نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۲۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، ص. ۹۱-۸۳

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 28, No. 1, Spring 2014, p. 83-91

# کاربرد برنامه‌ریزی فازی با رهیافت بازه‌ای در تعیین الگوی بهینه کشت شهرستان اسفراین

مهسا بهرامی نسب[۱]- آرش دوراندیش[۲*]- محمدرضا کهنسال[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۱۰/۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۲/۵

## چکیده

تعیین الگوی بهینه کشت با توجه به منابع در دسترس و در نظرگرفتن شرایط ریسک و نبود قطعیت بخش کشاورزی می‌تواند کشاورزان، مدیران و برنامه‌ریزان اقتصادی را در انتخاب نوع محصولات و میزان سطوح کشت آن‌ها یاری دهد. در این پژوهش مدل برنامه‌ریزی فازی با استفاده از رهیافت بازه‌ای، برای تعیین الگوی بهینه کشت در شهرستان اسفراین با لحاظ شرایط عدم قطعیت به‌کار گرفته شد. آمار و اطلاعات مورد نیاز از طریق جمع آوری ۱۲۸ پرسشنامه و مصاحبه‌ی حضوری با کشاورزان منطقه به‌صورت نمونه‌گیری تصادفی ساده، در سال ۱۳۹۲ تهیه شد. استفاده از سطوح مختلف آلفا برش در مدل مذکور، باعث شد که تمامی اطلاعات فازی مربوط به پارامترها بصورت جزء به جزء در عملیات بهینه‌سازی وارد شوند. نتایج برآورد مدل‌ها با لحاظ شرایط خوش بینانه و بدبینانه و تحت برش‌های آلفای متفاوت، حاکی از آنست که با افزایش میزان عدم قطعیت و ریسک یا بزرگتر شدن بازه‌ی نوسانات که در اثر برش‌های آلفای کوچکتر حاصل خواهد شد، سود حاصل از سیستم در شرایط خوش‌بینانه افزایش و در شرایط محافظه‌کارانه، کاهش خواهد یافت. محصولات ذرت علوفه‌ای، لوبیا قرمز و گندم در اکثر سناریوها، محصولات اقتصادی و بهینه برای کشت می‌باشند و پیشنهاد می‌گردد جهت بهبود وضعیت سودآوری کشاورزان و استفاده بهینه از منابع تولید، سیاست‌های تشویقی و حمایتی جهت گسترش تولید این محصولات توسط سازمان جهادکشاورزی استان خراسان شمالی و یا مدیریت جهادکشاورزی شهرستان اسفراین به اجرا گذاشته شود.

**واژه‌های کلیدی:** الگوی کشت، برش آلفا، برنامه‌ریزی فازی، رهیافت بازه‌ای، عدم قطعیت

## مقدمه

روند فزاینده جمعیت و افزایش نیاز به مواد غذایی، باعث افزایش تقاضا برای غذا و محصولات کشاورزی شده است. از طرف دیگر بخش کشاورزی نیز مانند سایر بخش‌های تولیدی همواره با کمبود نسبی و نارسایی در دسترسی به نهاده‌های مورد نیاز خود مواجه بوده است. بنابراین برنامه‌ریزی جهت چگونگی و انتخاب نوع و ترکیب کشت محصولات کشاورزی، با درنظر گرفتن منابع موجود، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود.

از سوی دیگر فعالیت در بخش کشاورزی با پدیده‌های طبیعی همچون سیل، خشکسالی، حمله‌ی آفت‌ها و مانند آن مواجه بوده و سبب شده تا کشاورزان با مجموعه ای از انواع ریسک و بی اطمینانی در قیمت محصولات، قیمت نهاده‌های تولید و میزان عملکرد محصولات مواجه باشند، که این امر خود به بی ثباتی درآمد کشاورزان خواهد انجامید (۱۹). وجود این عوامل که غیر قابل پیش‌بینی هستند، موجب شده است که مدیران و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی تصویری روشن و قطعی از وضعیت آینده برای برنامه‌ریزی و مدیریت بخش کشاورزی نداشته باشند (۱۴). بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان گفت که به دلیل ماهیت ویژه فعالیت‌های کشاورزی و تحت تأثیر قرارگرفتن نتایج تصمیمات از ریسک و عدم حتمیت این فعالیت‌ها، وارد کردن ریسک به هنگام برنامه‌ریزی برای چنین سیستم‌هایی امری ضروری می‌باشد و تصمیم گیرندگان نمی‌توانند نسبت به آن بی‌تفاوت باشند (۱۸). تعیین الگوی بهینه کشت با توجه به منابع در دسترس و در نظرگرفتن شرایط ریسک و نبود قطعیت بخش کشاورزی می‌تواند کشاورزان، مدیران و برنامه‌ریزان اقتصادی را در انتخاب نوع محصولات و میزان سطوح کشت آن‌ها یاری دهد (۱۱).

در زمینه تعیین الگوی کشت در شرایط عدم قطعیت پژوهش‌هایی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: آزادگان و همکاران (۱) به تعیین الگوی بهینه زراعی در شهرستان سبزوار با توجه به اهداف حداقل نمودن آب آبیاری، کود مصرفی و حداکثر کردن بازده ناخالص کشاورز در سه مزرعه کوچک، متوسط و بزرگ با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا،

۱، ۲ و ۳ – به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: dourandish@um.ac.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

دونوا و برنامه‌ریزی خطی پرداختند. نتایج نشان داد که با توجه به اهداف زیست محیطی و محدودیت‌های اعمال شده در مدل، بازده ناخالص کشاورز، در مزارع کوچک و بزرگ با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا بیشترین مقدار را نسبت به برنامه‌ریزی دونوا و خطی ساده دارا می‌باشد. همچنین نتایج بیانگر آن بود که کشاورزی در هر گروه مزارع بایستی به سمت تخصصی شدن الگوی کشت و حذف محصول جو آبی از الگوی کشت پیش رود. حسین زاده و همکاران (۵) به بررسی اثر هدفمندی یارانه‌ها برالگوی کشت شهرستان اسفراین با استفاده از برنامه‌ریزی بازه‌ای پرداختند. یافته‌های مطالعه آنان نشان داد که اگرچه کشاورزان در شرایط کنونی از تنوع محصولات کشاورزی بهره گرفته و سود در حد مناسبی را دارا می باشند، اما با لحاظ ریسک ضمنی در قالب متنوع سازی رفتارهای کشاورزان و در چارچوب هدفمند سازی یارانه‌ها می‌توان سودآوری واحدهای تولید را افزایش داد و از این طریق هدایت منطقه به سمت الگوی کشت منطقه‌ای را داشت. رستگاری پور و صبوحی (۶) به تدوین الگوی کشت همسو با کشاورزی پایدار با استفاده از برنامه‌ریزی کسری خاکستری در شهرستان قوچان پرداختند. بر این اساس محدوده‌ی تغییرات سطح زیر کشت گندم آبی و دیم، جو آبی و دیم، چغندرقند و یونجه تعیین شد. نتایج نشان داد که شاخص پایداری نسبت به کود ازت در حالت برنامه‌ریزی کسری در بازه‌ی برنامه‌ریزی بازه‌ای کسری خاکستری قرار گرفته و نسبت به الگوی کشت فعلی بهبود یافته است. همچنین، سطح زیر کشت فعلی گندم در بازه الگوی کشت پایدار قرار دارد. مردانی و همکاران (۷)، با استفاده از برنامه‌ریزی چند منظوره در شرایط عدم حتمیت به تعیین الگوی بهینه کشت در شهرستان مشهد پرداختند. اهداف مورد نظر حداقل کردن هزینه تولید محصولات و حداکثر کردن درآمد خالص کشاورزان بوده و برای اعمال شرایط عدم حتمیت در مدل برنامه‌ریزی چند هدفه از مدل بهینه‌سازی با پارامترهای کنترل کننده میزان محافظه‌کاری استفاده کردند. چهار الگوی بهینه‌ی کشت با استفاده از چهار سطح احتمال انحراف از کران آن محدودیت (۰/۰۱، ۰/۲، ۰/۵ و ۱) در شرایط عدم حتمیت برآورد شد. یافته‌های مطالعه‌ی آن‌ها نشان داد که با کاهش میزان عدم حتمیت، سطح زیرکشت کل و درآمد ناخالص کشاورزان افزایش می‌یابد. سیاست‌های بیمه‌ای در جهت کاهش ریسک قیمتی یا تولیدی و سیاست قیمت تضمینی برای محصولاتی که با افزایش میزان عدم حتمیت در مدل، الگوهای بهینه کشت را تحت تأثیر قرار می‌دهند، توصیه شد. پاکدامن و نجفی (۴) از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه قطعی و فازی، برای تعیین الگوی بهینه کشت در دشت نیلاب استان اصفهان استفاده کردند. نتایج مدل‌های قطعی و فازی نشان داد که به ترتیب امکان افزایش ۴ و ۵۰ درصدی بازده برنامه‌ای نسبت به برنامه فعلی وجود دارد. همچنین اجرای این برنامه‌ها به ترتیب موجب افزایش اشتغال نیروی کار به میزان ۳۱ و ۲۰ درصد می‌شود.

کایر و همکاران (۱۵)، به منظور حداکثر کردن درآمد خالص و صرفه جویی در مصرف آب، به تعیین الگوی بهینه‌ی کشت با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی خطی در پنجاب پرداختند. نتایج نشان داد که استفاده از محصولات جدید مانند پنبه در الگوی کشت، درآمد را در حدود ۴ درصد افزایش می دهد و ۲۶/۵۵ درصد باعث صرفه جویی در مصرف آب می‌شود. ال- هوری و ایدریس (۱۰)، با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی خطی به تعیین الگوی بهینه کشت و تخصیص منابع در ۴ منطقه واقع در شمال سودان پرداختند. نتایج نشان داد که در حالت بهینه، درآمد خالص در این مناطق به ترتیب ۷۷/۳، ۷۳، ۴۹/۴ و۱۲۱ درصد بیشتر از موقعیت فعلی می‌باشد. شارما و همکاران (۱۷) با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی فازی به بهینه‌سازی الگوی کشت در منطقه قاضی‌آباد هند پرداختند. اهداف این مطالعه شامل تولید محصول، سود خالص، احتیاجات آبی و نیروی کار و استفاده از ماشین‌آلات به صورت فازی درنظر گرفته شدند. اهداف فازی در این مطالعه به وسیله وارد کردن متغیرهای اغماض به محدودیت‌های خطی تبدیل شدند و الگو، مجموع وزنی متغیرهای اغماض را برای بالاترین درجه‌های عضویت، حداقل نمود. همچنین به عنوان یک تحلیل حساسیت، الگو تحت ساختارهای وزنی مختلف مشخص شده به وسیله تصمیم‌گیرنده حل شد. در نهایت به این نتیجه رسیدند که رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی فازی تکنیک بهتری نسبت به رهیافت‌های یک هدفه می‌باشد، به خصوص هنگامی‌که چندین هدف متضاد در الگو وجود داشته باشد. بیسواز و باران‌پال (۹) در مطالعه‌ای تحت عنوان کاربرد برنامه‌ریزی هدف فازی در استفاده از زمین برای طرح‌های کشاورزی، به کمک تکنیک برنامه‌ریزی هدف فازی سعی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی در منطقه‌ای واقع در بنگال غربی نمودند. نتایج حاکی از آن بود که مدل مورد استفاده این قابلیت را نسبت به سایر مدل‌های برنامه‌ریزی هدف فازی داراست که تصمیم‌گیرنده می‌تواند درجه اهمیت و اولویت هر یک از اهداف مورد نظر را در نتایج بدست آمده از مدل دخالت دهد. از سویی دیگر نتایج بدست آمده از این مدل نسبت به مدل‌های برنامه‌ریزی کلاسیک دارای سازگاری بیشتری با محیط‌های کشاورزی می‌باشد. ایتوه و همکاران (۱۳) در مطالعه‌ای با استفاده از ضرایب و پارامترهای فازی و تصادفی، تکنیکی برای تعیین الگوی کشت محصولات کشاورزی ارائه نمودند. نتایج حاکی از آن است که مدل مورد بررسی بسیاری از نقاط ضعف مدل‌های برنامه‌ریزی خطی کلاسیک را رفع کرده و جواب‌های حاصل به شرایط دنیای واقعی نزدیک‌تر بوده است.

بخش کشاورزی در شهرستان اسفراین واقع در استان خراسان شمالی، از اهمیت و جایگاه خاصی برخوردار بوده و از فعالیت‌های اصلی اقتصادی این منطقه بشمار می‌رود. میانگین سطح زیرکشت محصولات زراعی آبی و دیم این شهرستان حدود ۳۹ هزار هکتار و

Archive of SID

www.SID.ir

متوسط تولید این محصولات حدود ۱۰۰ هزار تن می‌باشد (۲). اما کشاورزی در این منطقه به دلیل استفاده کشاورزان از الگوی کشتی که بر اساس تجربه در منطقه حکم‌فرما بوده، همواره در سطح پایینی از لحاظ سودآوری و رفاهی قرار داشته است. همچنین برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی، موجب نشست زمین، ممنوع استفاده شدن دشت‌ها و شور یا خشک شدن چاه‌ها شده است که در برخی موارد بیکاری کشاورزان را نیز در پی داشته است. لذا با توجه به مطالب ذکرشده، تهیه الگوی بهینه کشت برای انجام عملیات زراعی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف مطالعه حاضر تعیین الگوی بهینه زراعی این منطقه با درنظر گرفتن شرایط عدم قطعیت است. به این منظور از برنامه‌ریزی فازی با رهیافت بازه‌ای استفاده شده است. لازم به‌ذکر است که تاکنون در کشور مطالعه‌ای در خصوص کاربرد برنامه‌ریزی فازی با استفاده از رهیافت بازه‌ای در تهیه الگوی بهینه کشت انجام نشده است.

## مواد و روش‌ها

فرآیند تولید کشاورزی همواره با ریسک و عدم قطعیت همراه می‌باشد. لذا توجه به ریسک و عدم قطعیت در برنامه‌ریزی برای سیستم‌های کشاورزی امری ضروری به نظر می‌رسد. از آنجا که عدم قطعیت در مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی می‌تواند مقادیر در دسترس منابع برای تولید محصولات، قیمت محصولات و قیمت نهاده‌ها را در برگیرد، از این رو رهیافت‌های برنامه‌ریزی ریاضی کلاسیک به دلیل نیاز به اطلاعات و داده‌های دقیق و قطعی نمی‌توانند نتایج قابل قبولی را ارائه نمایند (۳). بنابراین توسعه و استفاده از رهیافت‌های برنامه-ریزی ریاضی تحت شرایط عدم قطعیت برای توصیف و بحث روی مسائل تصمیم‌گیری واقعی با داده‌های نادقیق، مناسب و منطقی است. روش‌های مختلفی برای لحاظ نمودن عدم قطعیت در برنامه‌ریزی زراعی مورد توجه قرار گرفته است که از جمله این رهیافت‌ها، نظریه فازی و بازه‌ای می‌باشد. مدل برنامه‌ریزی فازی به دلیل اینکه امکان دخالت داده‌های غیردقیق و مبهم را در پارامترهای مدل به تصمیم-گیرندگان می‌دهد، نسبت به مدل‌های کلاسیک برنامه‌ریزی ریاضی برای استفاده در مسائل بهینه‌سازی الگوی کشت محصولات کشاورزی دارای کاربرد و انعطاف پذیری بیشتری است و نتایج قابل اعتمادتری ارائه می‌دهد (۹). یکی دیگر از روش‌هایی که می‌توان به کمک آن مقادیر نادقیق ناشی از شرایط ریسک و نبود قطعیت را هم در ضرایب تابع هدف و هم در ضرایب فنی و مقادیر سمت راست قیود و محدودیت‌های مسئله وارد نمود، منطق بازه‌ای می‌باشد (۱۶). از این رو در این مطالعه سعی بر آن است تا با بکارگیری هر دو رهیافت مذکور (فازی و بازه‌ای)، مدلی با قابلیت بالاتر برای لحاظ کردن عدم قطعیت، ارائه گردد.

یک مدل برنامه‌ریزی خطی فازی به صورت زیر است (۸):

$$Z = \sum_{j=1}^{n} \tilde{c}_j \, x_j$$

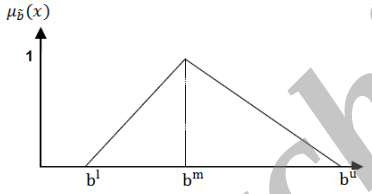
Subject to

$$\sum_{j=1}^{n} \tilde{a}_{ij} \, x_j \le \tilde{b}_i \qquad i = 1,2,\dots,m \qquad (۱)$$

$$x_j \ge 0 \qquad j = 1, 2, \dots, n$$

که در آن $\tilde{c}_j$ ، $\tilde{a}_{ij}$ و $\tilde{b}_i$ اعداد فازی هستند که می‌توانند دارای توابع عضویتی نظیر توابع مثلثی، گاما، S، ذوزنقه و یا گوسی باشند، که در مطالعه حاضر از تابع عضویت مثلثی برای مدل کردن درجه عضویت استفاده شده است. برای مثال عدد فازی $\tilde{b}$ با تابع عضویت مثلثی با نماد $\mu_{\tilde{b}}(x)$ و بصورت سه پارامتر $b^l , b^m , b^u$ نشان داده می‌شود که به ترتیب بیانگر حد نوسان بالا، مقدار متوسط و حد نوسان پایین مربوط به این عدد فازی می‌باشند. تابع عضویت این عدد که در شکل ۱ نشان داده شده، عبارتست از:

$$\mu_{\tilde{b}}(x) = \begin{cases} 1 + \dfrac{b^m - x}{b^l - b^m} & b^l \le x \le b^m \\ 1 + \dfrac{b^m - x}{b^u - b^m} & b^m \le x \le b^u \\ 0 & x \le b^l \ , x \ge b^u \end{cases} \qquad (۲)$$




**شکل ۱- نمودار تابع عضویت عدد مثلثی $\tilde{b}$**

با توجه به مجموعه‌های برش در اعداد فازی، می‌توان یک مدل با ضرایب فازی (همانند مدل ۱) را به یک مسأله برنامه‌ریزی بازه‌ای تبدیل نمود. در واقع محاسبات بهینه‌سازی در مجموعه‌های فازی بر اساس برش $\alpha$ بر روی توابع عضویت تعریف می‌شود که این برش برای یک مجموعه‌ی فازی بین صفر و یک است. با اعمال عملیات برش $\alpha$ بر روی توابع عضویت محدب فازی، توابع عضویت به بازه‌های بسته‌ای تبدیل می‌شوند و بر این اساس، محاسبات بر روی بازه‌ها و با استفاده از ریاضیات بازه‌ای انجام خواهد شد (۱۲). برش $\alpha$ این تابع عضویت به ازای $\alpha \in [0,1]$ بازه بسته $[\underline{b}, \overline{b}]$ خواهد بود که با توجه به تابع عضویت عدد فازی $\tilde{b}$ داریم:

$$\tilde{b}_\alpha = [\underline{b}, \overline{b}] = [\alpha . b^m + (1-\alpha) b^l \ , \alpha . b^m + (1-\alpha) b^u] \qquad (۳)$$

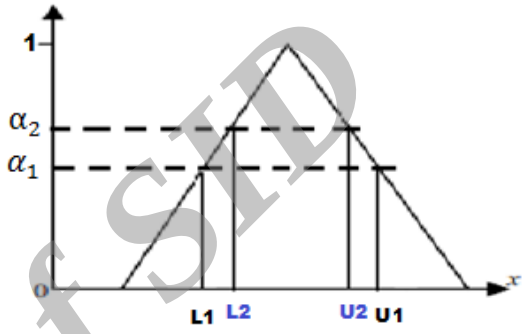
Archive of SID

www.SID.ir

که $\overline{b}$ و $\underline{b}$ به ترتیب معرف حدود بالا و پایین بازه هستند.

با بزرگ شدن آلفا برش از صفر به سمت ۱، بازه‌ی حاصله از برش‌ها، کوچکتر خواهد شد، به طوری که در آلفا مساوی یک، این بازه به یک عدد قطعی که برابر با مقدار متوسط مجموعه‌ی فازی است، تبدیل می‌شود. به‌عنوان مثال اگر $0 \le \alpha_1 \le \alpha_2 \le 1$ ، آن گاه بازه‌ای که توسط برش $\alpha_1$ ایجاد می‌شود، شامل بازه‌ای است که توسط برش $\alpha_2$ تولید می‌شود یعنی $[L2,U2] \subset [L1,U1]$.

در واقع بازه‌ی حاصل از برش $\alpha_2$ برابر با فاصله $[L2,U2]$ است؛ که در داخل بازه‌ی حاصل از برش $\alpha_1$ یعنی $[L1,U1]$ قرار گرفته است (شکل ۲).




**شکل ۲- بازه‌های ایجاد شده توسط $\alpha_1$ و $\alpha_2$**

به این ترتیب با اعمال برش $\alpha$ بر روی ضرایب تابع هدف، و ضرایب تکنولوژیکیِ مسئله برنامه‌ریزی فازی (مدل ۱)، همانند مقادیر سمت راست $(\tilde{b}_i)$، اعداد فازی فوق، به بازه‌های زیر تبدیل می‌شود.

$$\tilde{c}_{j_\alpha} = [\underline{c_j}, \overline{c_j}] = [\alpha.c_j^m + (1-\alpha)c_j^l \ , \alpha.c_j^m + (1-\alpha)c_j^u \ ] \quad (۴)$$

$$\tilde{a}_{ij_\alpha} = [\underline{a_{ij}}, \overline{a_{ij}}] = [\alpha.a_{ij}^m + (1-\alpha)a_{ij}^l \ , \alpha.a_{ij}^m + (1-\alpha)a_{ij}^u] \quad (۵)$$

$$\tilde{b}_{i_\alpha} = [\underline{b_i}, \overline{b_i}] = [\alpha.b_i^m + (1-\alpha)b_i^l \ , \alpha.b_i^m + (1-\alpha)b_i^u] \quad (۶)$$

با جایگزینی عبارات فوق در مدل (۱)، مدل زیر حاصل خواهد شد:

$$\begin{aligned} & MAX\ Z = \sum_{j=1}^{n} [\alpha.c_j^m + (1-\alpha)c_j^l \ , \alpha.c_j^m + (1-\alpha)c_j^u \ ] x_j \\ & \sum_{j=1}^{n} [\alpha.a_{ij}^m + (1-\alpha)a_{ij}^l \ , \alpha.a_{ij}^m + (1-\alpha)a_{ij}^u \ ] x_j \\ & \qquad \le [\alpha.b_i^m + (1-\alpha)b_i^l \ , \alpha.b_i^m + (1-\alpha)b_i^u \ ] \\ & i = 1,2,\dots,m \\ & x_j \ge 0 \qquad j = 1,2,\dots,n \end{aligned} \quad (۷)$$

با حل مدل ۷ به ازای $\alpha$ برش‌های متفاوت، این مدل به یک مدل برنامه‌ریزی خطی بازه‌ای به صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$Max\ Z = \sum_{j=1}^{n} [\underline{c_j}, \overline{c_j}] x_j$$

$$s.t. \sum_{j=1}^{n} [\underline{a_{ij}}, \overline{a_{ij}}] x_j \le [\underline{b_j}, \overline{b_j}] \qquad i = 1,2,\dots,m \quad (۸)$$

$$x_j \ge 0 \qquad j = 1,2,\dots,n$$

که با استفاده از روش حل برنامه‌ریزی بازه‌ای و طبق روش تانگ شوچنگ، بصورت زیر قابل برآورد است.

بر اساس روش تانگ شوچنگ، حد بالای تابع هدف و متغیر تصمیم $(x^+)$ از حل زیرمدل ۹ بدست می‌آید:

$$Max\ \overline{Z} = \sum_{i=1}^{n} \overline{c}\, x_j$$

$$s.t. \sum_{j=1}^{n} \underline{a_{ij}}\, x_j \le \overline{b_i} \qquad i = 1,2,\dots,m \quad (۹)$$

با حل زیرمدل ۱۰ نیز حد پایین تابع هدف و متغیر تصمیم $(x^-)$ بدست خواهد آمد:

$$Max\ \underline{Z} = \sum_{i=1}^{n} \underline{c}\, x_j$$

$$s.t. \sum_{j=1}^{n} \overline{a_{ij}}\, x_j \le \underline{b_i} \qquad i = 1,2,\dots,m \quad (۱۰)$$

برآورد نتایج دو زیرمدل بالا و پایین، نشان دهنده‌ی در نظرگرفتن شرایط خوش بینانه و بدبینانه برای برآورد مدل است. در واقع حد بالای مدل با در نظرگرفتن شرایط خوش بینانه برآورد می‌شود و در چنین شرایطی حد بالای تابع هدف (سود) و متغیرهای تصمیم بدست می‌آید. این حد بالای سود از بیشترین مقدار در دسترس از منابع محدود $(b_i)$ و کمترین مقدار نیاز محصولات از این منابع $(a_{ij})$ حاصل خواهد شد که بیانگر همان شرایط خوش‌بینانه می‌باشد. در ارتباط با حد پایین مدل (شرایط بدبینانه) نیز عکس این موضوع صادق است. الگوی نظری در مطالعه حاضر با بکارگیری برنامه‌ریزی فازی با رهیافت بازه‌ای، به صورت رابطه ۱۱ خواهد بود که در این رابطه محدودیت‌های ۱ تا ۸، به عنوان قیود مسأله با هدف حداکثر کردن سود ناخالص کل وارد مدل شده‌اند. علامت ~ در رابطه ۱۱، بیانگر فازی بودن پارامترهای موجود در مدل می‌باشد. نماد j مربوط به نام محصولات مختلف کشت شده توسط بهره‌برداران نمونه می‌باشد. این محصولات شامل زیره سبز، ذرت علوفه‌ای، کنجد، جارو، یونجه‌آبی، آفتابگردان، لوبیا قرمز، چغندرقند، پنبه، گندم، جو، هندوانه دانه‌ای،

Archive of SID

www.SID.ir

هندوانه میوه‌ای و خربزه می‌باشند که به ترتیب با نماد $x_1$ تا $x_{14}$ به عنوان متغیرهای تصمیم، مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

$$\text{MAX} \quad f = \sum_{j=1}^{14} \tilde{C}_j x_j \qquad (۱۱)$$

Subject to

$$1) \sum_{j} x_j \le \tilde{L}and_1$$

$$2) \sum_{\mathrm{j}} x_j \le \tilde{L}and_2$$

$$3) \sum_{\mathrm{j}} x_j \le \tilde{L}and_3$$

$$4) \sum_{j=1}^{14} \widetilde{ca}_j x_j \le \tilde{C}apital$$

$$5) \sum_{j=1}^{14} \tilde{w}_j x_j \le \tilde{W}ater$$

$$6) \sum_{\mathrm{j}} \tilde{l}_{\mathrm{W}j} x_j \le \tilde{L}abour_{\mathrm{W}} \quad \mathrm{j} = 1,3,4,6,7,8,9,12,13,14$$

$$7) \sum_{j} \tilde{l}_{\mathrm{H}j} x_j \le \tilde{L}abour_{\mathrm{H}} \quad \mathrm{j} = 1,3,4,6,7,8,9$$

$$8) \; x_j \ge 0$$

$\tilde{C}_j$ معرف بازده برنامه‌ای مربوط به کشت یک هکتار از هر یک از محصولات الگو (بر حسب هزار تومان) است. ردیف‌های شماره ۱، ۲ و ۳ در رابطه ۱۱، مربوط به محدودیت زمین در ۳ دوره است که با توجه به تاریخ کشت محصولات، در هر دوره امکان کشت برخی از آن‌ها وجود دارد. در دوره اول، امکان کشت زیره‌سبز، گندم و جو؛ در دوره دوم امکان کشت تمامی محصولات موجود در الگو بجز ذرت علوفه‌ای و در دوره سوم نیز امکان کشت تمامی محصولات بجز زیره سبز، گندم و جو، وجود دارد. عبارت سمت راست این محدودیت‌ها، معرف مقدار کل در دسترس از منبع محدود زمین (بر حسب هکتار) می‌باشد. محدودیت‌های شماره ۴ و ۵ به ترتیب مربوط به سرمایه و آب می‌باشد و عبارات سمت راست هر یک از این نامعادلات به ترتیب بیانگر میزان دردسترس از هر یک از منابع محدود سرمایه (هزار تومان) و آب (بر حسب مترمکعب) است. محدودیت‌های ۶ و ۷، به ترتیب محدودیت نیروی کار در هر مرحله از وجین و برداشت بوده و عبارات سمت راست مربوط به این دو محدودیت، معرف تعداد کل نیروی انسانی موجود (بر حسب نفر روز) در هر مرحله از وجین و برداشت می‌باشد. ردیف شماره ۸ نیز، محدودیت غیر منفی بودن متغیرهای تصمیم (سطح زیرکشت محصولات زراعی) می‌باشد. هر یک از نمادهای $\widetilde{ca}_j$، $\tilde{w}_j$، $\tilde{l}_{\mathrm{W}j}$ و $\tilde{l}_{\mathrm{H}j}$ به ترتیب معرف مقدار نیاز یک هکتار از محصولات زراعی موجود در الگو، از منابع محدود سرمایه، آب و نیروی کار برای وجین و برداشت می‌باشد. همانگونه در فرم کلی مدل (رابطه ۱۱) مشاهده می‌شود، تمامی پارامترهای موجود در مدل، شامل ضرایب تابع هدف، ضرایب فنی و مقادیر سمت راست، همگی به صورت فازی و نادقیق هستند که تابع عضویت آن‌ها نیز بصورت مثلثی می‌باشد که با اعمال سطوح مختلف آلفا برش بر روی این توابع عضویت می‌توان آن‌ها را به بازه‌های بسته‌ای تبدیل نمود و بدین وسیله عدم قطعیت موجود در تمامی داده‌ها و اطلاعات مربوط به الگوی کشت را در سناریوهای مختلف در مدل وارد کرد.

آمار و اطلاعات پژوهش از طریق جمع آوری ۱۲۸ پرسشنامه و مصاحبه‌ی حضوری با کشاورزان شهرستان اسفراین که از آب چاه برای آبیاری مزارع خود استفاده می‌کنند و محدودیت عمده و اصلی آن‌ها، آب می‌باشد؛ به صورت نمونه‌گیری تصادفی ساده، در سال ۱۳۹۲ تهیه شده است. سپس بهره‌برداران نمونه بر اساس روش متوسط منابع و با استفاده از نرم‌افزار SPSS، به دو گروه همگن کمتر از ۶ هکتار و بیشتر از ۶ هکتار تقسیم بندی شدند.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از مدل برنامه‌ریزی فازی با رهیافت بازه‌ای بر اساس زیر مدل‌های بالا و پایین و تحت برش‌های متفاوت آلفا برای توابع عضویت فازی مربوط به تمامی پارامترهای موجود در مدل، در جداول شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است. با توجه به روش مورد استفاده در پژوهش، محاسبات بهینه‌سازی بر اساس سطوح متفاوت آلفا برش (یعنی $\alpha$ =۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱) بر روی توابع عضویت صورت پذیرفت. در واقع با استفاده از آلفا برش‌های متفاوت، تمامی اطلاعات فازی مربوط به پارامترها به صورت بخش بخش و جزء به جزء در عملیات بهینه‌سازی وارد شدند و الگوی کشت برای هر یک از گروه‌های همگن تعیین شد.

نتایج برآورد مدل‌ها در شرایط عدم قطعیت برای گروه همگن بزرگتر از ۶ هکتار، که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است؛ بیانگر آنست که در خوشبینانه‌ترین و بهترین شرایط موجود (یعنی بالاترین میزان در دسترس از منابع محدود، پایین ترین میزان نیاز محصولات از منابع محدودکننده‌ی تولید و بالاترین میزان بازده حاصل از کشت محصولات)؛ هنگامی که با حداکثر بازه‌ی نوسانات یعنی بازه‌ی حاصل از برش $\alpha$ =۰ مواجه باشیم، بیشترین بازده برنامه‌ای (حدود ۵۹/۵ میلیون تومان) حاصل خواهد شد. در واقع در شرایط خوش‌بینانه (حد بالای مدل)، چون حداکثر بازه‌ی عدم قطعیت و نوسانات موجود (که

Archive of SID

www.SID.ir

توسط برش $\alpha$ =۰ ایجاد شده) به دسترسی بیشتر به منابع محدود و نیاز کمتر محصولات از این منابع محدود کننده می‌انجامد، بیشترین سود حاصل از الگوی کشت، حاصل خواهد شد و این بیشترین میزان سود، از الگوی کشتی شامل محصولات زیره‌سبز، ذرت علوفه‌ای، لوبیا قرمز و گندم بدست می‌آید.

اما در همین شرایط خوش بینانه، با کوچکترشدن بازه‌ی نوسانات که نتیجه‌ی برش‌های آلفایِ بزرگتر خواهد بود ($0 < \alpha \leq 0/5$)، میزان سود حاصل از سیستم نیز به‌تدریج کاهش پیدا خواهد کرد (در $\alpha$ =۰/۲۵ سود حاصله حدود ۵۱/۵ میلیون و در $\alpha$ =۰/۵ میزان سود در حدود ۴۴/۵ میلیون تومان خواهد بود) اما مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین محصولات قابل کشت، همان محصولات زیره‌سبز، ذرت علوفه‌ای، لوبیا قرمز و گندم می‌باشند. به همین ترتیب در چنین شرایطی با کوچکتر شدن بازه‌ی نوسانات حاصل از آلفا برش‌های بزرگتر ($0/5 < \alpha < 1$) که به کاهش عدم قطعیت می‌انجامد، میزان سود حاصل از سیستم کاهش یافته (بطور مثال در $\alpha$ =۰/۷۵ میزان سود به حدود ۳۸ میلیون تومان می‌رسد) و الگوی بهینه کشت شامل محصولات ذرت علوفه‌ای، لوبیا قرمز و گندم خواهد بود، در واقع محصول زیره سبز از الگوی بهینه تحت این شرایط حذف خواهد شد و این موضوع می‌تواند به این دلیل باشد که کشت این محصول تنها در شرایطی که با ریسک و عدم قطعیت زیاد همراه است، اقتصادی خواهد بود و در غیراین صورت، زیره سبز محصول بهینه برای کشت نمی‌باشد.

همچنین نتایج حاکی از آن است که در برش $\alpha$ =۱ که تمامی پارامترها (ضرایب فنی، ضرایب تابع هدف و مقادیر سمت راستی) در مقدار متوسط و میانگین خود قرار دارند، مقدار سود حاصل از سیستم نیز در مقدار متوسط خود خواهد بود (تقریبا ۳۲ میلیون تومان) و از بین محصولات موجود در الگوی کشت فعلی تنها محصولات ذرت علوفه‌ای، لوبیا قرمز و گندم به عنوان الگوی بهینه پیشنهاد می‌شود. سود حاصل از الگوی بهینه نیز در این حالت حدود ۱/۹ برابر بیشتر از سود حاصل از الگوی کشت فعلی (حدود ۱۷ میلیون تومان) برای این گروه همگن می‌باشد. در واقع سود حاصل از الگوی کشت بهینه برای این گروه در حدود ۱۵ میلیون تومان بیشتر از سود حاصل از الگوی کشت فعلی می‌باشد.

نتایج حاصل از برآورد مدل‌ها در بدبینانه‌ترین شرایط (کمترین میزان در دسترس از منابع محدود و بالاترین میزان نیاز محصولات از این منابع محدودکننده که بیانگر حد پایین مدل است) نشان می‌دهد که با افزایش میزان ریسک یا بزرگتر شدن بازه‌ی نوسانات، سود حاصل از سیستم برخلاف حالت خوش‌بینانه، کاهش خواهد یافت. به‌طوری‌که در چنین شرایطی در $\alpha$ =۰/۷۵ میزان سود حدود ۲۷ میلیون تومان است و الگوی کشت در چنین شرایط بدبینانه‌ای نیز همان محصولات ذرت علوفه‌ای، لوبیا قرمز و گندم می‌باشد و در $\alpha$ =۰/۲۵ مقدار سود به حدود ۱۹/۸ میلیون تومان می‌رسد. اما با وجود چنین شرایطی و در حداکثر میزان ریسک و عدم قطعیت موجود (یا بزرگترین بازه‌ی نوسانات که توسط برش $\alpha$ =۰ ایجاد شده)، با کمترین میزان سود حاصل از سیستم مواجه خواهیم بود – یعنی ۱۵/۷ میلیون تومان– و این مقدار سود نیز از کشت لوبیا قرمز و ذرت علوفه‌ای حاصل خواهد شد.

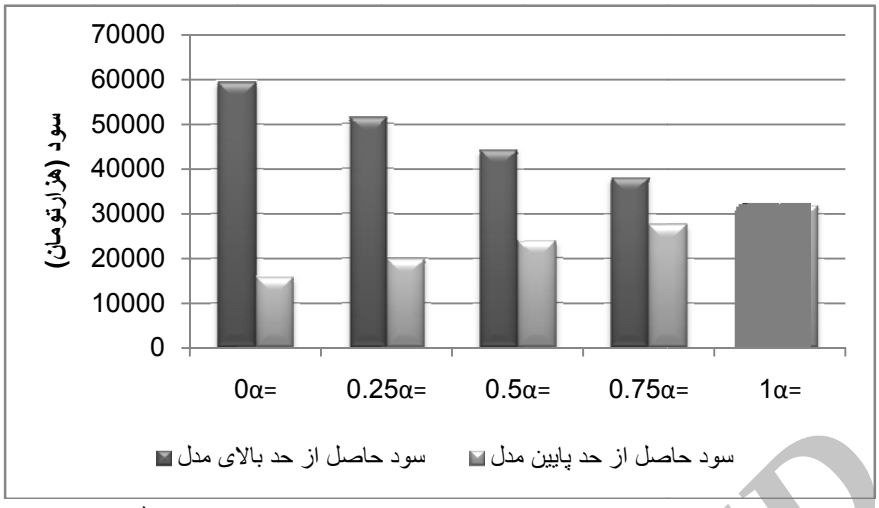
**جدول ۱- نتایج حاصل از حل مدل برنامه‌ریزی فازی با رهیافت برنامه‌ریزی بازه‌ای (گروه بزرگتر از ٦ هکتار)**

| نتایج | | $\alpha$=۰ | $\alpha$=۰/۲۵ | $\alpha$=۰/۵ | $\alpha$=۰/۷۵ | $\alpha$=۱ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $f^+$ (هزارتومان) | ۵۹۴۷۶/۶۲ | ۵۱۴۷۳/۵۳ | ۴۴۴۱۸/۷۴ | ۳۸۱۲۲/۶۳ | ۳۱۸۶۱/۱۳ |
| | $X_1^+(ha)$ | ۵/۸۸ | ۳/۳۲ | ۱/۳۹ | ۰ | ۰ |
| حد بالای‌مدل | $X_2^+(ha)$ | ۷/۶۵ | ۵/۶۶ | ۳/۹۳ | ۲/۴۳ | ۱/۵۴ |
| | $X_7^+(ha)$ | ۲/۳۵ | ۳/۷۲ | ۴/۸۲ | ۵/۶۵ | ۵/۳۸ |
| | $X_{10}^+(ha)$ | ۱/۷۷ | ۲/۳۴ | ۲/۵۴ | ۲/۴۷ | ۲/۱۲ |
| | $f^-$ (هزارتومان) | ۱۵۷۳۳/۳۳ | ۱۹۷۸۷/۸۲ | ۲۳۸۵۲/۶۴ | ۲۷۶۷۵/۸۲ | ۳۱۸۶۱/۱۳ |
| | $X_1^-(ha)$ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| حد پایین مدل | $X_2^-(ha)$ | ۲/۲۱ | ۱/۸۶ | ۱/۸۸ | ۲/۰۹ | ۱/۵۴ |
| | $X_7^-(ha)$ | ۲/۳۵ | ۳/۷۲ | ۴/۶۹ | ۵/۰۳ | ۵/۳۸ |
| | $X_{10}^-(ha)$ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۵ | ۲/۱۲ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۳- نمایش نموداری حد بالا و پایین سود حاصل از الگوی کشت تحت سناریوهای مختلف (گروه بزرگتر از ٦ هکتار)**

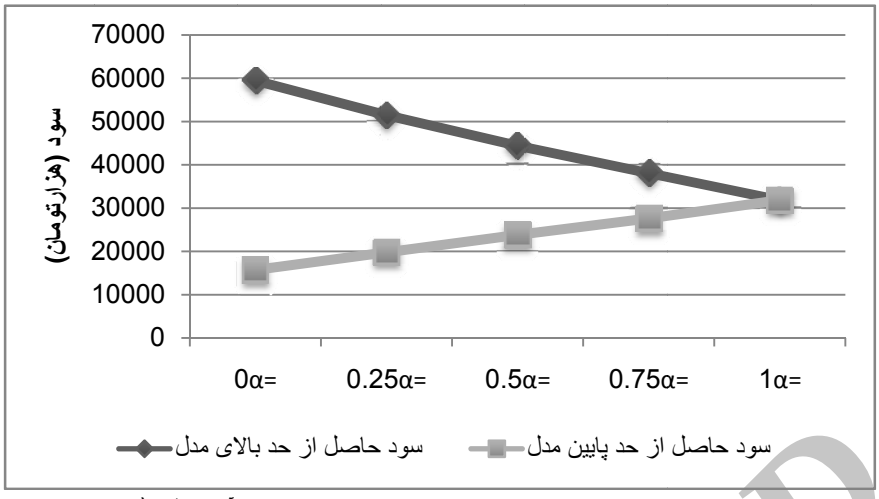
شکل ۳، حد بالا و پایین سود حاصل از الگوی بهینه کشت که به ترتیب از برآورد مدل در شرایط خوش بینانه و محافظه کارانه تحت سطوح مختلف برش‌های آلفای مجموعه‌های فازی بدست آمده را برای گروه بزرگتر از ۶ هکتار نشان می‌دهد. همچنین این نمودار و شکل شماره ۴ نشان دهنده‌ی آن هستند که با بزرگ شدن آلفا برش از صفر به سمت یک (کوچک شدن بازه نوسانات)، سود حاصل از حد بالا و پایین به یکدیگر نزدیکتر شده و سرانجام در برش آلفا مساوی یک (مقدار میانگین پارامترهای فازی)، مقدار متوسط سود حاصل می‌گردد (در واقع حد بالا و پایین بر یکدیگر منطبق بوده و برابر با مقدار میانگین می‌باشند).

به طور کلی از برآورد مدل‌ها با لحاظ شرایط خوش بینانه و بدبینانه و تحت برش‌های آلفای متفاوت می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش میزان عدم قطعیت و ریسک یا بزرگتر شدن بازه‌ی نوسانات که در اثر برش‌های آلفای کوچکتر حاصل خواهد شد، سود حاصل از سیستم در شرایط خوش‌بینانه افزایش و در شرایط محافظه‌کارانه، کاهش خواهد یافت. در واقع با کوچکتر شدن آلفا برش‌ها از یک به سمت صفر، بازه‌ی نوسانات حاصله بزرگتر و میزان عدم قطعیت موجود، بیشتر شده و در نتیجه در حد بالای مدل (خوش بینانه‌ترین و بهترین شرایط) با افزایش میزان سود و در حد پایین مدل (محافظه کارانه‌ترین و بدترین شرایط موجود) با کاهش میزان سود مواجه خواهیم بود (شکل ۴). زیرا که بزرگتر شدن بازه‌ی نوسانات در شرایط خوش بینانه به افزایش مقادیر دردسترس از منابع محدود و کاهش مقدار نیاز محصولات از این منابع می‌انجامد و در شرایط بدبینانه، بزرگترشدن بازه‌ی نوسانات (یا همان کوچکترشدن برش‌های آلفا)، کاهش میزان در دسترس از منابع محدود و افزایش مقدار نیاز محصولات از این منابع را در پی خواهد داشت و در نتیجه منجر به کاهش مقدار سود حاصل در این شرایط خواهد شد.

همچنین نتایج حاصل از برآورد الگو برای گروه همگن کوچکتر از ۶ هکتار، در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. نتایج برای این گروه، همانند گروه بزرگتر از ۶ هکتار، نشاندهنده‌ی آنست که با افزایش میزان عدم قطعیت (برش‌های آلفای کوچکتر)، سود حاصل از سیستم در شرایط خوش‌بینانه افزایش و در شرایط محافظه‌کارانه، کاهش خواهد یافت. به‌طوری که در شرایط خوش بینانه در $\alpha$ =۰/۷۵ (بازه‌ی نوسان و ریسک کمتر) میزان سود حدود ۲۱/۷ میلیون تومان می‌باشد، در حالی که در بیشترین میزان عدم قطعیت موجود ($\alpha$ =۰) در این شرایط خوش بینانه، میزان سود حاصل از الگوی کشت، به ۳۴/۵ میلیون تومان می‌رسد. نتایج در شرایط محافظه‌کارانه نیز حاکی از آن است که باوجود ریسک کمتر (آلفا برش‌های بزرگتر)، سود بیشتری حاصل خواهد شد. به طور مثال تحت این شرایط برای $\alpha$ =۰/۷۵ ، مقدار سود حدود ۱۴ میلیون تومان بوده و با افزایش میزان عدم قطعیت (برش‌های آلفای کوچکتر)، سود حاصل از سیستم کاهش پیداکرده و در $\alpha$ = ۰ مقدار سود برای این گروه به ۲/۹ میلیون تومان رسیده است. محصولات ذرت علوفه‌ای، لوبیا قرمز و گندم نیز، محصولات اقتصادی و بهینه برای کشت در تمامی سناریوها برای گروه کمتر از ۶ هکتار می‌باشند. در برش $\alpha$ =۱ نیز، مقدار سود حاصل از سیستم (مقدار متوسط سود) در حدود ۱۸ میلیون تومان است. سود حاصل از الگوی بهینه نیز در این حالت حدود ۲/۳ برابر بیشتر از سود حاصل از الگوی کشت فعلی (تقریبا ۷/۸ میلیون تومان) برای گروه همگن کوچکتر از ۶ هکتار می‌باشد. در واقع سود حاصل از الگوی کشت بهینه برای این گروه در حدود ۱۰/۲ میلیون تومان بیشتر از سود حاصل از الگوی کشت فعلی می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ٤- روند افزایش یا کاهش سود حاصل از حد بالا و پایین الگو در سطوح مختلف آلفا برش (گروه بزرگتر از ٦ هکتار)**

**جدول ۲- نتایج حاصل از حل مدل برنامه‌ریزی فازی با رهیافت برنامه‌ریزی بازه‌ای (گروه کوچکتر از ٦ هکتار)**

| نتایج | | α=۰ | α=۰/۲۵ | α=۰/۵ | α=۰/۷۵ | α=۱ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| حد بالای‌مدل | $f^+$ (هزارتومان) | ۳۴۵۰۰ | ۳۰۵۲۱/۴۲ | ۲۵۹۱۶/۱۶ | ۲۱۷۵۰/۰۹ | ۱۷۹۴۶/۶۰ |
| | $X_2^+(ha)$ | ۵ | ۴/۲۱ | ۳/۱۴ | ۲/۱۵ | ۱/۲۵ |
| | $X_7^+(ha)$ | ۰ | ۰/۴۹ | ۱/۲۵ | ۱/۹۴ | ۲/۵۳ |
| | $X_{10}^+(ha)$ | ۵ | ۴/۲۱ | ۳/۱۴ | ۲/۱۵ | ۱/۲۵ |
| حد پایین مدل | $f^-$ (هزارتومان) | ۲۹۴۲/۸۶ | ۶۳۸۱/۲۸ | ۱۰۲۰۵/۷۳ | ۱۴۰۶۳/۳۵ | ۱۷۹۴۶/۶۰ |
| | $X_2^-(ha)$ | ۰/۰۷ | ۰/۳۴ | ۰/۶۳ | ۰/۹۳ | ۱/۲۵ |
| | $X_7^-(ha)$ | ۰ | ۰/۴۹ | ۱/۲۵ | ۱/۹۴ | ۲/۵۳ |
| | $X_{10}^-(ha)$ | ۱ | ۱/۲۱ | ۱/۱۴ | ۱/۱۵ | ۱/۲۵ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش الگوهای بهینه کشت در شرایط عدم قطعیت برآورد شده و برای این منظور از مدل برنامه‌ریزی فازی با رهیافت برنامه‌ریزی بازه‌ای استفاده شد. به طور کلی از برآورد مدل‌ها با لحاظ شرایط خوش بینانه و بدبینانه و تحت برش‌های آلفای متفاوت می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش میزان عدم قطعیت و ریسک یا بزرگتر شدن بازه‌ی نوسانات که در اثر برش‌های آلفای کوچکتر حاصل خواهد شد؛ سود حاصل از سیستم در شرایط خوش‌بینانه افزایش و در شرایط محافظه‌کارانه، کاهش خواهد یافت. محصولات ذرت علوفه‌ای، لوبیا قرمز و گندم در اکثر سناریوها (سطوح مختلف آلفا برش)، محصولات اقتصادی و بهینه برای کشت می‌باشند. لذا کشت این محصولات به عنوان الگوی بهینه برای دستیابی به ماکزیمم سود با توجه به عدم قطعیت موجود در منطقه توصیه می‌گردد. همچنین پیشنهاد می‌شود سیاست‌های تشویقی و حمایتی نظیر قیمت تضمینی و یا تقویت سطح پوشش بیمه محصولات کشاورزی جهت گسترش تولید محصولات بهینه پیشنهادی توسط جهادکشاورزی استان خراسان شمالی و یا شهرستان مذکور صورت پذیرد.

همچنین با توجه به وجود شرایط ریسک و عدم قطعیت در بخش کشاورزی کشور، استفاده از نتایج مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی که قادر به دخالت دادن و لحاظ کردن این شرایط در عملیات بهینه‌سازی می‌باشند (نظیر الگوی مورد استفاده در این پژوهش)، برای تهیه‌ی الگوی بهینه‌ی کشت در مناطق مختلف ضروری به نظر می‌رسد. تا کشاورزان با انتخاب الگوی کشتی متناسب با منابع تولید موجود و شرایط محیطی و اقتصادی حاکم، ضمن استفاده بهینه از منابع تولید، سودآوری و در نهایت رفاه خود را نیز افزایش دهند.

Archive of SID

www.SID.ir

## منابع


۱- آزادگان ع.، رستگاری پور ف. و صبوحی م. ۱۳۹۲. تعیین برنامه زراعی شهرستان سبزوار با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی ۲۷: ۸ – ۱۵.

۲- آمارنامه جهاد کشاورزی استان خراسان شمالی. ۱۳۹۰. (http://boe.nkj.ir/)

۳- اکبری ن.ا. و زاهدی کیوان. م. ۱۳۸۶. منطق فازی و کاربرد آن در یافتن الگوی مناسب کشت محصولات زراعی در یک مزرعه (رهیافت برنامه ریزی چند هدفه فازی). فصلنامه اقتصاد کشاورزی (ویژه ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران) ۱: ۳۱ تا ۵۰.

۴- پاکدامن م. و نجفی ب. ۱۳۸۸. کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفی قطعی و فازی در تعیین الگوی بهینه کشت: مطالعه موردی دشت نیلاب در استان اصفهان. مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی۱: ۱۲۱– ۱۳۹.

۵- حسین زاده م.، کهنسال م. و قربانی م. ۱۳۹۲. بررسی اثر هدفمند کردن یارانه ها برالگوی کشت در شهرستان اسفراین (رهیافت برنامه ریزی بازه ای). اقتصاد و توسعه کشاورزی ۲۷: ۶۴–۷۴.

۶- رستگاری پور ف. و صبوحی صابونی م. ۱۳۹۱. برنامه‌ریزی کسری خاکستری یک رهیافت تجربی جدید در کشاورزی پایدار. مطالعه موردی: شهرستان قوچان. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۲: ۱۲۷– ۱۳۵.

۷- مردانی م.، سخدری ح. و صبوحی م. ۱۳۹۰. کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه و پارامترهای کنترل کننده میزان محافظه‌کاری در برنامه‌ریزی زراعی مطالعه موردی: شهرستان مشهد. تحقیقات اقتصاد کشاورزی ۳: ۱۶۳– ۱۸۰.

8- Allahdadi M., and Mishmast Nehi H. 2011. Fuzzy linear programming with interval linear programming approach. Advanced Modeling and Optimization, 13: 1-12.

9- Biswas A., and Baranpal B. 2004. Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system. Omega, 33: 391-398.

10- El-houri A.I.S., and Idris B. 2009. Optimum winter cropping pattern in the Northern state, Sudan. Journal of Science and Technology, 10: 77-86.

11- Hazell P.B.R. 1982. Application of risk preference estimation in farm household and agricultural sector models. American Journal of Agricultural Economics, 64:384-390.

12- Ishibuchi H., Movioka K., and Tanaka H. 1994. A fuzzy neural networks with trapezoid fuzzy weights. IEEE, 228-233.

13- 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.

14- Just R.E., Pope R.D. 2003. Agricultural risk analysis: Adequacy of models, data, and issues. American Journal of Agricultural Economics, 85: 1249-1256.

15- Kaur B., Sidhu R.S., and Vatta K. 2010. Optimal crop plans for sustainable water use in Punjab. Agricultural Economics Research Review, 23: 273-284.

16- Sengupta A., Kumar Pal T., and Chakraborty D. 2001. Interpretation of inequality constraints involving interval coefficients and a solution to interval linear programming. Fuzzy Sets and Systems, 119: 129-138.

17- Sharma D.K., Jana R.K. and Gaur A. 2007. Fuzzy goal programming for agriculture land allocation problems. Journal of Yugoslav Journal of Operations Research, 17: 31-42.

18- Torkamani J. 1996. Measuring and in corporating attitudes toward risk in to mathematical programming models: The case of farmers in Kavar district, Iran. Iran Agricultural Research, 15: 187-201.

19- Zimet D.J. and Spreen T.A. 1986. A Target MOTAD analysis of a crop and livestock farm in Jefferson Co., Fla. Southern. Journal of Agricultural Economics, 18: 175-86.


Archive of SID

www.SID.ir