



## مدیریت آبیاری زعفران با استفاده از اعمال سیاست‌های قیمتی و مقداری آب (مطالعه موردی: حوضه آبریز نیشابور)

سمیه شیرزادی لسکوکلايه<sup>۱\*</sup>، محمود صبحی صابونی<sup>۲</sup>، احمد علی کیخا<sup>۳</sup> و کامران داوری<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۰ آذر ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۱۲ شهریور ۱۳۹۴

شیرزادی لسکوکلايه، س.، صبحی صابونی، م.، کیخا، ا.ع.، و داوری، ک. ۱۳۹۶. مدیریت آبیاری زعفران با استفاده از اعمال سیاست‌های قیمتی و مقداری آب (مطالعه موردی: حوضه آبریز نیشابور). زراعت و فناوری زعفران، ۵(۲): ۱۶۰-۱۴۹.

### چکیده

کاهش منابع آبی، روند افزایشی وقوع خشکسالی‌ها و صدمات سنگین آن به کشور، بیش از پیش استفاده کارآمد از این منبع را ضرورت می‌بخشد. هدف این مطالعه، ارزیابی اثرات سیاست‌های گوناگون کاهش میزان آب مصرفی و افزایش قیمت هر مترمکعب آب بر الگوی کشت محصول زعفران می‌باشد. داده‌های مورد نیاز پژوهش با مصاحبه‌ی حضوری در میان ۱۰۰ بهره‌بردار مناطق کشاورزی دشت رخ و نیشابور سال ۱۳۹۱ به‌دست آمد. انتخاب مزارع نمونه با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی، انجام و مدل برای هر دو منطقه محاسبه شد. نتایج حاصل از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت نشان داد که با ۲۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب در دشت رخ و ۳۰ درصد در دشت نیشابور می‌توان الگوی کشتی مشابه با مقادیر داده‌ی واقعی در سطح مزرعه برای محصول زعفران دست یافت. همچنین با کاهش مقدار آب، ارزش اقتصادی آب افزایش نشان داد. دو برابر نمودن قیمت هر متر مکعب آب مصرفی نیز در میزان مصرف آب و سطح زیر کشت محصول تأثیری نشان نداد و تنها منجر به کاهش سود شد. لذا پیشنهاد می‌گردد برای صرفه‌جویی منابع آبی، علاوه بر تشخیص زمان دقیق آبیاری و میزان مناسب آن برای محصول زعفران که می‌تواند اثرات منفی آبیاری بیش از حد و بی‌موقع را بر عملکرد این محصول کاهش دهد و در مدیریت بهینه آب مؤثر باشد، سیاست‌های کاهش مقدار آب در دسترس نیز در برنامه‌ریزی سیاست‌گذاران قرار بگیرد.

**کلمات کلیدی:** برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، حوضه آبریز نیشابور، زعفران، مدیریت آبیاری.

۱- دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل

۴- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

\*- نویسنده مسئول: shirzady24@gmail.com

## مقدمه

افزایش تولید محصولات کشاورزی و درآمد کشاورزان از اهداف مهم سیاست‌گذاران بخش کشاورزی به‌شمار می‌رود. بر اساس گزارش محسن پور و زیبایی ( Mohsenpour & Zibaei., 2010)، کاهش منابع آبی، روند افزایشی وقوع خشکسالی‌ها و صدمات سنگین آن به کشور، بیش از پیش استفاده کارآمد از این منابع را ضرورت می‌بخشد. ( Paymozd et al., 2010). مسئله مهمی که در زمینه بهره‌برداری از منابع محدود آب وجود دارد، عدم تعادل در عرضه و تقاضای آب، به ویژه در زمان بروز خشکسالی‌های دوره‌ای در اغلب نقاط کشور می‌باشد. عرضه و تقاضای نامتعادل آب در بخش کشاورزی به عنوان یک محدودیت اساسی، بازده تولید محصولات را با روند کاهشی در بلندمدت مواجه می‌سازد ( Barikani & Khalilian., 2011). احسانی و همکاران ( Ehsani et al., 2010) بیان کردند که ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب کشاورزی در مدیریت اقتصادی منابع آب هر منطقه نقش مهمی را ایفا می‌کند. از آنجا که در کشورهای خشک یا نیمه‌خشکی چون ایران آب از مهم‌ترین عوامل محدودکننده توسعه کشاورزی به‌شمار می‌آید، اهمیت مدیریت مناسب آب در مزرعه نیز اهمیت قابل توجهی دارد. طرفداران سیاست قیمت‌گذاری آب معتقدند که این سیاست به‌طور معنی‌داری وضعیت عملیات مدیریت آب را بهبود می‌بخشد و اساساً به‌طور جزئی یا کلی هزینه‌های خدمات آب را تأمین می‌کند و از طریق تأثیر در رفتار مصرف‌کنندگان، امکان استفاده منطقی از آب را فراهم می‌کند (Shajari et al., 2009). برطبق گزارش کرامت زاده و همکاران (Karamatzade et al., 2006)، نقش دیگر قیمت آب، ایجاد انگیزه برای صرفه‌جویی در مصرف آب و جلوگیری از اسراف یا اتلاف آن است،

زیرا ارزان بودن آب باعث زیاده‌روی در مصرف آب می‌شود و انگیزه را برای حفاظت و استفاده اقتصادی آن تضعیف می‌کند.

از آنجایی که گیاه زعفران نسبت به آبیاری بی‌موقع و بیش از حد در زمان نامتعارف واکنش منفی نشان می‌دهد و تأثیر منفی بر عملکرد آن دارد، بنابراین مدیریت دور آبیاری و نیاز آبیاری با توجه به عوامل مؤثر بر آن در منطقه می‌تواند از اثرات منفی آبیاری بی‌موقع بر عملکرد و کاهش سود حاصل از محصول بکاهد ( Razavi Khorasan Regional Water Company, 2011). محصول زعفران نقش مهمی در اشتغال‌زایی و تأمین معیشت خانوارهای دو منطقه رخ و نیشابور واقع در حوضه آبریز نیشابور دارد که قابلیت‌های صادراتی، ارزآوری بالا و سودآوری مناسب آن برای کشاورزان زبان زد می‌باشد. حوضه آبریز نیشابور از جمله حوضه‌هایی است که با مشکلات برداشت بی‌رویه و کسری مخزن در چند سال اخیر روبرو شده است. این منطقه از شمال به خط الرأس ارتفاعات بینالود، از شرق به بلندی‌های لیلا جوق و یالپلنگ، از جنوب به تپه ماهورهای نیزه بند، سیاه کوه، کویر نمک و از غرب به حوضه آبریز دشت سبزواری محدود می‌شود ( Razavi Khorasan Regional Water Company, 2011).

از نکات درخور توجه، کاهش عملکرد محصول زعفران در منطقه مورد مطالعه، در طی زمان بوده‌است. بر اساس آمار، عملکرد زعفران در سال ۱۳۷۰ برابر با ۵/۱ کیلوگرم در هکتار بوده که در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ به ترتیب به ۳/۹ و ۰/۶ کاهش یافته‌است ( Trade Promotion Organization, 2009). بر این اساس می‌توان گفت که بخشی از این کاهش عملکرد به نحوه مدیریت و استفاده از منابع تولید (عدم مدیریت صحیح در نحوه، تعداد دفعات آبیاری بیش از حد نیاز گیاه و تاریخ و زمان مناسب آبیاری) و بخش دیگر آن به عوامل خارج

تأثیر مهمی بر درآمد کشاورز دارد، به این معنی که کاهش در سطح یارانه منجر به کاهش بازده ناخالص کشاورز می‌شود.

مدلین - آزورا (Medellin-Azuara et al., 2012) پاسخ کشاورزان به سیاست‌های قیمت‌گذاری آب، سهمیه‌بندی و یارانه را با فرض حداکثرسازی سود سرمایه‌گذاری در تکنولوژی آبیاری با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در کالیفرنیا بررسی نمودند. نتایج نشان داد یارانه اثر کمی بر استفاده از زمین و مصرف آب دارد و ترکیب سیاست‌های سهمیه‌بندی آب و یارانه منجر به افزایش تولید کل و درآمد خالص کشاورز می‌شوند. افزون بر آن، سیاست قیمت‌گذاری آب به تنهایی می‌تواند منجر به کاهش مصرف آب شود و بهره‌وری آب با استفاده از این سیاست‌ها افزایش می‌یابد.

محسنی و زیبایی (Mohseni & Zibaei, 2002) 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 با وارد شدن کلزا به الگوی کشت، ریسک الگوی کشت یا به عبارت دیگر واریانس درآمد افزایش می‌یابد و افزایش سطح زیرکشت کلزا منجر به کاهش سطح زیرکشت گندم و لوبیا می‌شود. افزون بر آن، با ورود کلزا به الگوی کشت کشاورزان، مصرف سموم شیمیایی افزایش می‌یابد.

بالالی و همکاران (Balali et al., 2010) نقش سیاست قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی بر تعادل منابع آب زیرزمینی دشت همدان - بهار را با استفاده از مدل برنامه‌ریزی پویا بررسی نمودند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که سیاست قیمت‌گذاری آب در برخی دامنه‌های قیمتی تأثیر قابل توجهی در کاهش تقاضا و بهره‌برداری منابع آب زیرزمینی و افزایش عمر آبخوان دارد.

بخشی و پیکانی (Bakhshi & Paykani, 2011) از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در سطح مزرعه برای تحلیل اثرات

از کنترل مانند بروز پدیده خشک‌سالی و یا سرمازدگی برمی‌گردد. لذا، در این مطالعه یکی از عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد زعفران، از طریق تغییر در قیمت و مقدار آب قابل دسترس برای کشت این محصول مورد مطالعه قرار گرفت و تأثیر آن بر سود و سطح زیر کشت آن بررسی شد.

در زمینه اثرات سیاست‌گذاری‌ها بر الگوی کشت، مدیریت منابع آب و مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت<sup>۱</sup> مطالعات فراوانی در خارج و داخل کشور انجام شده است از آن جمله:

آرفینی (Arfini et al., 2003) مدل برنامه‌ریزی مثبت را برای برآورد اثرات سیاست‌های کشاورزی در سطح ملی، منطقه‌ای و زیرمنطقه‌ای در کشور ایتالیا را با استفاده از داده‌های خرد و اطلاعات اداری توصیف نمودند. این مدل امکان اندازه‌گیری اثرات کمی و کیفی سیاست‌ها در سطح منطقه‌ای و زیرمنطقه‌ای را داشت. 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 سیاست قیمت‌گذاری آب هنگامی که سطوح قیمت آب بالا باشد، در کاهش مصرف آب آبیاری مؤثر است.

بورگز و همکاران (Borges et al., 2010) اثرات تغییر در سیاست مشترک کشاورزی (CAP) را بر الگوهای منطقه‌ای استفاده از زمین در قالب یک سیستم حمایت تصمیم با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در جنوب پرتغال ارزیابی نمودند. یافته‌ها نشان داد که روش پیشنهادی مطالعه برای ارزیابی تأثیر تغییر در قیمت‌ها و سیاست‌های کشاورزی در الگوی استفاده از زمین و جنگل می‌تواند مؤثر باشد.

جیتا (Jitea, 2011) پیامدهای سیاست‌های کشاورزی را در سطح مزرعه در کشور رومانی با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که سیاست‌های کشاورزی

## مواد و روش

برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP<sup>۱</sup>)، اولین بار در سال ۱۹۹۵ توسط هویت<sup>۲</sup> معرفی شد (صیوحی و همکاران، ۱۳۸۶). رویکرد کلی مدل PMP، استفاده از اطلاعات متغیرهای دوگان محدودیت‌های کالیبراسیون است که جواب مسئله برنامه‌ریزی خطی را به سطح فعالیت‌های موجود محدود می‌کند. مقادیر دوگان مربوط به محدودیت‌های کالیبراسیون بیانگر قیمت سایه-ای محصولات تولید شده می‌باشند (Howitt et al., 2009). هویت ۱۹۹۵، پاریس و هویت ۱۹۹۸ و هکلی ۲۰۰۰ مقادیر دوگان مرتبط با محدودیت‌های کالیبراسیون را به عنوان نماینده-ای از هر نوع خطای تصریح مدل، خطای داده‌ها، خطای هم‌جمعی سازی، رفتار خطرپذیری و انتظارات قیمتی تفسیر کرده-اند. روش برنامه‌ریزی مثبت به دو مرحله‌ی تجزیه و تحلیل سیاستی و واسنجی تقسیم‌بندی می‌شود. در تجزیه و تحلیل سیاستی، اثرات تغییر قیمت‌ها، هزینه‌ها و منابع تخمین زده می-شود (Howitt et al., 2012).

به طور کلی کالیبراسیون یا واسنجی مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به کاررفته در این تحقیق در سه مرحله به شرح زیر صورت می‌گیرد:

### مرحله اول: حل مدل برنامه‌ریزی خطی و برآورد قیمت‌های سایه‌ای

این مرحله شامل حل مدل برنامه‌ریزی خطی در جهت حداکثر نمودن سود منطقه‌ای کشاورزان با توجه به محدودیت‌های منابع و محدودیت‌های واسنجی شده می‌باشد. در این مرحله پس از حل مدل برنامه‌ریزی خطی مقادیر قیمت‌های سایه‌ای برای محدودیت‌های منابع و واسنجی به‌دست می‌آید. شکل ریاضی مدل برنامه‌ریزی خطی به‌صورت زیر می‌باشد

مختلف کاربرد سیاست‌های قیمت‌گذاری آب و همچنین سیاست‌های جایگزین آن در دشت مشهد بهره‌گرفتند. سناریوهای شبیه‌سازی شده شامل افزایش قیمت نهاده آب، مالیات بر نهاده‌های مکمل نهاده آب و مالیات بر محصول بود. نتایج نشان داد سیاست قیمت‌گذاری آب و مالیات بر محصول در مقایسه با سیاست مالیات بر نهاده مکمل، مؤثرتر و مناسب‌تر می‌باشند.

صیوحی 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.

با توجه به سهم بالای محصول زعفران در اشتغال‌زایی، درآمد کشاورزان، صادرات و ارزآوری کشور و با در نظر گرفتن خشک‌سالی‌های اخیر و کاهش منابع آب زیرزمینی، بررسی اثرات سیاست‌های مختلف مربوط به نهاده آب بر محصول زعفران و اثرات آن بر رفاه کشاورزان منطقه به دلیل عدم مدیریت مناسب در میزان آبیاری این محصول و از طرفی اثرات منفی افزایش یا کاهش میزان و دور آبیاری بر عملکرد محصول زعفران با توجه به سودآوری بالای آن به‌عنوان هدف تحقیق در نظر گرفته شد. داده‌های مورد نیاز مطالعه از سازمان جهاد کشاورزی و اداره آب منطقه‌ای خراسان رضوی و مصاحبه با کشاورزان مناطق رخ و نیشابور به‌دست آمد که با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده، تعداد ۱۰۰ بهره‌بردار (۵۰ بهره‌بردار دشت رخ و ۵۰ بهره‌بردار از دشت نیشابور) انتخاب شدند.

1- Positive Mathematical Programing (PMP)

2- Howitt

کشاورزی می‌باشد. رابطه ۶، محدودیت واسنجی مدل را نشان می‌دهد که در آن  $\bar{x}_{g,land}$  مقدار مشاهده شده فعالیت مورد استفاده در سال پایه و  $\epsilon$  مقدار مثبت بسیار کوچکی را نشان می‌دهد.

مرحله دوم: تخمین تابع تولید CES و تابع هزینه غیر خطی

در این مرحله از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، مقادیر دوگان به دست آمده از مرحله اول برای واسنجی تابع هزینه نمایی به کار برده می‌شود. پس از برآورد ضرایب تابع هزینه، تابع تولید منطقه‌ای با توجه به ثابت بودن کشش جانشینی بین نهاده‌ها تخمین زده شد. بر اساس ویژگی‌های تابع تولید CES و در نظر گرفتن مدل منطقه‌ای در مطالعه حاضر و مطالعات هویت ۲۰۱۲، ۲۰۱۰ و ۲۰۰۹ تابع تولید با کشش جانشینی ثابت در تحقیق حاضر در نظر گرفته شد. تابع تولید CES برای محصول زعفران در هر منطقه به صورت رابطه ۷ بیان گردید.

$$y_g = \tau_g [\beta_{g1} x_{g1}^\rho + \beta_{g2} x_{g2}^\rho + \dots + \beta_{gj} x_{gj}^\rho]^{1/\rho} \quad (7)$$

در رابطه ۷،  $y_g$  میزان تولید محصول زعفران در هر منطقه،  $\tau_g$  پارامتر مقیاس برای محصول زعفران در هر دو منطقه، سهم استفاده از نهاده‌ها در تولید محصول زعفران در هر منطقه،  $x_{gj}$  مقدار استفاده از نهاده‌ها در تولید محصول زعفران در هر منطقه به غیر از نهاده آب آبیاری،  $\nu$  ضریب بازده ثابت نسبت به مقیاس در تابع تولید CES و  $\rho$  متغیری است که بر اساس کشش جانشینی محصول  $\sigma$  تعریف می‌شود که به صورت  $\rho = \frac{\sigma-1}{\sigma}$  (Howitt et al., 2012).

با تخمین تابع تولید و محاسبه مشتق اول از تابع تولید،

(Howitt et al., 2012):

$$MAX: \left[ \sum_{g=1}^2 \left( v_g y_{ldg} - \sum_{j=1, \neq water}^2 W_{gj} a_{gj} \right) x_{Lg,land} - \left( \sum_{g=1}^2 Watl_g \bar{w}_g \right) \right] \quad (1)$$

$$a_{gj} = \frac{x_{gj}}{x_{g,land}} \quad \forall g = 1,2 \quad (2)$$

$$x_{Lg} \leq b_{g,land} \quad \forall g = 1,2 \quad (3)$$

$$aw_g x_{Lg,land} \leq Watl_g, \quad \forall g = 1,2 \quad (4)$$

$$Watl_g \leq Watcons_g \quad \forall g = 1,2 \quad (5)$$

$$x_{Lg,land} \leq \bar{x}_{Lg,land} + \epsilon \quad \forall g = 1,2 \quad (6)$$

رابطه ۱، تابع هدف برنامه‌ریزی خطی، رابطه ۲ ضریب لئونتیف و روابط ۳ تا ۶ محدودیت‌های مدل را نشان می‌دهند. در روابط بالا،  $g$  بیانگر مناطق (۱ و ۲) و  $g$  بیانگر نهاده‌های به کار برده شده در تولید محصول زعفران می‌باشد. همچنین  $v_g$  بیان کننده قیمت محصول زعفران در هر منطقه (درآمد نهایی هر تن محصول در هر منطقه)،  $y_{ldg}$  عملکرد محصول زعفران در هر منطقه،  $W_{gj}$  هزینه نهاده‌های به کار برده شده در تولید محصول زعفران در هر منطقه،  $a_{gj}$  (ضرایب لئونتیف منطقه‌ای) نسبت استفاده از نهاده‌ها برای تولید محصول زعفران در هر منطقه به سطح زیرکشت زعفران در هر منطقه،  $watl_g$  مقدار برداشت آب زیرزمینی در هر منطقه،  $\bar{w}_g$  قیمت نهاده آب در هر منطقه و  $x_{Lg,land}$  سطح زیرکشت زعفران در هر منطقه می‌باشد.

رابطه ۳ محدودیت سطح زیرکشت دو منطقه در حوضه آبریز نیشابور (منطقه رخ و نیشابور) را نشان می‌دهد. که  $b_{g,land}$  کل سطح زیرکشت در هر منطقه می‌باشد. روابط ۴ و ۵ نیز محدودیت آب مورد استفاده و قابل دسترس برای هر منطقه را بیان می‌کند.  $aw_g$  نیاز آبی محصول زعفران در هر منطقه با راندمان آبیاری ۴۰ درصد و ۳۸ درصد برای دو منطقه رخ و نیشابور و  $watcons_g$  مقدار آب عرضه شده در هر منطقه

فاکتورهای برونزا و  $\alpha^1$  و  $\alpha^2$  به ترتیب عرض از مبدأ و شیب منحنی معکوس تقاضا برای محصول است که بر اساس روابط زیر قابل محاسبه می‌باشند.

$$\alpha^2 = \frac{x \cdot wp_g}{\sum_g \tilde{y}_g} \quad \forall g = 1,2 \quad (13)$$

$$\alpha^1 = wp - \alpha^2 \sum_g \tilde{y}_g \quad \forall g = 1,2 \quad (14)$$

میزان تولید هر محصول در سال پایه،  $wp$  قیمت وزنی  $\tilde{y}_g$

محصول زعفران و  $rmc_g$  هزینه بازاریابی محصول زعفران در دو منطقه بر اساس اختلاف بین قیمت بازاری (منطقه‌ای) و قیمت وزنی محصول می‌باشد که بر اساس روابط زیر قابل محاسبه می‌باشند که با جایگذاری روابط محاسبه شده در پارامتر شیب و عرض از مبدأ، و در نهایت در رابطه ۱۲، تابع تقاضا به‌دست خواهد آمد (Howitt et al., 2012):

$$rmc_g = v_g - wp_g \quad \forall g = 1,2 \quad (15)$$

$$wp = \sum_g v_g pp_g \quad \forall g = 1,2 \quad (16)$$

$$pp_g = \frac{y_g}{\sum_g \tilde{y}_g} \quad \forall g = 1,2 \quad (17)$$

مرحله سوم: واسنجی برنامه نهایی بهینه‌سازی غیرخطی در این مرحله با استفاده از تابع هزینه غیرخطی واسنجی شده، تابع تولید منطقه‌ای زعفران تخمین زده شد و محدودیت‌های منابع (آب، زمین و نیروی کار) و مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به‌صورت زیر ساخته شد:

پارامترهای  $\beta_j$  بر اساس روابط زیر به‌دست می‌آید. لازم به ذکر است که بر اساس بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در تابع تولید CES،  $v=1$  است و رابطه ۹ نیز برقرار می‌باشد.

$$\sum_{j=1}^3 \beta_j = 1 \quad (8)$$

$$\beta_1 = \frac{1}{1 + \frac{x_1^{(-1/\sigma)}}{w_1} \left( \sum_l \frac{w_l}{x_l^{(-1/\sigma)}} \right)} \quad (9)$$

$$\beta_1 = \frac{1}{1 + \frac{x_1^{(-1/\sigma)}}{w_1} \left( \sum_l \frac{w_l}{x_l^{(-1/\sigma)}} \right)} \frac{w_l x_l^{-1/\sigma}}{w_1 x_1^{-1/\sigma}} \quad (10)$$

در روابط فوق  $xL$  مقدار نهاده تولید  $L$  ام و  $wL$  هزینه نهاده تولید  $L$  ام می‌باشد. پارامتر مقیاس برای محصول زعفران در هر منطقه نیز با استفاده از رابطه ۱۱ قابل محاسبه می‌باشد (Howitt et al., 2012).

$$\tau = \frac{(yld / \tilde{x}_{iland}) \cdot \tilde{x}_{iland}}{[\sum_j \beta_{gj} x_j^p]^{1/p_1}} \quad (11)$$

در رابطه بالا،  $\beta_{gj}$  سهم استفاده از نهاده‌ها در تولید محصول زعفران در هر منطقه،  $x_{gj}$  مقدار استفاده از نهاده‌ها در تولید محصول زعفران در هر منطقه به غیر از نهاده آب آبیاری،  $yld$  عملکرد محصول در هر منطقه می‌باشند.

سهم تولید هر منطقه و انعطاف‌پذیری قیمت تقاضا، به واسنجی توابع تقاضا نیاز دارد. تابع معکوس تقاضا با دو پارامتر برای محصول زعفران در هر منطقه به‌صورت زیر تعریف شد (Howitt et al., 2012):

$$P = \xi \alpha^1 - \alpha^2 \left( \sum_g \sum_j y_{gj} \right) \quad \forall g = 1,2 \quad (12)$$

$\xi$  پارامتر انتقال موازی در مقدار تقاضا با توجه به تغییر در

$$\text{Max}_{x_{gj}, \text{wat}_g} PS + CS = (\xi \alpha^1 (\sum_g y_g) + \frac{1}{2} \alpha^2 (\sum_g y_g)^2) + \sum_g (rm_g (\sum_j y_g)) - \sum_g \delta_g \exp(y_g x_{g, \text{land}}) - \sum_g (w_{g, \text{labor}} x_{g, \text{labor}}) - \sum_g (w_g \text{wat}_g) \quad (18)$$

باشد. اثر هر یک از این سیاست‌ها بر میزان سودآوری و الگوی کشت زعفران در دو منطقه با توجه به نهاده‌ها و محدودیت‌های مزارع در مناطق، مورد بررسی قرار گرفت.

### نتایج و بحث

در ابتدا، اطلاعات کلی مربوط به محصول زعفران در هر یک از مناطق رخ و نیشابور در سال پایه ۱۳۹۱ در جدول ۱ و نتایج حاصل از اجرای مرحله اول برنامه‌ریزی پویای مثبت (PMP) در جدول ۲ ارائه می‌شود و سپس به تحلیل نتایج مربوط به تغییر در قیمت و مقدار آب زیرزمینی قابل دسترس برای زراعت محصول زعفران پرداخته شده است.

همان‌گونه که در جدول ۲ ملاحظه شد مدل توانسته است به خوبی بر داده‌های سطح زیرکشت سال پایه تطبیق شود که از خصوصیات مدل برنامه‌ریزی مثبت می‌باشد. بر اساس محاسبه‌ی مدل، ارزش تابع هدف (بازده ناخالص) و قیمت سایه‌ای آب به‌دست آمده از مرحله‌ی نخست روش PMP در دو منطقه رخ و نیشابور به ترتیب معادل ۷۸۹۲۵/۶ و ۵۰۰۵۸/۴ میلیون ریال و ۲۷۰۰ و ۳۰۵۰ ریال به‌دست آمد. همچنین با استفاده از روابط ارائه شده در بخش مواد و روش، هزینه بازاریابی زعفران در دو منطقه به‌دست آمد که در جدول ۲ نشان داده شد.

با در نظر گرفتن تابع هدف نهایی در مرحله سوم مدل برنامه‌ریزی مثبت و تخمین نتایج نهایی روش PMP، شبیه-سازی رفتار زعفران‌کاران در دو دشت رخ و نیشابور با اعمال سیاست کاهش آب آبیاری در دسترس (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۵۰ درصد کاهش در مقدار آب در دسترس) و افزایش ۲ و ۳ برابری قیمت آب آبیاری در محدودیت‌های مدل انجام شد، که در ادامه

محدودیت‌های مدل نیز به‌صورت روابط زیر در نظر گرفته شد.

$$x_{gj} \leq b_{gj} \quad \text{for } j \neq \text{water} \quad (19)$$

$$\text{wat}_g \leq \text{watcons}_g \quad (20)$$

$$x_{g, \text{water}} \leq \text{wat}_g \quad (21)$$

اولین عبارت در تابع هدف رابطه ۱۸، مجموع درآمد ناخالص + مازاد مصرف‌کننده برای زعفران در دو منطقه می‌باشد که بر اساس قیمت‌های سال پایه محصول اندازه‌گیری شد. دومین عبارت درآمد ناخالص هر منطقه را از طریق انحرافات در قیمت‌های منطقه‌ای از قیمت‌های سال پایه (که به هزینه‌های بازاریابی هر منطقه اشاره دارد) بیان می‌کند. سومین عبارت هزینه مربوط به زمین زعفران در هر منطقه است. هزینه‌های زمین بر اساس داده‌های سال پایه (سال ۱۳۹۱ به دلیل کامل‌تر بودن و در دسترس بودن داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز به عنوان سال پایه انتخاب گردید) و هزینه‌های نهایی به‌دست آمده از ارزش‌های سایه‌ای نهاده و محدودیت‌های واسنجی شده به‌دست می‌آید. چهارمین عبارت هزینه‌های نیروی کار را برای دو منطقه محاسبه می‌کند و نهایتاً پنجمین عبارت از تابع هدف، مجموع هزینه‌های آب آبیاری برای هر منطقه می‌باشد.

محدودیت‌های ۲۰ و ۲۱ به ترتیب محدودیت کل آب استفاده شده در منطقه و کل استفاده از نهاده آب و  $b_{gj}$  کل نهاده در دسترس در هر منطقه می‌باشند.

در نهایت، الگوی برنامه‌ریزی بالا به منظور تجزیه و تحلیل سیاست‌های مورد نظر مورد استفاده قرار گرفت. سیاست‌های مورد بررسی در این پژوهش شامل تغییر در قیمت نهاده آب و تغییر در مقدار آب قابل دسترس در دو منطقه رخ و نیشابور می-

بیان شده است.

جدول ۱- اطلاعات کلی محصول زعفران در حوضه آبریز نیشابور در سال زراعی پایه ۱۳۹۱

Table 1- General information of saffron in the Naishabur Basin in the basis crop year 2012

Nashabur Basin حوضه آبریز نیشابور	محصول زعفران Saffron Product			
	سطح زیرکشت Acreage (ha)	عملکرد Yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	نیاز ناخالص آبیاری Gross irrigation requirement (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	سهم مصرف آب محصول The share of crop water use (m <sup>3</sup> )
دشت رخ Rokh Plain	611	3	3562130	7800000
دشت نیشابور Naishabur Plain	401	1.72	2349058	376000

منبع: سازمان جهادکشاورزی خراسان رضوی، ۱۳۹۱.

Source: Agricultural Jihad Organization of Khorasan Razavi, 2012

جدول ۲- نتایج حاصل از مرحله اول PMP و هزینه بازاریابی زعفران

Table 2- Results of first stage of PMP and saffron Marketing Cost

حوضه آبریز نیشابور Nashabur Basin	دشت رخ Rokh Plain	دشت نیشابور Naishabur Plain
سطح زیرکشت Acreage (ha)	611	401
سود ناخالص Gross Margin ( million Rials)	78925.6	50058.43
ارزش اقتصادی آب Economic Value of Water (Rials )	2700	3050
هزینه بازاریابی زعفران Saffron Marketing Cost (Thousand Rials)	32000	29500

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: research findings

نتایج اعمال سیاست کاهش آب آبیاری در دسترس

در جدول ۳، مقدار تغییرات سطح زیرکشت، سود ناخالص کشاورزان و قیمت آب آبیاری پس از اعمال سیاست کاهش آب آبیاری در دسترس تحت سناریوهای ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۵۰ درصد تغییر در مقدار آب در دسترس در دشت‌های رخ و نیشابور نشان داده شده است.

همان‌گونه که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، سود ناخالص (ارزش نهایی تابع هدف) در مرحله نهایی اجرای مدل PMP در دو منطقه رخ و نیشابور نشان داد که سود ناخالص (ارزش تابع هدف با به کار بردن تابع هزینه نهایی) برای دو منطقه رخ و

نیشابور به ترتیب ۷/۷۶۲ و ۴۸/۴۶۰ میلیون ریال است که این اختلاف مقدار در سود (کاهش سود ناخالص در مرحله سوم نسبت به مرحله اول روش PMP) نشان می‌دهد که PMP هزینه‌های دیگر که ذکر نشده را در تابع هزینه‌ی نمایی اعمال می‌کند. افزایش هزینه به دلیل مدیریت محدود می‌باشد، بنابراین از میزان ارزش تابع هدف کاسته می‌شود.



جدول ۳- تأثیر کاهش آب آبیاری در دسترس تحت سناریوهای مختلف بر الگوی کشت زعفران، سود ناخالص کشاورزان و ارزش اقتصادی آب در مناطق رخ و نیشابور

Table 3 – The effect of available irrigation water reduction under various scenarios on the saffron cultivation pattern, farmers gross margin and water economic value in Rokh and Naishabur regions.

محصول زعفران / حوضه آبریز نیشابور Nashabur basin /saffron crop	سطح زیر کشت سال پایه Acreage/ Basic year(ha)	سیاست کاهش آب آبیاری در دسترس تحت سناریوهای مختلف The politycy of available irrigation water reduction under various scenarios				
		10%	20%	30%	50%	
دشت رخ Rokh Plain	سطح زیر کشت Acreage (ha)	611	611	611	608	605
	ارزش اقتصادی آب Economic Value of Water (Rials )	2700	2700	2720	2800	2980
	سود ناخالص Gross Margin (Thousand Rials)	7627357.400	7627357.400	7627357.400	7589907.200	7552457.000
دشت نیشابور Nashabur Plain	سطح زیر کشت Acreage (ha)	401	401	401	401	392
	ارزش اقتصادی آب Economic Value of Water (Rials )	3050	2980	3020	3082	3220
	سود ناخالص Gross Margin (Thousand Rials)	460484.340	460484.340	460484.340	460484.300	4409625.600

منبع: یافته‌های تحقیق  
Source: research findings

دست یافت. ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب آبیاری نیز در منطقه نیشابور با اعمال سناریوی ۳۰ تا ۵۰ درصد کاهش آب، افزایش یافت و از ۲۷۰۰ ریال به ۲۹۸۰ ریال برای دشت رخ و از ۳۰۵۰ ریال به ۳۲۲۰ ریال برای دشت نیشابور رسید.

#### نتایج اعمال سیاست افزایش قیمت آب آبیاری

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مصاحبه حضوری با زعفران کاران دو منطقه، تمایل به پرداخت کشاورزان در استفاده از آب چاه برای کشاورزی ۸۰ تومان برآورد شد. با افزایش قیمت آب از ۸۰ تومان به ۱۶۰ تومان و سپس به ۲۴۰ تومان معادل افزایش هزینه‌ی نهاده‌ی آب به ازای هر مترمکعب آب مصرفی میزان درآمد تغییر قابل محسوسی نکرد به دلیل این که افزایش هزینه‌ی این نهاده رقم ناچیزی است و مقادیر

نتایج اعمال سیاست کاهش آب آبیاری در طول زراعت محصول زعفران نیز نشان داد که سطح زیر کشت زعفران در دشت رخ پس از اعمال سناریوهای ۱۰ و ۲۰ درصد بدون تغییر و با اعمال ۳۰ و ۵۰ درصد کاهش آب آبیاری به ۶۰۵ هکتار کاهش یافت. یعنی حدود ۱ درصد (۰/۹۸ درصد) سطح زیر کشت زعفران نسبت به سال پایه کاهش یافته است. نتایج مربوط به دشت نیشابور نیز نشان داد که با اعمال ۱۰ تا ۳۰ درصد تغییر در مقدار آبیاری، سطح زیر کشت زعفران بدون تغییر و با اعمال سناریوی ۵۰ درصد کاهش آب آبیاری در دسترس، سطح زیر کشت زعفران نسبت به سال پایه ۲/۲ درصد کاهش نشان داد و از ۴۰۱ به ۳۹۲ هکتار رسید. نتایج بیانگر آن است که با ۳۰ درصد کاهش در میزان آب آبیاری می‌توان تغییر نامحسوسی را در ارزش تابع هدف مشاهده کرد و به سود مشابه سال پایه

مقدار سطح کشت قبلی اقدام می‌کند که به دلیل پرداخت هزینه بالاتر برای آب، سود آن کاهش می‌یابد ولی با توجه به پر سود بودن زعفران و سود بالای محصول، این تغییر چندان زیاد نیست. در جدول ۴ نتایج مربوط به افزایش در قیمت آب مصرفی برای محصول زعفران ارائه شده‌است.

به‌دست آمده از حل مدل نسبت به مقادیر سال پایه تغییر نکرده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که افزایش هزینه‌های آب بر تغییر الگوی کشت تأثیر ندارد. نتایج نشان داد که با توجه به پایین بودن قیمت آب، افزایش آن به ۲ برابر نیز تأثیری بر تصمیم کشاورز مبنی بر کاهش استفاده از آن و کاهش سطح زیرکشت ندارد و کشاورز با پرداخت هزینه بالاتر آب به همان

جدول ۴- تأثیرات افزایش قیمت آب بر الگوی کشت زعفران و سود ناخالص کشاورزان در مناطق رخ و نیشابور  
Table 4- The effects of water price increase on cultivation pattern of saffron and farmers gross margin in Rokh and Naishabur regions

محصول زعفران / حوضه آبریز نیشابور Naishabur basin / Saffron crop	الگوی کشت سال پایه Cultivation pattern of base year	میزان افزایش قیمت آب The water price increase	
		۲ برابر doubled	۳ برابر tripled
		سطح زیرکشت Acreage (ha)	611
سود ناخالص Gross Margin ( Thousand Rials)	7627357.400	7497500.000	7378954.367
دشت رخ Rokh Plain			
سطح زیرکشت Acreage (ha)	401	401	401
سود ناخالص Gross Margin ( Thousand Rials)	4604843.400	4400453.291	4271278.902
دشت نیشابور Naishabur Plain			

منبع: یافته‌های تحقیق  
Source: Research findings

مصرف آب در دشت رخ و ۳۰ درصد در دشت نیشابور می‌توان الگوی کشتی مشابه با مقادیر داده‌ی واقعی در سطح مزرعه برای محصول زعفران دست یافت. سطح زیرکشت زعفران در دشت رخ پس از اعمال سناریوهای ۱۰ و ۲۰ درصد بدون تغییر و با اعمال ۳۰ و ۵۰ درصد کاهش آب آبیاری به ۶۰۵ هکتار کاهش یافت. نتایج مربوط به دشت نیشابور نیز نشان داد که با اعمال ۱۰ تا ۳۰ درصد تغییر در مقدار آبیاری، سطح زیرکشت زعفران بدون تغییر و با اعمال سناریوی ۵۰ درصد کاهش آب آبیاری در دسترس، سطح زیرکشت زعفران نسبت به سال پایه کاهش یافت و از ۴۰۱ به ۳۹۲ هکتار رسید. نتایج بیانگر آن است که با ۳۰ درصد کاهش در میزان آب آبیاری می‌توان تغییر نامحسوسی را در ارزش تابع هدف مشاهده کرد و به سود مشابه سال پایه

همان‌گونه که در جدول ۴ ملاحظه شد، با دو برابر نمودن قیمت هر مترمکعب آب مصرفی در میزان سطح زیرکشت زعفران تغییری به‌دست نیامد، ولی ارزش تابع هدف به دلیل افزایش میانگین هزینه‌ها در دشت رخ و نیشابور به ترتیب به ۷۳۷۸/۹۵ و ۴۲۷۱/۲۷ میلیون ریال کاهش یافت. بر اساس نتایج به‌دست آمده، درصد کاهش در سود ناخالص (ارزش تابع هدف) در دشت نیشابور نسبت به دشت رخ محسوس‌تر می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از محاسبه‌ی مدل و اتخاذ سیاست‌ها در دو حالت کاهش سطح موجودی آب مصرفی و افزایش قیمت هر متر مکعب آب نشان داد که تنها با ۲۰ درصد صرفه‌جویی در

دقیق در آبیاری محصول زعفران نیز می‌تواند به مصرف بهینه این منبع آبی در کنار اعمال سیاست کاهش آب آبیاری مؤثر باشد و از هدر روی آب، این منبع با ارزش جلوگیری کند. در این راستا پیشنهاد می‌شود:

اجرای هرچه سریع‌تر سیاست‌های مربوط به صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی با توجه به بحران کم‌آبی در سال‌های اخیر در جهت افزایش درآمد کشاورز و کاهش فقر.

از آنجایی که به‌کارگیری سیاست کاهش آب آبیاری در دسترس، کشاورزان را به مدیریت صحیح منابع آب تشویق می‌کند. از این رو، پیشنهاد می‌شود این سیاست برای ذخیره منابع آب در فصول پرآب و رفع نیازهای فصول کم آب استفاده شود.

دست یافت. با افزایش قیمت هر متر مکعب آب نیز به دو برابر مقدار فعلی، تغییر محسوسی در میزان سطح زیرکشت و درآمد کشاورزان ایجاد نگردد. بر اساس نتایج می‌توان این‌گونه بیان نمود که کاهش در مقدار آب قابل‌دسترس سیاست مؤثرتری نسبت به افزایش قیمت آب آبیاری برای صرفه‌جویی در میزان آب با کمترین تغییر در سود دریافتی زعفران کاران منطقه می‌باشد. بنابراین با کاهش در مقدار آب زیرزمینی استخراجی می‌توان مدیریت مناسبی را در جهت مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی مورد استفاده زعفران کاران منطقه انجام داد. این امر بیانگر این واقعیت است که استفاده از سیاست افزایش قیمت آب آبیاری به تنهایی نمی‌تواند اثر چندانی بر کاهش تقاضای آب برای زراعت زعفران داشته باشد. افزون بر آن زمان مناسب و

## منابع

- Agricultural Jihad Organization of Khorasan Razavi Province. 2011. Statistical Yearbook 2010. Department of Planning and Economic Affairs Department of Agriculture, Bureau of Agricultural Statistics. Available at <http://http://www.koaj.ir>.
- Arfini, F., and Donati, M., and Paris, Q. 2003. 'A national PMP model for policy evaluation in agriculture using micro data and administrative information, 'Contributed paper to international conference: Agricultural Policy Reform and The WTO: Where are we heading? Capri (Italy), 23-26 June 2003.
- Bakhshi, d., and Paykani, Gh. 2011. Policy simulation support direct payments in agriculture subdivision (application programming approach and maximum entropy proof). *Iran Agricultural Development Economics* 42 (4): 501-511. (In Persian).
- Balali, H., Khalilian, S., and Ahmadian, M. 2010. Evaluation examine the role of water pricing in the agricultural sector on the balance of groundwater resources. *Journal of Agricultural Economics and Development* 24 (2): 185-194. (In Persian with English Summary).
- Barikani, A., and Khalilian, S. 2011. Dynamic management of groundwater in the agricultural sector: A case study of Qazvin Plain. The fourth conference of Iran Water Resources Management, Tehran. Iran. 3-4 May 2011, p. 50-63. (In Persian with English Summary).
- Borges, k., Santana, D., Melo, B., and Santos, C. 2010. Rendimento de polpa e morfometria de frutos e sementes de pitangueira-do-cerrado. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal* 32 (2): 471-478.
- Ehsani, M., Dashti, Gh., Hayati, B., and Ghahramanzade, M. 2010. Estimating the economic value of water Qazvin network. The use of the dual approach. *Journal of Agricultural Economics and Development* 25 (2): 237- 245. (In Persian with English Summary).
- Howitt, R., Medellin-Azura, J., MacEwan, D., and

- Lund, J. 2012. Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. *Environmental Modeling and Software* 38: 244-258.
- Howitt, R.E., Medellin-Azuara, J., and MacEwan, D. 2009. Estimation the economic impacts of agricultural yield related changes for California. Final Paper, a paper from California Climate Change Center 19 (3): 16-17.
- Jitea, L.M. 2011. Appropriate methods for evaluating the agricultural policies, consequences at farm level. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 39 (1): 126-133.
- Karamatzade, A., Chizari, A.H., and Mirzaee, A. 2006. Determine the economic value of agricultural water by using an optimal combination of agriculture and horticulture cultivation pattern (case study: Barzou Shirvan dam). *Journal of Agricultural Economics and Development* 14 (54): 35-60. (In Persian).
- 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. *Agricultural Water Management* 108: 73-82.
- Moghaddasi, R., Bakhshi, A., and Daneshvar, M. 2009. Analyzing the effect of water and agriculture policy strategies: An Iranian experience. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 4 (3): 206-214.
- 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. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 13 (47): 773-784. (In Persian).
- Mohsenpour, R., and Zibaei, M. 2010. Determination of optimal crop patterns using nonlinear programming and deficit irrigation strategies under Dorudzan Dam. *Journal of Agricultural Economics and Development* 18 (71): 1-22. (In Persian with English Summary).
- Paymozd, Sh., Morid, S., and Moghadasi, M. 2010. Comparison of non-linear optimization and a system dynamics approaches for agricultural water allocation (A case study: Zayande Rud Basin). *Journal of Irrigation and Drainage* 1 (4): 44-52. (In Persian with English Summary).
- Razavi Khorasan Regional Water Company, 2011. Available at <http://www.khrw.ir/SC.php?type>.
- Sabouhi, M., Soltani, Gh., and Zibaei, M. 2007. Effect of irrigation water price change on private and public interests by using positive mathematical programming model. *Journal of Agricultural Science and Technology* 21 (1): 53-71. (In Persian with English Summary).
- Shajari, Sh., Barikani, A., and Amjadi, A. 2009. Water demand management with the use of water pricing policy in JAHROM groves, Case Study of Shahani date. *Journal of Agricultural Economics and Development* 17 (65): 72-55. (In Persian).
- Trade Promotion Organization. 2009. Saffron red gold. By Babak Afqhahi. Available at <http://http://farsi.tpo.ir/>.

## Irrigation management of saffron by using the price and quantity policies of water (case study: Naishabur basin)

*Somayeh Shirzadi Laskookalayeh<sup>1\*</sup>, Mahmood Sabouhi<sup>2</sup>, Ahmad Ali Keikha<sup>3</sup> and Kamran Davari<sup>4</sup>*

*Submitted: 3 September, 2015*

*Accepted: 1 December, 2015*

Shirzadi Laskookalayeh, S., Sabouhi, M., Keikha, A.A., and Davari, K. 2017. Irrigation management of saffron by using the price and quantity policies of water (case study: Naishabur basin). *Saffron Agronomy & Technology* 5(2): 149-160.

### Abstract

The reduction in water resources, increased occurrence of droughts and heavy damages to the country make the more efficient use of this resource very important. The aim of this study is to evaluate the effects of various policies of reduction of water consumption and the effect of any increase in the price of each cubic meter of water on saffron cultivation pattern. The data for the research was obtained by interviews done with 100 farmers in agricultural areas of the Rokh and Naishabur plain in 2012. The sample farms were selected using random sampling, the study was conducted and the models were calculated for both areas. The results of positive mathematical programming model showed that by 20 percent savings in water consumption in the Rokh Plain and 30% in the Naishabur plain, we can achieve cultivating a pattern similar to those which have achieved the previous values at the farm level for saffron. Also, by reducing the amount of water, the economic value of water increased. Doubling the price per cubic meter of water used in crop cultivation and water consumption does not lead to lower profit. Therefore, it is recommended to save water resources. In addition, precise time detection irrigation and the right to saffron can have negative effects when excessive irrigation is done and reduce the performance of this product. Effective and optimal water management policies to reduce the amount of available water is also planned to be presented to the policy makers.

**Keywords:** Positive mathematical programming, Naishabur basin, Saffron, Irrigation management.

---

1 - Ph.D student of Agricultural economic in Zabol university

2 - Professor of Agricultural Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

3 - Associated Professor of Agricultural economic in Zabol University

4 - Associated Professor of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

(\*.- Corresponding author Email: shirzady24@gmail.com)

DOI: 10.22048/jsat.2015.11761