تعیین استراتژی‌های غالب (Non - Inferior Set) با لحاظ کردن ریسک در روش برنامه‌ریزی چندهدفه: مطالعه موردی زارعین شهرستان فسا

جواد ترکمانی[۱] و محمود صبوحی[۲]

چکیده

در تعیین مجموعه کارا- ریسک (Risk - Efficient)، انتخاب و تعیین سطح بازده برنامه به‌صورت درونزا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا، در این مطالعه بااستفاده از روش برنامه‌ریزی چند هدفه، مدل موتاد هدف در قالب دو الگوی میانگین انحرافات مطلق جزیی و تحلیل پارامتریک حداکثر_حداقل (Maximin) برای تعیین درونزای برنامه بازده هدف تبیین شد. برای تعیین مجموعه استراتژی‌های غالب برای زارعین مورد مطالعه، ابتدا ماتریس بازده‌ها از حداکثر کردن اهداف مدل شامل حداکثر کردن بازده انتظاری، حداکثر کردن کمترین بازده سالانه و حداقل کردن احتمال سقوط بازده از یک سطح بحرانی یا نامطلوب تخمین زده‌شد. سپس، با استفاده از تکنیک برآورد مجموعه غالب (Non - Inferior set estimation) مرزهای بالا و پایین مجموعه استراتژی‌های غالب تعیین گردید. نتایج حاصل از حداکثر نمودن الگوی حداکثر_حداقل نشان‌داد که حداقل و حداکثر بازده به ترتیب ۲۷۰۲۵۲ و ۲۱۷۷۵۳ هزار ریال است .افزون برآن، با استفاده از سطوح مختلف تابع هدف، زیر مجموعه‌ای از استراتژی‌های غالب تعیین‌گردید. نتایج حاصل از مقایسه الگوی کشت فعلی زارعین با الگوهای زراعی پیشنهاد شده به‌وسیله الگو نشان داد که سطوح زیر کشت فعلی محصولات مختلف زارعین به استثنای چغندرقند تقریباً در دامنه‌ای است که به‌وسیله الگو تعیین شده است. افزون برآن، نتایج نشان داد که الگوی کشت فعلی زارعین می‌تواند یکی ازاستراتژی‌های غالب باشد. باتوجه به اهمیت آب و کمبود شدید آن در منطقه مورد مطالعه، بازده متوسط آب در الگوی کشت فعلی زارعین با بازده متوسط آب درمجموعه استراتژی‌های غالبی که مرز بالا و پایین کلیه استراتژی‌های غالب را تشکیل می‌دهند، مقایسه گردید. نتایج نشان داد که زارعین بازده‌ای معادل ۱۸/۱۵ هزار ریال به ازای هر ساعت آب مصرفی به‌دست می‌آورند. با این حال، بازده متوسط آب در دامنه ۱۹/۱ و ۳۰/۲ هزار ریال در مجموعه استراتژی‌های غالب تغییر می‌کند که این امر نمایانگر آن است که زارعین می‌توان ند از آب به نحو مناسب‌تری استفاده کنند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان گفت که تغییر الگوی کشت زارعین ،جهت استفاده بهتر از منابع، امری کاملاً پیچیده است و صرفاً با اتخاذ سیاست‌های جامع نگر می‌توان به موفقیت‌هایی در این زمینه دست یافت.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی، روش برنامه‌ریزی چندهدفه توأم با ریسک، استراتژی‌های غالب

مقدمه

نظام‌های کشاورزی معمولاً با پیچیدگی‌ها، ارتباط متقابل اجزای آن، تغییرپذیری و مخاطراتی که در اداره و مدیریت آنها وجود دارند، توصیف و تشریح می‌گردند (۱، ۲، ۹ و ۲۳). درآمدهای

۱. دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. دانشجوی سابق دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز و در حال حاضر استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

Archive of SID

www.SID.ir

سالانه زارعین از ثبات لازم برخوردار نبوده و دائماً تغییر می‌کند. علت نوسانات درآمدی ممکن است تغییر در شرایط آب و هوایی، بیماری‌ها و آفات، تغییر در قیمت‌ها و شرایط بازار و یا ترکیبی از این عوامل باشد (۱۰، ۱۸ و ۲۰). لذا، در تعیین برنامه بهینه زراعی به‌ویژه در هنگام تصمیم‌گیری در مورد استفاده از فن آوری نوین و برنامه جدید زراعی، لازم است به تأثیر مخاطرات احتمالی توجه شود. به عبارت دیگر برنامه تعیین شده بایستی کارا- ریسک باشد (۳، ۴ و ۱۸) .

در دهه‌های اخیر تلاش گسترده‌ای برای دخالت دادن مخاطرات و پیامدهای احتمالی آن در برنامه ریزی و تحلیل تصمیم‌گیری‌ها شده است (۱، ۱۸ و ۱۹). این امر بیشتر از طریق استفاده از معیار میانگین – واریانس مارکویتز (Mean-variance Markowitz's) و یا تکنیک‌های غالب تصادفی (Stochastic Dominance Technique) صورت گرفته است (۱۱ و ۲۰). با این حال، تحلیل ریسک مناسبتر است با استفاده از روش‌های تصمیم سازی چند معیاره (Multiple-Criterion Decision Making) مورد توجه قرارگیرد (۱۳). دلیل این امر آن است که ریسک در ماهیت خود یک مسأله چند بعدی است چرا که در برخورد با ریسک همواره مبادله‌ای بین سطح تحقق آن و اهداف دیگر وجود دارد (۱۳ و ۲۱). یکی از شکل‌های مختلف تصمیم سازی چند معیاره که در تحلیل مسائل مربوط به مخاطرات کشاورزی به‌طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته برنامه ریزی چند هدفه (Multi – Objective Programming) است (۷، ۸ و ۹).

تحلیل ریسک – بازده در مدل‌های دو معیاری می‌تواند شامل معیار حداکثرکردن بازده انتظاری و یا هر شاخص دیگری از درآمد و معیاری از شاخص تغییرپذیری (ریسک) از جمله انحرافات مطلق از یک سطح هدف و یا برآورد احتمال شکست از یک سطح بحرانی یا نامطلوب باشد (۱۵ و ۲۲). یکی از روش‌هایی که به‌طور گسترده جهت لحاظ کردن ریسک در تحلیل نظام‌های کشاورزی و تخصیص منابع مورد استفاده قرار گرفته است، روش موتاد هدف (Target MOTAD) می‌باشد که به وسیله تویر مطرح گردید (۱ و ۱۷). این روش به دلیل قابلیت حل با نرم افزارهای ساده و توجه به ریسک به‌صورت قدر مطلق انحرافات منفی و هم‌چنین مجموعه‌ای از جواب‌های موجه که تأمین کننده معیار تصادفی غالب درجه دوم (Second Degree Stochastic Dominance) هستند، نسبت به روش‌های پیشین تحلیل ریسک، بیشتر مورد توجه محققین می‌باشد (۱۶ و ۲۳).

هدف اصلی این مطالعه نشان دادن کاربرد مدلی است که می‌تواند به‌طور جامع موضوع برنامه‌ریزی در کشاورزی را انجام داده و در این رابطه برنامه‌ریزان کشاورزی را یاری نماید. لذا، در این مرحله بیشتر تأکید بر معرفی و ارائه کاربرد یک روش مناسب و جامع و هم‌چنین نشان دادن نقاط ضعف احتمالی متدهای متداول تک بعدی، که به‌طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند، است. در مطالعه حاضر سعی شد که با استفاده از مدل موتاد هدف، در چارچوب روش برنامه ریزی چند هدفه، مجموعه استراتژی‌های غالب برای زارعین نمونه مورد مطالعه از شهرستان فسا تعیین گردد. استراتژی‌های غالب یا مجموعه بهینه پارتو شامل اهدافی است که بهبودی یک یا تعدادی از اهداف تنها درصورت نامناسب شدن وضعیت یک یا تعدادی بیشتر از دیگر اهداف امکان‌پذیر می‌باشد (۵ و ۲۰).

در این مطالعه در برنامه‌ریزی چند هدفه، سه هدف حداکثر کردن بازده انتظاری، حداکثر کردن کمترین بازده سالانه (تحلیل پارامتریک حداکثر – حداقل) و حداقل کردن احتمال سقوط بازده از یک سطح بحرانی یا نامطلوب مد نظر قرار گرفته است. این اهداف در قالب الگوهای حداکثر کردن بازده انتظاری و حداقل کردن میانگین انحرافات مطلق جزیی (Mean Partial Absolute Deviation) و هم‌چنین حداکثر کردن بازده انتظاری کمترین بازده سالانه صورت‌بندی شدند. مجموعه استراتژی‌های غالبی که از حل این مدل‌ها به‌دست می‌آید بیانگر استراتژی‌هایی است که باوجود تأمین هدف حداکثر بازده انتظاری ترکیب فعالیت‌ها، هم‌زمان قادر به حداقل کردن ریسک نیز می‌باشند. به باور هیزل (۱۲) این شیوه عمل به رفتار زارعین کشورهای در حال توسعه بسیار نزدیک

Archive of SID

www.SID.ir

است و در نتیجه، لازم است که در هنگام برنامه ریزی مورد توجه قرارگیرد. از اهداف دیگر این مطالعه، تعیین بازده متوسط هر ساعت آب مصرفی و مقایسه آن با بازده انتظاری بهترین و بدترین سطح بازده براساس نتایج الگوهای مورد مطالعه بود. اضافه بر آن، در این مطالعه سعی شد کاربرد الگوهای میانگین انحرافات مطلق جزیی و تحلیل پارامتریک حداکثر – حداقل نیز نشان داده شود.

مواد و روش‌ها

روش‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل مدل میانگین انحرافات مطلق جزیی و هم‌چنین روش تحلیل پارامتریک حداکثر – حداقل است که با استفاده از آنها به ترتیب احتمال سقوط از یک سطح بحرانی حداقل و کمترین بازده سالانه حداکثر گردید. این مدلها در قالب برنامه ریزی چند هدفه‌ای صورت‌بندی شدند که در آن ریسک بر اساس مفهوم مدل موتاد هدف لحاظ شده بود.

مدل‌های اول اطمینان ((Safety-First (SF) یکی از روش‌های متعارف در تحلیل بازده- ریسک می‌باشد. این روش‌ها نیاز به برآورد احتمالات برای دنباله پایین توزیع مربوطه دارند که نمایانگر این است که بازده به یک سطح نامطلوب از پیش تعیین شده نخواهد رسید. این مدل را می‌توان با استفاده از رابطه زیر برآورد نمود:

$$[|X - E(x)| > KS] \le 1/K^2 \qquad [۱]$$

که E(X) ارزش انتظاری بازده، S انحراف معیار و k عامل یا فاکتوری است که حد احتمال را مشخص می‌کند. مرزهای احتمالی که از رابطه ۱ به‌دست می‌آید، محافظه کارانه است. آتود (۵) جهت تعیین مرزهای احتمالی، استفاده از گشتاورهای جزیی مرتبه پایین‌تر را پیشنهاد کرد و نشان داد که رابطه ۱ را می‌توان به‌صورت زیر باز نویسی کرد:

$$Pr(X < g) = Pr[X < t - PQ(k,t)] \le 1/P^k \qquad [۲]$$

که g سطح آستانه اطمینان، t پارامتر اختیاری برای برآورد احتمال شکست (t>g) ، P پارامتری مثبت و Q(t ، k) جذر گشتاور مرتبه k ام سطح زیر پارامتر t است و به‌صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$Q(k,t) = [\int_{-\infty}^{t} (t-x)^k f(x)dx]^{1/k} \qquad [۳]$$

گشتاور اول t، Q(1,t) به راحتی در یک مدل برنامه‌ریزی خطی می‌توان د لحاظ شود. باربل (۹)، جهت برآورد احتمال شکست، سطح آستانه g را برای k=1 به‌صورت زیرتعریف می‌کند:

$$g = t - [P.Q(1.t)] \qquad [۴]$$

از رابطه ۴، می‌توان P را به صورت زیر به‌دست آورد:

$$P = (t-g)/\ Q(k,\ t) \qquad [۵]$$

با قراردادن رابطه ۵ در ۲، رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$Pr(x \le g) \le [Q\ (k,\ t)\ /\ (t-g)]^k \qquad [۶]$$

اگردر رابطه ۶، گشتاور اول (k=1) در نظر گرفته شود می‌توان به‌صورت زیر آن را در یک مدل برنامه‌ریزی خطی لحاظ کرد:

$$Pr\ (x \le g) \le Q\ (1,t)/(t-g) \qquad [۷]$$

رابطه ۷ فقط با تعریف گشتاور جزیی می‌تواند به‌دست آید.باربل Q(1,t) راانحراف مطلق جزیی نام گذاری کرد (Partial Absolute Deviation (PAD)) (۹).

با استفاده از مفهوم انحراف مطلق جزیی می‌توان مدل موتاد هدف را، که به‌وسیله تویر (۱۷) به عنوان یک مدل برنامه‌ریزی ریسکی ارائه شد، به‌صورت زیر و بر اساس برنامه ریزی چند هدفه نشان داد (۹):

$$\text{Maximize} \qquad Z_1 = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j \qquad [۸]$$

$$\text{Minimize} \qquad Z_2 = \sum_{r=1}^{n} n_r \qquad [۹]$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} C_{rj} X_j + n_r - P_r = t \qquad r = 1...s \qquad [۱۰]$$

$$\sum_{k=1}^{m} a_{kj} x_j \le b_k \qquad k = 1...m \qquad [۱۱]$$

که x_{jk} سطح فعالیت j، C_{rj} بازده فعالیت j در حالت r، t سطح بازده مرجع که انحرافات از آن اندازه‌گیری می‌شوند. n_r سطح پایین‌تر تحقق بازده نسبت به هدف t در حالت r، p سطح بالاتر

Archive of SID

www.SID.ir

تحقق بازده نسبت به هدف t در حالت r، a_{kj} نیازهای فنی فعالیت j به منبع k، b_k مقدار در دسترس منبع k، C_j بازده انتظاری فعالیت j، s تعداد حالات مشاهدات و m تعداد منابع است.

تابع هدف Z_2 در معادله ۹ مجموع متغیرهای انحراف منفی را حداقل می‌کند، که باربل (۶) آن را انحراف مطلق جزیی نام‌گذاری کرد. صورت‌بندی اصلی تویر (۱۷) با ساختن معادله ۱۱ به‌صورت یک محدودیت و پارامتری کردن سمت راست آن به‌دست می‌آید. حل این صورت‌بندی جدید، مجموعه کارایی به‌دست می‌دهد که بر اساس دو ویژگی بازده وانحراف مطلق جزیی شکل گرفته است.

باربل (۶) مدل میانگین انحرافات مطلق جزیی را جهت صورتبندی مدل موتاد هدف بسط و توسعه داد. مدل پیشنهادی وی برآورد دقیقی از احتمال شکست و ایجاد مجموعه کارا با تکنیک‌های برنامه‌ریزی چند هدفه را، یکجا در نظر می‌گیرد. معادله ۹ به راحتی می‌توان د به برآورد احتمال شکست (بازده کمتر از سطح آستانه، g) به‌صورت تابعی از انحرافات مطلق جزیی، t و g به‌صورت زیرنوشته شود (۹).

$$\Pr[\text{returns} \le g] \le PAD / (t\text{-}g).S \qquad [۱۱۲]$$

در این رابطه t پارامتر درونزایی است که به تحلیلگر آزادی بیشتری جهت تعیین سطوح آن می‌دهد. به‌علاوه چون یک رابطه خطی بین احتمال شکست و انحرافات مطلق جزیی وجود دارد، اهداف در مدل میانگین انحرافات مطلق جزیی می‌توانند به‌صورت خود انحرافات مطلق جزیی و یا احتمال شکست بیان گردند (۹).

در استفاده از مدل موتاد هدف یکی از مهم‌ترین تصمیماتی که تحلیل‌گر می‌بایستی بگیرد تعیین سطح بازده هدف است. چون، منحنی کارای میانگین- مطلق انحرافات جزیی (E-PAD) به آن وابسته است (۹). باربل (۸) استفاده از هدف مرجع ثابت را پیشنهاد کرد و نشان داد که چگونه استفاده از مرجع هدف مساوی با حداکثر- حداقل (t = maximin) اندازه مجموعه کارا را بهبود می‌بخشد. ارزش حداکثر - حداقل از حل برنامه‌ریزی تئوری بازی‌ها (Game Theory) با استفاده از برنامه‌ریزی خطی به‌دست می‌آید (۱۴). مجموعه کارا در فضای اهداف (E-PAD) مرزی بین نقاط اکستریم ($E^{\bullet}$, $PAD_{\bullet}$) و ($E_{\bullet}$, $PAD^{\bullet}$) است. علامت ستاره در بالا بهترین و در پایین کمترین ارزش برای هر یک از اهداف می‌باشد. مجموعه کارا بین هر دو نقطه با استفاده از تکنیک برآورد مجموعه غالب توسعه یافته به‌وسیله کوهن (۱۰) می‌تواند به‌دست آید.

جهت تعیین t=maximin می‌توان از برنامه ریزی پارامتری حداکثر - حداقل در قالب یک مدل برنامه ریزی چند هدفه به‌صورت زیر استفاده کرد (۹):

$$\text{Maximise} \quad Z_1 = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \qquad [۱۳]$$

$$\text{Maximise} \quad Z_2 = V \qquad [۱۴]$$

Subject to:

$$\sum c_{rj} x_r \ge V \qquad r=۱..s \qquad [۱۵]$$

$$\sum_{j=۱}^{n} a_{kj} x_j \le b_k \qquad k=۱..m$$

که V حداکثر حداقل بازده سالانه است. مجموعه کارا در فضای اهداف (E-V) مرزی بین نقطه اکستریم ($E^{\bullet}$, $V_{\bullet}$) که از حداکثر کردن بازده انتظاری (معادله ۱۳) و محاسبه مقدار V مربوط به آن و نقطه اکستریم ($E_{\bullet}$, $V^{\bullet}$) که از حداکثر کردن حداقل بازده سالانه (معادله ۱۴) و محاسبه مقدار $E_{\bullet}$ مربوط به آن به دست می‌آید. نقطه اکستریم ($E_{\bullet}$, $V^{\bullet}$) حداکثر_حداقل است که با حذف معادله ۱۳ دررابطه بالا به‌دست می‌آید. مجموعه کارای پارامتریک حداکثر - حداقل (E,V) را می‌توان با استفاده از تکنیک برآورد مجموعه غالب به‌دست آورد.

در مطالعه حاضر سعی گردید، با استفاده از روش مطرح شده، مجموعه استراتژی‌های غالب برای زارعین بخش شیب‌کوه واقع در شهرستان فسا تعیین گردد. اطلاعات مورد نیاز با تهیه پرسشنامه و مصاحبه حضوری با ۳۰ زارع، که با استفاده از روش وینک و همکاران (۲۱) و براساس نسبت میزان نهاده‌های محدود، از جمله آب کشاورزی و سرمایه قابل دسترس، به سطح زیرکشت همگن شده بودند، به‌دست آمد. در این رابطه، الگوهای مورد استفاده با توجه به محدودیت‌های عمده آب و سرمایه در جدول ۱ نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱ . مدل موتاد هدف در قالب میانگین انحرافات مطلق حزیی و پارامتریک حداکثر – حداقل

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	N 1	N 2	N 3	N 4	N 5	N 6	V	
PAD (هزار ریال)						۱	۱	۱	۱	۱	۱		حداقل
بازده ناخالص انتظازی(هزار ریال)	۲۰۵۰	۵۳۳۶	۵۷۰۸	۶۸۱۰	۶۵۱۰								حداکثر
حداقل بازده (هزار ریال)												۱	حداکثر
زمین	۱	۱	۱	۱	۱								۱۶۳,۷<=
اب بهار	۳۹,۳	۱۱۸,۸	۱۳,۶۵	۱۶۰									۶۰۵۳<=
تابستان		۶۵,۶۲	۱۰۷,۱	۲۱۶	۱۳۰,۷								۶۰۵۳<=
پاییز	۲۸,۴۲		۵۸,۸	۱۲۴	۱۷۵								۶۰۵۳<=
زمستان	۲۷,۷												۲۰۱۷,۷<=
سرمایه	۱۶۷۲	۲۰۱۳	۲۲۱۱	۲۰۴۰	۱۸۸۱								۳۸۸۶۴۸<=
ردیف‌های ریسک													
	۱۰۵۱	۵۲۷۰	۵۵۵۹	۴۲۸۵	۴۶۵۱	۱							>= t
	۸۲۳,۳	۴۴۲۷	۲۰۲۵	۲۲۱۲	۲۱۹۷		۱						>= t
	۵۵۴,۵	۴۸۱۸	۱۹۵۴	۸۲۹,۹	۱۲۲۶			۱					>= t
	۴۱۴,۴	۵۱۱۲	۱۶۹۱	۶۲۸,۱	۱۱۲۶				۱				>= t
	۳۰۷,۴	۴۵۶۸	۲۵۷۷	۵۱۵۴	۹۶۷,۹					۱			>= t
	۴۳۲,۵	۴۳۴۰	۳۴۱۴	۸۷۳,۸	۱۱۰۷						۱		>= t
ردیف‌های حداکثر حداقل													
	۱۰۵۱	۵۲۷۰	۵۵۵۹	۴۲۸۵	۴۶۵۱							-۱	>=0
	۸۲۳,۳	۴۴۲۷	۲۰۲۵	۲۲۱۲	۲۱۹۷							-۱	>=0
	۵۵۴,۵	۴۸۱۸	۱۹۵۴	۸۲۹,۹	۱۲۲۶							-۱	>=0
	۴۱۴,۴	۵۱۱۲	۱۶۹۱	۶۲۸,۱	۱۱۲۶							-۱	>=0
	۳۰۷,۴	۴۵۶۸	۲۵۷۷	۵۱۵۴	۹۶۷,۹							-۱	>=0
	۴۳۲,۵	۴۳۴۰	۳۴۱۴	۸۷۳,۸	۱۱۰۷							-۱	>=0

ماخذ: داده‌های مورد بررسی

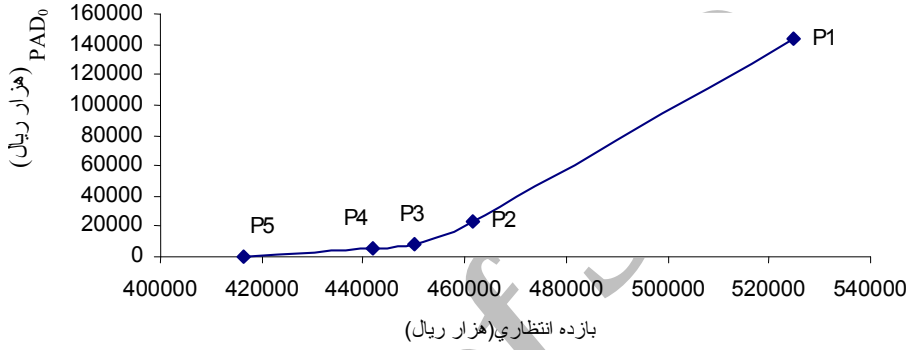
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. ماتریس بازده برای سه هدف مورد مطالعه (هزارریال)

	حداکثر بازده	حداقل PAD	حداکثر _حداقل
بازده انتظاری (E)	۵۲۴۷۹۱	۴۱۶۵۵۳	۴۱۶۵۵۳
PAD	۱۴۳۱۲۵	۰	۰
حداقل بازده (V)	۲۱۷۷۵۸	۲۷۰۲۵۲	۲۷۰۲۵۲

مأخذ: داده های مورد بررسی



شکل ۱. مجموعه کارایی mean-PAD

محصولات به ترتیب گندم (X_1)، خربزه (X_2)، پنبه (X_3)، چغندرقند(X_4) و ذرت دانه‌ای(X_5) می‌باشند. الگوها دارای یک محدودیت برای زمین، ۴ محدودیت برای آب (برحسب ساعت در هکتار در فصل)، یک محدودیت برای سرمایه (برحسب هزار ریال) میباشند. ردیف‌های ریسک و حداکثر حداقل بازده و اهداف نیز در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

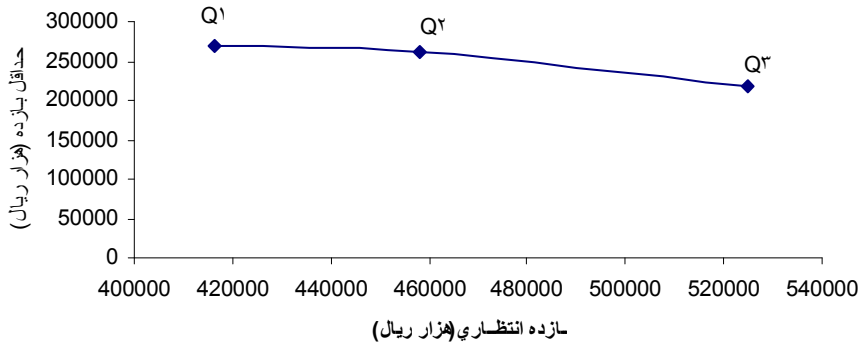
نتایج و بحث

یکی از روش‌های معمول در برنامه ریزی چند هدفه ساختن ماتریس بازده‌ها است. عناصر این ماتریس از حداکثر کردن هر هدف با توجه به محدودیت‌ها و محاسبه مقدار سایر اهداف به‌دست می‌آید. ماتریس بازده‌ها برای نشان دادن درجه تقابل اهداف لحاظ شده در مدل بسیار سودمند است. در این مطالعه چون مقدار بازده هدف مساوی حداکثر- حداقل (t = maximin) در نظر گرفته شد، دو هدف حداکثر - حداقل و حداقل انحرافات مطلق جزیی (PAD) دارای یک جواب می‌باشند. در جدول ۲ بازده‌های به‌دست آمده برای توابع هدف نشان داده شده است.

همان طور که از جدول ۲ ملاحظه می‌گردد، حداکثر و حداقل بازده به ترتیب ۵۲۴۷۹۱ و ۲۱۷۷۵۸ هزار ریال می‌باشد. بازده‌هایی که زیر آنها خط کشیده شده از حداکثر کردن تابع هدف مربوطه به‌دست آمده‌است. سایر عناصر ماتریس فوق از طریق محاسبه سایر اهداف وقتی که هدف دیگرحداکثر شده، به‌دست آمده است.

در شکل ۱ و ۲ مرزهای به‌دست آمده در فضای اهداف تبیین شده در مدل نشان داده شده‌اند. شکل ۱ مرز به‌دست آمده در فضای اهداف (E-PAD) و شکل ۲ مرز به‌دست آمده در فضای اهداف (E-V) را نشان می‌دهند. متغیرهای تصمیم به‌دست آمده مربوط به این نقاط در فضای اهداف در جدول۳ و ۴ آورده شده است. متغیرهای تصمیم و بازده مربوط به آنها

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲. مجموعه کارایی پارامتریک ماکسیمین

جدول ۳. مقادیر اهداف و متغیرهای تصمیم در فضای بازده انتظاری و انحرافات مطلق جزیی(E-PAD)

نقاط	اهداف هزارریال			متغیرهای تصمیم (هکتار)				
	E	PAD	V	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
P_1	۵۲۴۷۹۱	۱۴۳۱۲۵	۲۱۷۷۵۸	۷۲/۴	۲۱/۶۲	۴۵/۵۶	–	–
P_2	۴۶۱۴۴۳	۲۳۴۳۱	۲۶۰۵۹۶	۲۹/۴	۳۷/۱۱	۳۵/۵۷	–	–
P_3	۴۵۰۰۸۹	۷۵۶۵	۲۶۲۸۷۵	۲۱/۶۷	۳۹/۹۰	۳۳/۷	–	–
P_4	۴۴۱۹۸۷	۵۴۶۶	۲۶۴۷۸۶	۱۶/۶۹	۴۲/۴۷	۲۵/۷۲	–	۴/۹۷
P_5	۴۱۶۵۵۳	۰	۲۷۰۲۵۲	–	۴۹/۴۷	۱۲/۸۷	–	۱۱/۴۵

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول ۴. مقادیر اهداف و متغیرهای تصمیم در فضای بازده انتظاری و حداکثر_حداقل (E-V)

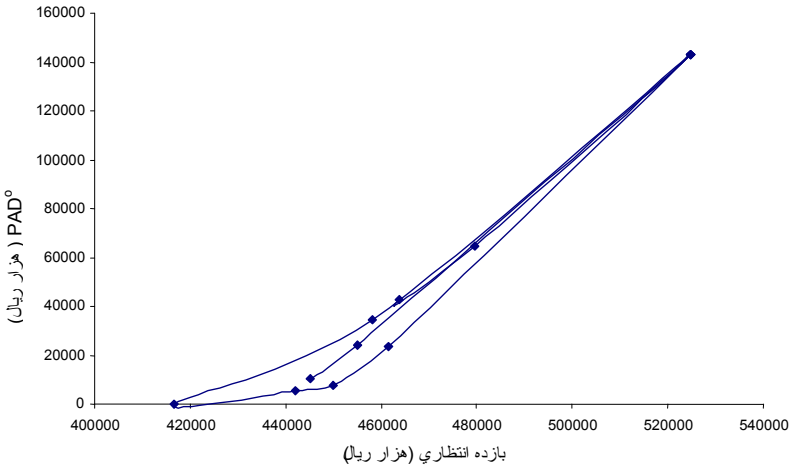
نقاط	اهداف هزارریال			متغیرهای تصمیم (هکتار)				
	E	PAD	V	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
Q_1	۵۲۴۷۹۱	۱۴۳۱۵	۲۱۷۷۵۸	۷۲/۸۴	۲۱/۶۲	۴۵/۵۶	–	–
Q_2	۴۵۸۲۸۹	۳۴۴۱۵	۲۶۱۵۳۰	۲۷/۹۴	۳۸/۴۹	۲۷/۹۴	–	۵/۲۳
Q_3	۴۱۶۵۵۳	۰	۲۷۰۲۵۲	–	۴۹/۴۷	۱۲/۸۷	–	۱۱/۴۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با استفاده از تکنیک برآورد مجموعه غالب به‌دست آمده‌است.

در جداول ۳ و۴ نقطه P_1 مساوی Q_1 است چون هر دو از حداکثر کردن بازده انتظاری به‌دست آمده‌اند. نقاط P_5 و Q_3 نیز مساوی می‌باشند چون این نقاط برای هر دو منحنی زمانی اتفاق می‌افتد که سطح بازده مرجع هدف، t مساوی با حداکثر – حداقل V^* در نظر گرفته می‌شود. هم‌چنین ملاحظه می‌گردد در هر دو فضای اهداف متغیر تصمیم x_4 (چغندرقند) وارد الگو نگردیده است که علت آن به احتمال قوی نیاز آبی بیشتر این محصول نسبت به سایر محصولات درالگو می‌باشد. بیشترین سطح زیرکشت مربوط به گندم با ۷۲/۸۴ هکتار در

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۳. مجموعه‌های کارا پارامتریک حداقل – حداکثر و mean-PAD

جدول ۵. مقادیر اهداف و متغیرهای تصمیم زمانی که t = ۲۶۱۰۰۰

نقاط	اهداف هزار ریال			متغیرهای تصمیم (هکتار)				
	E	PAD	V	x_1	x_2	X_3	x_4	x_5
R_1	۵۲۴۷۹۱	۱۴۳۱۲۵	۲۱۷۷۵۸	۷۲/۸۴	۲۱/۶۲	۴۵/۵۱	–	–
R_2	۴۷۹۴۸۲	۶۴۴۰۸	۲۳۶۳۶۶	۵۱/۷	۲۹/۴	۳۷/۹	–	–
R_3	۴۶۳۷۸۸	۴۹۷۹۱	۲۴۲۷۵۱	۴۴/۴۹	۳۲/۱۶	۳۵/۲۸	–	–

مأخذ: یافته‌های تحقیق

هر دو الگو و کمترین ۴/۹۷ هکتار و ۵/۲۳ هکتار به ترتیب در فضای اهداف E-PAD و E-V مربوط به ذرت دانه‌ای می‌باشد. با در نظر گرفتن PAD دراستراتژی‌های غالب E-V و لحاظ کردن آن در فضای اهداف E-PAD سطحی به‌دست می‌آید که نشان دهنده مجموعه استراتژی‌های غالب برای واحدهای زراعی مورد مطالعه با توجه به سطح بازده مرجع انتخابی می‌باشند. این سطح در شکل ۳ نشان داده شده است. در واقع هر نقطه در داخل این سطح جواب قابل قبول برای تصمیم گیرنده‌ای است که به‌طور هم‌زمان تمایل به حداقل کردن ریسک و حداکثر کردن بازده انتظاری دارد.

با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌گردد که مقدار V در دامنه [۲۱۷۷۵۸–۲۷۰۲۵۲] قرار می‌گیرد. برای هر t، سطح هدف، کمتر از ۲۱۷۷۵۸ جواب منجر به حداکثر پارامتریک حداکثر – حداقل می‌گردد. هم‌چنین برای هر t که در این دامنه قرار گیرد جواب‌های به‌دست آمده در نهایت به یکی از نقاط منحنی پارامتریک حداکثر – حداقل ختم می‌گردد. این مسئله برای t = ۲۶۱۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن در جدول ۵ آمده است. نقاط به‌دست آمده به ازای این سطح از t در نمودار ۳ نشان داده شده است. هم‌چنین می‌توان نشان داد که برای هر t که بیشتر از حداکثر پارامتریک حداکثر – حداقل قرار می‌گیرد، منحنی به‌دست آمده در داخل سطح نشان داده شده در شکل ۳ قرار می‌گیرد. این مسأله برای سطح t =۲۷۳۵۰۰ مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل در جدول ۶ آمده است. با نگاهی به جداول ۵ و۶ ملاحظه می‌گردد که با توجه به سطوح بازده در نظر گرفته شده در هیچ کدام از مجموعه‌های استراتژی غالب چغندرقند وذرت دانه‌ای وارد الگو نگردیده است. دلیل احتمالی

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۶. مقادیر اهداف و متغیرهای تصمیم زمانی که t = ۲۷۳۵۰۰

نقاط	اهداف هزارریال			متغیرهای تصمیم هکتار				
	E	PAD	V	x_1	x_2	X_3	x_4	x_5
S_1	۵۲۴۷۹۱	۱۴۳۱۲۵	۲۱۷۷۵۸	۷۲/۲۴	۲۱/۶۲	۴۵/۵۶	–	–
S_2	۴۵۴۹۳۶	۲۴۱۵۰	۲۶۱۸۹۲	۲۵/۰۴	۳۸/۶۹	۳۴/۵۳	–	–
S_3	۴۴۵۱۵۲	۱۰۴۸۴	۲۷۲۶۶۰	۱۸/۳۱	۴۱/۱۰	۳۳/۹۹	–	–

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۷. مقایسه الگوی کشت فعلی زارعین با مجموعه استراتژی‌های غالب زمانی که t = ۲۷۰۲۵۲ است.

الگوی کشت	بازده (هزارریال) E	متغیرهای تصمیم (هکتار)					کل
		x_1	x_2	X_3	x_4	x_5	سطح زیرکشت
فعلی	۴۶۶۲۰۶	۷۵/۸	۱۸	۳۳/۲۵	۳	۵	۱۳۵/۰۵
P_1^*	۵۲۴۷۹۱	۷۲/۸۴	۲۱/۶۲	۴۵/۵۱	–	–	۱۳۹/۹۷
P_5^{**}	۴۱۶۵۵۳	–	۴۹/۴۷	۱۲/۸۷	–	۱۱/۴۵	۷۳/۷۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق و داده های جمع آوری شده

*P1 : حداکثر بازده انتظاری

**P5 : حداکثر بازده در حالت حداکثر پارامتریک حداکثر – حداقل

این امر شاید مصرف آب بالای این دو نسبت به سایر فعالیت‌های درنظر گرفته شده درالگو باشد.

جهت درک روشن‌تری ازاستراتژی‌های مجموعه غالب به نظر رسید، لازم است مقایسه‌ای بین این استراتژی‌ها و الگوی فعلی زارعین صورت گیرد. در جدول ۷ این مقایسه نشان داده شده است.

با توجه به جدول ۷، ملاحظه می‌گردد که الگوی کشت P_1 حدود ۱/۱۲ برابر الگوی کشت فعلی زارعین ایجاد درآمد می‌کند. مقایسه الگوی کشت فعلی و الگوی کشت P_5 نشان می‌دهد که در شرایطی که بدترین بازده سالانه حداکثر می‌گردد درآمدی معادل ۸۹٪ الگوی کشت فعلی زارعین ایجاد می‌کند. با این حال، اگر بازده به ازای واحد سطح مقایسه گردد در الگوی کشت فعلی بازده متوسط هر هکتار زمین ۳۴۵۲ ، در حالت P_1 ۳۷۴۹ و در حالت P_5، ۵۶۴۵ هزارریال می‌باشد که ملاحظه می‌گردد در هر دو حالت P_1 و P_5 بازده متوسط بیشتر است. با توجه به آن‌که P_5 بدترین بازده سالانه را حداکثر می‌کند انتظار معقولی است که زارعین در شرایطی که مناسب رشد محصولات کشاورزی نیست مثل حالت کمبود آب بعلت بارندگی کم از منابع خود بیشترین بازده را حاصل کنند. مقایسه متغیرهای تصمیم با سطوح زیرکشت فعلی محصولات مختلف با آنچه که از مجموعه استراتژی‌های غالب به‌دست آمده (جدول ۲)، نشان می‌دهد که سطوح زیر کشت فعلی محصولات مختلف تقریباً در دامنه متغیرهای تصمیم به‌دست آمده می‌باشد به استثنای سطح زیر کشت چغندرقند که در الگوی فعلی زارعین ۳ هکتار و در تمامی استراتژی‌های غالب صفر می‌باشد. دلیل عمده آن به نظر می‌رسد مصرف بالای آب در این محصول باشد. با توجه به آن‌که سطح بازده درالگوی کشت فعلی زارعین (۴۶۶۲۰۶ هزار ریال) در دامنه سطح بازده P_1 و P_5 قرار می‌گیرد، می‌توان انتظار داشت که الگوی کشت فعلی زارعین یکی از استراتژی‌های غالب باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۸. مقایسه بازده مصرف آب در واحد سطح بین الگوی فعلی و الگوی P_1 و P_5

الگو	کل ساعت آب مصرفی در سال	کل بازده انتظاری (هزارریال)	بازده هر ساعت آب مصرفی (هزارریال)
فعلی	۲۵۶۸۱	۴۶۶۲۰۶	۱۸/۱۵
P_1	۲۷۵۰۰	۵۲۴۷۹۱	۱۹/۱
P_2	۱۳۷۵۸	۴۱۶۵۵۳	۳۰/۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق و داده‌های جمع آوری شده

نظر به این‌که محدود کننده ترین عامل تولید در کشور آب انگاشته می‌شود. بازده مصرف آب به ازای واحد سطح (هکتار) نیز بین الگوی فعلی زارعین و حالت حداکثر بازده انتظاری به ازای t =۲۷۰۲۵۲ هزار ریال وحداکثر پارامتریک حداکثر – حداقل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی در جدول ۸ نشان داده شده است.

با توجه به جدول ۸ ملاحظه می‌گردد که بازده هر ساعت آب مصرفی در الگوی فعلی کشت زارعین ۱۸/۱۵ هزارریال و در الگوی P_1، ۱۹/۱ هزارریال است. اختلاف این دو ۰/۹۵ هزارریال می‌باشد.درالگوی P_5 حالتی که بدترین بازده سالانه حداکثر می‌گردد، ملاحظه می‌شود که بازده آب چیزی حدود ۱/۶ برابر الگوی فعلی زارعین می‌باشد. لذا می‌توان انتظار داشت زارعین در شرایطی که با محدودیت آب مواجه شوند،الگوی کشت خود را به نحوی انتخاب کنند که از آن حداکثر بهره‌برداری را بکنند. این امر منعکس کننده آن است که کمیاب‌ترین عامل تولید حرکت به سمت بهره‌برداری کارآمدتر از آن را تشویق می‌کند. چون کمیابی اثر خود را در قیمت نشان می‌دهد، احتمالاً می‌توان به این نتیجه رسید که سیاست قیمت‌گذاری مناسب آب در جهت بهره‌برداری کارآمد از آب مؤثر خواهد بود.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه مدل موتاد هدف با استفاده از برنامه ریزی چند هدفه در قالب الگوی میانگین انحرافات مطلق جزیی و تحلیل پارامتریک حداکثر – حداقل معرفی گردید. بدین طریق سطح بازده هدف یا سطح بازده مرجع به‌طور درون زا از حداکثر کردن الگوی تحلیل پارامتریک حداکثر _حداقل معادل ۲۷۰۲۵۲ هزارریال به‌دست آمد. سپس ماتریس بازده‌ها از حداکثر کردن هر هدف (حداکثر کردن بازده انتظاری، حداقل کردن احتمال سقوط از یک سطح بحرانی، حداکثر کردن کمترین بازده سالانه) و محاسبه اهداف دیگر به‌دست آمد. با استفاده از این ماتریس و تکنیک برآورد مجموعه غالب، سطحی به‌دست آمد که نشان دهنده مجموعه استراتژی‌های غالب برای زارعین مورد مطالعه می‌باشد. ماتریس بازده‌ها سطح بهترین وبدترین وضعیت هر هدف را نشان می‌دهد. نظر به این‌که مجموعه استراتژی‌های غالب به سطح بازده هدف حساس می‌باشند دو سطح بازده هدف دیگر ۲۶۱۰۰۰ و ۲۷۳۵۰۰ هزار ریال که به ترتیب در داخل و خارج دامنه مربوط به بهترین و بدترین سطح هدف الگوی تحلیل پارامتریک حداکثر – حداقل قرارمی‌گیرند، انتخاب شدند. نتایج نشان داد برای t =۲۶۱۰۰۰ مجموعه کارا در نهایت به یکی از نقاط مرز بالای سطح استراتژی‌های غالب ختم می‌گردد و برای t =۲۷۳۵۰۰ مجموعه کارای به‌دست آمده در داخل سطح مجموعه استراتژی‌های غالب قرار می‌گیرد.

مقایسه الگوی کشت فعلی زارعین با مجموعه استراتژی‌های غالب نشان داد که الگوی کشت فعلی زارعین خود می‌توان د یک استراتژی غالب یا یک مجموعه کارا باشد. هم‌چنین مقایسه سطوح زیر کشت محصولات مختلف الگوی کشت زارعین با سطوح زیر کشت مجموعه الگوهای زراعی به‌دست آمده

Archive of SID

www.SID.ir

به‌وسیله الگو نشان داد که سطح زیر کشت هر یک از محصولات زارعین به جز چغندرقند تقریباً در دامنه سطوح زیر کشت مجموعه استراتژی‌های غالب قرار می‌گیرد.

به دلیل اهمیت آب و کمبود آن در منطقه مورد مطالعه بازده متوسط هر ساعت آب مصرفی در الگوی کشت فعلی زارعین محاسبه گردید که ۱۸/۱۵ هزارریال به‌دست آمد. علاوه بر این، بازده متوسط آب در حالت حداکثر و حداقل بازده به‌دست آمده به‌وسیله الگو نیز محاسبه شد که به ترتیب ۳۰/۲و۱۹/۱ هزار ریال به‌دست آمد. مقایسه این سطوح از بازده آب با بازده آب در الگوی کشت فعلی زارعین نمایانگر آن است که زارعین می‌توانند از آب به نحو مناسب تری استفاده کنند. نظر به آن‌که الگوی کشت فعلی زارعین می‌تواند یکی از استراتژی‌های غالب باشد، می‌توان گفت که تغییر الگوی کشت زارعین ،جهت استفاده بهتر از منابع، امری کاملاً پیچیده است و صرفاً با اتخاذ سیاست‌های جزءنگر و یا به بیانی سازمانی نمی‌توان به موفقیت‌هایی قابل توجه‌ای در این زمینه دست یافت. نکته دیگر آن‌که الگوی کشت فعلی زارعین که معمولاً در بین بیشتر متخصصین اقتصاد کشاورزی یک الگوی نامناسب در نظر گرفته می‌شود و لذا در اکثر مدل‌های مطرح شده در سطح کشور متغیر تصمیم اندازه سطح زیر کشت در نظر گرفته می‌شود، چندان قابل دفاع نبوده و لذا، لازم است علاوه بر سطح زیر کشت متغیرهای تصمیم دیگر از جمله مقدار آب آبیاری نیز در بهینه‌سازی الگوهای کشت درنظر گرفته شود.

منابع مورد استفاده

۱. ترکمانی، ج. ۱۳۷۵. استفاده از برنامه ریزی ریاضی توام باریسک در تعیین کارائی بهره‌برداران کشاورزی. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۷: ۹۵ – ۱۰۳.

۲. کرباسی، ع.ر.، م. سالارپور، و م.ر. گزین ۱۳۸۱. مدلسازی و اندازه‌گیری اقتصادی در شرایط توأم با ریسک. اقتصادکشاورزی و توسعه ۴۰: ۴۷ – ۶۶.

۳. کهخا، ا. و غ.ر. سلطانی ۱۳۷۵. تعیین ضریب ریسک‌گریزی زارعین استان فارس. مجموعه مقالات اولین کنفرانس اقتصادکشاورزی ایران ۱۵ تا ۱۷ فروردین ۱۳۷۵، زابل.

۴. نیکوئی، ع.ر. و ج. ترکمانی ۱۳۸۰. سیاست‌گذاری کشاورزی با نگاهی بر گرایش کشاورزان به مخاطره و مصرف نهاده‌ها. دانش کشاورزی ۱۱: ۲۳ – ۳۹.

5. Atwood, J. 1985. Lower partial moments and probability limits. Amer. J. Agric. Econ. 67: 787-792.
6. Barbel, J. 1988. Target returns within risk programming model: A multiobjective approach. J. Agric. Econ. 39: 263-270.
7. Barbel, J. 1989. Analysis of protected cropping: An application of multi-objective programming techniques to Spanish horticulture. European Rev. Agric. Econ. 16: 303-317.
8. Barbel, J. 1990. A comparison of target MOTAD efficient set and the choice of a target. Canadian J. Agric. Econ. 38: 149-158.
9. Barbel. J. 1993. Risk programming in agricultural systems: A multicriteria analysis. Agric. Sys. 41: 275-288.
10. Cohon, J.L. 1979. Generating multiobjective trade-offs: An algorithm for bicriteria problems. Water Resour. Res. 15: 1001-1010.
11. Debrah, S. 1989. Data aggregation and farm risk analysis. Agric. Sys. 31: 239-245.
12. Hazell, P.B. 1970. Game theory: An extension of its application to farm planning under uncertainty. J. Agric. Econ. 21: 239-252.
13. Lowenberg, D.B. and J.H. Ghernet. 1989. Biophysical simulation for evaluating new crop: The case of switegrass for biomass energy feedstock. Agric. Sys. 31: 233-247.
14. McInerney, J.P. 1967. Maximin programming: An approach to farm programming under uncertainty. J. Agric. Econ. 18: 279-289.

Archive of SID

www.SID.ir

15. Remero, C. and T. Rehman. 1989. Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decision, Elsevier, Amsterdam.
16. Remero,C., F.Amador and A. Barco. 1987. Multiple objectives in agricultural planning: A compromise programming application. Amer. J. Agric. Econ. 69: 78-86.
17. Tauer, L.M. 1983. Target MOTAD. Amer. J. Agric. Econ. 65: 606-610.
18. Torkamani, J. 2005. Using a whole-farm modelling approach to assess prospective technologies under uncertainty. Agric. Sys. 85: 138-154.
19. Torkamani, J. and J.B. Hardaker. 1996. A study of economic efficiency of Iranian farmers: An application of stochastic programming. Agric. Econ. 14: 73-83.
20. Voget, S. and M. Kolonko. 2002. Multidimensional optimization with a multi-objective algorithm. J. Heuristics 14:221-244.
21. Wienke, P.B., C. Lucasius and G. Kateman. 2003. Multicriteria target optimization of analytical procedures using a generalized algorithm in agriculture. J. Anal. Methods 65:211-225.
22. Yapo, P.O., H.V. Gupta and S. Sorooshian. 2004. Multi-Objective global optimization for hydrologic models. J. Hydrol. 42: 83-97.
23. Yeh, C.H. and J.W. Labadie. 2003. Multiobjective planning for agricultural decision: An application. J. Agric. Planning and Manag. 23:336-343.

Archive of SID

www.SID.ir