تعیین برنامه زراعی– اقتصادی الگوی کشت در جهت پایداری و حفظ محیط زیست با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی (مطالعه موردی: رودبار الموت غربی)

کامران میرزایی*[۱]، سامان ضیائی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۱۸

چکیده

امروزه روش‌هایی که برای تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی به‌کار می‌روند، اغلب در جهت افزایش رفاه کشاورزان و حداکثرسازی سود آنها گام برمی‌دارند. هدف از مطالعه حاضر، تعیین الگوی بهینه کشت در منطقه رودبار الموت غربی در استان قزوین، با تاکید بر کاهش مصرف کود و سموم شیمیایی در جهت کاهش آلودگی حوزه رودخانه شاهرود می‌باشد. برای این منظور، از مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی استفاده شد. در این مطالعه شش هدف در نظر گرفته شد؛ چهار هدف اقتصادی و دو هدف زیست‌محیطی بودند. نتایج نشان داد که الگوی فعلی کشت در این منطقه، هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست‌محیطی بهینه نیست. بنابراین، محصولات گندم و جو به علت بازده ناخالص کم و محصولات گوجه‌فرنگی و یونجه به‌دلیل مصرف بالای کود و سم از الگوی فعلی حذف شدند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که در تعیین الگوی بهینه کشت، علاوه بر اهداف اقتصادی، اهداف زیست‌محیطی را نیز مد نظر قرار داد.

طبقه‌بندی *JEL*: *C02,C61,Q15*

واژه‌های کلیدی: الگوی بهینه کشت، برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی، اهداف زیست‌محیطی، الموت غربی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل .

۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل.

* نویسنده‌ی مسئول مقاله، kamran.mirzaei2701@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

پیشگفتار

در طرح برنامه‌های اقتصادی که در بخش کشاورزی صورت می‌گیرد، برای تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی و باغی در یک منطقه خاص عموما از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی استفاده می‌شود. برنامه‌ریزی خطی و آرمانی نیز روش‌هایی مبتنی بر اصول مدل‌های ریاضی می‌باشند که در جهت تجزیه و تحلیل در تصمیم گیری‌های نهایی مدیران واحدهای کشاورزی به‌کار می‌روند. مدل برنامه‌ریزی خطی[1] در تحقیقات مدیریت مزرعه به‌عنوان قدیمی‌ترین تکنیک مورد استفاده قرار می‌گیرد که هدف آن حداکثر و یا حداقل‌سازی توابع هدف مدیران کشاورزی با در نظر گرفتن برخی از محدودیت‌ها به‌صورت همزمان می‌باشد. در طول دوره‌های اخیر اغلب مطالعات جهت تخصیص منابع در بخش کشاورزی عمدتا بر 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 موثری را ایفا می‌کند. اما توجه بیش از حد به رفاه اقتصادی کشاورزان منجر به غفلت از پیامدهای مخرب زیست محیطی شده است. به همین دلیل خلا استفاده از مدل‌های کارآمدی که بتوانند به‌طور همزمان تمام جوانب اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را تامین نمایند، به‌طور محسوس قابل مشاهده می‌باشد(منصوری و کهنسال، ۲۰۰۷).

از آنجایی که مدل برنامه‌ریزی خطی یک الگوی بهینه‌سازی تک هدفه می‌باشد و اغلب مسائل برنامه‌ریزی در بخش کشاورزی(به‌عنوان مثال تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی و باغی، انتخاب واریته‌های مناسب و پربازده برای کشت در واحد سطح و ...) داری ماهیتی چندهدفه می‌باشند. لذا این روش نمی‌تواند به تنهایی 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 که به کمک آنها می‌توان با توجه به محدود بودن منابع و نهاده‌های تولیدی و تضادی که گاهی بین اهداف مورد نظر مدیران وجود دارد، بهترین جواب‌ها برای دستیابی به اهداف فوق‌الذکر را پیدا کرد. از جمله این روش‌ها می‌توان به برنامه‌ریزی آرمانی اشاره نمود که ابزار مناسبی برای تجزیه و تحلیل تصمیم‌های چندهدفه در مدیریت مزرعه می‌باشد.

لازم به ذکر است که برنامه‌ریزی آرمانی از سال ۱۹۶۰ به بعد به‌طور وسیعی در مطالعات بخش کشاورزی به‌کار گرفته شد.

1- Linear Programming(LP)

Archive of SID

www.SID.ir

این الگو نخستین بار توسط چارنز و کوپر ارائه گردید(Charnes,Cooper,1961). آنها در مطالعات خود به معرفی سه رویکرد مختلف از مسائل چندهدفه ۱) برنامه‌ریزی هدف چی بی شف ۲) برنامه‌ریزی هدف ارشمیدسی و ۳) برنامه‌ریزی هدف الویت بندی شده پرداختند.

در این تحقیق رویکرد سوم مورد استفاده قرار می‌گیرد که در آن ابتدا اهداف مورد نظر در یک بعد محدودیت تعریف می‌شوند و سپس توسط متغیرهای انحرافی (d^- و d^+) کنترل می‌گردند. در سال ۱۹۶۵ ایجیری از روش برنامه‌ریزی آرمانی برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی استفاده کرد و سپس لی، اگنی زو و سایرین از این مدل برای مدیریت‌های مالی استفاده کردند(Ijiri,1965).

زلنی و کوچران در سال ۱۹۷۳ 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(Zeleny,Cochran,1973).

در سال ۱۹۷۷ این روش توسط نیلی، نورت و فرستان جهت برنامه‌ریزی و الویت‌بندی پروژه‌های آبی استفاده شد(Neely,Nort,Ferstan,1977). در سال ۱۹۸۷ رهنام و رمرو از برنامه‌ریزی آرمانی برای تعیین جیره غذایی دام استفاده کردند. این مطالعه نشان می‌دهد که روش GP به علت داشتن انعطاف پذیری بیشتر نسبت به روش برنامه‌ریزی خطی در تعیین جیره غذایی دام نتایج واقع‌بینانه‌تری را حاصل می‌کند(Rehnam,Remro,1987).

در سال ۱۹۹۵ سانی، سینگ و پاندا برای تخصیص بهینه منابع آب و زمین و همچنین برای انجام تحلیل حساسیت و تعیین میزان تاثیر پارامترهای مختلف روی نتایج به‌دست آمده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کردند (Soni,Sing,Panda,1995).

همچنین استفن و همکاران در سال ۲۰۰۹ با بهره برداری از منابع محدود برای حداکثر کردن تولید و استفاده بهینه از ماشین آلات و به حداقل رساندن هزینه تعمیرات در سه کارخانه آمریکا و یک کارخانه چین از روش برنامه ریزی آرمانی استفاده کردند (Estefen *et al.*, 2009).

اسدپور و همکاران(۱۳۸۶) در تعیین الگوی بهینه کشت در منطقه دشت ناز ساری، از مدل برنامه‌ریزی آرمانی بهره گرفته‌اند و نتایج و یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که امکانات بالقوه و بالفعل برای بهبود دسترسی به اهداف مدیریت بخش کشاورزی در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. به‌طوری‌که مقادیر بهینه الگوی کشت برای محصولات مختلف زراعی منطقه با پیشنهاد مدل می‌توانند درآمد ناخالص منطقه را در هر هکتار ۳۳۶۱۰۰ ریال افزایش دهند.

رستگاری‌پور و صبوحی(۱۳۸۸) به برنامه‌ریزی الگوی بهینه زراعی در روستای برسلان با استفاده از مدل تلفیقی تارگت موتاد و آرمانی پرداخته و نشان دادند که بهره‌برداران کمتر از ۱۵ هکتار محصول چغندر قند و یونجه را به‌طور محسوسی وارد الگوی کشت خود نمی‌کنند. این محصولات

Archive of SID

www.SID.ir

بازده بیشتری برای آنها ایجاد می‌کند و کشاورزان بزرگ مقیاس(بالای ۱۵ هکتار) نیز با وارد کردن این محصولات در الگوی کشت خود، در درآمدهای مورد انتظار بالا ریسک زیادی متحمل می‌شوند.
فتحی و زیبایی(۱۳۹۱) با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی به تعیین الگوی بهینه کشت، استراتژی و روش آبیاری بهینه در جهت پایداری منابع آب دشت فیروزآباد فارس پرداختند. نتایج حاصل از مطالعه آنان نشان داد که انتخاب استراتژی‌های کم آبیاری و به‌کارگیری سیستم‌های آبیاری بارانی منجر به کاهش برداشت از آب‌های زیرزمینی در مقایسه با شرایط کنونی می‌شود.
اسدپور و اباذری(۱۳۹۳) به تعیین برنامه کشت بهینه زراعی بخش لاله‌آباد شهرستان بابل با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی پرداختند. براساس نتایج مطالعه، کشت محصول برنج به‌منظور پایداری منابع آب و کاهش مصرف کود شیمیایی و حفظ محیط زیست باید کاهش یابد که به‌جای آن سطح زیر کشت سیر و کلزا به‌منظور افزایش بازده برنامه‌ای منطقه پیشنهاد شده است.

از مطالعات و تحقیقات علمی فوق که طی دهه‌های اخیر حاصل شده‌اند، می‌توان به این نکته پی برد که انعطاف‌پذیری بیشتر در تصمیم‌گیری‌ها، امکان دست‌یابی همزمان به چندین هدف(که گاهی حتی ممکن است این اهداف در تضاد با هم باشند) و الویت‌بندی اهداف مدیران در بخش کشاورزی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین ویژگی‌های برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشد که آن را از برنامه‌ریزی خطی ساده متمایز می‌سازد. لذا استفاده از این الگو برای دستیابی به اهداف چندگانه مدیران از کارایی بالاتری برخوردار بوده و از نظر اقتصادی نیز کاربردی‌تر می‌باشد.
هدف اصلی این تحقیق تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در منطقه مورد مطالعه با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی آرمانی الویتی می‌باشد. البته باید توجه داشت که اجرای این روش بر اساس پیش فرض‌هایی که در بخش رودبار الموت غربی استان قزوین وجود دارند، صورت می‌گیرد که این پیش فرض‌ها عبارتند از:
۱) استفاده غیر کارآمدی که از نهاده‌های زمین، آب، نیروی کار، کود، سموم دفع آفات و علف کش‌ها صورت می‌گیرد.
۲) الگوی کشتی که در منطقه مورد نظر وجود دارد، بهینه نیست و هدف اصلی کشاورزان این منطقه کسب حداکثر سود بدون توجه به آثار مخرب زیست محیطی است.
۳) مصرف کودهای شیمیایی(اوره، تری فسفات آمونیوم، سوپر فسفات آمونیوم و کود سیاه) به‌ویژه در شالیزارهای منطقه بدون در نظر گرفتن نیاز واقعی مزارع بلکه با طرز تفکر افزایش بازدهی و به علت عدم آگاهی کشاورزان خرده پا بیش از گذشته رو به افزایش می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

۴) به علت دسترسی به حجم آب بیشتر در حوضه رودخانه شاهرود دور آبیاری در یک موعد مقرر بیش از حد معمول مورد نیاز در مزارع و باغات میوه صورت می‌گیرد که این عامل باعث شستشوی عناصر غذایی و فرسایش بی رویه خاک می‌شود(سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین).

مواد و روش‌ها

برای انتخاب الگوی مناسب کشت با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی ابتدا اهداف کشاورزان با توجه به محدودیت‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی موجود در منطقه مورد نظر رده‌بندی شده و آنگاه بر اساس الویت برای تحقق هر یک از آنها در مزارع اقدامات لازم صورت گرفت. داده‌های مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل و فرموله کردن مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی از طریق مطالعات میدانی، پرسشنامه، سالنامه کشاورزی سال ۱۳۸۹ و داده‌های منتشر شده سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین جمع‌آوری و برای تعیین الگوی بهینه کشت با استفاده از دو مدل برنامه‌ریزی خطی و آرمانی اولویتی به‌کار گرفته شدند. حل مدل‌های مذکور در محیط نرم‌افزاری Excel انجام گرفت.

شکل کلی مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی به صورت زیر می‌باشد:

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

$$st: \quad \sum f_a(x_i) + d_i^- - d_i^+ = w_i \qquad i, j = 1,2,3,\ldots\ldots\ldots,k \qquad (۱)$$

$$x_i, d_i^-, d_i^+ \geq 0$$

(محدودیت‌های غیر منفی)

z در رابطه فوق تابعی است از مجموعه ای از انحرافات از اهداف مطلوب تعیین شده (تابع هدف).

x_i متغیر تصمیم iام می‌باشد.

f_a ضرایب فنی متغیر تصمیم است که $(a = 1,2,3,\ldots.)$

d_i^-, d_i^+ به ترتیب متغیرهای انحراف مثبت و منفی می‌باشند.

w_i مقادیر لحاظ شده برای اهداف مورد نظر می‌باشد.

p_i نشان دهنده الویت اهداف می‌باشد.

در این تحقیق از اطلاعات مربوط به مطالعه ۷ محصول زراعی عمده در منطقه مورد نظر استفاده شده است. جدول ۱ بیانگر اطلاعات مربوط به این محصولات می‌باشد. در این جدول تمامی مشخصات در واحد سطح(یک هکتار) تعیین شده‌اند. بازده ناخالص، هزینه تولید و هزینه حمل کود بر حسب تومان، نیاز آبی بر حسب مترمکعب در هکتار، کود بر حسب کیلوگرم در هکتار، سم بر

Archive of SID

www.SID.ir

حسب لیتر در هکتار، نیروی کار بر حسب نفر روز در هکتار، ماشین آلات بر حسب ساعات کار در هکتار و بذر بر حسب کیلوگرم در هر هکتار مورد محاسبه قرار گرفته است.

الگوی مورد استفاده شامل ۶ محدودیت آرمانی و ۴ محدودیت سیستمی می‌باشد که این اهداف مطابق با شرایط منطقه مورد مطالعه و با توجه به درجه اهمیتی که در منطقه دارند به صورت زیر الویت بندی می‌شوند:

۱) آرمان حداکثر سازی بازده برنامه ای (بازده ناخالص)

رابطه (۱) $$\sum E_i x_i + d_1^- - d_1^+ = Q_1$$

۲) آرمان حداقل کردن هزینه های تولید محصولات

رابطه (۲) $$\sum C_i x_i + d_2^- - d_2^+ = Q_2$$

۳) آرمان حداقل سازی آب زراعی مصرفی

رابطه (۳) $$\sum W_i x_i + d_3^- - d_3^+ = Q_3$$

۴) آرمان حداقل سازی مصرف کود شیمیایی

رابطه (۴) $$\sum F_i x_i + d_4^- - d_4^+ = Q_4$$

۵) آرمان حداقل سازی استفاده از نیروی کار منطقه

رابطه (۵) $$\sum L_i x_i + d_5^- - d_5^+ = Q_5$$

۶) آرمان حداقل سازی مصرف سموم شیمیایی

رابطه (۶) $$\sum T_i x_i + d_6^- - d_6^+ = Q_6$$

برای حداکثرسازی بازده ناخالص انحراف منفی از آرمان تعیین شده و برای حداقل‌سازی مصرف آب، کود، نیروی کار و سم، انحراف مثبت از آرمان تعیین شده این نهاده‌های مصرفی لحاظ می‌گردد. لذا تابع هدف به صورت زیر بیان می‌شود:

$$MinZ = [p_1 d_1^- + p_2 d_2^+ + p_3 d_3^+ + p_4 d_4^+ + p_5 d_5^+ + p_6 d_6^+]$$

از آنجایی که نیاز است سود ناخالص حداقل برابر با هدف Q_1 و یا بیشتر از آن باشد، باید مقدار d_1^- (انحراف منفی از آرمان سود ناخالص) برابر با صفر شود. اما در عمل تبدیل آن به صفر غیرممکن می‌باشد. لذا باید مقدار آن را تا حد امکان کوچک نمود. d_2^+ انحراف مثبت از آرمان تعیین شده برای هزینه های تولید می‌باشد. از آنجایی که نباید هزینه‌های تولیدی از مقدار آرمانی تعیین شده آن بیشتر باشد، لذا باید مقدار d_2^+ را به میزان حداقل خود رساند. $d_6^+, d_5^+, d_4^+, d_3^+$ به ترتیب مقادیر انحراف مثبت از مصرف آب، کود، نیروی کار و سم می‌باشند. چون در این مطالعه یکی از

Archive of SID

www.SID.ir

اهداف مورد نظر کاهش مصرف این نهاده‌ها می‌باشد، نیاز است که این متغیرها را نیز حداقل نمود. در ادامه به بررسی و تشریح آرمان‌هایی که در بالا ذکر شدند، پرداخته می‌شود.

۱) حداکثر کردن بازده درآمدی (بازده ناخالص)

بازده ناخالص در هر هکتار از حاصل‌ضرب میزان عملکرد هر محصول در قیمت بازاری آن حاصل می‌شود. با توجه به رابطه (۱) E_i بازده ناخالص محصول iام در واحد سطح (هکتار)، x_i سطح زیر کشت محصول iام و Q_1 سطح موجود تولید در منطقه می‌باشد. بازده درآمدی در سه حالت شرایط فعلی، برنامه ریزی خطی و برنامه ریزی آرمانی الویتی در جدول شماره ۱- ۳ آورده شده است.

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

۲) حداقل کردن هزینه تولید محصولات در واحد سطح

تولید محصولات کشاورزی در مراحل آماده‌سازی مزرعه، کاشت، داشت و برداشت همراه با هزینه‌هایی می‌باشد که نیاز است این هزینه‌ها را به حداقل میزان ممکن کاهش داد. به عبارت دیگر کاهش هزینه‌های تولید سوددهی بیشتری را برای کشاورزان همراه خواهد داشت. با توجه به رابطه (۲) C_i هزینه تولید محصولات کشاورزی در سطح هکتار، x_i سطح زیر کشت محصول iام و Q_2 سطح موجود هزینه تولید در اراضی منطقه می‌باشد. در این تحقیق بر اساس اولویت، حداقل کردن هزینه تولید و کاهش آن به میزان ۱۰ درصد به عنوان دومین آرمان مدنظر می‌باشد.

$$5723460x_1 + 984510x_2 + 904641x_3 + 1345700x_4 + 925230x_5 + 4756335x_6 + 3606551x_7 + d_2^- - d_2^+ = 8955221932$$

۳) حداقل کردن مصرف آب زراعی در منطقه

یکی از مهم‌ترین عوامل تولید در بخش کشاورزی "آب" است که تامین آن همواره در بخش‌های مختلف کشور با محدودیت‌های جدی مواجه می‌باشد. اگرچه وجود رودخانه شاهرود و آبریزهای نینه‌رود، گشنه‌رود و پررود در بخش رودبار الموت غربی استان قزوین باعث شده تا اغلب کشاورزان منطقه با محدودیت منابع آبی مواجه نباشند، اما باید توجه داشت که استفاده بی‌رویه از آب در آبیاری مزارع علاوه بر تهدید این منابع باعث اختلال در محیط زیست و تخریب آن، فرسایش خاک، شستشو شوی عناصر غذایی و جدایی این عناصر از ظرفیت کاتیونی خاک، شور شدن خاک اراضی پایین دست منطقه، کاهش حاصل‌خیزی مزارع ظرف مدت چند سال آتی و اثرات سوء دیگر در

Archive of SID

www.SID.ir

منطقه مورد مطالعه خواهد شد. به همین دلیل حداقل رساندن میزان استفاده از آب در تولید محصولات زراعی یکی از اهداف مهم و حائز اهمیت در مدیریت مزرعه می‌باشد. بنابراین یکی از اهداف اصلی این تحقیق کاهش ۱۰درصدی مصرف آب در مزارع منطقه نسبت به شرایط فعلی می‌باشد. در رابطه (۳) W_i بیانگر نیاز آبی محصولات زراعی بر حسب متر مکعب در هکتار می‌باشد، x_i سطح زیر کشت محصول iام را نشان می‌دهد و Q_3 کل آب موجود در منطقه در طول یک سال زراعی می‌باشد.

$$25400x_1 + 5700x_2 + 5100x_3 + 13350x_4 + 3800x_5 + 18560x_6$$
$$+12120x_7 + d_3^- - d_3^+ = 40414840$$

۴) حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی در منطقه

امروزه در بخش کشاورزی برای تقویت اراضی تحت کشت(به‌ویژه اراضی که در طول یک سال زراعی برای چند بار پیاپی مورد بهره برداری قرار می‌گیرند) و همچنین برای افزایش میزان عملکرد محصولات زراعی در واحد سطح از کودهای شیمیایی زیادی که اغلب در سه نوع ازته، فسفاته و پتاسه می‌باشند، استفاده می‌شود. اگرچه استفاده از کودهای شیمیایی در کوتاه‌مدت سبب افزایش عملکرد در واحد سطح می‌شود؛ اما اثرات سوء آن که ناشی از مصرف بیش از حد این کودها در مزارع می‌باشد، در بلندمدت ظاهر می‌شوند. عدم توجه به مصرف کودهای شیمیایی و استفاده غیر نرمال و بیش از حد این کودها در سالیان اخیر به‌ویژه در شالیزارهای منطقه رودبار الموت غربی(با این طرز تفکر که کود بیشتر عملکرد بیشتری را حاصل می‌کند) باعث ایجاد پیامدهای نامطلوب زیست محیطی، تخریب بافت خاک و مهم‌تر از همه افزایش آلودگی آب رودخانه شاهرود شده است. لذا 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 نیز کاهش ۲۰ درصدی استفاده از کودهای شیمیایی نسبت به شرایط فعلی مد نظر می‌باشد. در رابطه (۴) F_i بیانگر میزان کود مصرفی محصول iام می‌باشد. x_i سطح زیر کشت محصول iام می‌باشد و Q_4 کل مصرف کود شیمیایی بر حسب کیلوگرم در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

$$750x_1 + 250x_2 + 240x_3 + 520x_4 + 125x_5 + 650x_6 +$$
$$510x_7 + d_4^- - d_4^+ = 1234990$$

۵) حداقل استفاده از نیروی کار موجود در منطقه

با حداقل کردن استفاده از نیروی کار در منطقه مورد مطالعه بخشی از نیروی کار مازاد آزاد می‌شود. لذا می‌توان برای احداث واحدهای پرورش دام(نظیر گاو شیری و گوشتی، گوساله پرواری،

Archive of SID

www.SID.ir

گوسفند) و طیور(نظیر مرغ، بوقلمون و شترمرغ) و همچنین واحدهای صنعتی از نیروی کار مازاد در منطقه به‌صورت بهینه استفاده کرد. در رابطه (۵) L_i بیانگر میزان نیروی کار به‌کار گرفته شده در تولید محصول iام می‌باشد. x_i سطح زیر کشت محصول iام را نشان می‌دهد و Q_5 کل نیروی کار موجود در منطقه را بر حسب نفر روز بیان می‌کند.

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

۶) حداقل کردن استفاده از سموم شیمیایی در منطقه

در سال‌های اخیر در بخش رودبار الموت غربی برای مبارزه با آفات و حشرات موذی(به خصوص ملخ و کرم ساقه‌خوار برنج) و همچنین برای کنترل علف‌های هرز(نظیر پنجه مرغی در مزارع گندم، جو و عدس ـ قیاق و سوروف در مزارع برنج ـ سس در مزارع یونجه و خلر و ماشک) از آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها استفاده می‌شود. مصرف بیش از حد این مواد شیمیایی علاوه بر اینکه برای سلامتی انسان مضر می‌باشد، باعث آلوده شدن آب رودخانه و همچنین از بین رفتن موجودات زنده بی خطر 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 فوق نیاز است که استفاده از سموم شیمیایی به حداقل میزان خود برسد. یکی از اهداف اصلی این تحقیق کاهش ۱۵ درصدی استفاده از آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها نسبت به شرایط فعلی در منطقه الموت غربی می‌باشد. در رابطه (۶) T_i بیانگر میزان سم مصرفی در تولید محصول iام می‌باشد. x_i سطح زیر کشت محصول iام را نشان می‌دهد و Q_6 نیز کل مصرف سموم شیمیایی در یک سال زراعی می‌باشد.

$$7x_1 + 3.5x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 1/5x_5 + 8.2x_6 + 8x_7 + d_6^- - d_6^+ = 11712$$

محدودیت‌های سیستمی نیز برای ماشین آلات(ساعات کار در هکتار)، بذر(کیلوگرم در هکتار)، هزینه کود و حمل آن(تومان در هکتار) و زمین(سطح زیر کشت) به صورت زیر مطرح می‌شوند:

$$29x_1 + 16x_2 + 14x_3 + 13x_4 + 10x_5 + 17x_6 + 16x_7 \le 48880$$

$$125x_1 + 230x_2 + 250x_3 + 23x_4 + 120x_5 + 1.25x_6 + 1850x_7 \le 314458$$

$$161500x_1 + 930520x_2 + 90000x_3 + 102500x_4 + 71500x_5 + 143700x_6 + 115300x_7 \le 374979800$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \le 2008$$

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

در مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی، الگوی کشت پس از لحاظ کردن 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 ارائه شده است. در واقع آرمان‌ها در این مدل بر اساس اهمیتی که در منطقه مورد نظر دارند، اولویت‌بندی و سپس الگوی کشت مناسب مطابق با اهمیت نسبی آرمان‌ها ارائه شده است. جداول ۲ و ۳ نتایج به‌دست آمده برای آرمان‌ها و سطح زیر کشت محصولات زراعی بخش رودبار الموت غربی را پس از حل مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و آرمانی اولویتی به وضوح نشان می‌دهند. با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ۲ محصولات گندم، جو و گوجه فرنگی علاوه بر الگوی مدل برنامه‌ریزی خطی، در الگوی ارائه شده مدل برنامه‌ریزی آرمانی الویتی نیز حذف می‌شوند. در واقع کشت دو محصول گندم و جو به علت بازده ناخالص کم(از نظر اقتصادی) و کشت گوجه‌فرنگی به علت مصرف کود و سم زیاد(از نظر زیست محیطی) فاقد صرفه اقتصادی می‌باشد. لذا کشت این سه محصول در منطقه الموت غربی توصیه نمی‌شود(این نتیجه در الگوی ارائه شده توسط مدل برنامه ریزی آرمانی(GP) نیز مشاهده می‌شود)[1]. در مدل برنامه‌ریزی آرمانی الویتی کشت چهار محصول برنج، یونجه، خلر و ماشک و سیب زمینی بر اساس اولویت اقتصادی در منطقه مورد نظر توصیه می‌شود. اما کشت سه محصول گندم، جو و گوجه فرنگی در این حالت مقرون به صرفه نیست. در وهله دوم بر اساس اولویت زیست محیطی کشت برنج، سیب زمینی و خللر و ماشک در منطقه توصیه می‌شود. اما در این حالت محصول یونجه به علت مصرف کود و سم زیاد از مدل حذف می‌شود. به طور کلی از مقادیر به دست آمده برای الگوی کشت ارائه شده توسط مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی(LGP) می‌توان نتیجه گرفت که کشت سه محصول برنج، سیب زمینی و خللر و ماشک هم از بعد اقتصادی و هم از بعد زیست محیطی در منطقه الموت غربی توصیه می‌شود.

با توجه به نتایج جدول ۳ ملاحظه می‌شود که بیشترین بازده درآمدی برای مدل برنامه ریزی خطی (۱۸۹۱۶۵۱۹۲۱۱ تومان) و کمترین بازده درآمدی برای مدل برنامه ریزی آرمانی اولویتی (۱۷۳۱۹۸۴۱۵۶۰ تومان) می‌باشد. با توجه به اولویت زیست محیطی از آنجایی که باید مصرف کودهای شیمیایی و سموم در منطقه مورد نظر 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 نفر روز کاهش می‌یابد. با

۱- مراجعه شود به مقاله "تعیین الگوی بهینه کشت با استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی دربخش رودبار الموت غربی استان قزوین"

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش نیروی کار به میزان ۷۱۰۰ نفر روز نسبت به شرایط فعلی می‌توان این میزان نیروی کار مازاد را به بخش‌های دامداری و زنبورداری در منطقه مورد نظر انتقال داد. توسعه این بخش‌ها می‌تواند به افزایش درآمد و ایجاد اشتغال در منطقه کمک شایانی نماید. به طور کلی با به‌کارگیری الگوی کشت ارائه شده توسط مدل LGP می‌توان علاوه بر کاهش هزینه های تولید، میزان مصرف آب، کود، سم و نیروی کار را نیز در منطقه مورد مطالعه کاهش داد. با کاهش مصرف کود و سموم در زمان کوتاهی می‌توان بازده درآمدی را برای کشاورزان به میزان بیشتری نسبت به شرایط فعلی افزایش داد. همچنین می‌توان از ایجاد اختلال در اکوسیستم منطقه و آلودگی آب رودخانه شاهرود جلوگیری به عمل آورد. نتایج حاصل حاکی از آن است که الگوهای کشت ارائه شده به کمک مدل‌های برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و آرمانی اولویتی متفاوت از الگوی فعلی در منطقه مورد نظر می‌باشند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بر اساس نتایج به دست آمده 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 می‌باشد. اما مسئولان واحدهای زراعی علاوه بر رسیدن به سود حداکثر در پی اهداف دیگری از قبیل کاهش مصرف کود شیمیایی و سموم، آزاد شدن بخشی از نیروی کار جهت به‌کارگیری در بخش‌های دیگر کشاورزی، حفاظت از محیط زیست و توسعه کشاورزی پایدار نیز هستند. در این تحقیق با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی سعی در بهینه‌سازی الگوی کشت در بخش رودبار الموت غربی شده است. در واقع با به‌کارگیری این مدل کشاورزان منطقه می‌توانند با در نظر گرفتن آثار مخرب زیست محیطی و کاهش این اثرات، درآمد اقتصادی خود را نیز حداکثر نمایند. بدیهی است در مناطقی که آلودگی‌های زیست محیطی معضلی جدی به‌شمار می‌روند، به‌کارگیری این روش برنامه‌ریزی برای تعیین الگوی مناسب کشت حائز اهمیت می‌باشد. نتایج حاصل از برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی(در جدول ۲ و ۳) نشان داد که با استفاده بهینه از منابع تولیدی موجود در منطقه مورد مطالعه، می‌توان علاوه بر کاهش نهاده‌هایی چون آب، کود، سم و نیروی کار به سطح مطلوبی از درآمد و یا سود نیز دست یافت.

در بیشتر مطالعات انجام شده توجه ویژه‌ای به مسائل زیست محیطی نشده و بیشتر سعی در تعیین الگوی بهینه کشت با تاکید بر مسائل اقتصادی بوده است. اما در این مطالعه سعی شده که هر دو جنبه(اقتصادی و زیست محیطی) مورد توجه قرار گیرد. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با مطالعات انجام شده توسط اسدپور و اباذری هم‌خوانی داشته و محصولاتی که از کود و سموم

Archive of SID

www.SID.ir

شیمیایی زیادی استفاده می‌کردند و همچنین مصرف آب زیادی را در بر داشته اند از مدل حذف شده اند.

به طور کلی، در تحقیق حاضر با توجه به نتایج به‌دست آمده برای نیل به اهداف همه‌جانبه‌ی فوق و همچنین برای دستیابی به سیستم کشاورزی پایدار در بخش رودبار الموت غربی استان قزوین پیشنهادات زیر مطرح می‌گردد.

۱) پیشنهاد می‌شود که الگوی کشت ارائه شده در این تحقیق در سطح کوچکی از منطقه الموت غربی اجرا شده و پس از تامین اهداف مورد نظر در این سطح آزمایشی، نتایج حاصله پس از رضایت بخشی کامل به بخش‌های دیگر این منطقه تعمیم داده شود. با به‌کارگیری این الگو از آلودگی روان‌آب‌های سطحی جلوگیری به عمل می‌آید. علاوه بر این از تخریب محیط زیست و ایجاد اختلال در اکوسیستم منطقه الموت غربی ممانعت می‌شود.

۲) اگرچه در منطقه مورد مطالعه(به‌ویژه در حاشیه رودخانه شاهرود) برای منبع آب محدودیتی وجود ندارد؛ اما پیشنهاد می‌شود که محصولات الگوی کشت ارائه شده بر اساس نیاز آبی ذکر شده در مدل و با دور آبیاری کمتر کشت شوند. با انجام این کار از فرسایش بی رویه خاک، شستشوی عناصر غذایی و انتقال سموم دفع آفات و کودهای شیمیایی به رودخانه شاهرود جلوگیری به عمل می‌آید.

۳) پیشنهاد می‌شود که پس از هر مرحله برداشت برنج در شالیزارهای منطقه، کشت محصول خلر و ماشک در مزارع صورت گیرد[۱]. کشت این محصولات پس از برداشت برنج علاوه بر اینکه باعث تثبیت ازت خاک می‌شود، افزایش کیفیت و راندمان تولید محصول برنج را به دنبال خواهد داشت. خلر و ماشک گیاهانی از خانواده بقولات هستند که در سیستم ریشه ای خود دارای ریزوم‌های تثبیت ازت می‌باشند. پس از ۲ یا ۳ فصل زراعی می‌توان این محصولات را قبل از گل‌دهی به‌وسیله شخم سطحی به خاک برگرداند. با این عمل خاک مزارع برای کشت محصول بعدی که اغلب برنج و یونجه می‌باشد، تقویت شده و مواد آلی خاک تا حد زیادی افزایش می‌یابد. در نتیجه با انجام این عمل زراعی ـ مکانیکی مصرف کود شیمیایی در مزارع را می‌توان به حداقل میزان ممکن کاهش داد.

۴) برای جلوگیری از فرسایش خاک در اراضی بالا دست که ناشی از آبیاری سیلابی بوده و همچنین برای کاهش رشد علف‌های هرز در مزارع و باغات منطقه، از سیستم‌های نوین آبیاری(قطره‌ای و بارانی) می‌توان استفاده کرد. با اجرا کردن این روش‌ها در مزارع می‌توان مصرف علف‌کش‌ها را به حداقل میزان ممکن کاهش داد.

۱- برای کشت ثانویه بعد از برداشت برنج از کشت تلفیقی خلر و ماشک در مزارع استفاده شود.

Archive of SID

www.SID.ir

۵) امروزه در بخش الموت غربی برای مبارزه با آفات محصولاتی نظیر برنج و یونجه اغلب از حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌هایی استفاده می‌شود که اثر سوء آنها سال‌های متوالی در مزارع باقی می‌ماند و حتی برای تغذیه انسان نیز مشکلات تهدیدکننده‌ای را به‌وجود می‌آورد. پیشنهاد می‌شود که برای کاهش مصرف آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها از طرح سیلیبیت[1] در مزارع استفاده شود. با به‌کارگیری این طرح حشرات مضر قبل از مرحله تخم‌گذاری عقیم می‌شوند. استفاده از این روش علاوه بر اینکه آثار سوء و تهدیدکننده در زندگی بشر ندارد، از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه می‌باشد.

Archive of SID

1- Sylybyt plan

www.SID.ir

فهرست منابع

۱. اسد پور، ح؛ غ، احمدی؛ م، حسنی مقدم (۱۳۸۶)، طراحی یک مدل تصمیم گیری چندهدفه برای تعیین الگوی بهینه کشت در دشت ناز ساری، مجموعه مقالات ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، دانشگاهی فردوسی مشهد،۸ آبان ۱۳۸۶.

۲. ۲. اسدپور، ح. و اباذری، ع. ۱۳۹۳. تعیین برنامه کشت بهینه زراعی بخش لاله آباد شهرستان بابل با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۲۰(۸۷): ۲۵-۱۳۷.

۳. ۳. رستگاری پور، ف. و صبوحی، م. ۱۳۸۸. کاربرد تلفیقی مدل تارگت موتاد و آرمانی در برنامه‌ریزی الگوی بهینه زراعی مطالعه موردی روستای برسلان از توابع قوچان. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران.

۴. ۴. سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین و جهاد کشاورزی بخش رودبار الموت غربی.

۵. ۵. فتحی، ف. و زیبایی، م. ۱۳۹۱. تعیین الگوی کشت، استراتژی و روش آبیاری بهینه در جهت پایداری منابع آب با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی. مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۱: ۱۰-۱۹.

۶. ۶. منصوری، ه و م، کهن‌سال (۱۳۸۶)، تعیین الگوی بهینه کشت بر اساس دو دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی، مجموعه مقالات ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۸ آبان ۱۳۸۶.

7. Malakoti, M.J. 1997. Sustainable agriculture and enhance the performance of optimized fertilization in Iran, Posted agriculture, Karaj.
8. 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: 1053-1064.
9. Rafael, C. 2006. Interactive meta-goal programing, European Journal of operational research, Vol. 175, Issue 1,p. 135-154.
10. Romero, C. & Rehman, T. 2003. Multiple criteria analysis for agricultural decisions, Elsevier, Second edition, P: 186.
11. Mansuri, H., & Kohansal, M.R. 2007. Determine the optimum cropping pattern based on economic and environmental approach, the Sixth Conference of Agricultural Economics.

Archive of SID

www.SID.ir

12. Hilier, F.S., & Liberman, J.J. 1995. Operations Research: Linear programming. Translation M, Modares & A, Asef Vazire, Thunder Publishing, Tehran, P: 72.
13. Charnels, A. and cooper, w.w.1961.managment models and industrial applications of linear programming.vo1.I.john Wiley and sons, New York.
14. Ijiri, Y. 1995. Management goals and accounting for control. North Holland publishing co, New York, Pp: 117.
15. Neely, w.p.r, North and fortson, J.C.1976. Planning and selecting multi objective projects by goal programming. 12:19-25
16. Rehnam, T. and C. Romero, 1987. Goal programming with penalty function and livestock ration formulation. Agricultural system, 23: 117-132.
17. 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.
18. 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: 1053-1064.

Archive of SID

www.SID.ir