نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۸، خرداد - تیر ۱۴۰۳، ص. ۲۸۰-۲۷۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 18, Jun.-Jul. 2024, p. 271-280

مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر سیاست‌های انگیزشی مالی بر الگوی مصرف آب و الگوی کشت محصولات زراعی (مطالعه موردی: دشت دهگلان در استان کردستان)

مهسا قصابی[۱]، محمدعلی اسعدی[۲]، حامد قادرزاده[۳*]، محمود حاجی رحیمی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۲

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آب سطحی و بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، سفره‌های آب زیرزمینی در بسیاری از دشت‌های ایران وضعیت نامطلوبی دارند. یکی از این دشت‌های بحرانی، دشت دهگلان است که علی‌رغم تعیین حریم ممنوعه، همچنان با بحران کم‌آبی مواجه است. بنابراین، در این پژوهش به بررسی اثر سیاست‌های انگیزشی مالیات و یارانه برای هر مترمکعب آب آبیاری اضافه یا صرفه‌جویی‌شده بر تغییرات الگوی کشت، در سه سناریوی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد افزایش قیمت سایه‌ای آب (۷۱۴ تومان) در سال ۱۴۰۲ پرداخته شده است. داده‌های مورد نیاز از طریق مراجعه به شرکت آب منطقه‌ای استان کردستان، سازمان جهاد کشاورزی و سامانه نیاز آبی کشور برای هفت محصول عمده شامل گندم، جو، ذرت علوفه‌ای، سیب‌زمینی، خیار، یونجه و کلزا در دشت دهگلان جمع‌آوری شد. سپس با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، داده‌ها تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد که اعمال سیاست‌های مالیات و یارانه، الگوی کشت را به سمت محصولات کم‌آب‌بر مانند جو، گندم و کلزا سوق می‌دهد. همچنین مشخص شد، این سیاست‌ها باعث کاهش مصرف آب و بازده ناخالص مزرعه می‌شوند. این یافته‌ها نشان می‌دهد، سیاست‌های انگیزشی ذکرشده می‌تواند ابزار موثری برای مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی باشد. لازم است در کنار این سیاست‌ها، راهکارهای جایگزین مانند استفاده از روش‌های نوین آبیاری نیز مدنظر قرار گیرد تا از تأثیرات منفی بر درآمد کشاورزان جلوگیری شود.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، الگوی کشت، آب زیرزمینی، دشت دهگلان

مقدمه

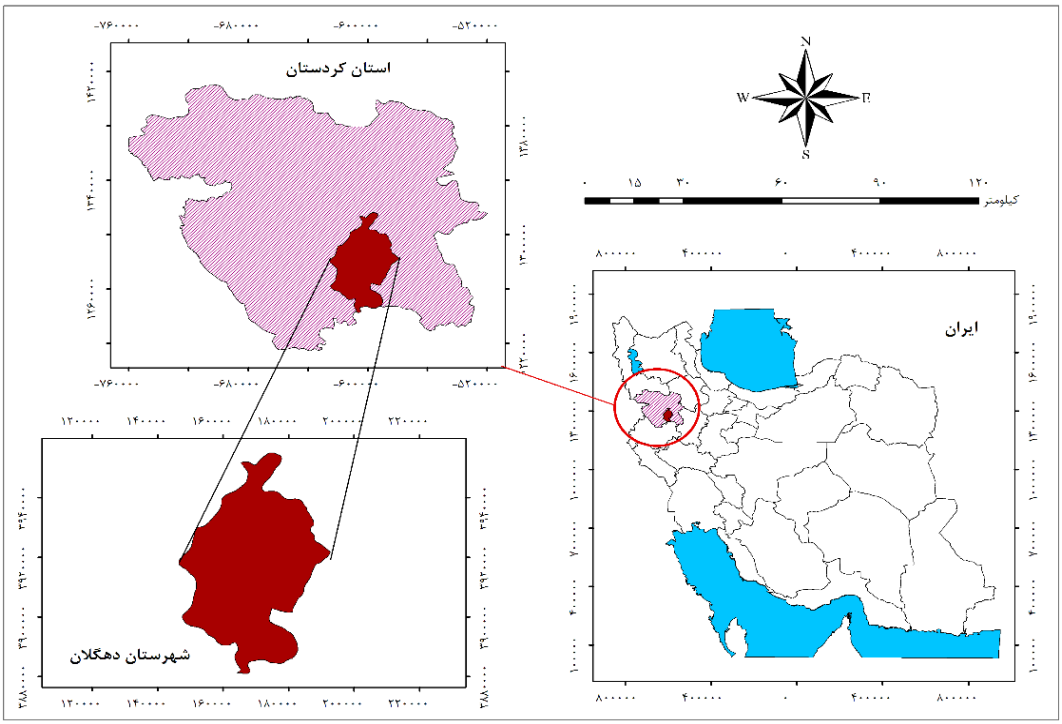
با توجه به رشد سریع جمعیت و شهرنشینی، نیاز به تولید بیشتر محصولات کشاورزی نسبت به گذشته بیش از پیش احساس می‌شود. این امر با محدودیت منابع آبی و زمین‌های مستعد برای افزایش تولید و تأمین امنیت غذایی جمعیت رو به رشد مواجه است (فتحی و زیبایی، ۱۳۹۹؛ Osama et al., 2017). در واقع، رشد نامتوازن جمعیت و افزایش سریع آن، منجر به کاهش سرانه آب و ادامه رشد شهرنشینی و مهاجرت به کلان‌شهرها شده است. این امور نیاز به مصرف زیاد آب برای رفاه بیشتر، افزایش نیاز به غذا، ارتقاء سطح بهداشت و توسعه صنعتی را افزایش داده و فشار بر منابع آب را تشدید کرده است (پیش بهار و رحیمی، ۱۳۹۵). در حقیقت، کمبود منابع آب یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی بشر در قرن بیست و یکم محسوب می‌شود (Eliasson. 2015; Li et al. 2017; Lu et al. 2018).

وضعیت اقلیمی خشک و نیمه‌خشک کشور ایران، در بسیاری از مناطق آن، عدم تأمین آب کافی برای فعالیت‌های کشاورزی را ایجاب کرده است. به‌طوری‌که آب به‌عنوان مهم‌ترین و محدودکننده‌ترین نهاده تولیدی در اکثر مناطق کشاورزی ایران محسوب می‌شود (دستوار، ۱۳۹۳). به‌عبارت‌دیگر، باتوجه به تغییرات الگوی فعلی بارش نسبت به گذشته، وقوع بارش‌های کوتاه‌مدت، کاهش مقدار و تعداد بارش‌های مؤثر در کشور و وجود تغییرات اقلیمی، همچنین، مصرف بیش از ۹۰ درصد آب شیرین در بخش کشاورزی و وجود خشکسالی‌های متناوب، اهمیت صرفه‌جویی و بهره‌برداری بهینه از منابع آبی موجود در کشاورزی را دوچندان کرده است (اسعدی و نجفی علمدارلو، ۱۳۹۸). در این راستا، ارتقاء الگوی‌کشت مناسب که از آن بتوان بهینه‌ترین بهره‌وری را از عوامل و نهاده‌های تولید، به ویژه

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه کردستان
۲- دانش آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و مدرس دانشگاه کردستان
۳- دانشیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه کردستان
۴- استادیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه کردستان
(*-نویسنده مسئول: Emai: Hamedar2002@uok.ac.ir)

عامل محدودکننده آب، کسب کرد، ضرورتی اساسی است (Sabouhi and Mardani, 2013).

در شرایط فعلی و با توجه به موضوعات مطرح‌شده، کمبود منابع آب در بخش کشاورزی یکی از چالش‌های اساسی در استان کردستان، به خصوص در دشت دهگلان، ایجاد کرده است. این دشت که بیش از ۸۵ درصد منابع آب زیرزمینی را به عنوان منبع آب کشاورزی خود بهره‌مند می‌کند، با شرایط اقلیمی نیمه مرطوب و سرد روبرو است و از مناطق کم باران در استان به شمار می‌رود (پیری، ۱۳۹۸). این دشت با وسعت حدود ۸۷۶/۲ کیلومتر مربع، یکی از دشت‌های حاصلخیز و قطب کشاورزی مکانیزه استان محسوب می‌شود که نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی پیشرو ایفا می‌کند. حدود ۲۱ هزار هکتار اراضی آبی در این دشت وجود دارد که بیش از ۱۵ هزار هکتار آن تحت پوشش سیستم‌های نوین آبیاری ثابت قرار گرفته‌اند. متوسط بارندگی در این دشت، در سال‌های پر باران به میزان ۴۵۰ میلی‌متر و در سال‌های کم باران به میزان ۲۵۰ میلی‌متر است. در سال زراعی ۲-۱۴۰۱، میانگین بارندگی این منطقه ۴۲۰ میلی‌متر و در سال قبل ۲۷۰ میلی‌متر بوده است. واقعیت این است که دشت دهگلان با اقلیم نیمه مرطوب و سرد، از مناطق کم باران استان کردستان محسوب می‌شود. در شکل (۱) موقعیت دشت دهگلان در استان کردستان نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

با توجه به موضوع مطالعه حاضر، پژوهش‌های متعددی در داخل و خارج از کشور با به‌کارگیری روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی، به ارزیابی سیاست‌های گوناگون مدیریت منابع آب پرداخته‌اند. در ادامه به طور خلاصه به برخی از این مطالعات اشاره می‌شود. رواسی زاده و همکاران (۱۴۰۲) با استفاده از برنامه‌ریزی اثباتی نشان دادند ارزش اقتصادی آب کشاورزی ۷ تا ۱۰ برابر قیمتی است که کشاورزان می‌پردازند. در دشت کبودرآهنگ، الهی و همکاران (۱۴۰۰) با بررسی سیاست‌های مالیات و یارانه آب دریافتند علی‌رغم کاهش مصرف آب، سود ناخالص کشاورزان افزایش و الگوی کشت ثابت می‌ماند. رضایی و همکاران (۱۳۹۹) با هدف ارزیابی منابع آب ناشی از سیاست‌های مدیریت تقاضا در بخش کشاورزی استان گلستان با استفاده از روش برنامه‌ریزی اثباتی به این نتیجه دست یافتند که با اعمال سناریوهای مختلف سهمیه‌بندی آب (۱۰٪ و ۲۰٪) مصرف آب کاهش خواهد یافت. همچنین زندی دره غریبی و همکاران (۱۳۹۸) در استان خراسان رضوی نشان دادند افزایش سطح زیرکشت زعفران منجر به افزایش سود ناخالص و کاهش مصرف آب می‌شود. اسعدی و نجفی علمدارلو (۱۳۹۸) برای دشت دهگلان دریافتند کم‌آبیاری در مراحل کم‌حساس رشد، الگوی کشت را به سمت محصولات پرسود تغییر می‌دهد. در پژوهشی دیگر اسعدی و همکاران (۱۳۹۸) در همین منطقه نشان دادند که با به‌کارگیری سیاست‌های مدیریتی مناسب می‌توان الگوی مصرف و کشت را به سمتی هدایت کرد که منجر به صرفه‌جویی در مصرف آب شود. مردانی نجف آبادی و میرزایی

(۱۳۹۷) در سطح مزارع دشت قزوین به این نتیجه دست یافتند که اعمال سیاست کاهش ۱۰ درصد آب آبیاری در دسترس کشاورزان برای مزارع کوچکتر از ۲۵ هکتار، کشاورزان را به مدیریت صحیح منابع آب تشویق می‌کند. قادرزاده و همکاران (۱۳۹۵) دریافتند سهمیه‌بندی آب موجب کاهش سطح زیرکشت محصولات پرآب‌بر می‌شود. در پژوهش هزاره و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که سیاست‌های مدیریت منابع آب مانند قیمت‌گذاری، علاوه بر کاهش مصرف آب، آثار نامطلوب اقتصادی و اجتماعی نیز دارند.

براساس پژوهش عباسی و عباسی (۱۴۰۲)، یکی از مباحث مهم در مدیریت آب، بررسی شاخص‌های مصرف آب است که در طراحی سیستم‌های آبیاری و ارزیابی وضعیت مصرف یا تلفات آب در مزارع و باغات کاربرد دارد. نتایج نشان داد که روند کلی تغییرات راندمان آبیاری در کشور مثبت و افزایشی است که این روند صعودی ناشی از اقدامات مدیریتی و زیرساختی دستگاه‌های متولی و نیز کم آبیاری اجباری به دلیل کمبود منابع آب می‌باشد. در پژوهشی دیگر، جعفری و عباسی (۱۴۰۲) شاخص بهره‌وری نسبی اقتصادی آب برای ارزیابی بهره‌وری مصرف آب در تولیدات کشاورزی را معرفی و بررسی کردند. این شاخص با در نظر گرفتن عوامل مؤثر بر تولید مانند خاک، گیاه، اقلیم، مدیریت آبیاری و تورم، بهره‌وری آب را برای گیاهان مختلف ارزیابی می‌کند. نتایج نشان داد که برخلاف شاخص‌های دیگر، این شاخص متناسب با توان تولید منطقه و نوع مدیریت کشاورزی است و بدون تأثیرپذیری از تفاوت‌های عملکرد گیاهان و تورم، بهره‌وری آب را ارزیابی می‌کند.

هوانگ و همکاران دریافتند که بهینه‌سازی الگوی کشت باعث کاهش مصرف آب و افزایش تولید محصول می‌شود (Huang et al., 2023). در پژوهش انجل گیلن، سیاست‌های اتحادیه اروپا برای بهبود بهره‌وری کشاورزی، تأمین مواد غذایی و حمایت از کشاورزان است (Angel Galan, 2015). براساس نتیجه پژوهش گالگو آیالا، بهترین روش قیمت‌گذاری آب، در نظر گرفتن مصرف فعلی آب است (Gallego-Ayala, 2012).. یافته‌های هویت و همکاران نشان داد که افزایش انعطاف‌پذیری در بازار تخصیص آب می‌تواند زیان‌های درآمدی ناشی از خشکسالی را به میزان قابل توجهی کاهش دهد (Howitt et al., 2012).

با توجه به سهم بالای بخش کشاورزی در مصرف آب این منطقه، لزوم بررسی تأثیر سیاست‌های قیمتی بر میزان مصرف و مدیریت تقاضای آب در بخش کشاورزی به منظور دستیابی به اهداف بلندمدت حفاظت از منابع آبی و تأمین امنیت غذایی مشهود است. در دهه‌های اخیر، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی دشت دهگلان به شدت افزایش یافته است. تمایل کشاورزان به توسعه سطح زیرکشت و استحصال بیشتر آب از چاه‌های موجود، موجب افزایش تقاضا برای حفر چاه‌های جدید شده است که در حال حاضر، تعداد چاه‌های مجاز شهرستان دهگلان ۱۶۵۰ حلقه چاه و تعداد چاه‌های غیرمجاز ۱۱۰۰ حلقه می‌باشد. از سال ۱۳۸۲ به دلیل افت شدید سفره‌های آب زیرزمینی، این دشت در زمره دشت‌های ممنوعه اعلام شده است. اما متأسفانه این ممنوعیت نتوانسته تعادل منابع آب زیرزمینی را برقرار کند. آمارها حاکی از ادامه روند افت سفره‌های آبی و حتی کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی است. میزان افت متوسط سالانه آبخوان‌های این دشت ۶۰ میلیون مترمکعب در سال گزارش شده است و با منفی شدن بیلان آب زیرزمینی (۱۵-)، تراز آبخوان آن به شدت افت کرده و در وضعیت بحرانی قرار دارد. این روند نگران‌کننده بهره‌برداری بی‌رویه، ذخایر آب زیرزمینی این دشت با ارزش را با خطر جدی مواجه کرده است. ادامه این وضعیت می‌تواند منجر به بروز مشکلاتی همچون نشست زمین شود و اقتصاد منطقه را که مبتنی بر کشاورزی است به مخاطره اندازد. حتی تأمین آب صنعت و شرب روستاها نیز با چالش مواجه خواهد شد. بنابراین انجام مطالعات و اقدامات سنجیده برای مدیریت بهینه این منبع ارزشمند آبی ضروری به نظر می‌رسد. لذا با توجه به وضعیت بحرانی منابع آب زیرزمینی منطقه، لازم است که سیاست‌های صحیح مدیریت منابع آب زیرزمینی اجرا شود. هدف این مطالعه بررسی اثر سیاست‌های انگیزشی مالیات و یارانه برای هر مترمکعب آب آبیاری اضافه یا صرفه‌جویی‌شده بر تغییرات الگوی کشت دشت دهگلان می‌باشد.

روش پژوهش

بهینه‌سازی یکی از راهکارهای اصلی بهبود طرح‌های کشاورزی است و به معنای رسیدن به هدف مطلوب در چارچوب محدودیت‌هاست. امروزه برنامه‌ریزی ریاضی و به ویژه برنامه‌ریزی خطی، ابزار مهمی برای تخصیص بهینه منابع محدود است. هدف برنامه‌ریزی خطی، به حداکثر یا حداقل رساندن تابع هدف با توجه به محدودیت‌هاست (دشتی و همکاران، ۱۴۰۲). با این حال، به دلیل محدودیت‌های این مدل، مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) پیشنهاد شده‌اند که در آن‌ها فرض می‌شود، کشاورز در شرایط فعلی و با توجه به قیمت محصول و نهاده‌ها به صورت بهینه عمل می‌کند. این مدل برنامه‌ریزی، داده‌های فعلی را باز تولید می‌کند تا سطح بهینه فعالیت‌های به‌دست‌آمده از مدل واسنجی شده، دقیقاً همان مقادیر مشاهده‌شده در وضعیت پایه باشد. هدف اصلی این مدل‌ها، تعیین واکنش تولیدکنندگان به سیاست‌های اتخاذشده توسط سیاست‌گذاران است که باعث محبوبیت آن‌ها برای تحلیل سیاست شده است (Heckelei, 2002). برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی یک روش تحلیل تجربی است که از تمام اطلاعات موجود، بدون توجه به میزان کمیابی آنها، استفاده می‌کند. این روش در تحلیل‌های سیاست‌گذاری منطقه‌ای و بخشی اهمیت ویژه‌ای دارد. هویت (Howitt, 1995) و پارس و هویت (Paris and Howitt, 1998) بیان کردند که

برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، به عنوان رایج‌ترین روش کاربردی برای واسنجی یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی، طی سه مرحله انجام می‌شود:

مرحله نخست: در این مرحله، مدل برنامه‌ریزی خطی با هدف حداکثرسازی بازده برنامه‌ای (سود ناخالص) کشاورزان، با در نظر گرفتن محدودیت‌های موجود، تشکیل و حل می‌شود تا مقادیر دوگان مربوط به سطح زیرکشت به عنوان خروجی به دست آید (اسعدی و همکاران، ۱۳۹۸). شکل ریاضی این مرحله با در نظر گرفتن محدودیت‌های واسنجی مدل PMP به صورت زیر می باشد:

$$Max\ Z = \sum_{j=1}^{n} (R_j - C_j)X_j$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}X_j \le b_i \qquad [\lambda_i] \qquad (۱)$$

$$X_j \le \bar{X} + \varepsilon \qquad [\rho_i]$$

در معادله فوق، Z ارزش تابع هدف، R بردار (n×1) قیمت‌های محصول، X بردار (n×1) غیرمنفی از سطوح فعالیت‌های تولیدی، C بردار (n×1) هزینه حسابداری هر واحد از فعالیت، a_{ij} ماتریس (m×n) ضرایب فنی محدودیت‌های منابع، b بردار (m×1) مقادیر منابع در دسترس، $\bar{X}$ بردار (n×1) غیر منفی از سطوح مشاهده شده فعالیت‌های تولیدی، ε بردار (n×1) اعداد مثبت کوچک برای جلوگیری از وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری و محدودیت‌های واسنجی، λ بردار (m×1) متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های منابع، ρ بردار (n×1) متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های واسنجی است (Howitt et al., 2012).

مرحله دوم: مقادیر دوگان محدودیت واسنجی بدست آمده در مرحله نخست، برای تشکیل تابع هزینه درجه دوم و تخمین پارامترهای تابع هزینه درجه دوم محصولات با استفاده از روش حداکثر آنتروپی[1] مورد استفاده قرار می‌گیرند (Heckelei, 2002). تابع هزینه درجه دوم طبق رابطه زیر در مدل PMP تصریح شد:

$$C^v(x) = d'x + x'Qx/2 \qquad (۲)$$

در معادله (۲)، C^v هزینه متغیر، d بردار $(n \times 1)$ از پارامترهای مربوط به جزء خطی تابع هزینه و Q ماتریس متقارن مثبت معین با ابعاد $(n \times n)$ از پارامترهای مربوط به جزء درجه دوم تابع هزینه می‌باشند. تابع هزینه مورد استفاده در این مسأله به گونه‌ای تعریف می‌شود که هزینه نهایی متغیر هر یک از فعالیت‌ها، معادل مجموع هزینه حسابداری آن فعالیت (C) و متغیر دوگان واسنجی λ باشد. با رعایت این شرط در محاسبه پارامترهای تابع هزینه، تابع به گونه‌ای تنظیم می‌شود که شرایط مسأله را برآورده کند.

$$MC^v = \nabla C^v(x)'_{x_0} = d + Qx_0 = c + p \qquad (۳)$$

$\nabla C^v(x)$ بردار گرادیان $(1 \times n)$ از مشتقات مرتبه اول $C^v(x)$ برای $x = x_0$ می‌باشد.

مرحله سوم: در این مرحله، تابع هزینه غیرخطی که در مرحله دوم برآورد شده است، در تابع هدف یک مسئله جدید برنامه‌ریزی غیرخطی قرار می‌گیرد. این مسئله برنامه‌ریزی غیرخطی جدید، شبیه به مرحله اول است؛ اما بدون محدودیت‌های واسنجی که در آن مرحله اعمال شده بودند.

در این مرحله، با انتخاب تابع هزینه غیرخطی فعالیت‌ها که در گام قبلی به دست آمده است، مدل غیرخطی تشکیل می‌شود. این مدل غیرخطی به طور صحیح سطوح فعالیت مشاهده شده و همچنین مقادیر دوگان متغیرهای اصلی محدودیت‌های منابع محدود را بازتولید می‌کند. در نهایت، مدل PMP زیر حاصل می‌شود که می‌تواند به منظور شبیه‌سازی سناریوهای مختلف و ارزیابی سیاست‌های گوناگون در شرایط واقعی، مورد استفاده قرار گیرد.

$$Maximize \qquad Z = p'x - \hat{d}'x - \frac{x'\hat{Q}x}{2}$$

Subject to: (۴)

$$Ax \le b \qquad [\lambda]$$
$$x \ge 0$$

در معادله (۴)، بردار $\hat{d}'$ و ماتریس $\hat{Q}$ پارامترهای واسنجی‌شده تابع هدف غیرخطی را نشان می‌دهند.

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش مربوط به سال زراعی ۲-۱۴۰۱می‌باشد که از طریق مراجعه حضوری به شرکت آب منطقه‌ای استان کردستان و سازمان جهاد کشاورزی استان و سامانه نیاز آبی کشور، برای هفت محصول عمده زیرکشت شامل گندم، جو، ذرت علوفه‌ای، سیب‌زمینی، خیار، یونجه و کلزا در دشت دهگلان جمع‌آوری شده است. این هفت محصول انتخاب شده به طور مجموع بیش از ۹۰ درصد از کل سطح زیرکشت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده‌اند. لازم به ذکر است که الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی مورد استفاده در این پژوهش، در محیط نرم‌افزاری GAMS24.1.2کدنویسی و شبیه‌سازی سیاست‌ها در آن انجام شده است.

نتایج و بحث

قبل از بررسی تأثیر سیاست‌های مالیاتی و یارانه‌ای بر میزان مصرف آب در بخش کشاورزی و الگوی کشت محصولات، اطلاعاتی در زمینه الگوی فعلی کشت محصولات زراعی دشت دهگلان در سال زراعی ۱۴۰۲ در جدول (۱) گزارش شده است. بر اساس جدول (۱)، محصولات عمده کشت شده در این منطقه شامل گندم، یونجه، سیب‌زمینی، جو، خیار، کلزا و ذرت علوفه‌ای است. مساحت زیرکشت کل محصولات در نمونه مورد مطالعه بیش از ۱۹ هزار هکتار بوده که

1- Maximum Entropy

بیشترین سطح مربوط به گندم با ۷ هزار هکتار (بیش از ۳۶ درصد کل) است. علت اصلی گسترش سطح زیرکشت گندم، ریسک پایین‌تر تولید آن به دلیل حمایت‌های دولتی (وجود قیمت تضمینی خرید)، نیاز آبی کمتر و مقاومت به شرایط آب و هوایی است. پس از گندم، به ترتیب یونجه، سیب زمینی، جو، خیار، کلزا و ذرت علوفه‌ای بیشترین سهم سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده‌اند.

در جدول (۱) میزان آب آبیاری و عملکرد محصولات مورد مطالعه گزارش شده است. محصولات مورد بررسی از لحاظ میزان آب آبیاری در شرایط یکسانی قرار ندارند. یونجه با ۱۲۲۰۰ مترمکعب آب آبیاری در هر هکتار، بیشترین مصرف آب را دارد. بنابراین یکی از موانع گسترش کشت این محصول، نیاز آبی بالای آن است. کلزا با حدود ۵۵۰۶ مترمکعب در هکتار، کمترین مصرف آب و محصولات گندم و جو به عنوان محصولات کم مصرف آب شناخته می‌شوند. کشت گندم و جو منجر به کاهش برداشت آب از منابع زیرزمینی و کاهش افت سطح آب چاه‌ها می‌گردد.

جدول ۱- سطح زیر کشت، عملکرد و مصرف آب محصولات زراعی منطقه مورد مطالعه

محصولات	سطح زیرکشت (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم)	مقدار آب آبیاری (مترمکعب)
گندم	۷۰۰۰	۴۷۹۲	۶۰۷۵
یونجه	۵۴۰۰	۱۳۰۰۳	۱۲۲۰۰
سیب زمینی	۴۲۵۹	۴۰۸۰۰	۹۸۳۴
جو	۱۰۹۹	۴۴۰۴	۵۳۵۰
خیار	۷۱۰	۳۵۰۲۱	۸۲۵۰
کلزا	۵۱۷	۳۰۸۷	۵۵۰۶
ذرت علوفه‌ای	۳۳۵	۴۷۲۷۱	۹۸۷۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت دهگلان منجر به بیلان منفی و تخلیه آبخوان‌ها شده است. بنابراین آگاهی از واکنش کشاورزان به سیاست‌های جایگزین قیمت‌گذاری آب، برای بهبود کارایی تخصیص آب ضروری است. در این پژوهش با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، اثر سیاست‌های مالیات و یارانه به ازای هر مترمکعب آب مازاد یا ذخیره شده بررسی شده است. براساس مصاحبه با کارشناسان آب منطقه‌ای و جهاد کشاورزی استان کردستان، در حال حاضر حدود ۲۵ میلیون مترمکعب بیش از حداقل برداشت پایدار از سفره آب زیرزمینی دشت دهگلان برداشت می‌شود. بنابراین برای دستیابی به حداقل شاخص پایداری آبخوان، در کوتاه‌مدت کاهش حداقل ۲۵ میلیون مترمکعب در سال (حدود ۱۰ درصد برداشت فعلی) ضروری است. لازم به ذکر است، در سال زراعی ۱۴۰۲، قیمت رسمی آب‌بهای چاه‌های کشاورزی در این دشت حدود ۳۰ تومان بوده است. با این حال، با توجه به اینکه این قیمت در مقایسه با میزان مصرف آب در هر هکتار بسیار ناچیز است، در این پژوهش، سناریوهای موجود بر اساس قیمت سایه‌ای[1] آب که از مدل PMP به دست آمده، لحاظ شده است. در این مدل، قیمت سایه‌ای هر مترمکعب آب بخش کشاورزی در منطقه با فرض ایجاد الگوی کشت بهینه، معادل ۷۱۴ تومان بدست آمده است که در حدود ۲۳ برابر بیش از متوسط قیمت فروش آب در محدوده مطالعاتی است. در مرحله بعدی، ۱۰ درصد از این قیمت سایه‌ای به عنوان سناریوهای جریمه‌ای و تشویقی (مالیات و یارانه) در نظر گرفته شده تا تأثیر افزایش یا کاهش قیمت آب بر الگوی مصرف و بهینه‌سازی منابع آب و تغییرات الگوی کشت در این دشت بررسی شود. به همین دلیل اولین سناریوی پژوهش حاضر، کاهش ۱۰ درصد برداشت آب زیرزمینی در نظر گرفته شد. اما با توجه به احتمال تداوم خشکسالی و لزوم حفاظت بیشتر از منابع آب زیرزمینی در بلندمدت، کاهش مطلوب میزان برداشت آب در آینده بسیار بیشتر از این مقدار خواهد بود؛ بنابراین کاهش ۲۰ و ۳۰ درصد نیز به عنوان سناریوهای دوم و سوم در نظر گرفته شدند.

در این پژوهش، برای هر سناریوی مالیات و یارانه بر قیمت آب، ابتدا میانگین مصرف آب محاسبه گردید. این میانگین بر اساس میزان مصرف آب برای الگوی کشت محصولات منتخب در سال زراعی پایه به‌دست آمده و سپس اختلاف مصرف هر محصول از این میانگین به دست آمده است. محصولاتی که مصرف‌شان کمتر از میانگین بود، دریافت‌کننده یارانه و محصولات با مصرف بالاتر از میانگین، مشمول مالیات شدند. محصولات زراعی گندم، جو و کلزا با مصرف کمتر از میانگین، دریافت‌کننده یارانه و یونجه، سیب‌زمینی، خیار و ذرت علوفه‌ای با مصرف بیشتر از میانگین، مشمول مالیات شدند.

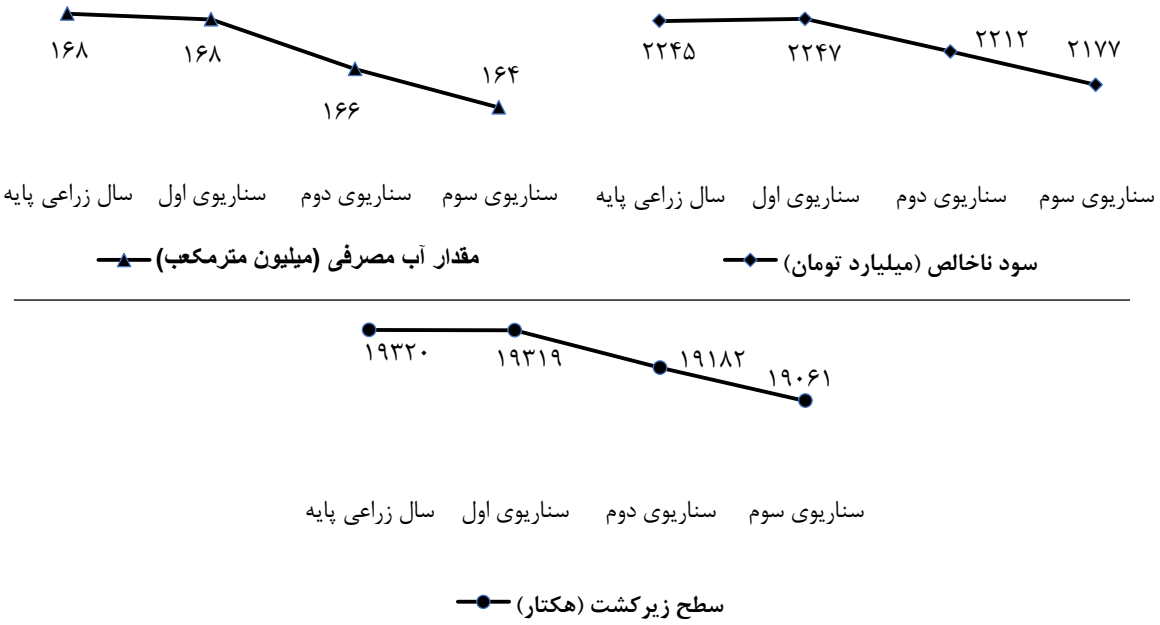
۱- قیمت سایه‌ای در مسائل برنامه‌ریزی عبارت است از ارزش نهایی یک واحد اضافی از یک عامل تولید، به شرطی که سایر شرایط و عوامل ثابت باقی بمانند. به عبارت دیگر، قیمت سایه‌ای حداکثر مبلغی است که یک تولیدکننده یا بهره‌بردار حاضر است برای به دست آوردن یک واحد اضافی از یک عامل تولید محدود، پرداخت کند.

سیاست‌های یارانه‌ای کشاورزان را به کشت محصولات کم‌مصرف مانند گندم، جو و کلزا تشویق می‌کند. همچنین سیاست‌های مالیاتی موجب کاهش سطح زیرکشت محصولات پرمصرف می‌شود.

نتایج حاصل از اجرای سه سناریوی مختلف مالیات و یارانه بر میزان مصرف آب زیرزمینی در دشت دهگلان در شکل (۲) ارائه شده است. در سناریوی اول که ۱۰ درصد مالیات/یارانه اعمال شده، سطح زیرکشت گندم، جو، کلزا و خیار نسبت به الگوی پایه افزایش و سطح یونجه، سیب زمینی و ذرت علوفه‌ای کاهش یافته است، به عبارت دیگر، نتایج حاکی از آن است با اعمال سناریوی اول سطح زیرکشت گندم، جو، کلزا و خیار به ترتیب ۰/۲۶، ۰/۶۴، ۲/۱۳ و ۵/۲۱ درصد نسبت به سال پایه افزایش می‌یابد. در این سناریو، بیشترین افزایش سطح زیرکشت مربوط به خیار و بیشترین کاهش مربوط به ذرت علوفه‌ای بوده است. در سناریوی دوم با اعمال ۲۰ درصد مالیات/یارانه، علیرغم کاهش سطح زیرکشت کل، سطح زیرکشت گندم، جو، کلزا و خیار به ترتیب ۱/۶۰، ۳/۸۲، ۷/۱۶ و ۴/۷۹ درصد نسبت به سال پایه افزایش یافته است. مجدداً بیشترین افزایش و کاهش به ترتیب مربوط به کلزا و ذرت علوفه‌ای بوده است. در این سناریو، علی‌رغم افزایش نرخ مالیات، سطح زیرکشت خیار افزایش یافته است. دلیل این امر می‌تواند، بالا بودن قیمت خیار در سال ۱۴۰۲ و ترغیب کشاورزان به کشت این محصول علی‌رغم افزایش هزینه‌های ناشی از مالیات باشد. در سناریوی سوم نیز با اعمال ۳۰ درصد مالیات/یارانه، سطح زیرکشت کل کاهش یافته و سطح زیرکشت خیار نیز کاهش داشته است. با اجرای سناریو سوم، تغییرات در سطح زیرکشت محصولات مانند سناریوهای قبلی شدت یافته است. به‌طورکلی، اعمال سیاست‌های مالیاتی/ یارانه‌ای منجر به جایگزینی محصولات با نیاز آبی کمتر به جای محصولات با نیاز آبی بالا شده‌اند. این اقدام به افزایش سطح زیرکشت محصولات با بازده اقتصادی بالاتر نسبت به مصرف آب منجر شده است.

شکل ۲- تغییرات سطح زیرکشت محصولات منتخب در اثر سناریوهای تعریف‌شده

منحنی تغییرات مقدار آب مصرفی، سود ناخالص و سطح زیر کشت کل محصولات زراعی در سناریوهای ذکرشده (شکل ۳) نشان می‌دهد که اعمال محدودیت‌های آبیاری در دشت دهگلان، تأثیرات قابل توجهی بر الگوی کشت و عملکرد اقتصادی بخش کشاورزی داشته است. در سناریوی سوم، به دلیل محدودیت‌های آبیاری، سطح زیر کشت محصولات انتخابی نسبت به الگوی زراعی پایه حدود ۱/۳۵ درصد (۲۵۹ هکتار) کاهش یافته است. این امر منجر به افزایش سطح اراضی آیش شده است. افزایش اراضی آیش، فرصتی برای استراحت و بازسازی خاک فراهم کرده و شرایط مناسبی را برای حفاظت از ساختار و حاصلخیزی خاک ایجاد نموده است. با این حال، کاهش سطح زیر کشت محصولات آب‌بر و پرسود، و افزایش سطح زیر کشت محصولات کم‌مصرف آب با سود ناخالص پایین‌تر، موجب کاهش ۳/۱۲ درصدی سود ناخالص و درآمد کشاورزان شده است. این امر نشان می‌دهد که محدودیت‌های آبیاری، علی‌رغم مزایای محیط-زیستی، می‌تواند منجر به کاهش سودآوری مزارع شود. علاوه بر این، مقدار آب آبیاری در سناریوی سوم نسبت به وضعیت موجود (الگوی زراعی پایه)، ۲/۴۹ درصد کاهش یافته است. این کاهش قابل‌توجه در آب آبیاری، نشان‌دهنده اهمیت و تأثیر محدودیت‌های آبیاری در مدیریت منابع آب محدود منطقه است. این امر با توجه به محدودیت منابع آب در منطقه و وضعیت بحرانی آن، اثرات مثبت زیادی به همراه دارد. کاهش مصرف آب می‌تواند از برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی جلوگیری کند و از فرونشست زمین و تخریب منابع آبی پیشگیری نماید. همچنین با کاهش مصرف، ذخیره آب‌های زیرزمینی افزایش می‌یابد که می‌تواند در دوره‌های خشکسالی کمک‌کننده باشد.



شکل ۳- تغییرات مؤلفه‌های مهم بخش کشاورزی منطقه مورد مطالعه در سناریوهای مختلف

با بررسی نتایج جدول (۲) می‌توان دریافت که اعمال محدودیت‌های آبیاری در منطقه مورد مطالعه، موجب صرفه‌جویی قابل توجهی در مصرف آب و ذخیره آن شده است. در سناریوی اول که محدودیت‌های آبیاری با شدت کمتری اعمال شده، مقدار ۲۵۸ هزار مترمکعب آب نسبت به وضعیت پایه ذخیره شده است. اما با افزایش شدت محدودیت‌ها در سناریوی دوم، میزان آب ذخیره شده به ۲۴۱۶ هزار مترمکعب رسیده که حدود ۹/۴ برابر سناریوی اول است. این روند افزایشی در سناریوی سوم که شدیدترین محدودیت‌ها اعمال شده، ادامه یافته و مقدار ۴۰۹۱ هزار مترمکعب آب ذخیره شده که ۱۵/۹ برابر سناریوی اول و ۱/۷ برابر سناریوی دوم می‌باشد. بنابراین، با توجه به محدودیت منابع آب در این منطقه، اعمال بیشتر سیاست‌های محدودیت آبیاری می‌تواند راهکاری مؤثر برای صرفه‌جویی در مصرف آب و ذخیره آن باشد، هرچند ممکن است تاثیرات دیگری نیز بر فعالیت‌های کشاورزی و درآمد کشاورزان داشته باشد.

جدول ۲- مقدار ذخایر آب در هر سناریو

محصولات	سناریوی اول	سناریوی دوم	سناریوی سوم
ذخیره آب (هزار مترمکعب)	۲۵۸	۲۴۱۶	۴۰۹۱

نتیجه‌گیری

بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور باعث افت شدید سفره‌های آب زیرزمینی شده است. علت اصلی آن، نادیده گرفتن محدودیت‌های تجدیدپذیری این منابع و عدم تعادل بین برداشت و تغذیه آب‌های زیرزمینی است. با توجه به محدودیت منابع آبی و افزایش نیازهای آبی، مدیریت بهینه و پایدار این منابع بسیار حیاتی است تا از بروز بحران‌های شدید آبی در آینده جلوگیری شود. در این پژوهش به منظور مدیریت بهینه منابع آب زیرزمینی دشت دهگلان، اثرات اعمال سیاست‌های مالیات و یارانه بر قیمت سایه‌ای هر مترمکعب آب در قالب سه سناریو (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) بر فاکتورهای الگوی کشت، مصرف آب آبیاری و سود ناخالص مزرعه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اجرای سیاست‌های مالیات و یارانه بر مقدار آب آبیاری موجب کاهش آب مصرفی می‌شود، اما در عین حال باعث کاهش سود ناخالص کشاورزان نیز می‌گردد. همچنین مشاهده شد که با اعمال این سیاست‌ها، سطح زیرکشت محصولات پرمصرف آب مانند یونجه، سیب‌زمینی و ذرت علوفه‌ای کاهش و سطح زیرکشت محصولات کم‌آب‌بر مانند گندم، جو و کلزا افزایش می‌یابد. دلیل این امر آن است که محصولات با نیاز آبی بالاتر، با اعمال سناریوهای مدیریتی مختلف، کمتر کشت می‌شوند که پیامد آن کاهش مصرف آب است. نکته قابل توجه در نتایج به دست آمده این است که علاوه بر کاهش مصرف آب، عوامل اقتصادی مانند بازدهی محصولات نیز بر الگوی کشت در این منطقه تاثیرگذار هستند. کشاورزان حاضرند بخشی از اراضی آبی خود را بصورت آیش نگه دارند، اما تمایل چندانی به کشت محصولات کم‌بازده حتی با نیاز آبی کمتر ندارند. این نشان می‌دهد در کنار سیاست‌های مدیریت مصرف، باید به جنبه‌های اقتصادی کشاورزی نیز توجه شود تا الگوی کشت بهینه‌ای اتخاذ گردد. در مجموع، نتایج حاکی از آن است که علی‌رغم کاهش اجتناب‌ناپذیر سود ناخالص مزرعه، اعمال سیاست‌های مالیات و یارانه می‌تواند به عنوان ابزاری مؤثر برای مدیریت تقاضا و کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی به کار گرفته شود. البته لازم است ضمن اعمال این سیاست‌ها، الگوی کشت مناسب و اقتصادی نیز مدنظر قرار گیرد تا کاهش درآمد کشاورزان به حداقل برسد.

با توجه به نتایج به دست آمده، اعمال این گونه سیاست‌ها می‌تواند کشاورزان را به مدیریت صحیح منابع آب ترغیب کند. بنابراین پیشنهاد می‌شود این سیاست‌ها در اولویت سیاست‌گذاران قرار گیرد. همچنین با توجه به افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت دهگلان، کاربرد روش‌های نوین آبیاری همراه با اعمال سیاست‌های مالیات و یارانه برای حفظ منابع آب زیرزمینی ضروری است. ادامه نظارت بر بهره‌برداری از منابع آب و تعیین سهمیه‌های مصرف نیز می‌تواند کمک‌کننده باشد. در مجموع، سیاست‌های مالیات و یارانه بر مصرف آب می‌تواند جایگزین مناسبی برای سیاست قیمت‌گذاری آب کشاورزی باشد.

منابع

اسعدی، م.ع. و نجفی علمدارلو، ح. ۱۳۹۸. ارزیابی اقتصادی الگوی بهینه کشت در راستای استفاده از منابع آب زیرزمینی دشت دهگلان. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. ۵۰(۱): ۴۳-۲۹.

اسعدی، م.ع.، حاجی رحیمی، م. و مرتضوی، س.ا. ۱۳۹۸. اثرات سیاست محدودیت عرضه آب کشاورزی بر الگوی کشت: مطالعه موردی دشت دهگلان در استان کردستان، نشریه اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۲۷(۱۰۷): ۱۳۲-۱۱۱.

الهی، م.، وکیل پور، م.ح.، نجفی علمدارلو. و اسعدی، م.ع. ۱۴۰۰. بررسی اثرات سیاست‌های مالیاتی و یارانه‌ای در راستای حفظ و پایداری منابع آب دشت کبودر آهنگ، نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۳(۳): ۲۳۷-۲۵۲.

پیری، س. ۱۳۹۸. بررسی اقتصادی آب‌های زیرزمینی و تأثیر آن بر پایداری کشاورزی در آبخوان قروه و دهگلان. پایان‌نامه کاشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی گرایش سیاست و توسعه کشاورزی، دانشگاه کردستان.

پیش بهار، ا. و رحیمی، ج. ۱۳۹۶ . تأثیر سناریوهای اقلیمی و مدیریتی بر بخش کشاورزی و تخلیه منابع آبی در ایران (کاربرد الگوی پویایی‌های سیستم). نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی. ۳۱(۱): ۹۴-۷۳.

دستوار، س.۱۳۹۳. بررسی تأثیر کاداستر و یکپارچه سازی اراضی کشاورزی در بهره وری منابع آب موجود (مطالعه موردی: پایاب سد شویر). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه زنجان.

دشتی، ق.، موسوی اسبق، م.، حسین زاد، ج. و قاسمی، ا. ۱۴۰۲. تعیین الگوی بهینه کشت محصولات عمده زراعی دشت مرند با تأکید بر بهره برداری پایدار از منابع آب، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۳۱(۱): ۱۸۴-۱۶۳.

رضایی، ا.، جولایی، ر. و کرامت زاده، ع. ۱۳۹۹. بررسی اثر سیاست‌های قیمت و سهمیه‌بندی آب کشاورزی بر پایداری منابع آب استان گلستان، نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۴(۲): ۲۸۵-۲۶۹.

رواسی زاده، س.، انصاری، و.، سلامی. ح. و پیکانی ماچیانی، غ. ۱۴۰۲. تحلیل تأثیر افزایش قیمت آب بر واکنش کشاورزان و الگوی کشت محصولات زراعی دشت ورامین، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۳۱(۳): ۱۹۸-۱۶۷.

زندی دره غریبی، ب. کرباسی، ع. و محتشمی، ت. ۱۳۹۸. الگوی برنامه ریزی توسعه کشت زعفران با تأکید بر مدیریت منابع آبی، نشریه زراعت و فناوری زعفران. ۷(۳): ۴۱۰-۳۹۷.

سایت شرکت سهامی آب منطقه ای کردستان، https://www.kdrw.ir/.

سایت مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی، https://www.maj.ir/.

عباسی، ف. و عباسی، ن. ۱۴۰۲. تحلیلی بر راندمان های آبیاری ایران در بستر زمان، نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۷(۶): ۱۰۳۳-۱۰۲۵.

فتحی، ف. و زیبایی، ز. ۱۳۹۹. مدیریت بهینه کشت محصولات زراعی دشت فیروزآباد در راستای پایداری منابع آب و خاک با استفاده از الگوی برنامه ریزی فازی، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار (دانش کشاورزی). ۳۰(۳): ۲۴۵-۲۳۱.

قادرزاده، ح.، کاظمی، س. و حاجی رحیمی، م. ۱۳۹۵. بررسی پایداری منابع آب در بخش کشاورزی شهرستان دهگلان، مجله محیط زیست و مهندسی آب. ۲(۱): ۱۱۰-۱۰۲.

مردانی نجف آبادی، م. و میرزایی، ع. ۱۳۹۷. ارزیابی اثر برنامه های سیاستی جهت دستیابی به هدف پایداری منابع آب در دشت قزوین، تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۱۱(۳): ۱۷۶-۱۵۵.

هزاره، ر.، حسنی، ی.، و شایان مهر، س. ۱۳۹۵. ارزیابی آثار سیاست‌های مختلف بخش کشاورزی بر شاخص‌های بهره‌وری آن در دشت قزوین، مجله پژوهش آب ایران. ۱۰(۴): ۸۳-۷۳.

Angel Galan, M., Pozo, C., Guillen-Gosalbez, G. Anton Vallejo, A. and Jimenez Esteller, L. 2015. MultiStage Linear programming model for optimizing cropping plan decisions under the new Common Agricultural Policyy. Land Use Policy. 48:515-524.

Eliasson, J. 2015. The rising pressure of global water shortages. Nature 517 (7532):6.

Gallego-Ayala J. 2012. Selecting irrigation water pricing alternatives using a multimethodological approach. Mathematical and Computer Modelling, article in press. 55(3-4):861-883.

Heckelei, T. 2002. Calibration and Estimation of Programming Models for Agricultural Supply Analysis. University of Bonn, Germany.

Howitt, R. E., Medellín-Azuara, J., MacEwan, D., and Lund, J. R. 2012. Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. Environ. Modell. Software, 38(0):244–258.

Howitt, R.E. 1995. A Calibration Method for Agricultural Economic Production Models. Journal of Agricultural Economics, 46(2):147-159.

Huang, H., Xie, P., Duan, Y., Wu, P and Zhuo,l. 2023. Cropping pattern optimization considering water shadow price and virtual water flows: A case study of Yellow River Basin in China. Agricultural Water Management. 284, 108339.

Li, M., Fu, Q., Singh, V. P., Ma, M. and Liu, X. 2017 An intuitionistic fuzzy multi-objective non-linear programming model for sustainable irrigation water allocation under the combination of dry and wet conditions. Journal of Hydrology. 555:80–94.

Lu, H. W., Li, J., Ren, L. X. and Chen, Y. Z. 2018 Optimal groundwater security management policies by control of inexact health risks under dual uncertainty in slope factors. Chemosphere 198:161–173.

Osama, S., Elkholy, M. and Kansoh, R.M. 2017. Optimization of the Cropping Pattern in Egypt. Alex. Eng. J. 56:557-566.

Paris Q. and Howitt R.E. 1998. An analy sis of ill-posed production problems using Maximu m Entropy. American Journal of Agricultural Economics, 80(1):124-138.

Sabouhi, M.S., Mardani, M., 2013. Application of robust optimization approach for agricultural water resource management under uncertainty. J. Irrig. Drain. Eng. 139:571–581.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 18, Jun.-Jul. 2024, p. 271-280

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۸، خرداد - تیر ۱۴۰۳، ص. ۲۸۰-۲۷۱

The effect of Financial Incentive Policies on the Pattern of Water Consumption and the Pattern of Crop Cultivation (Case Study: Dehgolan Plain in Kurdistan Province)

M. Ghasabi[1], M.A. Asaadi[2], H. Ghaderzadeh[*3], M. Hajirahimi[4]
Recived: Apr.06, 2024 Accepted: May.11, 2024

Abstract

Due to the limitation of surface water resources and excessive exploitation of underground water, the underground water table in many plains of Iran is in an unfavorable condition. One of these critical plains is the Dehgolan Plain, which is still facing a water shortage crisis despite its designation as a prohibited area. Therefore, in this research, the effect of tax and subsidy incentive policies for each added or saved cubic meter of water consumption on the changes in the cultivation pattern has been investigated in three scenarios of 10, 20, and 30 percent increase in the shadow price of water (714 Tomans) in 2023. The required data were collected by referring to Kurdistan Regional Water Company, Agricultural Jihad Organization, and the country's water demand system for seven major crops including Wheat, Barley, Forage corn, Potato, Cucumber, Alfalfa, and Rapeseed in Dehgolan plain. Then, the data were analyzed using the positive mathematical programming (PMP) model. The results showed that the application of tax and subsidy policies pushes the cropping pattern towards low-water-absorbing crops such as barley, wheat, and canola. It was also found that these policies reduce water consumption and gross farm yield. These findings show that the mentioned incentive policies can be an effective tool for managing water consumption in the agricultural sector. Of course, it is necessary to consider alternative solutions such as the use of new irrigation methods in addition to these policies to prevent negative effects on farmers' income.

Keywords: Cropping pattern, Dehgolan plain, Positive mathematical programming, Underground water

1- Ph.D Scholar, Agricultural Economics, University of Kurdistan
2- Ph.D in Agricultural Economics, Tarbiat Moddares university and lecturer of University of Kurdistan
3- Associate Professor in Agricultural Economics, University of Kurdistan
4- Assistant Professor in Agricultural Economics, University of Kurdistan
(*- Corresponding Author Email: Hamedar2002@uok.ac.ir)