

کاربرد برنامه‌ریزی چندهدفی در تعیین الگوی بهینه ی کشت در شهرستان مرودشت با تأکید بر محدودیت آب

حمید محمدی*^۱ و فردین بوستانی^۲

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۱۴ تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۱۶

چکیده

هدف از این مطالعه تدوین الگوی کشت در شرایط ریسکی ، با در نظر گرفتن کاهش مصرف آب در شهرستان مرودشت استان فارس بوده است . برای این منظور رهیافت برنامه‌ریزی چندهدفی بکار گرفته شد . هدف های بالا با توجه به تمایلات بهره‌برداران مبنی بر حفظ سطح مشخصی از درآمد مورد توجه قرار گرفت . الگوهای ریسکی شامل تارگت - موتاد و واریانس درآمد بود . از روش نمونه گیری خوشه ای دو مرحله ای از ۵۰ بهره بردار ، برای جمع آوری داده ها استفاده شد و با توجه به تعدد پاسخ‌های ارایه شده در الگوی واریانس درآمد ، با استفاده از تحلیل خوشه‌ای پاسخ‌های بهینه انتخاب شدند . این انتخاب با استفاده از معیار ترکیبی که سه هدف کاهش مصرف آب ، کاهش ریسک و افزایش بازدهی را در بر می گرفت ، صورت پذیرفت . یافته‌های پژوهش نشان داد که میان هدف های یاد شده تبادل وجود دارد . در الگوهای منتخب سطح زیر کشت گندم با افزایش سطح ریسک دارای روند افزایشی بود . همچنین در این الگوها سطح زیرکشت ذرت و سبزی بیشتر از مقدار الگوی فعلی بدست آمد ، اما از کشت جو کاسته شد . سطح زیرکشت باقلا نیز نزدیک به سطح فعلی آن بود . همچنین نتایج نشان داد که با افزایش ریسک فاصله ی میان الگوی فعلی با الگوهای بهینه افزایش می‌یابد .

واژه های کلیدی: الگوی کشت بهینه ، محدودیت آب ، الگوهای ریسکی ، استان فارس.

^۱ استادیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد جهرم

^۲ استادیار مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد مرودشت

* نویسنده ی مسئول: hamidmohammadi1378@gmail.com

پیشگفتار

با توجه به تقاضای در حال افزایش محصولات کشاورزی، استفاده‌ی کارآتر از منابع کمیاب ضرورتی انکارناپذیر است. بهره‌برداری بهینه از این منابع افزون بر تأمین تقاضای جامعه به عنوان یک هدف کلان، می‌تواند افزایش درآمد بهره‌برداران را که برای آنها فعالیت کشاورزی جدا از فعالیتی اقتصادی به عنوان شیوه‌ای از زندگی نیز به شمار می‌آید، نیز در پی داشته باشد. در حال حاضر از میان منابع مورد استفاده‌ی کشاورزی شاید جدی‌ترین مشکل کمیابی در مورد نهاده دارای اهمیت آب مطرح باشد. زیرا با وجود این که میانگین بارندگی سالانه‌ی کشور نزدیک به ۲۵۰ میلیمتر است و تقریباً ۳۳ درصد میانگین بارندگی سالانه‌ی جهان می‌باشد، اما از سوی دیگر سیاست‌های کلان و بخشی با هدف‌های ایجاد برابری، تأمین امنیت غذایی، تسریع رشد اقتصادی و گسترش فناوری باعث مصرف و بهره‌برداری بی‌رویه از این نهاده شده است به گونه‌ای که در حال حاضر در سطح کشور بیلان آب‌های زیرزمینی منفی (۶- میلیارد مترمکعب در سال) است (وزارت نیرو، ۱۳۸۷). چنین بهره‌برداری بی‌رویه‌ای در سطح استان فارس کاملاً مشهود است. آمارهای موجود نشان می‌دهد که حجم بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی بیش از ظرفیت ذخایر آب‌های زیرزمینی استان است. این برداشت اضافی باعث کاهش سالانه مقدار آب شمار زیادی از دشت‌های استان گردیده است.

همیشه جهت پاسخگویی به تقاضای فزاینده برای آب، سیاست‌های توسعه‌ی منابع و افزایش عرضه‌ی آب مورد توجه بوده است (پذیرا و صادق زاده، ۱۹۹۹)، اما امروزه پرداختن به مدیریت تقاضا از اهمیت بالایی برخوردار است. در این راستا تغییر در الگوی کشت ضمن تأمین درآمد مشخص برای بهره‌برداران می‌تواند از فضای توصیه‌ی بیشتری برخوردار باشد، البته گفتنی است که تأمین درآمد به عنوان یک هدف در سطح خرد و در مقیاس مزرعه مورد توجه فراوان از سوی بهره‌برداران است. حال آن که استفاده‌ی پایدار از منابع آبی کمیاب به عنوان یک هدف برای سیاست‌گذاران مورد توجه زیاد است، اما به هر حال تعقیب سیاست استفاده‌ی پایدار از آب باید ضمن پرداختن به ترجیحات بهره‌برداران صورت گیرد. این امر بویژه به دلیل این که نتیجه‌ی فعالیت آنها پس از گذشت یک دوره‌ی کشت مشخص می‌شود و به بیان دیگر فعالیتی همراه با مخاطره است، لزوم توجه بیشتر به ترجیحات بهره‌برداران را مشخص می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که کشاورزان ریسک‌گریز هستند (ترکمانی، ۱۳۷۵)، بنابراین چالشی که با آن رو به رو هستیم این است که باید به تمایل بهره‌برداران در راستای تأمین درآمد بهینه با نگاه به پدیده ریسک توجه شود و افزون بر این به عنوان یک توصیه‌ی سیاست‌گذاری، لازم است به استفاده‌ی پایدار از منابع آبی یا به بیان دیگر کاهش استفاده از آب نسبت به شرایط فعلی نیز توجه شود. در

همین راستا در این مطالعه سعی شد الگوهای بهره‌برداری برای بهره‌برداران منتخب با در نظر داشتن هدف های تأمین بازده برنامه‌ای مشخص ، کاهش سطح استفاده از آب و همچنین کاهش ریسک تدوین گردد .

استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی جهت ارایه ی الگوی بهینه با توجه به قابلیت‌هایی همچون امکان لحاظ نمودن رفتار بهره برداران در مقابل پدیده ی ریسک همواره مورد توجه بوده است . استفاده از مدل‌های ساده ی اولیه همچون مونتاد در مطالعات اخیر نیز این گفته را تأیید می‌نماید . به تناسب این مجموعه برخی از مطالعات داخلی و خارجی با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی مرور شده است .

چیذری و قاسمی (۱۳۷۸)، به بررسی و تعیین الگوی بهینه ی محصولات زراعی در یک مزرعه ی نماینده ی ۴۰ هکتاری در شهرستان اقلید استان فارس پرداختند . در این مطالعه هدف های مورد بررسی عبارت از استفاده ی کمتر از نهاده‌های زمین و آب ، کمینه کردن هزینه‌های متغیر تولید و بیشینه کردن سود ناخالص مزرعه بود . بر اساس نتایج در الگوی بهینه دو محصول گندم و چغندر جای گرفتند و محصولات دیگر نظیر لوبیا ، نخود و عدس از الگوی بهینه حذف شدند .

بیات (۱۳۷۸) به تعیین الگوی بهینه ی کشت در شرایط بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی در دشت برازجان پرداخت . نتایج نشان داد که بازده برنامه‌ای اجرای الگوی بهینه برای بهره‌برداری‌های شش و کمتر از شش هکتار و بهره‌برداری‌های بیش از شش هکتار به ترتیب ۳۳ و ۲۱ درصد نسبت به الگوی فعلی آنها افزایش خواهد یافت.

کرامت‌زاده و همکاران (۱۳۸۴) به بررسی تخصیص بهینه ی آب بین اراضی زیر سد بارزو شیروان (خراسان) پرداختند . نتایج نشان داد که با حذف برخی از محصولات از الگوی فعلی و افزایش سطح زیرکشت محصولات دیگر ، سود منطقه افزایش می‌یابد .

بورتون و همکاران (۱۹۸۷) ، با استفاده از روش برنامه‌ریزی ایجاد گزینه ها استراتژی های گوناگون بازاریابی را برای یک مزرعه ی پرورش گاوهای گوشتی در ایالت ویرجینیای غربی ایالات متحده ارائه کرد. از میان گزینه‌های گوناگونی که به دست آمد با توجه به اهمیت مواردی نظیر سطح ریسک ، مخارج نقدی و نیروی کار اجاره‌ای گزینه‌های بهینه انتخاب شد.

ترکمانی و صداقت (۱۳۷۸) ، با استفاده از برنامه‌ریزی ایجاد گزینه‌ها به تعیین الگوی بهینه ی زراعت و باغداری پرداختند . نتایج این مطالعه نشان داد که سطح زیرکشت پسته در الگوی بهینه و تقریباً بهینه ی بهره‌بردار نماینده ی آب‌شیرین تفاوت معنی‌داری با وضعیت فعلی آن ندارد ، اما در

مورد بهره‌برداران دارای آب‌شور این سطح به گونه ای معنی‌دار بیش تر از سطح زیر کشتی است که بهره‌برداران به پسته اختصاص داده‌اند .

در تدوین الگوهای ریسکی، مدل‌های موتاد و تارگت - موتاد با توجه به سهولت تدوین و ارائه ی پاسخ‌های قابل قبول از کاربرد زیادی برخوردار بوده‌اند . کومار (۱۹۹۵) ، با هدف ارائه ی الگوهای ریسکی برای یک مزرعه ی نماینده با ۱۲/۳ ایگر مساحت در ایالت هارایانا هند به مقایسه ی دو روش برنامه‌ریزی ریسکی موتاد و تارگت - موتاد پرداخت . یافته‌ها حاکی از آن بود که نتایج دو مدل مشابه یکدیگر است .

والدراما و انگل (۲۰۰۰) با استفاده از الگوی ریسکی تارگ موتاد به تدوین الگوی بهینه ی پرورش ماهی در هندوراس پرداختند . یافته‌های این مطالعه نشان داد که بهره برداران بدون تغییر در اندازه ی مزارع با تغییر در تراکم ، طول دوره ی رشد و رژیم غذایی می‌توانند به سودی بالاتر دست یابند .

داپلر و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریسکی موتاد به ارائه ی الگوی بهینه ی با هم تخصیص آب و کشت برای دره ی اردن پرداختند . بر اساس نتایج مشخص شد اگر ملاحظات ریسکی نیز وارد مدل شود ، به دلیل نبود نوسان های قیمت غلات در الگوی ریسکی سهم غلات افزایش می‌یابد .

ترکمانی و کلایی (۱۳۷۸) ، به مقایسه ی روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی همراه با ریسک موتاد ، تارگت‌موتاد و همچنین مدل متعارف برنامه‌ریزی خطی پرداختند . مقایسه ی نتایج در الگوی برنامه‌ریزی همراه با ریسک با الگوی برنامه‌ریزی خطی متعارف نشان داد که در بالاترین سطح ممکن از ریسک نتایج هر سه مدل یکسان است . همچنین با افزایش ریسک الگوهای برنامه‌ریزی همراه با ریسک به سمت جایگزینی محصولات دارای بازدهی بالا به جای دیگر محصولات در الگوی کشت تمایل دارند .

محمدیان و همکاران (۱۳۸۴) با استفاده از الگوی موتاد به ارزیابی اثر بازار بورس کالاهای کشاورزی بر سطح زیرکشت برنج در استان گلستان پرداختند . اثر بازار بورس به صورت کاهش نوسان های قیمت برنج از ۵ تا ۵۰ درصد لحاظ گردید . یافته‌های این پژوهش نشان داد که کاهش نوسان های قیمتی ابتدا منجر به افزایش سطح زیرکشت برنج می‌شود ، اما با کاهش بیشتر نوسان های قیمت بار دیگر سطح زیرکشت آن کاهش می‌یابد.

فرانسیسکو و موباریک (۲۰۰۶) به تحلیل اثرهای متقابل و پویای میان فناوری های گوناگون تولید ، فعالیت‌ها و محدودیت‌ها در میان بهره برداران سبزیجات منطقه مانیل تایوان پرداختند . در این مطالعه از الگوی حداقل واریانس برای لحاظ کردن ریسک استفاده شد . یافته‌های این بررسی

نشان داد که برخی از فناوری ها با وجود درآمد بالقوه ی بالا ، به دلیل این که ریسک بالایی دارند ، از سوی بهره برداران مورد پذیرش قرار نمی گیرند.

روش پژوهش

برنامه ریزی چند هدفی

در این مطالعه همان گونه که عنوان شد ، افزون بر تأمین هدف کم ترین ریسک ، هدف های دیگری همچون تأمین سطح مشخصی از درآمد و همچنین کاهش مصرف آب نیز مورد نظر بود ، لذا از رهیافت برنامه ریزی چند هدفی استفاده شد . این رهیافت امکان بهینه سازی چند هدف را با هم مشروط بر محدودیت منابع فراهم می نماید ، البته اغلب به جای یک پاسخ بهینه مجموعه ای از پاسخ ها بدست می آید . این امر امکان مبادله میان پاسخ ها را ممکن می سازد . شکل ریاضی الگوی برنامه ریزی چند هدف را می توان به صورت زیر نوشت (فرانسیسکو و مبارک ، ۲۰۰۶) .

$$\text{Max } Z(x) = (Z_1(x), Z_2(x), \dots, Z_h(x), \dots, Z_k(x)),$$

$$Z_1(x) = Z_1(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

.

.

$$Z_h(x) = Z_h(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

.

.

$$Z_k(x) = Z_k(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$\text{Subject to: } X \in F, X \geq 0$$

که در آن $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_k)$ بردار توابع هدف با اجزاء Z_i ($i=1, 2, \dots, k$) توابع هدف انفرادی و X_i ($i=1, 2, \dots, n$) سطح زیرکشت اختصاص داده شده به محصول i است . روی هم رفته سه روش برای حل الگوهای چند هدفی وجود دارد . این روش ها عبارتند از روش وزنی ، روش مقید و روش سیمپلکس چند معیاری . روش اعمال محدودیت از استفاده ای بیشتر برخوردار است (فرانسیسکو و مبارک ، ۲۰۰۶) . در روش مقید تابع هدف h امین تابع هدف بهینه می شود . در حالی که $k-1$ هدف باقیمانده در قالب محدودیت گنجانده می شوند . یعنی برای حالت بیشینه سازی خواهیم داشت :

$$\text{Max } Z(x) = (Z_1(x), Z_2(x), \dots, Z_h(x), \dots, Z_k(x)),$$

Subject to :

$$Z_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_1$$

.

.

.

$$Z_{(h-1)}(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_{(h-1)}$$

$$Z_{(h+1)}(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_{(h+1)}$$

.

.

.

$$Z_{(h)}(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_{(h)}$$

$$X \in F,$$

$$X \geq 0$$

که در آن b_1 مجموعه قید برای هر یک از محدودیت‌ها در بهینه‌سازی مقید مورد نظر است. در روش مقید تعداد زیادی پاسخ بدست می‌آید. برای انتخاب از میان پاسخ‌های متعدد بدست آمده می‌توان از تحلیل خوشه‌ای استفاده نمود (Raju & Kumar, 1999). در این مطالعه همانند مطالعه‌ی فرانسیسکو و مبارک، (۲۰۰۶) ابتدا مقادیر هدف‌ها شامل بازده ناخالص تر، مصرف آب و مقدار عددی ریسک ناشی از تابع هدف به مقادیر نرمال تبدیل و سپس شاخصی به صورت مجموع سه مقدار نرمال شده برای هر پاسخ بدست آمده تعریف شد. روند تبدیل نیز این گونه بود که به الگوی حاوی بالاتری مقدار بازده‌ی ناخالص مقدار ۱ و به سایر مقادیر بازده‌ی برنامه‌ای مقادیر کمتر از ۱ اختصاص داده شد. در مورد دو معیار دیگر نیز به الگوی حاوی بیش‌ترین مقدار مصرف آب مقدار صفر و به سایر الگوها مقداری بالاتر از صفر تا ۱ اختصاص داده شد. در مورد ریسک نیز به الگوی دارای بالاترین مقدار ریسک عدد صفر و به الگوی کمترین ریسک عدد ۱ نسبت داده شد. در رهیافت تحلیل خوشه‌ای دو مرحله‌ای ابتدا تعداد گروه‌ها مشخص و سپس با استفاده از روش k -میانگین گروه‌بندی می‌شوند. روش k -میانگین برای دسته‌بندی مشاهدات، ابتدا هر قلم را به خوشه‌ای نسبت می‌دهد که دارای نزدیک‌ترین فاصله (میانگین) به مشاهده‌ی مرکزی است. سپس فاصله‌ی اقلیدسی هر مشاهده را از مرکز دسته‌ها

محاسبه و آن را بار دیگر به نزدیک ترین دسته دوباره تخصیص می دهد . فاصله ی اقلیدسی بین دو مشاهده نیز به شکل زیر است (جانسون و ویچرن، ۲۰۰۰):

$$d(x, y) = \sqrt{(x - y)'A(x - y)}$$

که در آن $A = S^{-1}$ و S ماتریس واریانس ها و کواریانس های نمونه است . در مقایسه با روش های رقیب برای خوشه ای کردن این روش ترجیح داده می شود (جانسون و ویچرن، ۲۰۰۰) . مزیت این روش در آن است که بدون نیاز به اطلاع از تعداد خوشه های قابل تقسیم می توان مشاهدات را تقسیم بندی نمود (SPSS Inc., 2002).

ریسک

وجود ریسک در کشاورزی بر تصمیم های کشاورزان اثر گذاشته و باعث بروز ناکارایی فنی و تخصیصی در به کارگیری عامل های تولید می شود (ترکمانی، ۱۳۷۹) ، لذا لازم است در ارائه ی الگوهای تصمیم گیری به مسئله ی ریسک نیز پرداخته شود . ایده ی استفاده از واریانس درآمد به عنوان معیاری از ریسک از قدمت بسیار زیادی برخوردار است . در این بررسی با توجه به اهمیت ارائه ی الگویی که هدف حداقل ریسک را تأمین نماید واریانس درآمد مورد استفاده قرار گرفت. واریانس درآمد بدست آمده از محصول i با بازده ی ناخالص R_i را می توان به صورت زیر نوشت (فرانسیسکو و مبارک، ۲۰۰۶):

$$V(I) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} X_i X_j \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

که در آن σ_{ij} ماتریس واریانس-کوواریانس بازده بدست آمده از تولید محصولات i و j . X_i و X_j سطح فعالیت محصولات j و i است.

در الگوی مورد استفاده تابع هدف به صورت کمینه کردن معادله ی بالا تعریف شد . در این بررسی با استفاده از رهیافت برنامه ریزی چند هدفی سعی گردید تا هدف کاهش ریسک در کنار دو هدف تأمین بازده ناخالص و کاهش مصرف آب تعقیب گردد.

از روش های مورد استفاده ی دیگر الگوی تارگت - موتاد است . مزیت مدل تارگت - موتاد به این دلیل است که بر خلاف مدل موتاد که انحرافات را نسبت به میانگین درآمد مورد استفاده قرار می دهد انحرافات را نسبت به سطح درآمد ویژه که می تواند هدف زارع را تأمین نماید ، کمینه می کند (مالکا، ۱۹۹۳) . مزیت دیگر این الگو این است که پاسخ های آن از نوع پاسخ های غالب تصادفی درجه ی ۲ است (هارداکر و همکارا، ۱۹۹۷) . با توجه به مزایای فوق از الگوی تارگت - موتاد نیز استفاده شد . این مدل به وسیله ی تیور (۱۹۸۳) ارائه گردید که شکل کلی آن به صورت زیر است:

$$\text{Max } E(Z) = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

Subject to :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i$$

$$\sum_{j=1}^n c_{kj} X_j + y_k \geq T$$

$$\sum_k p_k y_k \leq \lambda$$

$$\lambda = M \rightarrow 0$$

$$X_j, y_k \geq 0$$

که در آن $E(Z)$ بازده انتظاری فعالیت‌ها، X_j سطح زیرکشت فعالیت j ام، a_{ij} نیازهای فنی رشته فعالیت j ام از منبع یا محدودیت i ام، b_i سطح منبع یا محدودیت i ام، T مقدار بازده هدف، c_{kj} بازده رشته فعالیت j ام برای زمان (سال) مورد نظر k ام، p_k احتمال وقوع را برای سال k ام، λ پارامتر ثابت از صفر تا M که M به عنوان یک عدد بزرگ معرفی می‌شود. به این معنی که برای تصمیم‌گیرندگان ریسک‌گریز به گونه‌ی تصادفی کاراست. مشکل عمده در مورد تارگت - موتاد لزوم تعیین پارامتر T است. مک‌کاملی و کلین‌استین (۱۹۸۷) روشی را برای تعیین دامنه‌ی T ارائه کرده‌اند. بر اساس این روش اگر X^* به عنوان فعالیت بیشینه ساز درآمد تعریف شود که از پاسخ ناشی از حل برنامه‌ریزی خطی ساده یا متعارف بدست می‌آید آنگاه بردار W^* به صورت رابطه‌ی زیر تعریف می‌شود:

$$W^* = \sum_{j=1}^n c_{kj} X_j^*$$

همان‌گونه که می‌دانیم در تدوین الگو بر اساس برنامه‌ریزی متعارف ممکن است نتوانیم برخی از ملاحظات اقتصادی و اجتماعی را در الگو در قالب محدودیت بگنجانیم. برای مثال اگر هدف توسعه تولید یک محصول ویژه بر اساس یک برنامه‌ریزی راهبردی باشد، آنگاه ممکن است هدف بالا تحت‌الشعاع الگوی بهینه‌ی ناشی از برنامه‌ریزی ساده یا متعارف قرار گیرد زیرا راه‌حل‌های ارائه شده توسط برنامه‌ریزی ریاضی متعارف از یک قاطعیت و انعطاف ناپذیری برخوردار است. از این روست که تلاش در راستای انعطاف بخشیدن به الگوهای بهینه، به مثابه‌ی افزایش قابلیت کاربرد راه‌حل‌های ارائه شده به وسیله‌ی روش برنامه‌ریزی ریاضی به شمار می‌آید. استفاده از راه‌حل‌های

تقریباً بهینه که در آنها مقدار تابع هدف با کمی انحراف نسبت به پاسخ بهینه قرار دارد از جمله این تلاش ها برای افزایش قابلیت کاربرد روش برنامه ریزی خطی می باشد. این روش در اصطلاح روش ایجاد گزینه ها^۱ (MGA) نامیده می شود. MGA به روش های متعددی اجرا می شود، اما متداول ترین روش آن روش^۲ HSJ است. این روش در حالت بیشینه سازی متغیر صفر در الگوی بهینه برنامه ریزی ساده یا متعارف به شرح زیر است (ویلیس و ویلیس، ۱۹۹۳):

$$\max : X_i, \quad X_i = 0$$

$$\text{Subject to: } C_i X_i \geq (1-j)Z^*$$

$$A_i X_i \leq b_j$$

$$X_i \geq 0$$

که در آن Z^* مقدار پاسخ بهینه ی بدست آمده از حل الگوی برنامه ریزی متعارف (ساده)، j نیز میزان انحراف قابل اغماض از مقدار بهینه ی تابع هدف اولیه (الگوی برنامه ریزی متعارف)، C_i بردار ضرایب تابع هدف، X_i بردار فعالیت ها، A ماتریس ضرایب محدودیت های فنی و b_j بردار منابع می باشد.

محدودیت های الگو شامل محدودیت زمین، آب، نیروی کار، سرمایه، تناوب زراعی و محدودیت های ریسکی و محدودیت های خاص روش حل مقید برنامه ریزی چند هدفی (شامل محدودیت سطح بازده مشخص و میزان معین از مصرف آب) است. مقدار آب در دسترس و همچنین میزان آب مورد نیاز برای ماه های گوناگون متفاوت بود، لذا محدودیت آب در قالب γ محدودیت لحاظ گردید. نیروی کار نیز به دلیل این که بیشتر در انجام آبیاری مورد استفاده قرار می گرفت، دارای شرایط مشابه نهاده آب بود و با استفاده از γ محدودیت لحاظ گردید. به منظور تدوین محدودیت زمین ابتدا تقویم کشت محصولات مورد کشت بهره برداران تهیه شد و با توجه به اشتراک استفاده آنها از زمین در چارچوب γ محدودیت مجزا لحاظ گردید. در محدودیت سرمایه، ضرایب متغیرهای کشت (محصولات) برابر با هزینه ی متغیر محصولات و مجموع سرمایه ی در دسترس معادل کل هزینه های متغیر الگوی فعلی در نظر گرفته شد. در محدودیت های سطح بازدهی مشخص نیز در سمت چپ ضرایب تابع هدف مورد استفاده قرار گرفت. در خصوص محدودیت آب نیز ضرایب یاد شده همان ضرایب آب مصرفی محصولات بود. در مورد مقادیر سمت راست دو محدودیت اخیر نیز در تحلیل نتایج توضیح داده شده است.

داده های مورد نیاز از راه مصاحبه ی حضوری و تکمیل پرسشنامه توسط روش نمونه گیری خوشه ای دو مرحله ای، از ۵۰ بهره بردار از بین بهره برداران منتخب شهرستان مرودشت، بدست

¹ Modeling to Generate Alternatives

² Hop- Skip- Jump

آمد. نمونه‌ی مورد نظر نیز به صورت تصادفی انتخاب شد. داده‌های مربوط به قیمت و عملکرد محصولات گوناگون برای برنامه‌ریزی همراه با ریسک نیز از سالنامه‌های آماری استان فارس استخراج شد.

نتایج و بحث

به گونه‌ی معمول در استفاده از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی با توجه به این که امکان ارائه‌ی الگویی بهینه برای تمامی واحدها بصورت انفرادی وجود ندارد، لذا برای گروهی از بهره‌برداران یک بهره‌بردار به عنوان بهره‌بردار نماینده مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تلاش باید ضمن توجه به همگن بودن بهره‌برداران صورت گیرد. در این بررسی بهره‌برداران منتخب بر اساس مقیاس فعالیت و با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به گروه‌های همگن تقسیم و از میان هر گروه بهره‌بردار نماینده انتخاب شد. بر این اساس به سه گروه تقسیم شدند که در این مطالعه نتایج مربوط به یکی از این گروه‌ها ارائه شده است. نتایج ارائه شده شامل الگوی بهینه‌ی متعارف (ساده)، الگوهای تقریباً بهینه و همچنین الگوهای ریسکی تارگت - موتاد و واریانس درآمد می‌باشد.

همان گونه که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، سطح زیرکشت مزرعه‌ی نماینده‌ی این گروه ۱۵ هکتار است که ۵۶ درصد آن به گندم و ۲۰ درصد آن به کشت ذرت اختصاص دارد، همچنین سهم جو از سطح زیرکشت این گروه ۱۶ درصد است. سهم هر یک از محصولات باقلا و سبزی به ترتیب ۵ و ۳ درصد است. بازده ناخالص بهره‌برداران این گروه به طور میانگین در سال ۱۳۸۵ برابر با ۱۸۶/۷۶ میلیون ریال است.

در ستون سوم این جدول الگوی بهینه‌ی ناشی از برنامه‌ریزی ساده یا متعارف آمده است. در الگوی بهینه سطح زیرکشت گندم افزایش یافته است، اما سطح زیر کشت جو در این گروه ۷۰ درصد کاهش یافته است. سطح زیرکشت ذرت نیز با ۲۷ درصد کاهش از ۳ هکتار در الگوی فعلی به ۲/۲ هکتار کاهش یافته است. سبزی نیز در الگوی بهینه از اهمیتی بیشتر برخوردار شده است. به گونه‌ای که سطح زیرکشت آن از ۰/۵ هکتار به ۲/۱ هکتار افزایش یافته است. باقلا نیز در الگوی بهینه از الگو خارج شده است. بازده ناخالص بدست آمده از الگوی بهینه‌ی متعارف در مقایسه با الگوی فعلی ۲۰ درصد افزایش نشان می‌دهد و مقدار آن به بیش از ۲۲۴ میلیون ریال افزایش یافته است.

بر اساس الگوی بهینه‌ی ارائه شده دو الگوی تقریباً بهینه نیز با انحراف بازدهی ۵ درصد نسبت به الگوی بهینه ارائه شد. در الگوی تقریباً بهینه‌ی نخست، از سطح زیرکشت گندم و جو کاهش و به سطح زیرکشت سه محصول دیگر افزوده شده است. به این ترتیب که سطح زیرکشت گندم از

۱۰ هکتار الگوی بهینه به ۴/۹ هکتار کاهش یافته است و جو نیز از الگو حذف شده است. از سوی دیگر سطح زیرکشت ذرت از ۲/۲ هکتار در الگوی بهینه به ۳/۸ هکتار و سطح زیرکشت سبزی نیز از ۲/۱ هکتار به ۳/۸ هکتار افزایش یافته است. باقلا که در الگوی بهینه از اولویت برخوردار نبود، در الگوی تقریباً بهینه ی نخست ۲/۶ هکتار را به خود اختصاص داده است. بازدهی این الگو در مقایسه با الگوی فعلی ۱۴/۴ درصد بالاتر است.

در الگوی تقریباً بهینه ی دوم دو محصول گندم و باقلا از الگو خارج شده اند و سطح زیرکشت محصولات ذرت، سبزی و جو نسبت به تمامی سایر الگوهای مندرج در جدول افزایش یافته است. در این الگو سطح زیرکشت محصولات یاد شده به ترتیب برابر با ۵/۵، ۵/۲ و ۴/۳ هکتار است. از مهم ترین تفاوت های میان الگوی فعلی و الگوی تقریباً بهینه ی دوم می توان به حذف گندم از الگوی کشت و افزایش سطح زیرکشت سایر محصولات اشاره کرد که افزایش سطح زیرکشت جو و ذرت کمتر از ۲ برابر، اما افزایش سطح زیرکشت سبزی بیش از ۱۰ برابر بوده است. بازدهی ناخالص الگوی تقریباً بهینه ی دوم ۱۳/۶۲ درصد بالاتر از الگوی فعلی است.

به منظور ارائه ی الگوهای حداقل کننده ی ریسک در این بررسی همان گونه که پیش تر نیز عنوان شد از دو رهیافت تارگت - موتاد و واریانس درآمد استفاده گردید. نتایج بدست آمده از هر یک از این الگوها به تفکیک ارائه شده است. در الگوی تارگت - موتاد از بازدهی ۸ ساله ی محصولات بهره برداران نمونه طی سال های ۸۳-۱۳۷۶ استفاده شد. در محاسبه ی بازدهی محصولات به دلیل عدم دسترسی به سری زمانی قیمت و عملکرد این محصولات در منطقه ی مورد مطالعه از میانگین مقادیر آنها در استان فارس استفاده شد.

نتایج بدست آمده از الگوی ریسکی تارگت - موتاد در جدول (۲) ارائه شده است. از نکات دارای اهمیت در این الگو انتخاب درآمد هدف می باشد. به منظور تعیین دامنه ی درآمد هدف ابتدا بازدهی الگوی فعلی بهره برداران در سال های گوناگون با استفاده از قیمت های تورم زدایی شده محاسبه و به کمک روابط ارائه شده در بخش روش شناسی، دامنه ی یاد شده تعیین شد. سطوح گوناگون ریسک درآمدی نیز از مقدار کمینه ی آن که الگوی ریسکی دارای پاسخ بود، شروع و تا مقدار بزرگی که پاسخ الگوی برنامه ریزی متعارف بدست می آمد، افزایش یافت. بر این اساس ۴ سطح درآمد هدف انتخاب شد. برای هر سطح درآمد هدف نیز ۴ سطح ریسک درآمدی تعیین گردید. بازدهی الگوی کشت بهره برداران این گروه در طی سال ها بر حسب قیمت های سال ۱۳۸۵ در دامنه ی ۲۱۵-۱۳۲ میلیون ریال در نوسان بوده است. از دامنه ی بالا مقادیر ۱۳۲، ۱۷۵، ۱۹۶ و ۲۱۵ میلیون ریال به عنوان درآمدهای هدف انتخاب شد.

بر اساس نتایج مندرج در جدول (۲) در این گروه با افزایش درآمد هدف زیرکشت گندم نیز افزایش یافته است. برای مثال در سطح کم‌ترین ریسک در سه هدف درآمدی نخست، سطح زیرکشت گندم برابر با $0/3$ هکتار است در حالی که در سطح درآمد 215 میلیون ریال سطح زیرکشت آن به 1 هکتار افزایش یافته است. در هر سطح درآمد نیز با افزایش ریسک سطح زیرکشت آن به گونه‌ی پیوسته تا رسیدن به 10 هکتار افزایش می‌یابد. محصول جو در هر سطح درآمدی تنها در مقادیر بالای ریسک وارد الگو می‌شود و مقدار آن برابر با $0/7$ هکتار است که در الگوی بهینه نیز همین مقدار را در اختیار داشته است. سطح زیرکشت ذرت با افزایش درآمد تمایل به کاهش دارد. در هر سطح از درآمد هدف نیز بر خلاف گندم سطح زیرکشت آن با افزایش ریسک به گونه‌ی پیوسته کاهش می‌یابد تا این که به مقدار آن در الگوی بهینه که $2/2$ هکتار است می‌رسد. سطح زیرکشت سبزی با افزایش درآمد هدف و همچنین افزایش ریسک در هر سطح از درآمد هدف افزایش می‌یابد. البته در سطوح کم‌ترین ریسک هیچ یک از درآمدهای هدف وارد الگو نشده است. با افزایش سطح ریسک در هر سطح درآمد، سطح زیرکشت آن تا $2/1$ که برابر با مقدار آن در الگوی بهینه‌ی متعارف است، افزایش می‌یابد.

باقلا که در الگوی بهینه‌ی متعارف از الگو حذف گردید، همان گونه که در جدول (۱) نیز مشاهده می‌شود در اینجا نیز در سطوح ریسک بیشینه وارد الگو نشده است. در سطوح کم‌ترین ریسک در هر سطح درآمد نیز تنها نزدیک به $0/3$ هکتار به این محصول اختصاص یافته است که البته با افزایش سطح درآمد هدف تمایل به کاهش نشان می‌دهد. برای مثال در سطح کم‌ترین ریسک درآمد 215 میلیون ریال سطح زیرکشت آن به $0/2$ کاهش یافته است. روی هم رفته، با افزایش ریسک و درآمد هدف سطح زیرکشت محصولات ذرت و باقلا کاهش و سطح زیرکشت گندم، جو و سبزی افزایش می‌یابد. در ستون آخر جدول هم بازده‌ی ناخالص هر یک از الگوها مشاهده می‌شود. با افزایش سطح ریسک قابل‌پذیرش بازده‌ی ناخالص الگو نیز تا رسیدن به بیش‌ترین بازده ممکن (بازده‌ی بدست آمده از الگوی بهینه‌ی متعارف) افزایش می‌یابد. همان گونه که از نتایج دو جدول (۱) و (۲) نیز مشخص است، با افزایش ریسک در هر سطح درآمد، الگوی تارگت - موتاد با الگوی بهینه‌ی متعارف یکسان می‌گردد؛ این امر ممکن است ناشی از ثابت بودن قیمت محصولات و نهاده‌ها و همچنین رابطه‌ی خطی میان آنها باشد (ترکمانی و محمدی، ۱۳۸۰).

در جدول (۳) نیز الگوی ریسک کمینه‌ی واریانس درآمد ارائه شده است. در استفاده از این روش هدف کاهش ریسک بهره برداران همراه با دو هدف تأمین سطح مشخصی از درآمد و مصرف آب تعقیب گردید. به این ترتیب که ابتدا کاهش ریسک ضمن تأمین هدف سطوح درآمدی

گوناگون صورت گرفت که این سطوح درآمد از سطح فعلی تا سطح بیشینه ی درآمد ممکن ناشی از الگوی برنامه‌ریزی متعارف که در جدول (۱) ارائه شد، انتخاب گردید. در الگوی دوم به دو هدف کاهش ریسک و تأمین سطوح فعلی درآمد، هدف سومی نیز به صورت کاهش مقدار مصرف آب از سطح فعلی تا کم‌ترین سطح ممکن که می‌تواند سطح درآمد فعلی را تأمین کند، اضافه شد. برای این منظور ابتدا سطح مصرف آب در قالب الگویی مجزا مشروط به سطح درآمد فعلی کمینه شد. سپس سطوح مصرف آب در الگوی ریسکی از میان دامنه ی سطح مصرف فعلی تا سطح مصرف ناشی از الگوی کمینه کننده ی مصرف آب (الگوی مصرف بهینه آب) انتخاب گردید. این شیوه تعیین دامنه شبیه تعیین دامنه ی ضرایب تابع هدف در الگوهای فازی است (کومار و همکاران، ۲۰۰۶) بر اساس آن چه عنوان شد، درآمدهای هدف منتخب شامل درآمد الگوی فعلی (۱۸۶/۷۶ میلیون ریال)، سطوح درآمدی ۱۹۵، ۲۰۵، ۲۱۵ میلیون ریال و سطح درآمد بهینه ی متعارف (۲۲۴/۱۱ میلیون ریال) بود. کل مصرف آب بهره بردار نماینده ی این گروه با ۱۵ هکتار سطح زیرکشت برابر با ۱۰۹۱۵۰ مترمکعب است. پاسخ بهینه ی ناشی از الگوی برنامه‌ریزی ساده کمینه‌کننده ی مصرف آب نیز نشان داد که مشروط بر تأمین سطح فعلی درآمد می‌توان مصرف آن را تا سطح ۷۷۰۵۰ مترمکعب کاهش داد. در تدوین الگوی ریسکی که در آن هدف کاهش مصرف آب در کنار دو هدف کاهش واریانس درآمد و تأمین سطح درآمد فعلی نیز مورد نظر بود، افزون بر دو سطح مصرف آب که به آنها اشاره شد، دو مقدار دیگر بین مقادیر بالا شامل ۱۰۰ و ۹۰ هزار متر مکعب نیز انتخاب شد. در جدول (۳) نتایج بدست آمده از الگوی حداقل‌کننده ی واریانس درآمد آمده است. در بخش نخست این جدول نتایج الگوی کمینه کننده ی ریسک مشروط بر سطوح گوناگون درآمد هدف خلاصه شده است. در حالی که پخش دوم آن نتایجی را ارائه کرده است که طی آن هدف بالا ضمن تأمین سطح درآمد فعلی و کاهش مقادیر متعددی از مصرف آب تعقیب شده است.

مشابه الگوی تارگت - موتاد در این الگو نیز با افزایش سطح درآمد که به یقین مستلزم افزایش سطح ریسک است، سطح زیرکشت گندم افزایش یافته است. در ستون آخر جدول (۳) نیز مشاهده می‌شود که با افزایش سطح درآمد میزان ریسک حداقل نیز رو به افزایش است. در الگوی تارگت - موتاد سطح زیرکشت جو تا سطح درآمد هدف بیشینه وارد الگو نشد. در حالی که در این الگو در سطوح درآمد هدف پایین‌تر این محصول در الگو دیده می‌شود و با افزایش سطح درآمد از درآمد فعلی تا رسیدن درآمد به سطح ۲۰۵ میلیون ریال، سطح زیرکشت این محصول از ۱/۴ هکتار به ۰/۷ کاهش و در نهایت در سطح درآمد ۲۱۵ میلیون ریال از الگو حذف می‌گردد و بار دیگر در درآمد بیشینه وارد الگو می‌گردد.

سطح زیرکشت ذرت همانند الگوی تارگت - موتاد به گونه‌ی پیوسته با افزایش درآمد هدف کاهش می‌یابد. البته در الگوی تارگت - موتاد مقادیر کاهش بیش‌تر است و از ابتدا سطح زیرکشت این محصول در مقایسه با الگوی حداقل واریانس بالا بوده و با کاهش مقادیر بزرگ‌تر در نهایت به مقدار آن در الگوی بهینه‌ی متعارف (۲/۲ هکتار) کاهش می‌یابد که این رقم برای هر دو الگو یکسان است. برای مثال در الگوی تارگت - موتادی که بازده‌ی ناخالص آنها نزدیک به ۱۹۵ میلیون ریال است، سطح زیرکشت ذرت بیش از ۱۴ هکتار است در حالی که بر اساس الگوی حداقل واریانس در الگوی دارای بازده ناخالص بالا، ذرت تنها ۴/۴ هکتار را به خود اختصاص داده است، اما به هر حال هر دو الگو حاکی از کاهش سطح زیرکشت ذرت به موازات افزایش ریسک می‌باشد. سطح زیرکشت سبزی نیز همانند الگوی تارگت - موتاد با افزایش سطح ریسک افزایش یافته است. در سطوح درآمدی گوناگون سطح زیرکشت این محصول از ۱/۳ هکتار تا ۲/۱ هکتار در حال افزایش بوده است.

سطح زیرکشت سبزی همانند الگوی تارگت - موتاد با افزایش درآمد و ریسک رو به افزایش است و با افزایش درآمد از سطح فعلی آن تا سطح بیش‌ترین سطح زیرکشت این محصول نیز از ۱/۳ هکتار به ۲/۱ هکتار افزایش یافته است.

در مورد محصول باقلا شرایطی عکس آنچه در الگوی تارگت - موتاد دیده شده، تبیین گردیده است. به این ترتیب که در الگوی تارگت - موتاد با افزایش درآمد و افزایش سطح ریسک، اهمیت این محصول رو به کاهش گذاشت و تنها در مقادیر کم‌ترین ریسک هر درآمد هدف در الگو وارد شد که مقدار آن نیز بسیار اندک (۰/۳ هکتار) بود. در حالی که در الگوی حداقل واریانس از ابتدا و در سطح درآمد فعلی این محصول ۰/۹ هکتار را به خود اختصاص داده است و با افزایش ریسک تا سطح درآمد ۲۱۵ میلیون ریال مقدار آن رو به افزایش بوده است و تنها در بیش‌ترین درآمد هدف از الگو حذف شده است.

همان گونه که در بخش پایین جدول (۳) آمده است، با افزایش سطح ریسک و کاهش مصرف آب، سطح زیرکشت گندم همانند الگوی قبل افزایش یافته است. با توجه به قیمت تضمینی گندم، افزایش سطح زیرکشت آن مبتنی بر انتظار است، البته این افزایش تنها تا سطح ۹۰۰۰۰ مترمکعب ادامه دارد و با کاهش استفاده از آب به ۷۷۰۵۰ متر مکعب این محصول از الگو خارج شده است. جو نیز در سطح فعلی بکارگیری آب ۱/۴ هکتار در اختیار دارد که با کاهش آن به ۱۰۰ هزار مترمکعب سطح زیرکشت آن دچار کاهش شدید شده است و در مقادیر پایین‌تر آب نیز این محصول از الگو خارج شده است. اهمیت ذرت ابتدا با کاهش مصرف آب کاهش یافته است، اما با کاهش بیشتر این محصول بار دیگر در الگو اهمیت افزایش یافته است به گونه‌ای که در کمینه‌ی

مصرف آب ۶/۸ هکتار به کشت این محصول اختصاص دارد. در مورد سبزی نیز روند مشابه ذرت را می‌توان مشاهده کرد. در الگوی حاوی کمینه ی مصرف آب ۴/۴ هکتار از سطح زیرکشت به این محصول تعلق دارد.

با کاهش مقدار مصرف آب سطح زیرکشت باقلا نیز ابتدا افزایش یافته است، اما با کاهش بیشتر آب، سطح زیرکشت آن کاهش و در نهایت در سطح حداقل مصرف آب از الگو خارج شده است، البته نباید از نظر دور داشت که کاهش مصرف آب همان گونه که در ستون آخر جدول نیز مشاهده می‌شود، مستلزم پذیرفتن مقادیر بالای ریسک است.

در الگوی ریسکی جدول (۳) تلویحاً سه هدف افزایش بازده، کاهش ریسک و کاهش مصرف آب تعقیب شد و نتایج نیز نشان داد که میان این هدف‌ها مبادله وجود دارد. به این معنی که افزایش درآمد و کاهش مصرف آب مستلزم پذیرفتن مقادیر بالای ریسک است. از این رو الگوهای متعددی ارائه شد. به منظور انتخاب الگوهای ارائه شده، با استفاده از رهیافت تحلیل خوشه‌ای اقدام به انتخاب الگوهای بهینه‌تر گردید. به این منظور ابتدا مقادیر ریسک، سطح مصرف آب و همچنین بازده ناخالص هر الگو محاسبه و مقادیر آنها به مقادیر نرمال تبدیل شد. در ادامه با استفاده از مقادیر نرمال شده معیاری ترکیبی ارائه شد. بر اساس تحلیل خوشه‌ای الگوهای مندرج در جدول (۳) و همچنین الگوی بهینه ی متعارف به ۳ گروه تقسیم شدند که طی آن الگوی شماره ی ۱۰ به تنهایی در یک گروه قرار گرفت و از بین تمامی الگوها، کم‌ترین امتیاز به این الگو تعلق گرفت. بر اساس این تقسیم‌بندی الگوهای شماره ی ۳، ۴، ۵، ۶ و الگوی بهینه ی متعارف در یک گروه قرار گرفتند. همچنین الگوهای شماره ی ۲، ۷، ۸ و ۹ نیز در یک گروه قرار گرفتند که این گروه در مقایسه با گروه قبل دارای امتیازی بالاتر بودند و می‌توان گفت این گروه در مقایسه با سایر گروهها از امکان پیشنهاد بیشتری برخوردارند.

همان گونه که یافته‌ها نشان داد، میان کاهش مصرف آب، کاهش ریسک و دستیابی به بازدهی مبادله وجود دارد. در مطالعه ی فرانسیسکو و مبارک (۲۰۰۶) نیز مشخص شد میان هدف‌های یاد شده تبادل وجود دارد و تلاش در راستای افزایش بازدهی یا کاهش ریسک منجر به افزایش مصرف آب می‌شود. همچنین در مطالعه ی ترکمانی و زیبایی (۱۳۸۲) نیز تبادل میان مصرف آب و ریسک مشاهده می‌شود. در مقادیر بالای ریسک، گندم تمایل به افزایش دارد. این امر ناشی از خرید تضمینی آب است. به بیان دیگر، آثار سیاست دولت در بازار محصول را می‌توان در الگوی کشت و همچنین در نحوه بهره‌برداری از منابع مشاهده نمود. بر این اساس به منظور استفاده ی پایدار از منابع آب، شرایط بازار محصول از اهمیت بالایی برخوردار است. در تمامی الگوهای منتخب دو محصول ذرت و سبزی نسبت به شرایط فعلی از سطح زیرکشت بالاتری

برخوردار بوده‌اند. در مورد سیزی محدودیت مهم کاربری این محصول است. از سوی دیگر با استفاده‌ی بیشتر از نیروی کار و یا مکانیزه کردن فرآیند تولید آن انتظار می‌رود ارزش افزوده‌ی این محصول از راه انجام خدمات بیشتر موقعیت درآمدی بهره‌برداران را به گونه‌ی بهینه‌ای بهبود بخشد. ترکیب کشت الگوهای منتخب که دارای ریسک پایین‌تری نیز بودند، در مقایسه با سایر الگوها به الگوی فعلی نزدیک‌تر بود به بیان دیگر به گونه‌ی تلویحی می‌توان گفت بهره‌برداران ریسک‌گریز هستند.

پیشنهادها

با توجه به مطالب عنوان شده می‌توان پیشنهادهای زیر را ارایه کرد:

- ۱- تدوین الگوی کشت منطقه‌ای مبتنی بر کاهش استفاده از منابع کمیاب آب
- ۲- استفاده از بازار آب به منظور تغییر در روند بهره‌برداری از منابع آب
- ۳- توجه به آثار سیاست‌های دولت بر روی محصولات منطقه به دلیل وجود رابطه‌ی تبدیلی میان هدف‌های متعدد، مانند دخالت در بازار محصولات

Archive of SID

منابع

۱. بیات پ. ۱۳۷۸. تعیین الگوی بهینه کشت با بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی: مطالعه موردی دشت برازجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شیراز.
۲. ترکمانی ج. ۱۳۷۹. تحلیل اقتصادی تغییر در سطح زیرکشت آفتابگردان: کاربرد روش مدل‌سازی ایجاد گزینه‌ها. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هشتم، (۳۰): ۴۳-۶۴.
۳. ترکمانی ج. ۱۳۷۵. استفاده از برنامه‌ریزی توأم با ریسک در تعیین کارآیی بهره‌برداران کشاورزی، مجله علوم کشاورزی ایران، شماره ۲۷.
۴. ترکمانی ج. کلایی ع. ۱۳۷۸. تأثیر ریسک بر الگوی بهینه بهره‌برداران کشاورزی: مقایسه روش‌های برنامه‌ریزی توأم با ریسک موتاد و تارگت - موتاد. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، (۲۵): ۷-۲۸.
۵. ترکمانی ج. محمدی ح. ۱۳۸۰. کاربرد مدل برنامه‌ریزی هدف توأم با ریسک (GP-MOTAD) در بررسی پذیرش نوآوری از سوی ذرت‌کاران استان فارس. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، شماره ۳۳.
۶. ترکمانی ج. صداقت ر. ۱۳۷۸. تعیین الگوی بهینه تلفیق باغداری و زراعت: کاربرد روش مدل‌سازی ایجاد گزینه‌ها، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، (۷): ۲۸-۳۴.
۷. جانسون ر. آ. ویچرن د. د. ۲۰۰۰. تحلیل آماری چند متغیری کاربردی. ترجمه حسینی‌علی نیرومند. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد.
۸. چیدری الف. قاسمی خ. ع. ۱۳۷۸. کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در الگوی بهینه کشت محصولات زراعی، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، (۲۸): ۷۶-۶۱.
۹. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی فارس. ۱۳۸۱، سالنامه آماری استان فارس.
۱۰. کرامت‌زاده ع. چیدری ا.ح. موسوی ح. ۱۳۸۴. مدیریت منابع آبی از طریق تخصیص بهینه آ بین اراضی زیرسدها؛ مطالعه موردی سد بازرو شیروان. مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۱۱. محمدیان م. چیدری ا.ح. مرتضوی س. ا. ۱۳۸۴. تأثیر کنترل ریسک قیمتی برنج در شرایط بورس کالا بر الگوی کشت بهینه مطالعه موردی استان گلستان منطقه گنبد-مینودشت. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال سیزدهم، (۴۹): ۱۹۴-۱۶۸.
۱۲. وزارت نیرو. ۱۳۸۷. گزارش منتشر نشده. تهران.

13. Burton R.O., Gidley J. S, Baker B. S. and Red- Wilson K. J. 1987. Nearly Optimal Programing Solutions: Some Conceptual Issues and a Farm Management Application. *American Journal of Agricultural Economics*, (69): 813-818.
14. Doppler W. 2002. The impact of water price strategies on the allocation of irrigation water: the case of the Jordan Valley. *Agricultural Water Management*, (55):171-182.
15. Francisco S. R and Mubarik A. 2006. Resource allocation tradeoffs in Manila's peri-urban vegetable production systems: An application of multiple objective programming. *Agric. Sys.* (87): 147-168.
16. Hardaker J, HuirneR and Anderson J. 1997. Coping with risk in agriculture. CAP International, New York.
17. Johansson R. C, Tsur Y, Roe T. L and Doukkali R. 2002. Pricing irrigation water: a review of theory and practice. *Water Policy*, (4):173-199.
18. Kumar B. 1995. Trade-off between Return and Risk in Farm Planing: MOTAD and Target MOTAD Approach. *Indian Journal of Agricultural Economics*, (50): 193-199.
19. Maleka P, Vart P and Shankar R. 1993. A fuzzy programing approach for vendor selection problem in a supply chain. *Int. J. Production Economics*, 101: 273-85.
20. McCameley F. and Kliebenstein J. B. 1978. Describing and identifying the complete set of Target MOTAD solutions. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 69 (3): 669-676.
21. Pazira E and Sadeghzadeh K. 1999. Sustainable soil and water use in agricultural sector of Iran. *International Conference on Agricultural Engineering*. Beijing, China.
22. Raju K.S. and Kumar D.N. 1999. Multicriterion decision making in irrigation planning. *Agric. Sys.* (62): 117-129.
23. SPSS Inc. (2002). SPSS 11.0 Guid to Data Analysis, Prentice Hall, NJ.
24. Tauer L. M .1983. Target MOTAD. *American Journal of Agricultural Economics*, 65(3): 606-610.
25. Valderama D and Engle C. 2000. A risk programming model for shrimp farming in Honduras.
26. Willis C and Willis M. S. 1993. Multiple Criteria and Nearly Optimal Solutions in Greenhouse Management. *Agricultural SYstem*, (41): 289-303.

پیوست ها

جدول ۱- سطح زیر کشت و بازدهی الگوهای فعلی ، بهینه و تقریبا بهینه ی بهره برداران منتخب

الگوی تقریبا بهینه ی دوم		الگوی تقریبا بهینه ی نخست		الگوی بهینه		الگوی فعلی	نام محصول
تغییر نسبت به الگوی فعلی (%)		تغییر نسبت به الگوی فعلی (%)		تغییر نسبت به الگوی فعلی (%)			
-	-	-۴۲	۴/۹	۲۰	۱۰	۸/۴	گندم
۸۱	۴/۳	-	-	-۷۰	۰/۷	۲/۴	جو
۸۳	۵/۵	۲۷	۳/۸	-۲۷	۲/۲	۳	ذرت
۹۴۰	۵/۲	۶۶۰	۳/۸	۳۲۰	۲/۱	۰/۵	سبزی
-	-	۲۴۷	۲/۶	-	-	۰/۸	باقلا
۱۳/۶۲	۲۱۲/۲۱	۱۴/۴۱	۲۱۳/۶۸	۲۰	۲۲۴/۱۱	۱۸۶/۷۶	بازدهی ناخالص (میلیون ریال)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Archive of SID

جدول ۲- نتایج بدست آمده از الگوی ریسکی تارگت - موتاد بهره برداران منتخب

تغییرات بازده	بازده برنامه‌ای	باقلا	سبزی	ذرت	جو	گندم	محصولات		
-	۱۸۶/۷۶	۰/۸	۰/۵	۳	۲/۴	۸/۴	الگوی فعلی		
۴/۸۴	۱۹۵/۸۱	۰/۳	-	۱۴/۴	-	۰/۳	$\lambda = ۸۴۰۰۰۰۰$	T=۱۵۴ (میلیون ریال)	تارگت - موتاد
۸/۷۹	۲۰۳/۱۸	-	۰/۱	۱۲	-	۲/۹	$\lambda = ۹۵۰۰۰۰۰$		
۱۲/۴۰	۲۰۹/۹۳	-	۰/۵	۸/۵	-	۶	$\lambda = ۱۱۰۰۰۰۰$		
۲۰	۲۲۴/۱۱	-	۲/۱	۲/۲	۰/۷	۱۰	$\lambda = ۲۰۰۰۰۰۰$		
۴/۸۴	۱۹۵/۸۱	۰/۳	-	۱۴/۴	-	۰/۳	$\lambda = ۱۸۹۰۰۰۰$	T=۱۷۵ (میلیون ریال)	تارگت - موتاد
۷/۷۶	۲۰۱/۵۳	-	-	۱۲/۳	-	۲/۷	$\lambda = ۱۹۹۰۰۰۰$		
۱۲/۶۵	۲۱۰/۳۹	-	۰/۵	۸/۴	-	۶	$\lambda = ۲۳۰۰۰۰۰$		
۲۰	۲۲۴/۱۱	-	۲/۱	۲/۲	۰/۷	۱۰	$\lambda = ۳۰۰۰۰۰۰$		
۴/۸۴	۱۹۵/۸۱	۰/۳	-	۱۴/۴	-	۰/۳	$\lambda = ۳۲۱۰۰۰۰$	T=۱۹۶ (میلیون ریال)	تارگت - موتاد
۹/۵۴	۲۰۴/۵۷	-	۰/۲	۱۰/۹	-	۳/۸	$\lambda = ۳۵۰۰۰۰۰$		
۱۵/۵۳	۲۱۲/۰۴	-	۰/۶	۷/۷	-	۶/۷	$\lambda = ۳۹۰۰۰۰۰$		
۲۰	۲۲۴/۱۱	-	۲/۱	۲/۲	۰/۷	۱۰	$\lambda = ۵۰۰۰۰۰۰$		
۵/۶۰	۱۹۷/۲۲	۰/۲	-	۱۳/۹	-	۱	$\lambda = ۴۹۰۰۰۰۰$	T=۲۱۵ (میلیون ریال)	تارگت - موتاد
۹/۷۹	۲۰۵/۰۵	-	۰/۲	۱۰/۷	-	۴	$\lambda = ۵۳۰۰۰۰۰$		
۱۵/۴۶	۲۱۵/۶۸	-	۰/۹	۶/۱	-	۸	$\lambda = ۶۰۰۰۰۰۰$		
۲۰	۲۲۴/۱۱	-	۲/۱	۲/۲	۰/۷	۱۰	$\lambda = ۶۸۰۰۰۰۰$		

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Archive SID

جدول ۳- نتایج بدست آمده از الگوی ریسکی حداقل واریانس بهره برداران منتخب

شماره الگو	مقدار تابع هدف (۱۰ ^{۱۱})	تغییرات بازده نسبت به الگوی فعلی (%)	بازدهی ناخالص (میلیون ریال)	باقلا	سبزی	ذرت	جو	گندم	محصولات
-	-	-	۱۸۶/۷۶	۰/۸	۰/۵	۳	۲/۴	۸/۴	الگوی فعلی
۲	۴۶۰۵	۰/۱۱	۱۸۶/۹۷	۰/۹	۱/۳	۴/۱	۱/۴	۶/۴	درآمد فعلی
۳	۵۰۶۲	۴/۴۰	۱۹۵/۰۸	۰/۹	۱/۴	۴/۴	۱/۲	۶/۸	درآمد هدف (میلیون ریال)
۴	۵۶۶۶	۹/۷۵	۲۰۵	۱	۱/۵	۴/۶	۰/۷	۷/۳	۲۰۵
۵	۶۴۲۰	۱۵/۱۰	۲۱۵/۰۲	۱/۱	۱/۹	۳/۷	-	۸/۳	۳۱۵
۶	۷۶۸۶	۲۰	۲۲۴/۱۱	-	۲/۱	۲/۲	۰/۷	۱۰	درآمد الگوی بهینه
۷	۴۶۰۵	۰/۱۱	۱۸۶/۹۷	۰/۹	۱/۳	۴/۱	۱/۴	۶/۵	مصرف فعلی (۱۰۹۱۵۰ m ^۳)
۸	۴۶۶۶	۰/۱۱	۱۸۶/۹۷	۱/۲	۱/۳	۳/۷	۰/۳	۷/۲	۱۰۰۰۰۰ m ^۳
۹	۴۸۹۳	۰/۰۷	۱۸۶/۹۰	۰/۶	۱/۲	۳/۹	-	۷/۳	۹۰۰۰۰ m ^۳
۱۰	۱۰۷۲۱	۰/۱۰	۱۸۶/۹۵	-	۴/۴	۶/۸	-	-	مصرف آب در الگوی بهینه (۷۷۰۵۰ m ^۳)

مأخذ: یافته‌های پژوهش