اقتصاد کشاورزی/ جلد 3/ شماره‌ي 1/ صفحه‌هاي 229-217

بهینهسازي الگوي **کشت با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی فازی** با روي**کرد حد تغییرات مجاز**: مطالعه‌ي موردي شهرستان **نیشابور**

سامان ضیایی، محمود صبوحی صابونی*

تاریخ دریافت: 1387/4/19 تاریخ پذیرش: 1387/7/16

چکیده

هدف از این مطالعه، کاربرد مدل برنامه‌ریزي آرمانی فازي با روي‌کرد حد تغییرات مجاز در تعیین الگوي بهینه‌ي کشت کشاورزان شهرستان نیشابور است. براي این منظور، 6 آرمان فازي شامل کمینه کردن مصرف آب، کود شیمیایی، ماشین‌آلات، بیشینه کردن بازده برنامه‌اي، اشتغال نیروي کار و تولید در قالب شش سناریوي وزنی با هم مقایسه شدند. نتایج نشان داد که در بیش‌تر سناریوها، 3 آرمان اول به‌طور کامل برآورده می‌شود و نیازي به اختصاص مقادیر حد تغییرات مجاز به آن‌ها وجود ندارد. مقایسه‌ي الگوي کشت موجود با الگوهاي کشت به‌دست آمده از سناریوهاي مختلف بیانگر آن است که براي دست‌یابی به آرمان‌هاي بالا، سطح زیرکشت محصولات ذرت دانه‌اي و سیب‌زمینی نسبت به وضعیت موجود بایستی افزایش و گندم و جو کاهش یابد. افزون بر آن، استفاده از تابع فاصله‌ي اقلیدسی نشان داد که سناریوهاي 3 و 6 که هر دو به الگوي کشت مشابهی منجر می‌شوند داراي کم‌ترین فاصله نسبت به نقطه‌ي ایده‌آل هستند و بیش‌تر از سناریوهاي دیگر به تامین هدف‌ها فوق نزدیک هستند. در پایان، با توجه به نتایج به‌دست آمده، پیش‌نهادهایی ارایه شده است.

JEL: C6

واژه‌هاي **کلیدي**: برنامه‌ریزي آرمانی فازي، حد تغییرات مجاز، الگوي کشت

* به‌ترتیب عضو هیات علمی و دانشجوی دکترا و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل.
e-mail: samanziaee@gmail.com

مقدمه

مسایل برنامه‌ریزی کشاورزی از نقطه نظر اقتصادی و اجتماعی بسیار مهم است. این مسایل دربرگیرنده‌ي تقابل پیچیده بین طبیعت و اقتصاد است. به‌خاطر افزایش جمعیت، همیشه نیاز به تولید بیش‌تر براي تامین تقاضای رو به رشد وجود دارد. یکی از راه‌های افزایش تولید، افزایش سطح زیر کشت محصولات است. افزایش سطح زیر کشت بایستی با استفاده‌ي کارا از منابع انجام پذیرد. برنامه‌ریزی تولید محصولات زراعی از تعیین‌کننده‌ترین برنامه‌ریزی‌ها در کشاورزی است و به منابع زمین، آب، نیروی کار و سرمایه بستگی دارد (سارکر و کوادوس، 2002).

در چند دهه‌ي اخیر، روش‌هاي متفاوتی در برنامه‌ریزی کشاورزی به‌کار گرفته شده . روشی که به‌طور گسترده استفاده شده است، برنامه‌ریزی خطی (LP) [1] است. از مدل‌هاي برنامه‌ریزی خطی برای هدف‌هاي مختلف مانند بیشینه کردن تولید محصول، تخصیص زمین زیر کشت یا براي کمینه کردن هزینه‌هاي تولید استفاده می‌شود (سارکر و کوادوس، 2002).

از آن‌جا که مسایل برنامه‌ریزی کشاورزی دربرگیرنده‌ي هدف‌هایی متفاوت مانند بیشینه کردن تولید، سود، کمینه کردن مخارج، آب مورد نیاز و...است و این هدف‌ها می‌تواند با یک‌دیگر در تضاد باشد، بنابراین بهینه کردن تمام هدف‌ها به‌طور هم‌زمان امکان‌پذیر نیست. به‌طور معمول توافقی بین هدف‌ها مورد نیاز است تا جوابی رضایت بخش حاصل شود (شارما و هم‌کاران، 2007). برنامه‌ریزی آرمانی (GP)[2] روشی مفید برای مسایلی است که دارای هدف‌هاي چندگانه و متضاد است. این روش نخست به‌وسیله‌ي چارنز و کوپر (1961) پیش‌نهاد شد. بعد از آن لی (1972)، ایگنیزیو (1976) و دیگران کمک زیادی در این زمینه کردند. از این شیوه به‌طور کلی در حالت‌های چند معیاری در چارچوب برنامه‌ریزی خطی استفاده می‌شود (شارما و هم‌کاران، 2007).

1-Linear Programming
2-Goal Programming

روش برنامه‌ریزی آرمانی نخست به‌وسیله‌ي ویلر و راسل (1977) در برنامه‌ریزی تخصیص زمین براي تولید بهینه‌ي چندین محصول در کشاورزی به‌کار گرفته شد. در سال 1991، رومرو توانایی کاربرد این روش را در مسایل برنامه‌ریزی کشاورزي بررسی کرد.

در مدل برنامه‌ریزی آرمانی متعارف، پارامترهای مساله بایستی به‌طور دقیق تعریف شود. در بیش‌تر مسایل برنامه‌ریزی کشاورزی ارزش‌های بعضی پارامترها می‌تواند غیردقیق باشد. این مساله از آن‌جا ناشی می‌شود که کشاورزان در بخش کشاورزی به‌دلیل ریسک بالا اطلاع دقیق و درستی از این پارامترها ندارند. بنابراین در چنین مواردی انتساب سطوح مطلوب قطعی و صریح به هدف‌هاي مساله سبب ایجاد تصمیمات نامطلوب می‌شود (بیسواس و پال، 2005).

براي غلبه بر مشکل بالا، مفهوم مجموعه‌هاي فازي[1] که نخستین بار به‌وسیله‌ي عسکرزاده در سال 1965 مطرح شد، به حوزه‌ي مسایل برنامه‌ریزی چند هدفی معرفی شد. مدل برنامه‌ریزی فازي به‌دلیل این که برای تصمیم‌گیرندگان امکان دخالت دادن داده‌های غیردقیق و مبهم در پارامترهای مدل را فراهم می‌آورد نسبت به مدل‌های کلاسیک برنامه‌ریزی ریاضی برای استفاده در مسایل بهینه‌سازی الگوی کشت محصولات زراعی دارای کاربرد و انعطاف‌پذیری بیش‌تري بوده و نتایج حاصل قابل اعتمادتر است (بیسواس و پال، 2005).

در زمینه‌ي استفاده از برنامه‌ریزی فازی (FP)[2] در کشاورزی مطالعه‌هاي مختلفی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. ایتو و هم‌کاران (2003) مدل برنامه‌ریزی فازی تحت عدم حتمیت برای مدیریت کشاورزي به‌کار بردند. آن‌ها نتیجه گرفتند مدل مورد بررسی بسیاري از نقاط ضعف مدل‌هاي برنامه‌ریزي خطی کلاسیک را رفع کرده و جواب‌هاي به‌دست آمده با شرایط دنیاي واقعی سازگارتر است. بیسواس و پال (2005) با روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی به تعیین الگوی بهینه‌ي کشت و برنامه‌ریزی استفاده از زمین در کشاورزی پرداختند. آن‌ها بر این باور بودند که تصمیم‌گیري تخصیص مناسب زمین براي تولید محصولات می‌بایستی براساس نیازهاي جامعه گرفته شود. هم‌چنین، مدل این قابلیت را دارد که تصمیم‌گیرنده

1-Fuzzy Set
2-Fuzzy Programming

می‌تواند براساس آن درجه‌ي اهمیت و اولویت هر یک از هدف‌ها را در نتایج به‌دست آمده از مدل دخالت دهد. چیذری و قاسمی (1384) تولید محصولات کشاورزی در شرایط عدم قطعیت در استان فارس را با استفاده از روی‌کرد فازی بررسی کردند. آن‌ها هدف‌هاي مطالعه را در پنج سناریو شامل عدم قطعیت کامل، کاهش 25 درصدي عدم قطعیت، کاهش 50 درصدي عدم قطعیت، کاهش 75 درصدي عدم قطعیت و کاهش 100 درصدي عدم قطعیت (قطعیت کامل) اولویت‌بندي کرده و الگوي بهینه‌ي کشت حاصل از این سناریوها را مقایسه کردند. نتایج نشان داد که با افزایش میزان قطعیت، سطح زیر کشت محصولات و میزان سود افزایش می‌یابد. اسدپور و هم‌کاران (1384) مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی را در بهینه‌سازی الگوی کشت در استان مازندران به‌کار بردند. نتایج حاکی از آن بود که با ایجاد انعطاف در آرمان‌ها در سمت راست مدل فازي منابع به‌نحو به‌تري تخصیص می‌یابد و سطح زیر کشت توسعه پیدا می‌کند. کهنسال و محمدیان (1386) نیز در تعیین الگوی بهینه‌ي کشت از روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی استفاده کردند. منطقه‌ي مورد مطالعه آن‌ها مزرعه‌ي تحقیقاتی دانشکده‌ي کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد بود. نتایج آن‌ها به‌بود نسبی الگوي کشت ناشی از انعطاف‌پذیري مدل را نشان داد.

نیشابور یکی از قطب‌هاي بسیار مهم تولید محصولات کشاورزي در استان خراسان رضوي است، به‌طوري که در سال زراعی 86-1385 با 119056 هکتار سطح زیر کشت و 880506 تن تولید محصولات زراعی به‌ترتیب حدود 13 درصد سطح زیر کشت و 14 درصد تولید را در استان به خود اختصاص داده است. بنابراین مطالعه‌اي در زمینه‌ي برنامه‌ریزي هر چه به‌تر تولید محصولات به‌نحوي که با عواملی مانند خشک‌سالی، توسعه‌ي پایدار منابع و امنیت غذایی منطبق باشد، ضروري به‌نظر می‌رسد. هدف از این مطالعه، ارایه‌ي یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازي (FGP)[1] بر پایه‌ي "حد تغییرات مجاز[2]" براي تخصیص بهینه‌ي زمین و به‌دست آوردن الگوی بهینه‌ي کشت برای کشاورزان شهرستان نیشابور است.

1-Fuzzy Goal Programming
2-Tolerance

روش تحقیق

در مدل‌هاي GP متعارف، تصمیم‌گیرنده بایستی سطحی مطلوب و دقیق برای هر کدام از هدف‌ها (آرمان‌ها) مشخص کند. به‌طور کلی، بویژه در مسایل بزرگ مقیاس، چنین کاری برای تصمیم‌گیرنده مشکل است. به‌کار بردن تئوری مجموعه‌ي فازي در GP این مزیت را دارد که به تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد تا سطوح مطلوب غیردقیق و مبهم را برای آرمان‌ها مشخص کند. یک آرمان با یک سطح مطلوب غیردقیق می‌تواند به‌عنوان یک آرمان فازی تلقی شود.

در این مطالعه، از برنامه‌ریزی آرمانی فازی اصلاح شده کیم و وانگ استفاده شده است. مدل تجربی مورد استفاده به‌صورت زیر است:

$$\text{Min} \quad \sum_{i=1}^{3} w_i \beta_i^+ + \sum_{i=4}^{6} w_i \beta_i^- \qquad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad a) \sum_{c=1}^{6} W_c X_c - \Delta_{1R} \beta_1^+ \le TW$$

$$b) \sum_{c=1}^{6} F_c X_c - \Delta_{2R} \beta_2^+ \le TF$$

$$c) \sum_{c=1}^{6} M_c X_c - \Delta_{3R} \beta_3^+ \le TM$$

$$d) \sum_{c=1}^{6} GM_c X_c + rX_7 + \Delta_{4L} \beta_4^- \ge TGM$$

$$e) \sum_{c=1}^{6} L_c X_c + \Delta_{5L} \beta_5^- \ge TL$$

$$f) \sum_{c=1}^{6} Y_c X_c + \Delta_{6L} \beta_6^- \ge \sum_{c=1}^{6} TY_c$$

$$g) \sum_{c=1}^{6} X_c \le TLa$$

$$h) \sum_{c=1}^{6} I_c X_c + X_7 \le TI$$

$$l) \sum_{c=1}^{6} (-1)^c X_c \le 0$$

$$m) X_7 \le TLo$$

$$r) 0 \le \beta_1^+, \beta_2^+, \beta_3^+, \beta_4^-, \beta_5^-, \beta_6^- \le 1$$

در مدل بالا، X_1 تا X_6 به‌ترتیب سطح زیر کشت محصولات گندم، جو، ذرت دانه‌اي، چغندرقند، سیب‌زمینی، کنجد و X_7 متغیر دریافت وام است. محدودیت‌هاي (a) تا (f) به‌ترتیب آرمان‌های فازی آب، کود شیمیایی، ماشین‌آلات، بازده ناخالص، نیروی کار و تولید محصول است. محدودیت‌هاي (g) و (h) به‌ترتیب مربوط به زمین و سرمایه برای کشت محصولات بالا، محدودیت (l) تناوب زراعی و محدودیت (m) مربوط به وام است. نمادهاي استفاده شده در مدل به شرح زیر است:

W_c: مقدار آب مورد نیاز برای کشت یک هکتار محصول c (متر مکعب/ هکتار)، F_c: مقدار کود شیمیایی مورد نیاز برای کشت یک هکتار محصول c (کیلوگرم/ هکتار)، M_c: ساعت ماشین‌آلات مورد نیاز برای کشت یک هکتار محصول c (ساعت/ هکتار)، GM_c: بازده برنامه‌ای ناخالص یک هکتار محصول c (هزار ریال/ هکتار)، L_c: نیروی کار مورد نیاز برای کشت یک هکتار محصول c (نفر روز کار/ هکتار)، Y_c: متوسط عملکرد در هکتار محصول c (تن/ هکتار)، I_c: مقدار سرمایه‌ي مورد نیاز برای کشت یک هکتار محصول c (هزار ریال/ هکتار)، TW: کل آب انتظاری در دست‌رس (متر مکعب)، TF: کل کود شیمیایی انتظاری در دست‌رس(کیلوگرم)، TM: کل ساعت‌هاي ماشین انتظاری در دست‌رس(ساعت)، TGM: بازده برنامه‌اي انتظاري تمام محصولات (هزار ریال)، TL: کل نیروی کار انتظاری در دست‌رس (روز نفر)، TY_c: تولید کل مورد انتظار محصول c ، TLa: کل زمین براي کشت محصولات (هکتار)، TI: کل سرمایه‌ي در دست‌رس (هزار ریال)، TLo: کل وام دریافت شده (هزار ریال)

گفتنی است که ضریب X_7 در آرمان فازي (d) هزینه‌ي دریافت وام است که با علامت منفی ظاهر می‌شود. در آرمان فازي (h) ضریب همین متغیر(1-) است و نشان‌دهنده‌ي این موضوع است که به‌دلیل دریافت وام، یک واحد به سرمایه‌ي کشاورز (سمت راست معادله) افزوده شده است (سلطانی و همکاران، 1378).

در زمینه‌ي دادن وزن به آرمان‌ها در مساله‌ي برنامه‌ریزي آرمانی فازي تصمیم‌گیرنده به‌طور معمول دچار مشکل است، زیرا بین آرمان‌ها براي رسیدن به سطح مطلوب، تضاد و تعارض

وجود دارد. براي حل اين مشكل از تابع فاصله اقليدسی[1] استفاده می شود كه به‌وسيله‌ي يو (1973) معرفی شد. اين تابع براي به‌دست آوردن نقطه‌ي ايده‌آل و تشخيص ساختار وزنی مناسب آرمان‌ها با اين فرض به‌كار می‌رود كه رضايت بخش‌ترين تصميم به‌دست آيد. تابع فاصله‌ي اقليدسی به‌صورت زير نشان داده می‌شود (يو، 1973):

$$D_S = \left[\sum_{i=1}^{k} (1-\lambda_i^s)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

كه λ_i^s درجه‌ي عضويت آرمان iام با ساختار وزنی sام را نشان می‌دهد. نزديک‌ترين جواب به نقطه‌ي ايده‌آل برابر با رابطه‌ي زير است:

$$s = \min_{s=1,..,S}\{D_s\} = D_m(say) \quad 1 \le m \le S \text{ و } s=1,..,S \quad (3)$$

بنابراين ساختار وزنی mام می‌تواند به‌عنوان يک ساختار وزنی مناسب كه به رضايت بخش‌ترين تصميم منجر می‌شود، مورد توجه قرار گيرد.

روش جمع‌آوري داده‌ها

بخشی از داده‌های مورد نياز اين مطالعه از روش نمونه‌گيري تصادفی دومرحله‌اي ساده و از طريق پرسش‌نامه و مصاحبه‌ي حضوري با كشاورزان به‌دست آمد. به‌اين صورت كه با مراجعه به مديريت جهاد كشاورزی شهرستان نيشابور به‌طور تصادفی فهرستی از كشاورزان به تعداد 90 نفر گرفته شد. پس از تقسيم اين مزارع به مزارع كوچک (كم‌تر از 7 هكتار)، متوسط (بين 7 تا 15 هكتار) و مزارع بزرگ (بالاتر از 15 هكتار)، با توجه به اين‌كه بيش از 50 درصد نمونه‌ها در گروه سوم قرار می‌گرفتند، تعداد 30 كشاورز به‌طور تصادفی از بين كشاورزان اين گروه انتخاب شد. مزرعه‌ي نماينده براساس اطلاعات گرفته شده از اين كشاورزان انتخاب شد. بخش ديگری از داده‌ها از طريق مديريت جهاد كشاورزی، مركز تحقيقات كشاورزی، اداره‌ي آب‌هاي

1-Euclidean distance function

زیرزمینی شهرستان و سایر ارگان‌هاي مربوط به‌دست آمد. کلیه‌ي آمار و اطلاعات مربوط به سال زراعی 86-85 بوده است.

نتایج و بحث

مدل (1) برای سناریوهای وزنی متفاوت اجرا شد. جدول (1) مقدار مطلوب هر آرمان و حد تغییرات مجاز آن را نشان می دهد.

جدول (1) مقدار مطلوب هر آرمان و حد تغییرات مجاز آن

ردیف	آرمان	مقدار مطلوب	حد تغییرات مجاز
1	آب مصرفی (متر مکعب)	92620	7280
2	کود مصرفی (کیلوگرم)	6488	156
3	ماشین‌آلات مصرفی (ساعت)	367	92
4	بازده ناخالص (هزار ریال)	192881	38168
5	نیروی کار مصرفی (نفر- روز)	1161	252
6	میزان تولید (تن)	266	41

حد تغییرات مجاز در جدول (1) براي هر آرمان فازي از اختلاف مقدار موجود آن با مقدار مطلوب به‌دست آمده است. مقدار مطلوب هر آرمان نیز به‌وسیله‌ي کمینه کردن (براي آرمان‌هاي 1 تا 3) و بیشینه کردن (براي آرمان‌هاي 4 تا 6) آن‌ها با استفاده از مدل برنامه‌ریزي خطی محاسبه شده است.

جدول (2) درجه‌ي عضویت آرمان‌ها و الگوي کشت بهینه را براي سناریوهاي مختلف وزنی نشان می‌دهد. این سناریوها براساس اطلاعات به‌دست آمده از نظر کارشناسان و کشاورزان و با توجه به شرایط منطقه‌ي مطالعه شده، انتخاب شده است.

جدول (2) درجه‌ي عضویت آرمان‌ها و الگوی کشت بهینه با توجه به سناریوهای مختلف وزنی

سناریو	وزنها						درجه‌ي عضویت آرمان‌ها						متغیرهای تصمیم					
	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	λ_1^+	λ_2^+	λ_3^+	λ_4^+	λ_5^+	λ_6^+	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1	$W_1=W_2=W_3=W_4=W_5=W_6$						1	1	1	0/766	0/034	1	0/2	1/5	5/5	0	7/1	0
2	0/3	0/2	1	1	0	0	1	1	1	5/8	0	0/925	1/2	0	5/8	0	6/9	0
3	0/3	0	1	1	0	0/2	1	1	1	5/9	0	0/996	0	1/2	5/9	0	7	0
4	0/5	0/5	1	0	0	0	1	1	0/885	5/8	0	0/586	1/6	0	5/8	0	6/4	1/1
5	0/5	0	1	0/5	0	0	1	1	1	5/8	0	0/925	1/2	0	5/8	0	6/9	0
6	0/4	0/1	1	0/2	0/05	0/05	1	1	1	5/9	0	0/996	0	1/2	5/9	0	7	0
الگوي موجود	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

همان گونه که دیده می‌**شود**، برای مثال در سناریوی 1 با توجه به این که درجه‌**ي** عضویت (λ) **مربوط به آرمان‌ها**ی آب، کود، ماشین‌آلات و میزان تولید برابر با 1 است این آرمان**ها به‌طور** کامل دست‌یافتنی هستند و هیچ الزامی وجود ندارد تا مقادیری را به‌عنوان حد تغییرات مجاز (Δ_{iR}^+ یا Δ_{iL}^-) **به آن‌ها اختصاص داد**. این **مساله** در تمامی سناریوها و در مورد تمامی **آرمان‌ها**یی که درجه‌**ي** عضویت برابر با 1 **دارند، درست است**.

در ارتباط با آرمان‌هایی که درجه‌**ي** عضویت **آن‌ها** در سناریوهای مختلف برابر با 1 **نیست، به‌آن معنا** است که این آرمان**ها به‌طور** کامل دست‌یافتنی نیستند و بایستی به **اندازه‌ي انحراف درجه‌ي** عضویت **آن‌ها از مقدار** 1، مقادیری را به‌عنوان حد تغییرات مجاز به **آن‌ها اختصاص داد**. برای مثال، در سناریوی 1 **در مورد آرمان‌ها**ی بازده ناخالص و اشتغال نیروی کار که **به‌ترتیب** دارای درجه‌**ي** عضویت 766 /0 **و** 0/034 هستند مقادیر حد تغییرات مجاز مورد نیاز (Δ_{4L}^- **و** Δ_{5L}^-) **برابر با** 0/234 **و** 0/966 **است**. این مطلب در مورد تمامی سناریوها **درست است**.

همان طور که در جدول (2) مشاهده می‌شود، در سناریوهای 2 الی 6 درجه عضویت آرمان **فازي**، بیشینه کردن اشتغال نیروی کار برابر با صفر **است**. این **به‌آن معنا** است که آرمان **بالا به‌**طور کامل **دست**‌یافتنی نیست و می‌تواند ناشی از بی‌اهمیت بودن آن به‌خاطر تعداد زیاد نیروی کار در منطقه باشد.

الگوي کشت حاصل از سناریوهاي مختلف وزنی درجدول (2) بر کاهش سطح زیرکشت کل محصولات از 18 هکتار (وضعیت موجود) به حدود 14 هکتار دلالت می‌کند. افزون بر آن، الگوهاي کشت به‌دست آمده نشان می‌دهد براي دست‌یابی به آرمان‌هاي بالا، سطح زیرکشت محصولات ذرت دانه‌اي (X_3) و سیب‌زمینی (X_5) نسبت به وضعیت موجود بایستی افزایش و گندم (X_1) و جو (X_2) کاهش یابد. دیده می‌شود که محصول چغندرقند (X_4) در هیچ‌کدام از سناریوها وارد الگوی کشت نشده است. این می‌تواند ناشی از این موضوع باشد که چغندرقند نسبت به محصولاتی که در بیش‌تر سناریوها وارد الگوی کشت می‌شوند به آب، ماشین‌آلات و کود بیش‌تری نیازمند است، هر چند بازده ناخالص آن نسبت به بعضی از این محصولات تا حدي بیش‌تر است. جدول (3)، درصد تغییرات آرمان‌ها را نسبت به وضعیت موجود در سناریوهای مختلف و هم‌چنین مقدار فاصله‌ي اقلیدسی را در هر سناریو نشان می‌دهد.

جدول (3) درصد تغییرات آرمان‌ها نسبت به وضعیت موجود در سناریوهای مختلف و مقدار فاصله‌ي اقلیدسی هر سناریو

آرمان‌ها	وضعیت موجود	سناریو					
		1	2	3	4	5	6
آب مصرفی (متر مکعب)	96900	92381	92432	92371	92737	92432	92371
درصد تغییرات	-	-0/047	-0/046	-0/047	-0/043	-0/046	-0/047
کود مصرفی (کیلوگرم)	6644	5432	5356/7	5352/8	5467	5356/7	5352/8
درصد تغییرات	-	-18/2	-19/4	-19/4	-17/7	19/4	-19/4
ماشین‌آلات (ساعت)	459	366/2	361/6	361/8	378/4	361/6	361/8
درصد تغییرات	-	-20/2	-21/2	-21/2	-17/6	-21/2	-21/2
بازده برنامه‌اي (هزارریال)	154713	183498/5	184092	184247/5	183445	184092	184247/5
درصد تغییرات	-	18/6	19	19/1	18/6	19	19/1
اشتغال نیروی کار(نفر-روز)	909	914/9	905/2	906	911/8	905/2	906
درصد تغییرات	-	0/6	-0/4	-0/3	0/3	-0/4	-0/3
تولید (تن)	255/5	265/4	261/6	265/1	249/7	261/6	265/1
درصد تغییرات	-	17/7	16	17/6	10/7	16	17/6
فاصله‌ي اقلیدسی	-	0/99	0/23	0/21	0/51	0/23	0/21

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول (3) دیده می‌شود که آرمان‌های آب، کود و ماشین‌آلات در تمامی سناریوها نسبت به وضعیت موجود کاهش و آرمان‌های بازده برنامه‌ای و تولید نسبت به وضعیت موجود افزایش نشان می‌دهند. با این حال، آرمان نیروی کار در سناریوهای 2، 3، 5 و 6 نسبت به وضعیت موجود کاهش یافته است.

هم‌چنین، دیده می‌شود که سناریوهای 3 و 6 به‌ترین سناریو از لحاظ ساختار وزنی است، زیرا دارای کم‌ترین فاصله‌ی اقلیدسی است. همان گونه که دیده می‌شود این سناریوها دارای بیش‌ترین درصد کاهش آرمان‌های آب، کود و ماشین‌آلات و بیش‌ترین درصد افزایش آرمان‌های بازده برنامه‌ای و تولید نسبت به سایر سناریوها است.

نتیجه‌گیری و پیش‌نهادها

در این مطالعه، از روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی با رویکرد حد تغییرات مجاز آرمان‌ها برای تعیین الگوی بهینه‌ی کشت استفاده شد. مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی به‌دلیل این که امکان تامین هم‌زمان چندین هدف (که می‌تواند با یک‌دیگر در تضاد باشد) را در شرایط غیردقیق بودن پارامترها فراهم می کند که ناشی از طبیعت محیط تصمیم‌گیری و قطعی نبودن آن بویژه در کشاورزی است، نسبت به مدل‌های برنامه‌ریزی قطعی از کارایی بیش‌تری برخوردار است. هم‌چنین مدل، این امکان را فراهم می‌کند که با ایجاد انعطاف در ضرایب آن که ناشی از غیردقیق بودن اطلاعات است، شرایط الگوی کشت را به‌طور نسبی به‌بود بخشیده و از منابع و نهاده‌ها به‌نحو مطلوب‌تری استفاده شود. با توجه به عوامل بالا و هم‌چنین با این ملاحظه که در شرایط کنونی هدف‌هایی مانند کمینه کردن مصرف آب برای حفاظت منابع آبی کم‌یاب، توسعه‌ی پایدار کشاورزی با کاهش مصرف کودها و سموم شیمیایی و تامین امنیت غذایی بیش‌تر مورد توجه سیاست‌گذاران و مدیران بخش کشاورزی است، پیش‌نهاد می‌شود که با استفاده از راه‌کارهای ترویجی، سیاست تامین این هدف‌ها را به کشاورزان منتقل کرد.

منابع

اسدپور، ح.، خلیلیان، ص. و پیکانی، غ. (1384) نظریه و کاربرد مدل برنامه‌ریزي خطی آرمانی فازي در بهینه‌سازي الگوي کشت. اقتصاد کشاورزي و توسعه، ویژه‌نامه‌ي بهره‌وري و کارایی، 328-307.

چیذري، ا. ح. و قاسمی، ع. (1384) برنامه‌ریزي تولید محصولات زراعی در شرایط نبود قطعیت (روي‌کرد فازي: نظریه‌ي امکان). اقتصاد کشاورزي و توسعه، ویژه‌نامه‌ي بهره‌وري و کارایی، 147-131.

سلطانی، غ.، زیبایی، م. و کیخا، ا. ع. (1378) کاربرد برنامه‌ریزي ریاضی در کشاورزي. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزي، تهران.

کهنسال، م. ر. و محمدیان، ف. (1386) کاربرد برنامه‌ریزي آرمانی فازي در تعیین الگوي بهینه‌ي کشت محصولات زراعی. اقتصاد و کشاورزي، 1(2): 183-169.

Biswas, A. and Pal, B. B. (2005) Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system, *The International Journal of Management Science, Omega* 33: 391-398.

Charnes, A. and Cooper, W. W. (1961) Management models and industrial application of linear programming. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Ignizio, J. P. (1976) Goal programming and extensions. Heath and Company, Lexington, Massachusetts.

Itoh, T., Ishii, H. and Nanseki, T. (2003) A model of crop planning under uncertainty in agricultural management, *International Journal of Production Economics*, 81-82: 555-558.

Kim, J. S. and Whang, K. (1998) A tolerance approach to the fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function, *European Journal of Operational Research*, 107: 614-624.

Lee, S. M. (1972) Goal programming for decision analysis. Philadelphia, Auerbach Publishers.

Romero, C. (1991) Handbook of critical issues in goal programming. Pergamon Press, Oxford.

Sarker, R. A. and Quaddus, M. A. (2002) Modelling a nationwide crop planning problem using a multiple criteria decision making tool, *Computers and Industrial Engineering*, 42: 541-553.

Sharma, D. K., Jana, R. K. and Guar, A. (2007) Fuzzy goal programming for agricultural land allocation problems, *Yugoslav Journal of Operational Research*, 17(1): 31-42.

Wheeler, B. M. and Russell, J. R. M. (1977) Goal programming and agricultural planning, *Operational Research Quarterly*, 28: 21-32.

Yu, P. L. (1973) A class of solutions for group decision problems, *Management Science*, 19: 936-946.

Zadeh, L. A. (1965) Fuzzy sets, *Information and Control*, 8: 338-353.