تعیین الگوی کشت مبتنی بر مصرف بهینه آب با و بدون لحاظ اهداف درآمدی در اراضی زیر سد علویان

آیدا نامور[1*]، جواد حسین زاد[2]
*۱- کارشناس ارشد رشته اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز
ayda_namvar@yahoo.com

چکیده

استفاده بی رویه از مواد شیمیایی و بکارگیری روش‌های نامناسب آبیاری وضعیت نگران کننده و ناپایداری را در فعالیت‌های کشاورزی کشور بوجود آورده است. به نظر می‌رسد مجموعه اراضی کشاورزی زیر سد و شبکه علویان نیز از این قاعده مستثنی نبوده و هر ساله مقادیر زیادی از مواد شیمیایی مضر در قالب کودها و سموم شیمیایی در آنجا بکار گرفته می‌شود. در مطالعه حاضر الگوی کشت در اراضی زیر سد و شبکه علویان شهرستان مراغه با استفاده ازمدل برنامه‌ریزی کسری با لحاظ برخی اصول مهم کشاورزی پایدار که هدف عمده آن حداقل استفاده از نهاده‌های شیمیایی است و همچنین الگوی کشت حاصل از برنامه-ریزی آرمانی با اولویت دادن به مصرف بهینه آب در ماه‌های گرم سال مشخص شده است. اطلاعات مورد نیاز با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی دومرحله‌ای از طریق تکمیل ۲۸۸ پرسش‌نامه از دشت مراغه- بناب در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ بدست آمد. نتایج نشان میدهد که از نظر الگوی کشت و درآمد ناخالص و میزان مصرف نهاده‌ها در دو الگو تفاوت وجود دارد. میزان درآمد ناخالص در الگوی برنامه‌ریزی آرمانی بیشتر از الگوی برنامه‌ریزی کسری است و میزان مصرف نهاده‌هایی از قبیل آب و کودها و سموم شیمیایی در الگوی برنامه‌ریزی کسری کمتر از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشد. بدون در نظرگرفتن اهداف درآمدی اگر فقط اهداف پایداری مدنظر قرار بگیرد بایستی از مقدار مشخصی درآمد در منطقه صرف نظر شود.

کلمات کلیدی: الگوی کشت، اراضی زیر سد علویان ، برنامه‌ریزی آرمانی، برنامه‌ریزی کسری، مصرف آب

مقدمه

کشاورزی به عنوان یکی از محورهای اساسی رشد و توسعه، نقش مهمی در توسعه اقتصادی کشورها دارد. در جهان امروز یکی از مشکلات اساسی بشر تامین نیازهای غذایی است، به گونه‌ای که امنیت غذایی به عنوان یکی از اهداف مهم سرلوحه برنامه‌های دولت‌ها قرار گرفته است. با گذشت زمان، مدیریت منابع به موازات رشد جوامع، پیچیده‌تر می شود و همزمان با افزایش جمعیت و رشد اقتصادی کشورها، تقاضا برای مواد غذایی نیز رو به افزایش می گذارد. پاسخگویی به این نیازها موجب به کارگیری بیش از حد و غیرمعقول از مواد شیمیایی در کشاورزی و استفاده بی‌رویه از آب و بکارگیری روش‌های نامناسب آبیاری در فعالیت‌های کشاورزی شده است. ولیکن استفاده بیش از حد و خارج از استاندارد مواد شیمیایی موجب بروز آثار منفی جسمی برای مصرف کنندگان و آلودگی محیط زیست شده است. و همچنین استفاده بی‌رویه از منابع آبی وضعیت نگران کننده‌ای راجع به پایداری این منابع بوجود آورده است. تأثیرات نامطلوب کودها و آفت‌کش‌ها بر محیط زیست و همچنین لزوم توجه به پایداری منابع آبی منجر به توجه بیشتر و استفاده از روش‌هایی گردیده که در آن مصرف مواد شیمیایی و آب کم باشد. از آنجایی که هدف اصلی علم اقتصاد، تخصیص منابع کمیاب بین فعالیت‌های رقیب است، لذا استفاده از روش‌ها و تکنیک‌هایی که بتواند به اهداف مذکور تحقق بخشد ضروری می‌باشد. یکی از روش‌هایی که در زمینه تخصیص بهینه منابع کمیاب کاربرد فراوان دارد، استفاده از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی است. الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی از دهه‌های گذشته و بویژه در عصر حاضر برای نیل به اهدافی از قبیل سیاست‌گذاری در بخش کشاورزی، تعیین الگوی بهینه کشت و ترکیب نهاده‌های کشاورزی و بررسی الگوهای مختلف کشت کاربرد فراوانی یافته است (منصوری و کهنسال، ۱۳۸۴). بنابراین تعیین الگوی بهینه کشت و بدست آوردن ترکیب مناسبی از محصولات که بتواند با صرف کمترین هزینه، بالاترین میزان بازده و بیشترین درآمد را برای زارع داشته باشد، از جمله مسائل اساسی در زمینه برنامه‌ریزی تولید محصولات کشاورزی است. از آنجاییکه تخصیص منابع در کشاورزی یک تصمیم‌گیری چندهدفی است و روش‌های مرسوم برنامه‌ریزی از جمله روش برنامه‌ریزی خطی معمولی قادر به لحاظ نمودن هدف‌های چندگانه و ارائه‌ی الگوی بهینه مطلوب نمی‌باشند، روش‌های برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری چندمعیاری (MCDM) به منظور توجه همزمان به هدف‌های گوناگون تولیدی، توسعه یافته‌اند. با استفاده از این روش‌ها می‌توان به گونه‌ای همزمان اهداف گاه متضاد بهره‌برداران را در الگوی برنامه‌ریزی لحاظ نمود و مانع هدایت مدل به سوی یک هدف منفرد شد(حاج رحیمی و ترکمانی، ۱۳۷۶). دو الگوی برنامه‌ریزی کسری و الگوی برنامه‌ریزی آرمانی نیز از جمله روش‌های برنامه‌ریزی چندمعیاری می‌باشند

به نظر می‌رسد در مجموعه اراضی زیر سد و شبکه علویان هر ساله مقادیر زیادی کودها و سموم شیمیایی در فعالیت‌های زراعی به کار گرفته می‌شود. عوارض زیست محیطی ناشی از کاربرد بیش از حد مواد شیمیایی و همچنین مصرف نامناسب و بهره برداری بی‌رویه از منابع محدود آبی که به بهانه انجام فعالیت‌های کشاورزی در این منطقه رواج دارد، وضعیت ناپایداری را از لحاظ استفاده از منابع تولیدی بخصوص آب و خاک و مسائل زیست محیطی و سلامتی بوجود آورده است. منطقه مورد مطالعه اراضی زراعی پایاب سد علویان واقع در دشت مراغه- بناب را شامل می‌شود که دارای مساحتی در حدود ۲۸۰۱/۵۸ هکتار می‌باشد. اراضی زیر پوشش نهر علویان در سمت راست رودخانه صوفی‌چای و پائین دست سد مخزنی علویان قرار گرفته است. محدوده مورد مطالعه که در حوزه صوفی‌چای قرار دارد مشتمل بر ۳۰ روستا می‌باشد. منبع اصلی آب سطحی روستاهای مذکور رودخانه صوفی‌چای می باشد. علاوه بر منبع آب سطحی در بعضی روستاها از منابع آب زیر زمینی (عمدتا) چاه نیز به منظور جبران کمبود آب سطحی جهت آبیاری در کشاورزی استفاده می‌شود. اراضی محدوده آبیاری و زهکشی صوفی‌چای (زیر دست سد علویان) به چهار بخش اصلی تقسیم می‌شوند که عبارتند از: منطقه یک(اطراف شهر مراغه)، منطقه دو (ساحل راست رودخانه صوفی چای)، منطقه سه (ساحل چپ رودخانه صوفی چای)، منطقه چهار (دشت بناب)(حسین زاد ۱۳۸۳). محصولات زراعی مختلفی در این منطقه کشت می‌شوند که از مهمترین آن‌ها می‌توان به گندم، جو، یونجه، ذرت علوفه‌ای و پیاز اشاره کرد.

بر همین اساس در این مطالعه ابتدا با توجه به قابلیت‌های مدل برنامه‌ریزی کسری برای لحاظ محدودیت‌های پایداری در انتخاب الگوی کشت، سعی می‌شود از این رهیافت بهره گرفته شود. سپس الگوی کشت حاصل از برنامه-ریزی آرمانی با اهدافی شامل حداکثر سازی درآمد ناخالص، حداقل سازی مصرف کودها و سموم شیمیایی و حداقل سازی مصرف آب در ماه‌های مختلف سال با اولویت دادن به مصرف بهینه آب در ماه‌های گرم سال مشخص شده است. نتایج حاصل از حل الگوی برنامه‌ریزی کسری با نتایج الگوی برنامه‌ریزی آرمانی در منطقه مورد مطالعه مقایسه می‌شود.

پیشینه تحقیق

حاج رحیمی و ترکمانی(۱۳۷۶) در مطالعه‌ای الگوی بهینه کشت را برای بهره‌برداران یکی از روستاهای شهرستان بوکان در استان آذربایجان غربی، با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی هدف تعیین نمودند. نتایج مطالعه نشان داد که الگوی کشت مطلوب حاصل از برنامه‌ریزی هدف، تفاوت به نسبت زیادی با برنامه بهینه برنامه‌ریزی خطی دارد. مقایسه الگوهای یاد شده با ترکیب کشت واقعی مزرعه نماینده نشان داد که الگوی حاصل از برنامه‌ریزی هدف به شرایط واقعی مزرعه نزدیکتر بوده و واقع‌بینانه‌تر است.

ترکمانی(۱۳۸۱) در مطالعه خود، نحوه استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی وزن دار در حل مسایل برنامه-ریزی مزرعه را نشان داده است. داده های مورد استفاده در این مطالعه، با روش نمونه گیری دو مرحله ای خوشه ای، از نمونه ای شامل ۶۸ نفر از زارعان دشت سروستان در استان فارس جمع آوری شده و از روش تحلیل خوشه ای برای تقسیم بندی زارعان عضو نمونه در گروه های همگن استفاده شد. سپس، مدل های برنامه ریزی خطی سنتی و برنامه ریزی آرمانی وزن دار مزرعه های نماینده با برنامه کنونی آنها مقایسه شد. نتایج نشان داد که برنامه ریزی آرمانی، در مقایسه با برنامه ریزی خطی سنتی، از توانایی و انعطاف پذیری بیشتری برخوردار است.

بریم نژاد و یزدانی (۱۳۸۳) با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی کسری به اندازه‌گیری و تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی استان کرمان پرداختند. در این مطالعه آنان به صورت تئوری و تجربی کاربرد این روش را برای محاسبه پایداری نشان دادند و شاخصی برای پایداری محاسبه نمودند و در انتها به این نتیجه رسیدند که اگر دولت یا مدیر، سیاستی خاص را جهت الگوی کشت منطقه در نظر بگیرد، در این حالت شاخص پایداری تفاوت می کند.

فسخودی وهمکاران (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای که در راستای برنامه‌ریزی محصول و مدیریت منابع آب و خاک به منظور تعیین الگوی بهینه کشت در اراضی زراعی ناحیه‌ی روستایی شرق اصفهان انجام دادند، هدف‌های متعددی نظیر بیشینه سازی سطح زیر کشت، سود خالص، فرصت‌های اشتغال، کاهش هزینه‌ها و نیز حفاظت و پایداری منابع آب به گونه‌ای همزمان مد نظر قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد که در الگوی کشت بدست آمده محصولاتی مانند برنج، یونجه و چغندرقند حذف و سطح زیر کشت سیب زمینی ذرت دانه‌ای با افزایش همراه بود. گندم، جو و ذرت علوفه‌ای در دو الگو از وضعیت تقریبا مشابهی برخوردار بود و سطح زیر کشت پیاز نیز کاهش نشان داد. افزایش ارزش افزوده به میزان ۱۰/۷ و۹/۷ درصد در مقایسه با الگوی فعلی بود. در انتها متذکر شدند که برنامه‌ریزی تولید و هدایت زارعین در راستای نتایج یاد شده میتواند نقش موثری در توسعه کشاورزی ناحیه ی زراعی شرق اصفهان ایفا نماید.

موسوی و قرقانی (۱۳۸۸) به محاسبه شاخص‌های پایداری آب کشاورزی شهرستان مرودشت با استفاده از مدل برنامه‌ریزی کسری پرداختند. به دلیل اهمیت میزان آب مصرفی کشاورزی در این شهرستان، شاخص‌های پایداری نسبت درآمد ناخالص به استفاده از آب (۳/۰۶ و ۰/۵۳) و نسبت اشتغال به استفاده از آب (۰/۲۶۵ و ۰/۰۷۲) در دو سناریو در سال زراعی (۸۶-۱۳۸۵) بدست آمد. ایشان به این نتیجه رسیدند که، کاهش آب مصرفی محصولات از طریق فن‌آوری های جدید آبیاری و افزایش راندمان آبیاری در واحد سطح برای افزایش این شاخص‌ها، نشاندهنده حرکت در جهت پایداری آب کشاورزی است.

امینی فسخودی و نوری (۱۳۹۰) به ارزیابی پایداری در سیستم زراعی منطقه‌ای روستایی در شرق شهر اصفهان پرداختند و سعی نمودند الگوی کشتی متناسب با بهره برداری بهینه از منابع آب و خاک آن منطقه با استفاده از رهیافت الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی تدوین نمایند. ایشان نتیجه گرفتند که الگوی برنامه‌ریزی کسری روش مناسبی برای مطالعه پایداری در چارچوب تصمیم گیری های چندمعیاره به نظر می‌رسد.

پیچ و رحمان (۱۹۹۳) با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی، به برنامه‌ریزی زراعی برای یک مزرعه دانشگاهی در بریتانیا پرداختند. هدف‌های مطالعه شامل بیشینه کردن بازده برنامه‌ای کل، استفاده از نیروی کار دائمی در مزرعه، مازاد تجاری و کمینه کردن نیروی کار مزدبگیر و هزینه‌های متغیر کل سالانه بود. نتایج نشان داد زمانی که تمام اهداف اهمیت یکسانی برای مدیر داشته باشند، ترکیب بهینه کشت شامل ۲۴۳ هکتار گندم، ۲۳۷/۴ هکتار جو بهاره، ۸۹ هکتار حبوبات، ۷۰/۸ هکتار چغندرقند و ۳۹۱ ساعت نیروی کار مزدبگیر در اواخر تابستان است. در حالیکه به هدف سوم یعنی کمینه کردن نیروی کار مزدبگیر وزن ۲ در مقابل وزن ۱ برای تمام هدف‌های دیگر داده شود، الگوی بهینه کشت شامل ۲۳۴ هکتار گندم، ۱۱۴ هکتار جو زمستانه، ۲۰۳ هکتار جو بهاره، ۸۹ هکتار حبوبات و ۳۹۱ هکتار چغندرقند خواهد بود.

سانی، سینگ و پاندا (۱۹۹۵) از برنامه‌ریزی هدف برای تخصیص بهینه آب و زمین بین ۱۳ محصول صیفی و شتوی با توجه به عواملی چون نوع خاک، توپوگرافی، وضعیت آب و هوایی، فشردگی کشت، نیاز آبی محصولات، منابع آبی و شرایط اقتصادی- اجتماعی مردم منطقه استفاده کردند. میزان استفاده از آب و زمین، درآمد خالص، محصول کل، کالری کل و پروتئین حاصل از محصولاتی که در برنامه‌های مختلف وارد الگو شده است، را به عنوان هدف در نظر گرفته و در نهایت با انجام تحلیل حساسیت، میزان تاثیر پارامترهای مختلف بر روی نتایج را مورد بررسی قرار دادند.

کاستورودز و همکاران (۲۰۰۵) با هدف جیره نویسی برای تغذیه دام‌ها از مدل‌های چندهدفه کسری با در نظر گرفتن معیارهای اقتصادی، تغذیه‌ای و زیست محیطی استفاده نمودند. ایشان سعی کردند علاوه بر هدف کاهش هزینه‌های برنامه‌های تغذیه‌ای دام که در مدلهای مرسوم جیره نویسی وجود دارد، از طریق مدل‌های چندهدفه کسری به هدف حداکثرسازی کارایی زیست‌محیطی یک جیره جهت جلوگیری از آسیب‌های زیست‌محیطی نیز دست پیدا کنند.

سوالات تحقیق

در این تحقیق سعی می‌شود به سوالات زیر پاسخ داده شود:

۱- با توجه به اینکه هر کدام از الگوهای کسری وآرمانی از ابعاد مختلفی الگوی کشت بهینه را بدست می دهند که هر کدام بنا به ضرورتی ممکن است مورد استفاده قرار گیرد این سوال مطرح می‌شود که آیا تفاوتی بین الگوی بهینه کشت مبنی بر برنامه‌ریزی کسری با لحاظ اهداف پایداری با الگوی منتج از برنامه‌ریزی آرمانی با لحاظ اهداف درآمدی وجود دارد؟

۲- با توجه به اینکه اهداف و اولویت های لحاظ شده در دو الگوی برنامه‌ریزی کسری و آرمانی متفاوت است به نظر می‌رسد که میزان مصرف نهاده‌های آب، کودها و سموم شیمیایی هم برای دو الگو متفاوت باشد برای بررسی این موضوع این سوال مطرح می‌شود که آیا میزان مصرف نهاده‌های آب، کودها و سموم شیمیایی در دو الگو متفاوت از یکدیگر است یا نه؟

روش‌شناسی

در روش‌های معمول بهینه‌یابی از طریق برنامه‌ریزی خطی، تابع هدف نسبت به محدودیت‌های موجود حداکثر یا حداقل می‌شود. در این حالت نقش تمامی نهاده‌ها در جریان تولید یکسان فرض می‌گردد، در حالی که در راستای برنامه‌ریزی کشاورزی بیشتر محققان معتقدند که الگوهای برنامه‌ریزی چندهدفه تکنیک برتری را نسبت به برنامه‌ریزی خطی ساده دارا می‌باشند. این الگوها از یک انعطاف‌پذیری بیشتری در تصمیمگیری‌های واقعی در واحدهای کشاورزی برخوردارند. از لحاظ اینکه اعمال برخی تصمیم‌گیری‌ها در رابطه با بهینه‌سازی نسبت‌های درآمد به هزینه، درآمد به میزان مصرف نهاده‌ها، اشتغال به میزان مصرف نهاده‌ها و همچنین دستیابی به چندین هدف متضاد از جمله نقاط قوت و مزیت این مدل‌ها می‌توانند در نظر گرفته شود، بنابراین به منظور دستیابی همزمان به چندین هدف بر مبنای اولویت استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی مناسب‌تر خواهد بود. بنابراین در مطالعه حاضر سعی بر آن است که از دو روش برنامه-ریزی مطرح شده استفاده گردد که در این قسمت به تشریح آنها پرداخته می‌شود.

برنامه‌ریزی کسری

در روش برنامه‌ریزی کسری می‌توان محدودیت‌های کشاورزی پایدار را در تابع هدف وارد نموده و استفاده از نهاده‌های مختل کننده کشاورزی پایدار را حداقل کرد(لارا و میناشین، ۱۹۹۹). این روش مشخص می‌کند که برای حرکت به سمت کشاورزی پایدار چه تغییراتی باید در الگوی کشت و مدیریت منطقه ایجاد شود.

شکل کلی مدل برنامه‌ریزی کسری خطی(LFP[1]) به صورت رابطه (۱) می‌باشد(لارا و میناشین، ۱۹۹۹):

$$\text{Max } r(x)=\frac{a^T X+\alpha}{b^T X+\beta} \qquad (۱)$$

s.t:

$$A X \le C$$

$$X \ge 0 \; ; \; X \in R^n \; ; A \in R^{m*n} \; , b \in R^n , \; C \in R^m \;\; \alpha , \beta \; \in R$$

در رابطه فوق، A نشاندهنده ماتریس ضرایب فنی، X نشاندهنده ماتریس متغیر های تصمیم، C ماتریس منابع یا ماتریس مقادیر سمت راست، a, b نشاندهنده ماتریس ضرایب، R^n نشاندهنده ماتریس اعداد حقیقی شامل n سطر، R^{m*n} نشاندهنده ماتریس اعداد حقیقی شامل m سطر و n ستون و α, β هم پارامترها می‌باشند.

در این نوع از برنامه‌ریزی صورت کسر بیانگر هدفی است که مایل به حداکثر کردن آن و مخرج بیانگر هدفی است که مایل به حداقل کردن آن می‌باشیم. بنابراین در کل، هدف حداکثر نمودن نسبت تبیین شده در رابطه (۱) می‌باشد(چارنز و کوپر، ۱۹۷۸).

چنانچه چندین هدف کسری با عبارت‌های خطی در صورت و مخرج تابع هدف در نظر گرفته شود در آن صورت بایستی به منظور دستیابی به همه اهداف کسری از الگوی برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه استفاده شود. از آنجائیکه در مباحث مربوط به پایداری کشاورزی معمولا چندین هدف کسری به صورت یکجا استفاده می‌شوند معمولا از این روش برای بهینه‌سازی بهره گرفته می‌شود. در حالت عمومی شکل کلی برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه به فرم رابطه (۲) می‌باشد(لارا و میناشین، ۱۹۹۹):

$$MaxZ(X) = \{Z_1(X), Z_2(X), ..., Z_n(X)\} \qquad (۲)$$

S.t:

$$A X \le C$$

$$X \ge 0 \; ; \; X \in R^n \; ; A \in R^{m*n} \; , b \in R^n , \; C \in R^m \;\; \alpha , \beta \; \in R$$

$$\text{and } Z_i = \frac{a_i^T X+\alpha_i}{b_i^T X+\beta_i} \quad i = 1,2,3,...,n$$

[1] -Linear Fractional Programming

Z ها نشانگر اهداف کسری و i نشانگر هدف کسر iام می‌باشد.

در این مطالعه تابع هدف الگوی برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه به شکل رابطه (۳) تبیین می‌گردد که به ترتیب تحت محدودیت‌هایی از جمله محدودیت زمین زراعی، محدودیت‌های آب در ماه‌های آبیاری، محدودیت‌های نیروی کار در ماه‌های مختلف سال، محدودیت‌های مربوط به کودها و سموم شیمیایی، محدودیت‌های ماشین-آلات و محدودیت‌های مربوط به نیاز خودمصرفی، در نظر گرفته می‌شود.

$$MinQ = \frac{\sum_{i=1}^{5} F_{1i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i} + \frac{\sum_{i=1}^{5} F_{2i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i} + \frac{\sum_{i=1}^{5} F_{3i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i} + \frac{\sum_{i=1}^{5} S_{1i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i} + \frac{\sum_{i=1}^{5} S_{2i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i} + \frac{\sum_{i=1}^{5} W_{1i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i} +$$
$$\frac{\sum_{i=1}^{5} W_{2i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i} + \frac{\sum_{i=1}^{5} W_{3i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i} + \frac{\sum_{i=1}^{5} W_{4i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i} + \frac{\sum_{i=1}^{5} W_{5i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i} + \frac{\sum_{i=1}^{5} W_{6i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i} + \frac{\sum_{i=1}^{5} W_{7i}X_i}{\sum_{i=1}^{5} C_iX_i}$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^{5} W_{1i}X_i \le TW_1 \qquad \sum_{i=1}^{5} W_{2i}X_i \le TW_2 \qquad \sum_{i=1}^{5} W_{3i}X_i \le TW_3$$
$$\sum_{i=1}^{5} W_{4i}X_i \le TW_4 \qquad \sum_{i=1}^{5} W_{5i}X_i \le TW_5 \qquad \sum_{i=1}^{5} W_{6i}X_i \le TW_6$$
$$\sum_{i=1}^{5} W_{7i}X_i \le TW_7 \qquad \sum_{i=1}^{5} X_i \le TXZ \qquad (۳)$$
$$\sum_{i=1}^{5} L_{1i}X_i \le TL_1 \qquad \sum_{i=1}^{5} L_{2i}X_i \le TL_2 \qquad \sum_{i=1}^{5} L_{3i}X_i \le TL_3$$
$$\sum_{i=1}^{5} L_{4i}X_i \le TL_4 \qquad \sum_{i=1}^{5} L_{5i}X_i \le TL_5 \qquad \sum_{i=1}^{5} L_{6i}X_i \le TL_6$$
$$\sum_{i=1}^{5} L_{7i}X_i \le TL_7 \qquad \sum_{i=1}^{5} L_{8i}X_i \le TL_8$$
$$\sum_{i=1}^{5} F_{1i}X_i \le TF_1 \qquad \sum_{i=1}^{5} F_{2i}X_i \le TF_2 \qquad \sum_{i=1}^{5} F_{3i}X_i \le TF_3$$
$$\sum_{i=1}^{5} S_{1i}X_i \le TS_1 \qquad \sum_{i=1}^{5} S_{2i}X_i \le TS_2$$
$$\sum_{i=1}^{5} M_{1i}X_i \le TM_1 \qquad \sum_{i=1}^{5} M_{2i}X_i \le TM_2 \qquad \sum_{i=1}^{5} M_{3i}X_i \le TM_3$$
$$\sum_{i=1}^{5} M_{4i}X_i \le TM_4$$
$$X_1 \ge TXK_1, X_2 \ge TXK_2, X_3 \ge TXK_3, X_4 \ge TXK_4, X_5 \ge TXK_5$$

در رابطه فوق، Q = تابع هدف برنامه‌ریزی کسری، X_i = نوع فعالیت یا محصول i ام، F_{1i} = میزان کود ازته مصرف شده برای هر هکتار محصول i ام به واحد کیلوگرم، F_{2i} = میزان کود فسفاته مصرف شده برای هر هکتار

محصول i ام به واحد کیلوگرم، F_{3i} = میزان کود پتاسه مصرف شده برای هر هکتار محصول i ام به واحد کیلوگرم، S_{1i} = میزان سم علف‌کش مصرف شده برای هر هکتار محصول i ام به واحد لیتر، S_{2i} = میزان سموم حشره‌کش و قارچ‌کش مصرف شده برای هر هکتار محصول i ام به واحد لیتر، W_{1i} = میزان آب مصرف شده برای هر هکتار از محصول i ام در فروردین ماه به واحد متر مکعب ، W_{2i} = میزان آب مصرف شده برای هر هکتار از محصول i ام در اردیبهشت ماه به واحد متر مکعب، W_{3i} = میزان آب مصرف شده برای هر هکتار از محصول i ام در خرداد ماه به واحد متر مکعب، W_{4i} = میزان آب مصرف شده برای هر هکتار از محصول i ام در تیر ماه به واحد متر مکعب، W_{5i} = میزان آب مصرف شده برای هر هکتار از محصول i ام در مرداد ماه به واحد متر مکعب، W_{6i} = میزان آب مصرف شده برای هر هکتار از محصول i ام در شهریور ماه به واحد متر مکعب، W_{7i} = میزان آب مصرف شده برای هر هکتار از محصول i ام در آبان ماه به واحد متر مکعب، C_i = بازده برنامه‌ای یا درآمد ناخالص حاصل از هر واحد فعالیت یا محصول i ام به واحد ریال.

همانطور که رابطه (۳) نشان می‌دهد، تابع هدف مدل برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه شامل دو قسمت می‌باشد، محدودیت‌های پایداری که در صورت تابع هدف لحاظ شده‌اند. در مطالعه حاضر این محدودیت‌ها مربوط به کودهای شیمیایی ازته، فسفاته و پتاسه، محدودیت‌های مربوط به سموم شیمیایی علف کش، حشره کش و قارچ کش و محدودیت‌های پایداری مربوط به میزان مصرف آب در هر یک از ماه‌های سال می‌باشند و درآمد ناخالص یا بازده برنامه‌ای محصولات که در مخرج تابع هدف لحاظ شده‌اند. بنابراین در این حالت بایستی تابع هدف برنامه‌ریزی کسری حداقل شود تا صورت کسر(محدودیت‌های پایداری) حداقل و مخرج کسر(میزان درآمد ناخالص یا بازده برنامه‌ای محصولات) حداکثر شود.

برنامه‌ریزی آرمانی

الگوی برنامه‌ریزی آرمانی بر مبنای یک مدل ریاضی استوار است که براساس بررسی چندین هدف طراحی شده است. استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای به حداقل رساندن انحراف از هدف و یا اهداف مدیر با در نظر گرفتن محدودیت‌های موجود در مزرعه می‌باشد. در این مدل می‌توان اهداف مدیر واحد کشاورزی را بر مبنای اولویت (W_i) رتبه‌بندی کرد. در تابع هدف مدل برنامه‌ریزی آرمانی متغیرهای انحراف وجود دارد. برای هر هدف می‌توان دو متغیر انحراف در نظر گرفت. انحراف منفی (N_i) میزان دسترسی پایینتر از هدف مطلوب تعیین شده توسط مدیر را نشان می‌دهد و انحراف مثبت (P_i) که نشاندهنده میزان دسترسی بیشتر از هدف مطلوب تعیین شده توسط مدیر است. به طور کلی مدل برنامه‌ریزی آرمانی به صورت رابطه (۴) می‌باشد(فسخودی و نوری، ۱۳۸۷).

(۴)

$$\min z = [W_1(N_1, P_1), W_2(N_2, P_2), ..., W_i(N_i, P_i)]$$
$$s.t. f_i(x) + N_i - P_i = b_i$$
$$x, N_i, P_i \geq 0$$

در رابطه فوق، z = تابع هدف مدیر مزرعه، x = ماتریس متغیرهای تصمیم، N_i, P_i = متغیر انحرافی منفی و مثبت از هدف مدیر، W_i = متغیر وزنی نشاندهنده میزان اولویت اهداف، b_i = مقدار منابع موجود در مزرعه می‌باشند.

الگوی برنامه‌ریزی آرمانی مورد استفاده در این تحقیق شامل ۱۳ هدف و ۳۱ محدودیت می‌باشد که به صورت رابطه (۵) تبیین شده است.

$$\min z = 2P_1 + 2P_2 + 2P_3 + 4P_4 + 4P_5 + 2P_6 + 2P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11} + P_{12} + N_{13}$$
$$S.T.$$
$$\sum_{i=1}^{5} W_{1i}X_i + N_1 - P_1 = b_1, \sum_{i=1}^{5} W_{2i}X_i + N_2 - P_2 = b_2, \sum_{i=1}^{5} W_{3i}X_i + N_3 - P_3 = b_3$$
$$, \sum_{i=1}^{5} W_{4i}X_i + N_4 - P_4 = b_4, \sum_{i=1}^{5} W_{5i}X_i + N_5 - P_5 = b_5, \sum_{i=1}^{5} W_{6i}X_i + N_6 - P_6 = b_6$$
$$\sum_{i=1}^{5} W_{7i}X_i + N_7 - P_7 = b_7, \sum_{i=1}^{5} F_{1i}X_i + N_8 - P_8 = b_8, \sum_{i=1}^{5} F_{2i}X_i + N_9 - P_9 = b_9 \quad (۵)$$
$$, \sum_{i=1}^{5} F_{3i}X_i + N_{10} - P_{10} = b_{10}, \sum_{i=1}^{5} S_{1i}X_i + N_{11} - P_{11} = b_{11}, \sum_{i=1}^{5} S_{2i}X_i + N_{12} - P_{12} = b_{12}$$
$$\sum_{i=1}^{5} C_i X_i + N_{13} - P_{13} = b_{13}$$
$$\sum_{i=1}^{5} X_i \leq TXZ$$
$$\sum_{i=1}^{5} L_{1i}X_i \leq TL_1, \sum_{i=1}^{5} L_{2i}X_i \leq TL_2, \sum_{i=1}^{5} L_{3i}X_i \leq TL_3$$
$$\sum_{i=1}^{5} L_{4i}X_i \leq TL_4, \sum_{i=1}^{5} L_{5i}X_i \leq TL_5, \sum_{i=1}^{5} L_{6i}X_i \leq TL_6$$
$$\sum_{i=1}^{5} L_{7i}X_i \leq TL_7, \sum_{i=1}^{5} L_{8i}X_i \leq TL_8$$
$$\sum_{i=1}^{5} M_{1i}X_i \leq TM_1, \sum_{i=1}^{5} M_{2i}X_i \leq TM_2, \sum_{i=1}^{5} M_{3i}X_i \leq TM_3$$
$$\sum_{i=1}^{5} M_{4i}X_i \leq TM_4$$
$$X_1 \geq TXK_1, X_2 \geq TXK_2, X_3 \geq TXK_3, X_4 \geq TXK_4, X_5 \geq TXK_5$$

در الگوی فوق اهداف بصورت زیر در نظر گرفته شده‌اند:

۱: حداقل سازی مصرف آب در هریک از ماه‌های آبیاری(با اولویت دادن به مصرف آب در ماه‌های سال بخصوص ماه‌های گرم سال یعنی تیر و مرداد ماه)، ۲: حداقل سازی مصرف کودهای شیمیایی فسفاته، ازته و پتاسه، ۳: حداقل سازی مصرف سموم شیمیایی علف‌کش و قارچ‌کش- حشره‌کش، ۴: حداکثر سازی درآمد ناخالص در منطقه.

داده‌ها

در این تحقیق قسمتی از داده‌ها به روش کتابخانه‌ای و از آمارنامه‌های سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی، سازمان آب منطقه‌ای مراغه و مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان مراغه و بناب بدست آمده و قسمت دیگر به روش میدانی و با تکمیل پرسشنامه از کشاورزان منطقه مورد مطالعه حاصل شد. به منظور نمونه‌گیری بهره برداران ۲۶ روستای دشت مراغه- بناب به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شد که در حدود ۳۷۶۰ نفر بهره بردار زراعی بود. سپس تعداد نمونه با توجه به معیار واریانس سطح زیر کشت از طریق رابطه کوکران به میزان ۲۸۸ بهره‌بردار محاسبه شد. اطلاعات مورد استفاده در پرسشنامه ها شامل عملکرد در واحد سطح محصولات زراعی، قیمت محصول، میزان مصرف نهاده‌ها در واحد سطح و قیمت‌های مربوط به نهاده‌های مصرفی و برخی ویژگی‌های بهره برداران جامعه مورد مطالعه بود که از طریق مصاحبه حضوری از سطح منطقه مورد مطالعه جمع آوری گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این قسمت نتایج الگوی برنامه‌ریزی کسری و الگوی برنامه‌ریزی آرمانی گزارش و با همدیگر مقایسه شده است. همچنین نتایج حاصل از این دو الگو با الگوی کشت فعلی منطقه مقایسه شده است. اما قبل از حل مدل نیاز به محاسبه ضرایب تکنیکی(میزان نهاده‌های مورد نیاز برای هر واحد محصول) و ضرایب تابع هدف (سود ناخالص در هکتار برای هر یک از محصولات منطقه) می‌باشد که با استفاده از اطلاعات پرسشنامه‌ها محاسبه شده و در جدول (۱) آورده شده است.

جدول۱: میزان نهاده‌های مورد نیاز و سود ناخالص در هکتار برای محصولات منطقه

شاخص		محصولات				
		گندم(x1)	جو(x2)	یونجه(x3)	ذرت(x4)	پیاز(x5)
درآمد	درآمد ناخالص(ریال)	۳۰۵۰۰۰	۱۳۶۲۳۴	۳۷۸۰۰۰	۱۵۴۵۰۰	۳۸۳۶۱۲
کودهای شیمیایی	کود فسفاته(کیلوگرم)	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۵۰	۶۰۰
	کود ازته(کیلوگرم)	۲۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۵۰	۳۰۰
	کود پتاسه(کیلوگرم)	۰	۰	۱۰۰	۵۰	۱۰۰
سموم شیمیایی	سم علف‌کش(لیتر)	۳	۲	۲	۱	۵
	سموم حشره‌کش و قارچ‌کش(لیتر)	۰	۰	۳	۲	۶
آب مصرفی	آب فروردین(مترمکعب)	۱۱۳۰	۹۰۰	۱۰۰۰	۰	۰
	آب اردیبهشت(مترمکعب)	۱۲۶۰	۹۷۰	۱۵۱۰	۱۶۰۰	۱۰۷۶
	آب خرداد(مترمکعب)	۰	۰	۱۵۱۰	۲۴۰۰	۳۴۳۳
	آب تیر(مترمکعب)	۰	۰	۱۵۱۰	۱۷۰۰	۴۳۷۰
	آب مرداد(مترمکعب)	۰	۰	۱۵۱۰	۰	۳۵۰۹
	آب شهریور(مترمکعب)	۰	۰	۱۴۶۰	۰	۸۹۳
	آب آبان(مترمکعب)	۹۶۰	۹۴۵	۰	۰	۰

در جدول (۱) درآمد ناخالص هر یک از محصولات از تفاضل بین درآمد حاصل از فروش محصولات کشت شده مورد مطالعه و هزینه‌های متغیر در مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت، بدست آمده است. نتایج حاصل از الگوی کشت الگوهای برنامه‌ریزی کسری، برنامه‌ریزی آرمانی و الگوی کشت فعلی منطقه در جدول (۲) گزارش شده است.

جدول ۲: نتایج حاصل از الگوهای کشت برنامه‌ریزی کسری، برنامه‌ریزی آرمانی و الگوی کشت فعلی منطقه

محصول(هکتار)	الگوی برنامه‌ریزی آرمانی	الگوی برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه	الگوی فعلی
گندم	۱۳۵۴/۸	۱۱۰۱/۳۱	۱۲۵۷/۷۸
جو	۵۱۶/۸۱	۱۷۵/۸۶	۹۴۹/۵۸
یونجه	۶۳۸/۳۷	۱۱۶/۵۳	۴۱۶/۱۷
ذرت علوفه‌ای	۳/۳۹	۳/۳۹	۲۶/۰۵
پیاز	۵۵/۳۶	۱۸/۲۴	۱۵۲
مجموع سطح زیر کشت(هکتار)	۲۵۶۸/۷۳	۱۴۱۵/۳۳	۲۸۰۱/۵۸
درآمد ناخالص(ریال)	۷۴۶۶۸۵۴۶۸۰	۵۱۱۴۲۶۸۳۹۰	۷۳۲۶۳۳۹۹۰۰

همانطور که از جدول (۲) پیداست با اجرای الگوی برنامه‌ریزی آرمانی کل سطح زیر کشت نسبت به زمانیکه الگوی برنامه‌ریزی کسری اجرا می‌شود، افزایش ولی نسبت به الگوی کشت فعلی کاهش می‌یابد. همچنین میزان درآمد ناخالص در الگوی برنامه‌ریزی آرمانی بیشتر از الگوی کشت فعلی و الگوی برنامه‌ریزی کسری می‌باشد و این موضوع بیانگر آن است که با اجرای برنامه‌ریزی کسری و بدون در نظرگرفتن اهداف درآمدی اگر فقط اهداف پایداری مدنظر قرار بگیرد بایستی از مقدار مشخصی درآمد در منطقه صرف نظر شود. به عبارتی با اجرای الگوی آرمانی میزان درآمد ناخالص نسبت به الگوی کشت فعلی و الگوی کسری به ترتیب به میزان ۱۴۰۵۱۴۷۸۰ و ۲۳۵۲۵۸۶۳۰۰ ریال افزایش می‌یابد. همچنین با مقایسه مدل کسری با الگوی کشت فعلی منطقه مشخص است که سطح زیر کشت گندم در مدل برنامه‌ریزی کسری در مقایسه با الگوی فعلی ۱۵۶/۴۷ هکتار کاهش یافته و به ۱۱۰۱/۳۱ هکتار رسیده است. سطح زیر کشت چهار محصول جو، یونجه، ذرت علوفه‌ای و پیاز کاهش چشمگیری داشته و به ترتیب به ۱۷۵/۸۶، ۱۱۶/۵۳، ۳/۳۹ و ۱۸/۲۴ هکتار تقلیل پیدا کرده اند. این مقادیر در واقع حداقل سطح زیر کشت‌هایی است که در تناوب محصولات زراعی منطقه در نظر گرفته شده‌اند. یعنی از نقطه نظر پایداری بایستی عمدتا گندم در منطقه تولید شود و تولید سایر محصولات زراعی در حداقل خود خواهند بود. بیشترین سطح زیر کشت در الگوی فعلی و مدل برنامه‌ریزی کسری به گندم و کمترین سطح زیر کشت به ذرت علوفه‌ای تخصیص یافته است. با اجرای الگوی برنامه-ریزی کسری میزان درآمد ناخالص به ۵۱۱۴۲۶۸۳۹۰ ریال می‌رسد که نسبت به حالت فعلی کاهش را نشان می-

دهد. این وضعیت حاکی از آن است که برای رسیدن به برخی از اهداف کشاورزی پایدار در منطقه مورد مطالعه بایستی از ۲۲۱۲۰۷۱۵۱۰ ریال درآمد ناخالص صرف‌نظر شود.

الگوهای برنامه‌ریزی کسری و آرمانی از لحاظ میزان مصرف نهاده‌های آب، کودها و سموم شیمیایی نیز مقایسه شدند که نتایج آن در جداول (۳) و (۴) آمده است.. جدول (۳) میزان مصرف ماهانه آب و سطح زیر کشت محصولات زراعی منطقه را در الگوی برنامه‌ریزی کسری و الگوی برنامه‌ریزی آرمانی نشان می‌دهد.

جدول ۳: میزان ماهانه مصرف آب کشاورزی در الگوی برنامه‌ریزی کسری و برنامه‌ریزی آرمانی (۱۰۰۰متر مکعب)

ماه / مدل	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	آبان	مجموع
مدل کسری	۱۵۱۹/۲۸	۱۷۵۹/۲۴	۲۴۶/۷۱	۲۶۱/۴۳	۲۳۹/۹۶	۱۸۶/۴۲	۱۲۲۳/۴۴	۵۴۳۶/۵۱
مدل آرمانی	۲۶۳۴/۴۲	۳۲۳۷/۲۸	۱۱۶۲/۱۳	۱۲۱۱/۶۲	۱۱۵۸/۲	۹۸۱/۴۶	۱۷۸۸/۹۹	۱۲۱۷۴/۱
الگوی فعلی	۲۶۹۲/۰۸	۳۳۳۹/۵۴	۱۲۱۲/۷۵	۱۳۳۶/۹۴	۱۱۶۱/۷۸	۷۴۳/۳۴	۲۱۰۴/۸۲	۱۲۵۹۱/۲۷

با ملاحظه جدول (۳) مشخص می‌شود که در نتیجه‌ی تغییر کشت از الگوی فعلی به الگوی آرمانی، در کل به میزان ۴۱۷/۱۷ هزار متر مکعب در مصرف آب کشاورزی صرفه‌جویی می‌شود. همچنین میزان ماهانه مصرف آب در ماه‌های گرم سال(تیر و مرداد ماه) در الگوی آرمانی کمتر از الگوی فعلی می‌باشد. همچنین میزان مصرف آب در الگوی کسری که اهداف پایداری منابع آب را در نظر می‌گیرد نسبت به الگوی آرمانی به میزان ۶۷۳۷/۶ هزار متر مکعب کمتر است. بنابراین اگر فقط اهداف پایداری منابع آبی منطقه در نظر گرفته شود الگوی برنامه‌ریزی کسری مناسبتر خواهد بود ولی اگر اهداف درآمدی و اهداف پایداری منابع آب به صورت یکجا در نظر گرفته شود الگوی برنامه‌ریزی آرمانی بهتر است. نتایج مقایسه الگوهای کسری و آرمانی از لحاظ میزان مصرف کودهای شیمیایی و سموم در جدول (۴) گزارش شده است.

جدول ۴: میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی در الگوهای برنامه‌ریزی کسری و آرمانی(کیلوگرم و لیتر)

مواد شیمیایی	کود فسفاته	کود ازته	کود پتاسه	مجموع کودهای شیمیایی	سم علف‌کش	سم حشره-کش و قارچ-کش	مجموع سموم شیمیایی
مدل							
مدل کسری	۲۹۰۱۹۲/۵	۲۶۵۱۶۴/۲	۱۳۶۴۶/۵	۵۶۹۰۰۳/۲	۳۹۸۳/۳	۴۶۵/۸۱	٤٤٤٩/١١
مدل آرمانی	۵۳۵۷۲۰/۵	۴۴۶۱۸۸/۲	۶۹۵۴۲/۵	۱۰۵۱۴۵۱	۶۶۵۴/۹۵	۲۲۵۴/۰۵	۸۹۰۹
الگوی فعلی	٦١٩٨١٣/٥	٤٨٠٠٤٣/٦	/٥ ٥٨١١٩	١١٥٧٩٧٧	٧٢٩٠/٨٩	٢٢١٢/٦١	٩٥٠٣/٥

همانطوریکه جدول (۴) نشان می‌دهد میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی در الگوی برنامه‌ریزی کسری کمتر از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشد که با توجه به اهداف پایداری الگوی برنامه‌ریزی کسری قابل توجیه خواهد بود. همچنین با تغییر الگوی کشت فعلی به الگوی برنامه‌ریزی آرمانی میزان مصرف کود فسفاته در حدود ۸۴۰۹۳ کیلوگرم، کود ازته در حدود ۳۳۸۵۵/۴ کیلوگرم کاهش و مصرف کود پتاسه در حدود ۱۱۴۲۳ کیلوگرم افزایش داشته است. ولی در کل میزان مصرف کودهایی شیمیایی در الگوی آرمانی نسبت به الگوی فعلی به میزان ۱۰۶۵۲۵/۴ کیلوگرم کاهش نشان می‌دهد. همچنین میزان کل مصرف سموم شیمیایی نیز به میزان ۵۹۴/۵ لیتر نسبت به الگوی فعلی کاهش یافته است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش الگوی کشت در اراضی زیر سد و شبکه علویان شهرستان مراغه با استفاده ازمدل برنامه‌ریزی کسری با لحاظ برخی اصول مهم کشاورزی پایدار که هدف عمده آن حداقل استفاده از نهاده‌های شیمیایی است و همچنین الگوی کشت حاصل از برنامه‌ریزی آرمانی با اولویت دادن به مصرف بهینه آب در ماه‌های گرم سال و همچنین درآمد مشخص شد. نتایج این دو الگو با یکدیگر و با نتایج الگوی کشت فعلی منطقه مقایسه شدند. در یک

نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت که با تغییر الگوی کشت فعلی به الگوی کشت آرمانی، سطوح زیر کشت محصولاتی مانند گندم و یونجه افزایش و در مقابل سطوح زیر کشت سایر محصولات کاهش خواهد یافت ولیکن در کل مجموع سطح زیر کشت کاهش می‌یابد. میزان درآمد ناخالص با اجرای الگوی آرمانی افزایش و میزان مصرف نهاده‌های آب، کودها و سموم شیمیایی کاهش خواهند یافت. نتیجه مطالعات قبلی از جمله فسخودی وهمکاران (۱۳۸۷) که به تعیین الگوی بهینه بهره‌برداری در اراضی زراعی شرق اصفهان با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی پرداختند و چیذری و قاسمی(۱۳۷۸) که به تعیین الگوی کشت بهینه در یک واحد زراعی در شهرستان اقلید فارس با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی پرداختند نیز نشان داد که الگوی حاصل از برنامه‌ریزی آرمانی با الگوی کشت فعلی منطقه اختلاف چشمگیری دارد. با مقایسه الگوی کشت ارائه شده بر مبنای برنامه‌ریزی کسری با الگوی فعلی منطقه مشاهده شد که این دو الگو نیز با یکدیگر اختلاف دارند. این تفاوت مبین موثر بودن شروط پایداری لحاظ شده در الگوی برنامه-ریزی کسری است. به عبارت دیگر می‌توان گفت که زارعین منطقه مورد مطالعه در تدوین الگوی کشت فعلی خود به ویژگی‌های زیست‌محیطی و پایداری منطقه چندان توجهی ندارند، در حالی‌که با استفاده از برنامه‌ریزی کسری می-توان با معرفی شاخص‌های پایداری، الگوی کشتی را تدوین کرد که استفاده از حداقل نهاده‌های کودها، سموم شیمیایی و همچنین آب را میسر سازد. اگرچه اجرای الگوی برنامه‌ریزی کسری درآمد ناخالص کمتری را بدست می-دهد ولی در صورت اجرای این الگو برخی از اهداف پایداری بخصوص کاهش مصرف مواد شیمیایی مضر در منطقه رعایت شده و همچنین از لحاظ میزان مصرف آب بخصوص در ماه‌های گرم سال کمبودی وجود نخواهد داشت. نتایج مطالعات کهنسال و فیروز زارع (۱۳۸۷) در استان خراسان شمالی و زمانی و همکاران (۱۳۸۹) در شهرستان پیرانشهر نیز نشان داد که الگوی بهینه کشت با استفاده از برنامه‌ریزی کسری با الگوی فعلی کشت اختلاف زیادی دارد.

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان چنین استنباط کرد که اگر فقط اهداف پایداری منطقه مدنظر باشد بایستی الگوی بهینه برنامه‌ریزی کسری در اولویت قرار بگیرد. در اینصورت با توجه به اینکه حرکت به سمت الگوی کشت پایدار در کوتاه مدت باعث کاهش بازده برنامه‌ای بهره‌برداران می‌شود، می‌توان با تمهیدات و اقدامات مناسبی مانند اعمال قیمت‌های متفاوت (قیمت‌های بیشتر برای محصولاتی که در تولید آن‌ها از سموم و کودهای شیمیایی کمتری استفاده شده است) بخشی از کاهش درآمد را جبران کرد. همچنین از آنجاییکه با اجرای الگوی برنامه‌ریزی کسری میزان مصرف کودها و سموم شیمیایی نسبت به الگوی کشت فعلی کاهش می‌یابد و در نتیجه باعث کاهش تولید می‌شود بایستی با اقداماتی همچون در نظر گرفتن یارانه برای نهاده‌هایی از قبیل کودهای سبز و بذرهای اصلاح شده، شناسایی و رواج روش‌های مبارزه کاراتر و ارزانتر بیولوژیک و بکارگیری فنون کشاورزی علمی و پیشرفته و

استفاده از تناوب‌های پایدار در میان مدت و بلند مدت کاهش تولید ناشی از کاهش مصرف کودها و سموم شیمیایی جبران شود. توصیه می‌شود در کوتاه مدت به منظور پیشگیری و کاهش خسارات حاصل از مصرف مواد شیمیایی بر محیط زیست و به منظور افزایش انگیزه، کمک‌هایی را برای کشاورزانی که اصول کشاورزی پایدار را رعایت می‌کنند و از نهاده‌های زیان‌آور استفاده کمتری می‌کنند، در نظر گرفته شود. به نظر می‌رسد چنین سیاست‌هایی به نفع جامعه و دولت خواهد بود چرا که در این حالت هم آسیب و ضرر کمتری به محیط زیست وارد می‌شود و هزینه‌های تخریب و بازسازی به مراتب کاهش می‌یابد و هم قسمتی از کاهش درآمد کشاورزان جبران می‌شود.

اگر علاوه بر اهداف پایداری، اهداف درآمدی هم در اولویت قرار بگیرد الگوی برنامه‌ریزی آرمانی مناسبتر خواهد بود. چرا که در این حالت تا حدی از میزان مصرف آب(بخصوص در ماه‌های گرم سال) و میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی کاسته می‌شود و درآمد ناخالص افزایش می‌یابد.

منابع

۱. امینی فسخودی، ع. و نوری، س.ه. ۱۳۹۰. ارزیابی پایداری و تعیین الگوی کشت سیستم‌های زراعی براساس بهینه‌سازی بهره-برداری از منابع آب و خاک با استفاده از الگوهای غیرخطی برنامه‌ریزی ریاضی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. سال پانزدهم. شماره ۵۵. صفحات ۹۹ تا ۱۰۹.

۲. امینی فسخودی، ع. ، نوری، س.ه. و حجازی، س.ر. ۱۳۸۷. تعیین الگوی بهینه بهره‌برداری در اراضی زراعی ناحیه شرق اصفهان به کمک رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی. اقتصاد کشاورزی و توسعه. جلد ۲. شماره ۴. صفحات ۱۷۷ تا ۱۹۷.

۳. بریم نژاد، و. یزدانی، س. ۱۳۸۳. تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری، (مطالعه موردی استان کرمان). مجله پژوهش و سازندگی.شماره ۶۳. صفحات ۲ تا ۱۶.

۴. حاج رحیمی، م. ترکمانی، ج. ۱۳۷۶. کاربرد برنامه‌ریزی هدف در تعیین برنامه بهینه واحدهای کشاورزی(مطالعه موردی استان آذربایجان غربی) ، اقتصاد کشاورزی و توسعه. شماره ۲۰. صفحات ۳۹ تا ۵۱.

۵. حسین زاد، ج.۱۳۸۳. تعیین روش قیمت گذاری آب در بخش کشاورزی(مطالعه موردی سد و شبکه علویان)، رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران.

۶. چیذری، ا.ح. قاسمی، ع. ۱۳۷۸. کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی. اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، شماره ۲۸، صفحات ۶۱ تا ۷۶.

۷. منصوری، ه. کهنسال، م. ۱۳۸۴. تعیین الگوی کشت بهینه کشت زراعی براساس دو دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی. مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران. دانشگاه سیستان و بلوچستان. صفحات ۱۲ تا ۳۵.

۸. موسوی، س.ن. و قرقانی، ف. ۱۳۸۸. محاسبه شاخص‌های پایداری آب کشاورزی توسط مدل برنامه‌ریزی کسری(مطالعه موردی شهرستان مرودشت). فصلنامه اقتصاد کشاورزی، سال سوم، شماره ۳. صفحات ۱۴۳ تا ۱۵۵.

9. Castrodeza, C., Lara, P. and Pena, T. (2005). ((Multicriteria fractional model for feed formulation: economic, nutritional and environmental criteria)) Agriculture Systems. 86: 76- 96.

10. Charnes, A.W., Cooper W. and Rhodes E. (1978).((Measures the efficiency of decision making units)) European Journal of Operational Research, 2:428-449.

11. Lara, P. and stancu-Minasian I. (1999). ((Fractional programming: a tool for the assessment of sustainability)). Agricultural Systems, 62:131-141.

12. Piech, B., T. Rehman. (1993). ((Application of multi criteria decision making methode to farm planning)) Agricultural Systems, 41(3):305_319.

13.Soni, B., Singh, R. and Panda, D.R.(1995). ((Ortimal crop planning for Kansabahal irrigation project, Orissa, India)) Proceeding of Regional Conference on Water Resources Management, Isfahan, Iran.