نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸ ص. ۴۱۰-۳۹۷

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 7, No. 3, Fall 2019, P. 397-410
Archive of SID

الگوی برنامه‌ریزی توسعه کشت زعفران با تأکید بر مدیریت منابع آبی

بهاره زندی دره غریبی[۱]، علیرضا کرباسی[۲] و تکتم محتشمی[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۸ آبان ۱۳۹۶ **تاریخ پذیرش:** ۶ شهریور ۱۳۹۷

زندی دره غریبی، ب.، کرباسی، ع.ر. و محتشمی، ت. ۱۳۹۸. الگوی برنامه‌ریزی توسعه کشت زعفران با تأکید بر مدیریت منابع آبی. زراعت و فناوری زعفران، ۷(۳): ۴۱۰-۳۹۷.

چکیده

پایین بودن بازدهی آب مصرفی در بخش کشاورزی، اتخاذ استراتژی‌های بهینه‌سازی الگوی کشت و مصرف آب را ضروری کرده است. زعفران می‌تواند محصولی مناسب از نظر صرفه‌جویی در مصرف آب باشد. در این راستا، هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر توسعه کشت زعفران بر تخصیص منابع آب و افزایش درآمد کشاورزان است. بدین منظور از رهیافتی توسعه‌یافته از برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی به همراه برآورد تخصیص آب از طریق یک تابع تولید مبتنی بر مقدار آب آبیاری استفاده شده است. آمار و اطلاعات مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه از ۲۰۰ کشاورز شهرستان‌های تربت‌حیدریه و زاوه دراستان خراسان‌رضوی در سال ۹۴-۱۳۹۳ که در سه گروه کشاورزان با مزارع کوچک، متوسط و بزرگ طبقه‌بندی شده بودند، جمع‌آوری شده است. با استفاده از الگوی برآورد شده نتایج نشان داد، اجرای سناریوهای افزایش در سطح زیر کشت زعفران، با افزایش سود ناخالص و کاهش مصرف آب برای هر سه گروه مزارع کوچک، متوسط و بزرگ همراه است که بیانگر تأثیر مثبتی است که اجرای آن بر حفظ و پایداری منابع آب منطقه است. همچنین مشخص شد، توسعه کشت ناشی از استفاده بهره‌برداران از زمین‌های بالقوه برای کشت زعفران، با افزایش منابع آب در دسترس به میزان ۲۰٪، به افزایش سود ناخالص برابر ۴۳/۲۴ درصد در مزارع کوچک، ۲۵/۴ درصد در مزارع متوسط و ۲۸/۰۶ درصد در مزارع بزرگ خواهد انجامید. این بدان معنی است که اتخاذ استراتژی هایی که به بهبود مدیریت منابع آبی و افزایش منابع آب در دسترس برای توسعه کشت زعفران در این منطقه بیانجامد، می‌تواند به بهبود وضعیت اقتصادی به ویژه در مزارع کوچک این منطقه کمک نماید.

کلمات کلیدی: برنامه‌ریزی کشت، برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، زعفران، مدیریت آب.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، ایران.
۲- استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
۳- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، ایران.
(*- نویسنده مسئول: t.mohtashami@torbath.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2018.105171.1271

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از مشکلات اساسی و مشخصه‌های اصلی بخش کشاورزی کشور، پایین بودن بهره‌وری تولید درنتیجه نبود تخصیص بهینه عوامل تولید است (Kimiay Khalil Abad, 1999). بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که در حال حاضر اکثر تولیدکنندگان این بخش به مسائل اقتصادی ناشی از نوع الگوی کشت انتخابی توجه کمی دارند که حاصل آن درآمد تصادفی و همراه با عدم اطمینان برای آن‌ها است (Khadem Adam, 1992). این درحالی است که طراحی و اجرای یک الگوی کشت بهینه در قالب برنامه‌ای مشخص می‌تواند با کنترل هر چه بیشتر عوامل محدودکننده و بهره‌برداری بهینه از امکانات موجود زمینه افزایش تولید و درآمد، ایجاد اشتغال و کاهش فقر حاکم بر مناطق روستایی را فراهم آورد (Baniasadi & Zare Mehrgerdi, 2010).

در بین عوامل مختلف تولید، آب کمیاب‌ترین عامل تولید محصولات کشاورزی است و توسعه‌ی بخش کشاورزی رابطه‌ای مستقیم با کمیت و کیفیت منابع آب و چگونگی مدیریت و استفاده از این منابع دارد (Khalilian & Mousavi, 2005)؛ از این‌رو مدیریت آب و استفاده‌ی درست از منابع آبی، می‌تواند نقشی کارآمد و حساس در توسعه‌ی پایدار کشور داشته باشد (Karim Keshte et al., 2002). اصلاح الگوی کشت محصولات به سمت الگوی بهینه، ازجمله سیاست‌هایی است که می‌تواند در جهت مدیریت تقاضای آب به‌منظور حفاظت، ارتقا کارایی اقتصادی و بهبود بهره‌وری استفاده از آب، موردتوجه قرار گیرد (Asadi & Soltani, 2000; Mohseni & Zibaei, 2009). با توجه به این موضوع، مطالعه در خصوص بهینه‌سازی الگوی کشت و عملیاتی سازی آن در مناطق مختلف کشور امری ضروری است. این امر به‌ویژه در ارتباط با افزایش تولید محصولات دارای مزیت نسبی، با توجه به محصولات رقیب و منابع محدودکننده اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که می‌بایست مورد توجه قرار گیرد.

زعفران یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در استان خراسان‌رضوی محسوب می‌شود. سازگاری محصول با اقلیم منطقه، ارزش اقتصادی فراوان زعفران در بازارهای جهانی و درآمد مناسبی که پرورش این گیاه به دنبال دارد، بازده اقتصادی کشت آن در این منطقه را از توجیه‌پذیری بالایی برخوردار کرده است (Golkaran Moghadam, 2014). بر اساس برآوردهای صورت گرفته، سطح زیر کشت و تولید زعفران در کشور به ترتیب ۸۴ هزار و ۷۳۸ هکتار و ۳۱۱ هزار و ۷۳ کیلوگرم است که استان خراسان‌رضوی با ۷۸ درصد تولید، مقام اول را در کشور به خود اختصاص داده است. در میان شهرستان‌های مختلف این استان، شهرستان تربت‌حیدریه با ۱۳ درصد تولید زعفران، پس از شهرستان زاوه رتبه دوم را در استان دارا می‌باشد (Agricultural Jihad of Khorasan Razavi, 2015).

استان خراسان‌رضوی به لحاظ قرار گرفتن در اقلیم خشک و نیمه‌خشک و رویارویی با کاهش بارندگی در سال‌های اخیر، در وضعیت بسیار نامطلوبی قرارگرفته است. محدودیت شدید حاکم بر منابع آب موجود و پیش‌بینی خشک‌سالی در آینده، احتمال به خطر افتادن معاش و رفاه اقتصادی کشاورزان را بالابرده است. با توجه به پتانسیل کم تولید جریان‌های سطحی و تغییرات شدید بارندگی از سالی به سال دیگر، ذخیره آبی ناچیز است. کمبود منابع آب سطحی و استفاده از آن برای مصارف کشاورزی اهمیت کاربرد استراتژی‌های بهینه‌سازی مصرف آب به‌خصوص در شرایط کم‌آبی و خشک‌سالی را بیان می‌کند (Moaienoldini et al., 2016). یکی از این استراتژی‌ها تعیین الگوی کشت مناسب منطقه است. تجربیات درزمینه‌ی کشت محصولات دارای ارزش بالا نظیر زعفران در این استان، نشان می‌دهد که کشت این محصولات می‌تواند در دستیابی به اهداف

www.SID.ir

Archive of SID

مذکور کمک شایانی کند. بدیهی است که با افزایش تولید از طریق افزایش سطح زیر کشت و یافتن مناطق جدید مستعد کشت این محصول و هم از طریق افزایش عملکرد و تولید محصول باکیفیت مناسب و توسعه صادرات زعفران به روش صحیح می‌توان درآمد ارزی قابل‌اطمینانی را برای کشور تأمین کرد. در این‌ارتباط وجود ابزارها و به‌ویژه مدل‌هایی که قادر باشند یک تخصیص بهتر از منابع را پیش‌بینی کنند ضرورت دارد. این مدل‌ها را می‌توان به‌عنوان یک طرح کلی برای پیش‌بینی رشد و توسعه یک یا چند محصول با توجه به یک مجموعه از متغیرهای اقلیمی و سیاستی بکار برد. الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) یکی از پرکاربردترین این الگوها به شمار می‌رود. با توجه به اهمیت بهینه‌سازی در زمینه‌های مختلف ازجمله مدیریت منابع آب و تعیین الگوی بهینه کشت، مطالعات مختلفی در این خصوص با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی در داخل و خارج کشور صورت گرفته است. عمده مطالعات صورت گرفته در داخل کشور به بررسی اثر سیاست‌های کاهش مقدار و افزایش قیمت آب بر الگوی کشت (Hasan et al., 2015؛ Ahmadzadeh et al., 2013؛ Gharghani et al., 2009؛ Sabohi et al., 2007)، برآورد ارزش اقتصادی آب در مناطق مختلف (Varziri et al., 2016؛ Parhizkari & Sabohi, 2013؛ Rahnema et al, 2012) و تعیین معادله تقاضای آب پرداخته‌اند (Keramatzade et al., 2012). محسنی و زیبایی (Mohseni & Zibaei, 2009) در مطالعه‌ای پیامدهای افزایش سطح زیرکشت کلزا را در دشت نمدان استان فارس مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داد، با ورود کلزا به الگوی کشت کشاورزان، مطلوبیت کشاورزان افزایش می‌یابد. افزون بر این، مشخص شد با اینکه مصرف آب واحد سطح کلزا کمتر است، جایگزینی این محصول موجب مصرف بیشتر آب می‌شود و به جایگزینی کلزا با گندم نمی‌توان به‌عنوان یک سیاست مدیریت تقاضای آب نگاه کرد. در بین مطالعات صورت گرفته در خارج از کشور، دوناتی (Donati et al., 2013) در مطالعه‌ای به بررسی اثر معرفی سورگوم به‌عنوان یک محصول زیست توده بر تخصیص آب و زمین در منطقه‌ی پارما ایتالیا پرداخته‌اند. در این مطالعه از مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) به‌منظور بررسی رفتار کشاورزان به سطوح مختلف قیمتی و تخصیص میزان آب موردنیاز سورگوم در منطقه موردمطالعه استفاده شده است. همچنین با ادغام این مدل و مدل آکواکراپ[1] امکان شناسایی آستانه اقتصادی برای محصول موردنظر موردبررسی قرار گرفته است. مدلین آزورا (Medellin Azuara et al., 2012) با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) به توصیف و معرفی مدل کالیبراسیون جداگانه‌ی مدل‌های اقتصادی تولید کشاورزی و مدیریت آب پرداخته‌اند. مدل مرکزی در این مطالعه مربوط به تولید کشاورزی در ایالت کالیفرنیا بوده و نتایج آن نشان داد با انعطاف بیشتر در تخصیص بازار آب می‌توان زیان‌های درآمدی در شرایط خشک‌سالی را تا ۳۰٪ کاهش داد.

با مروری بر ادبیات تحقیق می‌توان عنوان داشت در بسیاری از کاربردهایی که از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی صورت گرفته است، آب به‌عنوان یک محدودیت برونزا و با ثابت گرفتن ضرایب نیاز آبی اعمال شده است (Gharghani et al., 2009؛ Ahmadzadeh et al., 2013؛ Bakhshi et al., 2011). با این‌حال مطالعاتی نیز وجود داشته است که به ارتباط دادن عملکرد محصول به آب از طریق تابع تولید اقدام نموده‌اند (Moeinoldini et al., 2015؛ Nikoei & Zibaei, 2009؛ Mohseni & Zibaei, 2009) که در این مطالعات ارتباط میان مصرف آب و عملکرد با استفاده از روش FAO تعیین شده است. با درنظر گرفتن اهمیت مدیریت بحران منابع آبی در مسائل بهینه‌سازی مصرف آب در نواحی مواجه با کم‌آبی و مزیت‌های استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) در تحلیل‌های سیاستی، همچنین با توجه به اهمیت

www.SID.ir

Archive of SID

بسیار زیاد محصول زعفران از جنبه‌های گوناگون، نظیر بهره‌وری بالای آن در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی، مطالعات محدودی اثر توسعه کشت این محصول را بر مدیریت منابع آب مورد بررسی قرار داده‌اند. لذا هدف از این مطالعه بررسی تأثیر توسعه کشت زعفران بر تخصیص منابع آب و افزایش درآمد کشاورزان منطقه از طریق به‌کارگیری الگویی مبتنی بر رهیافتی توسعه‌یافته از برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی است که در آن امکان اعمال محصولات قابل توسعه در آینده در الگوی کشت، به همراه برآورد تخصیص آب از طریق یک تابع تولید مبتنی بر مقدار آب آبیاری وجود دارد.

مواد و روش‌ها

الگوسازی این مطالعه مبتنی بر روش PMP می‌باشد. ساختار کلی این الگو برای الگوی کشت برای یک مزرعه ویژه مثلاً مزرعه n ام – که در آن فرض شد تولیدکنندگان به دنبال حداکثر سازی سود هستند– به شکل زیر است:

$$Z_n = \max_{x_n \geq 0} (p'_n x_n - (x'_n \hat{Q} x_n / 2) - \hat{u}_n x_n) \quad (۱)$$

$$A_n x_n \leq b_n \quad [\lambda] \quad (۲)$$

$$g_n x_n \leq \overline{bw}_n \quad [\rho] \quad (۳)$$

در الگوهای بالا، p_n برداری (j×1) از قیمت محصولات در مزرعه n، A_n ماتریس ضرایب فنی نهاده زمین در مزرعه n، b_n بردار موجودی زمین‌های قابل تخصیص به فعالیت‌های زراعی در مزرعه n و g_n مقدار آب موردنیاز برای هر کیلو تولید محصول آبی j ام در مزرعه n ام است که بر اساس نیاز آبی هریک از محصولات آبی در منطقه سپس ازلحاظ راندمان آبیاری محاسبه می‌شود. $\overline{bw}_n$ کل موجودی منابع آب سطحی و زیرزمینی قابل تخصیص به زراعت آبی برحسب مترمکعب است. جز $(x'_n \hat{Q} x_n / 2) - \hat{u}_n x_n$ در الگوی فوق تابع هزینه غیرخطی را نشان می دهد. در خصوص نوع تابع غیرخطی به کار گرفته شده در الگو، هر نوع تابع غیرخطی که شرایط موردنظر را داشته باشد می‌تواند برای کالیبراسیون بکار رود (Heckelei, 2002; Paris & Howitt, 1998). ساده‌ترین فرم تابعی که در اغلب تحقیقات (Arfini & Paris, 1995; He et al, 2006; Howitt, 1995; Medellin – Azuara, 2009) بکار رفته است، فرم تابع درجه دوم می‌باشد. با توجه به خصوصیات مطلوب تابع هزینه درجه دوم همچون تابع هزینه نهایی صعودی برای هر فعالیت و ساده‌تر بودن کار با این توابع، این فرم تابع نسبت به سایر فرم‌ها ترجیح داده می‌شود (Cortignani & Severini, 2009). بر این اساس، در این مطالعه نیز یک تابع هزینه غیرخطی به‌منظور کالیبراسیون الگو مورداستفاده قرارگرفته است. با اینحال، برخلاف تحقیقات انجام گرفته با استفاده از روش PMP در داخل کشور که در آن به برآورد مجزای تابع هزینه برای هر مزرعه یا گروه مزارع پرداخته‌اند، با توجه به مشترک بودن منطقه مورد مطالعه در بین مزارع مورد بررسی، مطابق مطالعه پاریس و آرفینی (Paris & Arfini, 2000) به منظور افزایش دقت برآورد تابع هزینه فرض می‌شود یک الگوی PMP مرزی، که دربردارنده یک تابع هزینه جمعی برای کل محصولات واردشده در الگو است، وجود دارد که تابع هزینه هر مزرعه بر اساس این تابع و با لحاظ کردن تفاوت در ترجیحات و شرایط محیطی کشت آن مزرعه حاصل می‌شود. این کار ضمن لحاظ ویژگی‌های هر مزرعه در الگوی مورد برآورد، از برآورد مجزای الگوهای مزرعه‌ای اجتناب کرده و به‌این‌ترتیب به کاهش خطای محاسباتی منجر خواهد شد. به این ترتیب، در الگوی فوق $(x'\hat{Q}x/2)$ تابع هزینه‌ی درجه دومی است که در آن ماتریس Q پارامترهای تابع هزینه است و $\hat{u}_n x_n$ کمیتی است

www.SID.ir

Archive of SID

که تفاوت هزینه‌ی مزرعه n ام را با هزینه‌ی کل تولید بازگو می‌کند. ماتریس Q باید متقارن مثبت باشد تا خصوصیات یک تابع هزینه خوش‌رفتار را تأمین کند. برای تأمین این شرط، نسبت هزینه نهایی به سطح تولید مشاهده‌شده برای هر محصول مقادیر اولیه‌ی مناسبی را می‌دهد که مقادیر کمکی می‌تواند حول آن شکل بگیرد. خصوصیت متقارن مثبت بودن ماتریس Q را نیز می‌توان با استفاده از روش فاکتورگیری چولسکی به ساختار ماتریس تحمیل کرد. x_n بردار (j×1) متغیرهای تصمیم یا سطوح تولید محصول در مزرعه n است. فرض می‌شود که در هر منطقه (j=1,…,J) محصول قابل‌کشت وجود دارد. در این مطالعه، J عمده محصولات موجود در منطقه مورد مطالعه شامل زعفران، گندم آبی، جو، یونجه، پنبه، چغندرقند، هندوانه است.

در الگوی فوق، به‌منظور تجزیه‌وتحلیل اینکه چگونه توسعه کشت زعفران در الگوی فعلی مصرف آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد، از برآورد تابع عملکرد این محصول در سطح مزارع مورد بررسی استفاده‌شده است. با توجه به موجود بودن زعفران در الگوی کشت فعلی و امکان برآورد پارامترهای مربوط به تکنولوژی تولید با استفاده از اطلاعات گردآوری شده از مزارع منطقه، از برآورد این تابع به‌منظور بررسی ارتباط میان شدت آب مصرف و عملکرد زعفران استفاده شده است. بااین‌حال به‌منظور اجتناب از اریب در برآوردهای الگو به دلیل پیچیده‌تر شدن الگو، از یک تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES) برای این منظور استفاده شده است. فرم کلی این تابع به‌صورت زیر است:

$$Y_n = \delta_n g_n^{\mu} \quad \text{for} \quad n=\text{saffron} \qquad (۴)$$

که در آن Y_n عملکرد زعفران، g_n مقدار آب مورد مصرف و δ_n و μ پارامترهای مربوط به تابع عملکرد می‌باشند که به روش اقتصادسنجی و با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده از ۲۰۰ زعفران کار منطقه موردمطالعه برآورد شده‌اند. با اعمال این تابع در الگوی تحقیق، فرم کلی الگوی مورداستفاده در تحقیق به‌صورت زیر حاصل می‌شود:

$$Z_n = \max_{x_n \geq 0} (P'_n Y_n N x_n - x'_n \hat{Q} x_n / 2 - \hat{u}_n x_n) \qquad (۵)$$

$$A_n x_n \leq b_n \qquad (۶)$$

$$g_n x_n \leq \overline{bw}_n \qquad (۷)$$

$$Y_n = \delta_n g_n^{\mu} \quad \text{for} \quad n=\text{saffron} \qquad (۸)$$

آمار و اطلاعات لازم جهت انجام این مطالعه از طریق روش نمونه‌گیری خوشه‌ای با تکمیل پرسشنامه بصورت مصاحبه حضوری از کشاورزان زعفران کار در دو شهرستان تربت‌حیدریه و زاوه در سال ۱۳۹۳ گردآوری شد. روایی پرسشنامه با نظر متخصصان و کارشناسان به تأیید رسید و پایایی آن نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS22 و محاسبه آلفاء کرونباخ (۰/۶۸) سنجیده شد. حجم نمونه موردمطالعه با استفاده از نرم‌افزار PASS11، ۱۸۸ محاسبه گردید که برای دقت بیشتر تعداد ۲۰۰ پرسشنامه جمع‌آوری گردید و در نهایت با استفاده از نرم‌افزار GAMS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

براساس جدول ۱ عمده محصولات موجود در الگوی کشت موردمطالعه شامل، زعفران، گندم، جو، یونجه، پنبه، چغندرقند و هندوانه می‌باشند. سطح زیر کشت کل محصولات موردبررسی در نمونه موردمطالعه ۸۱۲/۰۵ هکتار است که محصول زعفران با ۳۵۸/۹۵ هکتار، بیشترین سهم را در سطح زیر کشت به خود اختصاص داده است. پس از آن به‌ترتیب گندم، جو، چغندرقند، هندوانه، یونجه و پنبه بیشترین سهم در سطح زیرکشت نمونه مورد بررسی را به خود اختصاص داده‌اند. از نظر میزان تولید نیز به ترتیب گندم با ۱۱۲۱۲۰۰ کیلوگرم تولید (۵۱/۸۸٪)، جو با ۳۹۰۵۰۰ کیلوگرم (۱۸/۰۷٪)، چغندر با ۲۸۲۶۰۰ کیلوگرم (۱۳/۰۷٪)، هندوانه با ۱۵۷۹۸۰ کیلوگرم (۷/۳۱٪)، زعفران با

www.SID.ir

Archive of SID

۱۲۹۹۵۵/۷ کیلوگرم (۶/۰۱٪)، یونجه با ۵۹۸۰۰ کیلوگرم (۲/۷۶٪) و پنبه با ۱۸۸۳۰ کیلوگرم (۰/۸۷٪) بیشترین سهم در تولید کل نمونه موردبررسی را به خود اختصاص داده بودند. محصولات موردبررسی در الگو از نظر مقدار آب مصرفی در شرایط یکسانی قرار ندارند به‌طوری‌که چغندرقند با میزان مصرف ۱۱ هزار و ۵۰ مترمکعب در هکتار بیشترین و زعفران با حدود سه هزار مترمکعب کمترین نیاز آبی را دارا می‌باشند.

به‌منظور مقایسه نتایج حاصله در بین گروه‌های مختلف بهره‌برداران بر اساس میزان تولید زعفران، نمونه موردمطالعه به سه گروه همگن مزارع کوچک (دارای سطح زیر کشت یک تا سه هکتار زعفران)، مزارع متوسط (دارای سطح زیر کشت سه تا پنج هکتار) و مزارع بزرگ (با سطح زیر کشت زعفران بیشتر از پنج هکتار) تقسیم شده است. این کار با تحلیل داده‌های استخراجی از پرسشنامه و در نرم‌افزار SPSS انجام‌گرفته است. در ادامه نتایج حاصل از الگو برای هر گروه بهره‌برداران تحلیل و ارزیابی شد. جدول ۲ نتایج برآورد الگوی تحقیق و درصد سهم هر یک از محصولات در الگوی کشت موردمطالعه را نشان می‌دهد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، در هر سه گروه از بهره‌برداران، محصول زعفران به ترتیب با ۴۸/۹ (۲۹/۸۴٪)، ۱۷۱/۵۵ (۵۴/۷۷٪) و ۱۳۸/۵(۴۱/۳۴٪) هکتار بیشترین سطح زیر کشت و بیشترین سهم در الگوی کشت را دارا می‌باشد. محصول یونجه در مزارع کوچک و بزرگ و محصول چغندرقند در مزارع متوسط در مقایسه با دیگر محصولات، کمترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده‌اند. بعد از تعیین الگوی بهینه کشت و اطمینان از کالیبره شدن مناسب الگو به مقادیر مشاهده‌شده در سال پایه، تأثیر سیاست‌های مختلف بر الگوی کشت به تفکیک مزارع سنجیده شد. سیاست‌های بکار رفته در این مطالعه براساس اعلام نظر کارشناسان در خصوص هدفگذاری که در اسناد بالادستی منطقه برای توسعه کشت زعفران در نظر گرفته شده است، شامل دو سیاست افزایش ۲۵ و ۵۰٪ در سطح زیر کشت زعفران است. سناریوی دیگر مورد بررسی، افزایش ۲۰٪ منابع آب در دسترس مزارع است. در واقع با در نظر گرفتن اینکه در شرایط فعلی بخشی از زمین های مستعد کشت زعفران بدلیل کمبود منابع آبی امکان زیرکشت را ندارد، این سوال مطرح است که چه میزان منابع آبی برای توسعه کشت زعفران در این زمین‌ها مورد نیاز است.

جدول ۱- محصولات موجود در الگوی کشت مورد مطالعه

Table 1- Crops available in pattern of cultivation

محصول Crop	سطح‌زیرکشت Crop area (ha)	سهم Share (%)	میزان تولید Production (kg)	سهم Share (%)
زعفران Saffron	358.95	44.20	129955.7	6.01
گندم آبی Wheat	203.65	25.08	1121200	51.88
جو آبی Barley	84.95	10.46	390500	18.07
یونجه Alfalfa	16.55	2.04	59800	2.76
پنبه Cotton	12.25	1.51	18830	0.87
چغندرقند Sugar beet	82.3	10.13	282600	13.07
هندوانه Watermelon	53.4	6.58	157980	7.31

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج تعیین الگوی کشت در نمونه مورد مطالعه با استفاده از الگوی برنامه ریزی

Table 2- Results of determining the pattern of cultivation using the programming model

محصول Crop	مزارع کوچک Small farms		مزارع متوسط Medium farms		مزارع بزرگ Large farms	
	سطح‌زیرکشت Crop area (ha)	سهم Share (%)	سطح‌زیرکشت Crop area (ha)	سهم Share (%)	سطح‌زیرکشت Crop area (ha)	سهم Share (%)
زعفران Saffron	48.9	29.84	171.55	54.77	138.5	41.34
گندم آبی Wheat	47.35	28.89	64.80	20.68	91.50	27.31
جو آبی Barley	31.15	19.01	19.8	6.32	34	10.14
یونجه Alfalfa	4.4	2.68	7.15	2.28	5	1.49
پنبه Cotton	5.25	3.20	7	2.23	0	0
چغندرقند Sugar beet	21.8	13.30	4.5	1.43	56	16.71
هندوانه Watermelon	5	3.05	38.4	12.26	10	2.98
کل سطح زیرکشت مورد مطالعه Total crop area (ha)	163.85	20.17	313.2	38.56	335	41.25
کل نیروی کار Total labor		8901	16022		12079	
سود ناخالص Gross profit (Ten thousand of rials)		158827.86	601030.58		425234.84	

جدول ۳ نتایج تغییرات در الگوی کشت و مصرف منابع آبی در اثر اعمال سناریوهای افزایش در سطح زیر کشت زعفران نشان می‌دهد که اعمال این سناریو (افزایش ۲۵٪) به الگو باعث جابجایی عوامل تولید به سمت محصول زعفران می‌گردد.. با افزایش بیشتر در سطح زیر کشت زعفران (۵۰٪) کاهش سطح در محصولات دیگر نمود بیشتری داشته که در این بین، محصولات با نیاز آبی بیشتر نسبت به سایر محصولات کاهش بیشتری در سطح زیر کشت را داشته‌اند.

با افزایش سطح زیر کشت زعفران به میزان ۲۵٪ انتظار می‌رود که سطح زیر کشت کلیه محصولات الگو در گروه مزارع کوچک (مزارع با سطح زیر کشت کمتر از یک هکتار) نسبت به سال پایه کاهش پیدا کند؛ به‌نحوی‌که با جابجایی عوامل تولید از سطح زیر کشت سایر محصولات به سطح زیر کشت زعفران، سطح زیر کشت گندم از ۴۷/۳۵ به ۴۳/۱۹ هکتار، جو از ۳۱/۱۵ به ۲۷/۸۴ هکتار، یونجه از ۴/۴ به ۴/۱۲ هکتار، پنبه از ۵/۲۵ به ۵/۱۱ هکتار، چغندرقند از ۲۱/۸ به ۱۸/۳۲ هکتار و هندوانه از ۵ به ۴/۱۴۱ هکتار کاهش یابد که به ترتیب کاهشی به میزان ۸/۷۸، ۱۰/۶۱، ۶/۳۶، ۲/۶۶، ۱۵/۹۶ و ۱۷/۱۸٪ را به همراه خواهد داشت. با توجه به این نتایج ملاحظه می‌شود که محصولات آب بر مثل چغندرقند و هندوانه حساسیت بیشتری نسبت به ورود زعفران به الگوی کشت دارند. برآوردهای جدول۳ نشان می‌دهد در مزارع کوچک گندم (۴۳/۱۹ هکتار) بیشترین سطح زیر کشت و پنبه کمترین تغییرات (۵/۱۱ هکتار) را به همراه خواهد داشت، همچنین هندوانه با ۱۷/۱۸٪ بیشترین کاهش را در سطح زیر کشت به خود اختصاص داده است. علاوه بر این نتایج نشان می‌دهد با افزایش سطح زیر کشت زعفران به میزان ۲۵٪ میزان استفاده از نیروی کار در مزارع کوچک نسبت به سال پایه افزایش خواهد یافت (۹/۸۶٪) که این موضوع نشان

www.SID.ir

Archive of SID

می‌دهد افزایش سطح زیر کشت، افـزایش اشـتغال را بـه همـراه خواهد داشت. به همین ترتیب افزایش سطح زیر کشت زعفـران به میزان ۵۰٪ هم باعث کاهش سـطح زیـر کشـت محصـولات منتخب الگو خواهد شد که بر این اساس سطح زیر کشت گنـدم، جو، یونجه، پنبه، چغندرقند و هندوانه به ترتیب به میزان ۱۲/۹۲، ۲۰/۶۵، ۱۲/۰۴، ۴/۲۱، ۲۸/۲۱ و ۱۰۰٪ کـم مـی‌شـوند. مشـابه همین نتایج برای مزارع متوسط (مزارع با سطح زیر کشت ۱ تا ۵ هکتار) و بزرگ (مزارع بزرگ‌تر از ۵ هکتار) نیز انتظار می‌رود.

جدول ۳- برآورد الگوی کشت و تغییرات آن نسبت به سناریوی پایه، در سناریوهای افزایش سطح زیر کشت زعفران

Table 3- Results of cropping pattern and its changes to base scenario in increasing saffron cultivation scenarios

محصول Crop	مزارع کوچک Small farms			مزارع متوسط Medium farms			مزارع بزرگ Large farms		
	سطح زیر کشت مبنا Basis area (ha)	سناریو ۱ Scenario1 (Increase 25%) سطح زیر کشت crop area (ha)	سناریو ۲ Scenario2 (Increase 50%) سطح زیر کشت crop area (ha)	سطح زیر کشت مبنا Basis crop area (ha)	سناریو ۱ Scenario1 (Increase 25%) سطح زیر کشت crop area (ha)	سناریو ۲ Scenario2 (Increase 50%) سطح زیر کشت crop area (ha)	سطح زیر کشت مبنا Basis crop area (ha)	سناریو ۱ Scenario1 (Increase 25%) سطح زیر کشت crop area (ha)	سناریو ۲ Scenario2 (Increase 50%) سطح زیر کشت crop area (ha)
زعفران Saffron	48.9	61.125 (25)*	73.35 (50)	171.55	214.437 (25)	257.325 (50)	138.5	173.125 (25)	207.75 (50)
گندم آبی Wheat	47.35	43.19 (-8.78)	41.23 (-12.92)	64.80	51.913 (-19.88)	37.28 (-42.46)	91.50	79.25 (-13.38)	67.50 (-26.22)
جو آبی Barley	31.15	27.84 (-10.61)	24.717 (-20.65)	19.8	14.14 (-28.58)	8.97 (-54.69)	34	31.14 (-8.41)	23.14 (-31.94)
یونجه Alfalfa	4.4	4.12 (-6.36)	3.87 (-12.04)	7.15	4.06 (-43.21)	0.5 (-93)	5	4.86 (-2.8)	4.66 (-6.8)
پنبه Cotton	5.25	5.11 (-2.66)	5.02 (-4.21)	7	4.12 (-41.14)	0 (-100)	0	0 (0)	0 (0)
چغندرقند Sugar beet	21.8	18.32 (-15.96)	15.65 (-28.21)	4.5	1.32 (-70.66)	0 (-100)	56	39.42 (-29.60)	27.72 (-50.5)
هندوانه Watermelon	5	4.141 (-17.18)	0 (-100)	38.4	23.21 (-39.55)	9.124 (-76.23)	10	7.21 (-27.9)	4.23 (-57.7)
کل سطح زیرکشت Total crop area (ha)	163.85	163.845 (-0.003)	163.837 (-0.007)	313.2	313.2 (0)	313.199 (-0.0003)	335	335 (0)	335 (0)
کل نیروی کار Total labor	8901	9779 (9.86)	10698 (20.18)	16022	18174 (54.68)	20376 (73.42)	12079	11551 (-4.37)	11446 (-5.24)
سوداخالص Gross profit (Ten thousands of Rials)	158827.8	198450.02 (24.94)	238023.01 (49.86)	601030.58	750996.2 (24.95)	900972.1 (49.90)	425234.8	531389.2 (24.96)	637549.7 (49.92)

* Data in parentheses are percentage of change compare to basic cultivation area.

داده‌ها در پرانتز درصد تغییر نسبت به سطح زیرکشت اولیه است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه نتایج این سناریو در مزارع متوسط با نتایج گروه مزارع کوچک نشان می‌دهد که با افزایش سطح زیر کشت زعفران در الگوی کشت مزارع متوسط میزان کاهش چغندرقند محسوس‌تر خواهد شد درحالی‌که در این مزارع کاهش هندوانه به نسبت کمتر خواهد بود. برآوردهای جدول ۳ نشان می‌دهد در سناریوی اول (افزایش ۲۵٪)، گندم (۵۱/۹۱ هکتار) بیشترین سطح زیر کشت و کمترین تغییرات را نسبت به حالت اولیه به خود اختصاص داده است و الگوی کشت در سناریو دوم نسبت به سناریوی اول دچار تغییرات بیشتری شده است به‌گونه‌ای که در این حالت، پنبه و چغندرقند از الگوی کشت حذف شده و همچون سناریوی پیش گندم با ۳۷/۲۸ هکتار بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است.

به‌طورکلی، مقایسه تغییرات الگوی کشت در اثر اعمال سناریوهای افزایش در سطح زیر کشت زعفران در سه گروه از مزارع نشان می‌دهد با بزرگ‌تر شدن مزارع بازهم تغییر سطح زیر کشت از محصولات با نیاز آبی بالاتر به سمت محصول زعفران بیشتر بوده است. همچنین تغییرات سطح زیر کشت در مزارع متوسط بیشتر از دو گروه دیگر می‌باشد به‌طوری‌که چغندرقند در مزارع کوچک ۲۸/۲۱٪ و در مزارع بزرگ ۵۰/۵٪ کاهش سطح به سمت زعفران داشته درحالی‌که در مزارع متوسط از الگوی کشت حذف گردیده است.

بررسی تغییر در مقدار مصرف آب در اثر اعمال سناریوهای افزایش در سطح زیر کشت زعفران در سه گروه از بهره‌برداران (جدول۴) نشان می دهد، مقدار مصرف آب در مزارع کوچک در سناریوی اول ۱۰/۳۵٪ کاهش‌یافته است، به‌طوری‌که از دو میلیون و ۱۸ هزار و ۱۴۵ مترمکعب در الگوی فعلی این مقدار به یک میلیون و ۸۰۹ هزار و ۶۲۳ مترمکعب رسیده است. پس می‌توان با تغییراتی در الگوی کشت میزان آب مصرفی را به‌اندازه ۲۰۹ هزار و ۲۲ مترمکعب کاهش داد و در سناریوی دوم این مقدار به ۴۲۳ هزار و ۸۴۲ مترمکعب کاهش یافته است. همچنین در مزارع متوسط در سناریوی اول و دوم به‌ترتیب مقدار مصرف آب در اثر اعمال سناریوها ۳۰/۳۱ و ۵۹/۸۱٪ کاهش یافته است. در مزارع بزرگ نیز مقدار مصرف آب از سه میلیون و ۷۵۲ هزار و ۹۸ مترمکعب در سطح اولیه به سه میلیون و شش هزار و ۹۰۴ مترمکعب در سناریوی اول و دو میلیون و ۳۷۵ هزار و ۳۶۱ مترمکعب در سناریوی دوم کاهش یافته است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد با توجه به مصرف کمتر آب توسط محصول زعفران نسبت به سایر محصولات جانشینی از محصولات دیگر به سمت محصول زعفران افزایش داشته و با افزایش سطح زیر کشت زعفران، میزان مصرف آب کاهش یافته است و این کاهش مصرف آب در مزارع متوسط (با کاهش ۳۰/۳۱٪ در سناریوی اول و کاهش ۵۹/۸۱٪ در سناریوی دوم) نسبت به دو گروه دیگر از بهره‌برداران نمود بیشتری داشته، درنتیجه بحث افزایش سطح زیر کشت کاهش مصرف آب را تأیید می‌کند.

در ادامه، با ثابت فرض کردن سطح کنونی زعفران موجود در الگوی کشت هر مزرعه، فرض شده است افزایش منابع آبی به زارعین امکان خواهد داد بخشی از زمین‌های بالقوه خود را به توسعه کشت محصولات موجود در الگوی کشت اختصاص دهند. به‌طور خاص، میزان افزایش در کشت زعفران در الگو با تعریف یک محصول جدید در الگو که افزایش کشت زعفران را با توجه به تأثیر هم‌زمان این افزایش منابع آبی بر عملکرد زعفران در نظر می‌گیرد در الگو اعمال شده است که نتایج حاصل از این برآورد در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵ نشان می‌دهد درمجموع با افزایش ۲۰٪ منابع آب، به‌اندازه ۳۸/۴۳ هکتار به کل سطح زیر کشت زعفران در مزارع کوچک افزوده خواهد شد. این در حالی است که سطح زیر کشت محصولات دیگر نیز افزایش یافته است. پس از زعفران، گندم با

www.SID.ir

Archive of SID

۴۷/۳۵ هکتار بیشترین سطح زیر کشت را در الگوی سال پایه داشته که درنتیجه اجرای این سیاست سطح زیر کشت آن با ۱۴/۷۸ درصد افزایش به ۵۴/۳۵ هکتار رسیده است.

در مزارع گروه متوسط درمجموع میزان افزایش سطح کشت زعفران ۵۲/۱۱ هکتار و در مزارع بزرگ ۴۷/۳ هکتار بوده است (جدول۵). گندم و هندوانه بیشترین سطح زیر کشت را در گروه مزارع متوسط داشته‌اند که درنتیجه این سیاست سطح زیر کشت آن‌ها به ترتیب به ۷۲/۳۳ (۱۱/۶٪) و ۴۷/۱۸ هکتار (۲۲/۸٪) افزایش یافته است. مقدار افزایش گندم برای مزارع بزرگ نیز ۱۱/۹٪ برآورد شده است. افزایش منابع آبی همچنین پنبه را که در سطح زیر کشت مبنا وجود نداشته وارد الگوی کشت می‌کند.

نتیجه‌گیری

نهاده‌ی آب مهم‌ترین نهاده‌ی بخش کشاورزی است و بیشترین میزان مصرف را نسبت به سایر بخش‌ها به خود اختصاص داده است. مدیریت تقاضای آب کشاورزی، به‌ویژه در استان خراسان‌رضوی که اختلاف زیادی در عرضه و تقاضای آب مشاهده می‌شود، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. تعیین و اجرای الگوی کشت مناسب گستره‌های کشاورزی هر منطقه، یکی از شیوه‌های ارتقای بهره‌وری آب در این مناطق است که موردتوجه محققین متعددی قرارگرفته است. در همین راستا، در این مطالعه نیز از تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی در سطح مزرعه برای تحلیل اثرات سیاست‌های مختلف بر الگوی کشت منطقه موردمطالعه بهره گرفته شد. برای این منظور ۲۰۰ بهره‌بردار کشاورزی در دو شهرستان تربت‌حیدریه و زاوه در سال ۱۳۹۳ به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای انتخاب و اطلاعات از طریق تکمیل پرسشنامه و مصاحبه حضوری با آن‌ها گردآوری شد.

مقایسه تغییرات الگوی کشت در اثر اعمال سناریوهای افزایش در سطح زیر کشت زعفران تغییر سطح زیر کشت از محصولات با نیاز آبی بالاتر به سمت محصول زعفران را نشان می‌دهد. این امر پیامدهای مثبتی را در سطح مزارع هر سه گروه به دنبال دارد. ازجمله اینکه با افزایش سطح زیر کشت زعفران، میزان مصرف آب کاهش یافته است.

جدول ٤- مقدار مصرف آب در اثر اعمال سناریوهای افزایش در سطح زیر کشت زعفران

Table 4– The effect of increasing the saffron cultivation scenarios **on water consumption**

مزارع Farms	مقدار کل مصرف آب در سطح زیر کشت مبنا Total amount of water consumption in hectar (m^3)	درصد افزایش سطح زیر کشت زعفران Percentage increase in saffron cultivation area			
		سناریو ۱ Scenario1 (Increase 25%)		سناریو ۲ Scenario2 (Increase 50%)	
		مقدار کل مصرف آب Total amount of water consumption (m^3)	درصد تغییر % of change	مقدار کل مصرف آب Total amount of water consumption (m^3)	درصد تغییر % of change
مزارع کوچک Small farms	2018645	1809623	-10.35	1594803	-21
مزارع متوسط Medium farms	2404166	1675399	-30.31	966227	-59.81
مزارع بزرگ Large farms	3752098	3006904	-19.86	2375361	-36.69

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- برآورد الگوی کشت و تغییرات آن نسبت به سناریوی پایه، در سناریوی افزایش ۲۰ درصدی منابع آب در دسترس

Table 5- Results of cropping pattern and its changes to base scenario in 20% increase in available water resources scenario

محصول Crop	مزارع کوچک Small farms		مزارع متوسط Medium farms		مزارع بزرگ Large farms	
	سطح زیر کشت مبنا Basis area (ha)	سطح زیر کشت پس از سناریو Area after scenario (ha)	سطح زیر کشت مبنا Basis area (ha)	سطح زیر کشت پس از سناریو Area after scenario (ha)	سطح زیر کشت مبنا Basis area (ha)	سطح زیر کشت پس از سناریو Area after scenario (ha)
زعفران Saffron	48.9	48.9 (0)*	171.55	171.55 (0)	138.5	138.5 (0)
گندم آبی Wheat	47.35	54.35 (14.78)	64.80	72.33 (11.62)	91.50	102.41 (11.92)
جو آبی Barley	31.15	34.65 (11.23)	19.8	21.61 (9.14)	34	37.67 (10.79)
یونجه Alfalfa	4.4	5.04 (14.54)	7.15	7.8 (9.09)	5	5.11 (2.2)
پنبه Cotton	5.25	8.23 (56.76)	7	7.9 (12.85)	0	5 (-)
چغندرقند Sugar beet	21.8	23.8 (9.17)	4.5	6.34 (40.88)	56	63.14 (12.75)
هندوانه Watermelon	5	6.6 (32)	38.4	47.18 (22.86)	10	12.41 (24.1)
میزان کشت جدید زعفران New saffron crop cultivation	38.43		52.11		47.3	
کل نیروی کار Total labor	8901	13724 (54.18)	16022	20568 (28.37)	12079	15271 (26.42)
سود ناخالص Gross profit (Ten thousands of rials)	158827.86	227518.24 (43.24)	601030.58	753713.72 (25.40)	425234.84	544596.55 (28.06)

* Data in parentheses are percentage of change compare to basic cultivation area.

*داده‌ها در پرانتز درصد تغییر نسبت به سطح زیرکشت اولیه است.

این کاهش مصرف آب در مزارع متوسط نسبت به دو گروه دیگر از بهره‌برداران نمود بیشتری خواهد داشت، به‌طوری‌که انتظار می‌رود با افزایش ۲۵ درصدی سطح زیر کشت زعفران میزان آب مصرفی در مزارع کوچک ۱۰/۳۵-٪ کاهش یابد. این میزان کاهش برای مزارع متوسط ۳۰/۳۱- ٪ و مزارع بزرگ ۱۹/۸۶-٪ خواهد بود. در سناریوی افزایش سطح زیر کشت به میزان ۵۰ درصد، این کاهش‌ها به‌ترتیب ۲۱-٪، ۵۹/۸۱- ٪ و ۳۶/۶۹-٪ برای مزارع کوچک، متوسط و بزرگ برآورد شده است که نشان می‌دهد اجرای این سیاست چه اندازه می‌تواند به حفظ و پایداری منابع آب منطقه کمک کند. لذا پیشنهاد می شود با توجه به محدود بودن آب، سازگاری و سودآوری بالای این محصول در منطقه مورد مطالعه، کشاورزان با کاهش سطح زیرکشت محصولاتی با نیاز آبی علاوه بر کمک به حفظ منابع آبی، سود خود را افزایش دهند. نتایج اعمال سناریوی افزایش ۲۰٪ منابع آب در دسترس که به بهره‌برداران موردبررسی امکان می‌داد بخشی از زمین‌های بالقوه خود را به کشت زعفران اختصاص دهند، نتایج یکنواختی برای گروه‌های مختلف مزارع نشان نمی‌دهد. به‌طوری‌که مقدار افزایش در سطح زیر کشت

www.SID.ir

Archive of SID

زعفران در مزارع کوچک به میزان ۳۸/۴۳ هکتار، در مزارع متوسط ۵۲/۱۱ و در مزارع بزرگ ۴۷/۳ هکتار خواهد بود. بااین‌حال با توجه به‌احتمال ناکارآمدی سیاست‌های موجود در بهبود دسترسی به منابع آب در منطقه، پیشنهاد می‌شود از طریق اجرای سیاست‌های جایگزین برای ذخیره منابع آب در فصول پرآب و رفع نیازهای فصول کم آب، امکان افزایش منابع آبی و لذا افزایش سود حاصل از کشاورزی در این منطقه را فراهم آورد.

منابع

Asadi, H., and Soltani, GH. 2000. A study of domestic and agricultural water consumers to water rates. Agricultural Economics and Development 8 (32): 167-185. (In Persian).

Ahmadzadeh, S.S., keikha, A., Kavand, H., and Sargazi, A. 2013. Determination farmming program using positive mathematical programming (A case study in Zabol). Research Journal in Operations and Applications 3 (38): 51-60. (In Persian).

Arfini, F., and Paris, Q. 1995. A positive mathematical programming model for regional analysis of agricultural policies, In: Sotte F. (Ed.), The Regional Dimension in Agricultural Economics and Policies, EAAE, Proceedings of the 40th Seminar, Ancona, Italy.

Agricultural Jihad of Khorasan Razavi. 2015. Available at website: http://koaj.ir/Modules/showfarmework. (Verified: March, 2015).

Baniasadi, M., and Zare Mehrgerdi, M.R. 2010. Investigate the effects of culture on rural poverty in the context of Orzooiyeh city Kerman. Agricultural Economics 4 (2): 183-209. (In Persian).

Bakhshi, A., Moghaddasi, R., and Daneshvar kakhki, M. 2011. Positive mathematical programming model to analyze the effects of alternative water pricing policies in the plains of Mashhad. Journal of Agricultural Economics and Development 25 (3): 284-294. (In Persian).

Cortignani, R., and Severini, S. 2009. Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. Agricultural Water Management 96 (12): 1785–1791.

Donati, M., Bodini, D., Arfini, F., and Zezza, A. 2013. An integrated PMP model to assess the development of agro-energy crops and the effect on water requirements. Bio-based and Applied Economics 2 (3): 301-321.

Golkaran Moghadam, S. 2014. Compare and analyze the performance of farmers in selected cities in Khorasan Razavi province. Agricultural Economics and Development 21 (82): 79-101. (In Persian).

Gharghani, F., Boostani, F., and Soltani, GH. 2009. Investigating the effect of irrigation water reduction and water price increase on cropping pattern by positive mathematical programming, Case study of Eghlid city in Fars province. Journal of Agricultural Economics Research 1 (1): 57-74. (In Persian).

Hasan Vand, V., Hasan Vand, M., Jolaei, R., and Shirani Bidabadi, F. 2015. Investigation of effective factors on agricultural labor productivity, income distribution and poverty in rural areas of Iran. Village and Development 17 (4): 71-92. (In Persian).

He, L., Tyner, W.E., Doukkali, R., and Siam, G. 2006. Policy options to improve water allocation efficiency: analysis on Egypt and Morocco. Water International 31 (3): 320–337.

Heckelei, T. 2002. Calibration and estimation of programming models for agricultural supply analysis. University of Bonn. 159 p.

www.SID.ir

Archive of SID

Howitt, R.E. 1995. Positive mathematical programming. American Journal of Agricultural Economics 77 (2): 329-342.

Karim Keshte, M., Koopahi, M., and Kimia, A. 2002. Efficient use of water Sistan river (A Case study of water gradient). Economic and Agricultural Development 9 (221): 135-197. (In Persian).

Keramatzade, A., Chizari, Ah., and Sherzeai, G.H. 2012. The role of water in determining the economic value of agricultural water market with positive mathematical approach to planning (PMP) Case Study: Sweet Valley Bojnoord dam downstream. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 42 (1): 27-43. (In Persian).

Khalilian, S., and Mousavi, H. 2005. Assessing the risk effects of irrigation systems under the context of a case study in Shahrekord. Special Edition of Agricultural Economics and Development 13: 113-129. (In Persian).

Khadem Adam, N. 1992. Economic Policy Makers in Different Systems. The second edition ney, Iran.

Kimiay Khalil Abad, A. 1999. Optimal allocation of agricultural water to the Sistan River. Master's Thesis, Faculty of Agriculture, University of Sistan and Baluchestan, Iran. (In Persian).

Moeinoldini, Z., Salarpour, M., and Mohammadi, H. 2015. The effect of increasing water prices and reducing irrigation water in surface water consumption fields of Kerman province using positive mathematical programming corrected. Agricultural Economics and Development 23 (89): 21-46.

Mohseni, A., and Zibaei, M. 2009. Analysing consequences of increasing acreage of Colza in Namdan plain of Fars province: An application of positive mathematical programming. Journal of Water and Soil Science 13 (47): 773-784. (In Persian).

Moaienoldini, Z., Salarpour, M., and Mohammadi, H. 2016. The consequence of rising prices and decreasing of water level irrigation water user in the fields of Kerman province with positive planning approach corrected. Agricultural Economics and Development 23 (89): 21-46. (In Persian).

Medellin-Azuara, J., Howitt, R.E., Waller-Barrera, C., Mendoza-Espinosa, L.G., Lund, J.R., and Taylor, J.E. 2009. A calibrated agricultural water demand model for three regions in Northern Baja California. Agrociencia 43 (2): 83-96.

Medellin – Azuara, J., Howitt, R.E., and Harou, J.J. 2012. Predicting farmer responses to water pricing, rationing and subsidies assuming profit maximizing investment in irrigation technology. Journal of Agricultural Water Management 108:73-82

Nikoei, A., and Zibaei, M. 2009. Decision support system in managing agricultural water crisis with emphasis on irrigation, Case study in Zayandehrood watershed. Sixth Iranian Agriculture Economics Conference, Karaj.

Paris, Q., and Howitt, R.E. 1998. An analysis of ill-posed production problems using Maximum Entropy. American Journal of Agricultural Economics 80 (1): 124-138.

Paris, Q., and Arfini, F. 2000. Frontier cost functions, self-selection, price risk, PMP and Agenda 2000. Rivista di Economia Agraria 55 (2): 211-242.

Parhizkari, A., and Sabohi, M. 2013. Simulate the reactions of farmers to reduce available water resources policy. Water Management and Irrigation 3 (2): 59-74. (In Persian).

Rahnema, A., Kohansal, M.R., and Dourandish, A. 2012. Estimation of water economical value using positive mathematical programming approach in Ghoochan city. Journal of Agricultural Economics 6 (4): 133-150. (In Persian).

Sabohi, M., Soltani, GH., and Zibaei, M. 2007. Investigating the effect of irrigation water price changes on private and social benefits using

www.SID.ir

Archive of SID

positive mathematical programming. Journal of Agricultural Sciences and Technology 21 (1): 53-71. (In Persian).

Varziri, A., Vakilpour, M.H., and Mortazavi, S.A. 2016. The effects of economic pricing of irrigation water on cropping pattern in the Dehgolan plain. Journal of Agricultural Economics Research 8 (31): 81-100. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Programming model of Saffron cultivation extension with emphasis on water resources management

Bahareh Zandi Darehgharibi[1], *Alireza Karbasi*[2] *and Toktam Mohtashami*[3*]

Submitted: 9 November 2017 **Accepted:** 28 August 2018

Zandi Darehgharibi, B., Karbasi, A., and Mohtashami, T. 2019. Programming model of Saffron cultivation extension with emphasis on water resources management). Saffron Agronomy & Technology 7(3): 397-410.

Abstract

Low efficiency of water use in the agricultural sector, makes it necessary to adopt strategies for optimization of cropping pattern. Saffron can be the right product in terms of saving water. The aim of this study is to investigate the effects of saffron area expansion on the allocation of water resources and increase the income of farmers through the use of a model based on an extended Positive Mathematical Programming model that includes the possibility of future development in cropping patterns, along with water allocation through a production function based on the amount of irrigation water. The required data are collected from 200 questionnaires completed by saffron producers in Torbat Heydarieh and Zaveh counties in the year 2014, classified into three groups of farmers with small, medium and large farms. Using the estimated model, the results showed that the implementation of increase in saffron cultivation scenarios, increase gross profit and reducing water consumption for all three groups of small, medium and large farms; which shows the positive effect of its implementation on conservation and stability of regional water resources. It was also determined that the developed cultivation due to the use of potential lands for saffron cultivation, with an increase of available water resources by 20%, would increase gross profit by 43.24 percent in small farms, 25.4 percent in medium farms and 28.06 percent in large farms. This implies that, in addition to pricing, other strategies to improve water use and water resource management may improve the economic conditions especially on the small farms of this area.

Keywords: Water Management, Positive Mathematical Programming, Plant Programming, Saffron.

1 - M.Sc. Agricultural Economics, Torbath-Heydarieh
2- Professor, Department of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad
3- Assistant professor, Department of Agricultural Economics, University of Torbath Heydarieh
(*- Corresponding author. Email: t.mohtashami@torbath.ac.ir)
DOI: 10.22048/jsat.2018.105171.1271

www.SID.ir