسی در صرفه‌جویی منابع آب زیرزمینی دارد.



شکل ۳- مقایسه آب مصرفی در سیستم‌های غرقابی با اعمال سیاست کاهش آب در دسترس و سیستم تحت فشار

Figure 4- Comparison of water consumption in flooded systems by applying the policy of reducing the available water and the system under pressure

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که اتخاذ سیاست کاهش آب در دسترس (به واسطه خشکسالی) الگوی کشت شهرستان ارزوئیه را به گونه‌ای تغییر می‌دهد که سطح زیرکشت محصولات گندم آبی، ذرت دانه‌ای و پنبه افزایش و سطح زیر کشت محصول هندوانه کاهش پیدا کند. همچنین سود ناخالص مدل با اعمال این سیاست کاهش می‌یابد. همچنین می‌توان گفت که اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای در سطح مزارع شهرستان ارزوئیه می‌تواند علاوه بر این‌که میزان آب مصرفی کشاورزان در الگوی کشت فعلی منطقه را کاهش دهد، سودناخالص کشاورزان منطقه را نیز افزایش دهد؛ این در حالی است که اجرای سیاست غیر قیمتی آب تحت سناریوهای ذکر شده در سطح مزارع شهرستان ارزوئیه، در بهترین حالت ۳/۸۱ درصد میزان آب مصرفی را کاهش می‌دهد. علاوه بر این سودناخالص مدل تحت سیاست کاهش آب در دسترس، کاهش می‌یابد. این در حالی است که سودناخالص مدل تحت اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای، افزایش می‌یابد. بنابراین می‌توان گفت که در شرایط خشکسالی و کاهش آب در دسترس برای زراعتکاران منطقه ارزوئیه اگرچه الگوی کشت انتخابی کشاورزان به سمت محصولات با مصرف آب کمتر می‌رود اما سود ناخالص آن‌ها را نیز کاهش می‌دهد. در مقابل؛ استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار، علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، افزایش سودناخالص کشاورزان را نیز به همراه دارد. نتیجه‌های حاصل شده از این تحقیق مشخص کرد که اجرای سیاست کاهش آب در دسترس به واسطه خشکسالی در شهرستان ارزوئیه، سبب کاهش محسوس سطح زیرکشت محصول آب‌بر هندوانه در این شهرستان می‌گردد و به تبع آن سود ناخالص زارعین نیز تحت این دو سناریو بیشتر کاهش می‌یابد. بنابراین با بالابردن راندمان نهاده‌ی آب می‌توان از کاهش سودناخالص کشاورزان جلوگیری کرد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با تجهیز مزارع شهرستان ارزوئیه به روش آبیاری قطره‌ای، آب مصرفی برای محصولات منتخب کاهش و به طور هم زمان سودناخالص کشاورزان منطقه به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. بنابراین تجهیز مزارع شهرستان به روش آبیاری تحت فشار می‌تواند در شرایط رویارویی با خشکسالی و کاهش آب در دسترس گزینه مناسبی برای صرفه جویی در مصرف آب و در عین حال افزایش سودناخالص کشاورزان شهرستان ارزوئیه باشد. برای سرعت بخشیدن به این امر، پرداخت یارانه برای تجهیز مزارع به سیستم‌های آبیاری تحت فشار توصیه می‌شود. علاوه بر این، افزایش عملکرد در واحد سطح با استفاده از واریته‌های مرغوب بذر مصرفی در سطح مزارع شهرستان ارزوئیه به طور همزمان می‌تواند در افزایش سودناخالص کشاورزان منطقه نقش مؤثری داشته باشد.

منابع

Alipour, A., Davari, K., Mousavi Baygi, M., Sabohi, M., Yazidi, A. 2018. Determining the optimal cultivation pattern with the aim of groundwater sustainability. Journal of Water Research in Agriculture, 33(3), 507-518. (In Farsi)

Azadi, H., Keramati, P., Taheri, F., Rafiaani, P., Teklemariam, D., Gebrehiwot, K., Witlox, F. 2018. Agricultural land conversion: Reviewing drought impacts and coping strategies. International journal of disaster risk reduction, 31, 184-195.

Badi Barzin, H., Hashemi Tabar, M., Hosseini, S. M. 2018. The effect of irrigation water pricing and rationing methods on the cultivation pattern and water demand in the Sistan plain. Journal of Water Research in Agriculture, B, 33(3). (In Farsi)

Laureti, T., Benedetti, I., Branca, G. 2021. Water use efficiency and public goods conservation: A spatial stochastic frontier model applied to irrigation in Southern Italy. Socio-Economic Planning Sciences, 73, 100856.

Mahmoudi, A., Parhizgari, A. 2014. Economic analysis of the effects of climate change on crop yield, cultivation pattern and gross profit of farmers (case study: Qazvin Plain). The growth and development of rural and agricultural economy, special issue of the Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research, 1(2), 25-40. (In Farsi)

MedellIn-Azuara, J., Harou, J.J., Howitt, R.E. 2012. Predicting farmer responses to water pricing, rationing and subsidies assuming profit maximizing investment in irrigation technology. Science of the agricultural water management, 108, 77-82

Mehrabi, A., Hyderpour, M., Wasfawi, H. 2021. Management of combined consumption of surface and underground water resources in water scarcity situation (case study: west of Qazvin plain irrigation network). Iranian Water Research Journal, 15(1), 97-109. (In Farsi)

Mokhtaran, A., Verjavand, P., Dehghani Sanij, H., Absalan, Sh., Azizi, A., Jafaranjadi, A. 2021. Comparison of strip drip method with surface irrigation and soil salinity monitoring in wheat and corn cultivation irrigated with brackish water. Journal of Water Research in Agriculture, B, 35(3). (In Farsi)

Mozafari, M. 2014. Determining a suitable policy program for the protection of water resources in the Qazvin plain. Journal of water and soil resources protection, fifth year, second issue. (In Farsi)

Qarqani, F., Bostani, F., Soltani, Gh. 2009. Investigating the effect of irrigation water reduction and water price increase on cropping pattern using positive mathematical programming method: a case study of Euclid city in Fars province. Journal of Agricultural Research, 1, 57-74. (In Farsi)

Sadeghlou, T., Pourzjumhouri, K., Moini, A. 2019. Analyzing the capacity of farmers to face the memory of drought (case example: farmers of Freeman city). Geography and Environmental Hazards, 34(165-185 74). (In Farsi)

Saljuqi, Sh., Salarpur, M., Ahmadpour Barazjani., Sargazi, A. 2021. Determining the optimal pattern of cultivation with an emphasis on the limitation of water resources in Erzuye city. Agricultural Economics and Development, 29(113). (In Farsi)

Sudhakar, Y., Kumar, V. 2022. A prey–predator model approach to increase the production of crops: Mathematical modeling and qualitative analysis, 15, (07), 2250042.

Bakhshi, A., Danshor-Kakhaki, M., Moghdisi, R. 2011. Application of positive mathematical programming model to analyze the effects of alternative water pricing policies in Mashhad plain. Journal of Agricultural Economics and Development, Agricultural Sciences and Industries, 25(3), 294-284. (In Farsi)

Berbel, J., Expósito, A., Gutiérrez-Martín, C., Mateos, L. 2019. Effects of the irrigation modernization in Spain 2002–2015. Water Resources Management, 33(5), 1835-1849.

Chen, X., Thorp, K. R., van Oel, P. R., Xu, Z., Zhou, B., Li, Y. 2020. Environmental impact assessment of water-saving irrigation systems across 60 irrigation construction projects in northern China. Journal of Cleaner Production, 245, 118883.

Dai, C., Qin, X. S., Lu, W. T., Huang, Y. 2020. Assessing adaptation measures on agricultural water productivity under climate change: A case study of Huai River Basin, China. Science of the Total Environment, 721, 137777.

Dostan, R. 2018. An analysis of drought research in Iran. Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards, 6th year, 4, 53-94. (In Farsi)

Ghaderzadeh, H. Karimi, M. 2018. The effect of water rationing policy on the consumption of underground water in Dehgolan-Garwah Plain. Agricultural Economics, 12(4), 73-98. (In Farsi)

Haghighati, B., Broumand Nesab, S., Naseri, A. 2014. The effect of different managements of low irrigation in furrow and strip irrigation methods on potato yield and water efficiency. Journal of Water Research in Agriculture, B, 29(2). (In Farsi)

Hassanvand, M., July, R., Karamatzadeh, A., Eshraghi, F. 2017. Application of positive mathematical programming model in order to analyze the effect of the policy of changing the price and amount of agricultural water on the crop cultivation pattern of Neka city. Agricultural Economy, 12(3), 73-95. (In Farsi)

Hassanvand, M., Tahmasabi, J. Karamatzadeh, A. 2015. Investigating the response of farmers to agricultural water policies in the sub-sector of agriculture of Khorramabad using positive mathematical programming (PMP) approach. Agricultural Economics and Development, year twenty-four, number 93. (In Farsi)

Howitt, R. 1995. Positive Mathematical Programming, American Journal of Agricultural Economic, 77(2), 329-342.

Howitt, RE., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D., Lund, R. 2012. Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. Science of the Environmental Modeling and Software, 38, 244-258.

Tan, Q., Zhang, S., Li, R. 2017. Optimal use of agricultural water and land resources through reconfiguring crop planting structure under socioeconomic and ecological objectives. Water, 9(7), 488.

Waziri, A., Vakilpour, M. H. Mortazavi, S. A. 2015. Investigating the effect of economic pricing of irrigation water on the cultivation pattern in Dehgolan plain. Agricultural Economics Research, 8(3), 81-100. (In Farsi)

Journal of Agricultural Meteorology
(Iranian Soc. of Water and Irrig. Eng.)
Vol. 13, No. 1, Spring & Summer 2025, pp. 22-33
DOI: 10.22125/AGMJ.2023.402844.1154

نشریه هواشناسی کشاورزی
(وابسته به انجمن مهندسی آبیاری و آب ایران)
جلد ۱۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۴، صص.۳۳-۲۲
مقاله علمی پژوهشی

Investigation of farmers cropping pattern under reduced available water conditions and drip irrigation systems in drought conditions (Case study Orzuiye region)

M. H. Mirzadeh[1], M. R. Zare Mehrjerdi[2]*, A. Dehghani[3], H. R. Mirzaei[4]

Abstract:

Drought and water scarcity has significant negative effects on water resources, agriculture and economy. Lack of available water is major limiting factor in crop production especially in Iran. The purpose of this research is to evaluate the farmers' decisions in response to reduced available water in forms of the change in the cultivation pattern or implementation of the drip irrigation for maintaining higher gross profit and net yield at farm level in Arzuieh region, Kerman province, south of Iran. The applied water reduction policy of 5, 10 and 15% was considered. The required data were collected using a simple random sampling method and completing 100 questionnaires for the year 2021-2022. The results showed that the adoption of reduced applied water for 15% scenario would led to the reduction of the cultivated area of all the selected crops and the a simulated gross profit of 48% compared to the control treatment observed data. Also, comparisons showed that the implementation of the drip irrigation method increases the net profit of obtained by the model up to 31% and reduces the water consumption of the selected crops by 210%.

Keywords: Cropping pattern, Deficit irrigation, Drought, Evaluation, Positive mathematical programming

[1] M.Sc. Graduate Student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[2] Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
(*Corresponding author Email address: zare@uk.ac.ir)
[3] Ph.D. Student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[4] Associated Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

نحوه ارجاع مقاله:
میرزاده، م. ح.، زارع مهرجردی، م. ر.، دهقانی، ع.، میرزایی خلیلی آبادی، ح. ر. ۱۴۰۴. بررسی الگوی کشت کشاورزان در دو حالت کاهش آب در دسترس و اجرای روش آبیاری قطره‌ای در شرایط خشکسالی در شهرستان ارزوئیه. نشریه هواشناسی کشاورزی، ۱۳(۱): ۳۳-۲۲. DOI: 10.22125/AGMJ.2023.402844.1154
Mirzadeh, M. H., Zare Mehrjerdi, M. R., Dehghani, A., Mirzaei, H. R. 2025. Investigation of farmers cropping pattern under reduced available water conditions and drip irrigation systems in drought conditions (Case study Orzuiye region). Journal of Agricultural Meteorology, 13(1): 22-33. DOI: 10.22125/AGMJ.2023.402844.1154