نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۲۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، ص. ۱۵-۸

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 27, No. 1, Spring 2013, p. 8-15

تعیین برنامه زراعی شهرستان سبزوار با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا

علیه آزادگان[۱]- فاطمه رستگاری پور[۲]- محمود صبوحی[۳*]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۳/۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۲/۱۵

چکیده

در فعالیت‌های زراعی، نهاده‌ها و منابع متعددی برای کشت محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرند که یکی از مهم‌ترین اهداف مدیران و برنامه ریزان زراعی بهینه سازی کاربرد منابع و نهاده‌ها در طراحی الگوی کشت مناسب می‌باشد. برنامه‌ریزی ریاضی از متداول‌ترین روش‌های دستیابی به الگوی بهینه است. در مطالعه حاضر پس از معرفی برنامه‌ریزی دونوا و فازی دونوا، کاربرد این مدل‌ها در تعیین الگوی بهینه کشت در شهرستان سبزوار نشان داده شده است. داده‌های مورد نیاز این پژوهش به صورت حضوری و تکمیل پرسشنامه، از ۱۲۷ بهره بردار از بین کشاورزان شهرستان سبزوار به صورت نمونه‌گیری تصادفی طبقه بندی شده برای سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸، جمع آوری شد. نتایج نشان داد که کشاورزان در سه گروه مزارع کوچک (کمتر از ۶/۵ هکتار)، متوسط (۶/۵ تا ۱۳ هکتار) و بزرگ (بیش از ۱۳ هکتار) با تغییر الگوی کشت موجود می‌توانند سطح بازده ناخالص خود را افزایش و از منابع در دسترس به‌صورت کارا استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی دونوا، برنامه‌ریزی فازی دونوا، الگوی کشت، سبزوار

طبقه بندی JEL: C61,Q21

مقدمه

بخش کشاورزی به عنوان یکی از بخش‌های مهم اقتصاد کشور، با توجه به مزیت‌های بالقوه طبیعی و نقش حساس در امنیت غذایی جامعه، بیش از سایر بخش‌ها نیاز به توجه دارد. رشد سریع جمعیت، کمبود مواد غذایی موجود و مشکلات جهانی غذا بر ضرورت بهره برداری بهینه از این بخش عظیم تولیدی کشور افزوده است (۶). کمبود منابع اولیه برای تولید سبب شده تا بهینه سازی و بهینه یابی در کاربرد منابع بسیار مورد توجه واقع شود. بنگاه‌های تولیدی همواره سعی دارند که در تخصیص منابع موجود برای یک دوره معین به طور عقلایی و اقتصادی تصمیم گیری نمایند، تا در این رهگذر از اتلاف منابع جلوگیری شده و تخصیص به نحو مطلوب صورت پذیرد. در فعالیت‌های زراعی نهاده‌ها و منابع متعددی برای کشت محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرند که یکی از مهم‌ترین اهداف مدیران و برنامه‌ریزان زراعی بهینه سازی کاربرد منابع و نهاده‌ها در طراحی الگوی کشت مناسب می‌باشد (۵). بنابراین، با توجه به هدف علم اقتصاد و مشکلات اقتصادی کشور در زمینه صادرات و کمبود منابع ارزی، تخصیص بهینه منابع بیش از پیش ضرورت دارد (۶). شهرستان سبزوار یکی از قطب‌های بسیار مهم و از قابلیت‌های فراوانی در تولید محصولات کشاورزی در استان خراسان رضوی برخوردار می‌باشد. سطح زیرکشت محصولات زراعی این شهرستان در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ برابر ۷۵۴۸۹ هکتار و محصولات باغی ۱۹۲۹۱ هکتار که از این نظر رتبه دوم را در استان خراسان رضوی دارا می‌باشد. در این شهرستان بیش از ۳۴ نوع محصول زراعی و نیز ۳۰ نوع محصول باغی کشت می‌شود. از عمده محصولات این شهرستان می‌توان به گندم، پنبه، چغندر قند، جو، کلزا، بادام و زیره و انواع میوه اشاره کرد. شهرستان سبزوار از نظر سطح زیرکشت و تولید محصولات زراعی گندم آبی، جو آبی، چغندرقند و پنبه در استان خراسان رضوی حائز اهمیت بوده و این محصولات شاخص‌ترین محصولات این شهرستان است به‌طوری‌که در سال ۱۳۸۷ رتبه اول را در تولید جو، رتبه دوم را در تولید پنبه و رتبه سوم را در تولید گندم دارا بوده است (۳). جهت تعیین الگوی بهینه کشت از دهه ۱۹۶۰ تا کنون به طور وسیعی از برنامه‌ریزی خطی (LP)[۴] استفاده می‌شود. هدف برنامه‌ریزی خطی به حداکثر یا حداقل رساندن تابع هدف با در نظرگرفتن تعدادی از

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشجوی دکتری و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: Email: msabuhi39@yahoo.com)

4- Linear Programming

محدودیت‌ها و متغیرهای تصمیم به طور همزمان می‌باشد. از آن جا که طبیعت بسیاری از مسایل برنامه‌ریزی کشاورزی چند هدفه است، در چنین وضعیتی روش‌های سنتی برنامه‌ریزی نمی‌تواند جوابگوی خواسته‌های تصمیم گیرندگان و سیاست گذاران باشد. با پیشرفته‌ای علمی و تلاش محققان در دهه‌های اخیر، روش‌های نوینی در برنامه‌ریزی به وجود آمده که با به‌کارگیری آن‌ها در شرایط تضاد اهداف مورد نظر مدیران و محدود بودن منابع تولید، می‌توان بهترین جواب‌ها را برای دستیابی به اهداف پیدا کرد. در این زمینه برنامه‌ریزی آرمانی (GP)[1] یکی از ابزارهای برجسته برای تحلیل تصمیم‌های چند هدفه در مدیریت مزرعه می‌باشد که از ویژگی‌های آن دستیابی همزمان به چندین هدف بر مبنای اولویت بندی می‌باشد. برنامه‌ریزی آرمانی روشی مفید برای مسایلی است که دارای اهداف چندگانه و متضاد است. این روش نخست به وسیله‌ی چارنز و کوپر (۱۲) پیشنهاد شد. بعد از آن لی (۱۸)، ایگنیزیو (۱۶) و دیگران کمک زیادی به توسعه آن کردند (۴). یکی دیگر از این تکنیک‌ها برنامه‌ریزی دونوا[2] می‌باشد که توسط زلنی (۲۰) ابداع شد. در این روش به جای یافتن وضعیت بهینه در سیستم موجود با منابع ثابت، راهی برای طراحی یک سیستم بهینه به وسیله افزایش هزینه در مواد اولیه و بسیاری از مواردی که بر تولید اثر می‌گذارند، ایجاد می‌شود. در روش‌های معمول برنامه ریزی ریاضی منابع تولید و محدودیت‌ها مشخص هستند. در این موارد، اگر تصمیم‌گیری چندمعیاره باشد مقداری کمتر از مقدر بهینه به دست خواهد آمد. در روش دونوا این محدودیت حذف می‌شود، چون در این روش فرض بر این است که اغلب منابع با قیمت مناسب قابل خریداری هستند. تنها محدودیت مقدار سرمایه‌ای است که برای خرید منابع لازم است (۱۳). روش‌های ذکر شده به دلیل نیاز به اطلاعات و داده های دقیق در بسیاری از تصمیم گیری‌های دنیای واقعی نتایج قابل قبولی ارائه نمی‌دهد. توجه به این موضوع در بخش کشاورزی به دلیل وجود شرایط ریسک و عدم حتمیت بیشتر نسبت به سایر بخش‌های اقتصاد اهمیت زیادی دارد. به عبارت دیگر، در جهان واقعی بسیاری از اطلاعات ناشناخته هستند. این اطلاعات غیر دقیق و مبهم معمولاً توسط اعداد قطعی بیان می‌شوند، که برای توجه و در نظر گرفتن عدم حتمیت نادرست است. برای حل این مشکل تکنیک برنامه‌ریزی فازی (FP)[3] مطرح شده است. برنامه‌ریزی فازی به دلیل این که امکان دخالت داده‌های غیر دقیق و مبهم را در پارامترهای مدل، به تصمیم گیرندگان می‌دهد، نسبت به مدل‌های کلاسیک برنامه‌ریزی ریاضی برای استفاده در مسایل بهینه سازی الگوی کشت محصولات زراعی، دارای کاربرد و انعطاف پذیری بیشتری بوده و نتایج حاصل قابل اعتماد تر می‌باشد (۲). تا کنون مطالعات متعددی در خارج و داخل کشور در زمینه برنامه‌ریزی آرمانی، فازی و دونوا انجام شده است. در بخش مطالعات خارجی کانگ و همکاران (۱۷)، کاربرد برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه[4] را برای تعیین الگوی بهینه کشت در منطقه لیانگ زو[5] در شمال غرب چین مورد بررسی قرار دادند. یافته های تحقیق نشان داد در تکنیک برنامه‌ریزی خطی فازی چند هدفه بر خلاف برنامه‌ریزی خطی چند هدفه[6] سود خالص کشاورزی و کارایی استفاده از آب بیشتر است. هانگ و همکاران (۱۵)، پژوهشی را در رابطه با کاربرد تکنیک برنامه‌ریزی دونوا نادقیق[7] برای طراحی سیستم‌های بهینه منابع آبی تحت شرایط عدم اطمینان انجام دادند. یافته‌های پژوهش نشان داد که این روش می‌تواند یک روش کارا برای رسیدن به توسعه پایدار باشد. هانگ و همکاران (۱۴) در مطالعه‌ای برنامه‌ریزی فازی بازه‌ای چند مرحله‌ای[8] را برای مدیریت منابع آب تحت شرایط عدم اطمینان به کار بردند. نتایج نشان داد که تکنیک کاربردی آن‌ها می‌تواند برای سایر منابع و مسائل مدیریتی محیطی که شامل تجزیه و تحلیل سیاستی و برنامه‌ریزی سیستم‌ها تحت شرایط عدم اطمینان می‌باشد، به کار رود. چن و هسیه (۱۳) در مطالعه خود، روش برنامه‌ریزی فازی چند مرحله ای دونوا[9] را بررسی نمودند. در این مطالعه ابتدا برنامه‌ریزی دونوا ساده به برنامه‌ریزی فازی چند مرحله ای دونوا تغییر یافت و سپس با استفاده از تکنیک الگوریتم ژنتیک حل شد. نتایج نشان داد که این تکنیک برنامه‌ریزی معادل یک برنامه‌ریزی فازی پویا برای بهینه سازی ترکیبی چند هدفه است. در بخش مطالعات داخلی رستگاری پور و صبوحی (۲) روش برنامه ریزی فازی خاکستری[10] را در تعیین الگوی بهینه کشت در بخش مرکزی شهرستان قوچان به کار گرفتند. نتایج نشان داد که سطح زیر کشت فعلی گندم آبی، جو آبی و یونجه بیشتر از حد بالای بازه سطح زیرکشت آن‌ها و جو دیم، کمتر از حد پایین بازه سطح زیرکشت آن است. افزون بر آن، درجه خاکستری بودن مجموعه جواب حاصل از برنامه‌ریزی خاکستری با استفاده از راهکار برنامه‌ریزی فازی خاکستری به میزان ۴۸ درصد کاهش یافت. عماد زاده و همکاران (۷) در مطالعه خود الگوی بهینه کشت مزارع با توجه به شرایط ریسک و عدم قطعیت را با تکنیک برنامه‌ریزی بازه‌ای[11] بررسی نمودند. نتایج نشان داد بر پایه مدل برنامه‌ریزی بازه‌ای الگوی بهینه کشت شامل محصولات گندم و جو و سیب زمینی است. همچنین با افزایش ریسک پذیری کشاورزان، سطح زیرکشت

1- Goal Programming
2- De Novo Programming
3- Fuzzy Programming

4 Fuzzy Multi Objective Linear Programming(FMOLP)
5- Liang Zhou
6- Multi Objective Linear Programming (MOLP)
7- Inexact De Novo Programming
8- Interval-Fuzzy Multi stage Programming (IFMP)
9- Fuzzy Multi Stage De Novo Programming
10- Grey Fuzzy Linear Programming (GFLP)
11- Interval Programming

محصول جو کاهش و سیب زمینی افزایش یافت و سود بیشتری نصیب کشاورزان شد. پاکدامن و نجفی (۱)، کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه قطعی[1] و فازی را در تعیین الگوی بهینه کشت در دشت نیلاب استان اصفهان بررسی نمود. کاربرد مدل‌های قطعی و فازی برای تهیه الگوهای کشت نشان داد که به ترتیب امکان افزایش ۴ و ۵۰ درصدی بازده برنامه ای نسبت به برنامه فعلی وجود دارد. کهنسال و فیروز زارع (۹) در مطالعه خود به تعیین الگوی بهینه کشت همسو با کشاورزی پایدار با استفاده از برنامه ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه[2] در استان خراسان شمالی پرداختند و این الگو را با الگوی بهینه برنامه‌ریزی خطی ساده مقایسه نمودند. یافته‌های این بررسی نشان داد که حرکت به سمت پایداری از تنوع کشت منطقه خواهد کاست و باید به سمت تخصصی شدن کشت برخی محصولات خاص سازگار با امکانات منطقه حرکت نمود. در زمینه برنامه‌ریزی دونوا و فازی دونوا تا کنون در ایران مطالعه‌ای انجام نشده است لذا، در این مطالعه به معرفی مدل برنامه‌ریزی دونوا و فازی دونوا پرداخته و سپس الگوی بهینه‌ی کشت برای کشاورزان شهرستان سبزوار با در نظر گرفتن اهداف درآمدی آن‌ها و با استفاده از مدل برنامه‌ریزی دونوا و فازی دونوا تعیین شده است.

مواد و روش‌ها

ساختار مدل برنامه‌ریزی دونوا

برنامه‌ریزی دونوا توسط زلنی (۲۰) ابداع شد. در این روش به جای بهینه سازی سیستم موجود، راهی برای طراحی سیستم بهینه ایجاد می‌شود (۲۰ و ۲۱). اگر مدل برنامه‌ریزی چند هدفه برای بیشینه سازی q هدف به صورت زیر باشد :

$$\begin{array}{lll} Max & Z_k(C_k,x)=C_k\,x & k=1,2,\ldots,q \\ s.to. & g(a,x)=Ax\le b, & \\ & x\ge 0, & \end{array} \qquad (۱)$$

که c_k بردار ضرایب برای هر هدف، b بردار منابع موجود، x بردار متغیرهای تصمیم و A ماتریس ضرایب برای محدودیت‌ها است. نقطه آرمانی رابطه ۱، $z^*=(z^*_1, z^*_2, \ldots, z^*_q)$ که $z^*_k=\{c_k x | x\varepsilon X\}$ برای $k=1,2,\ldots,q$ می‌باشد. اگر $(x^*_1, x^*_2, \ldots, x^*_n)$ $x^*=$ وجود داشته باشد که به ازای آن رابطه زیر برقرار باشد در این صورت x^* جواب بهینه گفته می‌شود.

$$c\,x^*=(c_1\,x^*, c_2\,x^*, \ldots, c_q\,x^*)=(z_1^*, z_2^*, \ldots, z_q^*) \qquad (۲)$$

مدل فوق را می‌توان به صورت زیر به برنامه‌ریزی دونوا تبدیل کرد :

$$\begin{array}{lll} Max & z_k(c_k,x)=c`x & k=1,2,\ldots,q \\ s.to. & g(a,x)=Ax\le b, & \\ & pb\le B, & \\ & x\ge 0. & \end{array} \qquad (۳)$$

که در این مدل p بردار قیمت منابع و B بودجه مالی منابع است. برنامه‌ریزی دونوا به مدیریت تغییر قیمت‌ها و افزایش هزینه در منابع تولید وابسته است. اگر بودجه مالی افزایش یابد برای رسیدن به بهینه جدید، منابع باید تغییر یابند (۱۳).

ساختار برنامه‌ریزی چند هدفه فازی

مفهوم عمومی برنامه‌ریزی چند هدفه فازی (FMOP)[3] اولین بار توسط ساکاو (۱۹) در ادامه منطق فازی بلمان و زاده (۱۰) معرفی شد. برنامه‌ریزی خطی فازی زیمرمن (۲۲) با k تابع هدف خطی به صورت زیر است :

$$\begin{array}{lll} Min & Z_k(x)=(Z_1(x), Z_2(x), \ldots, Z_q(x))^T & \\ s.to. & Ax\le b, & \\ & x\ge 0, & \end{array} \qquad (۴)$$

که در این مدل $Z_k(x) = c_k x$ $(k = 1, 2, \ldots, q)$ تابع هدف، $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)^T$ بردار متغیرهای تصمیم، $b = (b_1, b_2, \ldots, b_n)^T$ مقدار سمت راست محدودیت‌ها و A ماتریس ضرایب است. در یک محیط تصمیم گیری فازی، اهداف تصمیم گیرنده همیشه به صورت فازی بیان می‌گردد، همچنین محدودیت منابع ممکن است به صورت فازی یا قطعی بیان شوند. اگر b_k سطح انتظار[4] (آرمان) از k امین هدف فرض شود، در نتیجه می‌توان اهداف فازی را به یکی از صورت‌های پایین نشان داد:

$$Z_k(x)\succ b_k \quad \text{و} \quad Z_k(x)\prec b_k \qquad k = ۱،۲،...q$$

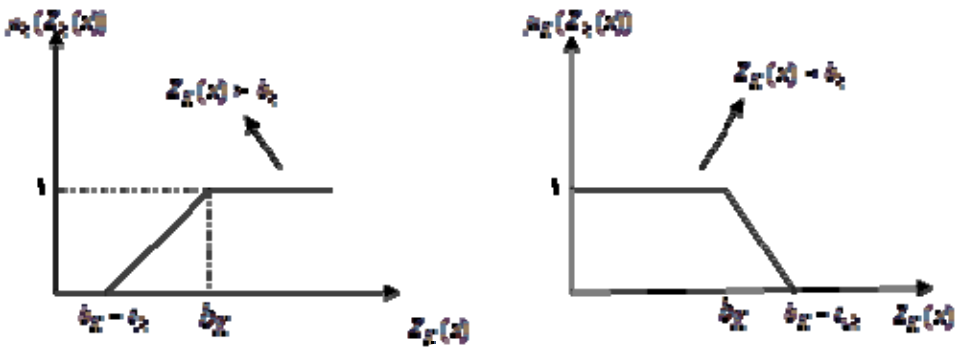
که x بردار متغیرهای تصمیم و $\succ$ و $\prec$ فازی بودن محدودیت‌های $\ge$ و $\le$ را نشان می‌دهند (۲۲).

ایجاد تابع عضویت

در یک موقعیت تصمیم گیری فازی، اهداف فازی به وسیله توابع عضویت و با کمک تعیین حد نوسان بالا یا پایین برای هر یک مشخص می‌گردند. t_{lk} و t_{uk} به ترتیب به عنوان دامنه نوسان بالا و پایین برای رسیدن به سطح مورد انتظار b_k از k امین هدف فازی در نظر گرفته می‌شود.

بنابراین، تابع عضویت که آن را $\mu_k(Z_k(x))$ می‌نامند به صورت زیر برای تعیین هدف فازی $Z_k(x)$ تعیین می‌گردد (۸).

1- Crisp
2- Multiple-Objective Linear Fuzzy Fractional Programming
3- Fuzzy Multi-Objective Programming
4- Aspiration Level



شکل ۱- نمایش هندسی اهداف فازی

برای هدف فازی حداکثر نمودن، $\mu_k(Z_k(x))$ به صورت زیر است:

$$\mu_k(Z_k(x))=\begin{cases}1 & Z_k(x)\geq b_k\\ \dfrac{Z_k(x)-(b_k-t_{lk})}{t_{lk}} & b_k-t_{lk}\leq Z_k(x)<b_k\\ 0 & Z_k(x)<b_k-t_{lk}\end{cases} \quad (۵)$$

در اینجا (b_k-t_{lk}) حد نوسان پایین را برای رسیدن به هدف فازی را نشان می‌دهد.

برای هدف فازی حداقل نمودن، $\mu_k(Z_k(x))$ به صورت زیر است:

$$\mu_k(Z_k(x))=\begin{cases}1 & Z_k(x)\leq b_k\\ \dfrac{(b_k+t_{uk})-Z_k(x)}{t_{lk}} & b_k<Z_k(x)\leq b_k+t_{uk}\\ 0 & Z_k(x)>b_k+t_{uk}\end{cases} \quad (۶)$$

در اینجا (b_k+t_{uk}) حد نوسان بالا را برای رسیدن به هدف فازی نشان می‌دهد. نمایش هندسی هر یک از توابع عضویت مربوط به اهداف فازی در یک مسئله را می‌توان به صورت نمودارهای شکل زیر نیز نشان داد (۱۱).

با استفاده از تابع عضویت خطی $\mu_k(z_k(x))$ و عملگر حداقل[1] بلمان و زاده (۱۰) رابطه بالا می‌تواند به صورت زیر تغییر یابد:

$$\begin{aligned}&\underset{k}{MaxMin}\quad \mu_k(z_k(x))\\ &s.to.\quad Ax\leq b,\\ &\qquad x\geq 0.\end{aligned} \quad (۷)$$

با استفاده از متغیر کمکی λ، که برابر با $Min\ \mu_k(z_k(x))$ است، رابطه ۴ مجدداً به صورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$\begin{aligned}&Max\quad \lambda\\ &s.to.\quad \lambda\leq \mu_k(z_k(x)),\quad k=1,2,...,q,\\ &\qquad Ax\leq b,\\ &\qquad x\geq 0.\end{aligned} \quad (۸)$$

ساختار مدل برنامه‌ریزی فازی دونوا[2]

مدل برنامه‌ریزی فازی دونوا اولین بار توسط چن و هسیه (۱۳) مطرح شد. برنامه‌ریزی دونوا به صورتی که در زیر آمده به برنامه‌ریزی فازی دونوا تغییر می‌یابد.

$$\begin{aligned}&\underset{k}{MaxMin}\quad \mu_k(z_k(x)),\\ &s.to.\quad A\,x\ \leq b\ ,\\ &\qquad p\ b\ \leq B\ ,\\ &\qquad x\ \geq 0.\end{aligned} \quad (۹)$$

با استفاده از متغیر کمکی λ، رابطه ۹ به صورت رابطه ۱۰ نوشته می‌شود (۱۳).

$$\begin{aligned}&Max\quad \lambda\\ &s.to.\quad \lambda\leq \mu_k(z_k(x)),\quad k=1,2,...,q,\\ &\qquad A\ x\ \leq b,\\ &\qquad p\ b\ \leq B\ ,\\ &\qquad x\ \geq 0.\end{aligned} \quad (۱۰)$$

ساختار مدل مورد استفاده

در این قسمت برای توسعه بیشتر و مفیدتر وضعیت کشاورزی منطقه، سناریو با اهداف محیط زیستی بررسی شد. اهداف محیط زیستی می‌بایست همواره در کشاورزی مد نظر قرار بگیرد. استفاده

1-Min-Operator

2-Fuzzy multi-stage De-Novo Programming Problem

کمتر از کودهای شیمیایی سبب حفاظت خاک می‌شود. این هدف در برنامه های توسعه کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. کمبود آب یکی از محدودکننده‌ترین عوامل کشاورزی در ایران است. استفاده بهینه از منابع آب قابل دسترس، در کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد. در این بخش با توجه به اهداف حداقل نمودن آب آبیاری، کود مصرفی و حداکثر کردن بازده ناخالص کشاورز، الگوی بهینه برای محصولات اصلی منطقه سبزوار در سه نوع مزرعه کوچک، متوسط و بزرگ با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا، دونوا و برنامه‌ریزی خطی ساده مورد بررسی قرار گرفته است. انواع محصولات و متغیرهای تصمیم برای فرموله کردن مدل در جدول ۱ آورده شده است. در منطقه مورد بررسی محصولات قید شده در جدول بیشترین سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده‌اند و دارای اهمیت و ارجحیت بیشتری نسبت به سایر محصولات زراعی قابل کشت می‌باشند.

تعریف متغیرها و پارامترها

متغیر تصمیم

X_k= تخصیص زمین برای کشت محصول k

جدول ۱- محصولات و متغیرهای تصمیم

محصول (k)	متغیر (x_k)
گندم آبی	X_1
جو آبی	X_2
چغندر قند	X_3
پنبه آبی	X_4

پارامترهای مدل

L= کل زمین‌های موجود برای کشت محصول در طول سال زراعی (هکتار)

T_f= سطح مورد انتظار کود موجود در طول سال زراعی (f=1,2,..,F)

B= بودجه مالی منابع (ریال)

$\overline{C}$ = سطح مورد انتظار سود ناخالص حاصل از فعالیت‌ها در طول سال زراعی (هزار ریال)

M_h= مقدار کل ماشین آلات موجود در طول سال زراعی (ساعت)

M_d= مقدار کل نیروی انسانی موجود در طول سال زراعی (نفر روز کار)

Ww= سطح مورد انتظار آب موجود در طول سال زراعی (متر مکعب)

M_t = مقدار کل سموم موجود در طول سال زراعی (کیلوگرم)

باید توجه داشت که این مقادیر قطعی و دقیق نبوده و بر اساس تجربه کشاورزان و مدیران به صورت تقریبی و نا دقیق برآورد، می‌گردد.

تعریف اهداف فازی مدل

حداکثر سازی سود ناخالص:

$$z_k(c_k, x) = c_k x_k \geq \overline{C} \qquad k = 1,2,3,4$$

حداقل نمودن آب آبیاری:

$$\sum_{k=1}^{q} x_k W_k \leq W_w$$

حداقل نمودن کود مصرفی:

$$f=1,2,..,F \quad \sum_{k=1}^{q} x_k F_{fk} \leq T_f$$

در این روابط c_k، W_k و F_{fk} به ترتیب معرف سود ناخالص حاصل از هر فعالیت (هزار ریال)، مقدار آب مورد نیاز (بر حسب متر مکعب) و کود شیمیایی (شامل ازت و فسفات بر حسب کیلوگرم) برای کشت یک هکتار از محصول k می‌باشد.

محدودیت‌های سیستمی منابع تولید

محدودیت به‌کارگیری زمین:

محدودیت به‌کارگیری زمین برای کل زمین‌های زراعی به صورت زیر است:

$$\sum_{k=1}^{q} x_k \leq L$$

محدودیت ساعت کار ماشین آلات:

$$\sum_{k=1}^{q} x_k MH_k \leq M_h$$

محدودیت نیروی کار در دسترس:

$$\sum_{k=1}^{q} x_k MD_k \leq M_d$$

محدودیت سموم مصرفی:

$$\sum_{k=1}^{q} x_k S_{tk} \leq M_t \qquad t=1,2,..,T$$

محدودیت بودجه ای:

$$pb \leq B$$

محدودیت غیر منفی بودن:

در مدل برنامه‌ریزی مورد نظر، متغیرهای تصمیم سطح زیرکشت محصول بر حسب هکتار می‌باشد که نمی‌توانند مقادیر منفی اتخاذ کنند که این محدودیت برای سه گروه مزرعه می‌توان به صورت

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

رابطه زیر نشان داد.

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

در این روابط x_k، S_{tk}، MH_k، MD_k، p، B و b به ترتیب معرف سطح زیرکشت (بر حسب هکتار)، سموم شیمیایی (شامل حشره‌کش و قارچ کش بر حسب کیلوگرم)، ماشین آلات (بر حسب ساعت)، نیروی کار (بر حسب نفر روز) برای کشت یک هکتار از محصول k، بردار قیمت منابع، بودجه مالی منابع و بردار منابع می‌باشد.

نتایج و بحث

داده‌های مورد نیاز این پژوهش به صورت حضوری و تکمیل پرسشنامه، از ۱۲۷ بهره بردار از بین کشاورزان شهرستان سبزوار به صورت نمونه‌گیری تصادفی طبقه بندی شده، جمع آوری شد. این داده‌ها مربوط به سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و شامل پارامترهایی مانند سطح زیر کشت، بذر، هزینه ماشین آلات، کود، سم، نیروی کار، آب، میزان تولید و درآمد می‌باشد. از آنجا که نمی‌توان برای تک تک زارعین نمونه برداری شده الگوی کشت جداگانه ای طراحی کرد آن‌ها در دسته های همگن قرار داده شدند. یکی از متداول‌ترین روش‌های همگن سازی روش متوسط منابع است که در این روش بهره برداری‌ها بر حسب اندازه طبقه بندی می‌شوند. در ایران میزان سطح زیرکشت معیار مناسبی برای اندازه گیری بهره برداری‌ها می‌باشد (۲). تقسیم بندی این مزارع با توجه به سطح زیرکشت با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت. با توجه به نتایج این تقسیم بندی، مزارع به سه گروه کوچک (کمتر از ۶/۵ هکتار)، متوسط (۶/۵ تا ۱۳ هکتار) و بزرگ (بیش از ۱۳ هکتار) گروه بندی و میانگین منابع موجود هر گروه برآورد و بر اساس آن یک نماینده برای هر گروه به وجود آمد.

نتایج حاصل از حل مدل‌ها برای هر گروه از مزارع کوچک، متوسط و بزرگ در جداول زیر آورده شده است. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده نشان داده شده است بازده طرح با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا بیشترین و برنامه‌ریزی خطی ساده کمترین بازده می‌باشد. افزون بر آن، با توجه به الگوی کشت ارائه شده محصول جو آبی از هر سه الگوی برآورد شده حذف و الگوی بهینه‌ی کشت پیشنهادی برای مزرعه کوچک با استفاده از برنامه‌ریزی دونوا کشت گندم آبی و چغندرقند و با استفاده از برنامه‌ریزی دونوا کشت گندم آبی، چغندرقند و پنبه است. هم‌چنین با استفاده از برنامه‌ریزی دونوا و فازی دونوا بهینه برخی از منابع تولید در این مزارع تعیین شد.

در جدول ۳ نتایج حاصل از برآورد الگوی بهینه کشت با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا، دونوا و خطی ساده نشان داده شده است. با توجه به نتایج در مزرعه متوسط، محصول جو آبی از الگوی کشت پیشنهادی برنامه‌ریزی فازی دونوا و دونوا حذف و بازده کشاورز با استفاده از برنامه‌ریزی خطی ساده بیشترین مقدار است.

در جدول ۴ نتایج حاصل از برآورد مدل‌ها در مزرعه بزرگ را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج جدول، بازده کشاورز با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا نسبت به سایر مدل‌ها بیشترین مقدار است. افزون برآن، محصول جو آبی از هر سه الگوی پیشنهادی و گندم آبی از الگوی کشت بهینه‌ی برنامه‌ریزی فازی دونوا حذف شده است.

نتیجه گیری و پیشنهادها

در این مطالعه برنامه‌ریزی دونوا و فازی دونوا برای طراحی الگوی کشت منطقه مورد استفاده قرار گرفت.

جدول۲- نتایج حاصل از حل مدل‌ها در مزرعه کوچک (کمتر از ٦/٥ هکتار)

		فازی دونوا	دونوا	خطی ساده
محصولات (هکتار)	گندم آبی	۳/۳۸	۳/۷۲	۳/۲۷
	جو آبی	۰	۰	۰
	چغندرقند	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۸
	پنبه	۰/۴۵	۰	۰/۳۷
منابع تولید	ماشین آلات (ساعت)	۶۶/۰۶	۶۱/۷۰	–
	نیروی کار(نفر روز)	۱۵۴/۳	۱۴۷/۴۶	–
	کود فسفات(کیلوگرم)	–	۶۳۲/۴۲	–
	کود ازت (کیلوگرم)	–	۸۳۳/۴۶	–
	سم حشره کش(کیلو گرم)	۰/۲۹	۰/۲۸	–
	سم قارچ کش (کیلو گرم)	۳/۱	۲/۹۲	–
بازده هر طرح (هزار ریال)		۲۰۰۷۲/۱۵	۱۹۱۱۲/۳	۱۹۰۵۶/۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۳- نتایج حاصل از حل مدل‌ها در مزرعه متوسط (٦/٥ تا ۱۳ هکتار)

		فازی دونوا	دونوا	خطی ساده
محصولات (هکتار)	گندم آبی	۷/۲	۸/۳۲	۳/۹۸
	جو آبی	۰	۰	۳/۸۷
	چغندرقند	۱/۸۰	۰	۰/۱
	پنبه	۳/۶۲	۰/۱۱	۲
منابع تولید	ماشین آلات (ساعت)	۱۲۶/۵۰	۱۲۸/۴	–
	نیروی کار(نفر روز)	۳۲۵/۲۸	۲۹۶/۶	–
	کود فسفات(کیلوگرم)	–	۱۳۰۵	–
	کود ازت (کیلوگرم)	–	۱۶۹۴	–
	سم حشره کش(کیلو گرم)	۰/۵۹	۰/۵۶	–
	سم قارچ کش (کیلو گرم)	۷/۶	۵/۸۳	–
بازده هر طرح (هزار ریال)		۴۰۱۷۴/۵	۳۸۹۲۵/۶	۴۲۶۶۱/۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۵- نتایج حاصل از حل مدل‌ها در مزرعه بزرگ (بیش از ۱۳ هکتار)

		فازی دونوا	دونوا	خطی ساده
محصولات (هکتار)	گندم آبی	۰	۹/۰۸	۳۲/۰۲۶
	جو آبی	۰	۰	۰
	چغندرقند	۲۳/۵	۲/۳	۰
	پنبه	۲۰/۸	۳۳	۳/۷۷
منابع تولید	ماشین آلات (ساعت)	۷۸۶/۷۴	۱۲۲۴/۹۵	–
	نیروی کار(نفر روز)	۲۹۵۳/۳	۲۱۱۱/۰۶	–
	کود فسفات(کیلوگرم)	–	۸۹۴۱	–
	کود ازت (کیلوگرم)	–	۱۱۶۹۲	–
	سم حشره کش(کیلو گرم)	۵/۶	۳/۶۶	–
	سم قارچ کش (کیلو گرم)	۶۰/۰۲	۵۸	–
بازده هر طرح (هزار ریال)		۳۲۸۰۶۲/۲	۳۰۲۷۴۵/۲	۱۷۴۶۳۹/۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که مشاهده شد با توجه به اهداف محیط زیستی و محدودیت‌های اعمال شده، بازده ناخالص کشاورز در مزرعه کوچک و بزرگ با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا بیشترین مقدار را نسبت به برنامه‌ریزی دونوا و خطی ساده دارا می‌باشد. همچنین، روش برنامه-ریزی فازی دونوا و دونوا استفاده شده در این مطالعه، قادر است علاوه بر لحاظ مجموعه‌ای از اهداف متضاد، بهینه منابع تولید مورد استفاده کشاورز را با توجه به اهداف و بودجه کشاورز و در شرایط تصمیم-گیری نادقیق تعیین نماید. افزون بر آن، نتایج بیانگر این است که کشاورزی در هر گروه مزارع بایستی به سمت تخصصی شدن الگوی کشت و حذف محصول جو آبی از الگوی کشت پیش رود. بنابراین، بهترین الگوی کشت پیشنهادی در مزرعه کوچک کشت گندم آبی، چغندرقند و پنبه، مزرعه متوسط کشت گندم آبی، جو آبی، چغندرقند و پنبه و مزرعه بزرگ کشت چغندرقند و پنبه می‌باشد.

منابع

۱- پاکدامن م. و نجفی ب. ۱۳۸۸. کاربرد برنامه ریزی ریاضی چند هدفی قطعی و فازی در تعیین الگوی بهینه‌ی کشت : مطالعه موردی دشت نیلاب در استان اصفهان. مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی ۱(۲): ۱۳۹- ۱۲۱.

۲- رستگاری پور ف. و صبوحی م. ۱۳۸۸. تعیین الگوی کشت با استفاده از برنامه ریزی فازی خاکستری مطالعه موردی شهرستان قوچان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۳(۴۸): ۴۱۳- ۴۰۵.

۳- سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی. ۱۳۸۸.
۴- صبوحی م. و ضیایی س. ۱۳۸۸. بهینه سازی الگوی کشت با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی فازی با رویکرد حد تغییرات مجاز: مطالعه‌ی موردی شهرستان نیشابور. اقتصاد کشاورزی ۳(۱): ۲۲۹- ۲۱۷.
۵- صبوحی م. و الوانچی م. ۱۳۸۷. کاربرد برنامه ریزی چند منظوره و توافقی در برنامه ریزی زراعی :مطالعه موردی خراسان رضوی. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۵(۴): ۱۴- ۱.
۶- عزیزی ج. و یزدانی س.۱۳۸۳. تعیین مزیت نسبی محصولات عمده باغبانی ایران. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه ۴۱: ۶۵-۴۶.
۷- عمادزاده م.، زاهدی کیوان م. و آقایی ک. ۱۳۸۸. تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی مزرعه در شرایط ریسک و نبود قطعیت با استفاده از برنامه ریزی خطی بازه ای. اقتصاد کشاورزی و توسعه ۱۷(۶۷): ۹۲- ۷۳.
۸- غفاری مقدم ز.، رفیعی راد س. و کیخا ا. ۱۳۸۸. تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در منطقه سیستان در طی دوران خشکسالی با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی فازی. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، مشهد.
۹- کهنسال م. ر. و فیروز زارع ع. ۱۳۸۷. تعیین الگوی کشت بهینه همسو با کشاورزی پایدار با استفاده از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه مطالعه موردی استان خراسان شمالی. اقتصاد کشاورزی و توسعه ۱۶(۶۲): ۳۱-۱.
10-Bellman R.E. and Zadeh L.A. 1970. Decision making in a fuzzy environment, Management Science, 17B: 209–215.
11-Biswas B. 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.
12-Charnes A. and Cooper W.W. 1961. Management models and industrial application of linear programming, John Wiley and Sons, Inc., New York.
13-Chen Y.W. and Hsieh H.E. 2006. Fuzzy Multi-stage De-Novo programming problem. Applied Mathematics And Computation, 181: 1139-1147.
14-Huang G.H., Li Y.P., Yang Z.F. and Nie S.L. 2008. IFMP: Interval-Fuzzy Multistage Programming For Water Resources Management Under Uncertainty. Resources, Conservation and Recycling, 52:800-812.
15-Huang G.H., Zhang Y.M. and Zhang X.D. 2009. Inexact De Novo Programming For Water Resources Systems Planning, European Journal of Operational Research, 199:531-541.
16-Ignizio J.P. 1976. Goal programming and extensions. Heath and Company, Lexington, Massachusetts.
17-Kang S., Zeng X., Li F., Zhang L. and Guo P. 2010. Fuzzy Multi-Objective Linear Programming Applying To Crop Area Planning, Agricultural Water Management, 98:134-142.
18-Lee S.M. 1972. Goal programming for decision analysis. Philadelphia, Auerbach Publishers.
19-Sakawa M. 1989. Fuzzy Sets and Interactive Multiobjective Optimization, Plenum Press, New York.
20-Zeleny M. 1986. Optimal system design with multiple criteria: De-Novo programming approach, International Journal of Production, 10: 89-94.
21-Zeleny M. 1995. Trade offs-free management via de-novo programming, International Journal of Operations and Quantitative management, 1:3-13.
22-Zimmerman H.J. 1978. Fuzzy programming and linear programming with several objective function, Fuzzy set and systems1, P: 45-55.

پرتال جامع علوم انسانی