مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد پانزدهم، شماره سوم، ۱۳۸۷
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

کاربرد برنامه‌ریزی چند منظوره و توافقی در برنامه‌ریزی زراعی: مطالعه موردی خراسان رضوی

*محمود صبوحی[۱] و محسن الوانچی[۲]
[۱]استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، [۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل
تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۶/۲

چکیده

وجود اهداف متعدد در فعالیت‌های زراعی مسأله تخصیص بهینه نهاده‌ها را مشکل‌ترمی‌سازد. به همین جهت، استفاده از روش‌هایی که بتوان چندین هدف را هم‌زمان به نقطه مطلوب نزدیک کرد، ضروری می‌باشد. این پژوهش، نحوه استفاده از برنامه‌ریزی چند منظوره و برنامه‌ریزی توافقی برای تبیین برنامه‌ریزی زراعی در دشت مشهد مورد بررسی قرار گرفته است که دو هدف را در مدل مد نظر دارد: یکی به حداکثر رساندن بازده ناخالص و دیگری به حداقل رساندن میزان آب برای آبیاری مزارع. به همین منظور از روش برنامه‌ریزی چند منظوره مجموعه کارا تعیین، و با استفاده از برنامه‌ریزی توافقی بهترین جواب توافقی به‌دست آمد. نتایج نشان داد که در جواب توافقی، بازده ناخالص مزارع کوچک (کوچک‌تر از ۳ هکتار) و متوسط (کوچک‌تر از ۸ و بزرگ‌تر از ۳ هکتار) افزایش یافته و مقدار آب مصرفی کاهش یافته است. در مزارع بزرگ (بیش از ۸ هکتار) الگوی کشت مدل و نمونه یکسان بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت سیاست‌هایی که افزایش مقیاس واحدهای زراعی را از طریق کاهش تعداد قطعات زمین‌های زراعی هدف قرار می‌دهد، دراستفاده کاراتر از منابع می‌تواند بسیار مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی چندمنظوره، برنامه‌ریزی توافقی، خراسان رضوی

مقدمه

کمبود منابع اولیه برای تولید سبب شده تا بهینه‌سازی و بهینه‌یابی در کاربرد منابع بسیار مورد توجه واقع شود. بنگاه‌های تولیدی همواره سعی دارند که در تخصیص منابع موجود برای یک دوره معین به‌طور عقلایی و اقتصادی تصمیم‌گیری نمایند، تا در این رهگذر از اتلاف منابع جلوگیری شده و تخصیص به نحو مطلوب صورت پذیرد (اسدی و سلطانی، ۲۰۰۰).

توسعه فعالیت‌های کشاورزی از شاخص‌های اساسی توسعه در کشورهایی همچون ایران محسوب می‌گردد. یکی از اساسی‌ترین محدودیت‌های توسعه کشاورزی، عدم تخصیص بهینه نهاده‌های تولید بین فعالیت‌های مختلف می‌باشد (سلطانی و همکاران، ۱۹۹۹). در فعالیت‌های زراعی نهاده‌ها و منابع متعددی برای کشت محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرند، یکی از مهم‌ترین اهداف مدیران و برنامه‌ریزان زراعی، تعیین بهترین ترکیب فعالیت‌های زراعی با توجه به محدودیت منابع و

*- مسئول مکاتبه: msabuhi39@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

نهاده‌های مورد استفاده و شرایط آب و هوایی منطقه می‌باشد. اما دسترسی به این اهداف مشکل است زیرا؛ انتخاب فعالیت‌های زراعی با توجه به هدف موردنظر زارع و تهیه منابع و نهاده‌های محدود به‌راحتی امکان‌پذیر نیست (سلطانی و همکاران، ۱۹۹۹).

امروزه از برنامه‌ریزی ریاضی برای کمک به مدیران زراعی در تعیین فعالیت‌های مناسب و با توجه به اهداف آنان به طور گسترده استفاده می‌شود. در حقیقت علم مدیریت با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی، مدیران را برای تصمیم‌های کارآمدتر، در زمینه تخصیص منابع محدود بین فعالیت‌های رقیب یاری می‌کند. مدل‌های ریاضی در واقع نمایش ساده جهان واقعی هستند و تلاش می‌شود که ویژگی‌های عمده مسأله مورد نظر را ارائه نمایند. بنابراین اگر مدل‌های ریاضی کلیه عناصری را که برای مشخص کردن تصمیم موردمطالعه حیاتی است در برداشته باشند، به ابزار نیرومندی برای اتخاذ تصمیم منطقی تبدیل خواهند شد (سلطانی و همکاران، ۱۹۹۹).

برنامه‌ریزی خطی یکی از مدل‌های ریاضی است که به‌منظور تعیین الگوی کشت با توجه به محدودیت منابع، توسط برنامه‌ریزان زراعی به‌صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما در این مدل تنها یک هدف را می‌توان لحاظ کرد، که همین مسأله یکی از نقاط ضعف برنامه‌ریزی خطی و دیگر مدل‌های تک هدف است؛ زیرا در دنیای واقعی، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران کشاورزی علاوه‌بر هدف حداکثر کردن سود، اهداف دیگری را نیز دنبال می‌کنند که می‌توان به حداقل کردن هزینه، کاهش ریسک، حفظ سهم بازار، توزیع مناسب درآمد، توازن در ترکیب تولید محصولات مختلف، کاهش استفاده از نیروی کار و حفظ محیط زیست اشاره کرد. با توجه به این که رسیدن به تمام این اهداف به‌طور هم‌زمان امکان‌پذیر نیست، استفاده از روشی که بتواند مجموعه‌ای از این اهداف را به‌طور هم‌زمان بهینه کند، سودمند است (کوهن، ۱۹۷۸).

روش‌های متعددی برای تصمیم‌گیری در شرایط وجود اهداف چندگانه پیشنهاد شده است. در این میان برنامه‌ریزی چند منظوره[1] به‌عنوان روشی از برنامه‌ریزی ریاضی جهت لحاظ نمودن چند هدف به‌طور هم‌زمان در تصمیم‌گیری، توسط محققان پیشنهاد شده و مورد استفاده قرار گرفته است (اصغرپور، ۲۰۰۶). از مشکلات اساسی مناطق خشک و نیمه‌خشک کمبود آب برای کشاورزی است. ایران نیز یک کشور خشک است و آب عامل محدودکننده توسعه کشاورزی در اغلب نقاط کشور می‌باشد. بنابراین استفاده کارا تر از آب در بخش کشاورزی می‌تواند یکی از اهداف کشاورزان و برنامه‌ریزان در سطح کلان باشد. کشاورزان با توجه به منابع و محدودیت‌های خود مایل‌اند درآمد فعالیت‌های زراعی خود را به حداکثر برسانند. این هدف می‌تواند یکی از اهداف اساسی آنها در انتخاب ترکیب فعالیت‌ها در سطح مزرعه باشد.

مطالعات متعددی در زمینه‌های مختلف اقتصاد کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی چند هدف صورت گرفته است، از جمله فرانسیسکو و علی (۲۰۰۶) تخصیص بهینه منابع در مزارع شهر مانیل فیلیپین را با استفاده از برنامه‌ریزی چند منظوره و توافقی مورد بررسی قرار دادند. کاسترودزا و همکاران (۲۰۰۵) جهت تعیین جیره غذایی مناسب برای دام‌های اهلی در مزارع اسپانیا از روش برنامه‌ریزی چند منظوره استفاده کردند. کرکمار و کوتن (۲۰۰۵) با به‌کارگیری برنامه‌ریزی توافقی، مدیریت جنگل در منطقه رودخانه آرام در شمال‌شرقی ایالت کلمبیا و تخصیص زمین به فعالیت‌های مختلف در آن منطقه را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دادند. استوکس و

1- Multi Objective Programming (MOP)

Archive of SID

www.SID.ir

توزار (۲۰۰۲) جهت انتخاب یک نژاد مولد مناسب برای گله دام‌های شیری در آمریکا از برنامه‌ریزی توافقی استفاده کردند. توزار و استوکس (۲۰۰۱) برای تعیین جیره غذایی گاوهای شیری در آمریکا از مدل برنامه‌ریزی چند منظوره استفاده کردند. راجو و کومار (۱۹۹۹) با استفاده از روش برنامه‌ریزی چند منظوره، به تعیین بهترین طرح توافق آبیاری در مزارع هند پرداختند. پیچ و رهمان (۱۹۹۳) سه روش برنامه‌ریزی آرمانی، چند منظوره و توافقی را برای تعیین الگوی کشت در یک مزرعه آزمایشی در بریتانیا به کار بردند. رومرو و همکاران (۱۹۸۷) از برنامه‌ریزی چند منظوره و توافقی با اهداف حداکثر کردن اشتغال در بخش روستایی، حداقل کردن کارگر فصلی و حداکثر کردن سودآوری اقتصادی مزرعه کشاورزی در اندولوسیا اسپانیا استفاده کردند. صبوحی و بخشوده (۲۰۰٤) رابطه بین هزینه فرصت آب و سطح ریسک‌گریزی کشاورزان را با استفاده از برنامه‌ریزی چند منظوره به‌دست آوردند. ترکمانی و صبوحی (۲۰۰٤) با به‌کارگیری مدل موتاد[1] در قالب برنامه‌ریزی چند منظوره با اهداف حداکثر کردن بازده انتظاری و حداقل کردن میانگین انحراف بازده، ضریب ریسک‌گریزی کشاورزان را تعیین کردند. با توجه به مطالب فوق در این پژوهش سعی شد که برنامه زراعی منطقه را با توجه به دو هدف حداکثر کردن بازده ناخالص و حداقل کردن آب به‌دست آوردیم. برای این منظور ابتدا با استفاده از روش برنامه ریزی چند منظوره، مجموعه کارا تعیین شده و سپس به منظور کاهش آن از روش برنامه‌ریزی توافقی[2] استفاده شد.

مواد و روش‌ها

در این قسمت ابتدا روش‌های مورد استفاده یعنی برنامه‌ریزی چند منظوره و توافقی تبیین شده و سپس مدل ساخته شده و نحوه جمع‌آوری اطلاعات تشریح گردیده است.

یک برنامه‌ریزی چندمنظوره را با معادله ۱ به‌صورت زیر می‌توان نشان داد (کوهن، ۱۹۷۸):

$$\text{Max } Z(X)=(Z_1(X),Z_2(X)...,Z_k(x)) \qquad (1)$$

$$Z_1(X)=Z_1(x_1,x_2,...,x_n),$$
$$Z_2(X)=Z_2(x_1,x_2,...,x_n),$$
$$Z_k(X)=Z_h(x_1,x_2,...,x_n).$$

Subject to

$$x \in F$$
$$x \geq 0$$

که $Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_k]$ نشان‌دهنده بردار تابع هدف، Z_k تابع هدف k ام، X_n متغیر تصمیم n ام و F مجموعه موجه[3] است.

با توجه به اینکه در عمل حداکثر کردن مدل ۱ امکان‌پذیر نیست، معمولاً از روش‌های مختلفی برای ایجاد مجموعه کارا استفاده می‌شود که معمول‌ترین آنها روش مقید[4] است که توسط مارگلین (۱۹٦۷) پیشنهاد شد. در این روش تنها یک هدف انتخاب و بهینه سازی شده و سایر اهداف به‌صورت محدودیت وارد مدل می‌گردند (کوهن، ۱۹۷۸). روش مقید کاربردی‌ترین روش برای حل مدل‌های برنامه‌ریزی چند منظوره است زیرا، در این روش نیاز به اطلاعات اولیه از ترجیحات تصمیم‌گیرنده نیست (فرانسیسکو و علی، ۲۰۰٦) لذا، در این مطالعه از این روش استفاده شده است.

روش مقید شامل یافتن جواب‌های غالب با حل مسأله چند هدف اولیه که به‌صورت پارامتر در آمده، می‌باشد. برای این منظور هدف j ام ($j=1...h$) جهت بهینه شدن انتخاب و بهینه‌سازی نسبت به محدودیت‌های مسأله و قرار دادن حد پایین بر $k-1$ هدف باقی‌مانده صورت

1- Motad
2- Compromise Programming
3- Feasible Set
4- Constrained Method

Archive of SID

www.SID.ir

می‌گیرد. بنابراین معادله ۱ به‌صورت زیر می‌تواند نوشته شود (کوهن، ۱۹۷۸):

$$\text{Max } Z_j(X) = (x_1, x_2, ..., x_n) \qquad (۲)$$

$$\text{subject to:}$$
$$Z_1(x_1, x_2, ..., x_n) \geq b_1$$
$$Z_{h-1}(x_1, x_2, ...x_n) \geq b_{h-1}$$
$$Z_{h+1}(x_1, x_2, ...x_n) \geq b_{h+1}$$
$$\vdots$$
$$Z_k(x_1, x_2, ..., x_n) \geq b_k$$
$$x \in F$$
$$x \geq 0$$

که b_j نشان‌دهنده حد پایین برروی k-1 هدف تحت بررسی است و مجموعه کارا توسط اختلاف مقادیر پارامتریک b_j به‌دست می‌آید. مقدار b_j از فرمول زیر که توسط کوهن (۱۹۷۸) پیشنهاد شد به‌دست می‌آید (فرانسیسکو و علی، ۲۰۰۶):

$$L_{jr} = n_j + t(r-1)^{-1}(m_j - n_j), \quad j = 1,2,..., h-1, h+1,..., k \quad t = 0,1,2,..., (r-1) \qquad (۳)$$

L_{jr} نشان‌دهنده ارزش پارامتریک فرض‌شده b_j در فاصله مورد نظر، r تعداد فاصله برای b_j و m_j و n_j به‌ترتیب بهترین و بدترین مقدار ارزش هدف j ام می‌باشد (فرانسیسکو و علی، ۲۰۰۶).

زلنی و یو (۱۹۷۳) برای کمک به تصمیم‌گیرنده[1] برنامه‌ریزی توافقی را ارائه کردند. اولین قدم در یک برنامه‌ریزی توافقی تعیین نقطه ایده آل[2] است. این نقطه به وسیله بهینه‌کردن هر کدام از اهداف به‌صورت جداگانه و با توجه به محدودیت‌های منابع به‌دست می‌آید. نقطه ایده‌آل معمولاً به دلیل تقابل بین اهداف غیرقابل دسترس است. هنگامی که رسیدن به نقطه ایده‌آل امکان‌پذیر نیست، عناصر بهینه یا جواب‌های توافقی به وسیله جواب‌هایی که به نقطه ایده‌آل نزدیک‌تر است، داده می‌شود. مجموعه جواب‌های توافقی می‌تواند بسته به شاخص فاصله[3] تعیین گردد (رومرو و همکارن، ۱۹۸۸).

ساختار عملی یک برنامه‌ریزی توافقی به این صورت است که درجه نزدیکی[4] (d_j) بین هدف j ام و نقطه ایده‌آل به صورت زیر تعریف می‌شود (فرانسیسکو و علی، ۲۰۰۶):

$$d_j = Z^*_j - Z_j(x) \qquad (٤)$$

برای زمانی که تابع هدف حداکثر و

$$d_j = Z_j(x) - Z^*_j \qquad (٥)$$

زمانی که تابع هدف حداقل کردن است، Z^*_j ارزش بهینه (ایده‌آل) هدف j ام می‌باشد.

زمانی که واحدهای اندازه‌گیری متفاوت باشند، انحرافات نسبی به انحرافات مطلق ترجیح داده می‌شود، بنابراین درجه نزدیکی به‌صورت زیر تعریف می‌شود (فرانسیسکو و علی، ۲۰۰۶):

$$d_j = \frac{Z^*_j - Z_j(x)}{Z^*_j - Z_{*j}} \qquad (٦)$$

در رابطه فوق، Z_{*j} نقطه مقابل ارزش ایده‌آل (بدترین ارزش) هدف j ام می‌باشد.

در برنامه‌ریزی توافقی برای اندازه‌گیری فاصله هر هدف و نقطه بهینه، معادله فاصله[5] زیر برآورد می‌شود (فرانسیسکو و علی، ۲۰۰۶):

$$L_p(\alpha, k) = \left[\left(\sum_{j=1}^{k} \alpha_j d_j\right)^p\right]^{\frac{1}{p}} \qquad (٧)$$

که α_j نشان‌دهنده اهمیت وزن فاصله بین j امین هدف و ارزش بهینه آن می‌باشد.

برای مقیاس[6] L_P بهترین توافق یا نزدیک‌ترین جواب به نقطه ایده‌آل با حل برنامه‌ریزی غیرخطی زیر به‌دست می‌آید (فرانسیسکو و علی، ۲۰۰۶):

1- Decision Maker
2- Ideal Point

3- Measure of Distance
4- Degree of Closeness
5- Distance Function
6- Metric

Archive of SID

www.SID.ir

$$\text{Min} \quad L_p(\alpha_j, k) = \left[\sum (\alpha_j d_j)^p\right]^{1/p} \quad (۸)$$

subject to

$x \in F$

که ...و۲و۱ = p می‌باشد.

برای مقیاس L_∞ ماکزیمم انحرافات جداگانه کمینه می‌شود. بهترین راه حل توافقی در این حالت با حل برنامه‌ریزی خطی زیر به‌دست می‌آید (فرانسیسکو و علی، ۲۰۰۶):

$$\text{Min} \quad L_\infty = d_\infty \quad (۹)$$

Subject.to.

$$\frac{\alpha_1\left(z_1^* - z_1(x)\right)}{z_1^* - z_{*1}} \le d_\infty$$

$$\frac{\alpha_k\left(z_k^* - z_k(x)\right)}{\alpha_k^* - z_{*k}} \le d_\infty$$

$X \in F$

برای مقیاس‌های دیگر رسیدن به جواب‌های توافقی با الگوریتم غیرخطی امکان‌پذیر است. یو (۱۹۷۳) نشان داد که فاصله L_1 و L_∞ زیر مجموعه‌ای از مجموعه کارا را تعریف می‌کنند که زلنی (۱۹۷٤) آنها را مجموعه توافقی نامید. بر این اساس بهترین راه حل توافقی بین دو راه حل L_1 و L_∞ با توجه به اهمیت وزن‌های فاصله هدف از نقطه بهینه قرار می‌گیرد (رومرو و همکاران، ۱۹۸۸).

در مطالعه حاضر همان‌طور که پیشتر توضیح داده شد، دو هدف حداکثر کردن بازده ناخالص[1] واحد کشاورزی و حداقل کردن مصرف آب آبیاری در واحدهای کشاورزی در نظر گرفته شد. مدل تجربی مورد استفاده که در ادامه به آن اشاره می‌شود، ابتدا، با استفاده از برنامه‌ریزی چند منظوره برای تعیین مجموعه کارا حل شده و سپس با استفاده از برنامه‌ریزی توافقی، مجموعه توافقی تعیین می‌شود:

$$\text{Max} \quad GM = \sum_{j=1}^{6} c_j x_j \quad (۱۰)$$

$$\text{Min} \quad IW = \sum_{j=1}^{6} w_j x_j$$

s.to

$$a \quad \sum_{j=1}^{6} x_j \le T - \text{Land}$$

$$b \quad \sum_{j=1}^{6} \text{labour}_{sj} x_j \le T - \text{labour}_s \qquad \forall_s = 1...4$$

$$c \quad \sum_{j=1}^{6} \text{fertilizer}_{fi} x_j \le T - \text{fertilizer}_f \qquad \forall f = 1...4$$

$$d \quad \sum_{j=1}^{6} \text{mashinary}_i x_j \le T - \text{mashinary}$$

در این مدل، GM بازده ناخالص کل محصولات (فعالیت‌ها) (ریال در هر هکتار)، c_j بازده ناخالص هر محصول (ریال در هکتار)، x_j فعالیت‌های مدل شامل گندم، جو، گوجه فرنگی، چغندر قند، سیب زمینی، و پیاز، IW[2] کل آب آبیاری (مترمکعب) w_j آب آبیاری در محصول j ام (مترمکعب در هکتار) می‌باشد. در مدل ۱۰ محدودیت a محدودیت زمین، b محدودیت نیروی کار در مرحله آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت، c محدودیت کود شامل ازت، فسفات، پتاس و حیوانی و محدودیت d خدمات ماشینی است. سمت راست مدل مقدار کل منابع در دسترس را نشان می‌دهد.

زمان و مکان مطالعه: جهت بررسی اهداف فوق، اطلاعات مورد نیاز از طریق تهیه پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری با کشاورزان در سال زراعی ۲۰۰۶- ۲۰۰۵ (۱۳۸٤-۱۳۸۵) تهیه گردید. دشت مشهد به‌دلیل بحران آب به عنوان نمونه انتخاب شد (صبوحی و بخشوده، ۲۰۰٤)، سپس لیست روستاهای واقع در آن تهیه شده و با توجه به مناطق مختلف آن روستاهای مورد مطالعه به‌طور تصادفی انتخاب شدند. آن‌گاه روستاهای منتخب، کشاورزان نمونه از طریق نمونه‌گیری تصادفی سیستمی برگزیده شدند. بر این اساس از ۳۰۰ کشاورز اطلاعات

1- Gross Margin

2- Irrigation Water

Archive of SID

www.SID.ir

مورد نیاز جمع‌آوری شد.چون تهیه الگوی برنامه‌ریزی برای تمام بهره‌برداران نمونه کار بسیار وقت‌گیر است و نتایج به دست آمده نیز از کارایی لازم برخوردار نیست، لازم است که بهره‌برداران نمونه را به گروه‌های همگن طبقه‌بندی کرده و برای هر گروه یک بهره‌بردار نماینده[1] ساخته شود (سلطانی و همکاران، ۱۹۹۹). با استفاده از تحلیل خوشه‌ای[2]، مزارع به سه گروه کوچک (کمتر از سه هکتار)، متوسط (بین سه تا هشت هکتار) و بزرگ (بیشتر از هشت هکتار) طبقه‌بندی شدند. بعد از مشخص نمودن گروه‌های همگن، ضرایب داده- ستاده و میانگین منابع موجود هر گروه به‌دست آمد و براساس آن برای هر گروه یک مزرعه نماینده ساخته شد.

نتایج و بحث

در این قسمت خلاصه‌ای از بعضی ویژگی‌های داده‌های جمع‌آوری شده برای مزارع نماینده و نتایج روش‌های مورد استفاده بیان شده است. در جدول ۱ سطح زیر کشت محصولات مزارع نمونه نشان داده شده است.

با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌شود که گندم بیشترین سطح زیرکشت مزارع کوچک و متوسط را به خود اختصاص داده و چغندر قند، مزارع بزرگ را. کمترین سطح زیر کشت در مزارع کوچک و متوسط متعلق به پیاز و در مزارع بزرگ متعلق به سیب‌زمینی است.

در جدول ۲ ماتریس داده- ستاده مربوط به دو هدف به حداکثر رساندن بازده ناخالص و به حداقل رساندن آب مربوط به مزارع کوچک نشان داده شده است. برای مزارع متوسط و بزرگ نیز ماتریس داده- ستاده ساخته شد اما چون فقط از نظر مقادیر جدول ساختاری با مزارع کوچک تفاوت داشت، از آوردن آنها خودداری گردید.

با توجه به جدول ۲ می‌توان گفت که بیشترین بازده ناخالص مزارع کوچک در هر هکتار مربوط به کشت پیاز با ۱۲۶۵۳۶۲۷ ریال و کمترین مربوط به جو با ۱۵۹۵٤۲٦ ریال می‌باشد. بیشترین مقدار مصرف آب در هر هکتار با ۱٦۱۵۰ مترمکعب متعلق به پیاز است و کمترین آن با ٦۷۵۰ مترمکعب متعلق به جو می‌باشد.

جدول ۱- سطح زیر کشت، بازده ناخالص و آب مصرفی مزارع نمونه.

	سطح زیر کشت (هکتار)							اهداف	
	گندم	جو	گوجه فرنگی	چغندر قند	سیب زمینی	پیاز	جمع	بازده ناخالص (ده ریال)	آب مصرفی (مترمکعب)
مزرعه کوچک	۱/۰۰٦	۰/۹۵	۰/۲۸۵	۰/٤۰۱	۰/۰۵۷	۰/۰۲	۲/۷۱۹	۷۹۷٤٤٤/٦٤	۲٦۲۰٤/٦۲
مزرعه متوسط	۳/۳۵۹	۲/۱۲۱	۰/۵۸۲	۱/۲۷۲	۰/۱۳۹	۰/۱۲۵	۷/۵۹۸	۲۷۸٤٦۳۷/۰٦۱	۷٦٦۷۹/۳٦۸
مزرعه بزرگ	۵/۲۰٦	٤/۷۱٤	۲/۵۸۲	۷/۱۱۲	۰/۲٤۲	۳/۸۸۲	۲۳/۷۳۸	۲۰۷٦۱۸۲۱/۰۹۵	۳۲۰۷۸۱/۰٦۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

1 - Representative Farm
2 - Cluster Analysis

www.SID.ir

جدول ۲- مدل برنامه‌ریزی چند منظوره برای گروه مزارع کوچک.

	سطح زیر کشت محصولات (هکتار)						RHS[1]
	گندم	جو	گوجه‌فرنگی	چغندر قند	سیب زمینی	پیاز	
اهداف							
حداکثر کردن بازده ناخالص (ده ریال)	۳۰۵۳۸۹/۰۱۶	۱۵۹۵۴۲/۱۶۲	۲۹۱۰۹۱/۲۳۲	۴۸۴۰۶۳/۶۲۷	۶۳۳۶۳۴/۵۱	۱۲۶۵۳۶۲/۷۵۶	
حداقل کردن مصرف آب (مترمکعب)	۷۹۷۵	۶۷۵۰	۱۵۵۲۰	۱۵۳۶۰	۱۵۰۷۸	۱۶۱۵۰	
محدودیت‌ها							
زمین (هکتار)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲/۷۱۹
آب (مترمکعب)	۷۹۷۵	۶۷۵۰	۱۵۵۲۰	۱۵۳۶۰	۱۵۰۷۸	۱۶۱۵۰	۲۶۲۰۴/۶۲
نیروی کار در آماده سازی زمین (نفر روز)	۲/۲۰۷	۲/۰۹۷	۷/۳۸۶	۳/۴۵۳	۵/۰۵۸	۱۷/۷۷۸	۸/۳۴۷
نیروی کار در مرحله کاشت (نفر روز)	۱/۳۹۴	۱/۲۷۶	۲۰/۶۲۲	۳/۴۵۳	۲۹/۵۹۴	۳۵/۵۵۵	۱۲/۲۷۶
نیروی کار در مرحله داشت (نفر روز)	۵/۵۵۶	۴۷۲۳۹	۳۵/۹۰۹	۵۰/۰۵۶	۵۴/۵۵۶	۶۴/۴۴۴	۴۵/۳۲۳
نیروی کار در مرحله برداشت (نفر روز)	۳/۹۱۸	۱/۹۶۳	۴۱/۳۶۹	۲۴/۹۲۶	۴۲/۸۳۸	۲۴۱/۱۱۱	۳۴/۸۵۸
کود ازت (کیلوگرم هکتار)	۱۹۰/۶۲۵	۱۶۹/۷۰۷	۴۹۸/۴۳۳	۲۸۵/۶۵۳	۴۰۵/۴۰۵	۴۴۴/۴۴۴	۶۴۱/۶۹
کود فسفات (کیلو گرم هکتار)	۱۹۱/۳۸۸	۱۶۱/۵۳۲	۳۹۵/۹۲۵	۲۶۹/۵۳۶	۴۰۵/۴۰۵	۶۱۱/۱۱۱	۶۰۲/۳۴۸
کود حیوانی (تن هکتار)	۰/۴۹۴	۱/۰۱۳	۳/۹۸۳	۵/۲۷۳	۱۳/۷۰۷	۲۳/۵۷۱	۵/۹۶۳
حشره‌کش (کیلوگرم هکتار)	۰/۶۵۵	۰/۲۲۲	۳/۰۲۹	۱۵۷۰۷۰۰	۰/۵۷۹	۵/۵۵۶	۲/۴۵۲
علف‌کش (کیلوگرم هکتار)	۰/۵۵۹	۰/۳۰۷	۰/۴۱۵	۱/۴۵۴	۰/۱۹۳	۰	۱/۵۶۷
خدمات ماشینی (ده ریال هکتار)	۴۵۶۸۳/۲۸	۴۲۲۴۶/۴۳۲	۴۶۶۰۱/۶۶	۵۳۳۱۶/۹۸۳	۲۸۲۸۱/۸۵۳	۴۷۷۷۷/۷۷۸	۱۲۳۶۴۷/۰۸۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

RHS، مقادیر سمت راست مدل

1- Right Hand Side

Archive of SID

www.SID.ir

ماتریس بازده[1] برای نشان دادن مقدار اهداف در برنامه‌ریزی چند منظوره مورد استفاده قرار می‌گیرد. عناصر هر ردیف این ماتریس به وسیله بهینه‌سازی هر هدف و محاسبه مقدار اهداف دیگر تعیین می‌شود. ماتریس بازده جهت بیان درجه تضاد بین اهداف مورد نظر بسیار مهم می‌باشد. جدول ۳ ماتریس بازده برای اهداف دوگانه مسأله را نشان می‌دهد. عناصر موجود در اولین ردیف ماتریس به معنی جواب حداکثر سود (۹۲۷۲۶۶۵ ریال) بوده و مطابق با آن ۲۳۰۶۸/۸۱٤ مترمکعب آب در هکتار مصرف شده است. در هر ردیف یک هدف بهینه و مقادیر هدف دیگر به‌صورت پارامتریک محاسبه شده است.

در جدول ۳ می‌توان تضاد بین دو هدف حداکثر کردن بازده ناخالص و حداقل کردن مصرف آب را مشاهده کرد. بازده ناخالص در حالت حداکثر کردن، ۹۲۷۲۶۶۵ ریال و در حداقل کردن آب آبیاری، ۷۵۲۵۳۰۷ ریال می‌باشد. مقدار آب آبیاری در حالت حداقل کردن، ۲۲۳۹۹/٦۹ مترمکعب و زمانی که حداکثر کردن بازده ناخالص هدف است، ۲۳۰٦۸/۸۱٤ می‌باشد.

عناصر قطر فرعی ماتریس بازده، بیانگر نقطه ایده‌آل است، نقطه‌ای که تمام اهداف به ارزش بهینه خود می‌رسند. در مسأله فعلی نقطه ایده‌آل برابر با ۹۲۷۲۶۶۵ ریال بازده ناخالص و ۲۲۳۹۹/٦۹ مترمکعب مصرف آب می‌باشد.

در جدول ٤ الگوی کشت در دو حالت حداکثر کردن بازده ناخالص و حداقل کردن آب آبیاری برای مزارع کوچک نشان داده شده است.

با توجه به جدول ٤ مشاهده می‌شود که، فعالیت‌های لحاظ شده در مدل در حالت حداکثر کردن بازده ناخالص سه محصول گندم (۲/٤٥ هکتار)، چغندرقند (۰/۱٤ هکتار) و پیاز (۰/۰۹ هکتار) می‌باشد. حداکثر بازده ناخالص در این حالت، ۹۲۷۲۶۶۵ ریال و کل آب مورد نیاز ۲۳۰٦۸/۸۱ مترمکعب است. زمانی‌که حداقل کردن آب آبیاری به عنوان هدف در مدل لحاظ می‌شود، سه محصول گندم (۱/٦۹ هکتار)، جو (۰/۸۱ هکتار) و چغندر قند (۰/۲۲ هکتار) توسط مدل ارائه می‌گردد. دراین‌حالت، بازده ناخالص، ۷۵۲۵۳۰/۷۵۵ ریال و مقدار آب آبیاری، ۲۲۳۹۹/٦۹ مترمکعب به‌دست می‌آید. در مقایسه با حداکثر کردن بازده ناخالص، سطح زیر کشت گندم کاهش یافته، چغندر قند افزایش یافته، جو وارد الگوی کشت و پیاز حذف شده است.

مجموعه جواب‌های کارا در جدول ۵ نشان داده شده است. ارقام این جدول مربوط به حالتی است که بازده ناخالص به‌عنوان تابع هدف و هدف دیگر به عنوان محدودیت پارامتریک مد نظر قرار گرفته است. مجموعه کارا به‌وسیله تغییرات پارامتریک سمت راست‌های محدودیت آب ایجاد شده است. حل برنامه ریزی خطی مربوط به مزارع کوچک، ۵ نقطه کارا ایجاد نمود.

با حل مقادیر مختلف مرزی برای محدودیت آب، ترکیبات مختلفی از بازده ناخالص و آب مصرفی به‌دست آمد که هیچ کدام بر دیگری برتری نداشت. با توجه به جدول ۵ ملاحظه که می‌شود با کاهش بازده ناخالص از O_1 تا O_5 آب مصرفی در مزارع کاهش می‌یابد. بیشترین بازده ناخالص و آب مصرف شده مربوط به O_1 است، به مقدار ۹۲٦۰٤۹۲ ریال و ۲۳۰٥٤/٥ متر مکعب. با کاهش مقدار آب بازده ناخالص نیز کاهش می‌یابد. این مجموعه جواب‌ها منطقه وسیعی را برای انتخاب در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. با این حال ممکن است برای بعضی تصمیم‌گیرندگان انتخاب از بین این مجموعه جواب‌ها مشکل باشد. بنابراین از برنامه‌ریزی توافقی، مجموعه جواب‌های کارا کاهش یافت و نتایج حاصل برای مقیاس L_1 و L_∞ در جدول ٦ نشان داده شد.

1- Payoff Matrix

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ماتریس بازده مربوط به مزارع کوچک.

تابع اهداف	بازده ناخالص (ده ریال)	مصرف آب (مترمکعب)
بازده ناخالص	۹۲۷۲۶۶/۵	۲۳۰۶۸/۸۱٤
مصرف آب	۷۵۲۵۳۰/۷۵۵	۲۲۳۹۹/٦۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول٤ - سطح زیر کشت محصولات در حالت بهینه‌سازی هر هدف به‌طور جداگانه در مزارع کوچک (هکتار).

نام محصول	حداکثر کردن بازده ناخالص	حداقل کردن آب آبیاری
گندم	۲/٤٤۷	۱/٦۹
جو	۰	۰/۸۰٦
گوجه فرنگی	۰	۰
چغندر قند	۰/۱۳٦	۰/۲۲۲
سیب زمینی	۰	۰
پیاز	۰/۰۸۹	۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۵- مجموعه جواب‌های کارا (مزارع کوچک).

	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
بازده ناخالص (ده ریال)	۹۲٦۰٤۹/۲	۹۲۳۷٤۳/۱	۹۱۹۵۱۳	۹۱۵۲۸۲/۹	۹۱۱۰۵۲/۸
آب مصرفی (متر مکعب)	۲۳۰۵٤/۵۸۳	۲۲۹۰۱/۱٤۹	۲۲۷۳۵/٤۷	۲۲۵٦۷/٤۰۹	۲۲۳۹۹/۷۷۱
سطح زیر کشت (هکتار)					
گندم	۲/٤۲۷	۲/٤٤۸	۲/٤٤۹	۲/٤۵	۲/٤۵۱
جو	۰	۰	۰	۰	۰
گوجه فرنگی	۰	۰	۰	۰	۰
چغندر قند	۰/۱٤٤	۰/۱۲۳	۰/۱۱	۰/۰۹۷	۰/۰۸٤
سیب زمینی	۰/۰۰۲	۰	۰	۰	۰
پیاز	۰/۰۸۹	۰/۰۹۲	۰/۰۹۳	۰/۰۹٤	۰/۰۹٦

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ٦- مجموعه راه حل توافقی با فرض وزن یکسان اهداف (مزارع کوچک).

	L_1	L_∞
گندم (هکتار)	۱/۰۰۷	۲/٤۲۷
جو (هکتار)	۰/۹٤۹	۰
گوجه فرنگی (هکتار)	۰/۲۸٦	۰
چغندر قند (هکتار)	۰/٤۰۱	۰/۱٤٤
سیب زمینی (هکتار)	۰/۰۵۷	۰/۰۰۲
پیاز (هکتار)	۰/۰۲	۰/۰۹
تابع اهداف		
حداکثر بازده ناخالص (ده ریال)	۷۹۷۱۵۱/٦٦	۹۲٦۰۹۸/٤
حداقل آب مصرفی (متر مکعب)	۲٦۲۰٤/۰٤	۲۳۰۵٤/۵۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به جدول ٦ مشاهده می‌شود کـه در مجموعـه توافقی، بازده ناخالص بین ٩٢٦٠٩٨٤ – ٧٩٧١٥١٦ ریال و آب مصرفی بین ٢٦٢٠٤/٠٤–٢٣٠٥٤/٥٨ مترمکعـب قـرار می‌گیرد.

با مقایسه جدول ٦ با ٥ مشاهده می‌شـود کـه راه حـل O_1 در مجموعه جواب‌های کارا، بین دو راه حـل تـوافقی قرار دارد. در برنامه O_1، محصولات جو و گوجه فرنگی از برنامه کشت مزرعه حـذف شـده و بیـشترین سـطح زیـر کشت به محصول گنـدم اختـصاص داده مـی‌شـود. بـازده ناخالص برابر با ٩٢٦٠٤٩٢ ریال است که نسبت بـه بـازده ناخـالص مـزارع کوچـک نمونـه (جـدول ١) ١٦ درصـد افزایش نشان می‌دهد. مقدار آب مصرفی در جواب توافقی ٢٣٠٥٤/٥٨ متر مکعب است که در مقایسه با مزارع نمونـه (جدول ١) ١٢ درصد کاهش یافته است.

جداول ٧ و ٨، ماتریس بازده مربوط به مزارع متوسـط و بزرگ را نشان می‌دهد.

در این جداول نیز عناصر قطر فرعـی مـاتریس بیـانگر نقطه ایده‌آل است، نقطه‌ای که تمام اهداف به ارزش بهینـه خود می‌رسند. نقطـه ایـده‌آل (حـداکثر بـازده ناخـالص و حداقل آب مصرفی) در مزارع متوسط، ٣٣٢٩٢٩٠٠ ریـال و ٦٦٤١٩/٥٤ مترمکعب و در مزارع بـزرگ ٢٠٧٦٢١٨٠٠ ریال و ٢٨٣٤٧٤ مترمکعب می‌باشد.

در جداول ٩ و ١٠ سطح زیـر کـشت محـصولات در حالت بهینه‌سازی اهداف، بـرای مـزارع متوسـط و بـزرگ به‌صورت جداگانه نشان داده شده است.

جدول ٧- ماتریس بازده مربوط به مزارع متوسط (هکتار).

تابع اهداف	بازده ناخالص (ده ریال)	مصرف آب (مترمکعب)
بازده ناخالص	٣٣٢٩٢٩٠	٦٧٥٥٧/٧٥٦
مصرف آب	٢١٣٨٤٢٥/٤٩٩	٦٦٤١٩/٥٤

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ٨- ماتریس بازده مربوط به مزارع بزرگ (هکتار).

تابع اهداف	بازده ناخالص (ده ریال)	مصرف آب (مترمکعب)
بازده ناخالص	٢٠٧٦٢١٨٠	٣٢٠٧٩٨/٥٤
مصرف آب	١٢٧٨٥٧١١/٧٨٦	٢٨٣٤٧٤

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ٩- سطح زیر کشت محصولات در حالت بهینه‌سازی هر هدف به صورت جداگانه در مزارع متوسط (هکتار).

نام محصول	حداکثر کردن بازده ناخالص	حداقل کردن آب آبیاری
گندم	٤/٥٤١	٢/٨٩
جو	٠	٣/٤٥٩
گوجه فرنگی	٠	٠
چغندر قند	١/٢٣٩	١/٢٢٧
سیب زمینی	٠/٢٠٤	٠
پیاز	٠/٤٧٥	٠
جمع	٦/٤٥٩	٧/٥٨٦

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به جدول ۹ مشاهده می‌شود که در مزارع متوسط، بیشترین سطح زیر کشت در زمان حداکثر کردن بازده ناخالص مربوط به گندم است با ٤/٥٤١ تن در هکتار و کمترین مربوط به سیب زمینی است به مقدار ۰/۲۰٤. در حالت حداقل کردن آب مصرفی بیشترین و کمترین سطح زیر کشت به ترتیب مربوط به جو با ۳/٤٥۹ و چغندر قند با ۱/۲۳۷ است. کل سطح زیر کشت نسبت به حالت حداکثر کردن بازده ناخالص افزایش یافته، سیب‌زمینی و پیاز از الگوی کشت حذف شده و جو وارد الگوی کشت شده است.

با توجه به جدول ۱۰ مشاهده می شود که در مزارع بزرگ بیشترین سطح زیرکشت در هنگام حداکثر کردن بازده ناخالص مربوط به چغندرقند است با ۷/۱۱۲ تن در هکتار و کمترین مربوط به سیب زمینی با ۰/۲٤۲ می‌باشد. در حالت حداقل کردن آب مصرفی در مزارع بزرگ محصولات گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و پیاز از الگوی کشت خارج می‌شوند. کمترین سطح زیر کشت مربوط به گندم است با۱ /۳۸۱ تن در هکتار و بیشترین مربوط به چغندرقند است با ۱۱/۷۳٤. همچنین در این حالت سطح زیر کشت جو با ۱۰/٦۲٥ تن در هکتار افزایش زیادی نشان می‌دهد.

مجموعه جواب‌های کارا برای مزارع متوسط و بزرگ به‌ترتیب در جدول‌های ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است.

جدول ۱۰- سطح زیر کشت محصولات در حالت بهینه‌سازی هر هدف به‌صورت جداگانه در مزارع متوسط (هکتار).

نام محصول	حداکثر کردن بازده ناخالص	حداقل کردن آب آبیاری
گندم	٥/۲۰٦	۱/۳۸۱
جو	٤/۷۱٤	۱۰/٦۲٥
گوجه فرنگی	۲/٥۸۳	۰
چغندر قند	۱۱۲/۷	۱۱/۷۳٤
سیب زمینی	۰/۲٤۲	۰
پیاز	۳/۸۸۲	۰
جمع	۲۳/۷۳۹	۲۳/۷٤

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۱۱- مجموعه جواب‌های کارا (مزارع متوسط).

	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
بازده ناخالص (ده ریال)	۳۳۲۹۲۹۰	۳۳۲۲۹۹٤	۳۳۱٦٦۹۲	۳۳۱۰۳۹۱	۳۳۰٤۰۸۹
آب مصرفی (متر مکعب)	٦۷٥٥۷/۷٥٦	٦۷۲۷٤/۲۲	٦٦۹۸۸/۲۷۳	٦٦۷۰٤/۷۳۸	٦٦٤۱۹/٥۷۲
سطح زیر کشت (هکتار)					
گندم	٤/٥٤۱۸	٤/٥٤۸۲	٤/٥٥٤۷	٤/٥٦۱۱	٤/٥٦۷٥
جو	۰	۰	۰	۰	۰
گوجه فرنگی	۰	۰	۰	۰	۰
چغندر قند	۱/۲۳۸۸	۱/۲۱٥۱	۱/۱۹۱۳	۱/۱٦۷٦	۱/۱٤۳۸
سیب زمینی	۰/۲۰۳۷	۰/۲۰۳۳	۰/۲۰۲۸	۰/۲۰۲٤	۰/۲۰۲
پیاز	۰/٤۷٤۹	۰/٤۷۸٤	۰/٤۸۱۹	۰/٤۸٥٤	۰/٤۸۸۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین بازده ناخالص مربوط به جواب O_1 به مقدار ۳۳۲۹۲۹۰۰ ریال و کمترین مقدار آب مصرفی مربوط O_5 به‌مقدار ٦٦٤١٩/٥٧٣ مترمکعب می‌باشد. جواب O_1 بیشترین مقدار آب مصرفی و O_5 کمترین مقدار بازده ناخالص را در بین مجموعه جواب‌های کارا نشان می‌دهد.

در مزارع بزرگ تنها ٤ جواب کارا به‌دست آمد. در این حالت نیز بیشترین بازده ناخالص مربوط به O_1 (۲۰۷٦۲۱۷۰۰ ریال) و کمترین مقدار آب مصرفی مربوط به O_4، ۲۹۲۸۰٤/٦۸۳ مترمکعب بود. در مزارع بزرگ نیز افزایش بازده ناخالص در یک جواب کارا با افزایش آب مصرفی همراه بود.

برای کاهش مجموعه جواب‌های کارا، از برنامه‌ریزی توافقی استفاده شد. مجموعه توافقی مربوط به مزارع متوسط و بزرگ به‌ترتیب در جدول‌های شماره ۱۳ و ۱٤ نشان داده شده است.

جدول ۱۲- مجموعه جواب‌های کارا (مزارع بزرگ).

	O_1	O_2	O_3	O_4
بازده ناخالص (ده ریال)	۲۰۷٦۲۱۷۰	۱۹۸۸۲۰۰۰	۱۸۵۷۷۲۷۰	۹۱۵۲۸۲/۹
آب مصرفی (متر مکعب)	۳۲۰۷۹۷/۲۸۵	۳۱۱٤٦۵/۸٦	۳۰۲۱۵٤/۲٤۷	۲۹۲۸۰٤/٦۸۳
سطح زیر کشت (هکتار)				
گندم	۵/۲۰٦	٤/٦۸۵۷	۳/۵٦۵	۲/٤۷۰۸
جو	٤/۷۱٤۳	۵/۷٦۷	۷/۳۹۵۹	۹/۰۵٦۷
گوجه فرنگی	۲/۵۸۲٦	۱/۵۳۳۸	۰/۵۷۲	۰
چغندر قند	۷/۱۱۲۳	۸/۱۹۸۸	۹/٤۱٤۷	۱۰/۵۳۷
سیب زمینی	۰/۲٤۱۹	۰	۰	۰
پیاز	۳/۸۸۲	۳/٤٦٦۷	۲/۷۳۳۲	۱/٦۷٤٦

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۱۳- مجموعه راه حل توافقی با فرض وزن یکسان اهداف (مزارع متوسط).

	L_1	L_∞
گندم (هکتار)	۳/۳۵۹	٤/۵٤۱
جو (هکتار)	۲/۱۲۱	۰/۰۰
گوجه فرنگی (هکتار)	۰/۵۸۲	۰/۰۰
چغندرقند (هکتار)	۱/۲۷۲	۱/۲۳۹
سیب زمینی (هکتار)	۰/۱۳۹	۰/۲۰٤
پیاز (هکتار)	۰/۱۲۵	۰/٤۷۵
تابع اهداف		
حداکثر بازده ناخالص (ده ریال)	۲۷۸٤٦۳۷/۰٦۲	۳۳۲۹۳۰/۷۰۳
حداقل آب مصرفی (مترمکعب)	۷٦٦۷۹/۳٦۸	٦۷۵۵۷/۷۵٦

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ١٤- مجموعه راه‌حل توافقی با فرض وزن یکسان اهداف (مزارع بزرگ).

	L_1	L_∞
گندم (هکتار)	٥/٢٠٦	٦/٢٤٤
جو (هکتار)	٤/٧١٤	٠
گوجه فرنگی (هکتار)	٢/٥٨٣	٢/٤٢٤
چغندرقند (هکتار)	٧/١١٢	٥/٦٧١
سیب زمینی (هکتار)	٠/٢٤٢	٠
پیاز (هکتار)	٣/٨٨٢	٤/٦٥٨
تابع اهداف		
حداکثر بازده ناخالص (ده ریال)	٢٠٧٦٢١١٥/٩٩١	٢٠٧٦٢٢٣٤/٣٢٨
حداقل آب مصرفی (مترمکعب)	٣٢٠٧٩٨/٥٩٦	٢٨٣٤٧٥/٣٢٤

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در مزارع متوسط با مقایسه جدول‌های شماره ١١ و ١٣ مشاهده می‌گردد که تنها برنامه O_1 در مجموعه توافقی قرار می‌گیرد. مقایسه بازده ناخالص و آب مصرفی راه حل O_1 با بازده ناخالص و آب مصرفی مزارع متوسط نمونه در جدول ١، نشان می‌دهد که در راه حل O_1 حدود ٢٠ درصد بازده ناخالص افزایش یافته و ١٢ درصد مقدار آب مصرفی کاهش یافته است. در راه حل O_1 بیشترین سطح زیر کشت مربوط به محصول گندم است با ٤/٥٤١ تن در هکتار و کمترین مربوط به سیب زمینی است با ٠/٢٠٤ تن در هکتار. در این برنامه جو و گوجه‌فرنگی از مدل حذف شدند.

در مورد مزارع بزرگ با مقایسه جداول ١٢ و ١٤ مشاهده می‌شود که در این مزارع نیز فقط جواب O_1 در مجموعه توافقی قرار می‌گیرد. با مقایسه راه حل O_1 با مزارع نمونه بزرگ (جدول ١) مشاهده می‌شود که بازده ناخالص و مقدار آب مصرفی بسیار نزدیک به مزارع بزرگ نمونه است. اختلاف برای بازده ناخالص و آب مصرفی به‌ترتیب ١٠٠٠٠ ریال و ١٦ مترمکعب می‌باشد که نشان‌دهنده به‌کارگیری مطلوب نهاده‌ها در مزارع بزرگ است. از طرف دیگر، می‌تواند بیانگر انتخاب مناسب اهداف و روش مورد استفاده در این مطالعه باشد.

نتیجه گیری

استفاده کارا تر از نهاده‌های کشاورزی از اهدافی است که برنامه‌ریزان زراعی همواره سعی دارند به آن برسند. در این مطالعه سعی شد علاوه‌بر حداکثر کردن بازده ناخالص، به مسأله کمبود آب در منطقه مورد مطالعه توجه شود. برای این منظور ابتدا با استفاده از روش برنامه‌ریزی چند منظوره مجموعه جواب‌های کارا تعیین شده و سپس با استفاده از برنامه‌ریزی توافقی، مجموعه توافقی به دست آمد.

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت، اگر چه کشاورزان به حداکثر کردن سود و درآمد خود بسیار اهمیت می‌دهند و به کشت محصولاتی گرایش دارند که بیشترین درآمد را برای آنها داشته باشد؛ اما با توجه به مسأله کمبود آب در سطح کشور و منطقه مورد مطالعه، در برنامه‌ریزی زراعی بایستی به محصولات آب اندوز بیشتر توجه شود. روشی که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت همزمان به هر دو هدف، یعنی حداکثر کردن سود کشاورزان و استفاده کمتر از آب آبیاری همزمان توجه داشت. در مورد مزارع کوچک، الگوی کشت پیشنهادی مدل برنامه‌ریزی چند منظوره که در مجموعه توافقی قرار گرفت، با الگوی کشت مزرعه نماینده تفاوت‌هایی نشان داد. در الگوی پیشنهادی سطح زیر کشت گندم و پیاز افزایش یافت، جو و گوجه‌فرنگی حذف شد و چغندر قند و سیب زمینی کاهش یافت. در مزارع متوسط نیز بین الگوی کشت پیشنهادی و الگوی کشت مزرعه نماینده تفاوت وجود داشت. در هر دو گروه مزارع کوچک و متوسط الگوی پیشنهادی با افزایش بازده ناخالص و کاهش آب همراه بود. این امر نشان داد که با توجه به

Archive of SID

www.SID.ir

منابع موجود می‌توان سود بیشتر و مصرف آب کمتری داشت. در مزارع بزرگ، الگوی پیشنهادی با الگوی کشت مزرعه نماینده یکسان بود. در واقع در این گروه مزارع، کشاورزان حداکثر کردن سود و استفاده مطلوب از آب را در نظر گرفته و الگوی کشت خود را به سطح بهینه نزدیک کرده‌اند. برنامه‌ریزان زراعی بایستی در این گروه مزارع، کشاورزان را به حفظ کشت موجود تشویق کنند. در واقع اگر کشاورزان نهاده‌های مورد نیاز خود را در اختیار داشته و بتوانند سطح زیر کشت مزارع خود را گسترش دهند، می‌توانند از منابع به شکل بهینه‌تر استفاده کنند. بنابراین، می‌توان با یکپارچه کردن اراضی، به استفاده بهینه از نهاده کمک کرد. قابل ذکر است که در مدل برنامه‌ریزی توافقی قابلیت وزن دادن به اهداف اهمیت آنها بستگی دارد. بنابراین، برنامه‌ریزان بخش کشاورزی می‌توانند با توجه به میزان آب قابل دسترس از طریق تغییر وزن‌ها، الگوی کشت مناسب تهیه کنند.

منابع

1.Asadi, H., and Soltani, G.R. 2000. Investigation of safety margin and determination of the optimum cropping pattern in cultivation activities, using linear programming method. Journal of Agricultural Economics and Development, 3: 71-86.

2.Asgharpour, M. 2006. Multiple Criteria Decision Making. University of Tehran Press, 399p. (In Persian)

3.Castrodeza, C., Lera, P., and Pena, T. 2005. Multi criteria fractional model for feed formulation: economic, nutritional and environmental criteria. Agriculture Systems, 86: 76-96

4.Cohon, J.L. 1978. Multi Objective Programming and Planning. Academic Press, New York, PP: 331.

5.Francisco, S., and Ali, M. 2006. Resource allocation trade off in Manil's peri- urban production systems: an application of multi objective programming. Agricultural Systems, 87: 147-168.

6.Kracmar, E., and Kooten, G.C.V. 2005. Managing forest and marginal agricultural land for multiple tradeoffs: compromising on economic, carbon and structural diversity objectives. Ecological Modeling, 185: 451-468.

7.Piech, B., and Rehman, T. 1993. Application of multiple criteria decision making method to farm planning: a case study. Agricultural Systems, 41: 305-319.

8.Raju, K.S., and Kumar, D.N. 1999. Multi criterion decision making in irrigation planning. Agricultural Systems, 62: 117-129.

9.Romero, C., Amador, F., and Barco, A. 1987. Multiple objectives in agricultural planning: a compromise programming application. American Journal of Agricultural Economics 69: 78-86.

10.Romero, C., Amador, F., and Domingo, J. 1988. Compromise risk programming for agricultural resource allocation problem: an illustration. Journal of Agricultural Economics, 39: 271-276.

11.Sabuhi, M., and Bakhshoudeh, M. 2004. Determining relationship between the opportunity cost of water and farmers' risk attitudes, using multi objective programming. Journal of Agriculture Science and Industries, 18(1): 39-47.

12.Soltani, G.R., Zibaei, M., and Kehkha, A.A. 1999. Application of Mathematical Programming in Agriculture. Agricultural Research Education and Extension Organization Press, 420p. (In Persian)

13.Stokes, J.R., and Tozar, P.R. 2002. Sire selection with multiple objectives. Agricultural Systems, 73: 147-164.

14.Torkamani, J., and Sabuhi, M. 2004. A study of farmers' attitudes toward risk using compromise – risk programming. Iranian Journal of Agricultural Science, 35(3): 587-593.

15.Tozar, P.R., and Stokes, J. R. 2001. A multi objective programming approach to feed ration balancing and nutrient management. Agricultural Systems, 62: 201-215.

16.Yu, P.L. 1973. A class of solutions for group decision problems. Management Science, 19: 936-946.

17.Zelney, M. 1973. Compromise Programming. University of South Carolina Press, Columbia, PP: 597

Archive of SID

www.SID.ir

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 15(4) 2008
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Application of Multi Objective and Compromise Programming to Farm Planning: A Case Study of Mashhad plain

***M. Sabouhi[1] and M. alvanchi[2]**
[1]Asistant Prof. Dept. of Agricultural Economics Uni. of Zabol and [2]Former M.Sc. Student Dept. of Agricultural Economics Uni. Of Zabol

Abstract

The existence of various objectives in agricultural activities makes optimal inputs allocation more difficult. Therefore, it is necessary to apply approaches to approximate the objectives to desirable points, simultaneously. In this paper, it was explicated the way of applying multi objective programming (MOP) and compromise programming (CP) in order to make a farm planning in Mashhad plain. It was considered two objectives: maximizing gross margin (GM) and minimizing irrigation water. Efficient sets and the best compromise solutions were obtained by MOP and CP respectively. Results showed that, in compromise solutions GM of small (less than 3 hectare) and medium (between 3 and 8 hectare) farms are increased and irrigation water decreased. Cropping pattern was the same in the model and representative of large farms (more than 8 hectare). According to finds, there is a scope for more efficient use of inputs by increasing size of farms through decreasing the number of farm lands.

Keywords: Multi objective programming; Compromise programming; Mashhad plain

Archive of SID

*- Corresponding Author; Email: msabuhi39@yahoo.com

www.SID.ir