

مقاله علمی-پژوهشی

تعیین الگوی کشت در شهرهای قروه و دهگلان استان کردستان با رویکرد استفاده از گیاهان با حداقل نیاز آبی

مصطفی باغبانیان^۱، ابوذراطه‌ری^۲، حامد قادرزاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۱

چکیده

امروزه تولید محصولات با کیفیت و اقتصادی، از دغدغه‌های کشاورزان و سیاست‌گذاران اقتصادی می‌باشد و بر این اساس باید در سیاست‌گذاری‌های کشت، افزون بر اهداف سیاستی، نیازمندی‌ها و اهداف کشاورزان نیز در کنار آن در نظر گرفته شود؛ بنابراین، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اقتصادی الگوی بهینه کشت محصولات زراعی شهرهای قروه و دهگلان که واجد شرایط دارا بودن زمین حاصلخیز و منابع آبی فراوان هستند با تأکید بر حداقل آب مجازی طرح‌ریزی و اجرا شد. به این منظور آمار و اطلاعات موردنیاز در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در قالب تدوین الگوی برنامه‌ریزی آرمانی استفاده گردید. نتایج مطالعه نشان می‌دهد، الگوی کشت فعلی واحدهای تولیدی این شهرستان‌ها دارای مزیت نسبی نبوده و از این‌رو الگوی فعلی کشت باید تغییر یابد. به بیان دیگر، تغییرات الگوی کشت محصولات زراعی باید به سمت تخصصی شدن منطقه تغییر یافته و محصولاتی وارد الگوی کشت شوند که با امکانات و شرایط هر منطقه (شهرستان) سازگار باشند. با حل مدل آرمانی برای شهرستان دهگلان فقط محصول یونجه با سطح زیر کشت ۱۰/۹ هکتار با بازده برنامه‌های ۱,۱۴۰,۴۵۸ هزار ریال و در شهرستان قروه ذرت علوفه‌ای با مقدار ۲۱ هکتار و ارزش ۷۷۰۹۴۹۷ هزار ریال با مقدار آب مجازی ۲/۵۱ مترمکعب به‌عنوان محصول پایه قرار گرفت. در نتیجه، محصولی مانند گندم آبی به‌طور کلی در الگوی بهینه وارد نشده است. همچنین بیشتر محصولات به دلیل عدم مزیت نسبی و غیرمتناسب با شرایط منطقه و همچنین بازدهی پایین آن‌ها از الگو حذف شدند.

واژه‌های کلیدی: آب مجازی، الگوی بهینه کشت، برنامه‌ریزی آرمانی، استان کردستان

مقدمه

بسیاری از مناطق کشور، آب کافی جهت انجام فعالیت‌های کشاورزی وجود نداشته باشد و آب به‌عنوان مهم‌ترین و محدودکننده‌ترین نهاد تولیدی در اغلب مناطق کشاورزی ایران خودنمایی می‌کند (Dastwar, et al., 2014).

می‌دانیم آب یکی از مهم‌ترین منابع موردنیاز در جوامع بشری و در عین حال یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر است که می‌تواند سرمنشأ بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرار گیرد. عدم انطباق بین تأمین و تقاضای آب می‌تواند بحران‌آفرین باشد. این بحران می‌تواند در بعد محلی، منطقه‌ای، ملی و حتی در بعد جهانی نیز اتفاق افتد. عدم تعادل در بخش منابع آب می‌تواند ناشی از چرخه هیدرولوژی و محدودیت طبیعی منابع آب باشد و یا ناشی از فعالیت‌های بشری نظیر استفاده بی‌رویه از منابع و آلوده کردن منابع باشد (Mohammadi Kani Golzar, 2012). با توجه به مشکلات بیان‌شده و ایجاد بحران آب، استفاده از مفهوم آب مجازی در فرآیند مدیریت منابع آب، نقش مهم و بسزایی در جهت برقراری موازنه در عرضه و تقاضای این نهاده‌های کمیاب و در نتیجه صرفه‌جویی و مصرف

بخش کشاورزی به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم اقتصاد ایران، با توجه به مزیت‌های بالقوه طبیعی و نقش حساس در امنیت غذایی جامعه، بیش از سایر بخش‌ها نیاز به توجه دارد (Azadegan, et al., 2012). عواملی مانند رشد سریع جمعیت، کمبود مواد غذایی موجود و مشکلات جهانی غذا بر اهمیت بهره‌برداری بهینه از این بخش عظیم تولیدی کشور افزوده است (عزیزی و یزدانی، ۱۳۸۳). قرار گرفتن کشور ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک باعث شده است که در

۱- استادیار گروه اقتصاد، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران

۲- استادیار گروه حسابداری، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سوسنگرد، ایران

۳- دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه کردستان سنندج، ایران

(* - نویسنده مسئول: Email: baghbanyan@yahoo.com)

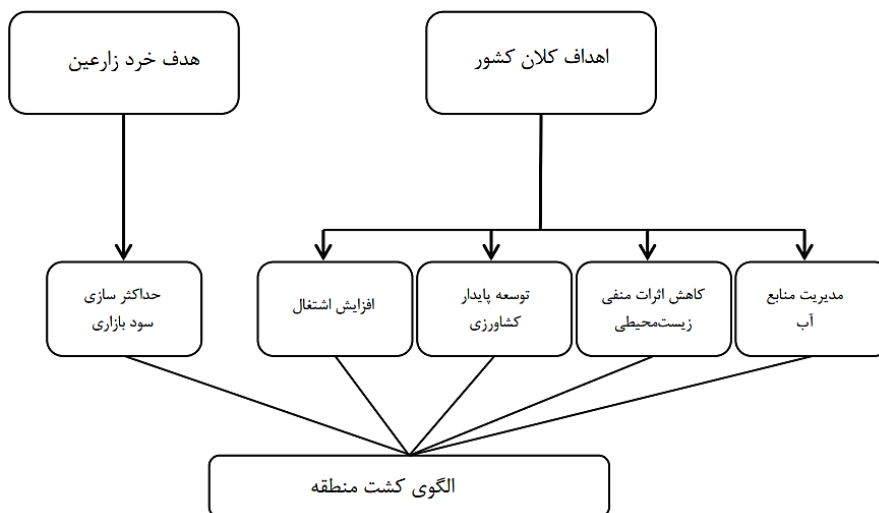
توجه عملی به این مسئله ضربات جبران‌ناپذیری را بر بیکره کشاورزی ایران وارد کرده است و شاید یکی از دلایلی که مانع رشد مناسب این بخش در همه ابعاد شده است، به این نکته برمی‌گردد (Asaadi, et al., 2019). لیکن نظر به تنوع آب و هوایی ایران و سطح مجاز برداشت از منابع آب‌های زیرزمینی و امکان استفاده مناسب از آب‌های سطحی می‌توان با تنظیم برنامه الگوی کشت متناسب با هر نوع آب‌وهوا به تولید محصولات متنوع کشاورزی دست یافت. عدم توجه به این تنوع، علاوه بر خسارات ناشی از نوسانات اقلیمی، سبب می‌شود که بهره‌برداران از نوسانات بازار عرضه و تقاضا نیز شدیداً آسیب‌پذیر باشند (منافی و همکاران، ۱۳۹۲). البته ذکر این نکته لازم است که موضوع بازارها و تعادل عرضه و تقاضا هم از الگوی کشت و هم از الگوی تجارت متأثر می‌باشد. با توجه به اینکه زمین‌های حاصلخیز کشاورزی و منابع کشور ایران محدود می‌باشند، تعیین الگوی بهینه کشت هر منطقه باید با آگاهی از اهداف خرد و کلان صورت گیرد که این اهداف لزوماً بر هم منطبق نمی‌باشند و گاه متناقض نیز هستند. همان‌طور که در دیاگرام (۱) نشان داده شده است، در سطوح خرد، تعیین الگوی مناسب کشت توسط کشاورز از عوامل بسیار مؤثر بر حداکثر سازی سودآوری برای وی می‌باشد، درحالی‌که سیاست‌گذاران در سطح کلان درصدد مدیریت منابع آب، کاهش اثرات منفی محیط-زیستی، توسعه پایدار کشاورزی و افزایش اشتغال می‌باشند.

بهینه منابع آب خواهد داشت. آب مجازی اولین بار در سال ۱۹۹۷ به‌عنوان آبی که برای تولید یک واحد محصول استفاده شده است، تعریف گردید. از آنجا که جابجایی مقادیر فراوان مواد غذایی ساده‌تر از جابجا کردن حجم عظیمی از آب می‌باشد، مبادله جهانی کالاهای اساسی راهی است که توسط آن، اقتصادهای دارای کمبود آب ذخایر خود را متوازن می‌سازند (Allan, 1997). مفهوم آب مجازی به میزان استفاده آب برای تولید یک واحد از محصول اشاره دارد؛ بنابراین اگر عملکرد در هکتار محصول افزایش بدان معناست که محتوی آب مجازی آن محصول کاهش می‌یابد. محتوی آب مجازی از دو فاکتور نیاز آبی و عملکرد محصول تأثیر می‌پذیرد. از این‌رو در هنگام تعیین وضعیت آب مجازی و یکارگیری عبارت آب مجازی بالا یا پایین باید مشخص شود که علت نیاز آبی بالا هست یا عملکرد پایین. تشخیص و تمییز این وضعیت برای سیاست‌گذاری و تعیین الگوی کشت ضروری است

آب مجازی یک معیار و ابزار اساسی در مصرف واقعی آب یک کشور می‌باشد. تعیین الگوی کشت بهینه مبتنی بر آب مجازی راه‌حل مناسبی برای بحران آب به‌ویژه در کشورهایی است که دارای آب و هوای گرم و کشاورزی آن‌ها به آبیاری وابسته است و همچنین کارایی مصرف آب پایینی دارند (تورتون، ۱۳۷۹).

جدای از مسئله کم‌آبی، عدم مدیریت مناسب منابع آبی و فقدان الگوی مناسب کشت نیز گریبان‌گیر کشاورزی کشور می‌باشد. عدم

شکل ۱- اهداف خرد و کلان الگوی کشت یک منطقه (عسگری پور، ۱۳۹۱)



که هدف از آن ارتقای بهره‌وری منابع آب بخش کشاورزی این منطقه می‌باشد. پژوهش حاضر مطالعه‌ای بر مبنای مدیریت پایداری منابع آبی است که در پی استفاده از راهبردهای مصرف بهینه آب در راستای مدیریت منابع آب منطقه مورد مطالعه می‌باشد تا بتواند با

با وجود این‌که مسئله آب مجازی به‌طور عمده در سطح کشور مطرح می‌باشد، لیکن به دلیل گستردگی حوزه‌های آبریز و دشتهای کشور، در این پژوهش به بررسی و تعیین الگوی کشت با تأکید بر مفهوم آب مجازی در شهرستان‌های استان کردستان اکتفا شده است

۳۳۷/۴ میلیون مترمکعب می‌باشد که به میزان ۸/۸ میلیون مترمکعب از الگوی کشت بهینه با هدف حداکثر کردن بازده برنامه‌ای کمتر است (شجری، ۱۳۹۳).

نتایج تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی با لحاظ مزیت نسبی در سه شهرستان دره شهر، ایوان و شیروان چرداول استان ایلام با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی نشان داد، در تمامی شهرستان‌ها محصولات فاقد مزیت نسبی نیز تولید می‌شوند ضمن اینکه مقایسه ترکیب کشت محصولات زراعی در وضعیت فعلی با نتایج الگوی برنامه‌ریزی بیانگر آن است که به‌طور متوسط تولید تعداد حدود ۵۰ درصد از محصولات کنونی توصیه می‌شود (Dashti and Ghadrinejad, 2014). نتایج بررسی الگوی بهینه زراعی پایدار با تأکید بر محدودیت منابع آبی در شهرستان کوزران در استان کرمانشاه نشان داد، استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی فزای نسبت به دیگر مدل‌ها نتایج بهتری ارائه می‌کند، زیرا می‌توان به‌طور هم‌زمان به تحقق هدف‌های پنجگانه دسترسی پیدا کرد. به‌طوری‌که در این الگو برای سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ بازده برنامه‌ای به میزان ۵ درصد نسبت به میزان کنونی افزایش یافته است. همچنین اجرای الگوی زراعی پیشنهادی، افزون بر رسیدن به هدف‌های پنج‌گانه با کمترین تغییرات ممکن در الگوی کنونی کشت منطقه از هدر رفتن ۵۲۶۷۱۶۰ مترمکعب آب در این منطقه جلوگیری می‌کند (دوران‌دیش و ترابی، ۱۳۹۴). مطالعه کاربرد روش برنامه‌ریزی ریاضی خطی فزای چندهدفه بر اساس مزیت نسبی، جهت تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در استان خراسان رضوی نشان داد، محصولات عدس آبی، لوبیا قرمز آبی و ذرت دانه‌ای آبی به دلیل نداشتن مزیت نسبی از الگوی کشت حذف شدند و محصولات زراعی گندم دیم و آبی، جو آبی، پنبه آبی، جو دیم، نخود دیم، شلتوک، نخود آبی، عدس دیم و آفتابگردان آبی به دلیل پایین بودن رتبه مزیت نسبی با کمترین سطح زیر کشت در الگو قرار گرفتند. همچنین محصولات زراعی چغندر قند، گوجه‌فرنگی آبی، هندوانه آبی، سیب‌زمینی، کلزا آبی، خیار آبی، پیاز آبی و هندوانه دیم دارای افزایش در سطح زیر کشت نسبت به الگوی موجود شده‌اند (Hatef, et al., 2016).

در شرایط فعلی و با توجه به موضوعات بیان‌شده، کمبود آب کشاورزی بخش وسیعی از کشور و از جمله استان کردستان را با مشکل مواجه ساخته است. به‌طوری‌که بخش‌هایی از مناطق استان در بحران آب به سر می‌برند. با توجه به این مهم، در این مطالعه تلاش می‌گردد با ارائه الگوی بهینه زراعی با تأکید بر محدودیت مصرف آب و همچنین مقدار آب مجازی، این مسئله را در قالب مدل برنامه‌ریزی آرمانی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

مدیریت درست منابع آبی منطقه استفاده حداکثری از امکانات و توانایی‌های موجود، پایداری و استمرار بیشتر و بهتر منابع و تأمین نیازها را فراهم آورد.

از مطالعات انجام‌شده در خصوص تجارت آب مجازی مطالعات متعددی صورت گرفته است که در ادامه به برخی از این مطالعات اشاره می‌گردد.

ورما و همکاران جریان آب مجازی بین ایالت‌های کشور هندوستان در نتیجه تجارت محصولات کشاورزی در سال ۲۰۰۷ را حدود ۱۰۶ میلیارد مترمکعب در سال یا ۱۳ درصد از کل آب مصرفی برآورد کردند (Verma et al., 2009). هناسکی و همکاران وضعیت صادرات و واردات آب مجازی عمده کشاورزی و دامی را در مقیاس جهانی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد، صادرات آب مجازی پنج محصول (گندم، جو، ذرت، برنج، سویا) و سه محصول دامی (گوشت گاو، گوشت خوک و مرغ) معادل ۵۴۵ کیلومتر مکعب در سال می‌باشد (Hanasaki et al., 2010).

بر اساس آمار تجارت بین‌المللی، میزان آب مجازی واردشده و صادرشده برنج در کره جنوبی را بررسی کردند. در این تحقیق ردپای آب برنج برابر ۸۴۴/۵ مترمکعب در سال برآورد شد (Yoo et al., 2014). همچنین واردات و صادرات آب مجازی به ترتیب ۴۰۴/۱۷ و ۲/۰۳ میلیون مترمکعب در سال تخمین شده شد. در پژوهشی دیگر، با استفاده از مدل بهینه‌سازی خطی به بررسی تجارت آب مجازی از طریق تجارت غلات در چین پرداختند. تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد که جریان عظیم مجازی تا ۱۱۷۹/۲۴ میلیارد مترمکعب آب تولید می‌شود و ارزش اقتصادی ایجادشده توسط تجارت آب مجازی غلات نه‌تنها می‌تواند هزینه حمل و نقل را پوشش دهد، بلکه در نهایت می‌تواند مزایای اقتصادی ۷۴۱۰ میلیارد یوان^۱ نیز ایجاد نماید (Wang et al., 2019).

همچنین در رابطه با بهینه‌سازی الگوی کشت مناطق مختلف در راستای پایداری منابع آب و صرفه‌جویی از آن می‌توان به بررسی و بهینه‌سازی الگوی بهره‌برداری از منابع آبی در جهت حداکثر کردن منافع اجتماعی در استان فارس پرداخت. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر این موضوع است که در شهرستان فسا محصولات گندم، ذرت دانه‌ای، گوجه‌فرنگی، پیاز، هندوانه، خربزه، خیار سبز و سبزیجات، دارای مزیت نسبی ولی محصولات جو و پنبه، فاقد مزیت نسبی در سال مورد مطالعه هستند. در الگوی کشت بهینه با هدف حداکثر نمودن منافع اجتماعی، سطح زیر کشت به میزان ۵۳۷ هکتار نسبت به الگوی کشت بهینه با هدف حداکثر نمودن منافع خصوصی یا بازاری (سود فردی کشاورزان) کاهش یافته است. همچنین میزان آب مصرفی در الگوی کشت بهینه با هدف حداکثر کردن منافع اجتماعی برابر با

مواد و روش‌ها

امروزه، برنامه‌ریزی ریاضی، به‌ویژه برنامه‌ریزی خطی یکی از توسعه‌یافته‌ترین ابزارهای علم مدیریت است که به‌طور گسترده برای تخصیص بهینه منابع محدود، بین فعالیت‌های نامحدود مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به این که طبیعت بسیاری از مسائل برنامه‌ریزی کشاورزی چند هدفه می‌باشد، روش‌های تک هدفه نمی‌تواند جوابگوی خواسته‌های سیاست‌گذاران و کشاورزان باشد. از این‌رو روش‌هایی مورد نیاز است که بتواند به‌طور هم‌زمان و با در نظر گرفتن اهداف بعضاً متضاد و محدودیت‌های موجود جواب بهینه را برای دستیابی به اهداف فراهم آورد. برنامه‌ریزی آرمانی توسط چارنز و کوپر در سال ۱۹۶۱ طراحی (Chizari, et al., 2006) و یکی از ابزارهای مورد استفاده در تحلیل تصمیم‌های چندهدفه در مدیریت مزرعه می‌باشد که دستیابی هم‌زمان به چند هدف بر مبنای اولویت‌بندی از خصوصیات این روش است. لذا به دلیل انعطاف‌پذیری بالا و در نظر گرفتن چندین هدف به‌طور هم‌زمان نتایج حاصل از این روش به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود (منصوری و کهنسال، ۱۳۸۶). در این پژوهش به‌منظور تعیین الگوی بهینه زراعی با تأکید بر مفهوم آب مجازی از مدل برنامه‌ریزی ریاضی آرمانی با در نظر گرفتن دو هدف استفاده شده است. این اهداف عبارت‌اند از افزایش سود ناخالص کشاورزان و حداقل کردن مقدار آب مجازی. در این روش، برنامه در جستجوی جوابی است که بتواند مجموع انحرافات موزون از اهداف مدنظر را به کمینه برساند.

فرم کلی و استاندارد مدل برنامه‌ریزی آرمانی به‌صورت زیر است که در آن فرض بر این است که k هدف ناسازگار با هم وجود دارد و اهداف چندگانه، ترکیب خطی از m متغیر (محصولات کشت‌شده) بوده و n منبع (نهادهای مصرفی) در آن استفاده می‌شود.

$$\text{Min } D = \sum_{j=1}^k h_j (d_j^- + d_j^+) \quad (1)$$

s.t:

$$g_i(X) \leq b_i \quad i=1, 2, 3, \dots, m \quad (2)$$

$$f_j(X) + d_j^- - d_j^+ = b_j \quad j=1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

$$X, d_j^-, d_j^+ \geq 0, \quad d_j^- \cdot d_j^+ = 0 \quad (4)$$

در معادلات (۱) تا (۴)، h_j : معرف آرمان زام، $h_j(d_j^- + d_j^+)$: تابع انحراف از آرمان زام، $g_i(X)$: تابع منابع نام استفاده‌شده برای فعالیت‌های مختلف تولیدی X ، b_j : میزان موجودی منبع نام، $f_j(X)$: تابع هدف زام حاصل از فعالیت‌های مختلف تولیدی X و d_j^- و d_j^+ به ترتیب بیانگر متغیرهای انحراف منفی و مثبت از آرمان‌های موردنظر می‌باشد. در این پژوهش

اهداف مدل پژوهش:

همان‌طور که بیان گردید، آرمان‌های موردنظر در این پژوهش به‌صورت زیر تعریف شده‌اند:

آرمان دستیابی به حداکثر سود ناخالص کشاورزان

$$\sum_{i=1}^m c_i x_i + d_1^- - d_1^+ = h_1 \quad (5)$$

آرمان دستیابی به حداقل مقدار آب مجازی

$$\sum_{i=1}^m v_i x_i + d_2^- - d_2^+ = h_2 \quad (6)$$

محدودیت‌های پژوهش:

محدودیت سطح زیر کشت

در این پژوهش محدودیت سطح زیر کشت در ارتباط با کل زمین در دسترس جهت کشت محصولات مختلف مدنظر قرار می‌گیرد و این محدودیت به‌صورت رابطه (۷) نشان داده می‌شود.

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq T \text{ land} \quad (7)$$

محدودیت مصرف آب

محدودیت آب شامل کل منابع سطحی و زیرزمینی جهت کشت محصولات است که قابلیت برداشت آن توسط کشاورز وجود دارد و در سمت راست این محدودیت قرار دارد که به‌صورت رابطه (۸) نشان داده شده است.

$$\sum_{i=1}^n W_i X_i \leq W \quad (8)$$

محدودیت نیاز آبی کل

$$\sum_{i=1}^n v_i X_i \leq VW \quad (9)$$

۴- محدودیت نیروی کار

این محدودیت بیانگر میزان کار موردنیاز برای فعالیت کشاورزی منطقه است؛ و به‌صورت این رابطه در مدل وارد می‌شود:

$$\sum_{i=1}^n L_i X_i \leq T \text{ labor} \quad (10)$$

که L_i میزان کار موردنیاز برای تولید محصول i می‌باشد.

۵- محدودیت هزینه نیروی کار

این محدودیت نشان‌دهنده‌ی میزان هزینه‌ی لازم برای به‌کارگیری نیروی کار لازم می‌باشد مقدار آن در مدل برحسب هزار تومان می‌باشد و به‌صورت رابطه زیر می‌باشد:

$$\sum_{i=1}^n c_l i X_i \leq CL \quad (11)$$

۶- محدودیت ماشین‌آلات

از آنجایی که فعالیت‌های کشاورزی محصولات مختلف زراعی در مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت به نیروی ماشین‌آلات احتیاج دارند و همچنین زمان انجام این فعالیت‌ها در یک دوره زمانی خاص تراکم دارد، لذا محصولات مختلف در استفاده از آن به رقابت می‌پردازند. لذا در این مطالعه دسترسی به ماشین‌آلات به‌صورت محدودیت زیر در مدل لحاظ شده است:

$$\sum_{i=1}^n M_i X_i \leq T \text{ machine} \quad (12)$$

در رابطه فوق M_i میزان ماشین‌آلات موردنیاز بر حسب ساعت

تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از معادله پنمن - مانتیت که توسط فائو در سال ۱۹۸۸ ارائه گردیده است محاسبه می‌شود. این شاخص در معادله (۱۱) ارائه شده است.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma 900 / (T + 273) U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (17)$$

در معادله (۱۷)، ET_0 تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر بر روز)، R_n تابش خالص بر سطح گیاه (مگا ژول بر میلی‌متر مربع در روز)، G جریان گرمای خاک (مگا ژول بر میلی‌متر مربع بر روز)، T متوسط دمای هوا (سانتی‌گراد)، U_2 سرعت باد اندازه‌گیری شده در ارتفاع ۲ متر (متر بر ثانیه)، e_a فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال)، e_d فشار بالقوه (کیلو پاسکال)، $e_a - e_d$ کسری فشار بخار (کیلو پاسکال)، Δ شیب منحنی فشار بخار (کیلو پاسکال بر درجه سانتی‌گراد) و γ ثابت پیژومتری (کیلو پاسکال بر درجه سانتی‌گراد) است (Allen et al., 1998). برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل در این پژوهش از داده‌های اقلیمی و نرم‌افزار CROPWAT استفاده شده است.

در گام دوم جهت تعیین محدودیت مقدار آب مصرفی هر محصول از معادله (۱۸) استفاده شده است.

$$CWR_c = \frac{ET}{E_a} \quad (18)$$

در رابطه (۱۸)، CWR_c مقدار آب موردنیاز محصول (مترمکعب بر هکتار) که برابر آب مصرفی محصول مورد بررسی در منطقه‌ی مورد مطالعه می‌باشد. ET آب خالص موردنیاز گیاه از آبیاری (مترمکعب در هکتار) و E_a راندمان روش آبیاری^۱ است (باغستانی و مهرآبادی، ۱۳۸۶).

شایان ذکر است، جهت محاسبه مقدار آب مجازی^۲ (VWC_c) برای هر محصول در تابع هدف، به صورت نسبتی از متوسط نیاز آبی (CWR_c) به متوسط عملکرد محصول (CY_c) با استفاده از رابطه (۱۹) به دست می‌آید:

$$VWC_c = \frac{CWR_c}{CY_c} \quad (19)$$

در رابطه (۱۹)، VWC_c برحسب مترمکعب آب به ازای هر تن محصول می‌باشد.

آمار و اطلاعات موردنیاز در این پژوهش به صورت مقطعی مربوط به سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در شهرهای منتخب استان کردستان می‌باشد که از سازمان جهاد کشاورزی استان و سازمان آب منطقه‌ای گردآوری شده است. در ابتدا آمار و اطلاعات موردنیاز با استفاده از نرم‌افزار Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس بعد از دسته‌بندی اطلاعات، تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات گردآوری شده با استفاده از نرم‌افزار WinQSB برنامه‌ریزی انجام گرفت.

برای تولید محصول i در یک هکتار و T machine کل ظرفیت ماشین‌آلات موجود در منطقه بر حسب ساعت است.

۷- محدودیت هزینه ماشین‌آلات

این محدودیت بیانگر هزینه به کارگیری یک ساعت ماشین‌آلات برای تولید محصولات کشاورزی است و به صورت رابطه‌ی زیر نمایش داده می‌شود:

$$\sum_{i=1}^n cm_i X_i \leq CM \quad (13)$$

در این رابطه نیز CM هزینه به کارگیری یک ساعت ماشین‌آلات برای تولید محصولات کشاورزی است.

۸- محدودیت هزینه کود و سموم شیمیایی

این محدودیت نیز بیان‌کننده‌ی هزینه‌ی تهیه‌ی کود و سموم شیمیایی برای تولید محصولات زراعی است و برحسب هزار تومان می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^n cf_i X_i \leq CF \quad (14)$$

CF هزینه تهیه کود و سموم شیمیایی برای تولید محصولات زراعی می‌باشد.

۹- محدودیت سم و کود شیمیایی

از آنجایی که تولید و توزیع بخش عمده‌ای از سموم و کودهای شیمیایی یارانه‌ای مورد استفاده در تولید محصولات به صورت محدود می‌باشد لذا افزایش مصرف آن باعث افزایش میزان هزینه تولید محصول خواهد شد. بنابراین محصولات مختلف در مصرف این نهاده‌ها با یکدیگر رقابت می‌کنند به همین منظور در این مطالعه محدودیت میزان مصرف انواع کودهای شیمیایی نظیر کود ازته، فسفات، پتاسیم و سموم مختلف به صورت روابط مختلف در مدل برنامه‌ریزی در نظر گرفته شده است و در کل تمام روابط آن برای سموم و کودهای مختلف به صورت رابطه‌ی زیر می‌باشد:

$$\sum_{i=1}^n F_i X_i \leq TF \quad (15)$$

که F_i بیانگر کود و سموم شیمیایی مختلف شامل کودهای فسفاته، ازته، پتاسه و سموم شیمیایی بر حسب کیلوگرم و TF کل انواع مختلف کود و سموم قابل دسترس می‌باشد

در این پژوهش برای محاسبه نیاز آبی محصولات زراعی، مراحل زیر صورت گرفته است. در تعیین نیاز آبی عوامل متعددی تأثیرگذار هستند. نیاز آبی محصول با استفاده از تبخیر و تعرق محصول (ET_c) در طی دوره رشد کامل محصول محاسبه می‌شود. طبق معادله (۱۰)، ET_c از حاصل ضرب تبخیر و تعرق پتانسیل مرجع (ET_0) در ضریب گیاهی (K_c) به دست می‌آید (Allen et al., 1998):

$$ET = K_c \times ET_0 \quad (16)$$

ضریب گیاهی (K_c) اثر خصوصیات محصول را در نیاز آبی لحاظ نموده و با معرفی آن نیاز آبی محصول تعیین می‌شود. برای تعدیل این ضریب، پارامترهای جوی، مقدار رطوبت و سرعت باد برای هر محصول در دوره‌های میانی و پایانی رشد محصول تعدیل شدند.

۱- در این پژوهش راندمان آبیاری ۴۰ درصد در نظر گرفته شده است.

نتایج و بحث

موجودی (سطح زیر کشت و میزان آب موجود) و همچنین پتانسیل تولید در هر شهرستان، الگوی بهینه تولید بر اساس آب مجازی تعیین و معرفی گردد (جدول ۱). بر این اساس مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای هر شهرستان به ترتیب ارائه و نتایج آن تحلیل می‌گردد. با توجه به هدف پژوهش، سایر محدودیت‌ها از قبیل ماشین‌آلات، نیروی کار و کودها و سموم شیمیایی و دیگر نهاده‌های مصرفی در مدل لحاظ نگردیده است و صرفاً تأکید بر محدودیت‌های سه‌گانه سطح زیر کشت، نیاز آبی و مقدار آب مصرفی شده است.

در این بخش محصولات زراعی کشاورزی شهرهای منتخب استان کردستان یعنی قروه و دهگلان که هر دو ویژگی زمین مناسب کشاورزی و منابع آبی را دارند در مدل معرفی و تلاش می‌گردد تا کلیه محصولات رایج بر اساس اهداف پژوهش برای این شهرها در مدل پژوهش وارد گردد. هدف از وارد نمودن تمام محصولات کشت‌شده در هر مدل، شناسایی مزیت تولید هر شهرستان می‌باشد. در واقع، در مطالعه حاضر تلاش می‌گردد تا با در نظر گرفتن میزان

جدول ۱- محصولات کشاورزی شهرستان‌های منتخب استان کردستان

محصول	متغیر	دهگلان	قروه
گندم آبی	x_1	*	*
گندم دیم	x_2	*	*
جو آبی	x_3	*	*
جودیم	x_4	*	*
لوبیا آبی	x_5	*	*
نخود آبی	x_6	*	*
نخود دیم	x_7	*	*
عدس آبی	x_8	*	*
عدس دیم	x_9	*	*
چغندر قند	x_{10}		
کلزای دیم	x_{11}		
کلزای آبی	x_{12}	*	*
سیب‌زمینی	x_{13}	*	*
پیاز	x_{14}	*	*
گوجه‌فرنگی	x_{15}	*	*
هندوانه	x_{16}	*	*
خیار	x_{17}	*	*
یونجه	x_{18}	*	*
شبدر	x_{19}	*	*
ذرت علوفه‌ای	x_{20}	*	*

مأخذ: سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان

$$MaxZ = \frac{Max I}{Min VW}$$

$$Max = \frac{Max I}{Min VW} = 919724$$

برنامه‌ریزی خطی

نتایج مدل برنامه‌ریزی خطی (حداکثر درآمد) برای شهرستان دهگلان (مقادیر ضرایب تابع هدف حداکثر درآمد به ۱۰۰۰ ریال می‌باشد): بر اساس نتایج مدل خطی شهرستان دهگلان فقط فعالیت x_{18} (یونجه) در پایه قرار و مقدار آن معادل ۱۰/۹ هکتار با بازده برنامه‌ای ۱,۱۴۰,۴۵۸ هزار ریال است. محدودکننده‌ترین منبع

مدل آرمانی برای شهرستان‌های منتخب استان کردستان با در نظر گرفتن دو هدف حداکثر کردن درآمد و حداقل نمودن مقدار آب مجازی در جدول (۲) گزارش شده است. شایان‌ذکر است، مقادیر درآمد ناخالص هر یک از فعالیت‌ها برحسب هزار ریال و مقدار آب مجازی برحسب مترمکعب می‌باشد.

مدل برنامه‌ریزی کسری دهگلان

ابتدا هر کدام از تابع‌های حداکثر درآمد و حداقل آب مجازی را به‌صورت خطی به دست آورده و نسبت نتایج توابع به‌عنوان شاخص در نظر گرفته شد. محدودیت‌های مدل همان محدودیت‌هایی مدل برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشد.

مقدار آب مصرفی (منبع سوم) با قیمت سایه‌ای آن معادل ۹۹/۲ هزار ریال می‌باشد؛ اما دو منبع زمین و نیاز آبی گیاه دارای مقادیر مازادی به ترتیب ۴۱۴۵۰ هکتار و ۱۸۵۸۴ مترمکعب بودند.

نتایج مدل حداقل کردن مقدار آب مجازی:

بر اساس نتایج به دست آمده متغیرهای x_2 (گندم دیم) و x_{11} (کلزای دیم) در پایه قرار گرفتند. مقادیر به ترتیب برابر $x_2 = 1.56$ و $x_{11} = 18265$ هکتار می‌باشد. مقدار تابع حداقل مقدار آب مجازی معادل $Min VW = 1.24$ مترمکعب می‌باشد. هم‌چنین بر اساس مقدار آب مجازی هر سه منبع به طور کامل مصرف گردیدند. بر اساس این دو مدل شاخص پایداری بر اساس حداکثر درآمد معادل:

$$Max = \frac{Max I}{Min VW} = 919724$$

و شاخص پایداری بر اساس آب مجازی معادل:

$$\text{حداقل مقدار آب مجازی} = \frac{\text{حداکثر درآمد دست به آمده}}{\text{شاخص پایداری}} = 1.1 \times 10^{-6}$$

شاخص پایداری در مدل آرمانی بر اساس حداکثر کردن درآمد و حداقل کردن مقدار آب مجازی به ترتیب معادل:

$$\begin{aligned} \text{حداکثر درآمد} \\ \text{حداقل آب مجازی} &= \frac{\text{شاخص پایداری بر اساس حداکثر درآمد}}{\text{حداقل آب مجازی}} \\ &= \frac{5,851,548}{3.21} = 1,822,912 \\ \text{حداقل آب مجازی} \\ \text{حداکثر درآمد} &= \frac{\text{شاخص پایداری بر اساس حداقل آب مجازی}}{\text{حداکثر درآمد}} \\ &= 5.5 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

مدل برنامه‌ریزی کسری قروه

مدل برنامه‌ریزی کسری طراحی شده به منظور محاسبه شاخص پایداری به شرح معادله ذیل است.

$$Max Z_1 = \frac{Max I}{Min VW}$$

برنامه‌ریزی خطی

نتایج مدل برنامه‌ریزی خطی با هدف حداکثر درآمد x_{20} (سورگوم) با مقدار ۲۰/۹۵ هکتار و درآمدی معادل ۷۷۰۹۴۹۷ هزار ریال را در پایه قرار گرفت. منبع اول زمین به مقدار ۱۰۲,۰۲۱/۶ هکتار دارای مازاد می‌باشد. منبع دوم (نیاز آبی کل) عامل محدودکننده می‌باشد. قیمت سایه‌ای منبع دوم معادل ۱۷۱/۳۲ هزار ریال می‌باشد.

مدل خطی با هدف حداقل آب مجازی:

نتایج مدل خطی با هدف حداقل کردن مقدار آب مجازی باعث شد x_2 (گندم دیم) با مقدار ۱/۴۴ و x_{11} ۱۸/۳ هکتار با ۱/۱۳۴ مترمکعب در مدل قرار گرفتند. هر سه منبع به طور کامل مصرف شده ولی قیمت سایه‌ای آن‌ها معادل صفر می‌باشد. نتایج شاخص‌های پایداری در ذیل ارائه شده است.

الف) شاخص پایداری بر اساس حداکثر درآمد

$$\text{شاخص پایداری} = \frac{\text{حداکثر درآمد}}{\text{حداقل آب مجازی}} = 6,798,498$$

ب) شاخص پایداری بر اساس حداقل آب مجازی:

$$\text{شاخص پایداری} = \frac{\text{حداقل آب مجازی}}{\text{حداکثر درآمد}} = 1.4 \times 10^{-7}$$

مدل آرمانی برای شهرستان قروه:

نتایج مدل آرمانی نشان داد، هم‌چنان x_{20} (سورگوم) با مقدار ۲۰/۹۵ هکتار با ارزش ۷۷۰۹۴۹۷ هزار ریال و ۲/۵۱ مترمکعب در پایه قرار دارد. شاخص پایداری در مدل آرمانی برای شهرستان قروه در هر دو حالت حداکثر درآمد و حداقل آب مجازی به ترتیب مقادیر ۳۰۷۱۵۱۳ هزار ریال و $10^{-7} \times 3/2$ می‌باشد.

در جدول (۳) نتایج مربوط به الگوی بهینه کشت به دست آمده بر اساس مدل برنامه‌ریزی ریاضی آرمانی به منظور حداکثر نمودن درآمد برای شهرستان‌های منتخب استان کردستان گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد. در مقایسه با محصولات کشت شده در وضعیت فعلی (جدول ۱)، نتایج حاکی از حذف بعضی از محصولات می‌باشد که در منطقه ذکر شده فاقد مزیت آبی هستند. با توجه به اینکه در این پژوهش هدف‌های در نظر گرفته شده یعنی بیشینه کردن درآمد ناخالص و کمینه کردن مقدار آب مجازی، اقتصادی می‌باشند، محصولاتی در مدل قرار گرفته‌اند که بازدهی درآمدی بالایی نسبت به محدودیت‌های در نظر گرفته شده داشته باشند و این منطقی به نظر می‌رسد که بعضی از محصولات که بازدهی پایینی دارند از الگو حذف و علی‌رغم این سطح زیر کشت برخی از محصولات نیز افزایش یابد. هم‌چنین با توجه به حداقل کردن آب مجازی، برخی از محصولاتی که مقدار آب مجازی کمتری مصرف می‌کنند و در وضعیت فعلی، سطح زیر کشت بالایی را داشته‌اند تا حدودی در مدل برنامه‌ریزی قرار گرفته‌اند. شایان ذکر است، به‌طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی نشان می‌دهد که حرکت به سمت پایداری با تأکید بر حداقل مصرف آب مجازی از تنوع کشت منطقه خواهد کاست و با توجه به اهداف مدل (سود ناخالص و مقدار آب مجازی)،

تعدادی از محصولات را از الگوی فعلی منطقه حذف می‌کند. به عبارت دیگر برای حرکت به سمت پایداری در منطقه یادشده باید به سمت مزیت نسبی و تخصصی شدن کشت برخی محصولات خاص

سازگار با امکانات و شرایط منطقه حرکت نمود، اگرچه در کوتاه‌مدت کاهش درآمد زارعین را به دنبال دارد.

جدول ۲- توابع هدف مدل برنامه‌ریزی آرمانی شهرستان‌های منتخب استان کردستان

شهرستان	تابع هدف
دهگلان	$Max I : 75621.6x_1 + 7668x_2 + 30094x_3 + 5010.2x_4 + 73400x_5 + 48200x_6 + 11680x_7 + 34160x_8 + 11600x_9 + 17613.2x_{12} + 220626x_{13} + 249685.25x_{14} + 29187.6x_{15} + 255127.5x_{16} + 139005x_{17} + 104823x_{18} + 44973x_{19}$ $Min VW : 0.84x_1 + 0.79x_2 + 1.37x_3 + 0.29x_4 + 3.16x_5 + 3.55x_6 + x_7 + 5.40x_8 + 1.11x_9 + 6.82.2x_{12} + 0.18x_{13} + 0.20.25x_{14} + 0.25x_{15} + 0.14x_{16} + 0.27x_{17} + 0.91x_{18} + 1.5x_{19}$
قروه	$Max I : 43816.68x_1 + 7722x_2 + 29622.2x_3 + 5765.42x_4 + 67080x_5 + 37240x_6 + 7160x_7 + 36680x_8 + 8000x_9 + 9848.4x_{10} + 7414x_{12} + 226177x_{13} + 228734x_{14} + 28800x_{15} + 262500x_{16} + 163657.5x_{17} + 91503x_{18} + 42570x_{19} + 88000x_{20}$ $Min VW : 1.45x_1 + 0.79x_2 + 1.3932x_3 + 0.25x_4 + 3.46x_5 + 4.59x_6 + 1.52x_7 + 5.03x_8 + 1.61x_9 + 1.19x_{10} + 16.21x_{12} + 0.17x_{13} + 0.22x_{14} + 0.25x_{15} + 0.14x_{16} + 0.23x_{17} + 1.04x_{18} + 1.59x_{19} + 0.12x_{20}$

مأخذ: یافته‌های تحقیق (Max I حداکثر بازده ناخالص (درآمد)؛ Max VW حداقل مقدار آب مجازی)

از دیگر نتایج جدول (۳) گویای آن است که سطح زیر کشت محصولات منتخب در مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای هر دو شهرستان نسبت به وضعیت موجود کاهش و به صورت کشت نشده و آیش

درآمده است. این رویکرد به نوبه خود فشار بر زمین را کاهش می‌دهد و امکان عملیات بدون خاک‌ورزی و حفاظت خاک را افزایش می‌دهد.

جدول ۳- نتایج الگوی کشت بهینه محصولات زراعی با مدل برنامه‌ریزی آرمانی (حداکثر کردن درآمد) در شهرستان‌های مورد مطالعه

(واحد: هکتار)

شهرستان	محصول	متغیر	مدل برنامه‌ریزی آرمانی	شهرستان	محصول	متغیر	مدل برنامه‌ریزی آرمانی
دهگلان	گندم آبی	x_1	۲۸۷۷	قروه	سیب‌زمینی	x_{13}	۲۴۶۵
	جو آبی	x_3	۳۴		هندوانه	x_{16}	۶۳
	نخود دیم	x_7	۹۵۴		یونجه	x_{18}	۱۰۵۸
	خیار	x_{17}	۶۲۲				
	یونجه	x_{18}	۲۱۵۰				
	ذرت علوفه‌ای	x_{20}	۶۵				

مأخذ: یافته‌های تحقیق

و هوای مناسب، اهمیت دارد.

جدول ۴- مقدار درآمد ناخالص در شهرستان‌های مورد مطالعه

شهرستان	درآمد ناخالص (میلیون ریال)
دهگلان	۹۰۰۵۴۸/۱
قروه	۱۱۸۷۴۸۱/۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول (۴) نتایج مربوط به تابع هدف یعنی حداکثر کردن درآمد ناخالص در شهرستان مورد بررسی نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، شهرستان قروه با مقدار ۱۱۸۷۴۸۱/۹ میلیون ریال بیشترین درآمد یا بازدهی را در خصوص محصولات زراعی مدل داشته است. دشت شهرستان قروه، یکی از دشت‌های حاصلخیز و قطب کشاورزی مکانیزه استان کردستان به حساب می‌آید و نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی پیشرو استان ایفا می‌کند. این دشت به جهت وسعت و پتانسیل بالای آب و خاک، ناشی از شرایط زمین و آب

نتایج مدل آرمانی در مدل حداقل کردن مصرف آب مجازی

با حل مدل آرمانی برای شهرستان دهگلان فقط فعالیت x_{18} (یونجه) با سطح زیر کشت ۱۰/۹ هکتار با بازده برنامه‌ای ۱,۱۴۰,۴۵۸ هزار ریال در پایه قرار گرفت. در شهرستان قروه همچنان x_{20} (ذرت علوفه‌ای) با مقدار ۲۱ هکتار و ارزش ۷۷۰۹۴۹۷ هزار ریال با مقدار آب مجازی ۲/۵۱ مترمکعب در پایه قرار گرفت. نکته قابل توجه در نتایج حکایت از این دارد که محصول گندم آبی برای هیچ‌یک از شهرستان‌های مورد بررسی استان پیشنهاد نشده است. روند تغییر سطح زیر کشت آبی استان از سال ۱۳۶۰ تاکنون، علی‌رغم افزایش ظرفیت مقدار قابل کشت زمین‌های آبی استان، سطح زیر کشت گندم آبی از ۳۵۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۶۰ به ۳۲۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۶ کاهش یافته است (آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی ۱۳۹۷)؛ یعنی محصول گندم آبی توان رقابتی خود را به تدریج از دست داده است. از آنجا که در مطالعه حاضر هدف کاهش مصرف آب و استفاده از آب سبز بوده است؛ بنابراین سایر محدودیت‌ها در نظر گرفته نشده است. به همین دلیل سطح زمین‌های باقیمانده به شدت بالاست؛ اما در صورت وارد نمودن سایر محدودیت‌ها مانند محدودیت زمین در کشت پاییزه و محدودیت‌های سایر منابع، به‌منظور مصرف نمودن همه منابع، زمین‌های باقی‌مانده به مصرف می‌رسد. این مدل در مقاله‌ای جداگانه بررسی و ارائه می‌شود؛ اما از آنجا که در مطالعه حاضر صرفاً هدف برجسته نمودن آب مجازی بوده، سایر موارد وارد نشده است.

جدول ۵- محصولات پیشنهادی اولویت هر شهرستان بر حسب مدل آرمانی (حداقل نمودن میزان آب مصرفی)

فعالیت	متغیر	دهگلان	قروه
گندم دیم	x_2	-	-
نخود دیم	x_7	-	-
عدس دیم	x_9	-	-
سبب زمینی	x_{13}	-	-
پياز	x_{14}	-	-
هندوانه	x_{16}	-	-
یونجه	x_{18}	۱۰/۹	-
ذرت علوفه‌ای	x_{20}	-	۲۱

منبع: یافته‌های پژوهش

نتیجه گیری

در این پژوهش با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی آرمانی با در نظر گرفتن اهداف حداکثر کردن سود ناخالص و حداقل کردن مقدار آب مجازی، به بررسی ارزیابی اقتصادی الگوی بهینه کشت محصولات زراعی شهرستان‌های منتخب استان کردستان یعنی قروه و دهگلان پرداخته شده است. در این پژوهش، داده‌ها و اطلاعات

مربوط به محصولات زراعی از طریق مراجعه به سازمان‌ها و نهادهای مربوطه برای سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ گردآوری شد و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و حل مدل از نرم‌افزارهای EXCEL و WinQSB استفاده شده است. محدودیت‌های لحاظ شده در این پژوهش شامل محدودیت‌های سه‌گانه سطح زیر کشت، نیاز آبی (آب مجازی) و مقدار آب مصرفی بوده است و سایر محدودیت‌ها از قبیل ماشین‌آلات، نیروی کار و کودها و سموم شیمیایی و دیگر نهادهای مصرفی در مدل ثابت فرض شده و لحاظ نگردیده است. نتایج پژوهش نشان داد که تغییرات الگوی کشت محصولات زراعی به سمت تخصصی شدن و متناسب با مزیت نسبی منطقه در حال تغییر است و محصولاتی وارد الگوی کشت شده‌اند که با امکانات و شرایط منطقه سازگار می‌باشند. این تغییرات به نحوی است که سطح زیر کشت برخی از محصولات نسبت به وضعیت فعلی کاهش و برخی دیگر افزایش پیدا کرده است. همچنین بیشتر محصولات به دلیل عدم مزیت نسبی و بازدهی پایین آن‌ها از الگو حذف شدند. از دیگر نتایج تحقیق نشان داد که شهرستان قروه بیشترین پتانسیل را از لحاظ بازدهی و درآمد ناخالص در بخش زراعی کشاورزی داشته است که نشان‌دهنده نقش کلیدی شهرستان در قطب اقتصاد کشاورزی استان می‌باشد. البته لازم به ذکر است، سهم بالایی آب مصرفی در این دشت را آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهد؛ که این موضوع لازم است در پژوهشی جداگانه و به‌صورت ویژه با نگاه توسعه پایدار و از منظر زیست‌محیطی مورد توجه قرار گیرد. چرا که در بخش‌هایی از این دشت و دشت مجاور در استان همدان شاهد فرونشست زمین به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه از آن هستیم. از طرف دیگر بر اساس نتایج پژوهش فاصله الگوی فعلی با وضعیت بهینه معنی‌دار و لزوم بازنگری در سیاست‌گذاری سازمان جهاد کشاورزی استان و به‌تبع آن وزارت متبوع امری اجتناب‌ناپذیر است. با توجه به اهمیت استراتژیک بودن برخی از محصولات بالأخص گندم و در نظر گرفتن هدف‌ها و سیاست‌های کلان اقتصادی، کاهش تولید این محصولات در کشور مناسب به نظر نمی‌رسد. بر این اساس، لازم است تا در مطالعه‌ای جداگانه در کنار هدف‌های اقتصادی، سیاست‌گذاری‌های کلان کشاورزی نیز در نظر گرفته شود. همان‌گونه که در بخش نتایج نیز اشاره گردید، در این مطالعه صرفاً تأکید بر موضوع آب مجازی بوده و تلاش گردیده تا پاسخ این سؤال، آیا با تأکید بر مفهوم آب مجازی، الگوی کشت رایج استان بهینه است یا نه داده شود؛ از وارد کردن سایر محدودیت‌ها اجتناب گردید. به همین دلیل مواردی از قبیل مقایسه سطح زیر کشت فعلی و قبلی مورد توجه قرار نگرفت. بلکه هدف اصلی ارزیابی امکان تغییر الگوی کشت رایج استان از الگوی نسبت مشابه به سمت شناسایی الگوی تخصصی بوده و نتایج بیانگر لزوم تغییر الگوی فعلی و انجام مطالعات جامع جهت شناسایی الگوی مناسب هر شهرستان با در نظر گرفتن همه محدودیت‌های رایج در آن است.

منابع

- شجری، ش. ۱۳۹۳. بهینه‌سازی الگوی بهره‌برداری از منابع آبی در جهت حداکثر کردن منافع اجتماعی در استان فارس. مجله اقتصاد کشاورزی. ۸: ۱۷۵-۱۸۹.
- تورتون، ا. ر. ۱۳۷۹. بارش، مردم، خطوط لوله و نیرو: به سوی یک گفتمان اکولوژی سیاسی مبتنی بر آب مجازی، مقاله گاه به گاه. سالنامه آماری سازمان کشاورزی استان کردستان.
- Allan, J.A. 1997. Virtual water: A long-term solution for water short Middle Eastern economies. Paper presented at the British Assoc. Festival of Science. University of Leeds, UK.
- Allen, R.G., Periera, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy, 300 p.
- Asaadi, M.A., Mortazavi, S.A., Zamani, O., Najafi, G.H., Yusaf, T. and Hoseini, S.S. 2019. The Impacts of water pricing and non-pricing policies on sustainable water resources management: A case of Ghorveh plain at Kurdistan province, Iran. *Energies*, 12, 2667.
- Hanasaki, N., Inuzuka, T., Kanae, S. and Oki, T. 2010. An estimation of global virtual water flow and sources of water withdrawal for major crops and livestock products using a global hydrological model, *Hydrology Journal*. 384: 232-244.
- Mohammadi Kani Golzar, F. 2012. Water consumption management respect to virtual water exchange in selected products of Iran. Unpublished. Thesis of master program in agricultural management. University of Tehran.
- Verma, S., Kampman, D. A., Van der Zaag, P. and Hoekstra, A. Y. 2009. Going against the flow: A critical analysis of inter-state virtual water trade in the context of India's national river linking program. *Journal of Physics and Chemistry of the Earth*. 34(4-5): 261-269.
- Wang, Z., Zhang, L., Zhang, Q., Wei, Y., Wang, J., Ding, X. and Mi, Z. 2019. Optimization of virtual water flow via grain trade within China. *Ecological Indicators*. 97: 25-34.
- Yoo, S.H., Choi, J.Y., Lee, S.H. and Kim, T. 2014. Estimating water footprint of paddy rice in Korea. *Paddy and Water Environment*. 12(1): 43-54.
- آزادگان، ع.، بابایی، م.، صبوچی، م. و کاوسی اکبرپور، ز. ۱۳۹۱. کاربرد برنامه‌ریزی هدف در طراحی برنامه زراعی همسو با توسعه پایدار (مطالعه موردی منطقه سیستان). اولین همایش ملی توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ابرکوه.
- عسگری پور، ع.ر. ۱۳۹۱. تعیین الگوی کشت بهینه و پایدار از دیدگاه کشاورزان کشاورزی شهرستان بهار. پایان‌نامه برنامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه محقق اردبیلی.
- عزیزی، ج. و یزدانی، س. ۱۳۸۳. تعیین مزیت نسبی محصولات عمده باغبانی ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه سال. ۱۲ (۴۶): ۴۱-۷۲.
- باغستانی، ع. و مهرابی بشرآبادی، ح. ۱۳۸۶. مفهوم آب مجازی و کاربرد آن در تعیین الگوی تجارت محصولات کشاورزی ایران، نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، کرمان.
- چیدری ا.ح.، یوسفی، ع. و موسوی بهار، س. ح. ۱۳۸۵. بررسی بازارهای هدف صادراتی گیاهان زینتی ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه سال. ۱۴ (۵۵): ۴۷-۶۶.
- دستوار، س.، حسنی، ح.ع.، شیردلی، ع.، خلفی، ج.، و قیدی، ع. (۱۳۹۳). بررسی تاثیر کاداستر و یکپارچه سازی اراضی کشاورزی در بهره وری منابع آب موجود (مطالعه موردی: پایاب سد شویر). پایان‌نامه برنامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. زنجان.
- دوراندیش، آ. و ترابی، س. ۱۳۹۴. گزینش الگوی بهینه زراعی پایدار با تاکید بر محدودیت منابع آبی (مطالعه موردی: شهرستان کوزران در استان کرمانشاه). اقتصاد کشاورزی. ۹ (۱): ۱۳۴-۱۱۷.
- منصوری، ح.، و کهنسال، م. ۱۳۸۶. تعیین الگوی کشت کشاورزی بر اساس دیدگاه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی. ششمین همایش دو ساله اقتصاد کشاورزی ایران. مشهد. دانشگاه فردوسی مشهد.
- منافی آذر، ر.، عبدالهی، ع. و نظری، ع. م. ۱۳۹۲. ارزیابی تاثیر گسترش آبیاری تحت فشار در تغییر ساخت زراعی، الگوی کشت و راندمان تولید (مطالعه موردی: شهرستان میاندوآب). مجله مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه های انسانی. ۸ (۲۵): ۱۶۱-۱۴۷.

Determining the Optimal Cultivation Pattern of Crops with Emphasis on Virtual Water in Qorveh and Dehgolan Cities of Kurdistan Province

M. Baghnanyan¹, A. Taheri², H.Ghaderzadeh³

Received: Jul.02, 2021

Accepted: Sep.02, 2022

Abstract

Nowadays, production of economic production is one of the most important of policymaker's attentions. Address to this. It is necessary to merge the farmer's aims along policy makers as well as their necessities. Therefore, the current study attempted to investigate on optimum cropping pattern of agricultural crops in Kurdistan province respect to each county emphasizing on minimize virtual water. To follow research aim the necessary data were collected for the agricultural year 2019-20 using goal programming. The results showed that, the current cropping pattern does not has no comparative advantage and it has to experience significant change. In other words, the current cropping pattern willing must to change from mixed form to specialized one according to comparative advantage according to resource possibilities of each district. The range of change showed that, there are significant decrease and increase in some crops compare to current situation. The results showed that, irrigated wheat did not get permission to enter optimum model. In addition, the most of current crop due to low return as well as disadvantage of study area omitted in recommended pattern.

Key words: Goal programming, Kurdistan province, Optimum cropping pattern, Virtual water

1- Assisntant Professor, Department of Economics, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran

2- Assisntant Professor, Department of Accounting, Sousangerd Branch, Islamic Azad University, Sousangerd, Iran

3- Associate Professor, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, University of kurdistan, Sanandaj, Iran

(*- Corresponding Author Email: baghbanyan@yahoo.com)