

بهینه‌سازی الگوی کشت در جهت حفظ و پایداری محیط زیست در منطقه الموت غربی (رهیافتی از برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی)

ابوذر پرهیزکاری^{۱*}، محمدمهدی مظفری^۲، مهدی حسینی خدادادی^۳

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه پیام نور تهران، محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی

قزوین و عضو بنیاد ملی نخبگان

۲. استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی^(ه)

۳. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۲۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۳/۱۸)

چکیده

امروزه روش‌هایی که برای تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی به کار می‌روند اغلب در راستای افزایش رفاه کشاورزان و حداکثرسازی سود آن‌ها گام برمی‌دارند. درحالی‌که غفلت از آثار مخرب زیست‌محیطی می‌تواند پیامدهای سوء و معضلات فراوانی برای نسل‌های آینده بشری به وجود آورد. بنابراین، انتخاب روشی که بتواند به حفظ محیط زیست کمک کند و اهداف متعدد مدیران را برای دستیابی به الگوهای مناسب کشت در یک مدل بگنجانند ضروری و درخور اهمیت است. به همین منظور، در این پژوهش برای دستیابی به اهداف همه‌جانبه فوق به‌ویژه تعیین الگوی کشت مناسب در بخش رودبار الموت غربی استان قزوین و همچنین کاهش آلودگی آب‌های حوضه رودخانه شاهرود که ناشی از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی است، از مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی استفاده شد. داده‌های این پژوهش از طریق همکاری با کشاورزان نمونه این بخش، مطالعات میدانی، پرسشنامه، سالنامه آماری ۱۳۸۹ و همچنین آمار منتشرشده سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین گردآوری و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و حل مدل پیشنهادی از نرم‌افزار *Excel* استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که الگوی فعلی کشت در این بخش بهینه نیست و نهاده‌های تولیدی به‌صورت غیرکارآمد استفاده می‌شوند. بنابراین، با استفاده از مدل پیشنهادی مذکور می‌توان علاوه بر انتخاب الگوی مناسب و استفاده بهینه از منابع منطقه، در راستای افزایش درآمد کشاورزان و کاهش تخریب محیط زیست گام‌های مؤثری برداشت.

کلیدواژگان: الگوی کشت، الموت غربی، برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی، پایداری منابع، محیط زیست.

۱. مقدمه

بخش کشاورزی نقش مهمی در اقتصاد ملی، اشتغال‌زایی و تأمین غذای افراد جوامع مختلف دارد. بنابراین، لازم است از منابع و ابزارهای تولید در این بخش به بهترین شیوه ممکن استفاده شود تا ضمن کاهش مصرف این منابع، سودآوری و رفاه کشاورزان نیز افزایش یابد. از طرفی محدودیت منابع در بخش کشاورزی و نیاز به افزایش تولید محصولات زراعی برای پاسخ‌گویی به تقاضای فزاینده ناشی از رشد جمعیت از یک سو و نیز ضرورت مبارزه مدیریت‌شده با آفات از سوی دیگر، سبب شده است فشار بر منابع تولید بخش کشاورزی به فشار بر محیط زیست منجر شود (Halkidis & Papadimos, 2007). حد بحرانی این فشار به‌طور عمده به‌صورت استفاده گسترده و بیش از حد از نهاده‌های شیمیایی است؛ به‌طوری‌که در حال حاضر مهم‌ترین جنبه‌های زیست‌محیطی نگران‌کننده فعالیت‌های کشاورزی، استفاده از نهاده‌های تهیه‌شده در بخش غیرکشاورزی (صنعت) همانند کودها، سموم، آفت‌کش و علف‌کش‌هاست. رخداد این وضعیت در نظام‌های تولیدی امروزه میان اهداف زیست‌محیطی و اقتصادی کشاورزان تعارض به وجود آورده است. افزون بر این، عمده‌ترین تلاش کشاورزان معطوف به دستیابی به بیشترین سطح تولید است و کمترین توجه را به بعد زیست‌محیطی تولید دارند. به همین دلیل امروزه بحران آلودگی‌های زیست‌محیطی به چالش و موضوع ملی و بین‌المللی تبدیل شده است (Kupusovic et al., 2007).

در طرح برنامه‌های اقتصادی بخش کشاورزی، برای تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی و باغی عموماً از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی استفاده می‌شود. برنامه‌ریزی خطی و آرمانی نیز روش‌هایی مبتنی بر اصول مدل‌های ریاضی هستند که برای تجزیه و تحلیل در تصمیم‌گیری‌های نهایی مدیران واحدهای کشاورزی به کار می‌روند. مدل

برنامه‌ریزی خطی در پژوهش‌های مدیریت مزرعه به‌منزله قدیمی‌ترین تکنیک استفاده می‌شود که هدف آن حداقل و یا حداکثرسازی توابع هدف مدیران کشاورزی با در نظر گرفتن برخی محدودیت‌ها به‌صورت هم‌زمان است (Mansuri & Kohansal, 2007). در طول دوره‌های اخیر اغلب مطالعات برای تخصیص منابع در بخش کشاورزی عمدتاً روی افزایش هرچه بیشتر رفاه اقتصادی کشاورزان تمرکز یافته است. این امر ناشی از آن است که بخش کشاورزی در توسعه اقتصادی هر کشوری نقش مؤثری ایفا می‌کند. اما توجه بیش از حد به رفاه اقتصادی کشاورزان به غفلت از پیامدهای مخرب زیست‌محیطی منجر شده است. به همین دلیل خلأ استفاده از مدل‌های کارآمدی که بتوانند هم‌زمان تمام جوانب اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را تأمین کنند، به‌طور محسوس قابل مشاهده است (Hilier & Liberman, 1995). برنامه‌ریزی خطی یک الگوی بهینه‌سازی تک‌هدفه است. در حالی که اغلب مسائل برنامه‌ریزی در بخش کشاورزی ماهیتی چندهدفه دارند. بنابراین، این روش نمی‌تواند به‌تنهایی برای تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری اقتصادی در بخش کشاورزی جوابگو باشد. با توجه به پیشرفت‌های شگرف علمی و تحقیقاتی که در چند دهه اخیر در بخش کشاورزی صورت گرفته است، روش‌های متداول و جدیدی در برنامه‌ریزی به وجود آمده است. به کمک این روش‌ها می‌توان با توجه به محدودبودن منابع و نهاده‌های تولیدی و تضادی که گاهی بین اهداف مدیران وجود دارد بهترین جواب‌ها را برای دستیابی به اهداف موردنظر پیدا کرد. از جمله این روش‌ها می‌توان به برنامه‌ریزی آرمانی اشاره کرد که ابزار مناسبی برای تجزیه و تحلیل تصمیم‌های چندهدفه در مدیریت مزرعه است (Asadpue et al, 2008).

رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی (GP) روشی مبتنی بر اصول بهینه‌سازی ریاضی است که به‌منظور تجزیه و تحلیل تصمیم‌های نهایی و مطلوب مدیران و مسئولان، به شکل نامعادلات خطی

تخصیص بهینه منابع آب و زمین و همچنین برای تحلیل حساسیت و تعیین میزان تأثیر پارامترهای مختلف بر روی نتایج به‌دست‌آمده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کردند. Estefen (2009) با بهره‌برداری از منابع محدود برای حداکثر کردن تولید و استفاده بهینه از ماشین‌آلات و به حداقل رساندن هزینه تعمیرات در سه کارخانه آمریکا و یک کارخانه چین از روش برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کردند.

براساس مطالعات انجام‌شده انعطاف‌پذیری بیشتر در تصمیم‌گیری‌ها، امکان دستیابی هم‌زمان به چندین هدف (که گاهی حتی ممکن است این اهداف در تضاد با هم باشند) و اولویت‌بندی اهداف مدیران در بخش کشاورزی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین ویژگی‌های برنامه‌ریزی آرمانی است و آن را از برنامه‌ریزی خطی ساده متمایز می‌سازد. استفاده از این الگو برای دستیابی به اهداف چندگانه مدیران از کارایی بیشتری برخوردار بوده و از نظر اقتصادی نیز کاربردی‌تر است. به همین منظور، در مطالعه حاضر از روش برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی^۱ که شکل توسعه‌یافته‌ای از برنامه‌ریزی آرمانی است، برای تعیین الگوی بهینه زراعی در منطقه رودبار الموت غربی استفاده شد. این مدل با در نظر گرفتن ترجیحات تصمیم‌گیرنده، طبقه‌بندی اهداف پیشنهادی را آسان می‌کند. در واقع این روش یک ارزیابی هم‌زمان مربوط به درجه حصول اهداف اصلی است که در قالب برنامه‌ریزی آرمانی تبیین می‌شود. در استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی ابتدا اهداف موردنظر در یک بعد محدودیت تعریف شده و سپس توسط متغیرهای انحرافی d^+ و d^- کنترل می‌شوند (Romero & Rehman, 2003). دلایل استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی در این پژوهش عبارت‌اند از:

۱. امکان اولویت‌بندی اهداف چندگانه و حصول

ظاهر می‌شود. این مدل به دلیل لحاظ کردن دستیابی هم‌زمان به چند هدف بر مبنای اولویت، انعطاف‌پذیری بیشتری در تصمیم‌گیری‌های واقعی مدیران واحدهای اقتصادی دارد. در این روش برای هر یک از اهداف یک مقدار مشخص عددی و سپس یک تابع هدف تعیین می‌شود. آن‌گاه مدل در جست‌وجوی جوابی است که بتواند مجموع انحرافات از اهداف یا اولویت‌ها را با در نظر گرفتن محدودیت‌های مختلف موجود، به حداقل برساند (Belaid & Torre, 2010). برنامه‌ریزی آرمانی از دهه ۱۹۶۰ به بعد به‌طور وسیعی در مطالعات بخش کشاورزی به کار گرفته شد. در این راستا مطالعات گسترده‌ای انجام شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

Charnes & Cooper (1961) الگوی برنامه‌ریزی آرمانی را برای نخستین بار ارائه کردند. آن‌ها در مطالعات خود به معرفی سه رویکرد مختلف از مسائل برنامه‌ریزی آرمانی پرداختند که این سه مورد عبارت‌اند از: ۱. برنامه‌ریزی آرمانی چی بی شف؛ ۲. برنامه‌ریزی آرمانی ارشمیدسی؛ ۳. برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی. Ijiri (1965) از روش برنامه‌ریزی آرمانی برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی استفاده کرد و سپس Lee (1972) و همچنین Egnizo (1976) از این مدل برای مدیریت‌های مالی استفاده کردند. Zeleny & Cochran (1973) با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی به این نتیجه دست یافتند که اگر در این روش سطح مطلوب اهداف به شکل نامناسبی مطرح شود ممکن است برای آن جواب بهینه‌ای وجود نداشته باشد. Neely (1977) برای برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی پروژه‌های آبی از مدل برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کردند. Romero & Rehman (1987) از مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای تعیین جیره غذایی دام استفاده کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که برنامه‌ریزی آرمانی به‌علت انعطاف‌پذیری بیشتر نسبت به روش برنامه‌ریزی خطی در تعیین جیره غذایی دام نتایج واقع‌بینانه‌تری را حاصل می‌کند. Soni (1995) برای

1. Lexicographic Goal Programming

غرقابی) که سبب شست و شوی این مواد شیمیایی و انتقال آن‌ها به جریان‌های سطحی منتهی به رودخانه شاهرود شده و علاوه بر آلوده کردن آب، اکوسیستم منطقه را نیز با مشکل مواجه کرده است؛

۲. مواد و روش‌ها

بخش رودبار الموت غربی در طول جغرافیایی ۱۲ درجه و ۵۰ دقیقه، در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه، در ارتفاع ۹۷۵ متری از سطح دریا و در ۵۵ کیلومتری شمال شرقی استان قزوین واقع شده است. این بخش با مرکزیت شهر رازمیان شامل سه دهستان بهرام‌آباد، دستجرد و رجایی‌دشت است. منطقه مطالعه شده با مساحتی معادل ۹۲۱/۵ کیلومترمربع و تراکم جمعیتی معادل ۲۱/۳۹ نفر در هر کیلومترمربع، جمعاً ۱۹۷۱۱ نفر جمعیت دارد (۱۹۷۱۱ = ۹۲۱/۵ * ۲۱/۳۹)، به طوری که اغلب آن‌ها به فعالیت کشاورزی مشغول اند (Agriculture Organization of Qazvin, 2011). بخش رودبار الموت غربی از نظر اقلیمی هوای نسبتاً معتدل و نیمه خشک دارد و میزان بارش سالانه در این بخش به طور متوسط در حدود ۳۵۰ میلی‌متر است (Meteorological Organization of Qazvin, 2011). در فصولی از سال که میزان بارندگی کم است، آب مورد نیاز برای آبیاری مزارع، باغ‌ها و شالیزارهای منطقه به کمک جریان‌های سطحی رودخانه شاهرود که در فاصله دو کیلومتری شهر رازمیان قرار دارد و همچنین توسط آبریزهای نینهرود، گشنهرود و پررود که از حوالی شهر رازمیان می‌گذرند، تأمین می‌شود. در حوضه رودخانه شاهرود به علت در دسترس بودن حجم آب بیشتر، آبیاری به شکل غرقابی و سیلابی و در مناطق بالادست یا مناطقی کوهستانی و کوهپایه‌ای دور از حوضه رودخانه، تأمین آب مورد نیاز کشاورزان از طریق لوله‌گذاری و سیستم‌های پمپاژ آب صورت می‌گیرد. برنج، گندم، جو، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، خللر و ماشک و یونجه از مهم‌ترین محصولات زراعی و زغال اخته، فندق، گردو، انگور و

نتایج مقتدرانه با به‌کارگیری این مدل: با استفاده از این روش می‌توان پس از حداقل و حداکثرسازی آرمان‌های متعددی که در تعیین الگوی بهینه کشت وجود دارند و گاهی حتی در تضاد با هم هستند به نتایج بهینه و مناسبی دست یافت.

۲. توجه به مسئله بسیار مهم «جلوگیری از تخریب محیط زیست»: از آنجا که مدل LGP از یک ماهیت چندهدفه برخوردار است می‌توان علاوه بر آرمان‌های اقتصادی کشاورزان، اهداف زیست‌محیطی را نیز در این مدل وارد کرد.

به‌طور کلی، هدف اصلی پژوهش حاضر تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی (LGP) و ارائه راهکارهای مناسبی برای رفع مشکلات زیست‌محیطی موجود در منطقه رودبار الموت غربی است. عمده‌ترین این مسائل و مشکلات عبارت‌اند از:

۱. استفاده غیرکارآمدی که از عوامل تولید و یا نهاده‌هایی مانند زمین، آب، نیروی کار، کودهای شیمیایی، سموم دفع آفات و علف‌کش‌ها در منطقه صورت می‌گیرد؛

۲. الگوی کشتی که در منطقه مورد نظر وجود دارد بهینه نیست و هدف اصلی کشاورزان در این منطقه کسب بیشترین سود، بدون توجه به آثار مخرب زیست‌محیطی است؛

۳. مصرف بیش از حد معمول کودهای شیمیایی (به‌ویژه اوره، تری فسفات آمونیوم و سوپر فسفات آمونیوم) در اراضی زراعی و شالیزارهای منطقه بدون در نظر گرفتن نیاز واقعی مزارع و براساس طرز تفکر افزایش بازدهی که قبل از هر چیز ناشی از عدم آگاهی کشاورزان خرده‌پا در منطقه مطالعه شده است؛

۴. آبیاری بیش از حد معمول در سطح مزارع و شالیزارهای منطقه به علت دسترسی به حجم آب بیشتر و کم بودن آب‌بها در حوضه رودخانه شاهرود که منجر به شست و شوی عناصر غذایی و فرسایش بی‌رویه خاک در منطقه شده است؛

۵. مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات در سطح مزارع تحت کشت و استفاده از روش‌های سنتی آبیاری (سیلابی و

اولویتی ابتدا اهداف کشاورزان با توجه به محدودیت‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی موجود در منطقه موردنظر رده‌بندی می‌شوند. سپس براساس اولویت برای تحقق هر یک از آن‌ها در مزارع اقدامات لازم صورت می‌گیرد. شکل کلی مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی به صورت زیر است:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^k p_i (d_i^-, d_i^+) = p_1 (d_1^-, d_1^+) + p_2 (d_2^-, d_2^+) + \dots + p_k (d_k^-, d_k^+) \quad (1)$$

Subject to:

$$\sum_i f(x_i) + d_i^- - d_i^+ = w_i \quad (2)$$

$$\forall i = 1, 2, 3, \dots, k$$

$$\sum_i ax_i \leq b \quad (3)$$

$$x_i, d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad (4)$$

در رابطه ۱، تابع هدف Z مجموعه‌ای از انحرافات اهداف مطلوب تعیین شده، i تعداد فعالیت‌ها، x_i متغیر تصمیم i ام، p_i اولویت اهداف و d_i^-, d_i^+ به ترتیب متغیرهای انحراف مثبت و منفی هستند. رابطه ۲، محدودیت آرمانی مدل است که در آن f ضرایب فنی متغیر تصمیم و w_i مقادیر لحاظ شده برای اهداف موردنظر است. رابطه ۳ محدودیت سیستمی مدل را نشان می‌دهد که در آن a بیانگر ماتریس ضرایب فنی و b بیانگر منابع قابل دسترس در منطقه است. رابطه ۴ نیز محدودیت غیرمنفی بودن سطح فعالیت‌ها و انحرافات را نشان می‌دهد و بیانگر آن است که روش مذکور از نظر فیزیکی نیز قابلیت اجرا در منطقه مطالعه شده را دارد (Seamus & Surendra, 2008).

در مطالعه حاضر از اطلاعات مربوط به ۷ محصول زراعی عمده در منطقه الموت غربی استفاده شد. بخشی از داده‌های مورد نیاز از طریق همکاری کشاورزان نمونه این بخش، پرسشنامه، سالنامه

زیتون از مهم‌ترین محصولات باغی قابل کشت و تولید در این منطقه به شمار می‌روند (Statistical Yearbook, 2011).

با توجه به پیشرفت‌هایی که در سالیان اخیر در عرصه علم اقتصاد صورت گرفته، روش‌های نوینی برای سیاست‌گذاری‌ها و اجرای برنامه‌های چندمنظوره یا چندهدفه در زیربخش‌های کشاورزی ایجاد شده است. در این راستا تضادهای بین اهداف و سیاست‌های اجرایی سبب شده است که همیشه کل ارزش حاصل از اهداف، سیاست‌ها و برنامه‌های اجرایی مساوی با جمع ارزش اجزای آن‌ها (به صورت مجزا از هم) نباشد. بنابراین، باید ترکیب مناسبی از آن‌ها را برای دستیابی به میزان بهینه انتخاب کرد (Rafael, 2006). از آنجاکه کشاورزی پایدار علاوه بر عوامل اقتصادی (رفاه اقتصادی و درآمد بالا برای کشاورز) به عوامل اجتماعی و زیست‌محیطی نیز وابسته است، برای تحقق آن نیاز به یک الگوی چندمعیاره است. به همین منظور می‌توان از برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی به منزله ابزاری مناسب برای آنالیز اهداف چندگانه در مدیریت مزرعه استفاده کرد. این روش شبیه برنامه‌ریزی خطی است. با این تفاوت که بیش از یک تابع هدف را شامل می‌شود (Malakoti, 1997). در مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی هر هدفی به منزله یک آرمان در نظر گرفته می‌شود و تابع هدف برای این نوع مدل شامل حداقل‌سازی انحرافات از سطح موردنظر محدودیت آرمانی است. با اینکه تابع هدف در الگوی فوق متغیرهای تصمیم ندارد اما دو متغیر مغایرتی به صورت d^- (نماد انحراف در جهت منفی از اهداف مطلوب) و d^+ (نماد انحراف در جهت مثبت از اهداف مطلوب) در تابع هدف وارد می‌شوند. انحراف منفی به معنای دسترسی کمتر از هدف مطلوب و انحراف مثبت به معنای دسترسی بیشتر از هدف مطلوب تعیین شده در مدل موردنظر است (Stephen et al., 2009). برای انتخاب الگوی بهینه کشت با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی

برحسب تومان، نیاز آبی برحسب مترمکعب در هکتار، کود بر حسب کیلوگرم در هکتار، سم برحسب لیتر در هکتار، نیروی کار برحسب نفر روز در هکتار، ماشین‌آلات برحسب ساعات کار در هکتار و بذر برحسب کیلوگرم در هر هکتار است.

آمار ۱۳۸۹ و بخشی دیگر از طریق آمار منتشرشده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین جمع‌آوری شد (جدول ۱). کلیه مقادیر موردنظر در این جدول در واحد سطح (یک هکتار) تعیین شدند. بازده ناخالص، هزینه تولید و هزینه حمل کود

جدول ۱. اطلاعات آماری مربوط به محصولات منتخب زراعی منطقه رودبار الموت غربی در واحد سطح یا هکتار (سال زراعی ۱۳۸۹)

متغیرها / محصولات	برنج	گندم	جو	یونجه	خللر و ماشک	گوجه‌فرنگی	سیب‌زمینی
بازده ناخالص (تومان)	۱۰۷۱۲۶۰۰	۲۹۴۵۰۰۰	۲۴۱۴۰۰۰	۶۵۸۰۰۰۰	۵۶۴۹۰۰۰	۹۲۸۹۰۰۰	۸۹۰۴۰۰۰
هزینه تولید (تومان)	۵۷۲۳۴۶۰	۹۸۴۵۱۰	۹۰۴۶۴۱	۱۳۴۵۷۰۰	۹۲۵۲۳۰	۴۷۵۶۳۳۵	۳۶۰۶۵۵۱
هزینه حمل کود (تومان)	۱۶۱۵۰۰	۹۳۰۵۲۰	۹۰۰۰۰	۱۰۲۵۰۰	۷۱۵۰۰	۱۴۳۷۰۰	۱۱۵۳۰۰
نیاز آبی (m ³ /ha)	۲۵۴۰۰	۵۷۰۰	۵۱۰۰	۱۳۳۵۰	۳۸۰۰	۱۸۵۶۰	۱۲۱۲۰
کود شیمیایی (kg/ha)	۷۵۰	۲۵۰	۲۴۰	۵۲۰	۱۲۵	۶۵۰	۵۱۰
نیروی کار (نفر-روز)	۵۳	۲۳	۲۱	۳۰	۱۸	۵۴	۳۵
سم مصرفی (L/ha)	۷/۰	۳/۵	۲/۰	۳/۰	۱/۵	۸/۲	۸/۰
ماشین‌آلات (h/ha)	۲۹	۱۶	۱۴	۱۳	۱۰	۱۷	۱۶
بذر (kg/ha)	۱۲۵	۲۳۰	۲۵۰	۲۳	۱۲۰	۱/۲۵	۱۸۵۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

آرمان حداقل‌سازی استفاده از نیروی کار

$$\sum L_i x_i + d_{\delta}^{-} - d_{\delta}^{+} = Q_{\delta} \quad (9)$$

آرمان حداقل‌سازی مصرف سموم شیمیایی

$$\sum T_i x_i + d_{\epsilon}^{-} - d_{\epsilon}^{+} = Q_{\epsilon} \quad (10)$$

برای حداکثرسازی بازده ناخالص، انحراف منفی از آرمان تعیین‌شده و برای حداقل‌سازی مصرف آب، کود، نیروی کار و سم، انحراف مثبت از آرمان تعیین‌شده در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، تابع هدف به صورت زیر است (Stephen, 2009):

$$\text{Min} Z = [p_{\delta} d_{\delta}^{-} + p_{\delta} d_{\delta}^{+} + p_{\epsilon} d_{\epsilon}^{-} + p_{\epsilon} d_{\epsilon}^{+} + p_{\delta} d_{\delta}^{+} + p_{\epsilon} d_{\epsilon}^{+}] \quad (11)$$

از آنجاکه نیاز است سود ناخالص حداقل برابر با هدف Q_1 و یا بیشتر از آن شود، باید مقدار d_1^{-} (انحراف منفی از آرمان سود ناخالص) برابر با صفر شود اما در عمل تبدیل آن به صفر غیرممکن است. بنابراین، باید مقدار آن را تا جای ممکن

مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولیته استفاده شده

در پژوهش حاضر شامل ۶ محدودیت آرمانی و ۴ محدودیت سیستمی است. اهداف و آرمان‌های یادشده مطابق با شرایط منطقه مطالعه‌شده و با توجه به درجه اهمیت که در منطقه دارند به صورت زیر اولویت‌بندی می‌شوند (Stephen, 2009):

آرمان حداکثرسازی بازده برنامه‌ای (بازده ناخالص)

$$\sum E_i x_i + d_1^{-} - d_1^{+} = Q_1 \quad (5)$$

آرمان حداقل‌سازی هزینه‌های تولید محصولات

$$\sum C_i x_i + d_2^{-} - d_2^{+} = Q_2 \quad (6)$$

آرمان حداقل‌سازی آب زراعی مصرفی

$$\sum W_i x_i + d_3^{-} - d_3^{+} = Q_3 \quad (7)$$

آرمان حداقل‌سازی مصرف کود شیمیایی

$$\sum F_i x_i + d_4^{-} - d_4^{+} = Q_4 \quad (8)$$

۱.۲. حداکثر کردن بازده در آمدی (بازده

ناخالص)

بازده ناخالص در هر هکتار از حاصل ضرب میزان عملکرد هر محصول در قیمت بازاری آن حاصل می‌شود. با توجه به رابطه ۵ E_i بازده ناخالص محصول i ام در واحد سطح (هکتار)، x_i سطح زیرکشت محصول i ام و Q_1 سطح موجود تولید در منطقه است. بازده درآمدی در سه حالت شرایط فعلی، برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی آرمانی اولیوتی در جدول ۳ آورده شده است. آرمان حداکثر کردن بازده ناخالص کشاورزان را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$10712600x_1 + 2945000x_2 + 2414000x_3 + 6580000x_4 + 5649000x_5 + 9289000x_6 + 8904000x_7 + d_1^- - d_1^+ = 18251700000 \quad (12)$$

C_i هزینه تولید محصولات کشاورزی در سطح هکتار، x_i سطح زیرکشت محصول i ام و Q_2 سطح موجود هزینه تولید در اراضی منطقه است. در این پژوهش براساس اولویت، حداقل کردن هزینه تولید و کاهش آن به میزان ۱۰ درصد به منزله دومین آرمان مدنظر است. رابطه ۶ را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$5723460x_1 + 984510x_2 + 904641x_3 + 1345700x_4 + 925230x_5 + 4756335x_6 + 3606551x_7 + d_7^- - d_7^+ = 8955221932 \quad (13)$$

اختلال در محیط زیست و تخریب آن، فرسایش خاک، شست‌وشوی عناصر غذایی و جدایی این عناصر از ظرفیت کاتیونی خاک، شورشیدن خاک اراضی پایین دست منطقه، کاهش حاصل خیزی مزارع ظرف مدت چند سال آتی و اثرات سوء دیگر خواهد شد. با توجه به موارد مذکور، حداقل کردن میزان مصرف آب آبیاری در تولید محصولات زراعی یکی از اهداف مهم و درخور توجه در مدیریت مزرعه است. به همین منظور، یکی از اهداف اصلی این پژوهش نیز کاهش ۱۰ درصدی مصرف آب آبیاری در سطح

کوچک کرد. d_2^+ انحراف مثبت از آرمان تعیین شده برای هزینه‌های تولید است. این هزینه‌ها نباید از مقدار آرمانی تعیین شده آن بیشتر باشد. بنابراین، مقدار d_2^+ را باید به میزان حداقل خود رساند. $d_3^+, d_4^+, d_5^+, d_6^+$ به ترتیب مقادیر انحراف مثبت از مصرف آب، کود، نیروی کار و سم هستند (Stephen, 2009). یکی از اهداف مطالعه حاضر کاهش مصرف این نهاده‌هاست. بنابراین، نیاز است که انحرافات $d_3^+, d_4^+, d_5^+, d_6^+$ را حداقل کرد. در ادامه به بررسی محدودیت‌های آرمانی و سیستمی مدل ارائه شده می‌پردازیم:

۲.۲. حداقل کردن هزینه تولید محصولات در

واحد سطح

تولید محصولات کشاورزی در مراحل آماده‌سازی مزرعه، کاشت، داشت و برداشت همراه با هزینه‌هایی است که نیاز است این هزینه‌ها را به حداقل میزان ممکن کاهش داد. به عبارت دیگر کاهش هزینه‌های تولید، سوددهی بیشتری برای کشاورزان خواهد داشت. با توجه به رابطه ۶،

۳.۲. حداقل کردن مصرف آب زراعی در منطقه

یکی از عوامل مهم تولید در بخش کشاورزی نهاده آب است که تأمین آن همواره در بخش‌های مختلف کشور با محدودیت جدی مواجه است. در بخش رودبار الموت غربی وجود رودخانه شاهرود و آبریزهای نینهرود، گشنه‌رود و پررود سبب شده است اغلب کشاورزان منطقه با محدودیت منابع آب مواجه نباشند، اما باید توجه داشت که استفاده بی‌رویه از آب در آبیاری مزارع علاوه بر تهدید این منابع، سبب

و Q_3 کل منابع آب موجود در منطقه در طول یک سال زراعی است. این رابطه را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$2540 \cdot x_1 + 570 \cdot x_2 + 510 \cdot x_3 + 1335 \cdot x_4 + 380 \cdot x_5 + 1856 \cdot x_6 + 1212 \cdot x_7 + d_3^- - d_3^+ = 40414840 \quad (14)$$

طرز تفکر که کود بیشتر عملکرد بیشتری را حاصل می‌کند) سبب ایجاد پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی، تخریب بافت خاک و مهم‌تر از همه افزایش آلودگی آب رودخانه شاهرود شده است. بنابراین، کاهش استفاده از کودهای شیمیایی و نزدیک کردن مصرف آن‌ها به استانداردهای جهانی باید یکی از اهداف اصلی مدیران واحدهای زراعی و کشاورزان منطقه باشد. در این مطالعه کاهش ۲۰ درصدی استفاده از کودهای شیمیایی نسبت به شرایط فعلی مدنظر است. در رابطه ۸، F_i بیانگر میزان کود مصرفی محصول i ام، x_i سطح زیرکشت محصول i ام و Q_4 کل مصرف کود شیمیایی برحسب کیلوگرم در منطقه مطالعه شده است. رابطه ۱۵، آرمان حداقل کردن کود مصرفی در هر هکتار را نشان می‌دهد:

$$750 \cdot x_1 + 250 \cdot x_2 + 240 \cdot x_3 + 520 \cdot x_4 + 125 \cdot x_5 + 650 \cdot x_6 + 510 \cdot x_7 + d_4^- - d_4^+ = 1234990 \quad (15)$$

طیور (نظیر مرغ، بوقلمون و شترمرغ) و همچنین واحدهای صنعتی استفاده کرد. در رابطه ۹، L_i میزان نیروی کار به کار گرفته شده در تولید محصول i ام، x_i سطح زیرکشت محصول i ام، و Q_5 کل نیروی کار موجود در منطقه را برحسب نفر-روز بیان می‌کند. این رابطه را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$58x_1 + 23x_2 + 21x_3 + 30x_4 + 18x_5 + 54x_6 + 35x_7 + d_5^- - d_5^+ = 96930 \quad (16)$$

علف‌های هرز (نظیر پنجه‌مرغی در مزارع گندم، جو و عدس - قیاق و سوروف در مزارع برنج - سس در مزارع یونجه و خللر و ماشک) از آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها استفاده می‌شود. مصرف بیش از حد

مزارع منطقه نسبت به شرایط فعلی است. در رابطه ۷، W_i بیانگر نیاز آبی محصولات زراعی برحسب مترمکعب در هکتار، x_i سطح زیرکشت محصول i ام

۴.۲. حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی در منطقه

امروزه در بخش کشاورزی برای تقویت اراضی زیرکشت، به‌ویژه اراضی‌ای که در طول یک سال زراعی برای چند بار پیاپی بهره‌برداری می‌شوند و همچنین برای افزایش میزان عملکرد محصولات زراعی در واحد سطح از کودهای شیمیایی زیادی که اغلب در سه نوع ازته، فسفره و پتاسه هستند، استفاده می‌شود. بهره‌مندی از کودهای شیمیایی در کوتاه‌مدت سبب افزایش عملکرد در واحد سطح می‌شود. اما آثار سوء آن که ناشی از مصرف بیش از حد این کودها در مزارع است، در بلندمدت ظاهر می‌شود. بی‌توجهی به مصرف کودهای شیمیایی و استفاده غیرنرمال و بیش از حد این کودها در سالیان اخیر به‌ویژه در شالیزارهای منطقه (با این

۵.۲. کمترین استفاده از نیروی کار موجود در منطقه

با به حداقل رساندن نیروی کار به کار گرفته شده در بخش زراعی در منطقه مطالعه شده، بخشی از نیروی کار مازاد آزاد می‌شود که می‌توان از آن برای احداث واحدهای پرورش دام (نظیر گاو شیری و گوشتی، گوساله پروری و گوسفند) و

۶.۲. کمترین استفاده از سموم شیمیایی در منطقه

در سال‌های اخیر در بخش رودبار الموت غربی برای مبارزه با آفات و حشرات موذی (به‌خصوص ملخ و کرم ساقه‌خوار برنج) و همچنین برای کنترل

مصرفی در تولید محصول i ام، x_i سطح زیرکشت محصول i ام و Q_6 کل مصرف سموم شیمیایی در یک سال زراعی است. آرمان حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی به صورت رابطه زیر است:

$$7x_1 + 3/5x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 1/5x_5 + 8/2x_6 + 8x_7 + d_6^- - d_6^+ = 11712 \quad (17)$$

محدودیت‌های سیستمی نیز برای ماشین‌آلات (ساعات کار در هکتار)، بذر (کیلوگرم در هکتار)، زمین (هکتار)، هزینه کود و حمل آن (تومان در هکتار) به صورت زیر قابل تعریفاند:

$$29x_1 + 16x_2 + 14x_3 + 13x_4 + 10x_5 + 17x_6 + 16x_7 \leq 48880 \quad (18)$$

$$125x_1 + 230x_2 + 250x_3 + 23x_4 + 120x_5 + 1/25x_6 + 1850x_7 \leq 314458 \quad (19)$$

$$161500x_1 + 930520x_2 + 90000x_3 + 102500x_4 + 71500x_5 + 143700x_6 + 115300x_7 \leq 374979800 \quad (20)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \leq 2008 \quad (21)$$

تعیین شد. جدول ۲ سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی در بخش رودبار الموت غربی را پس از حل مدل ارائه شده نشان می‌دهند.

با توجه به نتایج جدول ۲، محصولات گندم، جو و گوجه‌فرنگی علاوه بر الگوی مدل برنامه‌ریزی خطی، در الگوی ارائه شده توسط مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی نیز حذف شدند. کشت دو محصول گندم و جو به‌علت بازده ناخالص کم (از نظر اقتصادی) و کشت محصول گوجه‌فرنگی به‌علت مصرف کود و سم زیاد در واحد سطح (از نظر زیست‌محیطی) صرفه ندارد و در منطقه الموت غربی توصیه نمی‌شود. در مدل LGP، براساس اولویت زیست‌محیطی کشت برنج، سیب‌زمینی و خلر و ماشک در منطقه توصیه می‌شود، اما در این حالت محصول یونجه به‌علت مصرف کود و سم زیاد از مدل حذف می‌شود. به‌طور کلی، براساس

این مواد شیمیایی علاوه بر اینکه برای سلامتی انسان مضر است، سبب آلوده شدن آب رودخانه و همچنین از بین رفتن موجودات زنده بی‌خطر و حشرات مفید (به‌ویژه زنبور عسل که پرورش آن در منطقه در سطح وسیعی صورت می‌گیرد) می‌شود. بنابراین، برای حفظ محیط زیست و مقابله با خطرات مذکور نیاز است که استفاده از سموم شیمیایی در منطقه به کمترین میزان ممکن برسد. یکی از اهداف اصلی این پژوهش کاهش ۱۵ درصدی استفاده از آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها نسبت به شرایط فعلی است. در رابطه ۶، T_i میزان سم

۳. نتایج

داده‌های موردنیاز برای تجزیه و تحلیل و فرموله کردن مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی در این مطالعه، از طریق همکاری کشاورزان نمونه، پرسشنامه، سالنامه کشاورزی سال ۱۳۸۹ و داده‌های منتشرشده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین جمع‌آوری و برای تعیین الگوی بهینه کشت با استفاده از دو مدل برنامه‌ریزی خطی و آرمانی اولویتی به کار گرفته شدند. حل مدل‌های یادشده در محیط نرم‌افزاری Excel صورت گرفت. در مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی، الگوی کشت پس از در نظر گرفتن کلیه آرمان‌ها و محدودیت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی، کاهش ۱۰ درصدی هزینه تولید، کاهش ۱۰ درصدی مصرف آب، کاهش ۲۰ درصدی مصرف کود و کاهش ۱۵ درصدی سموم در منطقه

به ترتیب به میزان ۲۲۸، ۲۴۲ و ۲۶ هکتار نسبت به شرایط فعلی در منطقه افزایش یافته است. کشت محصولات گندم، جو و گوجه‌فرنگی در حالت تلفیقی معیارهای اقتصادی و زیست‌محیطی نیز در منطقه الموت غربی توصیه نمی‌شود. جدول ۳، مقایسه بازده برنامه‌ای، هزینه‌های تولید و مقادیر مصرفی نهاده‌های کود، آب، سم و نیروی کار را در شرایط فعلی و الگوهای ارائه‌شده نشان می‌دهد:

الگوی کشت ارائه‌شده توسط مدل L.G.P، کشت محصولات برنج، سیب‌زمینی و خللر و ماشک هم از بعد اقتصادی و هم از بعد زیست‌محیطی در منطقه توصیه می‌شود. در حالت تلفیقی نیز با در نظر گرفتن معیارهای اقتصادی و زیست‌محیطی به صورت هم‌زمان، مشاهده می‌شود که سطح زیرکشت محصول برنج نسبت به شرایط فعلی به میزان ۲۴۸ هکتار کاهش یافته و سطح زیرکشت محصولات خللر و ماشک، یونجه و سیب‌زمینی

جدول ۲. مقایسه سطح زیرکشت محصولات (برحسب هکتار) در شرایط فعلی با مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و آرمانی اولویتی

محصولات منتخب	الگوی فعلی	برنامه‌ریزی خطی	مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی (LGP)		تلفیق اولویت‌های دوگانه
			اولویت اقتصادی	اولویت زیست‌محیطی	
برنج	۱۴۲۰	۱۴۴۲	۱۱۹۰	۱۱۵۵	۱۱۷۲
گندم	۱۱۰	۰	۰	۰	۰
جو	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
یونجه	۹۶	۱۳۲	۶۷۹	۰	۳۴۰
خللر و ماشک	۲۱۰	۳۸۹	۶۲	۸۱۴	۴۳۸
گوجه‌فرنگی	۴۰	۰	۰	۰	۰
سیب‌زمینی	۳۲	۴۶	۷۷	۳۹	۵۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳. مقایسه اهداف و آرمان‌ها در شرایط فعلی با الگوهای برنامه‌ریزی خطی و آرمانی اولویتی (مقادیر در سطح الگوهای پیشنهادی)

اهداف و آرمان‌ها در الگوی کشت	الگوی فعلی	الگوی برنامه‌ریزی خطی	الگوی برنامه‌ریزی اولویتی (LGP)	اولویت زیست‌محیطی
بازده ناخالص (تومان)	۱۸۲۵۱۷۰۰۰۰۰	۱۸۹۱۶۵۱۹۲۱۱	۱۸۲۵۱۷۰۰۰۰۰	۱۷۳۱۹۸۴۱۵۶۰
میزان هزینه تولید (تومان)	۸۹۵۵۲۲۱۹۳۲	۸۹۵۵۲۲۱۹۳۲	۸۰۵۹۶۰۹۷۳۹	۷۵۰۴۸۹۳۹۲۶
میزان مصرف آب (مترمکعب)	۴۰۴۱۴۸۴۰	۴۰۴۱۴۸۴۰	۳۶۳۷۳۳۵۶	۳۲۹۰۴۵۷۷
میزان مصرف کود (کیلوگرم)	۱۲۳۴۹۹۰	۱۲۲۱۸۰۲	۹۸۷۹۹۲	۹۸۷۹۶۱
تعداد نیروی کار (نفر-روز)	۹۶۹۳۰	۹۶۱۸۲	۸۹۸۳۰	۷۷۲۳۷
میزان مصرف سم (لیتر)	۱۱۷۱۲	۱۱۴۳۸	۹۹۵۵	۹۶۱۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

مصرف کودهای شیمیایی و سموم در منطقه موردنظر حداقل شود و به میزان ۲۰ و ۱۵ درصد کاهش یابد، هزینه تولید نسبت به شرایط فعلی ۱۴۵۰۳۲۸۰۰۶ تومان کاهش می‌یابد. میزان به‌کارگیری نیروی انسانی در بخش کشاورزی نیز از ۹۶۹۳۰ نفر-روز به ۸۹۸۳۰

با توجه به نتایج جدول ۳، بیشترین بازده درآمدی برای مدل برنامه‌ریزی خطی (۱۸۹۱۶۵۱۹۲۱۱ تومان) و کمترین بازده درآمدی برای مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی (۱۷۳۱۹۸۴۱۵۶۰ تومان) است. با در نظر گرفتن به اولویت زیست‌محیطی از آنجاکه باید

به‌کارگیری الگوی کشت ارائه‌شده توسط مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی، کشاورزان منطقه رودبار الموت غربی می‌توانند با در نظر گرفتن آثار مخرب زیست‌محیطی و کاهش این آثار، درآمد اقتصادی خود را به بیشترین حد برسانند. بدیهی است در مناطقی که آلودگی زیست‌محیطی معضلی جدی به شمار می‌رود، به‌کارگیری این روش برای تعیین الگوی بهینه کشت اهمیت دارد. افزون بر این، نتایج حاصل از برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی در این مطالعه نشان داد که با استفاده بهینه از منابع تولیدی وجود در منطقه بررسی شده، می‌توان علاوه بر کاهش نهاده‌هایی چون آب، کود، سم و نیروی کار به سطح مطلوبی از درآمد نیز دست یافت.

۱.۴. پیشنهادها

در پایان با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، برای نیل به اهداف همه‌جانبه این پژوهش و همچنین برای دستیابی به سیستم کشاورزی پایدار در راستای حفظ محیط زیست در بخش رودبار الموت غربی استان قزوین پیشنهادها و توصیه‌های سیاستی زیر مطرح می‌شوند:

۱. در الگوی کشت ارائه‌شده توسط مدل پیشنهادی برای منطقه مطالعه‌شده، محصولات براساس خالص نیاز آبی و با دور آبیاری کمتر کشت شوند. با انجام این کار از آبشویی، فرسایش بی‌رویه خاک، شست و شوی عناصر غذایی و انتقال سموم دفع آفات و کودهای شیمیایی استفاده‌شده در سطح مزارع به جریان‌های سطحی منتهی به رودخانه شاهرود جلوگیری به عمل می‌آید.

۲. افزایش سطح زیرکشت خللر و ماشک از نتایج مهم دیگر پژوهش حاضر است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود پس از هر مرحله برداشت برنج در شالیزارهای منطقه، کشت محصول خللر و ماشک در مزارع (به‌صورت کشت دوم در فصل زراعی) صورت گیرد. این کار علاوه بر تثبیت ازت خاک، سبب افزایش کیفیت و راندمان تولید محصول برنج می‌شود.

نفر- روز کاهش می‌یابد. با کاهش نیروی کار به میزان ۷۱۰۰ نفر- روز نسبت به شرایط فعلی می‌توان این میزان نیروی کار مازاد را در منطقه مطالعه‌شده به بخش‌های دامداری و زنبورداری انتقال داد. توسعه این بخش‌ها می‌تواند به افزایش درآمد و ایجاد اشتغال در منطقه کمک شایانی کند. به‌طور کلی، با به‌کارگیری الگوی کشت ارائه‌شده توسط مدل LGP می‌توان علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید، میزان مصرف آب، کود، سم و نیروی کار را در منطقه مطالعه‌شده کاهش داد. با کاهش مصرف کودها و سموم شیمیایی در کوتاه‌مدت، بازده درآمدی کشاورزان نسبت به شرایط فعلی به میزان بیشتری افزایش می‌یابد. علاوه بر این، از ایجاد اختلال در اکوسیستم منطقه جلوگیری می‌شود و آلودگی آب رودخانه شاهرود نیز کاهش می‌یابد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست‌آمده از حل مدل و مقایسه مقادیر بهینه با مقادیر واقعی متغیر حالت، استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی به بهینه‌سازی تخصیص منابع منجر می‌شود. در واقع هدف کشاورزان حداکثر کردن درآمد دریافتی از مزارع است. اما مسئولان واحدهای زراعی علاوه بر رسیدن به بیشترین سود، در پی اهداف دیگری از قبیل کاهش مصرف کود شیمیایی و سموم، آزاد شدن بخشی از نیروی کار برای به‌کارگیری در بخش‌های دیگر کشاورزی، حفاظت از محیط زیست و توسعه کشاورزی پایدارند. در این پژوهش با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی، الگوی بهینه کشت در بخش رودبار الموت غربی استان قزوین تعیین شد. داده‌های موردنیاز مربوط به سال زراعی ۱۳۸۹ بود که بخشی از طریق تکمیل پرسشنامه و بخشی دیگر از طریق آمار منتشرشده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین جمع‌آوری شد. مدل‌های ارائه‌شده در این پژوهش نیز در نرم‌افزار کاربردی Excel صورت گرفت. نتایج نشان داد که با

آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها از طرح سیلیبیت^۱ (فورمون‌های جنسی) در سطح مزارع منطقه استفاده شود. با به‌کارگیری این طرح، حشرات مضر قبل از مرحله تخم‌گذاری و تکثیر عقیم می‌شوند. استفاده از این روش علاوه بر اینکه آثار سوء و تهدیدکننده‌ای برای زندگی بشر ندارد، از نظر اقتصادی نیز برای کشاورزان خرده‌پای منطقه الموت غربی مقرون به‌صرفه است.

۶. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پذیرش الگوی پیشنهادی در مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولییتی (در سطح ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی) توسط کشاورزان منطقه الموت غربی تا حد زیادی مصرف کودها و سموم شیمیایی را نسبت به شرایط فعلی منطقه کاهش می‌دهد. این امر علاوه بر کمک به وضعیت درآمدی کشاورزان، از آلوده‌شدن بیش از حد منابع آب و خاک در منطقه نیز جلوگیری می‌کند و کشاورزان را در راستای استفاده از کودهای حیوانی و یا کود سبز در سطح مزارع تشویق خواهد کرد.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود واجب می‌دانند مراتب صمیمانه‌ترین سپاسگزاری‌های خود را از آقای غلامرضا پرهیزکاری، کشاورز نمونه منطقه الموت غربی، به سبب کمک‌های بی‌شائبه‌شان در جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات آماری این پژوهش و تدوین و نشر آن با کیفیت مناسب ابراز دارند.

۳. خللر و ماشک گیاهانی از خانواده بقولات‌اند که در سیستم ریشه‌ای خود ریزوم‌های تثبیت‌ازت دارند و کشت تلفیقی آن‌ها مطابق با نتایج پژوهش حاضر در منطقه توصیه می‌شود. این محصولات را علاوه بر تأمین بذر و علوفه (برای مصارف غذایی انسان و دام) می‌توان پس از دو یا سه فصل زراعی و قبل از گل‌دهی به‌وسیله شخم سطحی به خاک برگرداند. با این عمل خاک مزارع برای کشت محصول بعدی که اغلب برنج و یونجه است تقویت می‌شود و مواد آلی خاک تا حد زیادی افزایش می‌یابد. در نتیجه با انجام این عمل زراعی- مکانیکی می‌توان مصرف کود شیمیایی در مزارع را به کمترین میزان ممکن کاهش داد.

۴. برای جلوگیری از فرسایش خاک در اراضی بالادست که ناشی از آبیاری غرقابی (سیلابی) است و همچنین برای کاهش رشد علف‌های هرز در مزارع منطقه رودبار الموت غربی می‌توان از سیستم‌های نوین آبیاری (قطره‌ای و بارانی) استفاده کرد. با به‌کارگیری این روش‌ها در سطح مزارع می‌توان علاوه بر افزایش راندمان آبیاری، رشد علف‌های هرز و مصرف علف‌کش‌ها را نیز به حداقل میزان ممکن کاهش داد.

۵. در بخش الموت غربی برای مبارزه با آفات محصولاتی نظیر برنج و یونجه اغلب از حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌هایی استفاده می‌شود که آثار سوء آن‌ها سال‌های متوالی در مزارع باقی می‌ماند و برای تغذیه انسان نیز مشکلات تهدیدکننده‌ای به وجود می‌آورد. پیشنهاد می‌شود برای کاهش مصرف

REFERENCES

- Asadpur, H., Ahmadi, Q., Hasanmoghadam, M. 2008. Designing an objective decision model for determining the optimal crop crite Plain Surrey, Proceedings of the Sixth International Conference of Agricultural Economics, University of Mashhad. (In Persian)
- Belaid A. and Torre D.L. 2010. A generalized stochastic goal programming model, Applied Mathematics and
- Computation, 215(12):4347-4357.
- Charnels, A. and cooper, w.w. 1961. Managment models and industrial appellation of linear programming.vol.1.I.john Wiley and sons, New York, Pp: 91.
- Halkidis, I. and Papadimos, D. 2007. Technical report of life environment project: Ecosystem based water resources manegment to minimize environmental impacts from agriculture using state of the art modeling tools in Strymonas

1. Sylybyt plan

- basian. Greek Biotope/Wetland Center (EKBY).
6. Hilier, F.S. and Liberman, J.J. 1995. Operations Research: Linear programming. Translation M, Modares and A, Asef Vazire, Thunder Publishing, Tehran.
 7. Ignizio, J.P. 1976. Goal Programming and Extension, Lexington book, Massachusetts, Pp: 118.
 8. Ijiri, Y. 1995. Management goals and accounting for control. North Holland publishing co, New York.
 9. Kupusovic, T., Midzic S., Silajdzic, I. and Bjelavac, J. 2007. Cleaner production measures in small-scale slaughterhouse industry: case study in Bosnia and Herzegovina. Journal of cleaner production, 15(4): 278-383.
 10. Lee, S.M. 1972. Goal Programming for Decision Analysis, Auer Bach Publishers, Philadelphia, U.S.A, 87 Pp.
 11. Malakoti, M.J. 1997. Sustainable agriculture and enhance the performance of optimized fertilization in Iran. Posted agriculture, Karaj (In Persian).
 12. Mansuri, H. and Kohansal, M.R. 2007. Determine the optimum cropping pattern based on economic and environmental approach, the Sixth Conference of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)
 13. Meteorological Organization of Qazvin, Agriculture Organization of Qazvin & Statistical Yearbook, 2011. (In Persian)
 14. Neely, W.P., Northe, R. Andfortson, J.C. 1976. Planing and selecting multiobjective projects, by goal programming, 12(2):19-25.
 15. Rafael, C. 2006. Interactive meta-goal programing, European Journal of operational research, 175(1): 135-154.
 16. Rehnem, T. and Romero, C, 1987. Goal programming with penalty function and livestock ration formulation, Agricultural system, 23: 117-132.
 17. Romero, C. and Rehman, T. 2003. Multiple criteria analysis for agricultural decisions, Elsevier, Second edition, Pp: 186.
 18. Seamus, M. and Surendra, M. 2008. Lexicographic Goal Programming and Assessment Tools for a Combinatorial Production Problem, Available Instant access upon order completion, Pp: 116.
 19. Sonia, B, R. Singh, and D.R. Panda, 1995. Optimal crop planning for Kansabahal irrigation project, Orissa, India, Proceeding of regional conference on water resource management, Isfahan, Iran, 37 Pp.
 20. Stephen, C.H., Leung and S.W. Shirley. 2009. A goal programming model for aggregate production planning with resource utilization constraint. Computers and Industrial engineering, 56: 1053-106.
 21. Zeleny, M. and Cochrane, J.L. 1973. A Priori and a Posteriori Goals in Macroeconomic Policy Making in Multiple Criteria Decision Making (Cochrane J.L., Zeleny, M. editors). University of South Carolina Press, Columbia, 373-391.