

تعیین الگوی کشت با تاکید بر مصرف بهینه انرژی و کشاورزی پایدار

"مطالعه موردی شهرستان سقز استان کردستان"

امید زمانی^{1*}، حامد قادرزاده² و سید ابوالقاسم مرتضوی³

تاریخ دریافت: 90/05/19 تاریخ پذیرش: 92/05/01

1- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

2- عضو هیات علمی دانشگاه کردستان

3- استادیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

*. مسئول مکاتبه: E-mail: o.zamani1986@gmail.com

چکیده

نظر به اهمیت بخش کشاورزی در کشورهای در حال توسعه، لزوم اجرای برنامه‌ریزی در این بخش بر اساس اهداف متعدد ضروری است. مطالعه حاضر تلاش می‌نماید، با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی به تعیین الگوی کشت در سه ساختار و دو سطح اولویت، بپردازد. داده‌های مورد نیاز به روش طبقه‌بندی تصادفی، از طریق تکمیل 225 پرسشنامه از سطح 30 روستای شهرستان سقز استان کردستان، برای سال زراعی 87-1386، جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد، با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، الگوی کشت با اولویت ساختار انرژی، بین الگوی کشت با اولویت اهداف اقتصادی و اهداف زیست‌محیطی قرار گرفته است. افزون بر آن الگوی کشت با اولویت اقتصادی بیشترین درآمد ناخالص را ایجاد و بیشترین نیروی کار را مورد استفاده قرار می‌دهد، همچنین این سطح اولویت، بیشترین تاثیر مخرب بر محیط زیست را بر جای می‌گذارد. با توجه به یافته‌ها، اهمیت توجه به اهداف زیست محیطی علی‌الخصوص کارآیی انرژی در بهینه‌سازی الگوی کشت لازم است و این اهداف دیگر را نسبتاً پوشش می‌دهد و این مهم مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی بهینه کشت، برنامه ریزی آرمانی اولویتی، شهرستان سقز، مصرف بهینه انرژی.

Cropping Pattern System Respect to Sustainable Agriculture and Optimum Use of Energy “A case of Saez County of Kurdistan Province”

O zamani^{1*}, H Ghaderzadeh² and SA Mortazavi³

Received: August 10, 2011 Accepted: July 23, 2013

¹Ms student of Agricultural Economics, University of Tarbiat Modares, Iran.

²Assist Prof of Agricultural Economics, University of Kurdistan, Iran

*Corresponding author E-mail: o.zamani1986@gmail.com

Abstract

According to the designed objectives for the agricultural sector and its place in developing countries, it seems that planning of multi goal programming for the same is unavoidable. The current study attempted to use goal programming to determine cropping pattern system in three structures with two priority levels. The data collected by stratified random sampling method for the year 2006-7 and 225 farmers from 30 villages randomly selected. The results showed, the goal programming respect to energy structure placed between the same respect to environmental and economic objectives. In addition, the cropping pattern respect to economic issue made gross revenue with more labor use and this carry more environmental degradation. Again address to result and place of environmental issues it may recommend asking policy makers to apply and extent the appropriate methods of farming.

Key words: Cropping Pattern, Lexiugraphic Goal Programming, Optimum Use of Energy, Saez County.

مقدمه

گذاران به پایداری کشاورزی افزایش یافته است. لغت پایدار بر شرایط یکنواخت و با ثبات دلالت دارد. شرایط یکنواخت افق‌های دور دست را در برمی‌گیرد. کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در جهت منافع انسان بوده، کارآیی بیشتری در استفاده از منابع داشته و با محیط در توازن است (کهنسال و فیروز زارع 1387). به عبارتی کشاورزی زمانی پایدار است که از لحاظ فنی امکان پذیر، از نظر اقتصادی موجه، از نظر سیاسی مناسب، از جنبه مدیریتی اجرایی، از دیدگاه اجتماعی پذیرفتنی و به لحاظ محیطی سازگار باشد

بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش‌های اقتصادی همواره ارتباط بیشتر و نزدیک‌تری با محیط زیست داشته، به طوری که از دیدگاه بسیاری از کارشناسان زیربنا و پایه اصلی فعالیت‌های تولیدی در بخش کشاورزی محیط‌زیست می‌باشد. طی دهه‌های اخیر، مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی اگرچه سبب افزایش عملکرد کشاورزی شد اما مشکلات زیست‌محیطی مختلفی را بوجود آورده است. بر همین اساس در دو دهه اخیر توجه برنامه‌ریزان و سیاست

هدفه، که عمدتاً بر روی حداکثرسازی درآمد کشاورزان و جنبه‌های اقتصادی فعالیت کشاورزی، بوده است. توجه زیاد به این هدف از آنجا ناشی می‌شود، که توسعه کشاورزی نقش حیاتی را در توسعه پایدار هر کشور ایفا می‌کند. اما توجه بیش از حد به این هدف موجب غفلت از پیامدهای زیست محیطی می‌گردد. رشد فزاینده جمعیت و بحران کمبود غذا، سبب بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع طبیعی و در نتیجه برهم خوردن توازن بیولوژیکی شده‌است (کوچکی 1376). با توجه به اینکه پیامدهای زیست محیطی خود به عنوان مانعی برای رسیدن به کشاورزی پایدار است، کاهش اثرات زیست محیطی نیز می‌تواند به عنوان یک هدف مطرح گردد.

امکان تخریب محیط‌زیست در مناطق و نقاط کمتر توسعه‌یافته، به دلیل محدودیت‌های نظارتی، بیشتر است و همچنین در این مناطق در تعیین سیاست‌گذاری-ها به اهداف زیست‌محیطی و انرژی توجه کمتری می‌گردد.

در این مطالعه علاوه بر اهداف اقتصادی و کشاورزی پایدار، هدف حداکثر کردن کارایی انرژی نیز گنجانده شده است. در این مطالعه سعی می‌شود، با توجه به اهداف کلی کشاورزی پایدار و کارایی انرژی، مجموعه‌ای از اهداف در قالب ساختارهای مختلف تعریف شده و الگوی کشت بهینه بر اساس این ساختارها محاسبه گردد. در روش‌های معمولی برنامه ریزی آرمانی اهداف مختلف در یک سطح بررسی خواهند شد، اما در این مطالعه سعی شده است، با توجه به ساختار مورد بررسی به مجموعه‌ای از اهداف مرتبط، اولویت داده شود.

شهرستان سقز، یکی از شهرهای استان کردستان با مساحتی معادل 4370 کیلومتر مربع در غرب ایران واقع شده‌است. خاک حاصلخیز و شرایط آب و هوایی مناسب این منطقه، مزیت نسبی بالایی را جهت کشت محصولات زراعی ایجاد کرده‌است. منابع آبی این

(کوچکی 1376). به طور کلی می‌توان گفت در کشاورزی پایدار دو هدف اساسی حفظ سطح تولید کشاورزی و کاهش آثار زیانبار زیست محیطی وجود دارد (خاتون آبادی و امینی 1375). توسعه پایدار با این نگرش که از منابع باید به‌گونه‌ای استفاده کنیم که نه تنها نیاز نسل فعلی را برآورده سازد، بلکه امکان تأمین نیازهای نسل‌های آینده را نیز فراهم آورد، برنامه‌ریزی جامع و به هم پیوسته‌ای را در تمامی ابعاد اقتصادی و اجتماعی ایجاب می‌نماید.

بی‌تردید استفاده کارآ از منابع، یکی از اهداف عمده کشاورزی پایدار است. در تمامی بوم نظام‌های زراعی اکولوژیک کاهش وابستگی سیستم به نهاده‌ها و مصرف انرژی و افزایش کارایی انرژی از اهداف اساسی به شمار می‌آید. بر همین اساس استفاده کارآ از انرژی در کشاورزی یکی از اصول مورد نیاز کشاورزی پایدار محسوب می‌شود (دی جونگ 2004). امروزه نه تنها انرژی از نهاده‌های مهم تولیدی در بخش کشاورزی به شمار می‌رود، بلکه تامین کننده اصلی بسیاری از نهاده‌های بخش کشاورزی است. نیاز به افزایش تولید مواد غذایی و اهمیت تامین امنیت غذایی در کشورهای در حال توسعه باعث مصرف هرچه بیشتر از انرژی و منابع طبیعی در بخش کشاورزی شده‌است. از سوی دیگر مصرف انرژی در این بخش مشکلات زیست محیطی زیادی را دنبال دارد. بر همین اساس استفاده ناکارآ از انرژی در کشورهای در حال توسعه، محدودیت عمده‌ای برای تولید محصولات کشاورزی و همچنین تحقق کشاورزی پایدار، ایجاد می‌نماید (تانپاکان و همکاران 2006). با توجه به اینکه انرژی در کشورهای در حال توسعه و به خصوص در بخش کشاورزی به صورت ناکارآ استفاده می‌شود، کارایی انرژی می‌تواند به عنوان یک هدف در برنامه-ریزی مدیران واحدهای کشاورزی قرار گیرد.

در طول دهه‌های اخیر برنامه‌ریزی‌های انجام شده جهت تخصیص منابع در کشاورزی به صورت تک

منطقه، منبع اصلی تامین آب رودهای بزرگی همچون سفیدرود به شمار می‌رود. بر همین اساس طبیعی است که استفاده بیش از حد از سموم و کودهای شیمیایی علاوه بر اینکه منابع آبی منطقه را تهدید می‌کند، خطر بزرگی برای مناطق پایین دست به شمار می‌آید. بر همین اساس، ضروری است که در تعیین الگوی کشت این منطقه، شاخص‌های پایداری زیست محیطی مدنظر قرار گیرد. بنا به این مهم، در این مطالعه تلاش گردید، الگوی کشاورزی پایدار در راستای تامین اهداف زیست محیطی، انرژی و اقتصادی در مزارع کشاورزی شهرستان سقز در استان کردستان تعیین و بررسی گردد.

مطالعات متعددی در زمینه تعیین الگوی کشت پایدار صورت گرفته است. در این بخش به چند نمونه از مطالعات داخلی و خارجی اشاره خواهیم کرد. موسوی اول و همکاران (2011) به منظور بررسی کارایی اقتصادی و تکنیکی مصرف انرژی در تولید محصول کلزا استان گلستان از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. کارایی انرژی در این مطالعه به صورت نسبت انرژی خروجی به ورودی محاسبه شده است. نتایج نشان داد، میانگین کارایی در مزارع کلزا منطقه مورد مطالعه در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب 0/74 و 0/88 است. دانشور و همکاران (2009)، الگوی کشت بهینه با هدف کاهش مخاطرات محیطی را برای کشاورزی ایران تعیین کردند. در این مطالعه آنان از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه استفاده کردند و نتیجه گرفتند، نسبت خالص بازدهی درون مصرفی نهاده‌ها و نسبت مصرف نهاده‌ها در مزرعه با استفاده از الگوی خروجی برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه بهبود می‌یابد. تانپاکان و همکاران (2006) در مطالعه‌ای واقع در منطقه شمال شرقی هند به منظور تعیین محصولاتی که همزمان از انرژی‌های موجود در روستا بیشترین استفاده و حداکثر درآمد نقدی را دارا هستند، از برنامه‌ریزی

آرمانی استفاده کردند. نتایج نشان داد، اگر تاکید بر روی حداکثر کردن محصولاتی است که بیشتر انرژی مورد نیاز آنها در خود روستا تامین می‌شود، باید به سمت تولید محصولاتی که نهاده‌های آنها در خود روستا تهیه می‌شود، حرکت کرد. اولیوریا و همکاران (2003) در یک مدل برنامه‌ریزی مدیریت جنگل در برزیل از مدل برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کردند. اهداف مورد مطالعه حداکثر کردن برداشت برگ درختان مناطق بومی، حداکثر کردن توریسم، حداکثر کردن چراگاه برای دام، حفظ نیروی کار موجود و افزایش تنوع گیاهی و جانوری بود. کروز (2004)، در بررسی بخش انرژی کلمبیا، با استفاده از یک برنامه سیستمی برای دسترسی به پایداری بخش انرژی، روابط میان سیاست‌گذاری‌های بخش‌های مختلف و نوع تعامل بین بخشی جهت دستیابی به این پایداری را تشریح کرد. محمدیان و همکاران (1389)، با استفاده از روش‌های مختلف برنامه‌ریزی آرمانی الگوی کشت بهینه را در شهرستان فریمان محاسبه کردند. در این مطالعه استفاده بهینه از منابع آب زیرزمینی به عنوان شاخص پایداری در نظر گرفته شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از الگوی کشت بهینه میزان مصرف آب را تا 1/2 میلیون مترمکعب در منطقه مورد مطالعه کاهش خواهد داد. منصوری و کهنسال (1386) از برنامه‌ریزی آرمانی جهت تعیین الگوی بهینه کشت در یک مزرعه تحقیقاتی استفاده کردند. اهدافی که در این مطالعه بررسی شد حداکثر کردن بازده برنامه‌ای و حداقل کردن نیروی کار به عنوان اهداف اقتصادی و حداقل کردن مصرف آب و کود شیمیایی به عنوان اهداف زیست محیطی بود. بریم‌نژاد و یزدانی (1383)، در مطالعه‌ای تحت عنوان تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری، برای استان کرمان به اندازه‌گیری پایداری پرداختند. در این مطالعه آنان به صورت تئوری و تجربی کاربرد این روش را برای محاسبه پایداری نشان

اهمیت اهداف به صورت رتبه‌ای و یا به صورت اوزان کمی (w_j) نیز مشخص می‌گردند. از این رو مدل عمومی آرمانی که امروزه بیشتر مورد استفاده واقع می‌شود به قرار زیر است (رومرو و رحمان، 2004).

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= \{h_1(d^+d^-), h_2(d^+d^-), \dots, h_k(d^+d^-)\} \\ g_i(x) &\leq 0 \quad i=1,2,\dots,m \\ f_j(x) + d_j^+ - d_j^- &= b_j \quad j=1,2,\dots,k \\ x, d_j^+, d_j^- &\geq 0 \quad d_j^+ \cdot d_j^- = 0 \end{aligned}$$

در این الگو:

h_k مشخص کننده آرمان k ام، $g_i(x)$ میزان منابع استفاده شده برای فعالیت‌های مختلف تولیدی، b_j میزان موجودی منبع j ام، $f_j(x)$ تابع هدف j ام حاصل از فعالیت‌های تولیدی، d_j^+ معرف متغیر مازاد، d_j^- معرف متغیر کمبود می‌باشند.

با توجه به اینکه روش برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی³ امکان اولویت بندی بین اهداف را برای مدیران امکان پذیر می‌سازد، در این مطالعه از این روش استفاده گردیده‌است. برای تعیین الگوی کشت تحت این روش از دو سطح اولویت با سه ساختار اولویت بندی استفاده شده که در هر یک از ساختارها یکی از اهداف اقتصادی-اجتماعی، انرژی و زیست محیطی در اولویت نخست قرار می‌گیرند و اهداف دیگر در اولویت‌های بعدی می‌باشند.

داده‌های مورد نیاز تحقیق حاضر از طریق مصاحبه و تکمیل پرسشنامه جمع‌آوری گردید. روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی تصادفی با مصاحبه حضوری با 225 زارع از روستاهای نمونه توابع شهرستان سقز جمع‌آوری شد. بر اساس تحلیل‌های آماری و همچنین همگن بودن نمونه‌ها در هر طبقه، یک نمونه از زارعین منطقه مورد بررسی قرار گرفت. به این صورت که از هر بخش تعدادی روستا بصورت تصادفی انتخاب و از

دادند و شاخص‌هایی برای پایداری محاسبه نمودند. از دیگر مطالعاتی که در تعیین الگوی کشت از مدل برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کرده‌اند، می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد: ترکمانی و عبدشاهی (1379)، اسدیپور (1382)، چیدری و همکاران (1384) - بیسواس و پال (2005).

در این مطالعه علاوه بر اینکه اهداف اقتصادی و زیست محیطی در تعیین الگوی کشت مدنظر قرار گرفت، هدف حداکثر کردن کارایی انرژی نیز در کنار سایر اهداف بررسی گردید. با وجود اهمیت کارایی انرژی در بخش کشاورزی، بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که این موضوع در این مطالعات به عنوان یک آرمان در تعیین الگوی کشت مورد بررسی قرار نگرفته است، بر همین اساس در این مطالعه سعی گردید که حداکثر کردن کارایی انرژی به عنوان یک هدف مجزا و در کنار سایر اهداف در تعیین الگوی کشت مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه به منظور تعیین الگوی کشت بهینه، از اهداف متعدد و متضاد استفاده خواهد شد. با توجه به این موضوع مدل برنامه‌ریزی آرمانی انتخاب گردید. روش برنامه‌ریزی آرمانی که به اختصار آن را GP^1 می‌نامند، از قدیمی‌ترین و معروف‌ترین روش‌های حل مسائل بهینه سازی چند هدفه است. این روش به وسیله چارنز و کوپر (1961) ابداع و توسط لی² (1965) گسترش یافت. در این روش یک سری آرمان از طرف تصمیم گیرنده مطرح می‌شود و تمام قیود و تابع هدف در محدودیت‌ها قرار می‌گیرد و تابع هدف شامل به حداقل رساندن انحرافات از این آرمان‌ها و مقادیر موجود برای محدودیت‌ها است. در اکثر مسائل علاوه بر مشخص شدن اهداف توسط تصمیم گیرنده، درجه

¹ Goal Programming

² Lee

³ Lexicographic goal programming

در روابط (2) و (3)، Y_j ، درآمد حاصل از محصول Z_j و X_j محصولات کشت شده Lab_j نیروی کار مورد نیاز (نفر-روز) برای کشت محصول Z_j است.

اهداف انرژی

در این ساختار هدف کارایی انرژی دنبال می شود. همانطور که اشاره شد، افزایش کارایی نهاد انرژی هدف ارزشمندی است و مدیران در سطح محلی و ملی سعی می کنند به ازای انرژی مصرفی (ورودی) کمتر، مقدار انرژی تولیدی (خروجی) بیشتری کسب نمایند. امروزه یکی از مهمترین بحث های مطرح شده در توسعه پایدار کشاورزی مقدار انرژی تولیدی به ازای مقدار انرژی مصرفی است، هرچه مقدار انرژی تولیدی نسبت به مصرفی بیشتر باشد، یا بعبارت دیگر کارایی انرژی بالاتر باشد، در جهت توسعه پایدار کشاورزی بوده، و هرچه این نسبت کوچکتر باشد تخریب محیط زیست و ناپایداری اکولوژیکی را نشان می دهد. کارایی انرژی به صورت رابطه (4) تعریف می شود (بهشتی تبار و همکاران، 2010).

$$Energy\ Efficiency = \frac{Energy\ output\ (MJ\ ha^{-1})}{Energy\ input\ (MJ\ ha^{-1})} \quad (4)$$

در رابطه (4) هر چقدر انرژی خروجی از سیستم بیشتر باشد و یا انرژی ورودی به سیستم کمتر باشد کارایی انرژی در مزرعه افزایش می یابد. قسمت اعظم انرژی مصرفی در کشاورزی را به ترتیب آبیاری، کود شیمیایی نیتروژن و سموم حشره کش و قارچ کش تشکیل می دهد. در این مطالعه به منظور محاسبه انرژی ورودی و خروجی به مزرعه از بیلان انرژی برای محصولات کشت شده در منطقه استفاده شد. بدین صورت که انرژی های مستقیم و غیر مستقیم برای انجام عملیات کاشت داشت و برداشت به عنوان انرژی ورودی به سیستم محاسبه گردید. همچنین از طریق ضرایب مشخص و عملکرد مزرعه، میزان انرژی بدست آمده از هر هکتار از محصولات مختلف به عنوان انرژی

هر روستا بسته به جمعیت آن چند نمونه تصادفی انتخاب گردید.

همانطور که اشاره شد به دلیل اهداف و آرمان های متعدد و تفاوت در اهمیت و اولویت آن ها از نظر سیاست گذاران و تصمیم گیران و همچنین با توجه به محدودیت های موجود ضرورت تدوین مدل برنامه ریزی آرمانی اجتناب ناپذیر است. به این منظور از شش هدف در قالب سه ساختار (اقتصادی-اجتماعی، انرژی و زیست محیطی) استفاده گردیده است. با توجه به این که اولویت این اهداف برای سیاست گذاران متفاوت است. در این مطالعه بسته به اولویت هر ساختار، الگوی کشت مشخصی محاسبه شده و با الگوی کشت فعلی مقایسه خواهد شد. در ادامه آرمان های مورد بررسی به تفصیل توضیح داده خواهند شد.

ساختار اقتصادی-اجتماعی

در این ساختار دو آرمان، دستیابی به سطح مطلوب درآمد ناخالص و اشتغال مد نظر قرار می گیرد. کشاورزی به عنوان یک فعالیت اقتصادی به شمار می رود، از این رو کشاورزانی که به این فعالیت مشغولند معمولاً دارای یکسری اهداف اقتصادی می باشند که در این میان هدف حداکثرسازی بازده ناخالص به دلیل پوشش دادن نسبی اهداف دیگر بین کشاورزان از اهمیت بیشتری برخوردار است (بلالی، 1389). از طرف دیگر دستیابی به سطح مطلوب اشتغال به عنوان یک آرمانی اجتماعی که مورد توجه سیاست گذاران است در مدل وارد شده است. این آرمان ها به صورت زیر در مدل وارد شده است:

1- آرمان دستیابی به سطح مطلوب بازده ناخالص

$$\sum_{j=1}^7 Y_j X_j + p_1 + n_1 = g_1 \quad (2)$$

2- آرمان دستیابی به سطح مطلوب اشتغال

$$\sum_{j=1}^7 Lab_j X_j + p_2 + n_2 = g_2 \quad (3)$$

به ازای هر کیلو می باشد. همچنین ضرایب انرژی به منظور محاسبه انرژی ورودی در جدول (2) نشان داده شده است.

خروجی بدست آمد، به این منظور از رابطه (5) استفاده گردید.

$$\text{Energy output} = y_i \times EC_i \quad (5)$$

که در این رابطه y_i عملکرد محصول نام بر حسب کیلوگرم بر هکتار و EC_i ضریب انرژی تولیدی

جدول 1- ضرایب معادل انرژی نهاده‌ها در تولید محصولات کشاورزی

منبع	ضریب انرژی	واحد	نهاده
یلماز و همکاران (2005)	1/96	ساعت	نیروی کار
سینگ (2002)	62/7	ساعت	ماشین آلات
سینگ (2002)	56/31	لیتر	سوخت دیزل
		کیلوگرم	کود شیمیایی
اردال و همکاران (2007)	66/14		- نیتروژن
اردال و همکاران (2007)	12/44		- فسفات
اردال و همکاران (2007)	11/15		- پتاسیم
محمدی و امید (2010)	0/30		کود حیوانی
محمدی و امید (2010)	120	کیلوگرم	سموم شیمیایی
آکارگلو (1998)	1/02	مترمکعب	آب آبیاری
ازکان و همکاران (2004)	11/793	کیلووات ساعت	نیروی برق
ازکان و همکاران (2004)	14/7	کیلوگرم	بذر

در روابط بالا، E_j انرژی تولید شده از محصول j ام و C_j انرژی مصرف شده جهت کشت محصول j ام است

اهداف زیست محیطی

بهره‌برداری انسان از منابع طبیعی همواره به صورت یکجانبه و بی‌رویه بوده و بهره‌برداری از این منابع بدون رعایت جنبه‌های حفاظتی آن و تنها براساس تأمین منافع کوتاه‌مدت انجام می‌گیرد. از طرف دیگر در سال‌های اخیر مصرف سموم شیمیایی روند روبه افزایشی داشته است، بررسی‌ها نشان داده‌است،

بر این اساس آرمان‌های زیر برای دستیابی به این اهداف در مدل لحاظ شده است.

3 - آرمان دستیابی به سطح مطلوب انرژی تولیدی از محصولات

$$\sum_{j=1}^7 E_j X_j + p_3 + n_3 = g_3 \quad (6)$$

4- آرمان دستیابی به سطح مطلوب انرژی مصرف شده کشاورزی

$$\sum_{j=1}^7 C_j X_j + p_4 + n_4 = g_4 \quad (7)$$

بازار و همچنین محدودیت کشت معیشتی محصولات می‌باشد. این محدودیت‌ها که در قالب 87 معادله در مدل ریاضی لحاظ گردید. باید اشاره کرد که در این مطالعه برای محاسبه سطح مطلوب هر آرمان (g)، ابتدا هر هدف با توجه به محدودیت منابع با استفاده از یک مدل برنامه ریزی خطی بسته به نوع آن حداکثر و یا حداقل گردید، سپس این مقدار به عنوان سطح مطلوب در محدودیت آرمانی لحاظ گردید. تابع هدف در مدل برنامه‌ریزی آرمانی معمولاً به صورت حداقل‌کردن متغیرهای انحرافی به اشکال مختلف، به منظور دستیابی به آرمانهای مشخص است. در این مطالعه تابع هدف مدل بر اساس ساختارهای مختلف به صورت روابط (10) تا (12) می‌باشد.

ساختار اقتصادی-اجتماعی

$$\text{Min } Z_1 = [(p_1 + p_2), (p_3 + n_4 + n_5 + n_6)] \quad (10)$$

ساختار انرژی

$$\text{Min } Z_2 = [(p_3 + n_4), (p_1 + p_2 + n_5 + n_6)] \quad (11)$$

ساختار زیست محیطی

$$\text{Min } Z_3 = [(n_5 + n_6), (p_1 + p_2 + p_3 + n_4)] \quad (12)$$

روش حل مدل برنامه‌ریزی فوق به گونه ایست که، تا زمانی که اهداف لحاظ شده در اولویت اول تا حد امکان تامین نشده‌اند به سراغ اهداف موجود در اولویت بعدی نمی‌رود (رومرو و رحمان، 2004).

نتایج و بحث

در مطالعه حاضر ابتدا با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی تک تک اهداف با توجه به نوع هدف، حداکثر و حداقل گردید و مقادیر بدست آمده به عنوان مقادیر هدف در برنامه‌ریزی آرمانی لحاظ شد.

ساختار اقتصادی

در ساختار اقتصادی اولویت به آرمان‌های درآمد ناخالص و اشتغال اختصاص داده شد. الگوی

اگر سموم شیمیایی براساس توصیه‌های فنی بکار گرفته شوند، تنها یک درصد از آنها به آفات و سایر عوامل خسارت‌زا می‌رسد، بقیه وارد محیط‌زیست می‌شوند، و از طریق آب به نهرها و سپس به دریاها منتقل می‌شود. بنابراین مصرف روبه افزایش کود شیمیایی و انواع سموم شیمیایی صدمات جبران ناپذیری بر روی محیط‌زیست در پی دارد، همچنین باعث کاهش کیفیت محصولات غذایی شده و حیات انسان و دیگر موجودات را تهدید می‌کند. بنابراین کاهش مصرف کود شیمیایی و سموم شیمیایی به عنوان یک هدف زیست محیطی در برنامه‌ریزی مدیران واحدهای کشاورزی برای رسیدن به کشاورزی پایدار الزامی است. بنابراین اهدافی که در این ساختار مد نظر هستند به صورت زیر می‌باشد.

5- آرمان دستیابی به سطح مطلوب مصرف سموم شیمیایی

$$\sum_{j=1}^7 F_j X_j + p_5 + n_5 = g_5 \quad (8)$$

6- آرمان دستیابی به سطح مطلوب مصرف کود شیمیایی

$$\sum_{j=1}^7 P_j X_j + p_6 + n_6 = g_6 \quad (9)$$

در روابط مذکور، F_j سموم شیمیایی استفاده شده برای کشت محصول Z_j ، کود شیمیایی استفاده شده جهت کشت محصول Z_j است.

محدودیت‌های مربوط به برنامه‌ریزی آرمانی به دو قسم محدودیت‌های معمول مدل برنامه‌ریزی خطی و معادلات یا محدودیت‌های مدل آرمانی تقسیم می‌شوند. محدودیت‌های آرمانی در قالب آرمان‌های مختلف در بخش قبلی تشریح گردید. محدودیت‌های مربوط به مدل برنامه‌ریزی خطی که بیشتر، محدودیت‌های منابع تولیدی هستند، شامل محدودیت‌های منابع آبی (زیرزمینی و سطحی)، محدودیت ماشین‌آلات، زمین، نیروی کار، کود شیمیایی (نیترژن، فسفات و پتاس)، سرمایه، محدودیت

و جو آبی از الگو به طور کامل خارج شده‌اند. بر اساس این ساختار محصولاتی که نیاز به انرژی ورودی بیشتری جهت عملیات کشاورزی دارند و انرژی کمتری تولید می‌کنند از الگو حذف شده‌اند.

ساختار زیست محیطی

طبق ساختار زیست محیطی آرمان سطح مطلوب استفاده از کود شیمیایی و سموم شیمیایی در اولویت قرار گرفته‌اند. در این ساختار میزان سطح زیر کشت به کاربرده شده از میزان کل زمین در دسترس کمتر می‌باشد. همچنین الگوی کشت بر اساس این ساختار نسبت به ساختارهای دیگر از نهاده زمین به میزان کمتری استفاده کرده‌است. همچنین نتایج نشان می‌دهد، محصولات جو دیم، آفتاب گردان و گندم آبی که نیاز بیشتری به نهاده‌های شیمیایی دارند از الگو خارج شده‌اند.

کشت بدست آمده از طریق حل مدل برنامه‌ریزی با الگوی کشت فعلی مقایسه گردید جدول 2. نتایج بدست آمده بر اساس الگوی برنامه‌ریزی آرمانی با اولویت اقتصادی نشان می‌دهد، بیشترین سطح زیرکشت به محصول گندم، و محصولات یونجه، نخود و جو به ترتیب رده‌های بعدی را به خود اختصاص داده و محصولات آفتابگردان، گندم آبی و جو آبی از الگوی کشت حذف شدند.

ساختار انرژی

تعیین الگوی بهینه بر اساس ساختار انرژی اولویت به آرمان‌های انرژی تولیدی و انرژی ورودی به سیستم است. مقایسه‌ی الگوی کشت طبق این ساختار با الگوی کشت فعلی، نشان می‌دهد که محصول آفتابگردان با افزایش قابل ملاحظه‌ای به 48 هکتار رسیده و بیشترین سطح زیرکشت را بر اساس برنامه ریزی آرمانی به خود اختصاص داده و محصولات گندم

جدول 2- مقایسه سطح زیر کشت فعلی با الگوی بهینه کشت بر اساس مدل برنامه ریزی آرمانی* (ارقام به هکتار)

محصول	الگوی فعلی	برنامه ریزی آرمانی	
		ساختار انرژی	ساختار زیست محیطی
گندم	74/25	16/5	16/5
جو	10/2	10/5	0
نخود	3/42	15	15
آفتابگردان	5/7	79/65	0
گندم	22/5	0	0
جو	5/25	0	10/5
یونجه	9/3	48	32/5

الگوی اقتصادی-اجتماعی بیشترین و بازده برنامه‌ای بر اساس الگوی زیست محیطی کمترین مقدار را به خود

مقایسه بازده برنامه‌ای هر یک از الگوهای طراحی شده در جدول (3) نشان می‌دهد، بازده برنامه‌ای بر اساس

بررسی قرار نگرفته است، بخشی از این مطالعات از جمله موسوی اول و همکاران (2011)، تنها کارایی انرژی را در مزارع مختلف یک محصول خاص (کلزا) مورد بررسی قرار داده‌اند و بر همین اساس نمی‌توان نتایج این دست از مطالعات را در جهت سیاست‌گذاری الگوی کشت مد نظر قرار داد. برخی دیگر از مطالعات صورت گرفته به بررسی الگوی کشت در راستای اهداف زیست محیطی و توسعه پایدار پرداخته‌اند، از این دست مطالعات می‌توان به مطالعه محمدیان و همکاران (1389)، منصوری و کهنسال (1386)، بریم‌نژاد و یزدانی (1383) اشاره کرد، نتایج این مطالعات نیز در راستای تامین این اهداف می‌باشد، به این صورت که الگوی تعیین شده بر اساس آرمان اقتصادی و زیست-محیطی به ترتیب بیشترین و کمترین بیشترین تاثیر مخرب را بر محیط زیست بر جای می‌گذارد، در صورتی که در این مطالعه علاوه بر اهداف زیست-محیطی و اقتصادی، آرمان کارایی انرژی نیز در نظر گرفته شد، بر همین اساس طبیعی است که نتایج متفاوتی را نیز نشان دهد، به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که الگوی کشت با اولویت آرمان کارایی انرژی، دو آرمان دیگر را تا حدی پوشش می‌دهد، به این شکل که الگوی کشت با توجه به هدف تامین کارایی انرژی ما بین الگوی کشت با آرمان‌های اقتصادی و زیست محیطی قرار گرفته است. همچنین شاخص‌های زیست-محیطی و اقتصادی نشان می‌دهد که الگوی کشت تعیین شده بر اساس آرمان کارایی انرژی هم آرمان اقتصادی و هم آرمان زیست محیطی را پوشش می‌دهد.

اختصاص داده‌است. این موضوع به این دلیل است که در الگوی اقتصادی اجتماعی اهداف اقتصادی همچون افزایش درآمد زارعین در اوایت قرار گرفت و بر اساس الگو درآمد بیشتری عاید زارع خواهد شد. همچنین بر اساس الگوی زیست محیطی کاهش مصرف کود و سموم شیمیایی نسبت به سایر آرمان‌ها در اولویت قرار گرفت و بر همین اساس میزان مصرف مواد شیمیایی در این الگو کمتر است. نتایج نشان می‌دهد، بازده برنامه‌ای الگوهای ساختار اقتصادی و انرژی در مقایسه با الگوی فعلی بهبود و الگوی ساختار زیست محیطی کاهش نشان می‌دهد. همچنین نتایج بیان کننده‌ی افزایش نیاز به نیروی کار در ساختارهای اقتصادی و انرژی در مقایسه با الگوی فعلی است. این در حالی است که در الگوی زیست محیطی میزان اشتغال نیروی کار کاهش یافته است. تقاضا برای میزان کود و سموم شیمیایی در کلیه ساختارهای بررسی شده در مقایسه با الگوی فعلی کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد که این موضوع بر افزایش پایداری الگوی کشت دلالت دارد. میزان مصرف انرژی ساختار اقتصادی افزایش قابل ملاحظه و ساختار انرژی افزایش اندک و ساختار زیست محیطی کاهش چشمگیری را در مقایسه با الگوی فعلی داشته، در حالی که انرژی تولید شده کلیه‌ی ساختارهای پیشنهادی مدل، به جز زیست محیطی افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد (جدول 3). حال اگر کل انرژی تولیدی را بر انرژی مصرفی برای هر ساختار محاسبه کنیم این نسبت در هر یک از ساختارهای اقتصادی-اجتماعی، انرژی و زیست محیطی به ترتیب 1/05، 1/53 و 0/882 است. این در حالی است که این نسبت در الگوی کشت فعلی برابر 0/93 است. همانگونه که انتظار می‌رود، در ساختار انرژی که آرمان حداکثر کارایی انرژی در اولویت قرار گرفت، این نسبت حداکثر باشد. بررسی پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که در مطالعات صورت گرفته تاثیر کارایی انرژی بر الگوی کشت بصورت مستقیم مورد

جدول 3- مقایسه اهداف بر اساس الگوی برنامه ریزی آرمانی و شرایط فعلی

برنامه ریزی آرمانی		ساختار		اهداف
ساختار زیست محیطی	ساختار انرژی	ساختار اقتصادی-اجتماعی	شرایط فعلی	
11049995/5	29076672/96	36668326/11	27034573/36	درآمد ناخالص (ریال)
705/9	2573/57	2673/32	1735/91	نیروی کار (نفر-روز)
1257555/21	5704168/8	5297926/92	3512903/88	انرژی تولیدی (مگا ژول)
1425790/6	3717800/38	5007163/65	3739543/89	انرژی مصرفی (مگا ژول)
36868/39	47148/27	60477/58	113695/54	کود شیمیایی (کیلوگرم)
87/51	204/34	244/32	281/42	سموم شیمیایی (کیلوگرم)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

موثر خواهد بود، لزوم توجه به این اهداف جهت تدوین سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها در سطح منطقه‌ای و ملی پیشنهاد می‌گردد.

2- از آن جا برنامه‌ریزی دقیق مستلزم وجود داده‌های لازم، دقیق، کامل و به هنگام است. لذا باید تلاش اساسی از سوی سیاست‌گذاران برای این امر صورت گیرد. در این راستا آموزش اهمیت مدل‌های مختلف برنامه‌ریزی به مدیران جهت به کار بستن الگوهای علمی و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی برحسب نیاز و بر اساس اهداف کشاورزی پایدار، پیشنهاد می‌گردد.

3- با توجه به اهمیت مسایل زیست محیطی، ترویج کشاورزی در زمینه‌ی استفاده از منابع و انجام فعالیت‌ها با کمترین تخریب‌های زیست محیطی از اهمیت و جایگاه قابل توجهی برخوردار است، لذا این مهم باید مورد اهتمام مسئولین قرار گیرد. بر همین اساس خدمات ترویجی و آموزشی به منظور بالا بردن سطح آگاهی عمومی راهکار مناسب جهت کاهش مصرف این نهاده‌ها پیشنهاد می‌گردد.

4- انجام مطالعات گسترده‌تر با لحاظ مدل‌های به روزتر در راستای مطالعه حاضر می‌تواند در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها مفید واقع شود.

در این مطالعه با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی، الگوی کشت زراعی شهرستان سقز با توجه به معیارهای اقتصادی، زیست‌محیطی و انرژی محاسبه گردید. همانطور که ذکر شد، توجه به معیار کارایی انرژی در تعیین الگوی کشت از جمله نوآوری این پژوهش می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که تاکید بر آرمان‌های مختلف نتایج متفاوتی را در بر دارد و این بیان‌کننده‌ی این مطلب است که تصمیم‌گیری و استفاده از مدل‌های مختلف باید منطبق با اهمیت هر آرمان در منطقه مورد مطالعه صورت گیرد و ارائه‌ی نسخه‌ای واحد برای کلیه‌ی مناطق امکان‌پذیر نیست. بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان پیشنهادهای به شرح ذیل ارائه کرد: نظر به تفاوت نتایج حاصل از ساختارهای مختلف، پیشنهاد می‌گردد مدیران و تصمیم‌گیران در هنگام تدوین برنامه‌ها، پس از شناسایی فاکتورهای مهم به امر برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری بپردازند تا هزینه‌های اجرای پروژه‌ها از هر نظر به حداقل ممکن تقلیل یابد.

1- با توجه به اهمیت کارایی انرژی در کشاورزی و همچنین از آنجا که توجه به این اهداف، علاوه بر افزایش کارایی انرژی، در جهت کشاورزی پایدار نیز

منابع مورد استفاده

- اداره آمار و فناوری اطلاعات، 1381. آمارنامه کشاورزی سال زراعی 80-1381، تهران. انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و پشتیبانی وزارت جهاد کشاورزی.
- اسدیپور ح و حسنی مقدم م و احمدی غ، 1386. طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چندهدفه به منظور تعیین الگوی بهینه کشت در دشت ناز شهرستان ساری، ششمین کنفرانس دو سالانه انجمن اقتصاد کشاورزی ایران. مشهد.
- بریم‌نژاد و و یزدانی س، 1383. تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری. مطالعه موردی استان کرمان، مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره 2، صفحه‌های 16 تا 63.
- بلالی ح، 1389. تاثیر سیاستهای قیمتی و کشاورزی بر پایداری منابع آبهای زیرزمینی: مطالعه موردی دشت بهار-همدان. پایان‌نامه دکتری اقتصاد کشاورزی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس.
- ترکمانی ج و عبدشاهی ع، 1379. استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی چند دوره‌ای در تعیین الگوی بهینه کشاورزان. اقتصاد کشاورزی و توسعه. شماره 32، صفحه‌های 5 تا 35.
- چیذری ا و شرزه‌ای غ و کرامت‌زاده ع، 1384. تعیین ارزش اقتصادی آب با رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی: مطالعه موردی سد بارزو شیروان. مجله تحقیقات اقتصادی، شماره 71، صفحه‌های 39 تا 66.
- خاتون آبادی ا و امینی ام، 1375. اصول کشاورزی پایدار و مدیریت منابع طبیعی بر اساس بهره‌وری از انرژی اپتیم. چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، اصفهان.
- کوچکی عوض و حسینی م، 1374. کارآیی انرژی در اکوسیستم های کشاورزی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، تمام صفحات.
- کهنسال م و فیروز زارع ع، 1387. تعیین الگوی بهینه کشت همسو با کشاورزی پایدار با استفاده از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه، مطالعه موردی استان خراسان شمالی. اقتصادکشاورزی و توسعه، شماره 62، صفحه‌های 1 تا 31.
- محمدیان ف و شاهنوشی ن و قربانی م و عاقل ح، 1389. تدوین الگوی زراعی پایدار در دشت فریمان تربت جام. اقتصاد کشاورزی، شماره 2، صفحه‌های 1 تا 42.
- Acaroglu M, 1998. Energy from Biomass, and Applications. University of Selcuk, Raduate School of Natural and Applied Sciences.
- Beheshti Tabar I, Keyhani A and Rafiee S, 2010. Energy balance in Iran's agronomy (1990-2006). Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2):849-55.

- Biswas A and Pal, BB, 2005. Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agriculture system. *The International Journal of Management Science*, 33: 391-398.
- Cruz JBM, 2004. A sustainable policy making: energy system for Colombia <http://www.iiasa.ac.at/publications/documents/ir-04-009.pdf>.
- Daneshvar M, Sahnoushi N and Salehi Reza Abadi F, 2009. The Determination of Optimal Crop Pattern with Aim of Reduction in Hazards of Environmental, *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 4 (4): 305- 310.
- De Jonge AM, 2004. Eco-efficiency improvement of a crop protection product: the perspective of the crop protection industry. *Crop Protection* 23(12): 1177-86.
- De Oliveira F, Volpi NMP and Sanquetta CR, 2003. Goal programming in a planning problem. *Appl. Math. Comput.* 140: 165–178.
- Erdal G, Esengun K, Erdal H and Gunduz O, 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat Province of Turkey, *Energy* 32:35–41.
- Francisco SR and Ali M, 2006. Resource allocation tradeoffs in Manila's peri-urban vegetable production systems: An application of multiple objective programming. *Agricultural Systems* 87, 147-168.
- Mohammadi A, Tabatabaeefar S, Shahin S, Rafiee and Kyhani A, 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province, *Energy Convers Manage* 49:3566–3570
- Mousavi-Avval S, Rafiee A, Jafari A and Mohammadi A, 2011. Improving energy use efficiency of canola production using data envelopment analysis (DEA) approach, *Energy*, 36: 2765-2772.
- Ozkan B, Akcaoz H and Fert C, 2004. Energy input–output analysis in Turkish agriculture, *Renew. Energy* 29:39–51.
- Romero C And Rehman T, 2004. Multiple criteria analysis for agricultural decision: Elsevier Publication. *Netherlands* 3: 27-37.
- Singh JM, 2002. On Farm Energy Use Pattern in Different Cropping Systems in Haryana, India. Master of Science, International Institute of Management, University of Flensburg, Germany.
- Thankappan S, Midmore P and Jenkins T, 2006. Conserving energy in smallholder agriculture: A multi-objective programming case-study of northwest India *Ecological Economics* 56, 190-208.
- Yilmaz I, Akcaoz H and Ozkan B, 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey, *Renew. Energy* 30:145–155.