پنجمین کنفرانس سیستمهای فازی ایران
هفدهم الی نوزدهم شهریورماه ۱۳۸۳

برنامه‌ریزی تولید محصولات زراعی در شرایط عدم‌قطعیت با رویکرد فازی

عبدالرسول قاسمی[۱]، عادل آذر[۲]، نوروز کهزادی[۳]، امیرحسین چیذری[۴]

چکیده

در این تحقیق، نخست به منظور تعیین تأثیر میزان عدم‌قطعیت بر اهداف مورد نظر زارعین در مناطق مختلف مورد مطالعه با استفاده از اطلاعات مربوط به ۱۳۲۰ پرسشنامه درآمد-هزینه محصولات زراعی شمال استان فارس، شامل؛ گندم، جو، چغندرقند، سیب‌زمینی، لوبیا چیتی، لوبیا قرمز، نخود و عدس، طی سالهای ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۱مدل برنامه‌ریزی چندهدفه امکانی با فرض عدم‌قطعیت کامل با استفاده از برش α، در ۵ سناریو طراحی و حل گردید. مقایسه نتایج مدلهای مختلف در این مرحله حاکی از افزایش ممکن‌ترین میزان اهداف و کاهش امکان کاهش و یا افزایش هر یک از اهداف مذکور می‌باشد. سپس، جهت بررسی تأثیر هر یک از عدم‌قطعیتهای موجود (عدم‌قطعیت ضرایب بهره‌وری، عدم‌قطعیت ضرایب فنی و عدم‌قطعیت منابع) بر اهداف زارعین، اقدام به طراحی و حل ۳ مدل، شامل؛ مدل برنامه‌ریزی چندهدفه امکانی با فرض قطعیت ضرایب بهره‌وری، مدل برنامه‌ریزی چندهدفه امکانی با فرض قطعیت ضرایب فنی و مدل برنامه‌ریزی چندهدفه امکانی با فرض قطعیت منابع نموده و نتایج حاصل از حل هر یک از این مدلها را با نتیجه حاصل از کاربرد مدل برنامه‌ریزی چندهدفه امکانی با فرض عدم‌قطعیت کامل، مقایسه گردید. نهایتاً، به منظور بررسی درجه اهمیت هر یک از عدم‌قطعیتهای موجود، از روش TOPSIS در هر یک از مناطق مورد مطالعه استفاده و در پایان، پیشنهادهایی ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی: "برنامه‌ریزی تولید"، "زراعت"، "فازی"، "تئوری‌امکان"،

۱- مقدمه

بخش کشاورزی که یکی از بخش‌های مهم و توانمند اقتصادی کشور است، در ده سال اخیر سهم آن در تولید ناخالص داخلی به طور متوسط حدود ۱۸ درصد بوده است. در عرصه تأمین مواد غذایی برای جمعیت بیش از ۶۰ میلیون نفر، ۸۰ درصد و در تأمین نیاز صنایع به مواد خام کشاورزی تا ۹۰ درصد سهم داشته است. سهم ارزش صادرات کشاورزی از کل صادرات غیرنفتی از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۹ بین ۲۳ تا ۴۰ درصد در نوسان بوده است. این در حالی است که سهم واردات مواد غذایی از کل واردات کشور در سال ۱۳۷۹ تنها ۱۲ درصد بوده است [۱].

۱- دانش آموخته اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدس
۲- عضو هیأت علمی گروه مدیریت دانشگاه تربیت مدرس
۳- مدیرعامل بانک توسعه صادرات ایران
۴- عضو هیأت علمی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

عدم توجه به مسئله عدم‌قطعیت در کشاورزی و لحاظ نمودن آن در برنامه‌ریزی تولیدات زراعی، موجب می‌شود تا از واقع‌نگری چنین مدل‌هایی به شدت کاسته شده و نتایج حاصل از شبیه‌سازی این مدل‌ها، در شرایط واقعی قابل کاربرد نبوده و در نتیجه منجر به عدم تحقق برنامه‌های تولید کشاورزی گردد[۶].

تحقیق حاضر در نظر دارد تا با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی و تئوری امکان، تولید محصولات زراعی این ناحیه را در شرایط عدم‌قطعیت، برنامه‌ریزی نماید که در این رابطه سئوالات زیر مطرح می‌شود:

۱- عدم‌قطعیت در ضرایب بهره‌وری، ضرایب فنی و منابع، چه تأثیری بر اهداف حداکثرسازی سودناخالص، حداقل‌سازی هزینه متغیر، حداکثرسازی زمین تحت آبیاری و حداکثرسازی بهره‌وری آب دارند؟

۲- آیا میزان تأثیرگذاری عدم‌قطعیت در ضرایب بهره‌وری، ضرایب فنی و منابع بر اهداف فوق‌الذکر یکسان است؟

در این تحقیق مجموعاً از اطلاعات ۱۳۲۰ پرسشنامه طرح درآمد-هزینه گندم، جو و سایر و نیز ۴۶۳۴ پرسشنامه تکمیل‌شده بهره‌بردار وزارت جهاد کشاورزی، طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۱ استفاده گردید که اطلاعات مربوط به سال زراعی ۸۱ ، از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل ۲۸۰ پرسشنامه با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی[1] از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید که در آن با استفاده از نظرات کارشناسان کشاورزی شهرستان، نقشه‌های خاکشناسی تهیه شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور و نیز آمار و اطلاعات موجود، منطقه مورد مطالعه با توجه به نوع بافت خاک، وضعیت آب‌وهوایی، متوسط مساحت واحدهای بهره‌برداری و نیز نوع محصولات قابل کشت، به هفت طبقه مجزا تفکیک گردید.

۲- ادبیات موضوع

مدل‌های مختلفی در زمینه وارد نمودن ریسک و عدم‌قطعیت در تحقیقات صورت‌گرفته در بخش کشاورزی مد نظر قرار گرفته‌اند. به طوری که هر یک از این الگوها به‌رغم دارابودن برخی مزیت‌ها و پوشش‌دادن نواقصی از الگوهای پیشین خود و گام نهادن به‌سوی انطباق با شرایط واقعی، به‌دلیل پیچیدگی الگو و یا نیازمندی به آمار و اطلاعات خاص، کمتر مورد استفاده قرارگرفته‌اند و در مجموع هر یک از این الگوها از برخی واقعیات چشم‌پوشی نموده‌اند. در مجموع، از آنجا که الگوهای برنامه‌ریزی فازی ضمن آنکه بسیاری از نقاط ضعف الگوهای پیشین را ترمیم نموده و بیشترین انطباق را با دنیای واقعی و شرایط ویژه بخش کشاورزی دارا می‌باشند.

روش نسبتاً جدیدی که اخیراً در برنامه‌ریزی کشاورزی، خصوصاً در مدیریت منابع آب مورد استفاده واقع می‌شود، روش برنامه‌ریزی فازی است. به رغم انعطاف‌پذیری و انطباق الگوهای فازی با طبیعت کشاورزی، لیکن به دلیل عدم‌شناخت و یا شناخت ناکافی پژوهشگران از این تئوری، مطالعات بسیار محدودی در حوزه اقتصاد و اقتصادکشاورزی در ایران و جهان صورت پذیرفته است که از آن جمله می‌توان به منابع [۲، ۳، ۴، ۵ و ۸] اشاره نمود. بررسی ادبیات موضوع کاربرد برنامه‌ریزی فازی در کشاورزی حاکی از کاربرد اندک این مدل‌ها در کشاورزی است. از طرف دیگر در موارد اندکی که این مطالعات صورت پذیرفته است، نکات ذیل قابل تأمّل است:

الف- بیشتر مطالعات مذکور از نوع برنامه‌ریزی آرمانی فازی است که در آنها از توابع عضویت خطی استفاده شده است که استفاده از چنین توابع عضویتی با شرایط واقعی سازگار نمی‌باشد [۲].

ب- استفاده از توابع تک‌هدفه از دیگر مواردی است که می‌توان به آن اشاره نمود. حال آنکه وجود اهداف متنوع، متفاوت و گاه متضاد از دیگر نکات برجسته مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه است.

در تحقیق حاضر علاوه بر رفع نقایص فوق‌الذکر و در نظر گرفتن اهداف مختلف و تابع عضویت تانژانت‌هایپربولیک و همچنین مدنظر قرار دادن توأمان و مجزای عدم‌قطعیت‌های موجود در محیط (عدم‌قطعیت ضرایب بهره‌وری، عدم‌قطعیت منابع و عدم‌قطعیت ضرایب فنی) برای نخستین بار از الگوی برنامه‌ریزی امکانی استفاده شده‌است. همچنین از فن تحلیل سلسله مراتبی به منظور اولویت‌بندی اهداف زارعین و نیز از روش TOPSIS جهت تعیین اهمیت تأثیر عدم‌قطعیت‌های موجود در

[1] Stratified Sampling

محیط کشاورزی بر اهداف زارعین مورد استفاده قرار گرفته است که آن را از سایر مطالعات صورت‌گرفته در حوزه اقتصادکشاورزی متمایز می‌سازد.

۳- مبانی تئوریک

امکان، یک اندازه ذهنی‌است که در آن، شخص معتقد به وقوع یک حادثه یا رویداد است. بنابراین در صورتیکه شخص هیچ دلیلی، دال بر عدم وقوع یک رویداد نداشته باشد، اما شواهد و قرائن نشان‌دهنده وقوع یک رویداد باشند می‌توان برای هر رویداد، یک امکان را طراحی نمود. زاده تئوری مجموعه‌های فازی را به عنوان پایه و اساس تئوری امکان بکار برد. بر اساس تعریف وی، زمانی که وضعیت شامل مقادیر کمی غیرقطعی باشد، با کمک مجموعه‌های فازی شامل توزیع امکان، می‌توان اطلاعاتی را در خصوص متغیر مذکور بدست آورد شاکل امکان را به صورت درجه وقوع سهل و آسان یک رویداد تعریف نموده‌است[۷]. وی معتقد است چنانچه رویدادی به وقوع بپیوندد و هیچ شگفتی برای شخص ایجاد نشود، امکان وقوع آن رویداد برابر با یک خواهد بود. به عقیده وی در شرایطی که نتوان محیط عدم‌قطعیت تصمیم‌گیری را بازسازی نمود، باید بجای احتمال از امکان استفاده شود [۷].

بنابراین کاربرد تئوری امکان، در مواردی که دسترسی به اطلاعات وسیع مسیر نباشد، می‌تواند بسیار راهگشا باشد. زیرا بر اساس این تئوری، اهمیت ویژه اطلاعات، در مفهوم آنها نهفته بوده و اندازه کمّی آن در مقایسه با تئوری احتمالات دارای ارزش کمتری می‌باشد. در تئوری احتمال، تأکید اصلی بر اندازه‌گیری تعداد مشاهدات است، تا بر اساس آنها استنباط آماری صورت پذیرد. در دنیای واقعی مفهوم و معنی هرگزینه اطلاعاتی نقش مهم و مؤثری را در شکل‌گیری قضاوتهای انسانی ایفا می‌کند. نظریه امکان تلاش دارد تا با تأکید بر مفهوم اطلاعات، تحلیل عمیق‌تری از اطلاعات را بدست دهد.

ساختار کلی مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه امکانی، مشابه مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه است، با این تفاوت که در مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه امکانی، متغییرهای فازی با توزیع امکان بکار گرفته شده‌اند. اصولاً، استفاده از مدل‌های امکان به دلیل تعریف توزیع‌های امکان بر اساس محدودیت‌های واقعی سبب می‌گردد تا شرایط تطبیق مدل با دنیای واقعی فراهم شده و به عبارت دیگر، اطلاعات محدودتر اما مفیدتر، گاهی اوقات می‌توانند به تصمیمات صحیح‌تری منجر شوند. چرا که در فرایند تصمیم‌گیری، مفهوم اطلاعات، ارزش بیشتری نسبت به اندازه آن دارد. صورت کلی یک مسئله تصمیم‌گیری چندهدفه امکانی به شرح زیر است:

$$\begin{aligned} &Max \quad f_1(\widetilde{C}_1, x), \ldots, f_k(\widetilde{C}_k, x) \\ &S.t. \\ &x \in X = \left\{ x \middle| g_i(\widetilde{A}_i, x) \le 0, \forall_i \quad and \quad x \ge 0 \right\} \end{aligned} \qquad (۱)$$

جهت حل این نوع مسائل دو محدودیت عمده وجود دارد؛ یکی ابهام زدایی از تابع هدف و دیگری ابهام‌زدایی از محدودیت‌های مسئله است. با توجه به آنکه توزیع امکان مثلثی داده‌های مورد استفاده و نیز نوع مدل‌های مورد استفاده در تحقیق، روش‌های مختلفی جهت رفع ابهام از تابع هدف و محدودیت‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند که به دلیل وسیع بودن نوع مدل‌های مورد استفاده، صرفاً به عناوین آنها اشاره می‌شود:

برنامه‌ریزی تولید محصولات زراعی در شرایط عدم‌قطعیت کامل (رفع ابهام از ضرایب بهره‌وری با استفاده از روش لای‌وهوانگ- رفع ابهام از محدودیت‌ها با استفاده از روش رامیک و ریمانک). برنامه‌ریزی تولید محصولات زراعی در شرایط قطعیت منابع و عدم‌قطعیت ضرایب بهره‌وری و ضرایب فنی (رفع ابهام از ضرایب بهره‌وری با استفاده از روش لای‌وهوانگ- رفع ابهام از محدودیت‌ها با استفاده از تابع توزیع بتا). برنامه‌ریزی تولید محصولات زراعی در شرایط قطعیت ضرایب بهره‌وری و عدم‌قطعیت منابع و ضرایب فنی (رفع ابهام از ضرایب بهره‌وری و محدودیت‌ها با استفاده از روش تاناکا، ایچی‌هاشی‌وآسای). برنامه‌ریزی تولید محصولات زراعی در شرایط قطعیت ضرایب فنی و عدم‌قطعیت ضرایب بهره‌وری و منابع (رفع ابهام از ضرایب

بهره‌وری با استفاده از روش لای‌وهوانگ- رفع ابهام از محدودیت‌ها با استفاده از تابع توزیع بتا). پس از رفع ابهام از تابع هدف و محدودیت‌ها، روش Augmented Max-Min جهت حل مسائل برنامه‌ریزی چند هدفه امکانی مورد استفاده قرار گرفت که صورت کلی آن عبارت است از:

$$\begin{aligned} &Max \quad \alpha + \delta \ \sum_k W_k \mu_k^H(x) \\ &s.t. \\ &\alpha \le \mu_k^H(x), \quad \forall\ k \qquad and \qquad x \in X \end{aligned} \tag{۲}$$

که در آن α متغیری است جایگزین برای اندازه‌گیری درجه رضامندی، δ عددی بسیار کوچک همانند ۰/۰۱ است، W_k: نشان‌دهنده درجه اهمیت نسبی k امین هدف مورد نظر تصمیم‌گیرنده ، و $\mu_t^H\left(f_t(x)\right)$: تابع عضویت مربوط به هدفk ام می‌باشد که به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_k^H\left(f_k(x)\right) = \frac{\tanh\{((f_k(x) - b_k) * \alpha_k) + 1\}}{2}$$

$$b_t = \frac{f_k^m + f_k^*}{2} \quad ; \qquad \alpha_k = \frac{6}{f_k^* - f_k^m} \tag{۳}$$

که در آن f_t^* بهترین مقدار ممکن هدف k ام و f_t^m بدترین مقدار ممکن هدفk ام می‌باشد.

۴- کاربرد مدل‌های برنامه‌ریزی چندهدفه امکانی در شرایط عدم‌قطعیت کامل

شکل کلی مدل در حالت عدم‌قطعیت کامل که به عنوان مدل پایه در تحقیق، مورد استفاده قرار گرفته است، عبارتست از:

هدف حداکثرسازی سودناخالص $\quad Max \quad f_1(x) = \sum_{i=1}^{8} \widetilde{G}_{ij} x_{ij} \qquad j = 1,...,7$

هدف حداقل‌سازی هزینه‌های متغیر $\quad Min \quad f_2(x) = \sum_{i=1}^{8} \widetilde{C}_{ij} x_{ij} \qquad j = 1,...,7$

هدف حداکثرسازی بهره‌وری آب $\quad Max \quad f_3(x) = \sum_{i=1}^{8} \widetilde{P}_{ij} x_{ij} \qquad j = 1,...,7$

هدف حداکثرسازی سطح زیرکشت $\quad Max \quad f_4(x) = \sum_{i=1}^{8} x_{ij} \qquad j = 1,...,7$

s.t.

محدودیت منابع آب $\quad \sum_{i=1}^{8} \widetilde{a}_{ijk} x_{ij} \le \widetilde{b}_{jk} \qquad j = 1,...,7 \quad k = 1,...,4$

محدودیت مکانیزاسیون $\quad \sum_{i=1}^{8} \widetilde{a}_{ijk} x_{ij} \le \widetilde{b}_{jk} \qquad j = 1,...,7 \quad k = 1,...,4$

محدودیت سرمایه $\quad \sum_{i=1}^{8} \widetilde{a}_{ijk} x_{ij} \le \widetilde{b}_{jk} \qquad j = 1,...,7 \quad k = 1,2$

محدودیت نیروی کار $\quad \sum_{i=1}^{8} \widetilde{a}_{ijk} x_{ij} \le \widetilde{b}_{jk} \qquad j = 1,...,7 \quad k = 1,...,4$

محدودیت کل زمین‌های زراعی آبی قابل کشت $\quad \sum_{i=1}^{8} x_{ij} + FL_j = b_j \qquad j = 1,...,7$

$$x_{ij} \geq b_{ij} \qquad i = 1,...,8 \quad j = 1,...,7$$

محدودیت مدیریتی

$$\sum_{i=1}^{8} x_{ij} \geq b_j \qquad j = 1,...,7$$

محدودیت تناوب زراعی

$$x_{1j} + x_{2j} - x_{3j} - x_{4j} - x_{5j} - x_{6j} - x_{7j} - x_{8j} - FL_j \leq 0$$
$$-x_{1j} - x_{2j} + x_{3j} + x_{4j} - x_{5j} - x_{6j} - x_{7j} - x_{8j} - FL_j \leq 0$$
$$-x_{1j} - x_{2j} - x_{3j} - x_{4j} + x_{5j} + x_{6j} + x_{7j} + x_{8j} - FL_j \leq 0$$

که در آن:

اندیس i: نشان‌دهنده نوع محصول شامل i=۱ : گندم، i=۲ :جو، i=۳ :چغندرقند، i=۴ سیب‌زمینی، i=۵ :لوبیاچیتی، i=۶ :لوبیا قرمز، i=۷ :نخود و i=۸ :عدس. اندیس j : نشان‌دهنده منطقه شامل: ۱= j : منطقه (۱)، ۲= j : منطقه (۲)، ۳= j : منطقه (۳)، ۴= j : منطقه (۴)، ۵= j : منطقه (۵)، ۶= j : منطقه (۶) و ۷= j : منطقه (۷). اندیس k: نشان‌دهنده نوع محدودیت می‌باشد. G_{ij}: مقدار سوداخالص حاصل از کاشت یک هکتار از محصول i ام در منطقه j ام، C_{ij}: مقدار هزینه متغیر مورد نیاز جهت کاشت یک هکتار از محصول i ام در منطقه j ام، P_{ij} : بهره‌وری منابع آبی مورد استفاده در یک هکتار از محصول i ام در منطقه j ام، x_{ij} :سطح زیرکشت محصول i ام در منطقه j ام، a_{ijk}: ضریب فنی محدودیت k ام محصول i ام در منطقه j ام، b_{jk}: منابع موجود مربوط به محدودیت k ام در منطقه j ام و Fl_j : مقدار زمین‌های آیش موجود در منطقه j ام می‌باشد.

۵- اولویت‌بندی اهداف

نتایج حاصل از کاربرد فن تحلیل سلسله‌مراتبی، اقدام به تهیه پرسشنامه و تکمیل آن توسط زارعین منطقه گردید که در آن، زارعین با انجام مقایسات زوجی اهداف، میزان ارجحیت هر یک را با استفاده از طیف ساعتی مشخص نمودند. نایج حاصل از کاربرد این روش در جدول (۱) آورده شده است:

جدول شماره ۱- نتایج اولویت‌بندی اهداف با استفاده از فن تحلیل سلسله‌مراتبی(A.H.P)

نوع هدف	وزن
حداکثرسازی سود	۰/۱۹۰۶
حداقل سازی هزینه‌های متغیر	۰/۳۰۴۶
حداکثرسازی بهره‌وری آب	۰/۱۹۸۱
حداکثرسازی سطح زیرکشت	۰/۳۰۶۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود، در بین اهداف مذکور، هدف حداکثرسازی سطح زیرکشت، دارای بالاترین درجه اهمیت و پس از آن به ترتیب اهداف حداقل‌سازی هزینه‌های متغیر، حداکثرسازی بهره‌وری منابع آبی مورد استفاده و حداکثرسازی سوداخالص در رده‌های بعدی اهمیت قرار می‌گیرند.

۶- بررسی تأثیر و نقش میزان عدم‌قطعیت بر الگوی بهینه کشت و اهداف زارعین

پس از مشخص‌شدن وزن هر یک از اهداف، با استفاده از روش‌های مورد بحث در قسمت مبانی نظری تحقیق، مدل مذکور را با استفاده از نرم‌افزار Excel، به یک مدل چندهدفه قطعی تبدیل نموده و سپس با استفاده از روش‌های فازی حل مدل‌های چندهدفه اقدام به حل آن می‌گردد. با توجه به آنکه در حل مدل‌های چندهدفه با استفاده از روش فازی، از توابع عضویت استفاده می‌شود و نیز با عنایت به این مهم که در دنیای واقعی، هنگامی که سطح رضامندی یا درجه تابع عضویت با توجه به دستیابی به اهداف افزایش یافته و همزمان رضامندی نهایی تصمیم‌گیرنده کاهش یابد، از تابع عضویت غیرخطی تانژانت هایپربولیک استفاده می‌گردد. پس از آن با استفاده از روش حل Augmented Max-Min و همچنین سطوح برش (α)، اقدام به حل مدل برنامه‌ریزی چندهدفه امکانی در قالب مدل‌ها و سناریوهای عدم‌قطعیت کامل، کاهش ۲۵ درصدی عدم‌قطعیت، کاهش ۵۰ درصدی عدم‌قطعیت، کاهش ۷۵ درصدی عدم‌قطعیت و وضعیت قطعیت کامل گردید.

نتایج حاصل از کاربرد مدل‌های برنامه‌ریزی چندهدفه امکانی و همچنین سطوح مختلف عدم‌قطعیت و مقایسه آن با وضعیت موجود و نیز الگوی بهینه کشت در شرایط قطعیت کامل نشان می‌دهد که:

اولاً، تفاوت معنی‌داری بین سطوح زیرکشت محصولات مختلف در شرایط عدم‌قطعیت کامل (سناریوی ۱)، شرایط قطعیت کامل (سناریوی ۵) و همچنین وضعیت فعلی، وجود دارد که این تفاوتها ناشی از نقش و تأثیر عدم‌قطعیت بر الگوی بهینه کشت می‌باشد که عدم‌توجه به آن موجب معرفی الگویی خواهد شد که با شرایط واقعی، سازگار نمی‌باشد.

ثانیاً، تغییر در عدم‌قطعیت موجود (سناریوهای ۱ تا ۴) تغییرات متفاوتی را بسته به نوع محصول، در مناطق مختلف ایجاد می‌نماید که حداقل این تغییرات در محصول گندم مشاهده می‌شود که به دلیل ثبات حاکم بر وضعیت تولید و بازار این محصول می‌باشد و پس از محصول گندم، محصول چغندرقند، بیشترین ثبات سطح زیرکشت را در سناریوهای مختلف (سناریوهای ۱ تا ۴) داراست که دلیل آن را می‌توان در ثبات قیمتی این محصول و ارائه خدمات مورد نیاز جهت کاشت، داشت و برداشت این محصول و خرید تضمینی آن توسط کارخانه‌های قند، جستجو نمود. اما ثبات سطح زیرکشت سایر محصولات در سناریوهای مختلف (سناریوهای ۱ تا ۴)، آنگونه که در مورد محصولات گندم و چغندرقند مشاهده گردید، موجود نیست که که کمترین آن را می‌توان در محصول جو و بیشترین آن را در محصول سیب‌زمینی مشاهده نمود.

همچنین مقایسه مقادیر مربوط به سودناخالص در مناطق مختلف نشان می‌دهد که با افزایش میزان قطعیت، ممکن‌ترین مقدار سودناخالص حاصل از کاشت محصولات زراعی آبی، افزایش می‌یابد. همراه با افزایش میزان قطعیت، هرچند ممکن‌ترین مقدار سودناخالص افزایش یافته و امکان کاهش سودناخالص نیز کمتر می‌شود، اما امکان بدست‌آوردن سودناخالص بیشتر نیز کاهش می‌یابد.

همچنین با افزایش میزان قطعیت، به دلیل افزایش سطح زیرکشت، هزینه‌های متغیر حاصل از کاشت محصولات زراعی آبی در تمامی مناطق مورد مطالعه افزایش می‌یابد که البته افزایش هزینه متغیر در مناطق مختلف متفاوت بوده و با توجه به افزایش سطح زیرکشت و نیز تغییرات هزینه‌های متغیر در واحد سطح، متغیر است.

از سوی دیگر با توجه به آنکه بهره‌وری منابع آبی مورد استفاده حاصل تقسیم سودناخالص بر مقادیر آب مصرفی در واحد سطح است، بنابراین تغییرات آن تقریباً هم‌راستای تغییرات سودناخالص می‌باشد.

همچنین سطح زیرکشت محصولات زراعی آبی در مناطق مختلف نیز بدلیل قطعی‌شدن منابع مورد استفاده، افزایش می‌یابد که میزان این افزایش در مناطق مختلف متفاوت است.

۷- بررسی تأثیر و نقش عدم‌قطعیت‌های مختلف بر اهداف زارعین

به منظور بررسی تأثیر عدم‌قطعیت‌های مختلف بر اهداف و الگوی کشت زارعین، مدل برنامه‌ریزی امکانی با در نظر گرفتن اهداف زارعین و محدودیت‌های مختلف موجود در مناطق مورد مطالعه در شرایط عدم‌قطعیت کامل طراحی و با استفاده از روش‌های ذکر شده در مبانی تئوریک تحقیق حل گردید و آنگاه نتایج آن با نتایج حاصل از طراحی و حل مدل‌های قطعیت

منابع و عدم‌قطعیت ضرایب بهره‌وری و ضرایب فنی، قطعیت ضرایب بهره‌وری و عدم‌قطعیت ضرایب فنی و منابع و همچنین قطعیت ضرایب فنی و عدم‌قطعیت ضرایب بهره‌وری و منابع مقایسه گردید.

پس از طراحی و حل مدل‌های فوق‌الذکر، به منظور تعیین اهمیت نسبی هر یک از عدم‌قطعیت‌های موجود و تأثیر آن بر اهداف زارعین، از روش TOPSIS استفاده می‌شود. زیرا در این روش گزیدارهای مختلف با توجه به درجه اهمیت شاخص‌ها (اهداف)، قابل رتبه‌بندی می‌باشند. در این روش گزیدارهای مورد مقایسه شامل مدل‌های مختلف با فرض عدم‌قطعیت کامل، قطعیت منابع، قطعیت ضرایب بهره‌وری، قطعیت ضرایب فنی و قطعیت تمامی ضرایب و شاخصهای مورد استفاده جهت تعیین اولویت گزیدارها، اهداف زارعین می‌باشد. جدول (۲) نتایج حاصل از کاربرد روش TOPSIS را در مناطق مختلف مورد مطالعه نشان می‌دهد. اعداد مندرج در جدول به‌گونه‌ای‌است که بزرگتر بودن آن نشان‌دهنده نزدیکی نسبی گزیدار مربوطه با توجه به شاخص‌های مورد نظر می‌باشد.

جدول (۲): نتایج حاصل از کاربرد روش TOPSIS در اولویت‌بندی مدلهای مختلف به تفکیک مناطق مختلف

	منطقه (۱)	منطقه (۲)	منطقه (۳)	منطقه (۴)	منطقه (۵)	منطقه (۶)	منطقه (۷)
قطعیت منابع	۰/۳۶۶۹	۰/۲۳۲۴	۰/۳۱۵۰	۰/۶۰۱۲	۰/۴۸۳۶	۰/۴۴۹۴	۰/۱۲۵۸
قطعیت ضرایب بهره‌وری	۰/۴۶۹۷	۰/۳۰۷۹	۰/۶۴۰۴	۰/۴۱۲۵	۰/۴۳۰۲	۰/۴۳۵۸	۰/۵۷۸۱
قطعیت ضرایب فنی	۰/۳۵۰۶	۰/۲۱۰۰	۰/۳۲۶۸	۰/۳۴۵۵	۰/۴۸۳۹	۰/۴۶۱۲	۰/۱۵۷۷
قطعیت کامل	۱/۰۰۰۰	۰/۷۶۸۰	۰/۶۶۰۲	۰/۸۶۴۵	۰/۶۱۳۵	۰/۵۹۰۶	۰/۷۰۲۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از کاربرد این روش در مناطق مختلف نشان می‌دهد که در تمامی مناطق مورد مطالعه، اهمیت نسبی عدم‌قطعیت‌های مختلف با توجه به عدم‌قطعیت‌های هر منطقه با هم متفاوت است و در تمامی مناطق مورد مطالعه، وجود قطعیت کامل، بیشترین تأثیر را در دسترسی زارعین به اهداف مورد نظرشان ایفا می‌کند. به عبارت دیگر وجود توأمان تمامی عدم‌قطعیت‌های موجود بیشترین تأثیر را بر عدم دسترسی زراعین به اهداف مورد نظر آنها دارد. همچنین، نتایج مندرج در جدول فوق‌الذکر نشان می‌دهد که در مناطق (۱)، (۲)، (۳) و (۷)، قطعی‌شدن قیمت محصولات و نهاده‌ها، بیشترین تأثیر را در دستیابی زارعین به اهداف مورد نظرشان ایفا می‌کند که در منطقه (۴)، این نقش مربوط به قطعی‌شدن ماشین‌آلات کشاورزی و آب مورد استفاده و در منطقه (۵) و(۶)، قطعی‌شدن مقادیر مصرف نهاده‌ها در واحد سطح بیشترین تأثیر را دارا می‌باشند. همچنین در مناطق (۱)، (۲)، (۵) و (۶)، دومین عامل تأثیرگذار بر دستیابی زارعین به اهداف مورد نظرشان را، قطعیت منابع آب و مکانیزاسیون ایفا می‌کند. در حالیکه در منطقه (۴)، دومین عامل، مربوط به قطعیت قیمت محصولات و نهاده‌ها و در مناطق (۳) و (۷) مربوط به قطعیت مقادیر مصرف نهاده‌ها در واحد سطح می‌باشد.

سومین عامل تأثیرگذار بر اهداف زارعین در مناطق (۱)، (۲) و (۴)، مربوط به ضرایب فنی است که این نقش در مناطق (۳) و (۷) مربوط به قطعیت منابع و در مناطق (۵) و (۶) مربوط به قطعیت ضرایب بهره‌وری می‌باشد.

۸- پیشنهادها

۱- با توجه به آنکه میزان اهمیت هر یک از عدم‌قطعیت‌های موجود در بخش کشاورزی شامل عدم‌قطعیت در ضرایب بهره‌وری، عدم‌قطعیت در ضرایب فنی و عدم‌قطعیت در منابع با توجه به شرایط هر منطقه متفاوت است، قبل از اتخاذ هر گونه استراتژی جهت مقابله با عدم‌قطعیت، مطالعه دقیق منطقه و تعیین میزان تأثیر عدم‌قطعیت‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است

۲- با توجه به نتایج بدست آمده در خصوص تأثیر هر یک از عدم‌قطعیت‌های موجود بر اهداف زارعین مناطق (۱) و (۲)، اولویت سیاست‌های کاهش عدم‌قطعیت‌های موجود در این مناطق به شرح ذیل پیشنهاد می‌گردد: اولویت اول: کاهش عدم‌قطعیت سود ناخالص، هزینه‌های متغیر و بهره‌وری آب، اولویت دوم: کاهش عدم‌قطعیت منابع آبی و ماشین‌آلات کشاورزی و اولویت سوم: کاهش عدم‌قطعیت میزان مصرف نهاده‌ها در واحد سطح.

۳- با توجه به اولویتهای بدست آمده ناشی از کاربرد روش TOPSIS در مناطق (۳) و (۷)، اولویت سیاست‌های کاهش عدم‌قطعیت‌های موجود در این مناطق، به شرح ذیل پیشنهاد می‌گردد: اولویت اول: کاهش عدم‌قطعیت سود ناخالص، هزینه‌های متغیر و بهره‌وری آب، اولویت دوم: کاهش عدم‌قطعیت میزان مصرف نهاده‌ها در واحد سطح و اولویت سوم: کاهش عدم‌قطعیت منابع آبی و ماشین‌آلات کشاورزی.

۴- با توجه به نتایج حاصل از کاربرد روش TOPSIS در منطقه (۴)، اولویت سیاست‌های کاهش عدم‌قطعیت‌های موجود در مناطق مورد مطالعه باید با اولویتهای زیر اعمال گردد: اولویت اول: کاهش عدم‌قطعیت منابع آبی و ماشین‌آلات کشاورزی، اولویت دوم: کاهش عدم‌قطعیت سود ناخالص، هزینه‌های متغیر و بهره‌وری آب و اولویت سوم: کاهش عدم‌قطعیت میزان مصرف نهاده‌ها در واحد سطح.

۵- در مناطق (۵) و (۶)، با توجه به نتایج مندرج در جدول (۵-۱۱)، اولویت سیاست‌های کاهش عدم‌قطعیت عبارتست از: اولویت اول: کاهش عدم‌قطعیت میزان مصرف نهاده‌ها در واحد سطح، اولویت دوم: کاهش عدم‌قطعیت منابع آبی و ماشین‌آلات کشاورزی و اولویت سوم: کاهش عدم‌قطعیت سود ناخالص، هزینه‌های متغیر و بهره‌وری آب.

۶- با توجه به تأثیر منفی عدم‌قطعیت منابع مورد استفاده بر اهداف زارعین، ساماندهی بازار سرمایه، نیروی‌کار و مکانیزاسیون، به منظور تأمین نهاده‌های مورد نیاز آنان در زمان مقتضی، گام مهمی در جهت تأمین اهداف زارعین خواهد بود.

۷- با توجه به نقش عدم‌قطعیت سود حاصل از کاشت محصولات زراعی مختلف، توصیه می‌شود سیاست‌های مناسبی جهت کاهش عدم‌قطعیت عملکرد محصولات زراعی (نظیر استفاده از ارقام اصلاح‌شده متناسب با شرایط آب‌وهوایی هر منطقه) و نیز کاهش عدم‌قطعیت‌های قیمت محصولات کشاورزی (نظیر سیساست‌های حمایتی جهت کاهش نوسانات قیمتی و نیز بیمه محصولات کشاورزی) اتخاذ گردد.

۸- با توجه به تأثیر منفی عدم‌قطعیت ضرایب فنی بر اهداف زارعین در برخی از مناطق مورد مطالعه که ناشی از کاربرد نسبت‌های متفاوت نهاده‌های کشاورزی (آب، سرمایه، نیروی‌کار و مکانیزاسیون) در واحد سطح توسط زارعین مختلف می‌باشد، توصیه می‌شود با استفاده از خدمات ترویجی و آموزش نحوه و میزان استفاده از نهاده‌ها در واحد سطح، نسبت به استاندارد نمودن مقادیر استفاده از نهاده‌ها در واحد سطح در هر منطقه اقدام شود.

۹- با توجه به آنکه اطلاعات، بعنوان یک ابزار پایه برای مدیریت ریسک محسوب می‌شود و همچنین با توجه به خصیصه ذاتی اطلاعات[۱] که آن‌را از سایر نهاده‌های کشاورزی کاملاً متمایز می‌سازد، پیشنهاد می‌شود، با توجه به نقش کلیدی اطلاعات در شکل‌گیری انتظارات قیمتی و به تبع آن جهت‌گیری تولیدکنندگان و اتخاذ استراتژیهای بازاریابی توسط آنها، این اطلاعات متناسب با اهداف کلان دولت در بخش کشاورزی تولید و در اختیار زارعین قرار داده شودکه در این میان ایجاد بورس‌های محلی و منطقه‌ای محصولات کشاورزی به عنوان یکی از راهکارها، می‌تواند مدنظر قرار گیرد.

۱۰- با توجه به این نکته که در دنیای واقعی، هنگامی که سطح رضامندی یا درجه تابع عضویت افزایش می‌یابد، رضامندی نهایی تصمیم‌گیرنده کاهش می‌یابد، به جای استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی چندهدفه فازی با تابع عضویت خطی، از مدل‌های برنامه‌ریزی چندهدفه با تابع عضویت تانژانت هایپربولیک استفاده شود.

۱۱- هرچند با اتخاذ سیاست‌ها و راهکارهای مختلف می‌توان از میزان عدم‌قطعیت موجود در بخش کشاورزی کاست، اما با توجه به آنکه عدم‌قطعیت جزء لاینفک تصمیم‌گیری در بخش کشاورزی است، باید با اتخاذ استراتژی‌های مناسب، تا حد

۱- زمانیکه اطلاعات برای یک بار تولید شود، هزینه اقتصادی واقعی آن صفر خواهد شد، استفاده از آن پس از تولید محدود نمی‌باشد و به راحتی در بازارها جریان می‌یابد و قابل محدودکردن نیست و منافع آن تنها به استفاده‌کننده آن محدود نمی‌شود.

ممکن از این عامل ناخواسته بهره‌برداری نمود و با توجه به جنبه‌های مثبت و منفی ریسک و عدم‌قطعیت، استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی امکانی در سطح منطقه‌ای و مزارع توصیه می‌شود.

منابع و مآخذ:

[۱] عامل هاشمی، ص. (۱۳۸۰). توانمندی‌های توسعه کشاورزی ایران. انتشارات مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصادکشاورزی.

[2] Gupta, A.P., R. Harboe and M.T. Tabucunon (2000). Fuzzy multiple-criteria decision making for crop area planning in Narmada river basin. 63:1-18

[3] Havlicek, J. and P. Kucera (1997). Decision making in risk environment based on fuzzy linear programming. Sciential Agriculturae Bohemica, 28(3): 227-244.

[4] Mendoza, G.A. , B.B. Bare and Z. Zhou (1993). A fuzzy multiple objective linear programming approach to forest planning under uncertainty. Agricultural Systems, 41: 257-274.

[5] Miller, W.A., L.C. Leung, T.M. Azhar and S. Sargent (1997). Fuzzy production planning model for fresh tomato packing. International Journal of Production Economics, 53: 227-238.

[6] Nash, C.E. and C.B. Kensler (1989). Agriculture and risk management. FAO farm system management series, Food and agriculture organization of the united nations, Rome.

[7] Shackle, G.L.S. (1961). Decision, order and time in human affairs. Cambridge University Press, New York and Cambrige, U.K.

[8] Sher, A. and I. Amir (1993). Optimization with fuzzy constraints in agricultural production planning. Agricultural Systems, 45: 421-441.