زیرکشت ارزیابی پیامدهای اقتصادی اثرات توسعه سطح زعفران در الگوی زراعی دشت قزوین

ابوذر پرهیزکاری[۱*]

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۴/۲۸

چکیده

در سال‌های اخیر، درآمد نسبتاً خوب، دوره کوتاه‌مدت کشت و نیازآبی محدود زعفران، کشاورزان دشت قزوین را بر آن داشته تا در اراضی مستعد خود به کشت این محصول روی آورند. بدین منظور، در این پژوهش اثرات افزایش سطح زیرکشت زعفران بر الگوی کشت، مقدار مصرف نهاده‌ها و سود ناخالص کشاورزان دشت قزوین تحلیل و ارزیابی شد. برای تحقق این هدف، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و رهیافت تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES) استفاده شد. داده‌های موردنیاز مربوط به سال ۹۳-۱۳۹۲ بود که با تکمیل پرسش‌نامه از ۱۲۷ کشاورز نمونه گردآوری شد. نتایج نشان داد که با ورود زعفران به الگوی کنونی مزارع نماینده، الگوی زراعی در راستای کاهش سطح زیرکشت محصولات با هزینه تولید بیش‌تر و نیازآبی بالاتر مانند ذرت دانه‌ای، چغندرقند و کلزا در سطح مزارع کوچک (از ۰/۷۸- تا ۱۳/۹- درصد)، متوسط (از ۴/۹۲- تا ۱۴/۱- درصد) و بزرگ (از ۷/۰۵- تا ۱۶/۴- درصد) تغییر می‌کند. در این بین، کشاورزان با مزارع بزرگ بیش‌ترین تغییرات را در الگوی کشت کنونی تجربه می‌کنند. هم‌چنین، نتایج نشان داد که کاهش آب مصرفی به مقدار ۲۱۹۴، ۶۰۲۳ و ۱۲۷۳۴ مترمکعب و افزایش سود ناخالص کشاورزان به مقدار ۱۵۴۷۰، ۳۳۴۴۷ و ۵۲۴۸۴ هزار ریال از مهم‌ترین اثرات افزایش سطح زیرکشت زعفران در الگوی کشت مزارع نماینده کوچک، متوسط و بزرگ است. کاهش مقدار مصارف نهاده‌های سرمایه (۲/۵۷، ۵/۸۹ و ۷/۵۴ درصد) و ماشین‌آلات (۴/۶۶، ۶/۹۴ و ۸/۶۷ درصد) و افزایش بکارگیری نیروی‌کار (۳/۹۷، ۴/۵۸ و ۶/۶۲ درصد) نسبت به شرایط سال پایه از دیگر پیامدهای توسعه سطح زیرکشت زعفران در الگوی مزارع نماینده کوچک، متوسط و بزرگ است. در پایان، پیشنهاد می‌شود که زعفران به عنوان یک محصول جایگزین برای محصولات با نیازآبی و نهاده‌های مصرفی بالا در الگوی کشت دشت قزوین مورد بهره‌برداری قرارگیرد و به‌صورت هم‌زمان سیاست‌های افزایش عملکرد در هکتار گندم (برای رفع مسأله خودکفایی این محصول) با توسعه سطح زیرکشت زعفران در منطقه به کارگرفته شوند.

[۱]- دانشجوی دکترای اقتصاد کشاورزی، دانشگاه پیام نور، واحد تهران شرق، تهران، ایران.
[*]- نویسنده مسئول مقاله: Abozar.parhizkari@yahoo.com

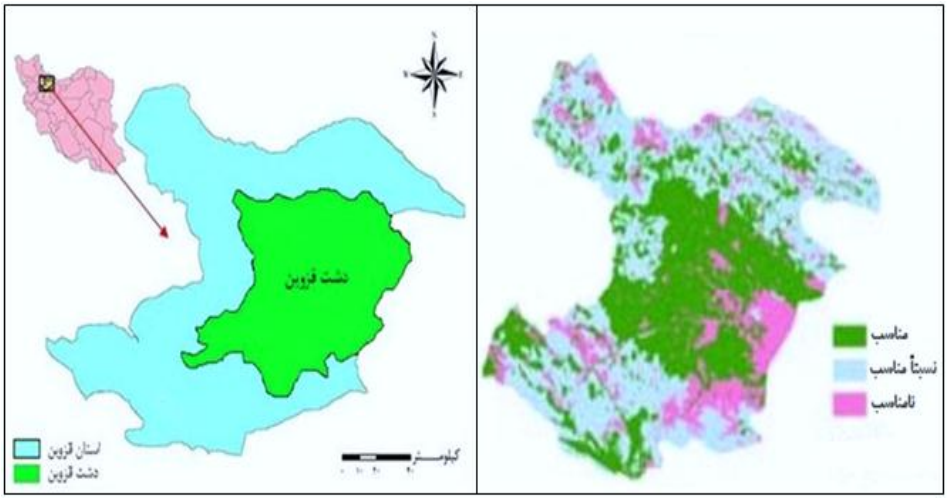
طبقه‌بندی JEL: R11 ،Q15 ،O13 ،D22،C61

واژه‌های کلیدی: الگوی زراعی، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، تحلیل سیاستی، زعفران، دشت قزوین.

پیش‌گفتار

ایران با دارا بودن بیش از ۱۱۵ هزار هکتار محصول زعفران (از ۱۲۲ هزار هکتار در سطح جهان) و تولید میانگین ۴ تا ۱۳ کیلوگرم از این محصول در واحد سطح، بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکننده کمی و کیفی این محصول در سطح جهان بشمار می‌رود (Ministry of Jihad Agriculture, 2019; Aghapour Sabaghi, 2019). استان قزوین نیز که منطقه مورد مطالعه در این پژوهش است، به عنوان یکی از قطب‌های اقتصادی کشور به علت شرایط اقلیمی مساعد و خاک مناسب از مناطق مستعد برای کشت زعفران بشمار می‌رود. این استان به علت موقعیت قرارگیری دشت قزوین در آن، قابلیت بالایی را در تولید محصولات استراتژیکی چون گندم، چغندرقند، کلزا و ذرت دانه‌ای دارد (Parhizkari *et al.*, 2013). محصول زعفران نیز در سال‌های اخیر به دلایلی مانند ارزش اقتصادی بالا، نیاز آبی محدود و عدم انطباق دوره رویشی و زمان محصول‌دهی آن بر فصل گرم سال، متفاوت از سایر محصولات زراعی منطقه بوده و از این نظر کشت و تولید آن دارای اهمیتی خاص برای کشاورزان منطقه می‌باشد. هم‌چنین، این ویژگی ممتاز محصول زعفران سبب شده تا از نظر دوره زمانی بکارگیری نیروی انسانی و تخصیص آب زراعی، با سایر محصولات الگوی کشت تفاوت داشته باشد. لذا، توسعه سطح زیرکشت این محصول در دشت قزوین که در فصل گرم سال با کمبود نیروی کار و برداشت بی‌رویه از ذخایر آبی مواجه است، اهمیت زیادی یافته و کشت آن در کنار سایر محصولات منتخب (گندم، جو، ذرت دانه‌ای، چغندرقند، هندوانه و کلزا) به دلیل تنظیم فعالیت‌های نیروی انسانی شاغل در بخش کشاورزی و کاهش مصرف بی‌رویه منابع آب در دسترس، کشاورزان منطقه را به سمت توسعه سطح زیرکشت این محصول استراتژیک در منطقه سوق داده است (Beyglo and Mobaraki, 2008). شکل ۱ موقعیت دشت قزوین و مناطق مستعد تولید زعفران در آن را نشان می‌دهد. باتوجه به این شکل، ملاحظه می‌شود که موقعیت قرارگیری دشت قزوین در بخش مرکزی این استان به صورت کامل با مناطق مستعد کشت زعفران هم‌پوشانی دارد (Ministry of Jihad Agriculture, 2019). گزارش‌های آماری اخیر سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین حاکی از آن است که ایجاد اشتغال، الگوی مناسب برای کشت جایگزین، پایین بودن هزینه‌های تولید و ارزش اقتصادی بالا از جمله دلایلی است که منجر به افزایش سطح زیرکشت زعفران از زمین‌های چند صد متری در سال‌های گذشته به حدود ۵۳ هکتار در شرایط کنونی شده است. نیاز کم گیاه زعفران به آب نیز از دیگر علل گرایش کشاورزان قزوینی به کشت زعفران است.

افزون بر این، کارشناسان جهاد کشاورزی استان قزوین بر این باورند که هر پیاز زعفران تا هفت سال بارده بوده و هر هکتار زعفران حدود ۲۰۰ نفر- روز نیاز کاری دارد. در شرایط کنونی، بیش‌ترین مقدار سطح زیرکشت زعفران در استان قزوین مربوط به نواحی از شهرستان‌های تاکستان (۲۴ هکتار) و بوئین‌زهرا (۱۷ هکتار) است که در محدوده دشت قزوین واقع شده‌اند. عملکرد تولید زعفران در مناطق یاد شده به طور میانگین بین سه تا پنج کیلوگرم در هر هکتار است و در حدود ۸۵ تا ۱۰۳ میلیون ریال عایدی سالانه برای کشاورزان منطقه به همراه دارد (Jihad Agricultural Organization of Qazvin Province, 2013).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و مناطق مستعد کشت زعفران در آن.

Fig. 1- The location of the study area and the areas prone to saffron cultivation

روی هم رفته، با توجه به افزایش تمایل کشاورزان قزوینی برای کشت زعفران در مزارع خود از یک سو و محدودیت اراضی قابل کشت و منابع آب دردسترس در محدوده دشت قزوین از سوی دیگر نیاز است تا جهت تصمیم‌گیری، اتخاذ و اجرایی نمودن سیاست‌های مناسب همسو با تولید پایدار در منطقه، پیامدهای ورود این محصول استراتژیک در الگوی کنونی کشت تحلیل و ارزیابی شود و برنامه‌های سیاستی موردنظر مطابق با تغییرات بوجود آمده در زمان آتی اجرا شوند. در زمینه بررسی اثرات افزایش سطح زیرکشت یک محصول استراتژیک در الگوی زراعی مطالعات بسیار معدودی در کشور صورت گرفته است.

Toroghi Foladi and Hoseini (2013) در پژوهشی به بررسی امکان کشت و توسعه زعفران (Crocus sativus) در شرایط آب و هوایی منطقه شهر ری استان تهران پرداختند. نتایج مقایسه میانگین ارقام نشان داد که رقم اصفهان در تمام صفات عملکردی نسبت به رقم قاین برتری داشته و بنابراین، سازگاری بهتری با منطقه شهرری دارد. بنابراین، در محدوده شهرری امکان کشت زعفران وجود دارد و با توجه به مصرف کم آب و توجیه اقتصادی آن می‌توان نسبت به کشت آن در این منطقه و جایگزینی آن با محصولات کم‌بازده و آب‌بر در الگوی کشت منطقه اقدام کرد.

Sajasi Gheidar and Behroz (2017) در پژوهشی به تحلیل اثرات تغییر الگوی کشت ناشی از خشکسالی و توجه به توسعه سطح زیرکشت محصول زعفران در مناطق روستایی دهستان زبرخان استان خراسان پرداختند. بدین منظور، تعداد ۱۴۲ نفر از کشاورزانی که به علت کمبود آب و خشکسالی تغییر الگوی کشت به سمت توسعه سطح زیرکشت محصول زعفران داشته‌اند انتخاب و نظر آنان در ارتباط با آثار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی این تغییر در الگوی کشت بررسی شد. در ادامه افزون بر مشخص شدن مهم‌ترین تغییرات صورت گرفته ناشی از تغییر الگوی کشت به سمت محصول زعفران، تفاوت‌های اثرات تغییر الگوی کشت در بین روستاها از ارزیابی شد. یافته‌ها حاکی از آن است که روستای حریم‌آباد با ضریب یک، بیش‌ترین تأثیر را از تغییر الگوی کشت پذیرفته است و روستای کلاته سلطانی با ضریب ۰/۱۸۳ کم‌ترین تأثیرپذیری را داشته است.

بررسی اثرات افزایش سطح زیرکشت محصولات کشاورزی از جهت مقدار تمایل بهره‌برداران، متعاقب با سیاست‌های اجرائی در بخش کشاورزی می‌باشد. بدیهی است که نتیجه اعمال یک سیاست و اثرگذاری آن در بخش کشاورزی، تا حد زیادی وابسته به نحوه عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به سیاست اعمال شده می‌باشد. واکنش بهره‌برداران نیز تحت تأثیر شرایط مزرعه، نگرش و ویژگی‌های فردی آن‌ها قرار دارد (Parhiakari *et al.*, 2014). با توجه به این‌که امکان آزمون سیاست‌های گوناگون در محیط آزمایشگاهی وجود ندارد، هر فرد سیاست‌گذار در بخش کشاورزی به دنبال آن است که بتواند با اطمینان بالایی از نتایج اجرای سیاست‌های مورد نظر و واکنش بهره‌برداران نسبت به آن‌ها آگاه شود (He *et al*., 2006; Howitt *et al.*, 2009). امروزه این امر به کمک مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت[1] (PMP) فراهم شده است. به عبارت دیگر، پیش از آن‌که تصمیم به سیاست‌گذاری گرفته شود، شبیه‌سازی واکنش احتمالی کشاورزان از راه برنامه‌ریزی ریاضی مثبت می‌تواند کمکی مؤثر در راستای اتخاذ تصمیمات صحیح‌تر تلقی شود (Howitt, 2005; Howitt *et al.*, 2012). در سال‌های اخیر، در مطالعات تجربی زیادی سیاست‌های گوناگون بخش کشاورزی با استفاده از این روش تحلیل شده‌اند.

[1]- Positive Mathematical Programming

Schmid *et al.* (2007) در پژوهشی با بهره‌گیری از مدل PMP به بررسی و تحلیل اثرات زیست- محیطی تغییر سیاست قطع ارتباط حمایت از کشاورزان در اتریش پرداختند. نتایج نشان دادند که این تغییر سیاست باعث کاهش هزینه تولید کشاورزان، بهبود شرایط زیست- محیطی آب و خاک و کاهش گازهای گلخانه‌ای در منطقه مورد نظر خواهد شد.

Mohseni and Zibaee (2010) با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به تحلیل پیامدهای افزایش سطح زیرکشت کلزا در دشت نمدان استان فارس پرداختند. براساس نتایج این مطالعه پیامدهای افزایش سطح زیرکشت کلزا، کاهش سطح زیرکشت گندم و لوبیا و افزایش درآمد انتظاری مزارع نماینده بود.

Howitt *et al.* (2012) در پژوهشی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) به بررسی نقش بازارهای انتقال آب در کالیفرنیا پرداختند. برای این منظور، آن‌ها در سیستم مدل‌سازی اقتصادی خود از تابع هزینه نمایی[۱] (ECF) و تابع تولید با کشش‌های جانشینی ثابت[۲] (CES) بهره گرفتند. استفاده از این نوع مدل جداگانه برای تجزیه و تحلیل سیاست ارزیابی انتقال آب بالقوه در شرایط خشکسالی بود. نتایج بدست آمده نشان دادند که با تخصیص آب براساس مکانیزم بازار می‌توان زیان‌های درآمدی حاصل از خشکسالی را تا ۳۰ درصد کاهش داد.

Parhizkari *et al.* (2013) در پژوهشی با بهره‌گیری از مدل PMP به بررسی تغییرات الگوی کشت در شرایط کم‌آبی در حوضه رودخانه شاهرود پرداختند. نتایج نشان دادند که کاربرد سیاست اشتراک‌گذاری آب آبیاری راهکار مناسبی برای تخصیص منابع آب در حوضه رودخانه شاهرود می‌باشد و بکارگیری آن سبب افزایش مجموع سطح زیرکشت محصولات آبی از ۹ تا ۳۷ درصد می‌شود.

Pishbahar and Khodabakhshi (2014) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل PMP و رهیافت بیش‌ترین آنتروپی[۳] (ME) اثرات تغییر الگوی کشت محصولات زراعی دشت ورامین را در شرایط حذف یارانه نهاده‌های کشاورزی و تغییر در سطح زیرکشت محصولات سودآور و پربازده ارزیابی کردند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که با حذف یارانه نهاده‌ها و افزایش قیمت آن‌ها، سطح زیرکشت محصولات گندم آبی، جو آبی، یونجه و ذرت دانه‌ای نسبت به دیگر محصولات دخیل در الگو تغییراتی کم‌تر داشته، در حالی که محصول پیاز بیش‌ترین حساسیت ممکن را نسبت به این سیاست به خود اختصاص داده و از الگو حذف شده است. به طور کلی، الگوی کشت محصولات منتخب زراعی تحت شرایط اعمال این سیاست یارانه‌ای تغییرات زیادی را به همراه داشته است.

---

[1]- Exponential Cost Functions
[2]- Constant Elasticity of Substitution
[3] -Maximum Entropy

مطالعات بررسی‌شده نشان می‌دهند که مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) راهکاری مناسب برای بررسی اثرات سیاست‌های گوناگون بخش کشاورزی است. از سوی دیگر، بررسی‌ها حاکی از آن است که کشاورزان استان قزوین تمایل زیادی را برای توسعه سطح زیرکشت محصول زعفران در الگوی این منطقه دارند. افزایش سطح سبز این محصول طی سال‌های اخیر در اقصی‌نقاط استان قزوین گواه بر این امر است. بی گمان ورود محصول زعفران در الگوی کشت محصولات منتخب زراعی استان قزوین تغییرات چشم‌گیری را در تخصیص نهاده‌ها، سطح زیرکشت و مقدار تولید و از این رو، در این مطالعه از این روش جهت بررسی و تحلیل اقتصادی اثرات افزایش سطح زیرکشت زعفران بر الگوی کشت، مقدار مصرف نهاده‌ها و سود ناخالص کشاورزان دشت قزوین استفاده شد و رفتار اقتصادی کشاورزان نسبت به ورود این محصول (در سطوح گسترده‌تر) در الگوی کشت کنونی منطقه پیش‌بینی گردید.

مبانی نظری و روش پژوهش

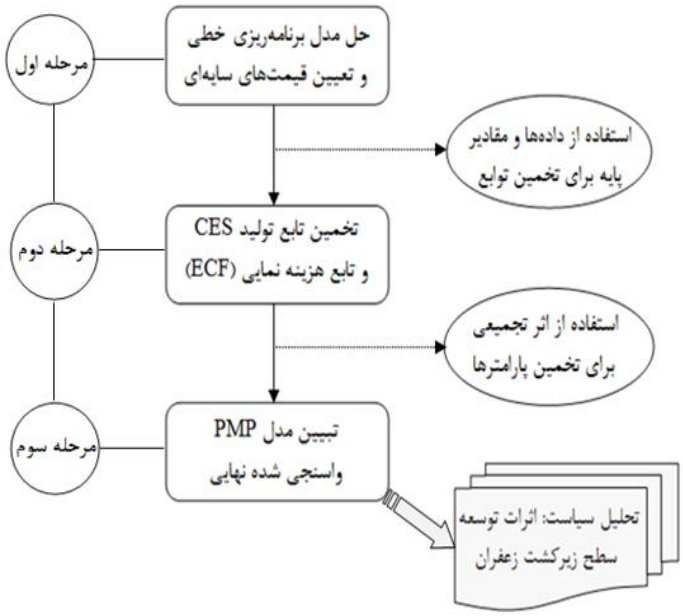
این پژوهش از نوع کاربردی بوده که روش مورد استفاده در آن مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و رهیافت تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES) است. بمنظور بررسی رفتار کشاورزان نسبت به تغییرات فزآینده سطح زیرکشت زعفران، در این پژوهش از داده‌های تجمیعی حاصل از تجربه بهره‌برداران منطقه (داده‌های میدانی) استفاده شد. به دلیل وجود محدودیت زمانی و اقتصادی برای گردآوری داده‌ها از تمامی بهره‌برداران، مبادرت به امر نمونه‌گیری شد. برای این منظور، از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای تصادفی استفاده شد. حجم نمونه موردنیاز براساس فرمول عمومی کوکران برآورد شد. داده‌های موردنیاز با تکمیل پرسش‌نامه‌های تنظیمی توسط بهره‌برداران نمونه گردآوری شد. پرسش‌نامه محقق ساخته در سه بخش مجزا تنظیم شد. بخش نخست شامل هفت سوال عمومی مربوط به ویژگی‌ها و خصوصیات کشاورزان در نمونه‌های مورد بهره‌برداری، بخش دوم شامل نه سوال تخصصی مربوط به کشت و تولید محصولات منتخب زراعی در منطقه و بخش سوم شامل دو سوال در ارتباط با تمایلات کشاورزان برای ورود محصول زعفران به الگوی منتخب زراعی منطقه مطرح شد. روایی ابزار پژوهش با کمک نظرات اخذ شده از اساتید دانشگاهی و کارشناسان مرکز پژوهش‌های کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین و پایایی یا اعتبار آن به کمک آلفای کرونباخ سنجیده شد. مقدار این ضریب به طور کلی برای پرسش‌نامه تنظیمی ۰/۸۱ برآورد شد (مقدار ضریب برای بخش اول پرسش‌نامه ۰/۸۵ درصد، برای بخش دوم ۰/۷۸ و برای بخش پایانی ۰/۸۲ محاسبه شد) که حاکی از مناسب بودن ابزار پژوهش در این پژوهش است. در نهایت با کمک داده‌های گردآوری شده و حل مدل پیشنهادی، رفتار اقتصادی کشاورزان دشت

قزوین (گروههای گوناگون کشاورزان کوچک، متوسط و بزرگ) نسبت به توسعه سطح زیرکشت زعفران در الگوی کنونی کشت پیش‌بینی شد و پیامدهای حاصل از آن ارزیابی و تحلیل شد.

مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) نخستین بار در سال ۱۹۹۵ توسط هوویت[1] معرفی شد. این مدل برای رفع کاستی‌ها و غلبه بر مشکلات موجود در مدل‌های برنامه‌ریزی هنجاری[2] (NMP) ارائه شد (Howitt *et al.*, 2012; Parhizkari and Sabouhi, 2013a). ایده کلی مدل PMP استفاده از داده‌های موجود در متغیرهای دوگان[3] محدودیت‌های واسنجی است که جواب مسأله برنامه‌ریزی خطی را به سطح فعالیت‌های موجود محدود می‌کند (Meyer *et al.*, 1993; Parhizkari *et al.*, 2014). این مدل در محدودیت‌های واسنجی خود به درجات آزادی صفر نیاز دارد. در نتیجه، مقدار داده‌هایی که باید فراهم شوند خیلی بالاست یا تعداد پارامترهایی که می‌تواند هنگام واسنجی تعیین شوند، محدود می‌باشند. به دلیل محدودیت تعداد پارامترها، مدل‌های PMP فرم تابعی ساده‌ای دارند. تعیین سطح تجمیع مکانی (فضایی)[4] نیز برای تعریف دامنه‌ی کاری مدل PMP و تجزیه و تحلیل سیاست‌های کشاورزی بسیار مهم می‌باشد. در واقع با تعیین این سطح، مدل PMP به جای تحلیل سیاست‌ها در یک سطح گسترده، ترکیبی از ویژگی‌های محلی یا منطقه‌ای را با مجموعه داده‌های کوچک‌تر لحاظ نموده و سیاست‌های مورد نظر را در سطح مناطق تعیین شده مورد بررسی قرار می‌دهد (Medellan-Azuara *et al.*, 2011; Parhizkari *et al.*, 2015). به طور کلی، واسنجی مدل PMP مورد استفاده در این مطالعه با توجه به تخمین تابع هزینه نمایی[5] (ECF) و بر اساس داده‌های ورودی در تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES) در سه مرحله پیاپی (بر اساس شکل ۲) صورت گرفت که هر یک از این مراحل در ادامه تشریح می‌شوند:

---

[1]- Howitt
[2]- Normative Mathematical Programming
[3]- Dual Variable
[4]- Spatial Aggregation
[5]- Exponential Cost Functions



شکل ۲- مراحل گام به گام واسنجی مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP)

Fig. 2- Step-by-step steps to evaluate the positive mathematical planning model (PMP)

مرحله نخست: حل مدل برنامه‌ریزی خطی و تعیین قیمت‌های سایه‌ای

در این مرحله، یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای بیشینه کردن مجموع سود ناخالص کشاورزان با توجه به محدودیت‌های منابع و واسنجی حل می‌شود و قیمت‌های سایه‌ای برای مجموعه محدودیت‌های مدل بدست می‌آید. شکل ریاضی این مرحله از مدل PMP را می‌توان به صورت زیر نشان داد (Howitt *et al.*, 2012; Parhizkari *et al.*, 2013).

$$Max\,\Pi = \left(\sum_{i=1}^{6} \left(price_i * yield_i - \sum_{j=1}^{5} a_{ij} cost_{ij} \right) \right) Area_i \qquad (۱)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{6} a_{ij} Area_i \le b_j \quad \forall j = 1,2,...,5 \qquad [\lambda_i^j] \qquad (۲)$$

$$Area_i \le \tilde{A}rea_i + \varepsilon \quad \forall i = 1,2,...,6 \qquad [\lambda_i^c] \qquad (۳)$$

$$Area_i \ge 0 \qquad \forall i = 1,2,...,6 \qquad (۴)$$

رابطه (۱) تابع هدف مدل برنامه‌ریزی خطی است که در آن ، $\prod$ سود ناخالص کشاورزان، i تعداد محصولات (گندم آبی، جو آبی، ذرت دانه‌ای، زعفران، چغندرقند و کلزا) و j تعداد نهاده‌های تولید (زمین، آب، نیروی‌کار، ماشین‌آلات و سرمایه) می‌باشد. $price_i$ ، $yield_i$ و $Area_i$ به ترتیب قیمت بازاری، عملکرد و سطح زیرکشت محصول i می‌باشد. $cost_{ij}$ هزینه تولید محصول i با مصرف نهاده j در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. a_{ij} نیز بیانگر ضرایب لئونتیف است که نسبت استفاده هر عامل تولید یا نهاده ($\tilde{A}l_{ij}$) به نهاده زمین ($\tilde{A}l_{i,Land}$) را نشان می‌دهد و از رابطه (۵) بدست می‌آید (Howitt *et al.*, 2012; Parhizkari *et al.*, 2013).

$$a_{ij} = \frac{\tilde{A}l_{ij}}{\tilde{A}l_{i,Land}} \rightarrow \forall i = 1,2,...6 \; j = 1,2,...5 \qquad (۵)$$

رابطه (۲)، محدودیت منابع را نشان می‌دهد و b_j در آن، کل منابع دردسترس منطقه برای تولید محصولات منتخب می‌باشد. رابطه (۳)، محدودیت واسنجی مدل می‌باشد که در آن، $\tilde{A}rea_i$ مقدار مشاهده شده فعالیت i در سال پایه می‌باشد. ε نیز مقدار مثبت کوچکی است که برای عدم ایجاد وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری و واسنجی بکار می‌رود. λ_i^j در رابطه (۲)، قیمت سایه‌ای محدودیت سیستمی و λ_i^c در رابطه (۳)، قیمت سایه‌ای محدودیت واسنجی می‌باشد. رابطه (۴) نیز بیانگر محدودیت غیرمنفی‌بودن سطح فعالیت‌ها است (Medellan-Azuara *et al.* 2011; Parhizkari *et al.*, 2014).

مرحله دوم: برآورد تابع هزینه نمایی (ECF) و تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES)

این مرحله از مدل PMP، ابتدا شامل برآورد تابع هزینه نمایی و پارامترهای آن و سپس، شامل تخمین تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES) می‌باشد. شکل کلی تابع هزینه نمایی به صورت زیر قابل ارائه است (Howitt *et al.*, 2011; Parhizkari *et al.*, 2015):

$$TC_i(Area_i) = \delta_i e^{\gamma_i Area_i} \qquad \forall i = 1,2,...,6 \qquad (۶)$$

در رابطه بالا، TC_i هزینه کل زمین برای تولید محصول i در منطقه موردنظر، δ_i پارامتر رهگیری (جمله ثابت یا عرض از مبدأ تابع) و γ_i پارامتر گاما است که تابعی از کشش عرضه محصول i (η_i) می‌باشد (Howitt *et al.*, 2009; Medellan-Azuara *et al.*, 2011). کشش عرضه محصولات که مشتق شده از تغییرات تقاضا یا مصارف محصولات به تغییرات قیمت بازاری آن‌ها می‌باشد، از ۰/۸۴۵ برای محصول جو آبی تا ۱/۶۱۹ برای محصول کلزا متغیر است. تغییرات برای هر سطح از قیمت محصول i، پارامتر گامای تابع هزینه نمایی (γ_i) به صورت زیر تعریف می‌شود (Parhizkari and Sabouhi, 2013b).

$$\gamma_i = \frac{p_i}{\eta_i Area_i} \qquad \forall i = 1,2,...,6 \qquad (۷)$$

با در اختیار داشتن پارامتر γ_i (رابطه ۷) و استفاده از شرط برابری هزینه نهایی با مجموع هزینه‌های متوسط و مقادیر ارزش دوگان (قیمت سایه‌ای) محدودیت زمین (رابطه ۸) می‌توان پارامتر δ_{rh} (دلتا) را به صورت رابطه (۹) تعریف کرد (Howitt *et al.*, 2012; Parhizkari *et al.*, 2015).

$$MC_i = AC_{ij} + \lambda_i^{land} \qquad \forall i = 1,2,...,6 \quad j = 1,2,...,5 \qquad (۸)$$

$$\delta_i = \frac{AC_{ij} + \lambda_i^{land}}{\gamma_i e^{\gamma_i Area_i}} \qquad \forall i = 1,2,...,5 \quad j = 1,2,...,5 \qquad (۹)$$

افزون بر تخمین تابع هزینه نمایی، در این مرحله پارامترهای بازده ثابت نسبت به مقیاس تابع تولید CES برای هر محصول برآورد می‌شوند. تابع تولید CES این امکان را ایجاد می‌کند که یک نرخ جانشینی ثابت بین نهاده‌های تولید و ضرایب تابع کاب داگلاس بوجود آید. مدل PMP با لحاظ کردن تابع تولید کشش جانشینی ثابت در مرحله دوم کالیبراسیون، ناتوانی‌هایی را که در مدل‌های پیشین خود داشته رفع می‌نماید و به کمک یک تابع با کشش‌های جانشینی ثابت به تخمین ضرایب تابع عملکرد می‌پردازد و تحلیل سیاست را امکان‌پذیر می‌کند. هم‌چنین، پس از در نظر گرفتن تابع تولید CES، مدل PMP شامل کشش‌های جانشینی ثابت می‌باشد و این قابلیت به مدل کمک می‌کند تا جانشینی بین نهاده‌ها را با نسبت‌های ثابت افزایش دهد (Howitt *et al.*, 2012; Parhizkari *et al.*, 2015). فرم کلی این تابع به صورت زیر است:

$$Y_i = yield_i = \tau_i \left[\sum_j^5 \beta_{ij} h_{ij}^{\rho_i} \right]^{\upsilon/\rho_i} \qquad \forall i = 1,2,...,6 \qquad (۱۰)$$

در رابطه بالا، Y_i عملکرد محصول i، h_{ij} نهاده یا عامل تولید j برای تولید محصول i، τ_i پارامتر مقیاس، β_{ij} پارامتر تولید و υ ضریب بازده ثابت نسبت به مقیاس می‌باشد که با استناد به مطالعات Howitt (2005)، Howitt *et al.*, (2012) و Parhizkari *et al.*, (2015) برابر با مقدار ثابت ۲/۵ تعریف شده است. ρ_i نیز مقداری است که بر حسب کشش جانشینی نهاده‌ها (σ) تعریف می‌شود و برای محاسبه آن از رابطه $\rho_i = (\sigma - 1)/\sigma$ استفاده می‌شود. تابع تولید CES در مطالعه حاضر با توجه به پنج نهاده زمین، آب، نیروی‌کار، ماشین‌آلات و سرمایه به صورت زیر قابل تعریف است:

$$Y_i = yield_i = \tau_i \left[\beta_{i1} h_{i1}^{\rho_i} + \beta_{i2} h_{i2}^{\rho_i} + \beta_{i3} h_{i3}^{\rho_i} + \beta_{i4} h_{i4}^{\rho_i} + \beta_{i5} h_{i5}^{\rho_i} \right]^{\upsilon/\rho_i} \qquad (۱۱)$$

پس از تخمین تابع تولید فوق، پارامترهای β_{ij} به صورت زیر قابل محاسبه می‌باشند (Howitt *et al.*, 2012; Parhizkari *et al.*, 2015).

$$\sum_{j=1}^{5}\beta_j = 1 \qquad (۱۲)$$

$$\beta_1 = \frac{1}{1+\frac{w_1^{(-1/\sigma)}}{c_1}\left(\sum_L \frac{c_L}{w_L^{(-1/\sigma)}}\right)} \qquad (۱۳)$$

$$\beta_L = \frac{1}{1+\frac{w_1^{(-1/\sigma)}}{c_1}\left(\sum_L \frac{c_L}{w_L^{(-1/\sigma)}}\right)} \cdot \frac{c_L w_1^{-1/\sigma}}{c_1 w_L^{-1/\sigma}} \qquad (۱۴)$$

$$\beta_L = \frac{c_L\ w_1^{(-1/\sigma)}}{c_1\ w_L^{(-1/\sigma)}} \cdot \beta_1 \qquad (۱۵)$$

در روابط بالا، w_L میزان نهاده تولید Lام و C_L هزینه نهاده تولید Lام می‌باشد. با استفاده از تعریف تابع تولید CES، می‌توان پارامتر مقیاس را برای هر محصول محاسبه و هر یک را در سطح پایه ارزیابی نمود. برای این منظور از رابطه زیر استفاده می‌شود (Howitt *et al.*, 2012; Parhizkari *et al.*, 2015).

$$\tau_i = \frac{\left(\frac{q_i}{x_i}\right).\tilde{x}_i}{\left[\sum_{j=1}^{5}\beta_j w_j^{\rho}\right]^{\upsilon/\rho_i}} \qquad \forall i = 1,2\ldots,6 \qquad (۱۶)$$

قابلیت مدل واسنجی شده در این مطالعه در این است که روند تخمین پارامترها در آن برای تمام محصولات و مناطق به طور خودکار انجام می‌شود (Howitt *et al.*, 2012; Parhizkari *et al.*, 2015).

مرحله سوم: تبیین مدل PMP واسنجی شده‌ی نهایی

در این مرحله که مرحله پایانی مدل PMP است، با استفاده از تابع هزینه نمایی واسنجی‌شده، تابع تولید CES تخمینی و مجموعه محدودیت‌ها (به استثنای محدودیت واسنجی)، یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به صورت روابط زیر ساخته می‌شود:

(۱۷)

$$Max\ \Pi = \sum_{i=1}^{6}\left(price_i * \left[\tau_i\left[\beta_{i1}h_{i1}^{\rho_i} + \beta_{i2}h_{i2}^{\rho_i} + \beta_{i3}h_{i3}^{\rho_i} + \beta_{i4}h_{i4}^{\rho_i} + \beta_{i5}h_{i5}^{\rho_i}\right]^{\upsilon/\rho_i}\right]\right)$$
$$Area_i - \sum_{i=1}^{6}\delta_i e^{\gamma_i Area_i} - \sum_{i=1}^{6}\sum_{j\neq Land}^{5} a_{ij}cost_{ij}$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{6} Area_i \leq TArea \quad (۱۸)$$

$$\sum_{i=1}^{6} ETArea_i . Area_i / \theta_{water} \leq TW \quad (۱۹)$$

$$\sum_{i=1}^{6} k_i . Area_i \leq TK \quad (۲۰)$$

$$\sum_{i=1}^{6} La_{ih} . Area_{ih} \leq TLa \quad (۲۱)$$

$$\sum_{i=1}^{5} Ma_i . Area_i \leq TMa \quad (۲۲)$$

$$Area_i \geq 0 \qquad \forall i = 1,2,...,6 \quad (۲۳)$$

رابطه (۱۷)، تابع هدف غیرخطی مدل PMP را نشان می‌دهد که شامل بیشینه کردن سود ناخالص کشاورزان است. رابطه (۱۸) بیانگر محدودیت اراضی زیرکشت است و نشان می‌دهد که مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب ($Area_i$) همواره کمتر و یا مساوی با کل اراضی قابل کشت در منطقه ($TArea$) است. رابطه (۱۹) محدودیت نهاده آب است که در آن $ETArea_i$ نیاز آبی محصول i، θ_{water} راندمان آبیاری و TW کل منابع آب دردسترس می‌باشد. رابطه (۲۰) محدودیت سرمایه است که در آن k_i ضریب فنی هزینه در واحد سطح محصول i و TK کل سرمایه دردسترس است. در این مطالعه، هزینه مورد نیاز برای خرید بذر، سموم و کودهای شیمیایی جهت تولید محصولات منتخب تحت عنوان محدودیت سرمایه مطرح شده است و دسترسی کشاورزان به این نهاده‌ها در منطقه، به عنوان محدودیت سیستمی بشمار نمی‌رود. رابطه (۲۱) بیانگر محدودیت نیروی‌کار است که در آن La_i نیروی‌کار لازم برای تولید محصول i و TLa کل نیروی‌کار قابل دسترس است. رابطه (۲۲) محدودیت ماشین‌آلات کشاورزی است که در آن Ma_i مقدار مورد نیاز ماشین‌آلات برای تولید محصول i و TMa مجموع ماشین‌آلات قابل دسترس است. رابطه (۲۳) نیز بیانگر محدودیت غیرمنفی بودن سطح فعالیت‌ها است و تضمین می‌کند که روش بالا به لحاظ فیزیکی جهت اجرایی شدن در منطقه مورد مطالعه امکان‌پذیر می‌باشد.

داده‌های موردنیاز در این مطالعه مربوط به سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ بوده که با تکمیل پرسش‌نامه‌های تنظیمی از ۱۲۷ کشاورز نمونه در دشت قزوین گردآوری شدند. این داده‌ها افزون بر ویژگی‌های شخصی کشاورزان (سن، تحصیلات، سابقه کار و ...) شامل پارامترهایی نظیر سطح زیرکشت، عملکرد و قیمت محصولات، مقدار مصرف و قیمت نهاده‌ها، هزینه تولید و درآمد کشاورزان می‌باشند. در این مطالعه بمنظور دست‌یابی به بیش‌ترین ضریب اطمینان در بدست آوردن نمونه‌هایی که دارای درجه بالایی از ویژگی‌های جامعه آماری بوده و نتایج آن‌ها قابل تعمیم به کل جامعه باشد، از نمونه‌گیری طبقه‌ای تصادفی استفاده شد و کشاورزان دشت قزوین بر اساس معیار سطح زیرکشت به سه دسته بهره‌برداران با مزارع کوچک (کم‌تر از ۱۰ هکتار)، متوسط (۱۰ تا ۲۰ هکتار) و بزرگ (بیش‌تر از ۲۰ هکتار) طبقه‌بندی شدند. این کار با تحلیل داده‌های استخراجی از پرسش‌نامه‌های تنظیمی در نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. در ادامه، برای هر گروه یک نماینده بوجود آمد و نتایج حاصل از مدل ارائه شده برای هر گروه بهره‌بردار تحلیل و ارزیابی شد. جدول ۱، چگونگی توزیع نمونه برآورد شده را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول ۱- چگونگی توزیع نمونه‌ها، درصد کشاورزان و سطح زیرکشت بهره‌بردار نماینده

Table 1- Distribution of samples, percentage of farmers and acrage of the representative operator

مجموع Total	کشاورزان دشت قزوین Farmers of Qazvin plain			مولفه‌های مورد بررسی Examined parameters
	بزرگ Large	متوسط Medium	کوچک Small	
100	11.7	36.5	51.9	درصد کل کشاورزان Percentage of total farmers
127	14.0	35.0	78.9	تعداد نمونه‌ها Number of samples
-	26.5	16.7	8.31	اندازه مزرعه بهره‌بردار نمونه Sample farm size

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج و بحث

در این مطالعه پس از انجام فرآیند نمونه‌گیری و توزیع تعداد نمونه در طبقات کوچک، متوسط و بزرگ (بر حسب معیار سطح زیرکشت)، اثرات افزایش سطح زیرکشت زعفران بر الگوی کشت، مقدار مصرف نهاده‌ها و سود ناخالص کشاورزان با توجه به محدودیت اراضی مستعد برای کشاورزی

در دشت قزوین بررسی شد. بر اساس کارشناسی‌های انجام گرفته در سال‌های اخیر، امکان افزایش سطح زیرکشت زعفران در دشت قزوین طی سال‌های آتی به مقدار دو برابر شرایط کنونی پیش-بینی شده است (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، ۱۳۹۳). بدین معنی که سطح زیرکشت این محصول از ۵۳ هکتار در شرایط کنونی به بیش از ۱۱۰ هکتار افزایش خواهد یافت. لذا، در این پژوهش اثرات سناریوی افزایش سطح زیرکشت زعفران به مقدار ۱۰۰ درصد نسبت به سال پایه (دو برابر نسبت به شرایط سال پایه) با استفاده از مدل PMP ارائه شده برای کشاورزان کوچک، متوسط و بزرگ در دشت قزوین بررسی و ارزیابی شد. نتایج بدست آمده از اعمال این سناریو برای بهره‌بردار نماینده گروه نخست (مزرعه کوچک) در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به نتایج این جدول، ملاحظه می‌شود که با افزایش سطح زیرکشت زعفران به مقدار دو برابر شرایط کنونی در الگوی کشت، سطح زیرکشت کلیه محصولات الگو در مزرعه نماینده گروه اول (مزرعه کوچک) نسبت به سال پایه کاهش می‌یابد، به گونه‌ای که سطح زیرکشت گندم آبی از ۲/۲۵ به ۲/۲۱، جو آبی از ۲/۰۶ به ۱/۹۷، ذرت دانه‌ای از ۱/۴۳ به ۱/۲۳، چغندرقند از ۱/۲۰ به ۱/۱۳ و کلزا از ۰/۸۹ به ۰/۸۱ هکتار می‌رسد که به ترتیب کاهشی به مقدار ۱/۷۸، ۴/۳۷، ۱۳/۹، ۵/۸۳ و ۸/۹۸ درصد را برای محصولات منتخب بالا به همراه دارد. با توجه به نتایج بدست آمده ملاحظه می‌شود که محصولات ذرت دانه‌ای و کلزا به ترتیب بیش‌ترین حساسیت را نسبت به ورود محصول زعفران به الگوی کشت در مزرعه کوچک دارند.

جدول ۲- اثرات افزایش سطح زیرکشت زعفران در مزرعه نماینده گروه نخست (مزرعه کوچک)

Table 2- Effects of increasing the level of saffron acrage in the field of the first group (small farm)

درصد تغییرات Percentage of changes	الگوی کشت محصولات منتخب زراعی (هکتار) Cropping patern of Selected products (ha)		محصولات منتخب Selected products
	پس از اعمال سناریو After the scenario	در شرایط کنونی In current situation	
-1.78	2.21	2.25	گندم آبی (wheat)
-4.37	1.97	2.06	جو آبی (Barley)
-13.9	1.23	1.43	ذرت دانه‌ای (Barley)
-5.38	1.13	1.20	چغندرقند (Barley)
100	0.96	0.48	زعفران (Saffron)
-8.98	0.81	0.89	کلزا (Saffron)
0	8.31	8.31	مجموع (Total)
			متغیر هدف (Target variable)
9.86	172360	15689	سود ناخالص الگو (هزار ریال) Gross profit (1000 rials)
-5.14	40427	42621	مقدار آب مصرفی (مترمکعب) Water consumed (m3)
7.93	239.3	221.7	نیروی‌کار موردنیاز (نفر- روز) Labor (man-days)
-2.57	5601.7	5749.2	مقدار سرمایه (کیلوگرم) Capital (kg)
-4.66	378.1	396.5	ماشین‌آلات (ساعت‌کار) Machinery (hours)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

افزون بر یافته‌های بالا، نتایج جدول ۲ گویای آن است که با افزایش سطح زیرکشت زعفران به مقدار دو برابر شرایط کنونی، مقدار استفاده از نهاده‌های آب مصرفی، سرمایه و ماشین‌آلات در سطح مزرعه کوچک نسبت به سال پایه با کاهش همراه می‌باشد، در حالی که ورود این محصول

استراتژیک به الگوی کشت افزایش بکارگیری نیروی‌کار در واحد سطح و ایجاد اشتغال نسبت به شرایط کنونی منطقه (سال پایه) را به دنبال دارد. شاخص اقتصادی سود ناخالص کشاورزان نیز با ورود محصول زعفران به الگوی کشت از ۱۵۶۸۹۰ هزار ریال در سال پایه به ۱۷۲۳۶۰ هزار ریال می‌رسد که افزایشی به مقدار ۹/۸۶ درصد را نسبت به سال پایه به همراه دارد. علت افزایش سود ناخالص کشاورزان با ورود محصول زعفران به الگوی کشت در سطح مزرعه کوچک، نیاز آبی پایین این محصول و صرفه اقتصادی بالاتر آن نسبت به سایر محصولات منتخب است. به طور کلی، نتایج جدول ۲ حاکی از آن است که کاهش سطح زیرکشت محصولات آب‌بر، کاهش مقدار مصرف نهاده‌های آب، سرمایه و ماشین‌آلات، افزایش سهم نهاده نیروی‌کار در واحد سطح و افزایش سود ناخالص کشاورزان از مهم‌ترین پیامدهای ورود زعفران به الگوی کشت مزرعه کوچک می‌باشند.

جدول ۳، نتایج حاصل از افزایش سطح زیرکشت محصول زعفران را به مقدار دو برابر نسبت به شرایط کنونی برای بهره‌بردار نماینده گروه دوم (مزرعه متوسط) نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، ملاحظه می‌شود که با افزایش سطح زیرکشت زعفران به مقدار دو برابر شرایط کنونی در الگوی کشت (یا همان اعمال سیاست افزایش صددرصدی سطح زیرکشت محصول زعفران با ورود آن به الگوی مزارع نماینده بهره‌بردار)، سطح زیرکشت کلیه محصولات منتخب الگو برای مزرعه نماینده گروه دوم (مزرعه متوسط) کاهش می‌یابد. این مقدار برای محصول گندم آبی از ۴/۸۷ به ۴/۶۳، جو آبی از ۴/۰۹ به ۳/۸۲، ذرت دانه‌ای از ۲/۷۰ به ۲/۳۲، چغندرقند از ۲/۲۳ به ۱/۹۴ و کلزا از ۱/۴۷ به ۱/۳۱ هکتار می‌رسد که به ترتیب کاهشی به مقدار ۴/۹۲، ۶/۶۰، ۱۴/۱، ۱۳/۰ و ۱۰/۹ درصد را برای محصولات منتخب بالا به همراه دارد. مقایسه نتایج به دست آمده با نتایج مزرعه نماینده گروه اول حاکی از آن است که با ورود زعفران به الگوی کشت، مقدار تغییرات کاهشی سطح زیرکشت گندم آبی و چغندرقند در مزرعه متوسط نسبت به مزرعه کوچک، بیش‌تر می‌باشد؛ در حالی که کاهش سطح زیرکشت سایر محصولات (جو آبی، ذرت دانه‌ای و کلزا) با تفاوتی جزئی در دو مزرعه همراه است.

جدول ۳- اثرات افزایش سطح زیرکشت زعفران در مزرعه نماینده گروه دوم (مزرعه متوسط)

Table 3- Effects of increasing the level of saffron acrage in the field of the second group (medium farm)

درصد تغییرات Percentage of changes	الگوی کشت محصولات منتخب زراعی (هکتار) Cropping patern of Selected products (ha)		محصولات منتخب Selected products
	پس از اعمال سناریو After the scenario	در شرایط کنونی In current situation	
-4.92	4.63	4.87	گندم آبی (wheat)
-6.60	3.82	4.09	جو آبی (Barley)
-14.1	2.32	2.70	ذرت دانه‌ای (Barley)
-13.0	1.94	2.23	چغندرقند (Barley)
100	2.68	1.34	زعفران (Saffron)
-10.9	1.31	1.47	کلزا (Saffron)
0	16.7	16.7	مجموع (Total)
			متغیرهای هدف
11.2	331690	298243	سود ناخالص الگو (هزار ریال) Gross profit (1000 rials)
-7.03	79648	85671	مقدار آب مصرفی (مترمکعب) Water consumed (m3)
4.58	472.5	451.8	نیروی‌کار موردنیاز (نفر- روز) Labor (man-days)
-5.89	9708	10327	مقدار سرمایه (کیلوگرم) Capital (kg)
-6.94	730.4	784.9	ماشین‌آلات (ساعت‌کار) Machinery (hours)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

افزون بر این، نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که سهم مصرفی نهاده‌ها در تولید محصولات منتخب الگوی مزرعه نماینده دوم متأثر از تغییرات سطح زیرکشت زعفران می‌باشد، به گونه‌ای که با دو برابر شدن سطح زیرکشت این محصول استراتژیک در الگوی مزرعه متوسط، مقدار آب مصرفی، مقدار استفاده از سرمایه و بکارگیری ماشین‌آلات به ترتیب ۷/۰۳، ۵/۸۹ و ۶/۹۴ درصد

نسبت به شرایط سال پایه کاهش و مقدار بکارگیری نیروی‌کار ۴/۵۸ درصد نسبت به شرایط سال پایه افزایش می‌یابد. تغییرات فوق ناشی از کاهش سطح زیرکشت محصولات آب‌بر و سرمایه‌بر ذرت دانه‌ای، چغندرقند و کلزا و تخصیص سطح کاهش‌یافته برای محصول کم‌آب و کاربر زعفران در الگوی مزرعه نماینده گروه دوم (مزرعه متوسط) می‌باشد. با تغییرات ایجاد شده در الگوی کشت، مقدار سود ناخالص مزرعه متوسط از ۲۹۸۲۴۳ هزار ریال به ۳۳۱۶۹۰ هزار ریال می‌رسد که معادل با ۱۱/۲ درصد افزایش درآمد این مزرعه نسبت به شرایط سال پایه است. به طور کلی، نتایج بدست آمده از جدول ۳ حاکی از آن است که ورود محصول زعفران به الگوی مزرعه متوسط همانند مزرعه کوچک سبب افزایش سود ناخالص کشاورزان می‌شود، با این تفاوت که درصد افزایش سود ناخالص کشاورزان پس از ورود زعفران به الگو نسبت به شرایط سال پایه در مزرعه متوسط بیش‌تر از مزرعه کوچک می‌باشد که علت این امر کاهش بیش‌تر سطح زیرکشت محصولات کم‌بازده گندم و جو آبی و تخصیص سطح کاهش‌یافته به کشت زعفران در مزرعه متوسط می‌باشد.

جدول ۴، نتایج حاصل از افزایش سطح زیرکشت زعفران به مقدار دو برابر نسبت به شرایط کنونی در الگوی کشت مزرعه نماینده گروه سوم (مزرعه بزرگ) را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که با ورود زعفران به الگوی مزرعه بزرگ و افزایش سطح زیرکشت آن به مقدار دو برابر شرایط کنونی، بهره‌بردار نماینده از سطح زیرکشت کلیه محصولات الگو می‌کاهد، اما این مقدار کاهش سطح زیرکشت برای محصولات آب‌بری چون ذرت دانه‌ای، چغندرقند و کلزا بیش‌تر از گندم و جو آبی است. نتایج حاکی از آن است کشاورزانی که در سطوح وسیع به کشت محصولات زراعی می‌پردازند، با افزایش سطح زیرکشت زعفران مقدار اراضی زیر کشت ذرت دانه‌ای خود را بیش از سایر محصولات کاهش داده و سطح موردنظر را به کشت زعفران تخصیص می‌دهند. لذا، در مزرعه بزرگ محصول ذرت دانه‌ای بیش‌ترین حساسیت را نسبت به ورود زعفران به الگوی کشت دارا می‌باشد، در حالی که محصول جو آبی در همین شرایط کم‌ترین تغییرات سطح زیرکشت را شامل می‌شود. علت این امر نیاز آبی پایین این محصول و هزینه تولید کم آن در مقایسه با ذرت دانه‌ای، چغندر و کلزا است.

جدول ۴- اثرات افزایش سطح زیرکشت زعفران در مزرعه نماینده گروه سوم (مزرعه بزرگ)

Table 4- Effects of increasing the level of saffron acrage in the field of the third group (large farm)

درصد تغییرات Percentage of changes	الگوی کشت محصولات منتخب زراعی (هکتار) Cropping patern of Selected products (ha)		محصولات منتخب Selected products
	پس از اعمال سناریو After the scenario	در شرایط کنونی In current situation	
-9.16	6.84	7.53	گندم آبی (wheat)
-7.05	5.80	6.24	جو آبی (Barley)
-16.4	3.27	3.90	ذرت دانه‌ای (Barley)
-13.7	2.58	3.28	چغندرقند (Barley)
100	4.98	2.49	زعفران (Saffron)
-11.4	2.71	3.06	کلزا (Saffron)
0	26.5	26.5	مجموع (Total)
			متغیرهای هدف
14.06	425769	373285	سود ناخالص الگو (هزار ریال) Gross profit (1000 rials)
-8.73	132972	145706	مقدار آب مصرفی (مترمکعب) Water consumed (m3)
6.62	769.2	721.4	نیروی‌کار موردنیاز (نفر- روز) Labor (man-days)
-7.54	15043	16270	مقدار سرمایه (کیلوگرم) Capital (kg)
-8.67	1163.4	1273.9	ماشین‌آلات (ساعت‌کار) Machinery (hours)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

افزون بر این، نتایج جدول ۴ حاکی از آن است که با افزایش سطح زیرکشت زعفران در الگوی مزرعه بزرگ، مقدار مصرف نهاده آب از ۱۴۵۷۰۶ مترمکعب در سال پایه به ۱۳۲۹۷۲ مترمکعب می‌رسد که کاهشی معادل ۸/۷۳ درصد را برای این نهاده کمیاب به همراه دارد. مقدار مصرف نهاده سرمایه و بکارگیری نهاده ماشین‌آلات نیز با ورود محصول زعفران در الگوی مزرعه بزرگ به ترتیب

از ۱۶۲۷۰ به ۱۵۰۴۳ کیلوگرم و از ۱۲۷۳/۹ به ۱۱۶۳/۴ ساعت‌کار می‌رسد که کاهش ۷/۵۴ و ۸/۶۷ درصدی را در مقدار مصرف نهاده‌های یاد شده به همراه دارد. این در حالی است که مقدار استفاده از نهاده نیروی‌کار با ورود زعفران به الگوی مزرعه نماینده گروه سوم از ۷۲۱/۴ نفر- روز در سال پایه به ۷۶۹/۲ نفر- روز می‌رسد که افزایشی معادل با ۶/۶۲ درصد را در بکارگیری این نهاده نشان می‌دهد. مقایسه نتایج بدست آمده برای مزرعه بزرگ با مزارع کوچک و متوسط نشان می‌دهد که مقدار کاهش مصرف نهاده‌های آب، سرمایه و ماشین‌آلات نسبت به شرایط سال پایه در مزرعه بزرگ بیش‌تر از دو مزرعه نماینده دیگر می‌باشد که این امر اهمیت توسعه سطح زیرکشت محصول استراتژیک زعفران را در الگوی زراعی دشت قزوین نشان می‌دهد. افزون بر این، مقدار تغییرات فزآینده برای نهاده نیروی‌کار در مزارع کوچک بیش‌تر از مزارع متوسط و بزرگ می‌باشد. علت این امر می‌تواند نیاز بیش‌تر به نیروی انسانی در سطح مزارع کوچک و توسعه نیافته (برای کاشت، داشت و برداشت محصولات منتخب) و هم‌چنین، خرده‌پا بودن کشاورزان کوچک (قدرت خرید کم برای سرمایه و بکارگیری ماشین‌آلات) در منطقه مطالعاتی دشت قزوین باشد. افزون بر نتایج بالا با توجه به جدول ۴ ملاحظه می‌شود که پس از ورود محصول زعفران به الگوی مزرعه نماینده گروه سوم (مزرعه بزرگ) و تغییرات بوجود آمده در سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی و مقدار مصرف نهاده‌ها، مقدار سود ناخالص این مزرعه از ۳۷۳۲۸۵ هزار ریال در شرایط سال پایه به ۴۲۵۷۶۹ هزار ریال می‌رسد که افزایشی معادل با ۱۴/۰۶ درصد را برای این شاخص اقتصادی به همراه دارد. مقایسه نتایج بدست آمده برای این مزرعه با دیگر مزارع نماینده حاکی از آن است که مقدار تغییرات سود ناخالص مزرعه بزرگ بیش‌تر از مزارع کوچک و متوسط می‌باشد که این امر به علت مصرف کم‌تر نهاده‌های تولیدی و صرفه اقتصادی بالایی است که در اثر افزایش بیش‌تر سطح زیرکشت محصول زعفران در مزرعه بزرگ حاصل می‌شود.

به طور کلی، نتایج پژوهش حاضر همسو با یافته‌های مطالعه Mohseni and Zibaee (2010) در راستای توسعه سطح زیرکشت محصول کلزا در دشت نمدان فارس است. آن‌ها اثرات ورود محصول کلزا را در الگوی کشت منطقه بررسی کردند. کاهش سطح زیرکشت گندم و لوبیا از مهم‌ترین اثرات افزایش سطح زیرکشت کلزا در دشت نمدان فارس بود؛ همان‌گونه که در این پژوهش نیز افزایش سطح زیرکشت محصول استراتژیک زعفران در دشت قزوین منجر به کاهش سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای، چغندرقند و کلزا شده است. مطالعه Foladi Toroghi and Hoseini (0123) در راستای توسعه سطح زیرکشت محصول زعفران و اثرات آن در الگوی زراعی منطقه شهرری نتایجی مشابه با این پژوهش به دنبال داشت. امکان کشت زعفران در این منطقه و توسعه سطح زیرکشت آن، جایگزین مناسبی برای سطوح کشت شده با محصولات پرآب و کم‌بازده زراعی می‌باشد. پژوهش

Sajaee Gheydari and Behroz (2017) در مورد توجه به سهم محصول زعفران در الگوی کشت محصولات زراعی روستاهای دهستان زبرخان استان خراسان مطالعه دیگری است که در نتایج خود با یافته‌های این پژوهش قرابت دارد. نتایج کار آن‌ها نشان داد که با افزایش تمایلات برای توسعه سطح زیرکشت زعفران، تغییرات اقتصادی مثبتی در روستاهای همجوار استان خراسان ایجاد می‌شود که از جمله آن افزایش عایدی کشاورزان زعفران‌کار در روستاهای حاجی‌آباد و حریم‌آباد است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

محصول زعفران که امروزه با عنوان طلای سرخ تلقی می‌گردد، با ارزش‌ترین محصول کشاورزی و گران‌ترین ادویه جهان محسوب می‌شود و در تاریخ صادرات کشور همواره از جایگاه خاصی برخوردار بوده است. در سال‌های اخیر، دلایلی مانند ارزش اقتصادی بالا، نیاز آبی محدود و عدم انطباق دوره رویشی و زمان گل‌دهی این محصول بر فصل گرم سال، سبب شده تا کشت و تولید آن متفاوت از سایر محصولات زراعی باشد. ویژگی ممتاز دیگر محصول زعفران سبب شده تا از نظر دوره زمانی بکارگیری نیروی انسانی و تخصیص آب زراعی با سایر محصولات زراعی تفاوت داشته باشد. لذا، توسعه سطح زیرکشت این محصول در دشت قزوین که در فصل گرم سال با کمبود نیروی کار و برداشت بی‌رویه از ذخایر آبی مواجه است، اهمیت زیادی یافته و کشت آن در کنار سایر محصولات منتخب (گندم، جو، ذرت دانه‌ای، چغندرقند، هندوانه و کلزا) به دلیل تنظیم فعالیت‌های نیروی انسانی شاغل در بخش کشاورزی و کاهش مصرف بی‌رویه منابع آب دردسترس، کشاورزان منطقه را به سمت توسعه سطح زیرکشت این محصول استراتژیک سوق داده است. با توجه به افزایش تمایل کشاورزان قزوینی برای کشت زعفران در سطح مزارع خود از یک سو و محدودیت اراضی قابل کشت و منابع آب دردسترس از سوی دیگر، در این مطالعه تلاش شد تا پیامدهای ورود این محصول استراتژیک در الگوی کشت محدوده مطالعاتی دشت قزوین تحلیل و ارزیابی شود و برنامه‌های سیاستی مناسبی مطابق با تغییرات بوجود آمده اتخاذ گردد. برای نیل به هدف بالا، از یک سیستم مدل‌سازی اقتصادی مشتمل بر مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP)، تابع هزینه نمایی (ECF) و تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES) استفاده شد. نتایج بدست آمده حاکی از آن بود که گروه‌های بهره‌بردار کشاورزی در دشت قزوین با ورود محصول زعفران به الگوی کشت استقبال مناسبی را از این محصول داشته و تمایل خود را در راستای توسعه سطح زیرکشت این محصول اقتصادی و کم‌آب با کاهش سطح زیرکشت محصولات آب‌بر و سرمایه‌بری چون ذرت دانه‌ای، چغندرقند و کلزا نشان می‌دهند که این امر پیامدها یا اثرات مثبتی را در سطح

مزارع کوچک، متوسط و بزرگ به دنبال دارد. از جمله مهم‌ترین این پیامدها، کاهش مصرف نهاده آب در سطح مزارع نماینده (مقدار کاهش در این نهاده در مزارع گوناگون متفاوت می‌باشد) است که به حفظ و پایداری منابع آب منطقه کمک شایانی می‌کند. از پیامدهای دیگر افزایش سطح زیرکشت زعفران در الگوی کشت دشت قزوین، کاهش مقدار مصرف نهاده سرمایه است که در ضمن خود شامل سموم و کودهای شیمیایی نیز می‌باشد. این اثر مثبت توسعه سطح زیرکشت زعفران، کاهش مقدار آلودگی محیط‌زیست (به خصوص منابع آب و خاک) را در اراضی مستعد دشت قزوین به دنبال دارد. پیامد دیگر توسعه سطح زیرکشت زعفران در الگوی زراعی دشت قزوین، افزایش مقدار بکارگیری نهاده نیروی‌کار در سطح مزارع است که تا حد زیادی مسأله بیکاری را در منطقه رفع نموده و به ایجاد اشتغال در بخش کشاورزی و صنعت در استان قزوین منجر می‌شود. در پایان با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش و مسأله مهم بحران آب که در سال‌های اخیر در دشت قزوین نمود یافته است، پیشنهاد می‌شود که زعفران به عنوان یک محصول جایگزین برای محصولات با نیاز آبی بالا در الگوی کشت دشت قزوین مورد بهره‌برداری قرارگیرد. توسعه سطح زیرکشت زعفران در الگوی کشت دشت قزوین به علت مزیت نسبی این محصول، هزینه تولید پایین آن و نیاز کم به نهاده آب منطقی می‌باشد، اما از آن‌جایی که توسعه سطح زیرکشت این محصول کاهش سطح زیرکشت گندم را در محدوده مطالعاتی دشت قزوین به همراه دارد، می‌تواند مسأله خودکفایی در تولید گندم را با مشکل مواجه نماید. لذا، برای رفع این مشکل توصیه می‌شود که سیاست‌های افزایش عملکرد در هکتار گندم به صورت هم‌زمان با توسعه سطح زیرکشت زعفران در منطقه بکارگرفته شوند.

References

- Aghapour Sabaghi, M. (2019). Investigating the factors affecting Iran's saffron exports to BRICS countries (data panel approach). *Scientific-Research Journal of Saffron*, 7(3): 411-420. (In Persian)
- Beyglo, J. & Mobaraki, Z. (2008). Measurement of land suitability of Qazvin province for saffron cultivation based on multi-criteria decision making methods. *Journal of Natural Geography Research*, 66(1): 101-119. (In Persian)
- Cortignani, R. & Severini, S. (2009). Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming, Agricultural Water Management, 96: 1785-1791.
- He, L. Tyner, W.E. Doukkali, R. & Siam, G. (2006). Policy options to improve water allocation efficiency: analysis on Egypt and Morocco. Water International, 31: 320-337.

- Howitt, R.E. (2005). PMP based production models- development and integration. The future of rural Europe in the global agri-food system, No: 21-23.

- Howitt, R.E. Medellin-Azuara, J. & MacEwan, D. (2009). Estimating the economic impacts of agricultural yield related changes for California. Final Paper, a Paper from California Climate Change Center, No: 29.

- Howitt, R.E. Medellin-Azuara, J. MacEwan, D. & Lund, R. (2012). Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. Science of the Environmental Modeling and Software, 38(3): 244-258.

- Jihad Agricultural Organization of Qazvin Province. (2013). Available on the website http://jkqazvin.ir/.

- Medellan-Azuara, J. Harou, J.J. & Howitt, R.E. (2010). Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation, Science of the Total Environment, 408(1): 5639-5648.

- Medellan-Azuara, J. Harou, J.J. & Howitt, R.E. (2011). Predicting farmer responses to water pricing, rationing and subsidies assuming profit maximizing investment in irrigation technology. Science of the Agricultural Water Management, 108(1): 73-82.

- Meyer, A.D. Tsui, A.S. & Hinings, C.R. (1993). Configurationally approaches to organizational analysis. Academy of Management Journal, 36(2): 1175-1195.

- Ministry of Agriculture. (2019). Details of the implementation of the saffron support purchase plan in 1998. Deputy of Agricultural Affairs, Saffron Performance Report in Iran, 3 pages. (In Persian)

- Mohseni, A. & Zibaee, M. (2010). Analysis of the consequences of increasing the area under rapeseed cultivation in Namadan plain of Fars province: Application of positive mathematical programming model. *Journal of Agricultural and Natural Resources Science and Technology*, 47(13): 733-748. (In Persian)

- Parhizkari, A. & Sabouhi, M. (2013a). Comparison of farmers' response to irrigation water reduction policy available. *Journal of Water and Irrigation Research*, 3(2): 42-53. (In Persian)

- Parhizkari, A. & Sabouhi, M. (2013b). Economic analysis of the effects of technology development and mechanization on agricultural production in Qazvin province. *Journal of Agricultural Economics Research*, 5 (4): 1-23. (In Persian)

- Parhizkari, A. Sabouhi, M. & Ziaee, S. (2013). Simulation of the water market and analysis of the effects of irrigation water sharing policy on aquaculture pattern under water conditions. *Journal of Economics and Agricultural Development*, 27(3): 242-252. (In Persian)

- Parhizkari, A. Sabouhi, M. & Ahmadpour, M. (2014). Simulation of farmers' reaction to pricing policies and irrigation water quotas (Case study: Zabol city). *Journal of Agricultural Economics and Development*, 28(2): 164-176. (In Persian)
- Parhizkari, A. Mozaffari, M. Hoseini Khodadadi, M. & Parhizkari, R. (2015). Economic analysis of the effects of climate change due to greenhouse gas emissions on agricultural products and available water resources (Case study: lands downstream of Taleghan Dam). *Journal of Agricultural Economics and Development*, 29(1): 68-85. (In Persian)
- Pishbahar, A. & Khodabakhshi, S. (2014). Effects of subsidizing agricultural inputs on the cultivation pattern of selected agricultural products in Varamin plain. *Journal of Agricultural Economics Research*, 6(2): 53-68. (In Persian)
- Qazvin Agricultural and Natural Resources Research Center. (2014). Research project of changes in cultivation pattern in Qazvin plain during drought conditions. Agricultural and Natural Resources Research Center of Qazvin Province, Agricultural Economics Research Section, Number of Pages: 137. (In Persian)
- Sajasi Gheydari, H. & Behroz, Z. (2017). Analysis of the effects of changing the pattern of drought cultivation in rural areas to saffron production in the villages of Zabarkhan district. *Quarterly Journal of Rural Development Strategies*, 4(1): 58-39. (In Persian)
- Schmid, E. Sinabell, F. & Markus, F.H. (2007). Phasing out of environmentally harmful subsidies: Consequences of the 2003 CAP reform, Ecological Economics, 60(3): 596-604.
- Toroghi Foladi, A. & Hoseini, S.M. (2013). Investigating the possibility of cultivating and developing saffron (Crocus sativus) in urban climatic conditions. *Journal of Plant and Ecology*, 9(2): 79-90. (In Persian)