فصلنامهٔ روستا و توسعه، سال ۱۸، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۴، صفحات ۱۰۹-۱۲۹

کاربرد رهیافت فازی در تعیین الگوی بهینهٔ کشت در راستای نیل به اهداف توسعهٔ پایدار روستایی: زیربخش زراعت، شهرستان آمل

*شهرزاد میرکریمی، رامتین جولایی، فرشید اشراقی، و فرهاد شیرانی بیدآبادی**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۵

چکیده

با توجه به نقش و اهمیت مدیریت واحدهای زراعی، استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی در تعیین الگوی بهینهٔ کشت نقشی به‌سزا دارد. در تحقیق حاضر، روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی در راستای بهینه‌سازی الگوی کشت در قالب اهدافی شامل پنج سناریو (بیشینه‌سازی سود، نیل به خودکفایی در محصولات اساسی زراعی، توسعهٔ پایدار کشاورزی، افزایش اشتغال، و دستیابی هم‌زمان به اهداف یادشده) مورد توجه قرار گرفت. اهمیت این اهداف در دستیابی به توسعهٔ پایدار روستایی است که در آن، پایداری سه بعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی را دربرمی‌گیرد. اطلاعات مورد نیاز پژوهش با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و از طریق تکمیل ۱۲۴ پرسشنامه از سطح شهرستان آمل به‌دست آمد. نتایج الگوها نشان داد که در صورت لحاظ کردن اهداف به‌طور هم‌زمان، تعاملی میان مدل فازی سناریوهای یک تا چهار به‌وجود می‌آید؛ در این مدل، به آرمان‌های اقتصادی و اجتماعی کمتر توجه شده و در مقابل، آرمان‌های زیست‌محیطی و خودکفایی تا حد زیادی تأمین شده است.

* به‌ترتیب، دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و دانشجوی دکتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری؛ نویسندهٔ مسؤل و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (r_joolaie@yahoo.com)؛ استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

کلیدواژه‌ها: *برنامه‌ریزی آرمانی فازی، توسعهٔ پایدار روستایی، خودکفایی، زراعت (زیربخش)، آمل (شهرستان).*

***

مقدمه

امروزه، کشاورزی یک فعالیت اقتصادی است که نقشی بسیار مهم در تولید ناخالص داخلی هر کشور ایفا می‌کند. با توجه به محدودیت زمین‌های حاصل‌خیز کشاورزی و منابع کشور، باید تعیین الگوی بهینهٔ کشت هر منطقه با آگاهی از اهداف خرد و کلان صورت گیرد، اهدافی که لزوماً بر هم منطبق نیست و البته گاهی هم متناقض است. در سطح خرد، تعیین الگوی مناسب کشت توسط کشاورز از عوامل بسیار مؤثر بر حداکثرسازی سودآوری اوست، در حالی که آنچه سیاست‌گذاران در سطح کلان دنبال می‌کنند، دستیابی به خودکفایی در تولید محصولات زراعی راهبردی، مدیریت منابع آب (ذخیرهٔ آب)، کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی، توسعهٔ پایدار روستایی، و افزایش اشتغال است. بنابراین، بهره‌برداری بهینه از نهاده‌ها، افزون بر تأمین تقاضای جامعه در قالب یک هدف کلان، می‌تواند افزایش درآمد بهره‌برداران را نیز در پی داشته باشد. بهینه‌سازی تولید از مؤثرترین و در عین حال، ساده‌ترین روش‌های کمی در مدیریت و تصمیم‌گیری به‌شمار می‌رود (جولایی، ۱۳۸۳).

استان مازندران، با توجه به موقعیت خاص جغرافیایی، خاک حاصل‌خیز، آب فراوان و تجمیع شرایط مساعد طبیعی آن، یکی از قطب‌های قوی کشاورزی ایران است. به‌طور کلی، اقتصاد مازندران، قطع نظر از برخی فعالیت‌های محدود صنعتی، متکی بر کشاورزی بوده و در تولید برنج و شبدر، رتبهٔ اول و در تولید کلزا، توتون و سویا، رتبهٔ دوم کشوری را داراست. همین رتبهٔ بالای مازندران در تولید محصولات زراعی نشان از وجود ظرفیت بالای این استان در افزایش تولید محصولات کشاورزی دارد و بنابراین، مدیریت الگوی کشت در هر کدام از شهرستان‌های این استان ضروری و حائز اهمیت است.

شهرستان آمل منطقهٔ منتخب در پژوهش حاضر است. تولید ۱۸۱۶۰۹ تن غلات (گندم، جو و شلتوک برنج)، ۱۰۳ تن حبوبات (لوبیا و عدس)، ۱٤۱٤٤ تن محصولات صنعتی (سویا و کلزا)، ۵۲۱۵٦۲ تن سبزیجات (سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و سایر سبزی‌ها)، ۵۰۳۹ تن محصولات جالیزی (هندوانه، خیار، خیار گلخانه‌ای و سایر

محصولات جالیزی) و ۱۱۲۸۲۹ تن نباتات علوفه‌ای (یونجه، شبدر و سایر نباتات علوفه‌ای) گویای قابلیت‌های بالای این شهرستان در تولید محصولات زراعی است.

در طول چند دههٔ گذشته شیوه‌های متعدد برای تعیین الگوی کشت بهینه به‌کار رفته که شیوهٔ برنامه‌ریزی آرمانی فازی[1] نسبت به روش‌های دیگر برتری داشته است، زیرا علاوه بر دستیابی به چندین هدف، اهداف و محدودیت‌ها می‌توانند قطعی یا فازی باشند؛ به دیگر سخن، در این مدل، امکان لحاظ کردن تغییر در اهداف با گذشت زمان و امکان اولویت‌گذاری اهداف در مدل وجود دارد. از این‌رو، برای تعیین الگوی بهینهٔ کشت شهرستان آمل، روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی به‌کار گرفته شده است.

در سال‌های اخیر، افروزه و همکاران (۱۳۹۰)، بوستانی و محمدی (۱۳۹۰)، سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2011)، محمدی و همکاران (۱۳۹۱) و مردانی و همکاران (۱۳۹۲) در داخل و شارما و جانا (Sharma and Jana, 2009)، ژنگ و همکاران (Zeng et al., 2010) و ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2011) در خارج، طی مطالعات جداگانه، با تعیین الگوی بهینهٔ کشت با استفاده از رهیافت فازی، سعی کرده‌اند اهداف گوناگون را مورد توجه قرار دهند.

جدول ۱- خلاصهٔ مطالعات انجام‌شده با کاربرد رهیافت فازی

نویسندگان	آرمان‌های لحاظ شده در مطالعه
افروزه و همکاران (۱۳۹۰)	بیشینه‌سازی تولیدات و نیروی کار، کمینه‌سازی استفاده از آب، ماشین‌آلات و کودهای شیمیایی
بوستانی و محمدی (۱۳۹۰)	حداکثر بازده ناخالص، حداکثر اشتغال، حداقل مصرف آب، حداقل مصرف کود شیمیایی و حداقل مخاطره
سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2011)	بیشینه‌سازی تولید محصول و بازده خالص و کمینه‌سازی به‌کار گیری نیروی کار، آب و ماشین‌آلات
محمدی و همکاران (۱۳۹۱)	کاهش مصرف آب، کمینه‌سازی مصرف کود شیمیایی، کمینه‌سازی تولید و افزایش منافع اجتماعی از طریق افزایش سطح اشتغال نیروی کار
مردانی و همکاران (۱۳۹۲)	افزایش سود خالص، کاهش مصرف آب، کود و نیروی کار مورد نیاز
شارما و جانا (Sharma and Jana, 2009)	کاهش هزینهٔ کود و بیشینه‌سازی عملکرد برنج با توجه به بودجهٔ در دسترس
زنگ و همکاران (Zeng et al., 2010)	صرفه‌جویی در منابع آب
ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2011)	مدیریت کیفیت آب، دستیابی به حداکثر سود نظام کشاورزی با توجه به محدودیت‌های مربوط به آب

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در اکثر مطالعات پیشین تنها بـه آرمـان‌هـای اقتصـادی و زیست‌محیطی و یا آرمان‌های اقتصادی و اجتماعی توجه شده، امـا پـژوهش حاضـر بـا مصالحه میان آرمان‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، افزایش تولید و دسـتیابی بـه خودکفایی را نیز مد نظر قرار داده است. به‌طور خلاصه، اهداف این مطالعه عبارت‌اند از:

۱- بیشینه‌سازی بازده برنامه‌ای؛

۲- نیل به خودکفایی در محصولات اساسی زراعی؛

۳- توسعهٔ پایدار کشاورزی (کمینه‌سازی مصرف کود شیمیایی، سموم و آب)؛

۴- افزایش اشتغال؛ و

۵- دستیابی هم‌زمان به اهداف یادشده.

مواد و روش‌ها

در برنامه‌ریزی آرمانی فازی، سطوح آرزوی اهداف مختلف همیشه به‌صورت فازی بررسی می‌شود، در حالی که مقادیر سمت راست محدودیت‌هـا مـی‌توانـد بـه‌صـورت فـازی یـا غیرفازی باشد که بستگی به فازی بودن محیط تصمیم‌گیری دارد (Biswas et al., 1978). فرم کلی مدل چندهدفه فازی به‌صورت زیر است (کهنسال و محمدیان، ۱۳۸٦):

$$Find\ X(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \qquad (۱)$$

So as to satisfy

$$f_i(x) \left(\geq \; = \; \leq \right) b_i$$

Subject to:

$$AX \left(\leq \; = \; \geq \right) B, \quad X \geq 0$$

که در آن، $f_i(x)$، iامین هدف فازی (خطی یا غیرخطی) و b_i سطح آرزوی مرتبط بـا $f_i(0)$ و علامـت‌هـای $\geq, =, \leq$ مـنعکس‌کننـدهٔ فـازی بـودن سـطوح آرزو و $AX\left(\leq = \geq\right)B$ منعکس‌کنندهٔ مجموعه محدودیت‌های قطعی اسـت. در محـیط تصـمیم‌گیـری فـازی،

اهداف از طریق توابع عضویت[۲] مربوط به آنها که از تعریف تغییرات قابل تحمل بالا و پایین به‌دست می‌آید، مشخص می‌شوند و نوع تابع عضویت بستگی به نـوع هـدف دارد. سطح آرزویی[۳] iامین هدف فازی در بالا بیان می‌کند که تصـمیم‌گیرنـده حتـی برای مقادیر بزرگ‌تر از b_i به میزان تغییرات قابل تحمل مجاز یا کمتر از b_i بـه همـان میزان راضی خواهد شد.

محدودهٔ تغییرات قابل تحمل مجاز برای دستیابی به سطوح آرزوی اهداف فـازی بـا انـواع محـدودیت‌هـای داده‌شـدهٔ $\lesssim, \gtrsim$ بـه‌ترتیـب، بـه‌صـورت $(b_i - t_i, b_i + t_i)$، $(b_i, b_i + t_i)$ و $(b_i - t_i, b_i)$ خواهد بود کـه $(b_i - t_i)$ و $(b_i + t_i)$ بـه‌ترتیـب، محـدودهٔ تغییرات قابل تحمل پایین و بالا نامیده می‌شوند. اگر t_i نشان‌دهندهٔ تغییرات قابل تحمـل برای سطح آرزوی b_i باشد، تابع عضویت متناظر با هدف فازی، $\mu_i(x)$، می‌تواند بـه‌صـورت زیر تعریف شود (کهنسال و محمدیان، ۱۳۸٦):

برای اهداف فازی از نوع $\lesssim$، $\mu_i(x)$ از نظر جبری به‌صورت زیر است:

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & if \quad f_i(0) = b_i \\ \dfrac{(b_i + t_i) - f_i(0)}{t_i} & if \quad b_i < f_i(0) \le b_i + t_i \\ \dfrac{f_i(0) - (b_i - t_i)}{t_i} & if \quad b_i - t_i \le f_i(0) < b_i \\ 0 & if \quad \begin{matrix} f_i(0) < b_i - t_i \\ f_i(0) > b_i + t_i \end{matrix} \end{cases} \qquad (۲)$$

برای اهداف فازی از نوع $\gtrsim$، $\mu_i(x)$ به‌صورت زیر است:

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & if \quad f_i(0) \le b_i \\ \dfrac{(b_i + t_i) - f_i(0)}{t_i} & if \quad b_i < f_i(0) \le b_i + t_i \\ 0 & if \quad f_i(0) > b_i + t_i \end{cases} \qquad (۳)$$

و برای اهداف فازی از نوع $\geq$، $\mu_i(x)$ به صورت زیر است:

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & if \quad f_i(0) \geq b_i \\ \dfrac{f_i(0) - (b_i - t_i)}{t_i} & if \quad b_i - t_i \leq f_i(0) < b_i \\ 0 & if \quad f_i < b_i - t_i \end{cases} \qquad (٤)$$

در محیط تصمیم‌گیری فازی، دستیابی هدف فازی به سطح آرزویش به معنی دستیابی تابع عضویت مرتبط با آن به بیشترین مقدار (یک) است. توابع عضویت از طریق تعیین بالاترین مقدار (یک) به عنوان سطح مطلوب و معرفی متغیرهای انحرافی بالا و پایین برای هر کدام از آنها به اهداف عضویت[٤] تغییر پیدا می‌کنند؛ سپس، در تابع هدف، متغیرهای انحرافی بر اساس اهمیت دستیابی به مقادیر مطلوب حداقل می‌شوند (کهنسال و محمدیان، ١٣٨٦).

مدل‌های فازی با ٤٥ محدودیت قطعی و پانزده متغیر تصمیم برای کل منطقه به‌صورت فرمول درآمده است. محدودیت‌های قطعی شامل محدودیت سطح زیر کشت، انواع کودها، انواع سموم، نیروی کار، آب مصرفی، ماشین‌آلات و سرمایه است. خدمات ماشینی، آب و نیروی کار به‌صورت جداگانه و برای دوازده ماه در مدل لحاظ شده است. اندیس‌ها و متغیرهای به‌کار رفته در مدل، به‌ترتیب، در جداول ۲ و ۳ آمده است.

برای هر کدام از محدودیت‌های فازی، تابع عضویت $\mu_i(x)$ تعریف شده است. زمانی مقدار تابع عضویت برابر یک خواهد بود که مقدار تابع $f_i(\cdot)$ بیشتر و یا برابر با مقدار مطلوب شود. در پی، به بیان مدل‌های فازی در قالب سناریو می‌پردازیم.

جدول ۲- معرفی اندیس‌ها

i=۱	برنج دانه بلند مرغوب	i=۴	جو آبی	i=۷	سیب‌زمینی آبی	i=۱۰	کاهو	i=۱۳	لوبیا چیتی آبی
i=۲	برنج دانه بلند پرمحصول	i=۵	جو دیم	i=۸	شبدر	i=۱۱	کلزا دیم	i=۱۴	یونجه آبی
i=۳	جعفری	i=۶	سویا بهاره دیم	i=۹	عدس آبی	i=۱۲	گندم آبی	i=۱۵	برنج مرغوب، شبدر

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳- معرفی متغیرهای مدل

Xi	سطح زیر کشت محصول iام	Ai	میزان مصرف سم علف‌کش محصول iام
Si	بازده ناخالص محصول iام	Hi	میزان مصرف سم حشره‌کش محصول iام
Fi	میزان مصرف کود فسفاته محصول iام	GHi	میزان مصرف سم قارچ‌کش محصول iام
Azi	میزان مصرف کود ازته محصول iام	Wi	میزان مصرف آب محصول iام
Pi	میزان مصرف کود پتاسه محصول iام	L_i	میزان به‌کارگیری نیروی کار محصول iام

مأخذ: یافته‌های پژوهش

سناریوی یک (آرمان اقتصادی)

بیشینه‌سازی بازده برنامه‌ای: بازده ناخالص محصولات مختلف در هر هکتار از حاصل ضرب عملکرد هر محصول در قیمت بازاری آن به‌دست می‌آید. پایین‌ترین حد تغییرات قابل تحمل بازده برنامه‌ای، بازده برنامه‌ای فعلی شهرستان آمل و مقدار مطلوب این آرمان، افزایش ده درصدی در مقدار فعلی بازده برنامه‌ای این منطقه در نظر گرفته شده است. این درصد با توجه به دیدگاه کشاورزان منطقه تعیین شده است.

$$\mu_1 : \frac{\sum_{i=1}^{15} S_i X_i - 1397766}{139707} + n_1 - p_1 = 1 \qquad (۵)$$

سناریوی دو (آرمان خودکفایی)

نیل به خودکفایی: ضرورت خودکفایی و توجه به امنیت غذایی در اصول مختلف قانون اساسی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم مورد تأکید قرار گرفته است. مطابق با برنامهٔ پنجم توسعه، یکی از اهداف دولت نیل به خودکفایی در تولید محصولات اساسی کشاورزی از جمله گندم، جو، ذرت، برنج، دانه‌های روغنی، چغندر قند و نیشکر است که از آن میان، امکان کشت گندم، جو، برنج و کلزا در شهرستان آمل وجود دارد. پایین‌ترین حد تغییرات قابل تحمل این آرمان، سطح زیر کشت فعلی این محصولات در شهرستان آمل در نظر گرفته شده است. به‌منظور دستیابی به مقدار مطلوب، ضریب خوداتکایی

محصولات بررسی شده و آرمان مورد نظر عبارت است از افزایش سطح زیر کشت این محصولات حداقل تا اندازه‌ای که ضریب خوداتکایی کشور برابر با صد شود. ضریب خوداتکایی شاخصی است که برای هر کدام از محصولات از تقسیم مقدار تولید بر مصرف داخلی آن به‌دست می‌آید و از آن به عنوان شاخص خودکفایی هر محصول استفاده می‌شود.

$$\mu_2: \frac{1^* X_1 - 33203}{12281} + n_2 - p_2 = 1 \quad (٦)$$

$$\mu_3: \frac{1^* X_2 - 5725}{2118} + n_3 - p_3 = 1 \quad (٧)$$

$$\mu_4: \frac{1^* X_5 - 100}{15} + n_4 - p_4 = 1 \quad (٨)$$

$$\mu_5: \frac{1^* X_{11} - 4693}{397} + n_5 - p_5 = 1 \quad (٩)$$

$$\mu_6: \frac{1^* X_{12} - 0}{30} + n_6 - p_6 = 1 \quad (١٠)$$

سناریوی سه (آرمان زیست‌محیطی)

کمینه‌سازی مصرف کود: استفادهٔ بیش از حد از کودهای شیمیایی در سال‌های اخیر با این تصور غلط که این امر می‌تواند منجر به افزایش تولید شود، موجب پیامدهای مخرب زیست‌محیطی در خاک و آب‌های زیرزمینی شده است. به همین دلیل، کاهش استفاده از آن و نزدیک شدن به استانداردهای جهانی باید یکی از اهداف مدیران واحدهای کشاورزی باشد. مطابق با ماده ۱٤۳ قانون برنامهٔ پنج‌سالهٔ پنجم توسعهٔ جمهوری اسلامی ایران (۹٤-۱۳۹۰)، کاهش ۳۵ درصدی کودهای شیمیایی از طریق ترویج استفاده از کودهای آلی و زیستی (ارگانیک) تا پایان برنامه مد نظر قرار دارد که این میزان کاهش معادل هفت درصد در هر سال است. از این‌رو، آرمان مورد نظر کاهش هفت درصدی هر کدام از انواع کودهای فسفاته، ازته و پتاسه است.

$$\mu_7: \frac{5409.8 - \sum_{i=1}^{15} F_i X_i}{378.69} + n_7 - p_7 = 1 \quad (۱۱)$$

$$\mu_8: \frac{16909 - \sum_{i=1}^{15} AZ_i X_i}{1183.63} + n_8 - p_8 = 1 \quad (۱۲)$$

$$\mu_9: \frac{370 - \sum_{i=1}^{15} P_i X_i}{25.90} + n_9 - p_9 = 1 \quad (۱۳)$$

کمینه‌سازی مصرف سم: سموم مورد استفاده شامل علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش است. مصرف بی‌رویهٔ سموم کشاورزی به بهای افزایش عملکرد، آسیبی جدی را بر منابع طبیعی و محیط زیست وارد می‌آورد. بنابراین، کاهش مصرف سموم کشاورزی یکی از اهداف زیست‌محیطی مدیر مزرعه به‌شمار می‌رود. طبق مادهٔ ۲۸ قانون سازمان حفظ نباتات و مادهٔ ۳٤ برنامهٔ پنجم توسعه، این سازمان وظیفهٔ نظارت بر باقی‌ماندهٔ سموم در مرحلهٔ تولید را بر عهده دارد. بر پایهٔ گزارش سازمان حفظ نباتات، در سال ۱۳۹۰، تولید ۹۷ درصد محصولات کشاورزی کاملاً سالم، دو درصد با استفادهٔ مجاز سم و تنها یک درصد با استفادهٔ بیش از حد سم انجام پذیرفت. از این‌رو، این سازمان در زمینهٔ اجرای طرح تولید محصول سالم و ارگانیک مطابق تکالیف برنامهٔ پنجم توسعه، کاهش یک درصدی سموم و صد درصد کردن سلامت محصولات را در اولویت قرار داده است. در تحقیق پیش رو، آرمان مورد نظر کاهش یک درصدی هر کدام از انواع سموم شیمیایی است.

$$\mu_{10}: \frac{245.51 - \sum_{i=1}^{15} A_i X_i}{2.46} + n_{10} - p_{10} = 1 \quad (۱٤)$$

$$\mu_{11}: \frac{1887.87 - \sum_{i=1}^{15} H_i X_i}{18.88} + n_{11} - p_{11} = 1 \quad (۱۵)$$

$$\mu_{12}: \frac{8515.69 - \sum_{i=1}^{15} GH_i X_i}{85.16} + n_{12} - p_{12} = 1 \quad (۱٦)$$

کمینه‌سازی استفاده از آب: از شروع تفکرات اقتصادی و محیطی، «پایداری» در قالب یک مفهوم «طرح‌ریزی» پدیدار شد و به‌طور وسیع، برای برنامه‌ریزی و توسعهٔ جوامع به‌کار رفت. یکی از جنبه‌های مهم پایداری در اقتصاد، پایداری منابع آبی است. از آنجا که ایران در منطقه‌ای خشک واقع شده، توجه به اصل پایداری و استفاده از منابع طبیعی با در نظر گرفتن منافع آیندگان بسیار حائز اهمیت است. بنابراین، حفظ منابع آبی از اهداف مدیران در زمینهٔ توسعهٔ پایدار به‌شمار می‌رود. در سند ملی محیط زیست جمهوری اسلامی ایران، چشم‌انداز این سازمان در افق ۱٤۰٤، ارائه شده که در بخشی از آن، به کاهش سیزده درصدی مصرف آب در بخش کشاورزی از سال پایهٔ ۱۳۹۰ تا سال ۱٤۰٤ (یا به عبارتی، ۰/۹۳ درصد کاهش مصرف در هر سال) اشاره شده است. این آرمان در دوازده ماه گسترش یافته و هدف کاهش ۰/۹۳ درصدی سالانه در مصرف آب است.

$$\mu_{13}: \frac{48 - \sum_{i=1}^{15} W_i X_i}{0.47} + n_{13} - p_{13} = 1 \qquad (۱۷)$$

$$\mu_{24}: \frac{48 - \sum_{i=1}^{15} W_i X_i}{0.47} + n_{24} - p_{24} = 1 \qquad (۱۸)$$

سناریوی چهار (آرمان اجتماعی)

بحث اشتغال و پیچیدگی‌های آن در جهان پرشتاب امروز توجه بسیاری از سیاست‌گذاران، دولت‌مردان و کارشناسان را به خود جلب کرده و در حال حاضر، یکی از مسائل اساسی اقتصاد ایران بیکاری و پیامدهای آن است. در برنامهٔ پنجم توسعهٔ جمهوری اسلامی ایران، افزایش هفت درصدی اشتغال طی پنج سال مد نظر قرار دارد. این آرمان در دوازده ماه گسترش یافته و هدف افزایش ۱/٤ درصدی در اشتغال بخش کشاورزی این شهرستان می‌باشد.

$$\mu_{25}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 535.07}{7.49} + n_{25} - p_{25} = 1 \quad (۱۹)$$

$$\mu_{26}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 608.03}{8.51} + n_{26} - p_{26} = 1 \quad (۲۰)$$

$$\mu_{27}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 583.71}{8.17} + n_{27} - p_{27} = 1 \quad (۲۱)$$

$$\mu_{28}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 583.71}{8.17} + n_{28} - p_{28} = 1 \quad (۲۲)$$

$$\mu_{29}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 632.35}{8.85} + n_{29} - p_{29} = 1 \quad (۲۳)$$

$$\mu_{30}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 632.35}{8.85} + n_{30} - p_{30} = 1 \quad (۲٤)$$

$$\mu_{31}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 583.71}{8.17} + n_{31} - p_{31} = 1 \quad (۲۵)$$

$$\mu_{32}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 583.71}{8.17} + n_{32} - p_{32} = 1 \quad (۲٦)$$

$$\mu_{33}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 583.71}{8.17} + n_{33} - p_{33} = 1 \quad (۲۷)$$

$$\mu_{34}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 583.71}{8.17} + n_{34} - p_{34} = 1 \quad (۲۸)$$

$$\mu_{35}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 559.39}{7.83} + n_{35} - p_{35} = 1 \quad (۲۹)$$

$$\mu_{36}:\frac{\sum_{i=1}^{15} l_i X_i - 583.71}{8.17} + n_{36} - p_{36} = 1 \quad (۳۰)$$

سناریوی پنج

در این سناریو، محدودیت‌های فازی سناریوهای یک تا چهار به‌طور هم‌زمان در مدل لحاظ می‌شود. مقدار سطوح مطلوب اهداف فازی و محدودهٔ نوسان قابل تحمل مربوط به آنها در جدول ٤ آمده است.

جدول ٤- سطوح مطلوب اهداف فازی و حدود تغییرات قابل تحمل مربوط به آنها

اهداف	مقدار مطلوب	حدود تغییرات قابل تحمل	
		پایین	بالا
بیشینه‌سازی بازده برنامه‌ای (میلیون ریال)	۱۵۳٦۷۷۳	۱۳۹۷۰٦٦	∞
خودکفایی در برنج دانه بلند مرغوب (هکتار)	٤٥٤٨٤	۳۳۲۰۳	∞
خودکفایی در برنج دانه بلند پرمحصول (هکتار)	۷۸٤۳	۵۷۲۵	∞
خودکفایی در جو دیم (هکتار)	۱۱۵	۱۰۰	∞
خودکفایی در کلزا دیم (هکتار)	۵۰۹۰	٤٦۹۳	∞
خودکفایی در گندم آبی (هکتار)	۳۰	۰	∞
کمینه‌سازی مصرف کود فسفاته (تن)	۵۰۳۱/۱۱	∞	۵٤۰۹/۸۰
کمینه‌سازی مصرف کود ازته (تن)	۱۵۷۲۵/۳۷	∞	۱٦۹۰۹
کمینه‌سازی مصرف کود پتاسه (تن)	۳٤٤/۱۰	∞	۳۷۰
کمینه‌سازی مصرف سم علف‌کش (هزار لیتر)	۲٤۳/۰۵	∞	۲٤۵/۵۱
کمینه‌سازی مصرف سم حشره‌کش (هزار لیتر)	۱۸٦۸/۹۹	∞	۱۸۸۷/۸۷
کمینه‌سازی مصرف سم قارچ‌کش (هزار لیتر)	۸٤۳۰/۵٤	∞	۸۵۱۵/٦۹
کمینه‌سازی مصرف آب در هر ماه (میلیون متر مکعب)	٤۷/۵۳	∞	٤۸/۰۰
افزایش اشتغال، فروردین (هزار نفر)	۵٤۲/۵٦	۵۳۵/۰۷	∞
افزایش اشتغال، اردیبهشت (هزار نفر)	٦۱٦/۵٤	٦۰۸/۰۳	∞
افزایش اشتغال، خرداد (هزار نفر)	۵۹۱/۸۸	۵۸۳/۷۱	∞
افزایش اشتغال، تیر (هزار نفر)	۵۹۱/۸۸	۵۸۳/۷۱	∞
افزایش اشتغال، مرداد (هزار نفر)	٦٤۱/۲۰	٦۳۲/۳۵	∞
افزایش اشتغال، شهریور (هزار نفر)	٦٤۱/۲۰	٦۳۲/۳۵	∞
افزایش اشتغال، مهر (هزار نفر)	۵۹۱/۸۸	۵۸۳/۷۱	∞
افزایش اشتغال، آبان (هزار نفر)	۵۹۱/۸۸	۵۸۳/۷۱	∞
افزایش اشتغال، آذر (هزار نفر)	۵۹۱/۸۸	۵۸۳/۷۱	∞
افزایش اشتغال، دی (هزار نفر)	۵۹۱/۸۸	۵۸۳/۷۱	∞
افزایش اشتغال، بهمن (هزار نفر)	۵٦۷/۲۲	۵۵۹/۳۹	∞
افزایش اشتغال، اسفند (هزار نفر)	۵۹۱/۸۸	۵۸۳/۷۱	∞

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در مدل‌های فازی تحقیق حاضر، انحراف از آرمان مورد نظر در جهت منفی با n، انحراف از آرمان مورد نظر در جهت مثبت با p و وزن هر کدام از آرمان‌ها با w نمایش داده شده است؛ W_1 وزن آرمان بیشینه‌سازی بازده برنامه‌ای، W_2 تا W_6 وزن آرمان‌های دستیابی به خودکفایی در محصولات مورد نظر، W_7 تا W_9 وزن آرمان‌های کمینه‌سازی مصرف کودهای فسفاته، ازته، و پتاسه، W_{10} تا W_{12} وزن آرمان‌های کمینه‌سازی مصرف سموم علف‌کش، حشره‌کش، و قارچ کش، W_{13} تا W_{24} وزن آرمان‌های کمینه‌سازی مصرف آب در هر ماه و W_{25} تا W_{36} وزن آرمان‌های افزایش اشتغال در هر ماه در نظر گرفته شده است (جدول ۵). در روش فازی به‌کار رفته، اولویت رسیدن به اهداف اهمیتی ندارد و سعی می‌شود تا حد ممکن اهداف مورد نظر با هم پوشش داده شوند. در مطالعهٔ حاضر، وزن‌ها به‌گونه‌ای تعیین شده است که مجموع وزن هر آرمان برابر با یک شود.

جدول ۵- وزن آرمان‌های لحاظ‌شده در مدل

$W_1 = ۱$	$W_7 = ۰/۳$	$W_{13} = ۰/۰۸۳$	$W_{19} = ۰/۰۸۳$	$W_{25} = ۰/۰۸۳$	$W_{31} = ۰/۰۸۳$
$W_2 = ۰/۲$	$W_8 = ۰/۳$	$W_{14} = ۰/۰۸۳$	$W_{20} = ۰/۰۸۳$	$W_{26} = ۰/۰۸۳$	$W_{32} = ۰/۰۸۳$
$W_3 = ۰/۲$	$W_9 = ۰/۳$	$W_{15} = ۰/۰۸۳$	$W_{21} = ۰/۰۸۳$	$W_{27} = ۰/۰۸۳$	$W_{33} = ۰/۰۸۳$
$W_4 = ۰/۲$	$W_{10} = ۰/۳$	$W_{16} = ۰/۰۸۳$	$W_{22} = ۰/۰۸۳$	$W_{28} = ۰/۰۸۳$	$W_{34} = ۰/۰۸۳$
$W_5 = ۰/۲$	$W_{11} = ۰/۳$	$W_{17} = ۰/۰۸۳$	$W_{23} = ۰/۰۸۳$	$W_{29} = ۰/۰۸۳$	$W_{35} = ۰/۰۸۳$
$W_6 = ۰/۲$	$W_{12} = ۰/۳$	$W_{18} = ۰/۰۸۳$	$W_{24} = ۰/۰۸۳$	$W_{30} = ۰/۰۸۳$	$W_{36} = ۰/۰۸۳$

مأخذ: یافته‌های پژوهش

شایان یادآوری است که در مطالعهٔ حاضر، جامعهٔ آماری دربرگیرندهٔ همهٔ کشاورزان شهرستان آمل بوده که در آخرین سرشماری بخش کشاورزی در سال ۱۳۸۲، تعداد بهره‌برداران این شهرستان در بخش زراعت ۲۵۲۰۲ نفر گزارش شده است. روش نمونه‌گیری تصادفی ساده یکی از ساده‌ترین و قدیمی‌ترین روش‌های نمونه‌گیری با احتمالات برابر است که در عمل، کاربرد بسیاری دارد. در این روش، حجم نمونه از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید (شیفر و همکاران، ۱۳۸۰):

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1)D+\sigma^2} \qquad (۳۱)$$

که در آن، n حجم نمونه، N حجم جامعه، σ^2 واریانس جامعه است و نیز $D = \frac{\beta^2}{t}$ بوده که در آن، β کران خطای برآورد است. از آنجا که اغلب محاسبهٔ σ^2 امکان‌پذیر نیست، می‌توان به جای آن از واریانس نمونه (s^2) استفاده کرد. در پژوهش حاضر، حجم نمونه با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و با اطمینان ۷۳ درصد تعیین شده است.

برای تعیین الگوی بهینهٔ کشت، پرسش‌هایی مرتبط با اطلاعات درآمد و هزینه‌های کشاورزان مطرح شد که مقادیر آن از طریق استفاده از پرسشنامه‌های سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران و مصاحبه با کشاورزان شهرستان آمل و تکمیل ۱۲٤ پرسشنامه در سال ۱۳۹۱ استخراج و پردازش شده است.

نتایج و بحث

مدل‌ها به کمک نرم‌افزار Lingo 11.0 برآورد شده و نتایج آن در جدول ٦ آمده است.

جدول ٦- نتایج مدل‌های برآوردشده

محصول		سطح زیر کشت (هکتار)			الگو		
		فعلی	خطی	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳	سناریو ٤	سناریو ٥
برنج دانه بلند مرغوب	X_1	۳۳۲۰۳	۱٤۰۲٤	۱٤۰۳٥	۳۳۳٤۰	۳۸۱٥۷	۰	۳۷۹۷۹
برنج دانه بلند پرمحصول	X_2	٥۷۲٥	۰	۰	۷۸٤٤	۰	۱۳۹۰٦	۰
جعفری	X_3	٥۲٤٤	۱۱۹۱۸	۱۱۹۱۷	۰	۱۸٦۷٦	۱۹۱۷٦	۱۸٥٦۱
جو آبی	X_4	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جو دیم	X_5	۱۰۰	۰	۰	۱٤۸٦٥	۰	۰	۱۱٥
سویا بهاره دیم	X_6	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سیب زمینی آبی	X_7	٥۷۰	۱۰۲۹٦	۱۰۲۸٦	۰	۰	۱۰۸۲۰	۱٦۱۹
شبدر	X_8	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
عدس آبی	X_9	٦۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کاهو	X_{10}	٥۲٤٤	٦۷٥۸	٦۷٥۹	۰	۰	۰	۰
کلزا دیم	X_{11}	٤٦۹۳	۰	۰	٥۰۹۰	۰	۰	۰
گندم آبی	X_{12}	۰	۰	۰	۳۰	٤۳۳٥	۰	۳۰
لوبیا چیتی آبی	X_{13}	۰	۰	۰	۰	۰	٥٥٤٥	۲۸٦٤
یونجه آبی	X_{14}	۱٤٥٥	۰	۰	۰	۰	۰	۰
برنج مرغوب، شبدر	X_{15}	٤۸٦٦	۱۸۱۷۱	۱۸۱۷۱	۰	۰	۰	۰
مجموع سطح زیر کشت	X_T	٦۱۱٦۸	٦۱۱٦۸	٦۱۱٦۸	٦۱۱٦۸	٦۱۱٦۸	٦۱۱٦۸	٦۱۱٦۸
بازده برنامه‌ای	میلیون ریال	۱۳۹۷۰٦٦	۱٤٤٥۷۸٦	۱٤٤٥۸۰٦	۱۱۳۲۰۲٥	۱۱۸٦۸۸۳	۱۱٦٦۹۳۱	۱۲٦۸۳۷٦
تغییر در بازده برنامه‌ای نسبت به الگوی فعلی	درصد	-	+۳/٤۹	+۳/٤۹	-۱۸/۹۷	-۱٥/۰٤	-۱٦/٤۷	-۹/۲۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر پایهٔ نتایج به‌دست آمده از مدل فازی سناریوی یک که آرمان بیشینه‌سازی سود را لحاظ می‌کند، میزان بازده برنامه‌ای نسبت به الگوی فعلی نزدیک به ٤٩ میلیارد ریال و نسبت به الگوی خطی ۰/۰۲ میلیارد ریال افزایش می‌یابد. به دیگر سخن، در این سناریو، با ۳/٤٩ درصد افزایش در بازده برنامه‌ای فعلی، مقدار مطلوب به علت محدود بودن نهاده‌های تولیدی حاصل نمی‌شود. جدول ۷ مقدار تابع عضویت و انحراف نامطلوب این آرمان را نشان می‌دهد.

جدول ۷- مقدار تابع عضویت و انحراف نامطلوب در مدل فازی سناریوی یک

μ_k	d_k^+ or d_k^-
μ_1 = ۰/۳٤۹	d_1^- =۰/٦٥۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج به‌دست آمده از مدل فازی سناریوی دو که آرمان دستیابی به خودکفایی در محصولات زراعی را لحاظ می‌کند، محصولات جعفری، سیب‌زمینی آبی، عدس آبی، کاهو، یونجه آبی و کشت مضاعف برنج مرغوب- شبدر از الگوی کشت فعلی حذف می‌شود و سطح زیر کشت برنج دانه بلند مرغوب، برنج دانه بلند پرمحصول، جو دیم، کلزای دیم، و گندم آبی در راستای دستیابی به خودکفایی افزایش می‌یابد. در همین راستا، در این سناریو، سطح زیر کشت محصولات برنج دانه بلند پرمحصول، کلزا دیم و گندم آبی به مقدار مطلوب رسید، به‌گونه‌ای که مقدار تابع عضویت (انحراف نامطلوب) برای این اهداف فازی برابر با یک (صفر) به‌دست آمد. همچنین، سطح زیر کشت جو دیم ۱٤۷٥۰ هکتار بیشتر از مقدار مطلوب حاصل شد، به‌گونه‌ای که مقدار تابع عضویت برای این هدف فازی نیز برابر با یک حاصل شد (جدول ۸).

جدول ۸- مقدار تابع عضویت و انحراف نامطلوب در مدل فازی سناریوی دو

μ_k	d_k^+ or d_k^-	μ_k	d_k^+ or d_k^-
μ_7 = ۰/۰۱۰	d_2^- =۰/۹۹۰	μ_5 = ۱	d_5^- = ۰
μ_3 = ۱	d_3^- = ۰	μ_6 = ۱	d_7^- = ۰
μ_4 = ۱	d_1^- = ۰		

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر پایهٔ نتایج به‌دست آمده از مدل فازی سناریوی سه که آرمان‌های زیست‌محیطی و توسعهٔ پایدار را لحاظ می‌کند، در مورد کود فسفاته، مقدار تابع عضویت ۰/۸۹ حاصل شد و به آستانهٔ مقدار مطلوب رسید؛ در مورد کود ازته نیز مقدار تابع عضویت (انحراف نامطلوب) برای این هدف فازی برابر با یک (صفر) به‌دست آمد؛ اما کاهشی در میزان مصرف کود پتاسه مشاهده نشد (جدول ۸). در مورد سه آرمان کاهش مصرف سموم علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش، موفقیت بیش از حد مشاهده شد و مقدار تابع عضویت برابر با یک (صفر) به‌دست آمد. در مورد دوازده آرمان مربوط به کاهش مصرف آب نیز مقدار تابع عضویت برابر با یک (صفر) به‌دست آمد (جدول ۹).

جدول ۹- مقدار تابع عضویت و انحراف نامطلوب در مدل فازی سناریوی سه

d_k^+ or d_k^-	μ_k	d_k^+ or d_k^-	μ_k	d_k^+ or d_k^-	μ_k
$d_{۱۶}^+ = ۰$	$\mu_{۱۹} = ۱$	$d_{۱۲}^+ = ۰$	$\mu_{۱۳} = ۱$	$d_۷^+ =$۰/۱۱	$\mu_۷ =$ ۰/۸۹
$d_{۲۰}^+ = ۰$	$\mu_{۲۰} = ۱$	$d_{۱۴}^+ = ۰$	$\mu_{۱۴} = ۱$	$d_۸^+ = ۰$	$\mu_۸ = ۱$
$d_{۲۱}^+ = ۰$	$\mu_{۲۱} = ۱$	$d_{۱۵}^+ = ۰$	$\mu_{۱۵} = ۱$	$d_۹^+ = ۱$	$\mu_۹ = ۰$
$d_{۲۲}^+ = ۰$	$\mu_{۲۲} = ۱$	$d_{۱۶}^+ = ۰$	$\mu_{۱۶} = ۱$	$d_{۱۰}^+ = ۰$	$\mu_{۱۰} = ۱$
$d_{۲۳}^+ = ۰$	$\mu_{۲۳} = ۱$	$d_{۱۷}^+ = ۰$	$\mu_{۱۷} = ۱$	$d_{۱۱}^+ = ۰$	$\mu_{۱۱} = ۱$
$d_{۲۴}^+ = ۰$	$\mu_{۲۴} = ۱$	$d_{۱۸}^+ = ۰$	$\mu_{۱۸} = ۱$	$d_{۱۲}^+ = ۰$	$\mu_{۱۲} = ۱$

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج به‌دست آمده از مدل فازی سناریوی چهار نیز در مورد افزایش فرصت اشتغال، مقدار تابع عضویت (انحراف نامطلوب) برای این اهداف فازی برابر با صفر (یک) به‌دست آمد (جدول ۱۰).

جدول ۱۰- مقدار تابع عضویت و انحراف نامطلوب در مدل فازی سناریوی چهار

d_k^+ or d_k^-	μ_k	d_k^+ or d_k^-	μ_k	d_k^+ or d_k^-	μ_k
$d_{۲۳}^- = ۱$	$\mu_{۳۳} = ۰$	$d_{۲۹}^- = ۱$	$\mu_{۲۹} = ۰$	$d_{۲۵}^- = ۱$	$\mu_{۲۵} = ۰$
$d_{۲۴}^- = ۱$	$\mu_{۳۴} = ۰$	$d_{۳۰}^- = ۱$	$\mu_{۳۰} = ۰$	$d_{۲۶}^- = ۱$	$\mu_{۲۶} = ۰$
$d_{۲۵}^- = ۱$	$\mu_{۳۵} = ۰$	$d_{۳۱}^- = ۱$	$\mu_{۳۱} = ۰$	$d_{۲۷}^- = ۱$	$\mu_{۲۷} = ۰$
$d_{۲۶}^- = ۱$	$\mu_{۳۶} = ۰$	$d_{۳۲}^- = ۱$	$\mu_{۳۲} = ۰$	$d_{۲۸}^- = ۱$	$\mu_{۲۸} = ۰$

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در یک جمع‌بندی کلی از جداول ۷ تا ۱۰، مشاهده می‌شود که مقدار انحراف نامطلوب اهدافی همچون کاهش مصرف کود پتاسه و افزایش اشتغال برابر یک به‌دست آمده که نشان‌دهندهٔ عدم دستیابی بدین آرمان‌هاست؛ در مقابل، تابع عضویت آرمان‌های کاهش مصرف کود ازته، کاهش مصرف آب، افزایش سطح زیر کشت محصولات برنج دانه بلند پرمحصول، کلزا دیم، گندم آبی و جو دیم در راستای نیل به خودکفایی این محصولات برابر با یک حاصل شده که گویای دستیابی بدین آرمان‌هاست.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

چنانچه دولت در پی دستیابی هم‌زمان به اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی باشد، باید مدل سناریوی پنج را مد نظر قرار دهد. در این مدل، آرمان‌های توسعهٔ پایدار از جمله کاهش یک درصدی در مصرف علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش و آرمان کاهش ۰/۹۳ درصدی در مصرف آب در هر ماه حاصل شده است و مقدار تابع عضویت (انحراف نامطلوب) مربوط بدانها برابر با یک (صفر) به‌دست می‌آید (جدول ۱۰).

جدول ۱۰- مقدار تابع عضویت و انحراف نامطلوب در مدل فازی سناریوی پنج

μ_k	or d_k^- d_k^+	μ_k	or d_k^- d_k^+	μ_k	or d_k^- d_k^+	μ_k	or d_k^- d_k^+
$\mu_1 = 0$	$d_1^- = 1$	$\mu_{16} = 1$	$d_{16}^- = 0$	$\mu_{31} = 1$	$d_{31}^+ = 0$	$\mu_{46} = 1$	$d_{46}^- = 1$
$\mu_2 = 0/39$	$d_2^- = 0/61$	$\mu_{17} = 1$	$d_{17}^+ = 0$	$\mu_{32} = 1$	$d_{32}^+ = 0$	$\mu_{47} = 1$	$d_{47}^- = 1$
$\mu_3 = 0$	$d_3^- = 1$	$\mu_{18} = 1$	$d_{18}^+ = 0$	$\mu_{33} = 1$	$d_{33}^+ = 0$	$\mu_{48} = 1$	$d_{48}^- = 1$
$\mu_4 = 0/99$	$d_4^- = 0/01$	$\mu_{19} = 1$	$d_{19}^+ = 0$	$\mu_{34} = 1$	$d_{34}^+ = 0$	$\mu_{49} = 1$	$d_{49}^- = 1$
$\mu_5 = 0$	$d_5^- = 1$	$\mu_{20} = 1$	$d_{20}^+ = 0$	$\mu_{35} = 1$	$d_{35}^+ = 0$	$\mu_{50} = 1$	$d_{50}^- = 1$
$\mu_6 = 1$	$d_6^- = 0$	$\mu_{21} = 1$	$d_{21}^+ = 0$	$\mu_{36} = 1$	$d_{36}^+ = 0$	$\mu_{51} = 1$	$d_{51}^- = 1$
$\mu_7 = 0$	$d_7^+ = 1$	$\mu_{22} = 0$	$d_{22}^- = 1$	$\mu_{37} = 1$	$d_{37}^+ = 0$	$\mu_{52} = 1$	$d_{52}^- = 1$
$\mu_8 = 1$	$d_8^+ = 0$	$\mu_{23} = 0$	$d_{23}^- = 1$	$\mu_{38} = 1$	$d_{38}^+ = 0$	$\mu_{53} = 1$	$d_{53}^- = 1$
$\mu_9 = 0$	$d_9^+ = 1$	$\mu_{24} = 0$	$d_{24}^- = 1$	$\mu_{39} = 1$	$d_{39}^+ = 0$	$\mu_{54} = 1$	$d_{54}^- = 1$

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌گونه که از نتایج جدول ۱۰ برمی‌آید، تابع عضویت آرمان‌های افزایش سطح زیر کشت محصولات کلزا دیم و جو آبی در راستای نیل به خودکفایی این محصولات و همچنین، آرمان‌های کاهش مصرف کود ازته و سموم علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش و کاهش مصرف آب برابر با یک حاصل شده که گویای دستیابی بدین آرمان‌هاست.

نتایج تحقیق حاضر، همانند مطالعات پیشین (اسدپور و همکاران، ۱۳۸۴؛ کهنسال و محمدیان، ۱۳۸۶؛ میرکریمی، ۱۳۹۲)، گویای آن است که به‌کارگیری روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی در بهینه‌سازی اهداف و تخصیص منابع بر الگوی کشت فعلی منطقه و همچنین، الگوی کشت بهینهٔ خطی برتری نسبی دارد؛ به دیگر سخن، استفاده از مدل‌های چندهدفه نسبت به مدل‌های تک‌هدفه با نتایج منطقی‌تر همراه است.

مدل سناریوی پنج، با ایجاد مصالحه و توازن بین اهداف یادشده، توصیه‌ای بینابین و جامع‌نگر برای الگوی کشت این شهرستان ارائه می‌کند. از آنجا که در مدل پیشنهادی، با ۹/۲۱ درصد کاهش در بازده برنامه‌ای فعلی، مقدار مطلوب حاصل نمی‌شود، این رویه کاهش رفاه کشاورزان را در پی خواهد داشت و وضعیت معیشتی آنها را با مخاطره مواجه می‌کند؛ از این‌رو، پیشنهاد می‌شود که حمایت‌هایی از قبیل تأمین به‌موقع اعتبارات کم‌بهره، اعمال قیمت‌های تضمینی متفاوت، ترویج مبارزهٔ کارآتر و ارزان‌تر بیولوژیک از سوی دولت صورت پذیرد.

همچنین، در این مدل، دستیابی به خودکفایی در محصولات برنج پرمحصول و کلزا نادیده گرفته می‌شود؛ در مقابل، ضمن دستیابی به خودکفایی در محصولات جو و گندم، در مورد برنج مرغوب نیز آستانهٔ خودکفایی حاصل می‌شود؛ از این‌رو، پیشنهاد می‌شود که سیاست‌های تجاری مناسب در این زمینه اعمال شود و در راستای نیل به خودکفایی در کشور، هر منطقه به سمت تخصصی شدن کشت محصولات خاص سازگار با امکانات خود حرکت کند.

در این مدل، کاهشی در مصرف کودهای فسفاته و پتاسه رخ نمی‌دهد. این نکته شایان یادآوری است که با توجه به اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها و آزادسازی قیمت

کود شیمیایی، توزیع این نهاده به میزان کمتری نسبت به گذشته صورت پذیرفته است؛ از این‌رو، نتایج به‌دست آمده قابل توجیه است.

در این مدل، افزایش فرصت‌های شغلی نیز امکان‌پذیر نیست. بنابراین، چنانچه نیروی کار اضافی در بخش زراعی این شهرستان به‌کار گرفته شود، اشتغال ایجاد شده کاذب بوده و پایدار نخواهد ماند؛ از این‌رو، پیشنهاد می‌شود که برنامه‌ریزان کشور به فکر ایجاد فرصت اشتغال در سایر بخش‌ها باشند.

اجرای این طرح تنها با همکاری مشترک برنامه‌ریزان دولت، مسئولان اجرایی و کشاورزان امکان‌پذیر است. در پایان، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آتی، به‌منظور تعیین الگوی بهینهٔ کشت این شهرستان، سایر شیوه‌ها مانند مدل آرمانی چندهدفهٔ فازی غیرخطی (MOFNLP) یا الگوریتم‌های تکاملی مانند الگوریتم ژنتیک به‌کار گرفته و نتایج آن با مطالعهٔ حاضر مقایسه شود.

یادداشت‌ها

1. Fuzzy Goal Programming (FGP)
2. membership functions
3. aspiration level
4. membership goals

منابع

اسدپور، ح.؛ خلیلیان، ص.؛ و پیکانی، غ. ر. (۱۳۸۴)، «نظریه و کاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی فازی در بهینه‌سازی الگوی کشت». ***اقتصاد کشاورزی و توسعه***، ویژه‌نامهٔ بهره‌وری و کارآیی، ص ۳۰۷-۳۲۸.

افروزه، ف.؛ موسوی، ن. ا.؛ و ترکمانی، ج. (۱۳۹۰)، «بررسی نوسانات آب و بهینه کردن مصرف آن در بخش کشاورزی منطقهٔ سیستان: کاربرد رهیافت فازی». ***تحقیقات اقتصاد کشاورزی***، سال ۳، شمارهٔ ۳، صص ۳۷-۵۹.

بوستانی، ف. و محمدی، ح. (۱۳۹۰)، «تعیین الگوی بهینهٔ بهره‌برداری با تأکید بر اهداف زیست‌محیطی در شهرستان فسا با استفاده از برنامه‌ریزی چندهدفی و فازی». ***اقتصاد کشاورزی و توسعه***، سال ۱۹، شمارهٔ ۷۵، صص ۱-۳۷.

جولایی، ر. (۱۳۸۳)، ***مدیریت الگوی کشت محصولات زراعی سه شهرستان مرکزی استان فارس در یک مدل چندمنطقه‌ای***. پایان‌نامهٔ دکتری اقتصاد کشاورزی. تهران: دانشگاه تربیت مدرس.

شیفر، ریچارد؛ اوت، لایمن؛ و مندن‌هال، ویلیام (۱۳۸۰)، ***مقدمه‌ای بر بررسی‌های نمونه‌ای***. ترجمهٔ ناصررضا ارقامی و همکاران. مشهد: دانشگاه فردوسی.

کهنسال، م. ر. و محمدیان، ف. (۱۳۸۶)، «کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی فازی در تعیین الگوی بهینهٔ کشت محصولات زراعی». ***اقتصاد و کشاورزی***، سال ۱، شمارهٔ ۲، صص ۱۶۹-۱۸۳.

محمدی، ح.؛ بوستانی، ف.؛ و کفیل‌زاده، ف. (۱۳۹۱)، «تعیین الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی چندهدفهٔ غیرخطی فازی: مطالعهٔ موردی». ***آب و فاضلاب***، شمارهٔ ۸۴، صص ۴۳-۵۵.

مردانی، م.؛ بابایی، م.؛ صبوحی، م.؛ و آسمانی، ا. (۱۳۹۲)، «تعیین الگوی بهینهٔ کشت با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی فازی، مطالعهٔ موردی: استان خراسان رضوی». ***ریاضیات کاربردی***، سال ۱۰، شمارهٔ ۱ (پیاپی ۳۶)، صص ۴.

میرکریمی، ش. (۱۳۹۲)، ***کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی فازی در مدیریت الگوی کشت محصولات زراعی منتخب استان مازندران: مطالعهٔ مورد شهرستان آمل***. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی. گرگان: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی.

Biswas, A.; Dharmar, S.; and Rao, J. R. (1978), "Fuzzy goal programming, an additive model". ***Fuzzy Sets and Systems***, 24: 27-34.

Sharma, D. K. and Jana, R. K. (2009), "Fuzzy goal programming based genetic algorithm approach to nutrient management for rice crop planning". ***Production Economics***, 121: 224-232.

Soltani, J.; Karbasi, A. R.; and Fahimifard, S. M. (2011), "Determining optimum cropping pattern using fuzzy goal programming (FGP) model". ***African Journal of Agricultural Research***, 6(14): 3305-3310.

Zeng, X.; Kang, S. H.; Li, F.; Zhang, L.; and Guo, P. (2010), "Fuzzy multi-objective linear programming applying to crop area planning". ***Agriculture Water Management***, 98: 134-142.

Zhang, X.; Guo, H. H.; Nie, X.; and Lin, Q. (2011), "Model-based decision support system for water quality management under hybrid uncertainty". ***Expert Systems with Applications***, 38: 2809-2816.