نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸ ص. ۱۲۳-۱۱۱

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 7, No. 1, Spring 2019, P. 111-123

Archive of SID

بررسی سیاست توسعه کشت زعفران در راستای کاهش مصرف آب در دشت مشهد

مرتضی اشرفی[۱]، محمود هوشمند[۲*]، محمد رضا لطفعلی پور[۲] و کامران داوری[۳]

تاریخ دریافت: ۳۱ تیر ۱۳۹۶ **تاریخ پذیرش:** ۲۸ بهمن ۱۳۹۶

اشرفی، م.، هوشمند، م.، لطفعلی پور، م.ر.، و داوری، ک. ۱۳۹۸. بررسی سیاست توسعه کشت زعفران در راستای کاهش مصرف آب در دشت مشهد. زراعت و فناوری زعفران، ۷(۱): ۱۲۳- ۱۱۱.

چکیده

دشت مشهد در استان خراسان رضوی و جزو دشت‌های ممنوعه و ممنوعه‌ی بحرانی است. با عنایت به اینکه در اثر بهره‌برداری‌های بی‌رویه و غیرمجاز از منابع آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی در آن به تدریج پایین رفته و با کسری مخزن مواجه شده‌است، انتخاب استراتژی‌های مناسب برای کاهش مصرف آب در این دشت ضروری است. سیاست‌های متنوعی برای کاهش مصرف آب کشاورزی توسط محققین پیشنهاد گردیده که از جمله آن‌ها سیاست توسعه کشت محصولات با نیاز آبی پایین همچون زعفران است. این سیاست ممکن است راه حل مناسبی برای مقابله با مصرف روزافزون آب باشد اما از آنجا که سیاست‌های مختلف دارای ابعاد اقتصادی متفاوتی می‌باشند، لذا بایستی تأثیرگذاری هر سیاست در تحقق اهداف و همچنین پیامدهای هر سیاست با دقت مورد بررسی قرار گیرند. در این پژوهش پیامدهای سیاست گسترش کشت زعفران در ۳ سناریوی تخصیص حداقل ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد از کل سطح زیرکشت ۳ شهرستان واقع شده در دشت مشهد (مشهد، بینالود و چناران)، با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی در سال ۱۳۹۶ بررسی شد. نتایج نشان داد که با اعمال این سیاست، در هر سه شهرستان درآمد کشاورزان افزایش خواهد یافت اما مصرف آب فقط در شهرستان بینالود به مقدار کمی کاهش می‌یابد و در دو شهرستان دیگر تغییری نمی‌کند زیرا با گسترش کشت زعفران، به جای کاهش سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی بالا، سطح زیرکشت گندم و جو که نیاز آبی کمتری نسبت به زعفران دارند کاهش می‌یابد و بنابراین کاهشی در مصرف آب ایجاد نمی‌شود. بنابراین در صورتی که سیاست گسترش کشت زعفران توام با عدم کاهش سطح زیر کشت گندم و جو باشد، باعث می‌شود مصرف آب در هر سه شهرستان کاهش و درآمد کشاورزان افزایش یابد.

کلمات کلیدی: برنامه‌ریزی، ریاضی اثباتی، دشت مشهد، نیاز آبی.

۱ – دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲ – استاد گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳ – استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*– نویسنده مسئول: m-hoshmand@um.ac.ir)

DOI: morteza142000@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از تنگناهای اساسی دنیای امروز کافی نبودن آب برای مصارف گوناگون اعم از شرب، صنعت، کشاورزی است. بررسی وضع موجود کشاورزی بیانگر آن است که با وجود پتانسیل افزایش تولید محصولات کشاورزی، به دلیل فقدان یک سیستم مدیریتی صحیح امکان استفاده صحیح از منابع موجود (آب و خاک) میسر نشده است و خشکسالی‌ها و کاهش نزولات جوی و افزایش جمعیت، کاهش میزان آب در دسترس را در بخش کشاورزی به دنبال داشته است (Nasrabadi, 2014). لذا در سال‌های اخیر افزایش تقاضای آب همراه با برداشتی فراتر از میزان مجاز تامین شده است. این امر موجب اضافه برداشت آب از مخازن زیرزمینی بسیاری از دشت‌های کشور شده است (Parhizkari et al., 2015). در خراسان رضوی ۳۲ دشت از مجموع ۳۶ دشت استان جزو دشت‌های ممنوعه و ممنوعه‌ی بحرانی قرار گرفته‌اند (Karbasi & Rafiee Darani, 2014). از جمله‌ی دشت مشهد که در اثر بهره‌برداری‌های بی‌رویه و غیرمجاز از منابع آب زیرزمینی دشت، سطح آب زیرزمینی به تدریج پایین رفته و با کسری مخزن مواجه شده است، بنابراین دشت مشهد از جمله دشت‌های فوق بحرانی از لحاظ فرونشست زمین در بین دشت‌های کشور شده است که از آن به عنوان یک مخاطره ژئومورفیک نام برده می شود، زیرا فروریزش‌ها در اشکال متفاوتی ظاهرشده و پیکرشناسی دشت را دستخوش تغییرکرده است (Behniafar et al., 2010)، بنابراین انتخاب استراتژی‌های مناسب برای کاهش مصرف آب ضروری است. سیاست‌های متنوعی برای کاهش مصرف آب کشاورزی توسط محققین پیشنهاد گردیده که از جمله آن‌ها سیاست گسترش کشت محصولات با نیاز آبی پایین است. زعفران به عنوان طلای سرخ با ارزش‌ترین محصول کشاورزی و گرانترین ادویه جهان است (Mahmoudi & Afrasiabi, 2012) که با توجه به نیاز آبی کم، گسترش کشت آن در استان خراسان رضوی به عنوان راهی برای کاهش مصرف آب پیشنهاد گردیده است. در حال حاضر حدود ۹۰ درصد از کل زعفران جهان در ایران تولید می‌شود که از این میزان استان خراسان رضوی با بیش از ۶۴ هزار هکتار کشت زعفران، بیش از ۸۱ درصد تولید جهانی را به خود اختصاص داده است (Mohtashmi et al., 2016). سطح زیرکشت زعفران در دشت مشهد در سال ۱۳۹۴، حدود ۲۴۰۹ هکتار با عملکرد سطح بارور ۴ کیلوگرم در هکتار بوده است که در سه شهرستان واقع شده در این دشت یعنی مشهد (۱۹۳۵ هکتار)، چناران (۴۷۰ هکتار) و بینالود (۴ هکتار) کشت شده است (Agricultural Jihad Statistics, 2015). شایان ذکر است که محصول زعفران نقش مهمی در اشتغال‌زایی و تأمین معیشت خانوارهای این استان دارد که قابلیت‌های صادراتی، ارزآوری بالا و سودآوری مناسب آن برای کشاورزان زبان‌زد می‌باشد (Shirzadi Lezkouklai et al., 2017). گسترش کشت زعفران در دشت مشهد ممکن است راه حل مناسبی برای مقابله با مصرف روزافزون آب در این دشت باشد اما از آنجا که سیاست‌های مختلف دارای ابعاد اقتصادی متفاوتی می‌باشند، لذا بایستی تأثیرگذاری هر سیاست در تحقق اهداف و همچنین پیامدهای هر سیاست با دقت مورد بررسی قرار گیرند. بدین ترتیب بایستی بررسی گردد که در صورت اعمال این سیاست آیا مصرف آب به نحو معناداری کاهش می‌یابد؟ ضمناً این سیاست علاوه بر تأثیر بر میزان مصرف آب می‌تواند از جنبه‌های دیگر نیز اثرات مطلوب یا نامطلوبی را بر جای بگذارد که بایستی مورد بررسی قرار گیرند. مثلاً اعمال برخی سیاست‌ها ممکن است موجب کاهش درآمد زارعین گردد که با توجه به سطح پایین درآمد اغلب کشاورزان

www.SID.ir

Archive of SID

بایستی بوسیله‌ی برخی سیاست‌های حمایتی جبران گردد.

در زمینه بررسی اثرات سیاست‌های مدیریت منابع آب با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی مطالعات فراوانی در خارج و داخل کشور انجام شده است از آن جمله: مقدسی (Moghaddasi et al., 2009) اثرات استراتژی‌های آب و سیاست کشاورزی را در دشت مشهد با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت بررسی نمودند. نتایج نشان داد هنگامی که سطوح قیمت آب بالا باشد، سیاست قیمت‌گذاری آب در کاهش مصرف آب مؤثر است. مدلین- آزورا (Medellin-Azuara et al., 2012) پاسخ کشاورزان به سیاست‌های قیمت‌گذاری آب، سهمیه بندی و یارانه را با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی در کالیفرنیا بررسی نمودند. نتایج نشان داد یارانه تأثیر کمی در استفاده از زمین و آب دارد اما ترکیب سیاست‌های سهمیه‌بندی آب و یارانه منجر به افزایش تولید و درآمد کشاورزان می‌شود. محسنی و زیبایی (Mohseni & Zibaei, 2009) در پژوهشی به تحلیل پیامدهای افزایش سطح زیرکشت کلزا در سطح مزارع نماینده دشت نمدان استان فارس با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت پرداختند. نتایج نشان داد که اثر سیاست گسترش کشت کلزا بر مصرف آب در مزارع نماینده متفاوت است و به این سیاست نمی‌توان به‌عنوان یک سیاست مدیریت تقاضای آب نگاه کرد. بخشی و پیکانی (Bakhshi & Paykani, 2011) از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در سطح مزرعه برای تحلیل اثرات مختلف کاربرد سیاست های قیمت‌گذاری آب و همچنین سیاست‌های جایگزین آن در دشت مشهد بهره گرفتند. نتایج نشان داد سیاست قیمت‌گذاری آب و مالیات بر محصول در مقایسه با سیاست مالیات بر نهاده مکمل، مؤثرتر و مناسب‌تر می‌باشند. صبوحی و همکاران (Sabouhi et al., 2007) با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت تغییر قیمت آب و کاهش مقدار آب در دسترس بر منافع خصوصی و اجتماعی را در استان خراسان مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کشاورزان به افزایش قیمت آب آبیاری از راه تغییر الگوی کشت خود پاسخ می‌دهند و در نتیجه افزایش قیمت آب آبیاری الزاماً به کاهش مصرف آن در سطح مزرعه منجر نمی‌شود. این مطالعه بر ان است که بررسی سیاست توسعه کشت زعفران در راستای کاهش مصرف آب در دشت مشهد بپردازد.

مواد و روش‌ها

مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی[1]، اولین بار در سال ۱۹۹۵ توسط هاویت[2] معرفی شد. این مدل در تجزیه و تحلیل سیاست‌های کشاورزی مفید بوده و به طور گسترده‌ای برای واسنجی مدل‌های اقتصادی استفاده می‌شود (Mohseni & Zibaei, 2009). PMP در طی سه مرحله انجام می‌شود. در گام نخست با اضافه کردن محدودیت‌های کالیبراسیون (سطح فعالیت‌ها را به سطوح مشاهده‌شده دوره پایه مقید می‌کند) به مجموعه محدودیت‌های منابع یک الگوی برنامه‌ریزی خطی معمولی، مدل برنامه‌ریزی خطی کمکی اولیه به صورت زیر تعریف می‌گردد (Cortignani & Severini, 2012; Rahnema et al., 2012):

$$\begin{aligned} &\text{Max} \quad Z = p'X - c'X \\ &\text{subject to:} \\ &AX \le b \qquad [\lambda] \\ &X \le X_0 + \varepsilon \qquad [\rho] \\ &X \ge 0 \end{aligned} \qquad (۱)$$

که در آن، Z ارزش تابع هدف؛ P بردار قیمت محصولات؛ X بردار سطوح کشت فعالیت؛ c بردار هزینه‌ی حسابداری هر واحد از فعالیت؛ A ماتریس ضرایب فنی نهاده-های تولید؛ b بردار مقادیر در دسترس منابع؛ λ بردار متغیرهای

1- Positive Mathematical Programming (PMP)
2- Howitt

www.SID.ir

Archive of SID

دوگان محدودیت‌های تولید؛ ρ بردار متغیرهای دوگان محدودیت‌های کالیبراسیون؛ ε برداری از اعداد مثبت خیلی کوچک و X_0 بردار سطوح مشاهده‌شده‌ی تولید می‌باشند.

در مرحله‌ی دوم، بردار مقادیر ρ برای تصریح یک تابع هدف غیرخطی به گونه‌ای که در سطوح مشاهده شده‌ی فعالیت-ها در سال پایه، هزینه‌ی نهایی هر محصول مساوی با درآمد آن باشد، به کار می‌رود (Heckelei & Wolff, 2003). در اغلب مطالعات انجام یافته با استفاده از روش PMP یک تابع هزینه متغیر چند محصولی درجه‌ی دوم به صورت زیر استفاده شده است (Bustani et al., 2014; Mozafari, 2015):

$$C^v = \varphi' X + \frac{1}{2} X' \gamma X \qquad (۲)$$

در این تابع φ، بردار $(J\times 1)$ از پارامترهای جزء خطی تابع هزینه و γ ماتریس مثبت، نیمه معین و متقارن با ابعاد $(J\times J)$ از پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه هستند. پارامترهای تابع ۲ به گونه‌ای باید تصریح شوند که رابطه ۳ برقرا باشد (Arata et al., 2017):

$$\nabla C^v(X)'_{X_0} = \frac{\partial C^v(X_0)}{\partial X} = MC^v = \varphi' + \gamma X_0 = c + \rho \qquad (۳)$$

که در ان $\nabla C^v(X)$ بردار گرادیان $(j\times 1)$ از مشتقات مرتبه‌ی اول $C^v(X)$ برای $X = X_0$ است. این فرم تصریح از تابع هزینه‌ی نهایی، مبین این مطلب است که واکنش عرضه‌ی هر محصول به ماتریس کامل γ بستگی دارد. به بیان دیگر، تغییر در هزینه‌ی نهایی هم تابعی از سطح خود فعالیت و هم تابعی از سطح دیگر محصولات (جانشین و متمم) است. تصریح فوق یک حالت بد–وضعیت[1] است، زیرا تعداد پارامترهایی که باید برآورد شوند، $\left[J + J(J+1)/2\right]$ بزرگ‌تر از تعداد مشاهدات (J مشاهده از هزینه‌ی نهایی) است. برای فائق آمدن بر مشکل فوق راه‌حل‌های گوناگونی (Heckelei & Britz, 2000; Howitt, 1995; Paris & Howitt, 1998) به کار گرفته شده است که در همه آنها مقادیر عناصر غیرقطری ماتریس γ برابر صفر فرض شده است که این به معنی چشم-پوشی از آثار متقاطع عرضه‌ی بین محصولات است. برقراری این فرض در دنیای واقعی با توجه به وجود تناوب زراعی و وابستگی متقابل بین محصولات توجیه چندانی ندارد (Bakhshi et al., 2011). پاریس و هاویت (Paris & Howitt, 1998) استفاده از روش حداکثر آنتروپی را که توسط شانون (Shannon, 1948) به عنوان یک روش ریاضی اندازه‌گیری اطلاعات معرفی شده بود، برای حل این مشکل، به کار برده و بدین گونه روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی مبتنی بر حداکثر آنتروپی۲ را پیشنهاد کردند که در زیر به شرح آن پرداخته می-شود.

همانگونه که بیان شد، در مرحله‌ی دوم PMP عناصر ماتریس γ برآورد می‌شود. در اینجاست که اصل حداکثر آنتروپی چارچوب تحلیل برای یک مسئله‌ی بد وضعیت را فراهم می‌کند. اطلاعات در دسترس برای به دست آوردن عناصر ماتریس γ شامل بردار هزینه‌های نهایی به دست آمده از الگوی LP، یعنی $(\rho + c)$ و بردار سطوح مشاهده شده یعنی X_0 است (Cortignani & Severini, 2009). بر این اساس پارامترهای بردار φ و ماتریس γ با حداکثرسازی توزیع احتمالاتی مربوط به مقادیر حمایتی تعریف شده، بازیابی می-شوند. تابع هدف غیرخطی حداکثر آنتروپی، در اینجا برای تضمین فرض مثبت، نیمه معین و متقارن بودن ماتریس γ، با کمک روش فاکتورگیری چولسکی که در آن ماتریس

1 - ill-posed

2- Positive Mathematical Programming –Maximum Entropy (PMP-ME)

www.SID.ir

Archive of SID

$\gamma = \Gamma W \Gamma = TT'$ است، تصریح می‌شود. Γ یک ماتریس مثلثی؛ W یک ماتریس قطری و $T = \Gamma W^{1/2}$ است (Howitt, 2005; Solazzo et al., 2015). تابع هدف مسئله‌ی ماکزیمم آنتروپی به شرح زیر نوشته می‌شود (Shahraki et al., 2016):

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad HC(p) = & -\sum_{j=1}^{J}\sum_{P=1}^{P} p\varphi_{j,p} \log p\varphi_{j,p} - \sum_{j=1}^{J}\sum_{j''=1}^{J''}\sum_{p=1}^{P} p\Gamma_{j,j',p} \log p\Gamma_{j,j',p} \\ & - \sum_{j=1}^{J}\sum_{j''=1}^{J'}\sum_{p=1}^{P} pw_{j,j',p} \log pw_{j,j',p} \end{aligned} \quad (۴)$$

که در آن $p\varphi_{j,p}$ توزیع‌های احتمالاتی نامعین از عرض از مبدأهای توابع هزینه، $p\Gamma_{j,j',p}$ و $pw_{j,j',p}$ به ترتیب توابع احتمالاتی مربوط به عناصر ماتریس مثلثی Γ و ماتریس قطری W است. تابع هدف ۴ با توجه به محدودیت‌های هزینه‌ی نهایی محصولات مختلف حداکثر می‌شود (Louhichi et al., 2017).

$$\rho_j + c_j = \sum_{p=1}^{P} p\varphi_{jp} z\varphi_{jp} + \sum_{j'=1}^{J'} \left\{ \sum_{K=1}^{K} (T_{jk} T_{kj'}) \right\} \overline{X}_k \qquad \forall j \quad (۵)$$

$T_{(.)}$ یک عنصر از ماتریس T است که با تجزیه‌ی چولسکی بر اساس رابطه‌ی ۶ به دست می‌آید:

$$T_{j,j'} = \sum_{j'=1}^{J'} \left\{ \sum_{p=1}^{P} (p\Gamma_{j,j',w} z\Gamma_{j,j',w}) \sum_{p=1}^{P} (pw_{j,j',p} zw_{j,j',p})^{1/2} \right\} \quad (۶)$$

روابط درون رابطه‌ی ۶ نقش مقادیر حمایتی $z\Gamma_{(.)}$ و $zw_{(.)}$ را در فرایند برآورد ماتریس هزینه روشن می‌سازند. این مقادیر به همراه توزیع احتمالاتی $p\Gamma_{(.)}$ و $pw_{(.)}$، عناصر ماتریس مثلثی Γ و عناصر ماتریس قطری W را تعریف می‌کنند. همه‌ی توزیع‌های احتمالاتی فوق باید شرایط جمع‌پذیر بودن به یک (adding up) را به صورت زیر تأمین کنند (Júdez et al., 2002).

$$\sum_{p=1}^{P} p\varphi_{(.)} = 1 \qquad \sum_{p=1}^{P} p\Gamma_{(.)} = 1, \qquad \sum_{p=1}^{P} pw_{(.)} = 1 \quad (۷)$$

ضرایب شیب توابع غیرخطی هزینه کل (عناصر ماتریس γ) نیز بر اساس رابطه‌ی $\gamma = \Gamma W \Gamma = TT'$ از روی مقادیر ماتریس مثلثی Γ و ماتریس قطری W محاسبه می‌شوند (Rohm & Dabbert, 2003). در گام سوم، تابع هزینه‌ی غیرخطی برآوردشده در مرحله‌ی دوم، به جای بخش خطی هزینه در تابع هدف ۱ قرار می‌گیرد و مسئله تبدیل به یک مسئله‌ی برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی می‌شود. در این مرحله قیود کالیبره‌سازی از الگو حذف و الگو تنها با محدودیت‌های سیستمی حداکثر می‌شود. در این مرحله الگوی فوق قادر است به طور صحیح سطوح فعالیت‌های مشاهده‌شده در سال پایه را بازسازی کند (Heckelei et al., 2012).

به منظور بررسی سیاست گسترش کشت زعفران در ۳ شهرستان دشت مشهد، ۳ مدل PMP برای هر یک از این ۳ شهرستان در نرم افزار گمز (GAMS) نوشته شد. بعد از کالیبره شدن مدل‌ها و به منظور تحلیل سیاست ابتدا در ۳ سناریوی مختلف، این محدودیت به مدل‌ها اضافه گردید که سطح زیرکشت زعفران بزرگتر یا مساوی ۵٪، ۱۰٪ و یا ۱۵ درصد از کل سطح زیرکشت باشد. در ادامه این محدویت نیز اضافه می‌گردد که مجموع سطح زیرکشت گندم و جو بزرگتر یا مساوی، مجموع سطح زیر کشت این دو محصول در سال پایه باشد. داده‌های مورد نیاز برای بازیابی پارامترهای تابع هزینه‌ی نهایی و تابع هزینه‌ی غیرخطی هر یک از محصولات، شامل هزینه‌ی تولید آن محصول و سطح فعالیت مشاهده شده‌ی آن محصول در سال پایه است که از اطلاعات هزینه و درآمد محصولات زراعی موجود در بانک اطلاعاتی وزارت جهاد

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزی جمع‌آوری شده است.

منطقه مورد مطالعه

دشت مشهد بخشی از حوضه آبریز کشف رود می باشد که در مختصات جغرافیایی۳۵ درجه و۴۰ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی واقع شده است. از شمال به ارتفاعات هزارمسجد (کپه داغ شرقی)، از جنوب به ارتفاعات بینالود، از غرب به حوضه آبریز اترک و از جنوب شرق به حوضه آبریز جامرود محدود می شود (Sabouhi & Azadegan, 2014). از نظر تقسیمات سیاسی این دشت در شهرستان مشهد و استان خراسان رضوی قرار دارد. مساحت کل دشت تا محل خروجی آن یعنی النگ اسدی حدود ۵۰۰۰ کیلومترمربع می باشد که ۳۳۵۱ کیلومتر مربع آن را آبخوان دشت مشهد تشکیل می دهد. طول کشیدگی حوضه کشف رود ۱۵۰ کیلومتر که از اراضی آبگرگ و دالو واقع در ۹ کیلومتری جاده قوچان– مشهد شروع و به کال تنگل شور در شرق حوضه ختم می گردد. بلندترین نقطه ارتفاعی حوضه ۳۳۰۰ متر در قله بینالود در جنوب غربی حوضه و پایین ترین ارتفاع ۸۸۰ متر در خروجی دشت در تنگل شور است (Hosseini & Bagheri, 2014).

در مطالعه حاضر جامعه آماری شامل کشاورزان دشت مشهد شامل شهرستان‌های مشهد، چناران و بینالود(طرقبه- شاندیز) می‌باشد. داده‌های مورد نیاز برای انجام این مطالعه مربوط به سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ است که شامل هزینه‌های تولید، هزینه آب مصرفی، منابع آب در دسترس، سطح زیر کشت، میزان عملکرد نیاز آبی و قیمت منطقه‌ای محصولات می‌باشد که از آمار سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی و اطلاعات اسنادی و ثبت شده در دستگاه‌های دولتی ذی‌ربط گردآوری و مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

در دشت مشهد، شهرستان مشهد بیشترین سطح زیر کشت محصولات آبی منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است و محصول گندم و جو در این دشت در مجموع نسبت به سایر محصولات مورد مطالعه دارای سطح زیر کشت بیشتری است.

در این قسمت ابتدا با استفاده از مدل PMP سیاست گسترش سطح زیرکشت زعفران در ۳ سناریوی تخصیص حداقل ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد از کل سطح زیرکشت به زعفران بررسی می‌شود. سناریورهای مختلف در مدل اعمال شد و در نهایت سناریوهایی که بیشترین تغییرات را در مدل ایجاد کردند، مورد بررسی قرار گرفت. اما در ادامه چون سیاست گسترش کشت زعفران به تنهایی قادر به ایجاد کاهش مصرف آب نمی‌گردد، در قسمت دوم، محدودیت عدم کاهش مجموع سطح زیرکشت گندم و جو نیز اضافه می‌گردد.

سیاست افزایش سطح زیر کشت زعفران در سه شهرستان مشهد، بینالود و چناران

در ستون اول جدول ۱ سطح زیر کشت هر یک از محصولات شهرستان مشهد در سال ۱۳۹۴ آورده شده است که همان جواب مدل PMP نیز می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌گردد در حالت فعلی سطح زیرکشت زعفران ۱۹۳۵ هکتار است اما اگر سطح زیرکشت این محصول به ۵، ۱۰ یا ۱۵ درصد کل سطح زیرکشت این شهرستان افزایش یابد، در آنصورت بر طبق نتایج مدل PMP سطح زیرکشت گندم، جو، سایر محصولات زراعی و محصولات باغی کاهش می‌یابد، که بیشترین درصدهای کاهش در زمان افزایش ۱۵ درصد زعفران مربوط به جو (۲۳٪) و گندم (۱۰٪) است. در نتیجه این تغییرات بنابرپیش‌بینی مدل، برخلاف انتظار مصرف آب دچار کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

نمی‌شود و در سطح همان ۲۳۹ میلیون متر مکعب باقی می‌ماند اما درآمد کشاورزان در هر ۳ سناریو افزایش می‌یابد.

جدول ۱- سیاست افزایش سطح زیر کشت زعفران در شهرستان مشهد

Table 1– The policy of increasing the level of cultivation of saffron in Mashhad county

محصول Crop	فعلی Current	۵ درصد زعفران 5% Saffron	۱۰ درصد زعفران 10% Saffron	۱۵درصد زعفران 15% Saffron
گندم Wheat	12160	12048	11487	10926
جو Barley	12584	12312	10955	9599
سایر محصولات زراعی Other crops	13665	13575	13478	13380
محصولات باغی Garden products	9181	9114	8653	8191
زعفران Saffron	1935	2476	4953	7429
آب Water (million M^3)	239.1865	239.1865	239.1865	239.1865
درآمد Income	132899900	134207600	139900600	145593500

نتایج مدل PMP بمنظور بررسی اثرات سیاست افزایش سطح زیرکشت زعفران در شهرستان بینالود به زعفران در جدول ۲ آورده شده است. در ستون اول سطح زیر کشت محصولات این شهرستان در سال ۱۳۹۴ آورده شده است که همان جواب مدل PMP نیز می‌باشد. در حالت فعلی سطح زیرکشت زعفران ۴ هکتار است اما اگر سطح زیرکشت این محصول به ۵، ۱۰ یا ۱۵ درصد کل سطح زیرکشت این شهرستان افزایش یابد، در آنصورت بر طبق نتایج مدل PMP سطح زیرکشت گندم، جو، سایر محصولات زراعی و محصولات باغی کاهش می‌یابد، در سطح ۵ درصد زعفران، مصرف آب حدود ۱ میلیون متر مکعب که معادل ۲٪ کل مصرف آب کشاورزی این شهرستان است کاهش می‌یابد و سطح درآمد کشاورزان نیز حدود ۹٪ افزایش می‌یابد. سایر سناریوهای این سیاست دراین شهرستان نیز اثرات مثبتی به همین ترتیب دارند و باعث کاهش مصرف آب و افزایش درآمد کشاورزان می‌شوند.

در ستون اول جدول ۳ سطح زیر کشت هر یک از محصولات شهرستان چناران در سال ۱۳۹۴ آورده شده است که همان جواب مدل PMP نیز می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد در حالت فعلی سطح زیرکشت زعفران ۴۷۰ هکتار است اما اگر سطح زیرکشت این محصول به ۵، ۱۰ یا ۱۵ درصد کل سطح زیرکشت این شهرستان افزایش یابد، در آنصورت بر طبق نتایج مدل PMP سطح زیرکشت گندم، جو و محصولات باغی کاهش می‌یابد اما سطح زیرکشت سایر محصولات زراعی افزایش می‌یابد. بیشترین درصد کاهش مربوط به جو است. در نتیجه این تغییرات، همانند دشت مشهد، مصرف آب دچار کاهش نمی‌شود و در سطح همان ۲۰۹ میلیون متر مکعب باقی می‌ماند اما درآمد کشاورزان در هر ۳ سناریو افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- سیاست افزایش سطح زیر کشت زعفران در شهرستان بینالود

Table 2- The policy of increasing the level of cultivation of saffron in Binalud county

محصول Crop	فعلی Current	۵ درصد زعفران 5% Saffron	۱۰ درصد زعفران 10% Saffron	۱۵درصد زعفران 15% Saffron
گندم Wheat	125	109	108	108
جو Barley	48	34	33	32
سایر محصولات زراعی Other crops	67	64	64	63
محصولات باغی Garden products	6741	6428	6081	5734
زعفران Saffron	4	349	699	1048
آب Water (million M^3)	51.29	50.29	48.89	47.49
درآمد Income	7655673	85730	9521252	10469410

جدول ۳- سیاست افزایش سطح زیر کشت زعفران در شهرستان چناران

Table 3- The policy of increasing the level of cultivation of saffron in Binalud county

محصول Crop	فعلی Current	۵ درصد زعفران 5% Saffron	۱۰ درصد زعفران 10% Saffron	۱۵درصد زعفران 15% Saffron
گندم Wheat	7744	7457	7071	6686
جو Barley	9900	9040	7885	6731
سایر محصولات زراعی Other crops	8359	8361	8412	8464
محصولات باغی Garden products	12338	12014	11561	11109
زعفران Saffron	470	1941	3881	5822
آب Water (million M^3)	209.6836	209.6836	209.6836	209.6836
درآمد Income	75905090	79449240	84087510	88725770

سیاست افزایش سطح زیر کشت زعفران مشروط به عدم کاهش سطح زیر کشت سایر محصولات

نتایج مدل PMP بمنظور بررسی اثرات سیاست افزایش سطح زیرکشت زعفران در ۳ سناریوی تخصیص حداقل ۵٪، ۱۰٪ و ۱۵ درصد از کل سطح زیر کشت شهرستان‌های مشهد، بینالود و چناران به زعفران، مشروط به عدم کاهش مجموع سطح زیر کشت گندم و جو به ترتیب در جداول ۴، ۵ و ۶ آورده شده است. در ستون اول جدول ۴ سطح زیر کشت هر یک از محصولات شهرستان مشهد در سال ۱۳۹۴ آورده شده است که همان جواب مدل PMP نیز می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌گردد در حالت فعلی سطح زیرکشت زعفران ۴۷۰ هکتار است اما اگر سطح زیرکشت این محصول به ۵، ۱۰ یا ۱۵ درصد کل سطح زیرکشت این شهرستان افزایش یابد، سطح زیرکشت جو کاهش و سطح زیرکشت گندم با توجه به شرط ثابت بودن مجموع سطح زیرکشت گندم و جو، به همان اندازه افزایش می‌یابد. سطح زیرکشت محصولات باغی و سایر محصولات

www.SID.ir

Archive of SID

زراعی نیز کاهش می‌یابد. در نتیجه این تغییرات، مصـرف آب از ۲۳۹ میلیون مترمکعب به ۲۱۹ میلیـون مترمکعـب در سـناریوی ۱۵ درصد زعفران، کاهش می‌یابد که کاهش قابل توجهی است. درآمد کشاورزان هم در هر ۳ سناریو افزایش می‌یابد.

جدول ٤- سیاست افزایش سطح زیرکشت زعفران بدون کاهش سطح زیرکشت گندم و جو در شهرستان مشهد

Table 4- Increasing the level of saffron cultivation without reducing the level of wheat and barley cultivation in Mashhad county

محصول Crop	فعلی Current	۵ درصد زعفران 5% Saffron	۱۰ درصد زعفران 10% Saffron	۱۵ درصد زعفران 15% Saffron
گندم Wheat	12160	12266	12266	12266
جو Barley	12584	12478	12478	12478
سایر محصولات زراعی Other crops	13665	13478	13108	12737
محصولات باغی Garden products	9181	8827	6721	4616
زعفران Saffron	1935	2476	4953	7429
آب Water (million M^3)	239.1865	239.1391	229.1508	219.1625
درآمد Income	132899900	134208900	140251600	146294300

همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌گـردد در حالـت فعلـی سطح زیرکشت زعفران در بینالود ۴ هکتار است و بـه ۵، ۱۰ یـا ۱۵ درصد کل سطح زیرکشت این شهرسـتان افـزایش یابـد، بـا توجه به شرط ثابت بودن مجموع سطح زیرکشـت گنـدم و جـو، مجموع سطح زیرکشت این دو محصول ثابت می‌مانـد، بنـابراین سطح زیرکشت محصولات باغی و سایر محصـولات زراعـی بـه اندازه افزایش زعفران، کاهش می‌یابد. در نتیجـه ایـن تغییـرات، مصرف آب از ۵۱ میلیون مترمکعب به ۴۷ میلیون مترمکعـب در سناریوی ۱۵ درصد زعفران، کاهش می‌یابد. درآمد کشاورزان هم در هر ۳ سناریو افزایش می‌یابد.

جدول ٥- سیاست افزایش سطح زیرکشت زعفران بدون کاهش سطح زیرکشت گندم و جو در شهرستان بینالود

Table 5- Increasing the level of saffron cultivation without reducing the level of wheat and barley cultivation in Binaloud county

محصول Crop	فعلی Current	۵ درصد زعفران 5 % Saffron	۱۰ درصد زعفران 10 % Saffron	۱۵درصد زعفران 15 % Saffron
گندم Wheat	125	126	126	126
جو Barley	48	47	47	47
سایر محصولات زراعی Other crops	67	64	64	63
محصولات باغی Garden products	6741	6399	6050	5701
زعفران Saffron	4	349	699	1048
آب Water (million M^3)	51.29799	50.15297	48.74339	47.33381
درآمد Income	7655673	8593996	9543270	10492540

www.SID.ir

Archive of SID

در جدول ۶ مشاهده می‌گردد که در حالت فعلی سطح زیرکشت زعفران در چناران ۴۷۰ هکتار است. اگر سطح زیرکشت این محصول به ۵، ۱۰ یا ۱۵ درصد کل سطح زیرکشت این شهرستان افزایش یابد، با توجه به شرط ثابت بودن مجموع سطح زیرکشت گندم و جو، مجموع سطح زیرکشت این دو محصول ثابت می‌ماند اما جو کاهش و گندم افزایش می‌یابد. سطح زیرکشت محصولات باغی در همه‌ی سناریوها کاهش می‌یابد اما سطح زیر کشت سایر محصولات زراعی در سناریوی ۵ درصد زعفران، افزایش و در دو سناریوی دیگر کاهش می‌یابد. مصرف آب نیز در این شهرستان از ۲۰۹ میلیون مترمکعب به ۱۸۷ میلیون مترمکعب در سناریوی ۱۵ درصد زعفران، کاهش می‌یابد. درآمد کشاورزان هم در هر ۳ سناریو افزایش می‌یابد.

جدول ٦- سیاست افزایش سطح زیرکشت زعفران بدون کاهش سطح زیرکشت گندم و جو در شهرستان چناران
Table 6- Increasing the level of saffron cultivation without reducing the level of wheat and barley cultivation in Chenaran county

محصول Crop	فعلی Current	۵ درصد زعفران 5 % Saffron	۱۰ درصد زعفران 10 % Saffron	۱۵درصد زعفران 15 % Saffron
گندم Wheat	7744	7815	7815	7815
جو Barley	9900	9829	9829	9829
سایر محصولات زراعی Other crops	8359	8416	8143	7870
محصولات باغی Garden products	12338	10811	9143	7475
زعفران Saffron	470	1941	3881	5822
آب Water (million M^3)	209.6836	204.5437	196.128	187.7122
درآمد Income	75905090	79840110	84893140	89946170

نتیجه‌گیری

دشت مشهد در استان خراسان رضوی و جزو دشت‌های ممنوعه و ممنوعه‌ی بحرانی است. با عنایت به اینکه در اثر بهره‌برداری‌های بی‌رویه و غیرمجاز از منابع آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی در آن به تدریج پایین رفته و با کسری مخزن مواجه شده‌است، انتخاب استراتژی‌های مناسب برای کاهش مصرف آب در این دشت ضروری است در مجموع مشاهده گردید که هر چند سیاست افزایش سطح زیرکشت زعفران باعث کاهش مصرف آب در شهرستان بینالود می‌شود اما در دو شهرستان مشهد و چناران مصرف آب تغییری نمی‌کند. با این‌حال در هر ۳ شهرستان درآمد کشاورزان افزایش خواهد یافت. علت این امر می‌تواند به این دلیل باشد که در بینالود اکثر سطح زیرکشت به محصولات باغی با نیاز آبی بالا، اختصاص داده شده و زعفران جایگزین این محصولات می‌شود و مصرف آب کاهش می‌یابد اما چون در دو شهرستان مشهد و چناران کشت غالب گندم و جو است که نیاز آبی کمی دارند، با گسترش زعفران، سطح زیرکشت گندم و جو (که نیاز آبی کمتری نسبت به زعفران دارند) کاهش می‌یابد و کاهشی در مصرف آب ایجاد نمی‌شود. بنابراین در ادامه این سیاست بررسی گردید که چنانچه سیاست گسترش کشت زعفران توام با عدم کاهش مجموع

www.SID.ir

Archive of SID

سطح زیر کشت گندم و جو باشد چه اثراتی خواهد داشت. این سیاست باعث می‌شود که مصرف آب در هر سه شهرستان کاهش و درآمد کشاورزان به نحو مطلوبی افزایش یابد، بنابراین در این راستا پیشنهاد می‌شود که چنانچه سیاست گسترش کشت زعفران با هدف کاهش مصرف آب اتخاذ می‌شود، این سیاست بایستی به همراه سیاست‌های مکملی هم‌چون عدم کاهش مجموع سطح زیر کشت گندم و جو باشد، تا مثمر ثمر واقع گردد، بنابراین کشت جایگزین و ملغی کردن کشت‌های آب‌بر یکی از راهکارهای نجات از آسیب‌های خشکسالی و گذر از شرایط بحرانی کم‌آبی در استان است. اما اینکه فقط دست اندرکاران، مسئولان، کارشناسان و سیاست‌گذاران حوزه آب قانع شده و به این نتیجه برسند که زمان کشت‌های آب‌بر به سر آمده و باید کشت‌های جایگزین به کشاورزان معرفی کرد کافی نیست، باید روی تک تک کشاورزان و روستاییان و کسانی که تاکنون از کشت محصولات آب‌بر ارتزاق می‌کرده‌اند کار فرهنگی و اقتاعی انجام شود. همچنین کشت‌های جایگزین و کم آب‌بر باید به عنوان یک رویکرد اصلی در بخش کشاورزی استان و توسط دست اندرکاران این بخش دنبال شود و کارشناسان مربوطه کار پژوهشی مناسبی روی محصولات کم آب‌بر انجام داده و شاخص‌های مطلوبی از جایگزینی این محصولات را استخراج و به نحو مطلوبی از طریق ترویج به کشاورزان معرفی نمایند. اما در عمل اکثر سیاستهای کاهش مصرف آب منجر به افزایش سطح زیر کشت و درنتیجه ثبات مصرف آب در منطقه می شود. به عبارتی درصورتی که کشاورز احساس کند با افزایش سطح زیرکشت زعفران در کنار عدم کاهش سطح زیرکشت جو و گندم مصرف آب نسبت به قبل کاهش یافته اقدام به افزایش سطح زیرکشت جو و گندم نسبت به قبل می کند تا از حق آبه ای که دارد حداکثر استفاده را کند و درنتیجه از فشار به سفره های آب زیرزمینی کاسته نمی شود، بنابراین در این زمینه پیشنهاد می شود در سیاست‌های اعمال شده اثرات متقابل اعمال سیاست ها در نظر گرفته شود.

منابع

Agricultural Jihad Statistics. 2015. Agricultural Jihad Organization of Khorasan Razavi, Deputy Director of Planning and Economic Affairs, Office of Agricultural Statistics and Information.

Bakhshi, A., Moghaddasi, R., and Daneshvar Kakhki, M. 2011. Application of a positive math model to analyze the effects of alternative water pricing policies in Mashhad plain. Agricultural Economics and Development 3: 284-294.

Bustani, F., Mohammadi, H., and Moin al-Dini, Z. 2014. The consequences of increased water prices and irrigation water reduction in Fars province (Appropriate positive mathematical programming approach). Water Resources Engineering 20: 65-78.

Behniafar, A., Qanbarzadeh, H., and Ishraqi, AS. 2010 Investigation of effective factors in Mashhad plain subsidence and its geomorphic consequences. Geography and Urban Planning of the Zagros Landscape 5: 131-146.

Parhizkari, A., Sobuhi, M., Ahmadpour M., Badie Barzin, H. 2015. Simulation of farmers' response to pricing and irrigation water ratio policies (Case Study: Zabol County). Agriculture Economics and Development 2: 164-176.

Hosseini, S.A., and Bagheri, A. 2014. Dynamic modeling of the water resources system of Mashhad plain for analysis of sustainable development strategies. Water and Waste Water 88: 28-39.

www.SID.ir

Archive of SID

Rahnema, A., Kohansal, M.R., and Durandish, A. 2012. Estimating the economic value of water using a positive math planning approach in Quchan city. Agricultural Economics 4: 127-144.

Shahraki, J., Akbari, L., and Jafari, M. 2016. Study of the effects of elimination of water input subsidies on the production of ornamental flowers using the maximum entropy approach. Agricultural and Development Economics 95: 147-165.

Shirzadi Lezkouklai, S., Sabouhi Saboni, M., Keikha, A., and Davari, K. 2017. Management of saffron irrigation by using pricing and water policies (Case Study: Neyshabour Basin). Agriculture and Technology of Saffron 5 (2): 149-160.

Medellin Azuara, N., Katrinai, A., and Rosa, M. 2012. Water pricing policies in California with positive math planning patterns. Agricultural Economics Journal 30 (11): 17- 44.

Mozafari, M.M. 2015. Determine the appropriate policy program for protecting water resources in Qazvin Plain. Water and Soil Resources Protection 2: 29-46.

Sabouhi, M., and Azadegan, AS. 2014. Estimation of dynamic supply function of major agricultural products and analysis of impact of irrigation water pricing policy: Case study of Mashhad-Chenaran plain. Agriculture Economics and Development 2: 185-196.

Karbasi, A.R, and Rafiee Darani, H. 2014. The effect of changing the components of the final demand of the economy on water consumption in the agricultural sector: Data-output analysis in Khorasan Razavi province. Agricultural and Development Economics 85: 37-63.

Mohtashmi, T., Karbasi, A.R., and Zandi darreh Gharibi, B. 2016. Economic analysis of production and comparison of technical efficiency of small and large saffron farms in Razavi Khorasan province. Agriculture and Technology of Saffron 12: 131-145

Moghaddasi, R., Daneshvar, M., and Bakhshi, A.2009. Application of positive math model to analyze the effects of alternative water pricing policies in Mashhad plain. Journal of Agricultural Economics and Development 25 (3): 284- 294.

Mohseni A., and Zibaee, M. 2009. Effect of increasing the level of under cultivation of canola in the plain of Nemdan, Fars province: Application of positive math model. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science 47: 773-784.

Mahmoudi, H., and Afrasiabi, S. 2012. Analysis of price transmission in saffron market Case study: Razavi Khorasan provinces, North and South. Agriculture and Technology of Saffron 2 (2): 155-164.

Nasrabadi, A. 2014. Environmental evidence of Iranian water crisis and some solutions. Social-cultural strategy 15: 65-89.

Arata, L., Donati, M., Sckokai, P., and Arfini, F. 2017. Incorporating risk in a positive mathematical programming framework: a dual approach. AustralianJournal of Agricultural and Resource Economics 61: 265–284.

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

Cortignani, R., and Severini, S. 2012. Modelling farmer participation to a revenue insurance scheme by means of the positive mathematical programming, Agricultural Economics - Czech 58 (7): 324–331.

Heckelei, T., Britz, W., and Zhang, Y. 2012. Positive mathematical programming approaches—recent developments in literature and applied modelling. Bio-based and Applied Economics 1 (1): 109-124.

www.SID.ir

Archive of SID

Heckelei, T., and Britz, W. 2000. Positive mathematical programming with multiple data points: A cross-sectional estimation procedure. Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales 57: 28–50.

Heckelei, T., and Wolff, H. 2003. Estimation of constrained optimization models for agricultural supply analysis based on generalized maximum entropy. European Review of Agricultural Economics 30 (1): 27–50.

Howitt, R.E. 2005. PMP based production models-development and integration. EAAE. The Future of Rural Europe in the Global Agri-Food System. Denmark, 23–27 August 2005.

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

Júdez, L., Miguel, J.M., Mas, J., and Bru, R. 2002. Modeling crop regional production using positive mathematical programming. Mathematical and Computer Modelling 35: 77–86.

Paris, Q., and Howitt, R.E. 1998. An analysis of Ill-posed problems using maximum entropy. American Journal of Agricultural Economics 80 (1): 124–138.

Rohm, O., and Dabbert, S. 2003. Integrating agri-environmental programs into regional production models: an extension of positive mathematical programming. American Journal of Agricultural Economics 85 (1): 254–265.

Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 27: 379 –423.

Solazzo, R., Donati, M., and Arfini, F. 2015. Cap towards 2020 and the cost of political choices: The case of Emilia-romagna region. Land Use Policy 48: 575–587.

Louhichi, K., Ciaian, P., Espinosa, M., Colen, L., Perni, A., and Paloma, S.G. 2017. Does the crop diversification measure impact EU farmers' decisions? An assessment using an Individual Farm Model for CAP Analysis (IFM-CAP). Land Use Policy 66: 250–264.

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation of saffron cultivation development policy to reduce water consumption in the Mashhad plain

Morteza Ashrafi[1], Mahmood Hoshmand[2], Mohammad Reza Lotfalipour[2] and Kamran Davary[3]*

Submitted: 22 July 2017 **Accepted:** 17 February 2018

Ashrafi, M., Hoshmand, M., Lotfalipour, M.R., and Davary, K. 2019. Investigation of Saffron Cultivation Development Policy to Reduce Water Consumption in the Mashhad Plain. Saffron Agronomy & Technology 7(1): 111-123.

Abstract

Mashhad plain is one of plains of the Khorasan Razavi province, which is one of the prohibited and critically prohibited plains. Due to unlicensed and unauthorized exploitation, the groundwater level has been gradually lowered and with a deficit of reservoir. Therefore, choosing the right strategies to reduce water consumption in this plain is necessary. Various policies have been proposed to reduce agricultural water consumption by researchers, including the policy of expanding crops with low water requirements such as saffron. This policy may be a good solution to tackling the increasing use of water. However, since different policies have different dimensions and effects, each policy must be explicitly examined for the impact of each policy, as well as its implications. In this regard, the consequences of the policy of extending the cultivation of saffron in three scenarios of allocating 5%, 10% and 15% of the total land area of the three counties located in the Mashhad Plain was investigated using a positive mathematical programming model. The results showed that with the application of this policy, in all three cities, the income of farmers will increase. However, water consumption will decrease only slightly in Binalud, and will not change in the other two cities. This is because with the expansion of saffron cultivation, instead of reducing the area of products with a high water requirement, the area of wheat and barley that requires less water than saffron is reduced. Therefore, no reduction in water consumption results. So, next the policy to increase the cultivation of saffron, along with the absence of a decrease in total surface area of wheat and barley was examined next. It was observed that the application of this policy would reduce the consumption of water in all three cities and increase the income of farmers.

Keywords: Water requirment, Positive Mathematical Programming, Mashhad Plain.

1 - PhD. Student Of Economics,Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative sciences ,Ferdowsi University of Mashhad
2 - Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative sciences ,Ferdowsi University of Mashhad
3 - Professor, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*-Corresponding author Email: m-hoshmand@um.ac.ir)
DOI: 10.22048/jsat.2018.92655.1247

www.SID.ir