تعیین الگوی بهینه کشت در شرکت دشت‌ناز ساری با اهداف چندگانه

الهام پژوهنده*

کارشناس‌ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

رضا مقدسی

استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

سعید یزدانی

استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

حسن اسدپور

رئیس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان مازندران، مازندران،ایران

چکیده

در این مقاله از مدل برنامه‌ریزی آرمانی چندهدفه به‌منظور تعیین الگوی بهینه کاشت در شرکت زراعی دشت‌ناز ساری استفاده شده است. همچنین الگوی فعلی که در شرکت دشت‌ناز مورد استفاده قرار می‌گیرد، با دو الگوی بهینه که یکی منطبق با مقادیر مصرف فعلی و دیگری با توجه به میزان حد بحرانی مصرف کود و سم برآورد شده‌اند، مقایسه گردیده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، الگوی فعلی با الگوی بهینه تفاوت دارد و نیز با توجه به اهداف در نظر گرفته شده، مدل دوّم نسبت به مدل اوّل هم‌سویی بیشتری با اهداف زیست‌محیطی و توسعه پایدار دارد. همچنین در صورت اجرای الگوی بهینه نه تنها بازده ناخالص ۱۲۳۰ میلیون ریال افزایش می‌یابد، بلکه میزان مصرف سم و کود نیز به حداقل رسیده و با در نظر گرفتن شرایط منطقه مناسب‌ترین الگوی کشت به‌دست می‌آید. بنابراین با توجه به تغییر الگوی کشت فعلی پیشنهاد می‌گردد در راستای اهداف دولت مبنی بر خودکفایی دانه‌های روغنی، سطح زیرکشت کلزا افزایش و نیز مصرف سم و کود کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی چندهدفه، هدف اقتصادی، هدف زیست‌محیطی، توسعه پایدار، دشت‌ناز.

* نویسنده مسوول مکاتبات، elham_pazhuhandeh@yahoo.com

مقدمه

محصولات کشاورزی در همه کشورهای دنیا اهمیت دارد. به طور کلی قبل از انقلاب صنعتی، سهم کالاهای کشاورزی در کل کالاهای قابل مبادله بسیار بود، اما با وقوع انقلاب صنعتی و ظهور دستاوردهای آن، نسبت کالاهای صنعتی به محصولات کشاورزی در سطح جهان افزایش یافت. از طرف دیگر در بسیاری از کشورها (به‌خصوص کشورهای در حال توسعه)، سهم عمده فعالیت‌های اقتصادی در بخش کشاورزی متمرکز شده است، بنابراین اقتصاد این کشورها اتکای بسیاری به این بخش دارد. کمبود مواد غذایی و تولیدات کشاورزی از یک طرف و رشد جمعیت از طرف دیگر لزوم توجه به بخش کشاورزی را در کشور شدیداً مورد تأکید قرار می‌دهد. همه ساله مقادیر بسیار زیادی ارز جهت خرید و واردات محصولات کشاورزی هزینه می‌گردد، درحالی‌که امکانات تولید در خود کشور وجود دارد (زاهدی‌کیوان، ۱۳۸۶).

بهینه‌سازی تولید یکی از مؤثرترین و در عین حال ساده‌ترین روش‌های کمی در مدیریت و تصمیم‌گیری می‌باشد. این کار با روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی صورت می‌گیرد (احمدی، ۱۳۷۷). اما روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی کلاسیک (به‌خصوص برنامه‌ریزی خطی کلاسیک) به‌دلیل نیاز به اطلاعات و داده‌های دقیق و قطعی در بسیاری از تصمیم‌گیری‌های دنیای واقعی نمی‌توانند نتایج قابل قبول را ارایه نمایند. انواع سناریوهای مدیریتی و سیاست‌گزاری‌ها برای ترکیب مناسب خاک، آب و هوا، توپوگرافی و گیاهان زراعی ادامه دارد. مطمئناً در این مورد مدل‌هایی که توانایی ارایه تصویری روشن از جنبه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی را به سیاست‌گزاران داشته باشند، از ارجحیت خاصی برخوردار خواهند بود. تولید محصولات در بخش کشاورزی همواره مطابق با الگویی صورت می‌گیرد و محصولاتی را با شرایط و تناوب‌هایی تولید می‌کند؛ اما مسئله اساسی آن است که این الگو به چه میزان بهینه است؟ به همین سبب همواره نیاز به یک الگوی کشت بهینه به‌عنوان یک فعالیت مستمر در کشاورزی وجود دارد و نبود یک الگوی بهینه، به کشاورزی ضرر می‌رساند.

باید توجه داشت دانش کشاورزی امروز، نه تنها اهداف اقتصادی را مدنظر قرار می‌دهد بلکه با توجه به اینکه کشاورزی منبع آسیب به محیط طبیعی در مناطق مختلف است، پرداختن به مسایل زیست‌محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Halkidis & Papadimos, 2007). به‌دلیل استفاده بیش از حد از نهاده‌ها به خصوص در اثر آبیاری زیاد و استفاده از کودهای شیمیایی که اولین تاثیر آن رسوب در آب آبیاری است، امروزه کشاورزی به‌عنوان یک تهدید برای زیست‌بوم‌ها مطرح می‌شود. همچنین بحث شده است که در چشم‌انداز آینده شاخص‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی اثرات قابل توجهی بر بشر خواهند داشت (Bryan, 2007). همچنین در دو دهه اخیر توجه کارشناسان به پایداری کشاورزی افزایش یافته است. بنا به تعریف، کشاورزی زمانی پایدار است که از لحاظ فنی امکان‌پذیر، از نظر اقتصادی موجه، از نظر سیاسی مناسب، از جنبه مدیریتی اجرا شدنی، از دیدگاه اجتماعی پذیرفتنی و به لحاظ محیطی سازگار باشد.

مطالعه پیش رو تحت عنوان «تعیین الگوی بهینه کشت در شرکت دشت ناز ساری با اهداف چندگانه» با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی چندهدفه منطقه‌ای اقدام به تعیین الگوی بهینه کشت بر اساس اولویت‌های مدیر در دشت‌ناز ساری می‌نماید. با توجه به گستره دشت‌ناز بیشترین وسعت اراضی مربوط به گندم و کمترین آن مربوط به برنج می‌باشد. هدف چگونگی پراکندگی این اراضی بین شش محصول سویا، ذرت دانه‌ای، برنج، ذرت علوفه‌ای، گندم و کلزا می‌باشد. همچنین سیاست‌گزاری در خصوص استفاده کارا و بهینه از منابع و نهاده‌ها به‌منظور دستیابی به اهداف متعدد مدیر مدنظر قرار گرفته است.

مطالعات متعددی در زمینه کاربرد برنامه‌ریزی چندهدفه در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است، از جمله در تحقیقی به تعیین کاربرد مدل برنامه‌ریزی چندهدفه کنشی برای تعیین جیره غذایی گاو شیری منطبق با معیارهای اقتصادی، زیست‌محیطی و تغذیه‌ای پرداخته شده است. برای مقایسه این روش با روش-های دیگر جیره‌نویسی مدل برنامه‌ریزی هدف (GP)[1] نیز برآورد گردید. نتایج تحقیق نشان داد که روش چندهدفه کنشی، هم از نظر اقتصادی و تغذیه‌ای و هم از نظر زیست‌محیطی بر روش GP برتری دارد؛ زیرا اولاً جیره حاصل شده از روش GP جیره‌ای متعادل نمی‌باشد. این امر به این دلیل است که از کلیه مواد غذایی در این جیره استفاده نشده است؛ درحالی‌که جیره نوشته شده با استفاده از روش چندهدفه کنشی متعادل است. ثانیاً فسفر موجود در جیره حاصل شده از روش فوق کمتر از روش GP می‌باشد. ثالثاً هزینه حاصله از این روش، ۲۴ ریال به ازاء هر کیلوگرم جیره کمتر از روش GP می‌باشد (مطلبی و کهنسال، ۱۳۸۷).

در مطالعه‌ای دیگر یک واحد ۴۰ هکتاری در اقلید فارس مورد بررسی قرار گرفت. ایشان با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی و با توجه به اهداف مدیر واحد کشاورزی در زمینه استفاده از نهاده‌های زمین و آب، حداقل نمودن هزینه‌های متغیر تولید، حداکثر نمودن سود ناخالص و هدف تولید مطلوب و الگوی بهینه کشت را مشخص نموده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که الگوی مورد استفاده واحد مذکور دارای توجیه اقتصادی نبوده و به‌کارگیری الگوی پیشنهادی سبب افزایش سود و کاهش هزینه‌های تولید و صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود (چیذری و قاسمی، ۱۳۷۹).

در پژوهشی دیگر به حداقل کردن تأثیرات خسارت‌های زیست‌محیطی در کشاورزی، با رهیافت برنامه-ریزی چندهدفه پرداخته شده است. این مطالعه امکان دستیابی هم‌زمان به اهداف زیست‌محیطی که شامل کاهش میزان کود و آب آبیاری با توجه به رسیدن به درآمد قابل قبول مزرعه است را بررسی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که کاهش نهاده‌های مذکور تأثیر قابل توجهی بر درآمد، بر حسب مابه‌التفاوت ناخالص دارد که باعث افزایش آن می‌شود و یک پهنه وسیعی از انتخاب‌های سیاستی را نشان می‌دهد (Ragkos & Psychoudakis, 2009).

[1] Goal Programming

در تحقیقی دیگر به تعیین سیاست‌های کارا در مدل تعادل عمومی، با رهیافت چندگانه پرداخته شده است (Francisco & Alejandro, 2008). از آنجایی که سیاست‌گزاران اقتصاد کلان عموماً علاقه‌مند به اندازه‌گیری میزان کارایی شاخص‌های اقتصادی هستند، بنابراین یک سیاست اقتصاد کلان توسط تکنیک چندمعیاری[1] (MCDM) طراحی گردید. به ویژه از برنامه‌ریزی چندهدفه برای رسیدن به این سیاست‌ها که اصطلاحاً سیاست‌های کارا نامیده می‌شود، استفاده شد. رهیافت برنامه‌ریزی چندهدفه از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر (CGE)[2] تشکیل شده است. استفاده از مدل CGE دو برتری داشت که شامل سازگاری تئوری اقتصادی استاندارد است، درحالی‌که این مدل می‌تواند تاثیرات یک سیاست خاص را با اطلاعات واقعی اندازه‌گیری کند. پس از آن دو مجموعه از سیاست‌هایی که در حد نظریه بود و به نظر می‌رسید که در آن زمان می‌تواند به دولت اسپانیا با توجه به رهیافت چندهدفه کمک نماید، پیشنهاد شد. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که اولین مجموعه از سیاست‌ها با توجه به این‌که شاخص کارایی در آن لحاظ نشده بود، هم درباره رشد و هم تورم، نتایج مشابهی داشت (که به‌عنوان نظریه سیاست عمومی نام‌گذاری شد). دومین مجموعه که به نظر می‌رسد از نظر سیاست‌گزاران مهم‌تر باشد، وابسته به اهداف سیاستی است و کارایی را هم در نظر می‌گیرد و به‌عنوان سیاست افزایش رشد یا کنترل تورم نام گرفت که اجرای آن موفقیت‌آمیز بود (و به‌عنوان نظریه هدف خاص نام‌گذاری شد).

در پژوهشی دیگر، برنامه‌ریزی چندهدفه را برای توسعه آبریزهای خاک سرخ در چین به کار گرفتند (Jiobo *et al.*, 2002). بانک جهانی برخی از پروژه‌ها را با نام خاک سرخ در چین انجام داد. اما محققین به بررسی این طرح‌ها در زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی، کشاورزی و زیست‌محیطی پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که گرچه طرح‌های بانک جهانی قبل از به‌کارگیری روش برنامه‌ریزی چندهدفه اجرا شده است، اما این روش یکی از بهترین ابزارهای برنامه‌ریزی برای توسعه این‌گونه زمین‌ها در اجرای پروژه‌ها می‌باشد.

اهداف تحقیق

هدف اصلی تحقیق حاضر حداکثرسازی ارزش افزوده حاصل از کشت گیاهان زراعی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. مهم‌ترین اهداف اختصاصی تحقیق به شرح زیر می‌باشند:

۱. تعیین الگوی بهینه، طوری که اهداف متعدد مدیر در این واحد به‌ترتیب اهمیت و اولویت در مدل گنجانده شود؛

۲. سیاست‌گزاری در خصوص استفاده کارا و موثر از منابع و نهاده‌ها (زمین، آب، نیروی کار، سرمایه در گردش و...) به‌منظور دستیابی به اهداف اقتصادی مدیر به‌ترتیب اهمیت و اولویت؛

۳. تدوین مدل کالیبره بخش زراعت به‌منظور برآورد میزان استفاده از منابع و سایر نهاده‌ها مانند کود، سم

[1] Multi Criteria Decision Making
[2] Computable General Equilibrium

و...؛

۴. تعیین سطح زیرکشت بهینه هر یک از محصولات زراعی در منطقه مورد مطالعه؛

۵. مقایسه اهداف مختلف مدیر به‌منظور ارایه اولویت‌های سیاستی.

روش پژوهش

نقش و اهمیت مدیریت واحدهای زراعی نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌های ریاضی در تعیین الگوی کشت بهینه نقش مهمی دارد، از این روست که در زمینه برنامه‌ریزی کشاورزی و تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی در یک واحد کشاورزی یا در یک منطقه، از برنامه‌ریزی ریاضی استفاده می‌شود (سلطانی و همکاران، ۱۳۷۸).

از آنجایی که برنامه‌ریزی خطی، یک تکنیک بهینه کردن تک هدفه است و طبیعت بسیاری از مسایل برنامه‌ریزی کشاورزی چندهدفه است، و نیز از آنجایی که برنامه‌ریزی خطی کشاورز را کاملاً ریسک‌پذیر نشان می‌دهد که در دنیای واقعی این‌گونه نیست، در چنین وضعیتی روش‌های سنتی برنامه‌ریزی نمی‌تواند جوابگوی خواسته‌های تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گزاران باشد. با پیشرفت‌های علمی و تلاش محققان در دهه‌های اخیر، روش‌های نوینی در برنامه‌ریزی به وجود آمده است که با به‌کارگیری آن‌ها در شرایط تضاد، اهداف مورد نظر مدیران و محدود بودن منابع تولید می‌توان بهترین جواب‌ها را برای دست‌یابی به اهداف پیدا کرد. مطالعه حاضر سعی دارد تا با استفاده از منطق بنیادین رویکرد ریاضی برنامه‌ریزی آرمانی و روش‌های خطی بهینه‌یابی، بدیلی برای مدل‌های رگرسیون معمولی ارایه نماید که کمتر به توزیع داده‌ها حساس بوده و در مقابل توزیع‌های غیرنرمال و به‌ویژه وجود داده‌های پرت، از تنومندی[1] بیشتری برخوردار بوده و نتایج معتبری ارایه نماید. در ساختار اولویت‌بندی، اهداف به‌ترتیب در تابع هدف وارد می‌شوند و مدل مرحله به مرحله حل می‌شود تا به نتیجه نهایی دست یابد (Zander & Kachele, 2005).

مدل‌سازی، چندین هدف متفاوت در برنامه‌ریزی آرمانی شامل تابع هدف، محدودیت‌های خطی یا غیرخطی و نیز متغیرهای پیوسته و گسسته دارد. تصمیم‌گیرنده برای هر یک از اهداف، ابتدا یک سطح مطلوب عددی[2] (هدف) مشخص می‌کند و سپس باید به دنبال جوابی باشد که جمع (موزون) انحراف این اهداف را از آرمان‌های مربوطه حداقل نماید. جواب مطلوب مسأله برنامه‌ریزی آرمانی، جوابی است که حتی-الامکان به حصول آرمان‌ها نزدیک باشد. اجزای مدل برنامه‌ریزی آرمانی شامل k آرمان است که با توجه به اولویت و اهمیت آن‌ها نوشته می‌شوند. اگر آرمان مطلوب حداکثر کردن تابع هدف باشد می‌بایست انحرافات منفی حداقل شود و بالعکس. انحراف هر آرمان دستیابی به یک سطح مطلوب را نتیجه می‌دهد. بنابراین:

رابطه (۱) آرمان ۱ $\sum_{j=1}^{n} c_{j1} X_j = g_1$

[1] Robustness
[2] Aspiration Level

$\sum_{j=1}^{n} C_{j2} X_j = g_2$ رابطه (۲) آرمان ۲

.

.

.

$\sum_{j=1}^{n} C_{jk} X_j = g_k$ رابطه (۳) آرمان k

به طور کلی امکان دستیابی همزمان به تمام آرمان‌ها وجود ندارد. از این رو مدل GP نیازمند تعیین یک تابع هدف تلفیقی است که برای رسیدن به آرمان‌های متفاوت ایجاد تفاهم نماید.

$I= \sum_{k=1}^{k} (d_k^+ + d_k^-) \qquad d_k^+ \geq 0 \qquad d_k^- \geq 0$

به طوری که d_k^+ و d_k^- متغیرهای انحرافی هستند که به‌ترتیب موفقیت بیش از حد و موفقیت کمتر از حد هر یک از اهداف را بیان می‌کنند. از آنجا که نمی‌توان هر دو را همزمان داشت، یک یا هر دو متغیر انحرافی برابر صفر خواهند بود $(d_k^- . d_k^+ = 0)$. مدل برنامه‌ریزی آرمانی را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

Minimize $I= \sum_{k=1}^{k} (d_k^+ + d_k^-)$

Subject to: $\sum_{j=1}^{6} C_{jk} X_j - d_k^+ + d_k^- = g_k$ for k=1, 2, ... , k

معرفی کلیه متغیرها در پیوست آمده است. در مطالعه حاضر اولویت‌های در نظر گرفته شده به شرح زیر است:

اولویت‌های اقتصادی: اهداف اقتصادی در نظر گرفته شده به‌ترتیب شامل حداکثر بازده ناخالص، حداکثر به‌کارگیری زمین و حداکثر تولید می‌باشد و با توجه به مطالعات میدانی هدف افزایش بازده ناخالص و تولید به‌میزان ۲۰ درصد مقدار فعلی است.

اولویت‌های زیست‌محیطی: دستیابی به حداقل مصرف سم و کود بر پایه ملاحظات زیست‌محیطی اولویت بعدی مدیر مزرعه می‌باشد که در نظر گرفته شده است. کودهای مصرفی شامل کود اوره، فسفات، بیولوژیک و سموم مورد استفاده شامل حشره‌کش، قارچ‌کش و علف‌کش می‌باشد.

اولویت توسعه پایدار: سومین اولویت مدنظر مدیر، اولویت مربوط به توسعه پایدار می‌باشد که شامل حداقل مصرف آب و ماشین‌آلات است که با توجه به نظر و دیدگاه مدیر مزرعه انتخاب می‌گردد.

حال به بیان اهداف در قالب مدل برنامه‌ریزی آرمانی می‌پردازیم:

حداکثر بازده ناخالص: بازده ناخالص محصولات مختلف در هر هکتار از حاصل ضرب عملکرد هر محصول در قیمت بازاری آن به‌دست می‌آید. هدف مدیر حداکثر افزایش بازده ناخالص به میزان ۲۰ درصد بازده ناخالص فعلی با توجه به محدودیت‌های موجود می‌باشد.

$\sum_{i=1}^{6} \sum_{j=1}^{9} a_{ij} x_{ij} + n_r - p_r = TS_j \qquad$ for r =1,2,3

حداکثر به‌کارگیری زمین: با توجه به این‌که زمین محدودکننده‌ترین عامل تولید محسوب می‌شود، اختصاص بهینه آن بین محصولاتی که در طول سه فصل کشت می‌شوند- یکی از مهم‌ترین اولویت‌های مدیر می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{3} X_{ij}+n_r-p_r=TX_j \qquad \text{for r= 4,5,6}$$

حداکثر تولید: از آنجایی که در بین اهداف اقتصادی هرچه عملکرد افزایش یابد، بازده ناخالص ناشی از هر محصول افزایش می‌یابد، لذا از تعیین بهینه میزان زمین اختصاص یافته برای هر محصول، باید تولید را تا حد امکان افزایش داد تا بتوان به اهداف مطلوب مدیر دست یافت.

$$\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{3} t_{ij}x_{ij}+n_r-p_r= TT_j \qquad \text{for r= 7,8,9}$$

حداقل مصرف کود: کودهای شیمیایی شامل کود اوره، فسفات و بیولوژیک می‌باشند. استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی در سال‌های اخیر با این تصور غلط که این امر می‌تواند منجر به افزایش تولید شود، موجب پیامدهای مخرب زیست‌محیطی بر روی خاک و آب‌های زیرزمینی شده است. به همین دلیل کاهش استفاده از آن و نزدیک شدن به استانداردهای جهانی باید یکی از اهداف مدیران واحدهای کشاورزی باشد.

$$\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{3} o_{ij}x_{ij}+n_r-p_r= TO_j \qquad \text{for r = 10,11,12}$$
$$\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{3} f_{ij}x_{ij}+n_r-p_r= TF_j \qquad \text{for r = 13,14,15}$$
$$\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{3} b_{ij}x_{ij}+n_r-p_r= TB_j \qquad \text{for r = 16,17,18}$$

حداقل مصرف سم: سموم مورد استفاده شامل حشره‌کش، قارچ‌کش و علف‌کش می‌باشند. همان‌طور که گفته شد مصرف بی‌رویه سموم کشاورزی به بهای افزایش عملکرد، آسیبی جدی را بر منابع‌طبیعی و محیط‌زیست وارد می‌آورد. بنابراین کاهش مصرف سموم کشاورزی یکی از اهداف زیست‌محیطی مدیر مزرعه می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{3} h_{ij}x_{ij}+n_r-p_r= TH_j \qquad \text{for r = 19,20,21}$$
$$\sum_{i=4}^{6}\sum_{j=1}^{3} gh_{ij}x_{ij}+n_r-p_r= TGH_j \qquad \text{for r = 22,23,24}$$
$$\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{3} a_{ij}x_{ij}+n_r-p_r= TA_j \qquad \text{for r = 25,26,27}$$

حداقل استفاده از آب: از شروع تفکرات اقتصادی و محیطی، پایداری به‌عنوان یک مفهوم طرح‌ریزی پدیدار گردید و به طور وسیع برای برنامه‌ریزی و توسعه جوامع به کار رفت. یکی از جنبه‌های مهم پایداری در اقتصاد، پایداری منابع آبی می‌باشد. از آن‌جایی که ایران در یک منطقه خشک واقع شده است توجه به این‌که اصل پایداری، استفاده از منابع طبیعی با در نظر گرفتن منافع آیندگان است، بسیار حایز اهمیت می‌باشد. بنابراین حفظ منابع آبی یکی از اهداف مدیران در زمینه توسعه پایدار است.

$$\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{3} w_{ij}x_{ij}+n_r-p_r= TW_j \qquad \text{for r = 28,29,30}$$

حداقل استفاده از ماشین‌آلات: یکی از عواملی که به پایداری محیط‌زیست صدمه وارد می‌کند، تردد بیش از اندازه ماشین‌آلات است، که علاوه بر هزینه‌بر بودن آن در ساعات اضافی تردد، باعث بر هم خوردن ساختمان خاک، از دست دادن خواص فیزیکی (کاهش نفوذ آب و تخلخل در خاک) و از بین رفتن

موجودات خاک‌زی خاک می‌شود. بنابراین برای حفظ پایداری خاک می‌توان ساعات استفاده از ماشین‌آلات را به حداقل ممکن رساند.

$$\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{8} m_{ij}x_{ij}+n_r-p_r= TM_j \qquad \text{for } r = 31,32,33$$

یافته‌ها

الگوی برنامه‌ریزی آرمانی

پس از تعیین شرایط موجود و لحاظ نمودن امکانات تولیدی شرکت از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی برای بیان نتایج مدل استفاده شده است.

الگوی برنامه‌ریزی آرمانی تحت دو مدل مجزا بحث و مقایسه شد. مدل اول با حالتی مواجه است که الگوی بهینه با توجه به میزان کود و سمی که در حال حاضر در حال استفاده است محاسبه می‌شود و مدل دوم با توجه به حد بحرانی میزان کود و سم مورد نیاز در خاک بهینه‌یابی می‌شود. در واقع این اعداد بحرانی بر ضرایب فنی توابع هجده‌گانه کود و سم تاثیرگذار هستند.

جدول ۱- معرفی متغیرهای مدل

متغیر	شرح
i متغیر مربوط به محصولات	**i=1** سویا **i=2** ذرت دانه‌ای **i=3** شالی **i=4** ذرت علوفه‌ای **i=5** گندم **i=6** کلزا
j متغیر مربوط به فصول مختلف سال	**j=1** فصل بهار **j=2** فصل تابستان **j=3** فصل بهار
X_{ij}	سطح زیرکشت محصول **i**ام در فصل **j**ام
S_{ij}	بازده ناخالص محصول **i**ام در فصل **j**ام
T_{ij}	حداکثر تولید محصول **i**ام در فصل **j**ام
O_{ij}	میزان مصرف کود اوره محصول **i**ام در فصل **j**ام
F_{ij}	میزان مصرف کود فسفات محصول **i**ام در فصل **j**ام
B_{ij}	میزان مصرف کود بیولوژیک محصول **i**ام در فصل **j**ام
H_{ij}	میزان مصرف سم حشره‌کش محصول **i**ام در فصل **j**ام
Gh_{ij}	میزان مصرف سم قارچ‌کش محصول **i**ام در فصل **j**ام
A_{ij}	میزان مصرف سم علف‌کش محصول **i**ام در فصل **j**ام
W_{ij}	میزان مصرف آب محصول **i**ام در فصل **j**ام
M_{ij}	میزان استفاده از ماشین‌آلات برای محصول **i**ام در فصل **j**ام
TS_j	میزان کل بازده ناخالص فصل **j**ام
TX_j	میزان کل زمین در دسترس فصل **j**ام
TT_j	میزان کل تولید فصل **j**ام
TO_j	میزان کل کود اوره قابل دسترس فصل **j**ام
TF_j	میزان کل کود فسفات قابل دسترس فصل **j**ام
TB_j	میزان کل کود بیولوژیک قابل دسترس فصل **j**ام
TH_j	میزان کل سم حشره‌کش قابل دسترس فصل **j**ام
TGH_j	میزان کل سم قارچ‌کش قابل دسترس فصل **j**ام
TA_j	میزان کل سم علف‌کش قابل دسترس فصل **j**ام
TW_j	میزان کل آب مصرفی در فصل **j**ام
TM_j	میزان کل استفاده از ماشین‌آلات در فصل **j**ام
GS	سطح آرمانی دسترسی به بازده ناخالص مطلوب (آرمان اقتصادی)
GX	سطح آرمانی دسترسی به سطح زیرکشت محصولات زراعی (آرمان اقتصادی)
GT	سطح آرمانی دسترسی به تولید مطلوب (آرمان اقتصادی)
GO	سطح آرمانی دسترسی به حداقل مصرف کود اوره (آرمان زیست‌محیطی)
GF	سطح آرمانی دسترسی به حداقل مصرف کود فسفات (آرمان زیست‌محیطی)
GB	سطح آرمانی دسترسی به حداقل مصرف کود بیولوژیک (آرمان زیست‌محیطی)
GH	سطح آرمانی دسترسی به حداقل مصرف سم حشره‌کش (آرمان زیست‌محیطی)
GGH	سطح آرمانی دسترسی به حداقل مصرف سم قارچ‌کش (آرمان زیست‌محیطی)
GA	سطح آرمانی دسترسی به حداقل مصرف سم علف‌کش (آرمان زیست‌محیطی)
GW	سطح آرمانی دسترسی به حداقل مصرف آب (آرمان توسعه پایدار)
GM	سطح آرمانی دسترسی به حداقل استفاده از ماشین‌آلات (آرمان توسعه پایدار)
r	انحراف در جهت مثبت یا منفی آرمان مورد نظر
N	انحراف در جهت منفی از هدف مورد نظر
P	انحراف در جهت مثبت از هدف مورد نظر

نتایج الگوی برنامه‌ریزی آرمانی (مدل اول)

با توجه به آن‌چه که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است به بررسی الگوی بهینه می‌پردازیم. همان‌گونه که مشاهده می‌شود به جز محصول سویا که سطح زیرکشت آن در حدود بیشتر از یک‌چهارم کاهش یافته، در بقیه محصولات با افزایش سطح زیرکشت مواجه هستیم. در واقع با توجه به موجودی زمین در حالت کالیبره از تمامی زمین در دسترس استفاده نمی‌شود و در حالت بهینه میزان بیشتری از زمین در الگو قرار می‌گیرد. بیشترین افزایش سطح زیرکشت مربوط به ذرت دانه‌ای و کمترین افزایش مربوط به گندم می‌باشد. یکی از دلایل کاهش سطح زیرکشت سویا این است که میزان سود حاصل از فروش هر کیلو سویا در مقایسه با سایر محصولات با توجه به جدول شماره ۲ تقریبا کمتر می‌باشد.

در بررسی اولویت‌های در نظر گرفته شده نتایج به این شکل حاصل شد: با توجه به جدول، تنها در فصل بهار با افزایش حدود ۷ درصدی بازده ناخالص مواجه هستیم و در سایر فصول تغییراتی مشاهده نمی-شود. تغییرات زمین مورد استفاده در فصول مختلف حاکی از افزایش سطح زیرکشت در فصل تابستان و کاهش بسیار اندک در فصل پاییز است. در فصل بهار هم تغییرات محسوسی مشاهده نمی‌شود. تغییر در میزان تولید، تنها در فصل پاییز با افزایش ۲ درصدی مشاهده می‌شود و در فصل بهار و تابستان تولید بدون تغییر باقی می‌ماند.

جدول۲- مقایسه الگوی بهینه کشت در دو مدل با الگوی فعلی

شرح	الگوی فعلی	چندهدفه	درصد تغییر	چندهدفه بحرانی	درصد تغییر
سطح زیرکشت سویا (هکتار)	۸۱۹	۶۴۶/۳	-۲۶/۷۲	۶۴۶/۳	-۲۶/۷۲
سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای (هکتار)	۳۹۹	۶۲۱/۶۹	۳۵/۸۲	۶۲۱/۶۹	۳۵/۸۲
سطح زیرکشت شالی (هکتار)	۱۷۹	۲۱۴/۸	۱۶/۶۶	۸۳/۱۳	-۵۳/۵۵
سطح زیرکشت ذرت علوفه‌ای (هکتار)	۷۴۰	۸۸۸	۱۶/۶۶	۹۰۳/۷	۱۸/۱۱
سطح زیرکشت گندم (هکتار)	۱۲۳۴	۱۴۳۱/۷	۱۳/۸	۱۲۴۲/۰۲	۰/۶۴
سطح زیرکشت کلزا (هکتار)	۵۵۳	۸۰۱/۸۲	۳۱/۰۳	۱۶۶۵/۶۲	۵۸/۵۹
حداکثر بازده ناخالص بهار (میلیون ریال)	۳۱۲۸/۸۳	۴۳۵۸/۸۵	۷/۲۹	۴۳۵۸/۸۵	۷/۲۹
حداکثر بازده ناخالص تابستان (میلیون ریال)	۴۲۵۹۹/۶۰	۴۲۵۹۹/۶۰	-----	۴۲۵۹۹/۶۰	-----
حداکثر بازده ناخالص پاییز (میلیون ریال)	۱۰۰۳۸/۲۸	۱۰۰۳۸/۲۸	-----	۱۰۰۳۸/۲۸	-----
حداکثر استفاده از زمین در بهار (هکتار)	۱۲۶۸	۱۲۶۷/۹۹	-----	۴۶۴/۳	-۲۶/۷۲
حداکثر استفاده از زمین در تابستان (هکتار)	۹۶۹	۱۱۰۲/۸	۱۳/۸	۹۸۶/۸۳	۱/۱۸
حداکثر استفاده از زمین در پاییز (هکتار)	۲۲۳۴	۲۲۳۳/۵۲	۰/۰۲	۲۵۷۵/۶۵	۱۳/۳۳
حداکثر تولید در بهار (تن)	۵۱۲۰/۱۰	۵۱۲۰/۱۰	-----	۵۱۲۰/۱۰	-----
حداکثر تولید در تابستان (تن)	۳۵۴۶۴/۴۵	۳۵۴۶۴/۴۵	-----	۳۵۴۶۴/۴۵	-----
حداکثر تولید در پاییز (تن)	۹۰۱۱/۷۲	۹۱۷۵/۵۷	۱/۸۱	۹۸۰۸/۱۷	۹
حداکثر تولید کل (تن)	۴۹۵۹۶/۲۷	۴۹۷۶/۱۳	۰/۳۲	۵۰۳۹۲/۷۲	۱/۵۸
حداقل مصرف کود اوره بهار (تن)	۲۵۰/۵۸	۱۸۰/۰۷	-۲۸/۱۳	۱۶۸۳۴۹/۳۴	-۳۲/۸۱

ادامه جدول۲- مقایسه الگوی بهینه کشت در دو مدل با الگوی فعلی

شرح	الگوی فعلی	چندهدفه	درصد تغییر	چندهدفه بحرانی	درصد تغییر
حداقل مصرف کود اوره تابستان (تن)	۴۴۶/۶۷	۴۴۶/۸۵	۰/۰۴	۳۲۶/۲۷	-۱۶/۲
حداقل مصرف کود اوره پاییز (تن)	۵۲۵/۵۸	۴۵۹/۲۹	-۱۲/۶۱	۵۲۴/۹۵	-۰/۱۲
جمع کل حداقل مصرف کود اوره (تن)	۱۲۲۲/۸۴	۱۰۸۶/۲۳	-۱۱/۱۷	۱۰۱۹/۵۷	-۱۶/۶۲
حداقل مصرف کود فسفات بهار (تن)	۲۵۴/۸۳	۱۶۵۵۹۱/۱	-۳۵/۰۲	۱۳۳/۲۶	-۴۷/۷
حداقل مصرف کود فسفات تابستان (تن)	۲۲۷/۶۱	۲۲۷/۷۲	۰/۰۵	۳۲۲/۹۴	۳/۷۷
حداقل مصرف کود فسفات پاییز (تن)	۳۳۵/۰۶	۳۰۷/۵۳۵	-۸/۲۱	۲۴۵/۳۴	-۲۶/۷۷
جمع کل حداقل مصرف کود فسفات (تن)	۸۱۷/۵۳	۷۰۰/۸۵۱	-۱۴/۲۷	۷۰۱/۵۵	-۱۱/۲۴
حداقل مصرف کود بیولوژیک بهار (تن)	۳/۶۵	۲/۵۳	-۳۰/۶	۰/۰۱۲	-۹۶/۵
حداقل مصرف کود بیولوژیک تابستان (تن)	۲/۷۵	۲/۲۰	-۲۰	۰/۰۹۸	-۹۶/۴
حداقل مصرف کود بیولوژیک پاییز (تن)	۶/۵۲۵	۶/۵۲۸	۰/۰۵	۵/۱۰	-۴/۹
جمع کل حداقل مصرف کود بیولوژیک (تن)	۱۲/۹۳	۱۱/۲۷	-۱۲/۸۷	۵/۳۲	-۵۸/۸۲
حداقل مصرف سم حشره‌کش بهار (هزار لیتر)	۳/۲۷	۳/۸۰	۱۶/۰۵	۳/۰۴	-۱۶/۷
حداقل مصرف سم حشره‌کش تابستان (هزار لیتر)	۲۶/۲۲	۱۲/۵۷	-۴۵/۹۵	۵/۸۸	-۷۸/۳۱
حداقل مصرف سم حشره‌کش پاییز (هزار لیتر)	۰/۲۸	۰/۰۹۶	-۶۵/۸۸	۰/۱۳	-۵۲/۶۳
جمع کل حداقل مصرف سم حشره‌کش (هزار لیتر)	۲۹/۷۸	۱۶/۴۷	-۴۴/۶۸	۸/۸۶	-۷۰/۲۴
حداقل مصرف سم قارچ‌کش بهار (هزار لیتر)	۱/۸۲	۱/۲۶	-۳۰/۶	۱/۰۱	-۴۴/۴۷
حداقل مصرف سم قارچ‌کش تابستان (هزار لیتر)	۱/۳۸	۱/۱۰	-۱۹/۹۷	۰/۷۹	-۴۲/۷
حداقل مصرف سم قارچ‌کش پاییز (هزار لیتر)	۴/۵۳	۶/۵۲	۴۴/۰۶	۵/۰۴	۱۰/۱۳
جمع کل حداقل مصرف سم قارچ‌کش (هزار لیتر)	۷/۷۴	۸/۸۹	۱۳/۰۶	۶/۸۴	-۱۱/۵
حداقل مصرف سم علف‌کش بهار (هزار لیتر)	۱۰/۳۸	۵/۴۱	-۴۷/۷۸	۴/۳۳	-۵۸/۲۳
حداقل مصرف سم علف‌کش تابستان (هزار لیتر)	۴/۱۵	۳/۰۶	-۲۶/۱۵	۱/۸۴	-۵۵/۵۴
حداقل مصرف سم علف‌کش پاییز (هزار لیتر)	۷/۸۵۰	۸/۱۳	۳/۵۹	۷/۱۷	-۸/۵۳
جمع کل حداقل مصرف سم علف‌کش (هزار لیتر)	۲۲/۳۸	۱۶/۶۱	-۲۵/۷۵	۱۳/۳۶	-۴۰/۳
حداقل مصرف آب بهار (هزار لیتر)	۸۵۵۲/۲۵	۴۲۷۶/۱۰	-۵۰	۴۲۷۶/۱۰	-۵۰
حداقل مصرف آب تابستان (هزار لیتر)	۹۳۱۵/۷۰	۱۰۴۸۰/۸۱	۱۲/۵	۹۳۱۵/۷۰	-----
حداقل مصرف آب پاییز (هزار لیتر)	۹۲۶/۷۳۰	۷۴۵/۶۴	-۱۹/۵۴	۷۶۲/۰۶	-۱۷/۷۷
جمع کل حداقل مصرف آب (هزار لیتر)	۱۸۷۹۴/۶۸	۱۵۵۰۲/۵۶	-۱۷/۵۱	۱۴۰۷۸/۶۶	-۲۳/۹۷
حداقل مصرف ماشین‌آلات بهار (ساعت)	۲۸۳۰۱/۲	۲۸۵۷۱/۷۸	۰/۹۵	۲۸۵۷۱/۷۸	۰/۹۵
حداقل مصرف ماشین‌آلات تابستان (ساعت)	۱۵۵۱۲/۵	۱۲۴۱۰/۰۳	-۲۰	۱۰۳۵۵/۹۶	-۳۳/۳۷
حداقل مصرف ماشین‌آلات پاییز (ساعت)	۲۱۸۴۰	۱۹۱۱۶/۴۸	-۱۲/۴۷	۲۵۴۵۴/۷۳	۱۴/۲
جمع کل حداقل مصرف ماشین‌آلات (ساعت)	۶۵۶۵۳/۷	۶۰۰۹۸/۲۹	-۸/۴۶	۶۴۳۶۲/۴۷	-۱/۹۶

در میان کودها بیشترین کاهش مربوط به کود فسفات، پس از آن کود بیولوژیک و در نهایت کود اوره می‌باشد. همچنین کود فسفات در بهار با بیشترین کاهش مواجه شده است. در مورد سموم مصرفی نیز سم حشره‌کش با کاهشی در حدود ۴۴ درصد بیشترین کاهش را به همراه داشته است. در مقابل قارچ‌کش به

میزان ۱۳ درصد فعلی افزایش یافته است. بنابراین همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد اولویت زیست‌محیطی به درستی در الگو لحاظ شده و همان‌طور که انتظار می‌رفت کاهش مصرف کود و سم پیشنهاد شده است.

در زمینه مربوط به حداقل کردن مصرف آب با توجه بر لزوم صرفه‌جویی در این منبع مهم و کمیاب نتایج مهمی به‌دست آمد. می‌توان در حدود ۱۷ درصد از میزان مصرف فعلی را بدون آن‌که خللی در الگوی بهینه پیش آید، کاهش داد. همچنین با توجه به الگوی بهینه می‌توان میزان استفاده از ماشین‌آلات را به میزان حدود ۸ درصد فعلی کاهش داد. با این توضیح که در فصل بهار نسبت به حالت کالیبره میزان استفاده باید افزایش یابد که این مسئله می‌تواند به این دلیل باشد که از آن‌جایی که ذرت دانه‌ای در مقایسه با سایر محصولات به کارکرد ماشین‌آلات بیشتری نیازمند است، و با توجه به اینکه سطح زیرکشت این محصول افزایش یافته است، بنابراین این افزایش ساعت کار ماشین‌آلات منطقی به‌نظر می‌رسد.

الگوی برنامه‌ریزی آرمانی (مدل دوم)

همانند مراحل مدل اول با جداولی روبه‌رو هستیم که میزان بهینه الگوی کشت را نشان می‌دهند. با این تفاوت که با استفاده از میزان عناصر مورد نیاز در خاک و نه آنچه که تا کنون اقدام به تغذیه گیاه می‌شد- مدل را حل نمودیم. حال به تفسیر و مقایسه نتایج می‌پردازیم.

با توجه به جدول شماره ۲ به جز شالی و سویا که مقادیر آنها بسیار کاهش یافته، در سایر موارد با افزایش سطح زیرکشت مواجه بودیم. میزان سطح زیرکشت کلزا به بیش از دو برابر افزایش یافته و سطح زیرکشت شالی نصف شده است. تنها محصول گندم است که تغییر زیادی نکرده است. اما در مجموع میزان استفاده از زمین افزایش یافته است. با توجه به جدول مربوط به حالت دوم، تنها در فصل بهار با افزایش بازده ناخالص مواجه‌ایم و در سایر فصول تغییرات دیگری مشاهده نمی‌گردد. در هیچ‌یک از فصول، کاهش سطح زیرکشت مشاهده نمی‌شود. در فصل تابستان با افزایشی اندک و در فصل پاییز با ۱۳ درصد افزایش سطح زیرکشت مواجه‌ایم. تغییرات تولید در فصول بهار و تابستان مشاهده نمی‌گردد و تنها در پاییز با افزایش ۸ درصدی تولید روبه‌رو می‌باشیم.

در قسمت مربوط به کاهش مصرف کود، بیشترین کاهش مربوط به میزان استفاده از کود بیولوژیک با کاهشی در حدود نصف میزان فعلی است. در هیچ یک از انواع کودها با افزایش میزان کود مواجه نیستیم. همچنین همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد سم حشره‌کش با ۷۰ درصد کاهش میزان مصرف، بیشترین کاهش را در میان سایر سموم دارد. در فصل پاییز الگو نیز با ۱۰ درصد افزایش قارچ‌کش مواجه است. در مدل دوم بیشترین کاهش مصرف آب در فصل بهار می‌باشد که در حدود نصف کاهش یافته است. این امر در فصل تابستان تقریباً بدون تغییر است و در فصل پاییز نیز ۱۸ درصد کاهش داشته است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در فصول بهار و پاییز با افزایش کارکرد ماشین‌آلات روبه‌رو هستیم. این افزایش در فصل پاییز بسیار توجیه‌پذیر است، چرا که سطح زیرکشت کلزا تقریباً دو برابر شده است.

آن‌چه که در انتها بحث می‌شود، مقایسه‌ای بر دو الگوی صورت گرفته می‌باشد. همان‌طور که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود بازده ناخالص در هر دو حالت برابر بوده و با افزایشی در حدود ۲ درصد نسبت به حالت فعلی محاسبه گردیده است. در سناریوی دوم، از زمین بیشتری استفاده شده و افزایش سطح زیرکشت در این حالت در مقایسه با دو حالت دیگر بیشتر است. کاهش مصرف کود و سم نیز مبین این نکته می‌باشد که به خوبی به اهداف مورد نظر در مدل دست یافتیم و کاهش بیشتر در الگوی دوم با توجه به کاهش ضرایب فنی توجیه‌پذیر است. در مباحث مربوط به توسعه پایدار نیز به کاهش میزان آب و کارکرد ماشین‌آلات دست یافتیم که البته کاهش کمتر کارکرد ماشین‌آلات در سناریوی دوم به سبب افزایش تقریباً دو برابری سطح زیرکشت کلزا می‌باشد. چرا که کلزا به نسبت سایر محصولات به ساعات بیشتری ماشین‌آلات در هکتار نیازمند است.

جدول ۳- مقایسه دو مدل پیشنهادی

نهاده	الگوی فعلی	مدل اول	درصد تغییر	مدل دوم	درصد تغییر
بازده ناخالص (میلیون ریال)	۵۵۷۶۶/۷۲	۵۶۹۹۶/۷۴	۲/۱۵	۵۶۹۹/۶۷	۲/۱۵
زمین مورد استفاده (هکتار)	۳۹۲۴	۴۶۰۴/۳۱	۱۴/۷۷	۴۸۳۲/۴۶	۱۸/۸
حداکثر تولید (تن)	۴۹۵۹۶/۲۷	۴۹۷۶۰/۱۳	۰/۳۲	۵۰۳۹۲/۷۲	۱/۵۸
مصرف کود (تن)	۲۰۵۳/۲۸	۱۷۹۸/۳۵	-۱۲/۴۱	۱۷۲۶/۴۵	-۱۵/۹۲
مصرف سم (هزار لیتر)	۵۹/۸۹	۴۱/۹۸	-۲۹/۹	۲۹/۰۶	-۵۱/۴۶
آب مصرفی (هزار لیتر)	۱۸۷۹۴/۶۸	۱۵۵۰۲/۵۶	-۱۷/۵۱	۱۴۰۷۸/۶۶	-۲۳/۹۷
کارکرد ماشین‌آلات (ساعت)	۶۵۶۵۳/۷	۶۰۰۹۸/۲۹	-۸/۴۶	۶۴۳۶۲/۴۷	-۱/۹۶

بحث و نتیجه‌گیری

نظر به اینکه توجه به همه جوانب فعالیت‌های اقتصادی به‌ویژه اهداف زیست‌محیطی امروزه یکی از نیازهای اصلی جامعه و دستیابی به توسعه پایدار می‌باشد، به‌نظر می‌رسد استفاده از روش‌هایی مانند MOLP به‌دلیل انعطاف‌پذیری بالا و تناسب آن با جهان واقعی و همچنین به این دلیل که می‌تواند چند هدف را به‌طور هم‌زمان و کنشی تامین نماید، برای نوشتن الگویی منطبق با اهداف زیست‌محیطی و اقتصادی و توسعه پایدار به‌طور هم‌زمان، روش مناسبی بوده که باید در دستور کار سیاست‌گزاران بخش کشاورزی قرار گیرد. همان‌گونه که از نتایج سایر محققین که در بالا به آن‌ها اشاره شد، مشخص می‌باشد که استفاده از روش‌های نوین و به‌کارگیری اصول علمی اقتصادی در بخش کشاوزی ضمن در نظر گرفتن اهداف اولیه مدیر که همان کسب سود بیشتر است، می‌تواند سایر آرمان‌ها از جمله توسعه پایدار و اهداف زیست محیطی را نیز در نظر گیرد. به‌عنوان مثال در مطالعه مربوط به چیذری و قاسمی (۱۳۷۹) نتایج حاصله نشان از بهینه نبودن الگوی مورد استفاده واحد مذکور دارد و به‌کار گرفتن الگوی پیشنهادی سبب افزایش سود و کاهش هزینه‌های تولید و صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود. سایر مطالعات نیز حاکی از بهینه نبودن الگوهای

مورد استفاده توسط کشاورزان می‌باشد. بنابراین همان‌گونه که نتایج مطالعه حاضر همسو با سایر مطالعات نشان می‌دهد، اگر کشاورزان به‌صورت سنتی به کاشت محصولات خود اقدام نمایند، نه تنها از به دست آوردن سود بیشتر باز می‌مانند- بلکه با در نظر نگرفتن آیندگان، محیط کشت محصولات با خطرات زیادی مواجه خواهد شد. از طرف دیگر مروجین بخش کشاورزی باید از طریق ترویج این روش‌های انعطاف‌پذیر و آموزش برنامه‌نویسان، به ارتقا سطح کیفی فعالیت‌های کشاورزی در کلیه جوانب کمک نماید.

پیشنهادها

با توجه به نتایجی که در این مقاله بیان شد، پیشنهادهایی به شرح زیر ارایه می‌گردد:

- با توجه به این‌که تنها ۱۰ درصد روغن مورد نیاز، در داخل تأمین می‌گردد و ۹۰ درصد باقی‌مانده با هزینه‌های گزافی وارد کشور می‌شوند، لزوم افزایش سطح زیرکشت کلزا همچنان که الگوی بهینه نیز این پیشنهاد را مطرح می‌کند در راستای اهداف خودکفایی و مدیریت استراتژیک محصولات زراعی بسیار لازم به‌نظر می‌رسد.
- از آن‌جایی که الگوی پیشنهادی تمامی خواسته‌های مدیر را تامین می‌کند، اعمال و اجرای الگوی پیشنهادی می‌تواند موثر واقع شود.
- همچنین با درآمد ناشی از افزایش بازده ناخالص می‌توان به ارتقای سطح سواد کشاورزان منطقه از طریق خدمات ترویجی پرداخت.

منابع و ماخذ

۱. احمدی، م. (۱۳۷۷). تعیین ترکیب عوامل تولید و بررسی مزیت‌های نسبی کشاورزی در خراسان. *فصلنامه علمی- پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال پنجم، شماره ۱۹، صفحات ۸۴-۷۵.

۲. چیذری، ا.، و قاسمی، ع. (۱۳۷۹). کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی. *فصلنامه علمی- پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال ۷، شماره ۲۸، صفحات ۷۶-۶۱.

۳. زاهدی‌کیوان، م. (۱۳۸۶). *تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در یک مزرعه، رهیافت برنامه-ریزی ریاضی تصادفی*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته اقتصاد گرایش علوم اقتصادی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان.

۴. سلطانی، غ.، زیبایی، م.، و کهخا، ا. (۱۳۷۸). کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در کشاورزی. *تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی*.

۵. مطلبی، م.، و کهنسال، م. (۱۳۸۷). کاربرد مدل برنامه‌ریزی چندهدفه کنشی برای تعیین جیره غذایی گاو شیری منطبق با معیارهای اقتصادی، زیست‌محیطی و تغذیه‌ای. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، جلد ۱، شماره ۳، صفحات ۶۶-۴۷.

6. Bryan, B. A. (2007). *Lower murray landscape futures dryland component: Volume 2 analysis of regional plans and landscape futures*. CSIRO Water for a Healthy Country Flagship, 172.
7. Francisco, J., & Alejandro, M. A. (2008). Defining efficient policies in a general equilibrium model: A multi-objective approach. *Socio-Economic planning Sciences*, 43(3), 192-200.
8. Halkidis, I., & Papadimos, D. (2007). *Technical report of life environment project: Ecosystem based water resources management to minimize environmental impacts from agriculture using state of the art modeling tools in strymonas basin*. Greek Biotope/Wetland Centre (EKBY).
9. Jiobo, L., Zhaoqian, W., & Pennig-de-vries, F. W. T. (2002). Application of interactive multiple goal programming for red soil watershed develops meat: A case study of qingshishan watershed. *Agricultural Systems*, 73, 373-384.
10. Rogkos, A., & Psychoudakis, A. (2009). Minimizing adverse environmental effects of agriculture: A multi-objective programming approach. *Springer-verlag journal*, 9, 267-280.
11. Zander, P., & Kachele, H. (2005). Interactive meta-goal programming European. *Journal of Operational Reasearch*, 175(1), 135-154.