فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ـ سال نهم ـ شماره اول ـ بهار ۱۳۸۸ ـ صفحات ۱۴۵-۱۲۱

سازگاری اهداف زیست‌محیطی و اهداف بهره‌برداران کشاورزی

سیدنعمت اله موسوی[۱]
فردین بوستانی[۲]
بهاءالدین نجفی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۱۲/۸ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۸۷/۴/۲۳

چکیده

فشردگی استفاده از منابع تولید در بخش کشاورزی منجر به تحمیل فشار بر محیط زیست شده است. این فشار عمدتاً به‌صورت استفاده گسترده از نهاده‌های دارای منشأ شیمیایی و استفاده بیش از حد از منابع آب محدود می‌باشد. این شرایط در حالی مشاهده می‌شود که میان اهداف زیست محیطی به‌صورت کاهش استفاده از منابع از یک سو و اهداف بهره برداران به‌صورت تلاش در جهت دستیابی به حداکثر تولید و به‌کارگیری منابع بیشتر تعارض وجود دارد. در این مطالعه با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی چندهدفی اهداف زیست محیطی و بهره‌برداران به‌طور توأمان مورد بررسی قرار گرفت.

اهداف زیست محیطی شامل کاهش مصرف آب، کودشیمیایی و سموم شیمیایی و اهداف بهره برداران شامل افزایش بازده ناخالص و کاهش ریسک تعریف گردید. برای هریک از اهداف، سطوح مختلف انتخاب و الگوهای متعدد ارائه گردید. اطلاعات مورد نیاز نیز از میان گروهی از بهره برداران منطقه مرودشت به دست آمد. بر اساس یافته های مطالعه، مشخص گردید که میان اهداف یاد شده تبادل وجود دارد و می‌توان به ترکیب مطلوبی از اهداف که در مقایسه با سطح فعلی آنها از جاذبه بیشتری برخوردار است دست یافت.

نتایج نشان داد در میان محصولات، خیار، کلزا و جو هم از نظر زیست محیطی یا هدف سیاستگذاران و هم از نقطه‌نظر بهره‌برداران مطلوب هستند. همچنین پیاز و گندم از نگاه تأمین هدف بهره برداران در مقایسه با هدف سیاستگذاران از اهمیت بالاتری برخوردارند. سه محصول برنج، ذرت علوفه‌ای و ذرت دانه‌ای نیز اولویت خود را از دست دادند.

واژگان کلیدی: الگوی زیست محیطی، آب، کودشیمیایی، سموم، ریسک، درآمد، استان فارس.

طبقه بندی JEL: Q12, Q50

---

۱. استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت
۲. استادیار مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت
۳. استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت

مقدمه

مهمترین نقشهایی که محیط زیست ایفا می‌کند عبارتند از تأمین مواد خام مورد نیاز، فضایی برای جذب ضایعات تولیدی و تولید خدمات (Bailey et al., 1999). در حال حاضر مهمترین جنبه‌های زیست محیطی نگران کننده فعالیت کشاورزی، استفاده از نهاده‌های تهیه شده از بخش غیرکشاورزی همانند کودها و سموم شیمیایی و همچنین کاهش سطح آبهای زیرزمینی می‌باشد. کاهش سطح آبهای زیرزمینی در مقایسه با دو عامل دیگر از برخی جهات دارای اهمیت بیشتر است.

به این ترتیب که استفاده بیش از حد از منابع آب زیرزمینی افزون بر کاهش امکان دسترسی به آنها از نگاه زیست محیطی، منجر به ایجاد اثرات نامطلوب هیدرولوژیکی، کیفیت آب و اکولوژیکی نیز می گردد. تغییرات در PH، شوری، دما، تجمع رسوب و تجمع مواد شیمیایی و مواد مغذی از جمله اثرات کیفیت آب به شمار می‌آیند. استفاده زیاد از نهاده‌های شیمیایی نیز در حضور گسترده آب خود موجب نفوذ بیشتر این موارد به درون آبهای زیرزمینی شده و آلودگی بیشتر آبهای زیرزمینی را موجب می شود. آب گرفتگی و شوری خاک از دیگر پیامدهای استفاده بیش از حد از آب و نهاده‌های شیمیایی است (Dwyer et al., 2006). توجه به کاهش استفاده از نهاده‌های آب، کودشیمیایی و سموم شیمیایی در مطالعاتی همانند مطالعه بارتولینی (Bartolini et al., 2007) حاکی از اهمیت الگوی مصرف این نهاده‌ها از نگاه زیست محیطی است.

در سطح استان فارس نیز بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی روند صعودی داشته و برخی مناطق استان فارس شرایط بحرانی پیدا کرده است (سازمان آب فارس، ۱۳۸۲). آنچه مشخص است این است که با افزایش تمایل زارعین به توسعه کشت محصولات زراعی، تقاضا برای حفر چاه‌های جدید و استحصال شدیدتر منابع آب از چاه‌های موجود افزایش می‌یابد. این در حالی است که اولویت اقتصاد و معیشت در استان فارس اتکا به بخش کشاورزی است و بیش از ۹۵ درصد از آب در استان فارس در بخش کشاورزی مصرف می‌شود (سازمان آب فارس، ۱۳۸۲).

آمارهای موجود نشان می‌دهد که حجم بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی بیش از ظرفیت ذخایر آبهای زیرزمینی استان می‌باشد. این برداشت اضافی باعث کاهش سالانه مقدار آب تعداد زیادی از دشتهای استان گردیده است. لذا هر گونه مطالعه و تحقیقی که بتواند موجب کاهش مصرف آب و رهایی از بحران شود ضروری است. نظر به اینکه عرضه آب به دلایل محدودیت بودجه‌ای، افزایش هزینه‌های تهیه و عرضه آن و حرکت به سمت منابع غیرسنتی با محدودیت روبرو است، لذا، تاکیدها جهت بهره برداری از منابع آب به سمت مدیریت تقاضای آب در حال تغییر است (Johansson *et al*., 2002). افزون بر آب که در سطح استان به‌طور بی‌رویه بهره‌برداری می‌گردد،

در سطح استان از نهاده کودشیمیایی نیز در حد بسیار بالایی استفاده می‌شود. در حال حاضر در تولید بسیاری از محصولات از جمله گندم، استان فارس دارای جایگاه بالایی است که این جایگاه با استفاده زیاد از کودشیمیایی همراه بوده است.

استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی برای ارائه الگوی کشت بهینه از سابقه طولانی برخوردار است. تأمین حداکثر بازده ناخالص از اهداف مشخص در بسیاری از مطالعات بوده است. تعقیب این هدف از نقطه نظر بهره برداران مورد توجه است. توجه به این هدف در مطالعه داپلر (Doppler et al., 2002)، چیذری و قاسمی (۱۳۷۸)، کرامت‌زاده و همکاران (۱۳۸۴) و ترکمانی و صداقت (۱۳۷۸) بیانگر این مطلب است. از دیگر مسائل مبتلا به در کشاورزی، وجود ریسک است. وجود ریسک در کشاورزی بر تصمیمات کشاورزان اثر گذاشته و لزوماً افزایش بازده ناخالص نمی‌تواند به عنوان تنها هدف، مطرح باشد (ترکمانی، ۱۳۷۹). توجه به ریسک به عنوان یک هدف، در کشاورزی کشورهای در حال توسعه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. طرح ریسک به عنوان یک هدف، در مطالعه داپلر (Doppler et al., 2002) در اردن، کومار (Kumar, 1995) در هند، والدراما وانگل (Valderama and Engle, 2000) در هندوراس و فرانسیسکو و همکار Francisco and Mubarik, 2006) در تایوان، و سورش و همکار (Suresh, and Mujumdar, 2004) در هند این روند را تبیین می‌کند.

مطالعه ترکمانی (۱۳۷۹)، ترکمانی و کلایی (۱۳۷۸) و حسن‌شاهی (۱۳۸۵) نیز حاکی از اهمیت ریسک در میان بهره برداران در ایران است. ریسک در فعالیت های کشاورزی دارای دو منشأ ریسک تولید و ریسک بازار است. البته همان‌طور که مطالعه محمدیان و همکاران (۱۳۸۴)، نیز نشان داد در صورت بهبود کارکرد بازار می‌توان ریسک بازار را کاهش داد. در کنار هدف بهره برداران که عمدتاً شامل افزایش درآمد و کاهش ریسک است از سوی سیاسگذاران نیز هدف افزایش تولید دنبال می‌شود. البته هدف افزایش تولید به عنوان یک راه برای مقابله با درآمد پایین کشاورزان نیز مطرح است. به‌گونه‌ای که پایین بودن درآمد بخش کشاورزی، تأمین ارزان نهاده‌ها را به عنوان یک سیاست مطرح نموده است (Goletti & Chabot, 2000).

در مطالعات اخیر گرایش به سوی اهداف بیشتر دیده می‌شود که این گرایشات در جهت کاهش استفاده از نهاده‌های خارج از مزرعه و به عبارت دیگر تلاش در جهت حفظ پتانسیل تولید برای یک فرایند تولید پایدار است. این گرایشات را می‌توان به عنوان اهداف زیست محیطی مطرح در فرایند تولید نام گذارد. از میان نهاده‌های مختلف تولید، کاهش استفاده از نهاده‌های شیمیایی و آب بیشتر از سایر نهاده‌ها مورد توجه است (Ten Berge et al., (2000).

در هلند کاهش غلظت نیترات و آفت کش-ها درآبهای زیرزمینی را به عنوان شاخص زیست‌محیطی مطرح کرده‌اند.(Bailey *et al.*, 1999)، در اسکاتلند تناوب و کاهش مصرف کودها و سموم شیمیایی از

نگاه زیست محیطی، حائز اهمیت عنوان شده است (De Koeijer *et al*., 2003). در هلند کارآیی استفاده از نهاده کودشیمیای (نیتروژن) را معیاری از مدیریت زیست‌محیطی عنوان نموده‌اند. همچنین در آمریکا (المصری و همکار (Almasri and Kaluarachchi, 2005) آلودگی نیترات در آب زیرزمین را بیانگر تخریب زیست محیطی بیان کرده‌اند. لاتینو پولوس و همکار (Latinopoulos and Mylopoulos 2005) نیز در یونان کاهش استفاده از کودشیمیایی را حائز اهمیت تلقی نموده‌اند. در مطالعه Berbel and Gomez-Limon 2000))، و بارتولینی (Bartolini et al., 2007) کاهش مصرف آب نیز به‌عنوان یک هدف زیست‌محیطی مورد توجه قرار گرفته است.

بنابراین اهداف زیست محیطی را می‌توان شامل کاهش استفاده از نهاده‌های شیمیایی همانند کودشیمیایی و سموم شیمیایی و آب عنوان کرد. در ایران نیز همان‌طور که مطالعه کریم‌زادگان (۱۳۸۵) نشان داد در بسیاری از استان‌ها از نهاده کودشیمیایی بیش از حد استفاده می‌کنند و این از نگاه زیست محیطی حائز اهمیت و مستلزم بررسی امکان کاهش است. از همین رو سعی شده است این مطالعه به عنوان کوششی در جهت ارزیابی امکان کاهش استفاده از نهاده‌های آب، کودشیمیایی و سموم شیمیایی زمینه بررسی‌های بیشتر را فراهم نماید. البته اهداف زیست محیطی شامل کاهش مصرف آب، کودشیمیایی و سموم شیمیایی همراه با اهداف تأمین درآمد مشخص و کاهش واریانس درآمد به‌عنوان دغدغه‌های بهره برداران مورد توجه این بررسی است. لازم به ذکر است که توجه توام به اهداف زیست محیطی و اهداف بهره‌برداران از نوآوری‌های مطالعه حاضر می-باشد.

روش تحقیق

با توجه به اینکه هدف زیست محیطی عمدتاً به عنوان یک هدف کلان و فراتر از مزرعه مورد توجه است، لذا به‌منظور افزایش قابلیت چارچوب یاد شده، لازم است هدف فوق در کنار اهداف موجود در سطح مزرعه مورد توجه قرار گیرد. به‌عبارت دیگر چند هدف در کنار یکدیگر مورد توجه است و این به معنی استفاده از رهیافتی است که بتواند چند هدف را در خود ببیند. مطالعاتی همچون مطالعه سی مان (Seaman 2006) و لاتینوپولوس و همکار (Latinopoulos & Mylopoulos, 2005) هدف زیست‌محیطی را به صورت کاهش کودشیمیایی یا کاهش ورود نیتروژن به خاک لحاظ نموده‌اند. در مطالعه باربل و همکار (Berbel and Gomez-Limon 2000) کاهش مصرف آب و کودشیمیایی به عنوان هدف زیست محیطی مطرح گردید. برخی از مطالعات مانند مطالعه بارتولینی و همکار (Bartolini et al., 2007) نیز دامنه ملاحظات زیست محیطی را افزایش داده و کاهش مصرف

سموم شیمیایی را نیز به اهداف زیست محیطی اضافه کرده‌اند. تابع هدف الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مبتنی بر ملاحظات زیست‌محیطی به صورت زیر است (Latinopoulos & Mylopoulos, 2005):

$$Z = \sum Y \times P_y - \sum C - \sum P_F F - \sum P_p P - \sum P_w W \qquad (۱)$$

شکل کلی یاد شده برای اهداف دیگر نیز قابل تغییر است. در رابطه فوق Y عملکرد محصول، P_y بردار قیمت محصولات و C هزینه‌های متغیر سایر نهاده‌ها به جز نهاده‌های کودشیمیایی، سموم و آب است. P_F قیمت کودشیمیایی، F میزان استفاده از کود شیمیایی، P_p قیمت سموم، P مصرف سموم، P_w قیمت آب و W میزان آب مصرفی است. یافته‌های مطالعه ترکمانی (Torkamani 1996) در میان بهره‌برداران مرودشت استان فارس، حاکی از ریسک‌گریزی آنها می‌باشد. لذا باید این برخورد بهره-برداران نیز مورد توجه قرار گرفته و در الگو وارد شود. الگوی کلی که با استفاده برنامه ریزی هدف و با دخالت دادن اهداف یاد شده قابل فرمول‌بندی است دارای شکل زیر خواهد بود:

$$Max \qquad Z = \sum cx - \sum P_F F - \sum P_p P - \sum P_w W - \sum\sum \sigma_{ij} x_i x_j \qquad i, j = 1,2,...,n \qquad (۲)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{n} a_{fj} x \le b_f \qquad (۳)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{pj} x \le b_p \qquad (۴)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{wj} x \le b_w \qquad (۵)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x \le b_i \qquad (۶)$$

$$x_j \ge 0$$

در الگوی فوق σ_{ij} ماتریس واریانس-کوواریانس بازده حاصل از تولید محصول i ، x_i سطح فعالیت محصول i ، a میزان مورد استفاده از هر یک از نهاده‌ها، زیرنویس‌های f، p و زیرنویس w به نهاده‌های کودشیمیایی، سموم و آب اشاره دارد. سمت راست نامعادلات (۳)، (۴) و (۵) میزان در دسترس از هر یک از نهاده‌ها را نشان می‌دهد.

برنامه‌ریزی چند هدفی

همان‌طور که عنوان شد، از سوی بهره برداران و همچنین سیاستگذاران چند هدف به‌طور توأمان دنبال می‌شود که البته لزوماً با یکدیگر هم‌جهت نیستند. از این رو باید از رهیافت چندهدفی استفاده گردد. شکل ریاضی الگوی برنامه‌ریزی چند هدف را می‌توان به صورت زیر نوشت (Francisco & Mubarik, 2006):

$$
\begin{aligned}
&Max\, Z(x) = (Z_1(x), Z_2(x), ..., Z_h(x), ..., Z_k(x)),\\
&Z_1(x) = Z1(x_1, x_2, ..., x_n)\\
&Z_2(x) = Z2(x_1, x_2, ..., x_n)\\
&Z_h(x) = Zh(x_1, x_2, ..., x_n)\\
&Z_k(x) = Zk(x_1, x_2, ..., x_n)\\
&Subject\ \ to: \quad X \in F,\ X \geq 0
\end{aligned}
\tag{۷}
$$

که درآن $Z = (Z_1, Z_2, ..., Z_K)$ بردار توابع هدف با اجزا Z_i (i=1,2,…,k) توابع هدف انفرادی، X_i (i=1,2,…,n) سطح زیرکشت اختصاص داده شده به محصول i است.

به‌طور کلی سه روش برای حل الگوهای چند هدفی وجود دارد. این روش‌ها عبارتند از روش وزنی، روش مقید و روش سیمپلکس چند معیاری. روش اعمال محدودیت از استفاده بیشتری برخوردار است (Francisco & Mubarik, 2006).

در روش مقید h امین تابع هدف بهینه می‌شود در حالی که k-1 هدف باقیمانده در قالب محدودیت گنجانده می‌شوند یعنی:

$$
\begin{aligned}
&Max\, Z(x) = (Z_1(x), Z_2(x), ..., Z_h(x), ..., Z_k(x)),\\
&Subject\ \ to:\\
&Z_2(x_1, x_2, ..., x_n) \geq b_2\ \ Z_1(x_1, x_2, ..., x_n) \geq b1\\
&Z_{(h-1)}(x_1, x_2, ..., x_n) \geq b_{(h-1)}.\\
&Z_{(h+1)}(x_1, x_2, ..., x_n) \geq b_{(h+1)}\\
&Z_{(h)}(x_1, x_2, ..., x_n) \geq b_{(h)}..\\
&X \in F,\\
&X \geq 0
\end{aligned}
\tag{۸}
$$

که در آن b_i مجموعه قید برای هر یک از محدودیت‌ها در بهینه‌سازی مقید مورد نظر است.

مجموعه کارا از طریق تغییر در پارامتر b_i برای k هدف شامل $i = 1,2,...,(h-1),(h+1),...,k$ به دست می‌آید. مقادیر افزایشی در پارامتر b_i نیز از رابطه زیر به دست می‌آید (Cohon, 1978):

$$L_{ir} = n_i + t(r-1)^{-1}(M_j - n_i), \qquad \begin{array}{l} j = 1,2,,...,h-1,h+1,...,p; \\ t = 0,1,2,...,(r-1), \end{array} \qquad (۹)$$

که در آن L_i مقادیر انتخاب شده b_i از دامنه $t(r-1)^{-1}(M_j - n_j)$. M و n نیز به ترتیب بهترین و بدترین مقدار برای هدف i و r تعداد دامنه است.

در این بررسی همان‌طور که پیش‌تر نیز عنوان شد اهداف زیست‌محیطی شامل کاهش استفاده از آب، کودشیمیایی و سموم شیمیایی می‌باشد. برای این منظور برای بهره برداران منتخب منطقه مرودشت ابتدا مجموعه الگوهایی با هدف بهینه سازی بر اساس هر یک از اهداف زیست محیطی و ضمن حفظ سایر اهداف در سطح فعلی ارائه گردید. با توجه به اینکه در روش مقید برنامه‌ریزی چند هدفی جواب‌های متعددی به دست می‌آید، لذا برای انتخاب از میان جواب‌های متعدد به دست آمده می‌توان از تحلیل خوشه‌ای استفاده نمود (Raju & Kumar, 1999). همچنین می‌توان الگوها را باستفاده از رهیافت برنامه‌ریزی فازی اولویت‌بندی نمود (Bernger & Verdier-Chouchane, 2007). در فرایند فازی، خروجی با توجه به تابع عضویت تعیین شده با برآورد قواعد و محاسبه نتیجه فازی به‌دست می‌آید. استدلال و استنتاج ترکیب منطقی از خروجی‌های قواعد اگر - آنگاه انجام می‌گیرد. منطق فازی ازهمه قواعد نوشته شده برای برآورد خروجی استفاده می‌کند. ورودی یک تابع عضویت با دارا بودن شرایط بیان شده در قسمت اگر یک خروجی خواهد داد. مقدار نهایی به صورت فازی سطح منحنی از ترکیب منطقی نتایج قواعد حاصل می‌شود (Zadeh, 1965). بر اساس آنچه عنوان شد، نحوه استفاده از شاخص های مورد استفاده در قالب رهیافت منطق فازی به صورت زیر است:

فرض کنید که $i \in [1, N]$ و N تعداد الگوهای ارائه شده توسط رهیافت برنامه‌ریزی چندهدفی است. و $j \in [1, M]$ که j نیز اهداف مورد استفاده است. همچنین فرض می‌کنیم که x_j مقداری است که هدف j برای الگوی i اختیار می‌کند. اگر مقادیر اهداف مورد استفاده را به صورت نزولی رتبه‌بندی کنیم که طی آن مقادیر بالاتر برای هدف یاد شده به معنی اولویت بیشتر باشد، آنگاه تابع عضویت شاخص j را برای منطقه $\mu_j(i)$ می‌توان به صورت زیر تعریف نمود (Bernger & Verdier-Chouchane, 2007):

$$\mu_j(i) = \begin{cases} 1 & if \quad x_j^i \le x_j^{\min}, \\ \dfrac{x_j^{\max} - x_j^i}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} & if \quad x_j^{\min} \le x_j^i \le x_j^{\max}, \\ 0 & if \quad x_j^i \ge x_j^{\max}, \end{cases} \qquad (۱۰)$$

که در آن $x_j^{\min} = Min_i(x_j^i)$ و $x_j^{\max} = Max_i(x_j^i)$. تابع $\mu_j(i)$ درجه برخوداری i امین الگو را نسبت به هدف j اندازه‌گیری می‌کند. برای فازی سازی اهداف مطالعه شامل آب مصرفی،

کودشیمیایی مورد استفاده، سموم و ریسک یا واریانس بازدهی الگوها می‌توان از تابع عضویت فوق استفاده نمود. به همین ترتیب اگر اهداف را به صورت صعودی مرتب کنیم تابع عضویت $\mu_j(i)$ به صورت زیر تعریف خواهد شد:

$$\mu_j(i)=\begin{cases}1 & if \quad x_j^i \geq x_j^{\max}\\ \dfrac{x_j^i - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} & if \quad x_j^{\min} \leq x_j^i \leq x_j^{\max}\\ 0 & if \quad x_j^i \leq x_j^{\min}\end{cases} \tag{۱۱}$$

توابع یاد شده توابعی افزایشی از درجه برخورداری الگو بوده و مقادیری بین صفر و یک اختیار می‌کنند. از این تابع عضویت نیز برای رتبه‌بندی سطح بازدهی الگوها استفاده گردید.

با توجه به اینکه اهداف مورد استفاده نامتجانس هستند، لذا لازم است به‌گونه‌ای متجانس گردند. در این مطالعه با استفاده از روش پیشنهادی سریولی و همکار (Cerioli and Zani, 1990) برای تابع عضویت اهداف مورد استفاده، میانگین وزن هندسی به صورت زیر تعیین گردید:

$$\mu(i)=\sum_{i=1}^{M} w_j \mu_j(i) \tag{۱۲}$$

در رابطه فوق $w_j \geq 0$ و $\sum_{j=1}^{M} w_j = 1$. در این رابطه w_j وزن هدف j است. مارتینتی (Chiappero Martinetti, 1996) معتقد است مقادیر وزن اهداف باید بین حداکثر و حداقل باشد. این معیار برهمکنش میان اهداف را لحاظ می‌کند. بر این اساس وزن اهداف به صورت زیر تعریف می‌گردد (Bernger & Verdier-Chouchane, 2007):

$$w_j = \ln(\frac{1}{\mu_j}) / \sum_{j=1}^{M} \ln(\frac{1}{\mu_j}) \tag{۱۳}$$

در رابطه فوق w_j تابعی معکوس از میانگین سطح اهداف نسبت به هدف j است. تابع لگاریتمی نیز بیانگر آن است که اولویت هر الگوی بهینه تابعی غیرخطی از اهداف مورد استفاده می‌باشد.

محدویت‌های الگو شامل محدودیت زمین، آب، نیروی‌کار، سرمایه، تناوب زراعی و محدودیت‌های ریسکی و محدودیت‌های خاص روش حل مقید برنامه‌ریزی چند هدفی (شامل محدودیت سطح بازده مشخص و میزان معین از مصرف آب) است. به‌منظور ارائه نتایج عملی رهیافت یاد شده از اطلاعات به دست آمده از میان گروهی از بهره برداران منطقه مرودشت استفاده گردید. در این مطالعه با توجه به ادبیات موضوع و هدف بررسی حاضر، کاهش استفاده از آب، کودشیمیایی و سموم به عنوان اهداف زیست محیطی مطرح گردید.

اطلاعات مورد نیاز از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه از میان بهره‌برداران منتخب شهرستان مرودشت به دست آمد. نمونه مورد نظر نیز به صورت تصادفی انتخاب شد. داده‌های مربوط به قیمت و عملکرد محصولات مختلف برای برنامه‌ریزی توأم با ریسک نیز از سالنامه‌های آماری استان فارس استخراج شد.

در این بررسی با توجه به تفاوت میان بهره برداران از نظر مقیاس فعالیت بر اساس مقیاس فعالیت و با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای به گروه‌های همگن‌تر تقسیم و از میان هر گروه بهره‌بردار نماینده انتخاب گردید. بر این اساس بهره‌برداران منتخب در سه گروه جای گرفتند. البته در این بررسی به دلیل زیاد بودن نتایج تنها نتایج یک گروه مشتمل بر ۳۰ بهره‌بردار ارائه شده است.

نتایج و بحث

الگوی فعلی بهره‌برداران به همراه الگوهای حداکثرکننده بازده ناخالص و حداقل‌کننده ریسک، آب، کودشیمیایی و همچنین سموم شیمیایی در جدول (۱) ارائه شده است. الگوی حداکثرکننده بازده ناخالص نشان می‌دهد که با تغییر الگوی کشت می‌توان بازده ناخالص را در سطح فعلی به‌کارگیری نهاده‌ها به بیش از دو برابر افزایش داد. البته الگوی حداکثرکننده بازده ناخالص، سایر اهداف را نسبت به سطح فعلی آنها چندان تغییر نمی‌دهد. به این ترتیب که ریسک الگو در سطح فعلی آن باقی خواهد ماند و همچنین از سموم شیمیایی در سطح فعلی و از آب و کودشیمیایی نیز به ترتیب در سطح ۹۸ و ۹۵ درصد مقادیر فعلی آنها استفاده می‌کند. از میان محصولات الگو نیز در الگوی حداکثرکننده بازده ناخالص تنها دو محصول برنج و ذرت علوفه‌ای حضور ندارند. بارزترین تغییر در الگوی حداکثر بازدهی تغییر سطح زیرکشت گندم به نفع محصولات جو، کلزا، خیار و پیاز است. البته سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای نیز کاهش یافته است. به این ترتیب مشاهده شد که پرداختن به دو هدف بهره برداران شامل حداکثر کردن بازده ناخالص و به‌طور نسبی حفظ ریسک در سطح فعلی تنها در صورت عدم توجه به اهداف زیست محیطی امکان تحقق دارد.

الگوی حداقل ریسک از نظر ترکیب محصولات درون خود مشابه الگوی حداکثر بازده ناخالص است با این احتساب که سطح زیرکشت محصولات کاهش یافته است. به بیان دیگر، کاهش بازده ناخالص از سطح حداکثر بازدهی به سطح الگوی فعلی باعث شد تا همان ترکیب از محصولات و البته با سطح زیرکشت کمتر در الگو حائز اولویت شوند. کاهش بازده ناخالص به سطح الگوی فعلی باعث شده است تا الگوی دارای واریانس حداقل، ضمن کاهش مصرف آب حاصل شود. در این الگو،

مصرف سموم شیمیایی تغییر چندانی نیافته است اما مصرف کودشیمیایی نسبت به الگوی فعلی و الگوی حداکثرکننده بازده ناخالص، کاهش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد. به این ترتیب الگوی حداقل ریسک در مورد اهداف زیست محیطی قادر است میزان مصرف آب و کودشیمیایی را به نحو مطلوبی کاهش دهد اما در مورد سموم شیمیایی کاهش چندانی ملاحظه نمی‌شود و به این ترتیب مشاهده می‌شود که الگوی حداقل ریسک با درنظر گرفتن هدف زیست محیطی، کاهش مصرف سموم شیمیایی از امکان کمی برای توصیه برخوردار است.

الگوهای حداقل مصرف آب و حداقل مصرف سموم شیمیایی مشابه یکدیگر هستند. به عبارت دیگر، این دو نهاده در تولید به صورت مکمل مورد استفاده قرار می‌گیرند. محصولات دارای مصرف آب بالا از مصرف سموم بالایی نیز برخوردارند. در این الگوها تنها محصول خیار در الگو جای گرفته است. محصول خیار در عین حال که از بازده ناخالص بالایی برخوردار است، در تأمین سایر اهداف نیز شرایط مطلوبی را داراست. به این ترتیب الگوهای زیست محیطی حداقل کننده آب و سموم قادرند ضمن حفظ سایر اهداف در سطح فعلی آنها میزان استفاده از آب و کودشیمیایی را حداقل نمایند. الگوی حداقل‌کننده مصرف کودشیمیایی نیز در مقایسه با سایر الگوها تنها از نظر مصرف کودشیمیایی برجسته و ممتاز به نظر می‌رسد؛ زیرا این الگو از سموم در سطح فعلی استفاده می‌کند و از آب نیز در مقیاس بالایی بهره می‌برد و در مورد اهداف اختصاصی بهره‌برداران نیز ریسک و بازده ناخالص این الگو در سطح الگوی فعلی است و به عبارت دیگر، در این الگو، پرداختن به هدف کاهش مصرف کودشیمیایی، به قیمت عدم بهبود در سطح سایر اهداف حاصل شده است.

الگوی حداقل کننده مصرف کودشیمیایی نشان داد که از معایب محصول خیار که پیش‌تر عنوان شد در تأمین مجموع اهداف از شرایط مناسبی برخوردار است، استفاده بالای آن از کودشیمیایی است. به این ترتیب که در الگوی حداقل کننده مصرف کودشیمیایی این محصول از الگو حذف و این هدف باعث افزایش سطح زیرکشت پیاز و همچنین برنج شده است که در سایر الگوها حائز اولویت نبودند. در خصوص برنج از نگاه زیست‌محیطی مصرف بالای آب را می‌توان به عنوان یک محدودیت و در عین حال پایین بودن نیاز کودشیمیایی را می‌توان به‌عنوان یک مزیت تلقی نمود.

در جمع بندی از الگوهای مختلف باید گفت میان اهداف یک تبادل وجود دارد. یافته های مطالعه فرانسیسکو و همکار (Francisco 2006 ,Mubarik &) نیز حاکی از وجود تبادل میان اهداف مختلف بود. پرداختن به یک هدف در سایه از دست دادن امکان بهبود در سایر اهداف حاصل خواهد شد و لازم است بر اساس معیاری بتوان ترکیبی از اهداف متعارض را انتخاب نمود.

جدول ۱. سطح زیرکشت و بازدهی الگوهای فعلی، بهینه حداکثر بازدهی، حداقل ریسک و حداقل مصرف آب در میان بهره برداران منتخب (هکتار)

نام محصول	الگوی فعلی	الگوی بهینه حداکثر بازدهی	الگوی بهینه حداقل ریسک	الگوهای زیست محیطی		
				الگوی بهینه حداقل مصرف آب	الگوی بهینه حداقل مصرف کودشیمیایی	الگوی بهینه حداقل مصرف سموم شیمیایی
برنج	۰,۷۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۱,۳۵	۰,۰۰
گندم	۷,۰۰	۰,۶۱	۰,۴۵	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
جو	۰,۵۰	۲,۱۸	۱,۹۱	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
ذرت دانه‌ای	۱,۱۰	۰,۲۳	۰,۰۶	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
ذرت علوفه‌ای	۰,۴۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گوجه فرنگی	۰,۳۰	۰,۶۰	۰,۲۳	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
کلزا	۰,۲۰	۱,۹۹	۰,۹۹	۰,۰۰	۰,۶۰	۰,۰۰
خیار	۰,۳۰	۳,۷۳	۱,۷۶	۳,۲۵	۰,۰۰	۳,۲۵
پیاز	۰,۲۰	۱,۳۸	۰,۶۶	۰,۰۰	۲,۵۰	۰,۰۰
بازدهی ناخالص (میلیون ریال)	۱۳۱,۳۸	۲۶۶,۲۶	۱۳۱,۳۷	۱۳۱,۳۵	۱۳۱,۴۰	۱۳۱,۳۵
مصرف آب(مترمکعب)	۱۴۲۹۲۰	۱۴۰۳۸۰	۶۹۴۴۶	۵۲۰۴۸	۹۸۰۰۶	۵۲۰۴۸
واریانس (ریسک)	۱۰۴۲	۱۰۴۲	۲۵۴	۴۴۷	۱۰۴۲	۴۴۷
مصرف کودشیمیایی (کیلوگرم)	۶۳۰۵	۵۹۴۴	۳۱۹۸	۲۶۰۲	۱۳۰۹	۲۶۰۲
مصرف سموم شیمیایی (لیتر)	۲۰,۷۳	۲۰,۷۳	۱۹,۵۵	۶,۵۱	۲۰,۶۰	۶,۵۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول (۲) الگوهای بهینه مختلف به دست آمده در سطوح مختلف از بازده ناخالص دیده می‌شود. به این ترتیب که در این الگوها بازده ناخالص از سطح فعلی آن تا سطح بازده ناخالص، حداکثر افزایش یافت. بررسی مقادیر سایر اهداف نشان داد که به دنبال تغییر بازده ناخالص، مقادیر سایر اهداف نیز به‌طور موازی و با نرخ مشابه بازده ناخالص افزایش داشته، در حالی که میزان مصرف آب با نرخی تقریباً دو برابر بازده ناخالص رشد یافته است. به عبارت دیگر، تأمین افزایش بازده ناخالص از طریق واردکردن و یا توسعه سطح زیرکشت محصولاتی میسر شده است که دارای نیاز آبی بالا هستند. نرخ تغییر سایر اهداف به‌طور متوسط در طی ۱۰ الگو ۷ درصد بوده است؛ در حالی که این نرخ برای آب در حدود ۱۴ درصد به دست آمد.

آنچه مسلم است هدف افزایش بازده ناخالص بهره برداران تنها با افزایش به‌کارگیری نهاده ها و البته فاصله گرفتن از الگوهای مطلوب زیست محیطی حاصل خواهد شد و این همان تعارض میان اهداف بهره برداران و سیاستگذاران است که پیش‌تر به آن اشاره گردید. افزایش بازده ناخالص و البته افزایش به‌کارگیری نهاده‌های مورد بررسی به صورت افزایش قابل‌ملاحظه در سطح زیرکشت خیار، پیاز، کلزا و جو نمودار شده است. تنها استثناء، کاهش سطح زیرکشت جو در دو الگوی اول و دوم نسبت به الگوی سوم می‌باشد. البته سطح زیرکشت گوجه فرنگی و گندم نیز افزایش نشان می‌دهد اما این افزایش چندان درخور توجه نمی‌باشد. برنج و ذرت علوفه‌ای نیز در هیچ یک از الگوها جای نگرفته‌اند. مشاهده می‌شود که در سطوح مختلف، بازده ناخالص ترکیب محصولات ثابت است و تنها سطح زیرکشت آنها با افزایش بازده ناخالص افزایش یافته است.

در مورد الگوی به دست آمده در سطوح مختلف ریسک بازده ناخالص نیز شرایطی مشابه آنچه در مورد سطوح مختلف بازده ناخالص عنوان شد، دیده می‌شود. به این ترتیب که با افزایش حداقل ریسک قابل پذیرش در الگو، میزان بازده ناخالص و البته میزان به‌کارگیری سایر نهاده‌ها نیز افزایش یافته است. مجدداً میان نرخ افزایش ریسک و نرخ افزایش بازده ناخالص و همچنین به‌کارگیری نهاده‌های کودشیمیایی و سموم مشابهت دیده می‌شود؛ در حالی که نرخ افزایش به‌کارگیری آب بیش از دو برابر نرخ افزایش سایر اهداف است. این نتایج نیز همانند یافته‌های مطالعه ترکمانی و زیبایی (۱۳۸۲) حاکی از نقش مؤثر آب در کاهش ریسک تولید می‌باشد. همچنین در عین حال مجدداً مشخص می شود که نرخ افزایش به‌کارگیری آب به مراتب بالاتر از نرخ افزایش بازده ناخالص و ریسک در الگو می‌باشد.

به این ترتیب با کاهش ریسک الگوی بهره برداران، از طریق سیاستگذاری و کاهش بار ریسک کاهندگی نهاده‌های زیست محیطی و از جمله آب، می‌توان میزان استفاده از این نهاده‌ها را در سطح بسیار پایین تثبیت کرد و این به‌نوعی لزوم جستجوی سیاست های مطلوب زیست محیطی در بازار محصول را تداعی می‌کند.

جدول (۲): سطح زیرکشت و بازدهی الگوهای فعلی، بهینه حداکثر بازدهی، حداقل ریسک و حداقل مصرف آب در میان بهره برداران منتخب در سطوح مختلف بازده ناخالص (هکتار)

نام محصول	الگوی فعلی	الگوی اول	الگوی دوم	الگوی سوم	الگوی چهارم	الگوی پنجم	الگوی ششم	الگوی هفتم	الگوی هشتم	الگوی نهم	الگوی دهم
برنج	۰,۷۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گندم	۷,۰۰	۰,۶۱	۰,۶۹	۰,۷۷	۰,۷۵	۰,۷۰	۰,۶۵	۰,۶۰	۰,۵۵	۰,۵۰	۰,۴۵
جو	۰,۵۰	۲,۱۸	۲,۷۱	۳,۲۳	۳,۲۲	۳,۰۰	۲,۷۸	۲,۵۶	۲,۳۵	۲,۱۳	۱,۹۱
ذرت دانه‌ای	۱,۱۰	۰,۲۳	۰,۱۷	۰,۱۱	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۸	۰,۰۷	۰,۰۷	۰,۰۶	۰,۰۶
ذرت علوفه‌ای	۰,۴۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گوجه فرنگی	۰,۳۰	۰,۶۰	۰,۵۲	۰,۴۴	۰,۴۰	۰,۳۷	۰,۳۴	۰,۳۲	۰,۲۹	۰,۲۶	۰,۲۳
کلزا	۰,۲۰	۱,۹۹	۱,۸۸	۱,۷۷	۱,۶۶	۱,۵۵	۱,۴۴	۱,۳۲	۱,۲۱	۱,۱۰	۰,۹۹
خیار	۰,۳۰	۳,۷۳	۳,۴۵	۳,۱۸	۲,۹۶	۲,۷۶	۲,۵۶	۲,۳۶	۲,۱۶	۱,۹۶	۱,۷۶
پیاز	۰,۲۰	۱,۳۸	۱,۲۹	۱,۲۰	۱,۱۲	۱,۰۴	۰,۹۶	۰,۸۹	۰,۸۱	۰,۷۴	۰,۶۶
بازدهی ناخالص (میلیون ریال)	۱۳۱,۳۸	۲۶۶,۲۶	۲۵۱,۲۵	۲۳۶,۳۰	۲۲۱,۳۰	۲۰۶,۲۸	۱۹۱,۳۲	۱۷۶,۳۳	۱۶۱,۳۵	۱۴۶,۳۷	۱۳۱,۳۸
مصرف آب(مترمکعب)	۱۴۲۹۲۰	۱۴۰۳۸۰	۱۳۲۶۲۰	۱۲۴۸۹۳	۱۱۷۰۰۱	۱۰۹۰۶۱	۱۰۱۱۳۳	۹۳۲۲۱	۸۵۳۰۷	۷۷۳۸۷	۶۹۴۴۶
واریانس (ریسک)	۱۰۴۲	۱۰۴۲	۹۳۰	۸۲۲	۷۲۱	۶۲۷	۵۳۹	۴۵۸	۳۸۴	۳۱۶	۲۵۴
مصرف کودشیمیایی (کیلوگرم)	۶۳۰۵	۵۹۴۴	۵۸۱۶	۵۶۹۰	۵۳۸۸	۵۰۲۲	۴۶۵۷	۴۲۹۳	۳۹۲۸	۳۵۶۴	۳۱۹۸
مصرف سموم شیمیایی(لیتر)	۲۰,۷۳	۲۰,۷۳	۱۹,۹۷	۱۹,۲۱	۱۸,۱۱	۱۶,۸۸	۱۵,۶۶	۱۴,۴۳	۱۳,۲۱	۱۱,۹۸	۱۹,۵۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۳): سطح زیرکشت و بازدهی الگوهای فعلی، بهینه حداکثر بازدهی، حداقل ریسک و حداقل مصرف آب در میان بهره برداران منتخب در سطوح مختلف ریسک (هکتار)

نام محصول	الگوی فعلی	الگوی اول	الگوی دوم	الگوی سوم	الگوی چهارم	الگوی پنجم	الگوی ششم	الگوی هفتم	الگوی هشتم	الگوی نهم	الگوی دهم
برنج	۰,۷۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گندم	۷,۰۰	۰,۴۵	۰,۵۲	۰,۵۸	۰,۶۴	۰,۶۹	۰,۷۴	۰,۷۸	۰,۷۳	۰,۶۷	۰,۶۱
جو	۰,۵۰	۱,۹۲	۲,۲۳	۲,۴۹	۲,۷۴	۲,۹۶	۳,۱۷	۳,۳۶	۲,۹۷	۲,۵۶	۲,۱۸
ذرت دانه‌ای	۱,۱۰	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۷	۰,۰۸	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۱۰	۰,۱۴	۰,۱۸	۰,۲۳
ذرت علوفه‌ای	۰,۴۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گوجه فرنگی	۰,۳۰	۰,۲۴	۰,۲۷	۰,۳۱	۰,۳۴	۰,۳۶	۰,۳۹	۰,۴۱	۰,۴۸	۰,۵۴	۰,۶۰
کلزا	۰,۲۰	۰,۹۹	۱,۱۵	۱,۲۹	۱,۴۱	۱,۵۳	۱,۶۴	۱,۷۴	۱,۸۳	۱,۹۱	۱,۹۹
خیار	۰,۳۰	۱,۷۷	۲,۰۵	۲,۳۰	۲,۵۲	۲,۷۳	۲,۹۲	۳,۱۰	۳,۳۲	۳,۵۳	۳,۷۳
پیاز	۰,۲۰	۰,۶۷	۰,۷۷	۰,۸۶	۰,۹۵	۱,۰۳	۱,۱۰	۱,۱۶	۱,۲۴	۱,۳۱	۱,۳۸
بازدهی ناخالص (میلیون ریال)	۱۳۱,۳۸	۱۳۲,۰۱	۱۵۳,۱۸	۱۷۱,۵۴	۱۸۸,۳۶	۲۰۳,۵۵	۲۱۷,۹۰	۲۳۱,۲۰	۲۴۳,۷۶	۲۵۵,۲۹	۲۶۶,۲۶
مصرف آب(مترمکعب)	۱۴۲۹۲۰	۶۹۷۹۰	۸۰۹۷۰	۹۰۶۸۴	۹۹۵۸۰	۱۰۷۶۰۰	۱۱۵۲۱۵	۱۲۲۲۳۸	۱۲۸۷۴۴	۱۳۴۷۱۰	۱۴۰۳۸۰
واریانس (ریسک)	۱۰۴۲	۲۵۷	۳۴۶	۴۳۳	۵۲۳	۶۱۰	۶۹۹	۷۸۷	۸۷۵	۹۶۱	۱۰۴۹
مصرف کودشیمیایی (کیلوگرم)	۶۳۰۵	۳۲۱۴	۳۷۲۹	۴۱۷۶	۴۵۸۶	۴۹۵۵	۵۳۰۶	۵۶۲۹	۵۷۵۳	۵۸۵۱	۵۹۴۴
مصرف سموم شیمیایی (لیتر)	۲۰,۷۳	۱۰,۸۰	۱۲,۵۴	۱۴,۰۴	۱۵,۴۱	۱۶,۶۶	۱۷,۸۳	۱۸,۹۲	۱۹,۵۹	۲۰,۱۷	۲۰,۷۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول (۴) الگوهای مختلف با استفاده از مقادیر مختلف دسترسی به نهاده آب ارائه شده است. همان‌طور که پیش تر نیز عنوان شد، در این الگوها مقایر سایر اهداف در سطح فعلی آنها در نظر گرفته شده است. به بیان دیگر، محدودیت لحاظ شده برای سایر اهداف به صورت حفظ آنها در سطح فعلی می‌باشد. به دلیل اینکه الگوهای مورد نظر تنها با به‌کارگیری کمتر از ۵۰ درصد آب مصرفی فعلی حاصل شده است، لذا با افزایش آب در دسترس از سطح حداقل آن (۵۲۰۴۸ متر مکعب) به سطح ۶۹۴۴۶ متر مکعب به دلیل آنکه مقدار حداقل تابع هدف (حداقل سازی ریسک) یعنی ۲۴۵ واحد حاصل شده است، لذا در الگوهای سوم تا دهم هیچ تفاوتی دیده نمی‌شود. در سطح حداقل آب مصرفی تنها محصول حاضر در الگو خیار می‌باشد. با افزایش آب در دسترس، سایر محصولات شامل کلزا، جو، پیاز، گندم و گوجه فرنگی وارد الگو شده است.

در مورد الگوهای مندرج در جدول (۵) نیز به دنبال تغییر سطح دسترسی کودشیمیایی از سطح الگوی حاوی حداقل مصرف تا سطح فعلی، الگوهای مختلفی ارائه شده است. در این الگوها نیز به محض آنکه سطح دسترسی به کودشیمیایی به سطح تأمین کننده حداقل ریسک افزایش می‌یابد، افزایش بیشتر سطح دسترسی به کودشیمیایی منجر به کاهش ریسک نمی‌گردد. به موازات افزایش سطح دسترسی به نهاده کودشیمیایی، میزان استفاده از آب و سموم در سطح فعلی بازده ناخالص کاهش یافته است و این بیانگر وجود رابطه جانشینی میان نهاده‌های آب و کودشیمیایی و سموم می‌باشد. پیش‌تر به وجود رابطه مکملی میان نهاده آب و سموم نیز اشاره شد. بنابراین تحت شرایطی هر دو رابطه جانشینی و مکملی میان سم و آب محتمل است. میان دو الگوی چهارم و پنجم جدول (۵) نیز می‌توان یک مقایسه انجام داد. به این ترتیب که در هر دو الگو میزان واریانس و ریسک الگو وهمچنین بازده ناخالص یکسان است اما الگوی چهارم در مقایسه با الگوی پنجم از آب و کودشیمیایی بیشتری استفاده می‌کند و در عین حال از نهاده سموم در مقایسه با الگوی پنجم از مقدار کمتری استفاده می‌کند و این نیز نوعی از مبادله میان اهداف را نشان می‌دهد.

با افزایش دسترسی به کودشیمیایی، سطح زیرکشت کلزا، پیاز و برنج به نفع جو، خیار، گندم و گوجه فرنگی کاهش یافته است. بنابراین در میان محصولات از نظر استفاده از نهاده کودشیمیایی، محصولات برنج، کلزا و پیاز دارای مزیت هستند.

در جدول (۶) نیز الگوهای مختلف دارای حداقل واریانس در سطوح مختلف مصرف سموم شیمیایی ارائه شده است. در مورد این الگوها نیز روندی مشابه آنچه در مورد نهاده کودشیمیایی تشریح شد، مشاهده می شود. به این ترتیب که با افزایش سطح دسترسی سموم به کمتر از ۱۱ لیتر، الگوی حاوی حداقل واریانس که دارای واریانس برابر با ۲۵۴ است، حاصل شده است. البته در

این الگوها نیز سایر اهداف تا سطح الگوی فعلی بهره‌برداران، امکان تغییر دارند. در این الگوها بازده ناخالص در سطح الگوی فعلی است اما میزان استفاده از نهاده‌های زیست محیطی افزایش یافته است. بنابراین کاهش ریسک در سایه به‌کارگیری مقادیر بیشتر از نهاده‌های زیست محیطی شامل آب، کودشیمیایی و سموم شیمیایی حاصل شده است. از این رو مشاهده می شود که با ثابت درنظر گرفتن بازده ناخالص که به‌عنوان یک هدف مهم برای بهره‌برداران مورد توجه است، کاهش ریسک که هدف دیگر بهره برداران است، تنها با دور شدن از مقادیر مطلوب نهاده‌های زیست محیطی میسر شده است و این نیز بیانگر تعارض میان اهداف بهره برداران و سیاستگذاران زیست محیطی می‌باشد.

در الگوهای دارای مصرف سموم پایین، محصول خیار از اولویت بالایی برخوردار است و از نظر مصرف سموم، خیار دارای مزیت است. با افزایش دسترسی به سموم نیز سطح زیرکشت خیار به نفع محصولات دیگر شامل گوجه فرنگی، پیاز، کلزا، گندم و جو کاهش یافته است.

جدول (۴): سطح زیرکشت و بازدهی الگوهای فعلی، بهینه حداکثر بازدهی، حداقل ریسک و حداقل مصرف آب در میان بهره برداران منتخب در سطوح مختلف آب (هکتار)

نام محصول	الگوی فعلی	الگوی اول	الگوی دوم	الگوی سوم	الگوی چهارم	الگوی پنجم	الگوی ششم	الگوی هفتم	الگوی هشتم	الگوی نهم	الگوی دهم
برنج	۰,۷۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گندم	۷,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵
جو	۰,۵۰	۰,۰۰	۱,۴۹	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱
ذرت دانه‌ای	۱,۱۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶
ذرت علوفه‌ای	۰,۴۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گوجه فرنگی	۰,۳۰	۰,۰۰	۰,۰۶	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳
کلزا	۰,۲۰	۰,۰۰	۱,۱۷	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹
خیار	۰,۳۰	۳,۲۵	۲,۰۷	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶
پیاز	۰,۲۰	۰,۰۱	۰,۶۲	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶
بازدهی ناخالص (میلیون ریال)	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸
مصرف آب(مترمکعب)	۱۴۲۹۲۰	۵۲۰۸۴	۶۲۱۲۹	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶
واریانس (ریسک)	۱۰۴۲	۴۴۶	۲۶۷	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
مصرف کودشیمیایی (کیلوگرم)	۶۳۰۵	۲۶۰۱	۲۸۰۱	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸
مصرف سموم شیمیایی (لیتر)	۲۰,۷۳	۶,۵۲	۹,۹۹	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۵): سطح زیرکشت و بازدهی الگوهای فعلی، بهینه حداکثر بازدهی، حداقل ریسک و حداقل مصرف آب در میان بهره برداران منتخب در سطوح مختلف کودشیمیایی (هکتار)

نام محصول	الگوی فعلی	الگوی اول	الگوی دوم	الگوی سوم	الگوی چهارم	الگوی پنجم	الگوی ششم	الگوی هفتم	الگوی هشتم	الگوی نهم	الگوی دهم
برنج	۰,۷۰	۱,۲۸	۰,۷۰	۰,۱۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گندم	۷,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۳۰	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵
جو	۰,۵۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۳۰	۱,۵۳	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱
ذرت دانه‌ای	۱,۱۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶
ذرت علوفه‌ای	۰,۴۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گوجه فرنگی	۰,۳۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۳۰	۰,۲۶	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳
کلزا	۰,۲۰	۰,۶۲	۲,۰۵	۱,۳۲	۱,۱۱	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹
خیار	۰,۳۰	۰,۰۰	۱,۲۶	۱,۸۶	۱,۸۰	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶
پیاز	۰,۲۰	۲,۵۵	۱,۱۰	۰,۷۲	۰,۶۸	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶
بازدهی ناخالص (میلیون ریال)	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸
مصرف آب(مترمکعب)	۱۴۲۹۲۰	۹۶۵۴۹	۷۸۲۵۷	۶۷۱۸۸	۶۷۶۱۱	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶
واریانس (ریسک)	۱۰۴۲	۱۰۴۶	۳۶۱	۲۶۲	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
مصرف کودشیمیایی (کیلوگرم)	۶۳۰۵	۱۳۱۷	۱۸۶۴	۲۴۲۴	۲۹۷۴	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸
مصرف سموم شیمیایی (لیتر)	۲۰,۷۳	۲۰,۷۳	۱۵,۴۹	۱۹,۵۸	۱۰,۴۰	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۶): سطح زیرکشت و بازدهی الگوهای فعلی، بهینه حداکثر بازدهی، حداقل ریسک و حداقل مصرف آب در میان بهره برداران منتخب در سطوح مختلف سموم شیمیایی (هکتار)

نام محصول	الگوی فعلی	الگوی اول	الگوی دوم	الگوی سوم	الگوی چهارم	الگوی پنجم	الگوی ششم	الگوی هفتم	الگوی هشتم	الگوی نهم	الگوی دهم
برنج	۰,۷۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گندم	۷,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۲۱	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵	۰,۴۵
جو	۰,۵۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۱,۲۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱	۱,۹۱
ذرت دانه‌ای	۱,۱۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶
ذرت علوفه‌ای	۰,۴۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گوجه فرنگی	۰,۳۰	۰,۰۱	۰,۴۷	۰,۳۲	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳	۰,۲۳
کلزا	۰,۲۰	۰,۰۰	۰,۴۷	۰,۹۲	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۹
خیار	۰,۳۰	۳,۲۵	۲,۲۶	۱,۹۲	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶	۱,۷۶
پیاز	۰,۲۰	۰,۰۰	۰,۵۰	۰,۶۳	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶	۰,۶۶
بازدهی ناخالص (میلیون ریال)	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸
مصرف آب(مترمکعب)	۱۴۲۹۲۰	۵۲۱۹۲	۶۴۳۵۰	۶۶۸۳۸	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶	۶۹۴۴۶
واریانس (ریسک)	۱۰۴۲	۴۴۵	۲۸۷	۲۵۷	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴	۲۵۴
مصرف کودشیمیایی (کیلوگرم)	۶۳۰۵	۲۶۰۵	۲۵۵۱	۲۸۸۹	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸	۳۱۹۸
مصرف سموم شیمیایی (لیتر)	۲۰,۷۳	۶,۵۱	۸,۱۷	۹,۸۳	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با نگاهی کلی به اولویت الگوهای مندرج در جدول (۷) می توان اینگونه استنباط کرد که با تمایل مقادیر برخی از اهداف در یک الگو به سمت مقادیر بهینه آنها که در قالب الگوهای جدول (۱) ارائه شد، اهداف دیگر لاجرم به مقادیر آنها در الگوی فعلی نزدیک می‌شود. به عنوان مثال در الگوهای سوم و چهارم، مقادیر آب مصرفی، سموم و ریسک به سطوح بهینه آنها نزدیک است و این باعث شده که بازده ناخالص تا سطح الگوی فعلی کاهش یابد و افزون بر این، میزان استفاده از نهاده کودشیمیایی در حدفاصل بین الگوی فعلی و بهینه قرار دارد. در مورد تمامی الگوها چنین نتیجه‌گیری را می‌توان ارائه کرد.

به عنوان نتیجه‌گیری کلی از نحوه اولویت‌بندی الگوها می‌توان اظهار کرد که الگوهای دارای اولویت پایین‌تر، الگوهایی هستند که ترجیحاً بازده ناخالص را در سطح فعلی آن حفظ می‌کنند و از سوی دیگر مقادیر ریسک، سموم و آب مصرفی را به مقادیر بهینه آنها که در جدول (۱) مشاهده شد نزدیک می‌کنند. همچنین سطوح مصرفی کودشیمیایی را در مقادیر بالاتر از سطح بهینه آنها قرار می‌دهند اما هنوز نسبت به الگوی فعلی به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهند. به این ترتیب در تمامی اهداف زیست محیطی، بهبود نسبت به شرایط فعلی مشاهده می شود، ضمن اینکه ریسک یا واریانس الگو نیز کاهش می‌یابد.

در الگوهای دارای مقادیر فازی بالاتر، روند عکس دیده می شود. به این ترتیب که در این الگوها عمدتاً به هدف افزایش بازده ناخالص توجه بیشتری شده است و اغلب نهاده‌ها نیز در سطوح فعلی آنها استفاده می‌شوند. بنابراین اگر سطح فعلی استفاده از نهاده‌های زیست محیطی دارای شرایط بحرانی نباشند، می‌توان از این الگوها استفاده نمود. البته همان‌طور که مشاهده می‌شود، الگوی دوم با حفظ سطح فعلی بازده ناخالص قادر است در تمامی سایر اهداف نسبت به شرایط فعلی آنها تغییر قابل ملاحظه‌ای ایجاد نماید.

در میان محصولات نیز می‌توان خیار، کلزا و جو را هم از نگاه زیست محیطی یا هدف سیاستگذاران و هم از نقطه‌نظر بهره‌برداران مطلوب تلقی نمود. همچنین پیاز و گندم از نگاه تأمین هدف بهره‌برداران در مقایسه با هدف سیاستگذاران از اهمیت بالاتری برخوردارند. سه محصول برنج، ذرت علوفه‌ای و ذرت دانه‌ای در تقابل و تعارض با اهداف سیاستگذاران و بهره‌برداران، اولویت خود را از دست داده‌اند.

جدول (۷): سطح‌زیرکشت محصولات در الگوهای برتر حاصل از رهیافت رتبه‌بندی فازی در میان بهره برداران منتخب (هکتار)

نام محصول	الگوی فعلی	الگوی اول	الگوی دوم	الگوی سوم	الگوی چهارم	الگوی پنجم	الگوی ششم	الگوی هفتم	الگوی هشتم	الگوی نهم	الگوی دهم
برنج	۰,۷۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گندم	۷,۰۰	۰,۶۱	۰,۰۰	۰,۶۱	۰,۶۷	۰,۶۹	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۲۱	۰,۷۳	۰,۳۰
جو	۰,۵۰	۲,۱۸	۰,۰۰	۲,۱۸	۲,۵۶	۲,۷۱	۰,۰۰	۱,۴۹	۱,۲۱	۲,۹۷	۱,۵۳
ذرت دانه‌ای	۱,۱۰	۰,۲۳	۰,۰۰	۰,۲۳	۰,۱۸	۰,۱۷	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۱۴	۰,۰۰
ذرت علوفه‌ای	۰,۴۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰
گوجه فرنگی	۰,۳۰	۰,۶۰	۰,۰۰	۰,۶۰	۰,۵۴	۰,۵۲	۰,۰۰	۰,۰۶	۰,۳۲	۰,۴۸	۰,۲۶
کلزا	۰,۲۰	۱,۹۹	۰,۰۰	۱,۹۹	۱,۹۱	۱,۸۸	۰,۰۰	۱,۱۷	۰,۹۲	۱,۸۳	۱,۱۱
خیار	۰,۳۰	۳,۷۳	۳,۲۵	۳,۷۳	۳,۵۳	۳,۴۵	۳,۲۵	۲,۰۷	۱,۹۲	۳,۳۲	۱,۸۰
پیاز	۰,۲۰	۱,۳۸	۰,۰۰	۱,۳۸	۱,۳۱	۱,۲۹	۰,۰۱	۰,۶۲	۰,۶۳	۱,۲۴	۰,۶۸
بازدهی ناخالص (میلیون ریال)	۱۳۱,۳۸	۲۶۶,۲۶	۱۳۱,۳۸	۲۶۶,۲۶	۲۵۵,۲۹	۲۵۱,۲۵	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۱۳۱,۳۸	۲۴۳,۷۶	۱۳۱,۳۸
مصرف آب(مترمکعب)	۱۴۲۹۲۰	۱۴۰۳۸۰	۵۲۰۴۸	۱۴۰۳۸۰	۱۳۴۷۱۰	۱۳۲۶۲۰	۵۲۰۸۴	۶۲۱۲۹	۶۶۸۳۸	۱۲۸۷۴۴	۶۷۶۱۱
واریانس (ریسک)	۱۰۴۲	۱۰۴۲	۴۴۷	۱۰۴۲	۹۶۱	۹۳۰	۴۴۶	۲۶۷	۲۵۷	۸۷۵	۲۵۴
مصرف کودشیمیایی (کیلوگرم)	۶۳۰۵	۵۹۴۴	۲۶۰۲	۵۹۴۴	۵۸۵۱	۵۸۱۶	۲۶۰۱	۲۸۰۱	۲۸۸۹	۵۷۵۳	۲۹۷۴
مصرف سموم شیمیایی (لیتر)	۲۰,۷۳	۲۰,۷۳	۶,۵۱	۲۰,۷۳	۲۰,۱۷	۱۹,۹۷	۶,۵۲	۹,۹۹	۹,۸۳	۱۹,۵۹	۱۰,۴۰
شاخص فازی	-	۰,۵۰۱	۰,۴۹۴	۰,۴۹۴	۰,۴۸۳	۰,۴۶۵	۰,۴۶۵	۰,۴۵۸	۰,۴۵۱	۰,۴۴۷	۰,۴۴۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

یافته های مطالعه نشان داد که میان الگوهایی که اهداف زیست محیطی را تعقیب می‌کنند و الگوهایی که به دو هدف افزایش بازده ناخالص و کاهش ریسک توجه دارند، از نظر ترکیب محصولات تفاوت قابل ملاحظه وجود دارد. همچنین همانند مطالعه فرانسیسکو و همکار (Francisco & Mubarik, 2006) مشخص گردید که میان اهداف، تبادل وجود دارد و پرداختن به اهداف بهره برداران (افزایش بازده ناخالص و کاهش ریسک) امکان بهبود را در سطح نهاده‌هایی که از نظر زیست محیطی مصرف آنها حائز اهمیت است، محدود می‌نماید. مشابهت ترکیب محصولات الگوی فعلی با الگوهای حداکثر بازده ناخالص و الگوی حداقل ریسک، حاکی از عدم توجه بهره برداران به اهداف زیست محیطی و لزوم توجه بیشتر از سوی سیاستگذاران به این مهم می‌باشد. یکی از نکات قابل توجه در خصوص الگوهای زیست محیطی آن بود که با تغییر ترکیب محصولات، امکان تأمین توأم تمامی اهداف زیست محیطی نیز وجود دارد. از این حیث می‌توان گفت افزون بر رابطه جانشینی میان نهاده‌های آب، سموم و کودشیمیایی، نوعی از رابطه مکملی نیز محتمل است.

در مورد نهاده حائز اهمیت آب همانند مطالعه ترکمانی و زیبایی (۱۳۸۲) مشخص گردید که از نگاه کاهش ریسک نیز افزایش استفاده از آب مورد توجه بهره برداران است و در بررسی آب توجه به این نکته ضروری است. البته استفاده از سیاست تأمین ارزان نهاده‌ها به عنوان یک سیاست حمایتی در میان کشورهای در حال توسعه (Goletti & Chabot, 2000) و حتی کشورهای توسعه یافته مورد توجه است (Berbel & Gomez-Limon, 2000). این به معنی لزوم توجه به موقعیت درآمدی بهره برداران به‌طور مطلق و نسبی در تعقیب سیاست های زیست محیطی است. بر اساس یافته‌های مطالعه مشخص گردید که ضمن حفظ تنوع محصولات در الگوی فعلی بهره برداران، می‌توان با تغییر سهم آنها به ترکیب مطلوبی از اهداف بهره برداران و سیاستگذاران دست یافت. بر اساس یافته‌های مطالعه می‌توان پیشنهادات زیر را ارائه نمود:

۱. توجه توأم به اهداف بهره برداران و اهداف زیست محیطی؛
۲. حرکت در جهت تغییر الگوی کشت با در نظرگرفتن ملاحظات زیست محیطی؛
۳. توجه به الگوی استفاده از نهاده‌ها و رابطه میان آنها در تولید؛
۴. استفاده از سیاست‌های بازار به‌منظور تغییر در روند بهره برداری از منابع آب
۵. توجه به آثار سیاست‌های اعمال شده بر روی محصولات منطقه به دلیل وجود رابطه تبادلی میان اهداف متعدد.

منابع و مآخذ

ترکمانی، ج. (۱۳۷۹) تحلیل اقتصادی تغییر در سطح زیرکشت آفتابگردان: کاربرد روش مدل‌سازی ایجاد گزینه‌ها؛ فصلنامه پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هشتم، شماره ۳۰، ص۴۳- ۶۴.

ترکمانی، ج. و ر. صداقت (۱۳۷۸) تعیین الگوی بهینه تلفیق باغداری و زراعت: کاربرد روش مدل‌سازی ایجاد گزینه‌ها؛ فصلنامه پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، شماره ۲۸، ص۷- ۳۴.

ترکمانی، ج. و ع. کلایی (۱۳۷۸) تأثیر ریسک بر الگوی بهینه بهره‌برداران کشاورزی: مقایسه روشهای برنامه‌ریزی توأم با ریسک موتاد و تارگت موتاد؛ فصلنامه پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، شماره ۲۵، ص۷-۲۸.

ترکمانی، ج. و م. زیبایی (۱۳۸۲) تخمین ساختاری تمایلات ریسکی گندمکاران منطقه را مجرد؛ مجله علوم کشاورزی ایران، شماره ۱۱۳، ص ۳۴-۱۰۵.

چیذری، ا. و خ. ع. قاسمی (۱۳۷۸) کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در الگوی بهینه کشت محصولات زراعی؛ فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، شماره ۲۸، ص ۷۶-۶۱.

حسن‌شاهی، م. (۱۳۸۵) تصمیم‌گیری زراعی تحت شرایط مخاطره: مطالعه موردی شهرستان ارسنجان؛ فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال چهاردهم، شماره ۵۴، ص۱۶۱- ۱۷۸.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی فارس (۱۳۸۱) سالنامه آماری استان فارس.

کریم‌زادگان، ح. گیلانپور، ا. و س. ا. میر حسینی (۱۳۸۵) اثر یارانه کودشیمیایی بر مصرف غیربهینه آن در تولید گندم؛ فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۵۵، ص ۱۳۳-۱۲۱.

کرامت‌زاده، ع.، چیذری، ا.ح. و موسوی، ح. (۱۳۸۴) مدیریت منابع آبی از طریق تخصیص بهینه آب بین اراضی زیرسدها: مطالعه موردی سد بازرو شیروان؛ مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

محمدیان، م. چیذری، ا. ح. و س. ا. مرتضوی (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، شماره ۴۹، ص ۱۹۴-۱۶۸.

Almasri, M. N. and J. J. Kaluarachchi (2005) Multi-criteria decision analysis for the optimal management of nitrate contamination of aquifers; Journal of Environmental Management, 74: 365-81

Bailey, A.P., Rehman, T., Park, J., Keatinge, J.D.H. and R.B. Tranter (1999) Towards a method for the economic evaluation of environmental indicators for UK integrated arable farming systems; Agriculture, Ecosystem and Environment, 72: 145-158.

Bartolini, F., Bazzani, G.M., Gallerani, V., Raggi, M. And Viaggi, D. (2007) The impact of water and agriculture policy scenarios on irrigated farming systems in Italy: An analysis based on farm level multi-attribute linear programming models, Agricultural System, 93: 90-114.

Berbel, J. and Gomez-Limon, J.A. (2000) The impact of water-pricing policy in Spain: An analysis of three irrigated areas, Agricultural Water Management, 43: 219-238.

Berenger, V. and Verdier-Chouchane, A. (2007) Multidimensional measures of well-being: Standard of living quality of life across countries, World Development, Article in Press.

Cerioli, A. and Zani, S. (1990) A fuzzy approach to the measurement of poverty. In C. Dagum, & M. Zenga (Eds.), Income and wealth distribution, inequality and poverty, 272–284, Berlin: Springer-Verlag.

Chiappero Martinetti, E. (1996) Standard of living evaluation based on Sen's Approach: Some methodological suggestions. Notizie di Politeia, 12: 37–53.

Cohon, J.L. (1978) Multiobjective programming and planning. Academic Press, New York.

De Koeijer, T.J., Wossink, G.A.A., Smitc, A.B., Janssens, S.R.M., Renkema J.A. and Struike, P.C. (2003) Assessment of the quality of farmers' environmental management and its effects on resource use efficiency: A Dutch case study. Agricultural System, 78: 85-103.

Doppler, W., Salman, A.Z., Al-Karablieh, E.K. and Wolf, H.P. (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.

Dwyer, G., Douglas, R., Peterson, D. and Chong, J. (2006) Irrigation externalities: pricing and charges, Staff Working Paper.

Francisco, S. R and A. Mubarik (2006) Resource allocation tradeoffs in Manila's peri-urban vegetable production systems:An application of multiple objective programming. Agric. Sys. 87, 147–168.

Goletti, F. and P. Chabot (2000) Food policy research for improving the reform of agricultural input and output markets in Central Asia, Food Policy, 25: 661–679.

Johansson, R. C., Y. Tsur., T. L. Roe and R. Doukkali (2002) Pricing irrigation water: a review of theory and practice. Water Policy. 4:173–199.

Kumar, B. (1995) Trade-off between Return and Risk in Farm Planning: MOTAD and Target MOTAD Approach, Indian Journal of Agricultural Economics, 50: 193-199.

Latinopoulos, D. and Mylopoulos, Y. (2005) Optimal allocation of land and water resources in irrigated agriculture by means of Goal Programming: Application in Loudias River basin, Global Nest Journal, 7:264-273.

Raju, K.S. and Kumar, D.N. (1999) Multicriterion decision making in irrigation planning. Agricultural System, 62: 117–129.

Seaman, J., Flichman, G., Scardigo, A. And Steduto, P. (2006) analysis of nitrate pollution control in the irrigated agriculture of Apulia Region (Southern Italy): A bio-economic modeling approach, Agricultural System, article in press.

Suresh, K. R. and Mujumdar, P. P. (2004) A fuzzy risk approach for performance evaluation of an irrigation reservoir system. Agricultural Water Management, 69: 159-177.

Ten Berge, H.F.M.. Van Ittersum, M.K., Rossing W.A.H., Van de Ven G.W.J., Schans J. and P.A.C.M. Van de Sanden (2000) Farming options for The Netherlands explored by multi-objective modeling. European Journal of Agronomy 13: 263–277.

Torkamani, J. (1996) Decision criteria in risk analysis: An application of stochastic dominance with respect to a function, Iran Agric. Res. 15: 1-18.

Valderama, D and C. Engle (2000) A risk programming model for shrimp farming in Honduras.

Zadeh, L. A. (1965) Fuzzy sets. Information and Control, 8(3), 338–34