بررسی تغییرات اقتصادی الگوی کشت ناشی از تغییرات سطح زیرکشت چغندرقند (مطالعه موردی: دشت قزوین)

Evaluation of the economic changes of planting pattern resulted from sugar beet planting area variation (case study: Qazvin plain)

ابوذر پرهیزکاری[1*]، محمدمهدی مظفری[2]، مهدی حسینی خدادادی[3] و رویا پرهیزکاری[4]

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۲۹

ا. پرهیزکاری، م.م. مظفری، م.ح. خدادادی و ر. پرهیزکاری. ۱۳۹٤. بررسی تغییرات اقتصادی الگوی کشت ناشی از تغییرات سطح زیرکشت چغندرقند (مطالعه موردی: دشت قزوین). **چغندرقند، ۳۱(۱): ۹۲- ۷۷**

چکیده

چغندرقند یکی از محصولات در تناوب زراعی دشت قزوین می‌باشد که پس از گندم، جو و ذرت بیشترین سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده است. طی سال‌های اخیر، محدودیت منابع آب سبب کاهش سطح زیرکشت چغندرقند در این دشت شده است. به همین منظور، در مطالعه حاضر اثرات افزایش سطح زیرکشت چغندرقند بر الگوی کشت، سود ناخالص کشاورزان و میزان مصرف نهاده‌ها تحت شرایط کم‌آبی مورد بررسی قرارگرفت. برای اجرای این تحقیق، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و رهیافت تابع تولید مبتنی بر نیازآبی محصولات استفاده شد. داده‌های موردنیاز مربوط به سال ۹۲-۱۳۹۱ بود که با تکمیل پرسشنامه از ۱۲۷ کشاورز نمونه جمع‌آوری شد. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و حل مدل با استفاده از نرم‌افزار GAMS صورت گرفت. نتایج نشان داد که کاهش سطح زیرکشت گندم آبی، جو آبی و کلزا و افزایش سود ناخالص زارعین از مهم‌ترین پیامدهای افزایش سطح زیرکشت چغندرقند می‌باشند. همچنین، نتایج کاهش مصرف نهاده‌های آب، سرمایه و ماشین‌آلات را برای مزارع بزرگ و افزایش مصرف تمامی نهاده‌ها را برای مزارع کوچک و متوسط پس از ورود چغندرقند به الگوی کشت تحت شرایط کم‌آبی نشان داد. در پایان، توسعه سطح زیرکشت چغندرقند با توجه به اینکه منجر به کاهش مصرف نهاده‌های کود و سموم شیمیایی در الگوی کشت می‌شود، به عنوان راهکاری برای کاهش آلودگی محیط‌زیست در مناطق جنوبی دشت قزوین پیشنهاد شد.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، حذف چغندرقند، تغییرات الگوی کشت، کم‌آبیاری

۱- دانشجوی دکترای دانشگاه پیام نور تهران، محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین و عضو بنیاد ملی نخبگان *- نویسنده مسئول
Abozar.parhizkari@yahoo.com
۲- استادیار دانشگاه بین‌الملل امام خمینی (ره)- قزوین
۳- دانشجوی دکترای دانشگاه زابل
۴- کارشناس ارشد دانشگاه بین‌الملل امام خمینی (ره)- قزوین

مقدمه

چغندرقند از جمله محصولاتی است که اهمیت راهبردی روزافزونی را در بخش کشاورزی دارا می‌باشد. اهمیت بالای مصرف قند در سبد کالای خانوارهای ایرانی از یک سو و تأمین بخش اعظمی از نیاز داخل از طریق واردات از سوی دیگر، لزوم توجه به عرضه کافی قند و افزایش سطح زیرکشت چغندرقند را در کشور تبیین می‌کند. علاوه‌بر این، وجود ضرورت انکارناپذیر استفاده کارآتر از منابع کمیاب نظیر آب، ممکن است که تولید محصولاتی همانند چغندرقند را که از این نهاده به وفور مصرف می‌کنند، با چالش مواجه سازد (Mohammadi *et al*. 2013). مسأله بحران آب طی سال‌های اخیر، به ویژه در مناطق جنوبی دشت قزوین (شهرستان بوئین‌زهرا) که یکی از دشت‌های مستعد کشور برای تولید محصولات استراتژیکی چون چغندرقند است، کاملاً مشهود می‌باشد. گزارشات اخیر حاکی از آن است که سالانه بیش از ۲۰۰ میلیون مترمکعب اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی این دشت صورت می‌پذیرد. در واقع، مجموع تغذیه آبخوان‌های این دشت ۱۲۶۰/۵ میلیون مترمکعب است، درحالی که مجموع تخلیه از آن‌ها به ۶۶/ ۱۴۵۸ میلیون مترمکعب نیز می‌رسد. میانگین سالانه بارش نیز در این استان ۲۳۴/۱ میلی‌متر بوده که حدود هشت درصد کمتر از متوسط بارندگی در کشور است، گرچه این اعداد مربوط به طولانی مدت است و در خشکسالی‌های اخیر میزان بارندگی این مقدار نیز کمتر است. (Parhizkari and Sabouhi 2013). علی‌رغم برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی استان قزوین و منفی‌شدن بیلان آبی دشت‌های آن (دشت قزوین، زرند ساوه، ماه نشان، قیدر و دشت طالقان–الموت) طی سال‌های اخیر، این استان در تولید محصول چغندرقند نقش بسزایی داشته است، به‌طوری که در این راستا پس از استان‌های آذربایجان غربی، خراسان رضوی، فارس و کرمانشاه رتبه پنجم را در کشور به خود اختصاص داده و در حدود چهار درصد از اراضی سطح زیرکشت چغندرقند کشور در این استان واقع می‌باشند. به لحاظ سطح زیرکشت نیز چغندرقند یکی از عمده‌ترین محصولات تولیدی دشت قزوین می‌باشد که با ۲۵۶۸ هکتار سطح زیرکشت پس از گندم، جو و ذرت بیشترین سهم را در تولید محصولات زراعی دشت قزوین به خود اختصاص داده است (Iranian Ministry of Agriculture 2012).

طی سال‌های گذشته بروز مشکلاتی مانند کم‌آبی، عدم تناسب زمانی و مکانی بارش‌ها، بهره‌وری کم نهاده آب به همراه افزایش روزافزون تقاضا برای توسعه سطح زیرکشت سایر محصولات کشاورزی (غلات، ذرت و کلزا)، خشکسالی‌های دوره‌ای و کاهش نزولات آسمانی از یک سو و نمودیافتن مسائلی مانند حذف یارانه‌ی نهاده‌ها، عدم حمایت دولت از زارعین چغندرکار، نبود بازار مناسب برای محصول تولیدی، عدم وجود قیمت تضمینی و تعیین‌شده، نبود حمایت‌های قیمتی، افزایش مخاطرات طبیعی، افزایش ریسک تولید و نارضایتی کشاورزان از عملکرد کارخانه تولید قند در استان قزوین از سوی دیگر منجر به کاهش تمایل زارعین این استان برای توسعه سطح زیرکشت محصول چغندرقند شده است (Parhizkari 2012). گزارشات اخیر حاکی از آن است که در سال زراعی ۹۲–۱۳۹۱ سطح سبز ابلاغی چغندقند در استان قزوین چهار هزار و ۵۰۰ هکتار و میزان تولید در حدود ۱۷۰ هزار تن بوده است، در حالی که عملاً تنها از سطح زیرکشت یک هزار و ۹۰۰ هکتار در حدود ۹۰ هزار تن چغندرقند در این استان برداشت شده است و درواقع تنها در حدود ۴۰ درصد از برنامه ابلاغی تحقق یافته است. افزون بر این، هزینه تولید این محصول در هر هکتار از اراضی دشت قزوین در حدود ۳/۹ میلیون ریال برآورد شده که از این میزان می‌توان به سهم ۱۳ درصدی هزینه حمل و مکانیزاسیون، سهم ۱۶ درصدی اجاره زمین، سهم ۲۹ درصدی هزینه کارگری

(نیروی‌کار) و سهم ۴۲ درصدی هزینه سایر نهاده‌های مصرفی (آب، بذر، کود، سم، آفت‌کش، علف‌کش و ...) اشاره کرد (Jehad Agriculture Organization of Qazvin Province 2012).

با توجه به مطالب فوق ضرورت دارد چالش‌های موجود، شرایط تولید و افزایش سطح زیرکشت چغندرقند در دشت قزوین مورد توجه قرار گیرد. قبل از هر چیز این امر نیازمند بررسی اثرات افزایش سطح زیرکشت این محصول از جهت میزان 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. عکس‌العمل بهره‌برداران نیز تحت تأثیر شرایط مزرعه، نگرش و ویژگی‌های فردی آن‌ها قرار دارد. با توجه به این که آزمون سیاست‌های مختلف در محیط‌های واقعی امکان‌پذیر نیست. لذا هر مدیر سیاست‌گذار در بخش کشاورزی به دنبال آن است که با اطمینان بالایی از نتایج اجرای سیاست‌های مورد نظر و عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به آن‌ها آگاه شود (He *et al.* 2006). امروزه این امر به کمک مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP= Positive Mathematical Programming) فراهم شده است. در حال حاضر مدل فوق تبدیل به یک وسیله مهم و با کاربرد وسیع در تحلیل سیاست‌های کشاورزی شده است. مزیت این مدل، توانایی آن در بررسی جزئی‌تر تأثیر سیاست‌ها در سطح مزرعه می‌باشد (Nigel 2005). طی سال‌های اخیر، در قالب مطالعات تجربی زیادی سیاست‌های مختلف بخش کشاورزی با استفاده از این روش تحلیل شده‌اند که در ادامه به بررسی مهم‌ترین این مطالعات پرداخته می‌شود.

اشمید و همکاران (Schmid *et al.* 2007) در پژوهشی با بهره‌گیری از مدل PMP به تحلیل اثرات زیست‌محیطی تغییر سیاست قطع ارتباط حمایت از کشاورزان در اتریش پرداختند. نتایج نشان داد که این تغییر سیاست باعث کاهش هزینه تولید کشاورزان، بهبود شرایط زیست‌محیطی آب و خاک و کاهش گازهای گلخانه‌ای خواهد شد. کورتیگنانی و سورینی (Cortignani and Severini 2009) در تحقیقی سیاست‌های کم‌آبیاری را برای منطقه‌ای در مدیترانه با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت بررسی کردند. نتایج نشان داد که اعمال سیاست‌های کاهش آب در دسترس و افزایش قیمت آب بر کاهش مقدار مصرف آب مؤثر می‌باشد و هنگامی که دسترسی به آب کاهش می‌یابد، تعدیل در روش‌های آبیاری میزان تمایل کشاورزان را نسبت به اعمال سیاست‌های فوق افزایش می‌دهد. هوویت و همکاران (Howitt *et al.* 2009) در پژوهشی اثرات اقتصادی تغییر عملکرد محصولات کشاورزی را با توجه به شرایط آب و هوایی در ۲۶ منطقه کالیفرنیا با استفاده از مدل PMP بررسی نمودند. نتایج حاکی از آن بود که درآمد کشاورزان در تمام مناطق تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی قرار دارد و در شرایط آب و هوایی نامناسب، درآمد کاهش می‌یابد. مدلین آزورا و همکاران (Medellin-Azuara *et al.* 2011) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به بررسی واکنش کشاورزان نسبت به قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری و حذف یارانه نهاده‌های کشاورزی در ایالت کالیفرنیا پرداختند. نتایج نشان داد که یارانه تکنولوژی کارآمد بوده و سهمیه‌بندی آب آبیاری ممکن است اثر ناچیزی بر زمین و آب استفاده شده بگذارد. در ایران نیز، محسنی و زیبایی (Mohseni and Zibaee 2009) 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 مورد انتظار مزارع نماینده بود. بخشی (Bakhshi 2009) در مطالعه‌ای با

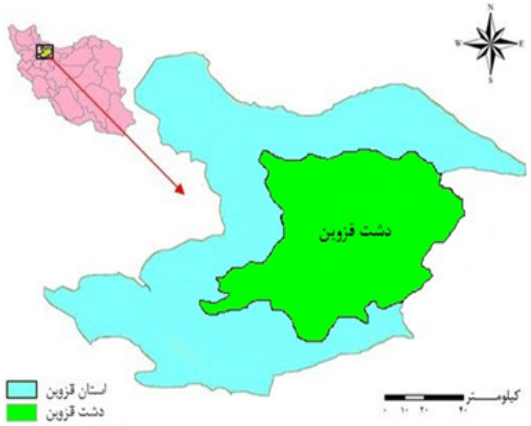
استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، آثار زیست محیطی حذف یارانه کودهای شیمیایی در زیربخش زراعت را برای استان های خراسان شمالی و رضوی، طی چندین سناریو تحلیل کرد. بر اساس نتایج این مطالعه افزایش قیمت نهاده کود به واسطه حذف یارانه نهاده‌های کودشیمیایی، کاهش شاخص‌های پایداری و توازن سطحی و افزایش شاخص‌های کارآیی ازت و فسفر را به همراه خواهد داشت. معین الدینی (Moinodini 2010) در مطالعه‌ای واکنش کشاورزان را نسبت به سیاست‌های قیمتی و سهمیه‌بندی آب آبیاری در استان کرمان با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت بررسی نمود. نتایج نشان داد که افزایش هزینه آب آبیاری و کاهش آب در-دسترس در پذیرش کم‌آبیاری مؤثر می‌باشند. پرهیزکاری و همکاران (Parhizkari *et al.* 2013) در تحقیقی با بهره‌گیری از مدل PMP به بررسی اثرات سیاست اشتراک‌گذاری آب آبیاری بر الگوی کشت تحت شرایط کم‌آبی در حوضه رودخانه شاهرود پرداختند. نتایج نشان داد که کاربرد سیاست اشتراک‌گذاری آب آبیاری راهکار مناسبی برای تخصیص منابع آب در حوضه رودخانه شاهرود می‌باشد و به‌کارگیری آن سبب افزایش مجموع سطح زیرکشت محصولات آبی از نه تا ۳۷ درصد می‌شود.

مطالعات بررسی‌شده نشان می‌دهند که مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) راه‌کار مناسبی برای بررسی اثرات سیاست‌های مختلف بخش کشاورزی می‌باشد. به همین منظور، در مطالعه حاضر از این روش جهت بررسی و تحلیل اقتصادی اثرات افزایش سطح زیرکشت چغندرقند بر الگوی کشت، میزان مصرف نهاده‌ها و سود ناخالص کشاورزان دشت قزوین تحت شرایط کم‌آبی استفاده شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دشت قزوین بزرگ‌ترین حوزه آبخیز دریاچه نمک و یکی از دشت‌های مستعد کشور برای تولید محصولات کشاورزی است که همانند بسیاری از دشت‌های کشور بیلان آب زیرزمینی در آن منفی است (Sabouhi and Parhizkari 2013). از آن‌جایی که این دشت در تولید محصول استراتژیک چغندرقند و تأمین نیازهای اولیه کارخانه قند استان قزوین اهمیت دارد، لذا توجه به پایداری و توسعه سطح زیرکشت این محصول در آن امری ضروری و مهم به نظر می‌رسد. شکل ۱، موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد:



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی دشت قزوین در استان قزوین

مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP)

مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت اولین بار در سال ۱۹۹۵ توسط هوویت (Howitt) معرفی شد. این مدل جهت رفع کاستی‌ها و غلبه بر مشکلات موجود در مدل‌های برنامه‌ریزی هنجاری (Normative Mathematical Programming = NMP) توسعه یافت (Parhizkari and Sabouhi 2013). ایده کلی مدل PMP استفاده از اطلاعات موجود در متغیرهای دوگان(Dual Variable) محدودیت‌های واسنجی است که جواب مسأله برنامه‌ریزی خطی را به سطح فعالیت‌های موجود محدود می‌کند. در واقع مقادیر دوگان برای تصریح تابع هدف غیرخطی‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند که سطح فعالیت‌های مشاهده شده را مجدداً از طریق جواب بهینه مسأله برنامه‌ریزی جدیدی که فاقد محدودیت واسنجی است، بازسازی می‌کند (Meyer *et al.* 1993). تعیین سطح تجمیع مکانی (فضایی) (Spatial Aggregation) برای تعریف دامنه‌ی کاری مدل PMP و تجزیه و تحلیل سیاست‌های کشاورزی نیز بسیار مهم می‌باشد. در واقع با تعیین این سطح، مدل PMP به جای تحلیل سیاست‌ها در یک سطح وسیع، 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 (Parhizkari *et al.* 2013). در ادامه مراحل گام به گام واسنجی مدل PMP ارائه‌شده تشریح می‌گردد:

مرحله اول: حل مدل برنامه‌ریزی خطی و تعیین قیمت‌های سایه‌ای

در این مرحله، یک مدل برنامه‌ریزی خطی جهت حداکثرنمودن سودناخالص کشاورزان با توجه به محدودیت‌های منابع و واسنجی حل می‌شود و قیمت‌های سایه‌ای محدودیت‌های مدل به دست می‌آید (Howitt *et al.* 2012). شکل ریاضی این مرحله از مدل PMP برای منطقه مطالعاتی به صورت زیر می‌باشد:

$$Max\,\Pi = \left(\sum_{i=1}^{5} \sum_{h=1}^{3} \left(price_{ih} * yield_{ih} - \sum_{j=1}^{5} a_{ihj} cost_{ihj} \right) \right) Area_{ih} \qquad (۱)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{5} a_{ihj} Area_{ih} \le b_j \quad \forall jh \qquad [\lambda_{ih}^{j}] \qquad (۲)$$

$$Area_{ih} \le \tilde{A}rea_{ih} + \varepsilon \quad \forall ih \qquad [\lambda_{ih}^{c}] \qquad (۳)$$

$$Area_{ih} \ge 0 \qquad \forall ih \qquad (۴)$$

رابطه (۱) به عنوان تابع هدف مدل برنامه‌ریزی خطی، شامل حداکثرکردن سود ناخالص کشاورزان می‌باشد. در این رابطه، Π سود ناخالص کشاورزان، i تعداد محصولات (گندم آبی، جو آبی، ذرت دانه‌ای، چغندرقند و کلزا)، j تعداد نهاده‌ها (زمین، آب، نیروی‌کار، ماشین‌آلات و سرمایه)، h تکنیک آبیاری (آبیاری کامل، کم‌آبیاری پنج درصد و کم‌آبیاری ۱۰ درصد) می‌باشد. $price_{ih}$، $yield_{ih}$ و $Area_{ih}$ به‌ترتیب قیمت بازاری، عملکرد و سطح زیرکشت محصول $_i$ که با روش آبیاری h تولید شده است، می‌باشد. $cost_{ihj}$ هزینه تولید محصول i با مصرف نهاده j در روش آبیاری h می‌باشد. a_{ihj}نیز بیانگر ضرایب لئونتیف است که نسبت استفاده‌ی هر عامل تولید به زمین را نشان می‌دهد و از رابطه (۵) به دست می‌آید (Howitt *et al.* 2012).

$$a_{ihj} = \frac{\tilde{A}rea_{ih}}{\tilde{A}rea_{ih,Land}} \qquad \forall ihj \qquad (۵)$$

رابطه (۲)، محدودیت منابع را نشان می‌دهد و b_j در آن، کل منابع دردسترس منطقه برای تولید محصولات منتخب است. رابطه (۳)، محدودیت واسنجی مدل می‌باشد که در آن، $\tilde{A}rea_{ih}$ مقدار مشاهده شده فعالیت i در سال پایه تحت روش آبیاری h می‌باشد. ε نیز مقدار مثبت کوچکی است که برای جلوگیری از وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری و واسنجی به‌کار می‌رود. λ_{ih}^{j}در رابطه (۲)، قیمت سایه‌ای محدودیت سیستمی و λ_{ih}^{c}در رابطه (۳)، قیمت سایه‌ای محدودیت واسنجی را نشان می‌دهد. رابطه (۴) نیز محدودیت

غیرمنفی بودن سطح فعالیت‌ها را نشان می‌دهد (Medellan-Azuara *et al.* 2011).

مرحله دوم: برآورد تابع هزینه نمایی و تابع عملکرد مبتنی بر نیاز آبی

این مرحله از مدل PMP، ابتدا شامل تخمین تابع هزینه نمایی یا لگاریتمی و سپس تخمین تابع عملکرد محصولات مبتنی بر نیاز آبی می‌باشد. شکل کلی تابع هزینه نمایی به صورت زیر قابل ارائه است:

$$TC_i(Area_{ih}) = \delta_{ih} e^{\gamma_{ih} Area_{ih}} \qquad \forall ih \qquad (۶)$$

در رابطه بالا، TC_i هزینه کل زراعت برای تولید محصول i، δ_{ih} پارامتر رهگیری و γ_{ih} پارامتر گاما است که تابعی از کشش عرضه محصول i (η_{ih}) می‌باشد (Medellin-Azuara *et al.* 2010). برای هر سطح از قیمت محصول i با روش آبیاری h، پارامتر گامای تابع هزینه نمایی (γ_{ih}) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\gamma_{ih} = \frac{p_{ih}}{\eta_{ih} Area_{ih}} \qquad \forall ih \qquad (۷)$$

با در اختیار داشتن پارامتر γ_{rh} (رابطه ۷) و برابر بودن هزینه نهایی با مجموع هزینه‌های متوسط و مقادیر ارزش دوگان محدودیت زمین (رابطه ۸) می‌توان پارامتر δ_{rh} (دلتا) را به صورت رابطه (۹) تعریف کرد:

$$MC_{ih} = AC_{ihj} + \lambda_{ih}^{land} \qquad \forall rhj \qquad (۸)$$

$$\delta_{ih} = \frac{AC_{ihj} + \lambda_{ih}^{land}}{\gamma_{ih} e^{\gamma_{ih} Area_{ih}}} \qquad \forall ihj \qquad (۹)$$

جهت بررسی اثرات افزایش سطح زیرکشت چغندرقند تحت شرایط کم‌آبی، نیاز به تابع عملکرد مبتنی بر نیاز آبی محصولات می‌باشد. بدین منظور، در مطالعه حاضر از تابع عملکرد ارائه شده توسط قارشی و همکاران (Qureshi *et al.* 2013) استفاده شد. شکل کلی این تابع به صورت زیر می‌باشد:

$$Yield_{ih} = f(ET_{ih}^R) = a + b \times ET_{ih}^R + c \times (ET_{ih}^R)^2 \qquad \forall ih \qquad (۱۰)$$

که در آن، $Yield_{ih}$ و ET_{ih}^R عملکرد و نیاز آبی محصول i تحت روش آبیاری h می‌باشند. a عرض از مبدأ تابع عملکرد، b شیب و c ضریب عامل درجه دوم تابع عملکرد می‌باشد (Qureshi *et al.* 2013). نیاز آبی محصول در تابع فوق، براساس میزان آب دردسترس، میزان بارش صورت‌گرفته طی دوره رشد محصول و راندمان آبیاری در هر روش قابل برآورد می‌باشد. رابطه (۱۱) بیانگر شکل ریاضی این مفهوم است:

$$ET_{ih}^R = (IW_{ih}^R * IEff_{ih}) + ERain_i \qquad \forall ih \qquad (۱۱)$$

که در آن، ET_{ih}^R نیاز آبی محصول i در روش آبیاری h، IW_{ih}^R میزان آب دردسترس محصول i در روش آبیاری h، $IEff_{ih}$ راندمان یا بازده روش آبیاری h برای تولید محصول i و $ERain_i$ میانگین بارش صورت گرفته طی دوره رشد محصول i می‌باشد (Qureshi *et al.* 2013).

مرحله سوم: تبیین مدل PMP واسنجی شده‌ی نهایی

در این مرحله که مرحله پایانی مدل PMP می‌باشد، با استفاده از تابع هزینه‌ی نمایی واسنجی‌شده، تابع عملکرد مبتنی بر نیاز آبی محصولات و مجموعه محدودیت‌ها (به استثنای محدودیت واسنجی)، یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به صورت روابط زیر ساخته می‌شود:

(۱۲)

$$Max\ \Pi = \sum_{i=1}^{5}\sum_{h=1}^{3}\left(price_{ih} * \left[a + b \times ET_{ih}^R + c \times (ET_{ih}^R)^2\right]\right) Area_{ih} - \sum_{i=1}^{5}\sum_{h=1}^{3}\delta_{ih} e^{\gamma_{ih} Area_{ih}} - \sum_{i=1}^{5}\sum_{h=1}^{3}\sum_{j\neq Land}^{5} a_{ihj} cost_{ihj}$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{5}\sum_{h=1}^{3} Area_{ih} \le TArea \qquad (۱۳)$$

$$\sum_{i=1}^{5}\sum_{h=1}^{3} ETArea_{ih}.Area_{ih} / \theta_{water} \le TW \qquad (۱۴)$$

$$\sum_{i=1}^{5}\sum_{h=1}^{3} k_{ih}.Area_{ih} \le TK \qquad (۱۵)$$

$$\sum_{i=1}^{5}\sum_{h=1}^{3} La_{ih}.Area_{ih} \le TLa \qquad (۱۶)$$

$$\sum_{i=1}^{5}\sum_{h=1}^{3} Ma_{ih}.Area_{ih} \le TMa \qquad (۱۷)$$

$$Area_{ih} \ge 0 \qquad \forall ih \qquad (۱۸)$$

رابطه (۱۲)، تابع هدف غیرخطی مدل PMP را نشان می‌دهد. رابطه (۱۳) بیانگر محدودیت اراضی زیرکشت است و نشان می‌دهد که مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب تحت شرایط متفاوت آبیاری ($Area_{ih}$) همواره کمتر و یا مساوی با کل اراضی قابل کشت در منطقه ($TArea$) می‌باشد. رابطه (۱۴) محدودیت نهاده آب را نشان می‌دهد که در آن $ETArea_{ih}$ نیاز آبی محصول i در روش آبیاری h، θ_{water} راندمان آبیاری و TW کل منابع آب دردسترس در منطقه می‌باشد. رابطه (۱۵) بیان‌گر محدودیت سرمایه می‌باشد که در آن k_{ih} ضریب فنی هزینه در واحد سطح محصول i تحت روش آبیاری h و TK کل سرمایه در‌دسترس در منطقه است. رابطه (۱۶) محدودیت نیروی‌کار را نشان می‌دهد که در آن La_{ih} نیروی‌کار لازم برای تولید محصول i تحت روش آبیاری h و TLa کل نیروی‌کار قابل دسترس در منطقه مورد مطالعه است. رابطه (۱۷) بیانگر محدودیت ماشین‌آلات کشاورزی است که در آن Ma_{ih} میزان موردنیاز ماشین‌آلات جهت تولید محصول i تحت روش آبیاری h و TMa مجموع ماشین‌آلات قابل دسترس در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. رابطه (۱۸) نیز محدودیت غیرمنفی بودن سطح فعالیت‌ها است و تضمین می‌کند که روش مورد استفاده به لحاظ فیزیکی امکانپذیر می‌باشد.

در این مطالعه، پس از توزیع تعداد نمونه جهت بررسی اثرات افزایش سطح زیرکشت چغندرقند بر الگوی کشت، میزان مصرف نهاده‌ها و سود ناخالص کشاورزان دشت قزوین تحت شرایط کم‌آبی، از اثر متقابل این عمل استفاده شد. بدین معنی که سطح زیرکشت چغندرقند به جای افزایش، از الگوی کشت بهره‌برداران نماینده حذف شد (سطح زیرکشت آن به صفر کاهش داده شد) و سپس با استفاده از مدل PMP ارائه شده به بررسی اثرات این تغییر تحت شرایط آبیاری کامل، کم‌آبیاری پنج درصد و کم‌آبیاری ۱۰ درصد پرداخته شد.

جامعه آماری مطالعه حاضر شامل کلیه کشاورزان دشت قزوین می‌باشد. داده‌های موردنیاز این مطالعه نیز مربوط به سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ است که با تکمیل پرسشنامه‌های تنظیمی توسط کشاورز نمونه جمع‌آوری شد. این داده‌ها علاوه بر ویژگی‌های شخصی کشاورزان شامل پارامترهایی نظیر سطح زیرکشت، عملکرد و قیمت محصولات، میزان مصرف و قیمت نهاده‌ها، هزینه تولید و درآمد زارعین می‌باشند. با توجه تعداد زیاد بهره‌برداران در منطقه مورد مطالعه و عدم امکان تکمیل پرسشنامه‌های تنظیمی به صورت مجزا توسط هر یک از بهره‌برداران، جهت گردآوری داده‌ها و اطلاعات موردنیاز و تعیین حجم نمونه مورد بررسی در این مطالعه از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای تصادفی و فرمول کوکران استفاده شد. مزایای این شیوه نمونه‌گیری، اطمینان از انعکاس مناسب ویژگی‌های مختلف جامعه در گروه نمونه (یعنی معرف بودن آن) و تغییرپذیری کمتر صفات مورد مطالعه در داخل هر طبقه به تغییرپذیری این صفات در کل جامعه است. همچنین، این شیوه نمونه‌گیری موجب افزایش قابل ملاحظه‌ای در دقت نمونه‌گیری از لحاظ برآورد پارامترهای جامعه می‌شود. در این روش نمونه‌گیری ابتدا با استفاده از فرمول عمومی کوکران حجم نمونه برای منطقه مطالعاتی در حدود ۱۲۷ بهره‌بردار برآورد شد. سپس، بهره‌برداری‌های نمونه براساس معیار سطح زیرکشت در طبقات همگنی طبقه‌بندی شدند و برای هر طبقه همگن یک بهره‌بردار نماینده ساخته شود. لازم به ذکر است که برای همگن‌سازی یا قرار دادن بهره‌برداری‌های همگن در یک طبقه و انتخاب بهره‌بردار نماینده، روش واحدی وجود ندارد و با توجه به نوع تحقیق می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده نمود. اما سه روشی که برای این منظور بسیار معمول و متداول هستند، عبارتند از: ۱- روش متوسط منابع ۲- روش

محدودکننده‌ترین عامل تولید ۳- روش نسبت منابع، که در روش متوسط منابع، بهره‌برداران بر اساس "اندازه" طبقه‌بندی می‌شوند. در ایران، سطح زیرکشت معیار مناسبی برای اندازه بهره‌برداری‌ها می‌باشد. به همین منظور، در این تحقیق نیز زارعین دشت قزوین براساس معیار سطح زیرکشت به سه دسته‌ی بهره‌برداران با مزارع کوچک (کمتر از ۱۰ هکتار)، متوسط (۱۰ تا ۲۰ هکتار) و بزرگ (بیشتر از ۲۰ هکتار) طبقه-بندی شدند. این کار با تحلیل داده‌های به دست آمده از پرسشنامه‌های تنظیمی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ صورت گرفت. جدول ۱ نحوه توزیع نمونه برآورد شده و جدول ۲ اطلاعات مربوط به زارعین نمونه را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد:

جدول ۱ نحوه توزیع نمونه‌ها، درصد زارعین و سطح زیرکشت بهره‌بردار نماینده

مولفه‌های مورد بررسی	کشاورزان دشت قزوین			مجموع
	کوچک	متوسط	بزرگ	
درصد کل زارعین	۵۱/۹	۳۶/۵	۱۱/۷	۱۰۰
تعداد نمونه	۷۸	۳۵	۱۴	۱۲۷
اندازه مزرعه بهره‌بردار نمونه	۹/۳۳	۱۶/۷	۲۶/۵	–

جدول ۲ ویژگی‌های کشاورزان در نمونه‌های مورد مطالعه

متغیرهای مورد بررسی	رده یا سطح مورد بررسی	کشاورزان دشت قزوین		
		کوچک	متوسط	بزرگ
سن (درصد)	کمتر از ۳۰ سال	۳۵/۴	۲۶/۵	۳۲/۸
	۳۰ تا ۴۷ سال	۲۶/۱	۲۷/۳	۳۶/۰
	بیشتر از ۴۷ سال	۳۸/۵	۴۶/۲	۳۱/۲
سابقه کار (درصد)	کمتر از ۱۰ سال	۳۱/۵	۱۳/۴	۱۳/۲
	۱۰ تا ۱۸ سال	۱۹/۲	۳۰/۳	۱۹/۳
	بیشتر از ۱۸ سال	۴۹/۳	۶۴/۳	۶۷/۵
سطح سواد یا تحصیلات (درصد)	بی‌سواد	۳۱/۵	۱۸/۳	۱۴/۵
	ابتدایی	۲۷/۴	۴۱/۶	۳۴/۰
	سیکل	۲۳/۷	۲۸/۹	۲۵/۷
	دیپلم و فوق دیپلم	۱۱/۲	۷/۴	۱۴/۶
	بالاتر از فوق دیپلم	۶/۳	۳/۸	۱۱/۲

نتایج و بحث

نتایج حذف محصول چغندرقند از الگوی کشت، برای بهره‌بردار نماینده گروه اول (مزرعه کوچک) در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به این جدول، ملاحظه می‌شود که الگوی واسنجی مدل PMP دقیقاً داده‌های سال پایه (الگوی کشت در شرایط فعلی) را به دست می‌دهد که این نتیجه با مقایسه ستون‌های سوم و چهارم این جدول حاصل می‌شود. هم‌چنین، نتایج نشان می‌دهد که پس از حذف محصول چغندرقند از الگوی کشت، مجموع سطح زیرکشت گندم آبی، جو آبی و کلزا به ترتیب از ۲/۵۹ به ۳/۵۳، ۲/۲۲ به ۳/۱۶ و از ۱/۲۱ به ۱/۴۱ هکتار افزایش می‌یابد، اما مجموع سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای از ۱/۴ به ۱/۲۳ درصد کاهش می‌یابد. لذا، می‌توان نتیجه گرفت که چغندرقند جانشین اصلی گندم آبی، جو آبی و کلزا است.

جدول ۳ اثرات حذف چغندرقند بر الگوی کشت، میزان مصرف نهاده‌ها و سود ناخالص کشاورزان تحت شرایط کم‌آبی در مزرعه نماینده گروه اول (مزرعه کوچک)

محصولات منتخب	کاهش عملکرد (درصد)	الگوی کشت سال پایه(هکتار)	الگوی واسنجی* مدل PMP (هکتار)	الگوی‌کشت پس از حذف چغندر (هکتار)
گندم آبی		۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۰۸
کم‌آبیاری ۵ ٪	۲/۴۵	۰/۸۳	۰/۸۳	۱/۴۷
کم‌آبیاری ۱۰٪	۳/۳۸	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۹۸
جو آبی		۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۳۷
کم‌آبیاری ۵ ٪	۱/۳۲	۰/۷۲	۰/۷۲	۱/۰۸
کم‌آبیاری ۱۰٪	۲/۲۷	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۷۱
ذرت دانه‌ای		۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۶۴
کم‌آبیاری ۵ ٪	۳/۲۹	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۹
چغندرقند		۰/۹۰	۰/۹۰	۰
کم‌آبیاری ۵ ٪	۱/۰۸	۰/۶۳	۰/۶۳	۰
کم‌آبیاری ۱۰٪	۱/۲۴	۰/۳۸	۰/۳۸	۰
کلزا		۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۸۳
کم‌آبیاری ۵ ٪	۲/۴۶	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۵۸
مجموع سطح زیرکشت		۹/۳۳	۹/۳۳	۹/۳۳
سود ناخالص الگو (هزار ریال)		۱۳۲۷۰۰	۱۳۲۷۰۰	۱۱۸۵۰۰
میزان آب مصرفی (مترمکعب)		۵۸۴۹۱	۵۸۴۹۱	۴۶۷۵۴
تعداد موردنیاز نیروی‌کار (نفر- روز)		۲۳۶/۷	۲۳۶/۷	۲۰۹/۳
میزان مصرف سرمایه (کیلوگرم**)		۵۵۶۵/۲	۵۵۶۵/۲	۵۵۰۹/۴
به‌کارگیری ماشین‌آلات (ساعت‌کار)		۳۹۶/۷۵	۳۹۶/۷۵	۳۷۸/۴۱

* برابری الگوی واسنجی با الگوی سال پایه (ستون ۳ و ۴) صحت و سقم نتایج مدل PMP را نشان می‌دهد.

**: منظور از سرمایه مجموع نهاده‌های بذر، کود و سم است که کشاورز قبل از هر چیز برای کشت نیاز دارد.

درواقع، نتایج مدل PMP حاکی از آن است که تحت شرایط کم‌آبی با حذف چغندرقند از الگوی کشت، زارعین کوچک به سمت افزایش سطح زیرکشت گندم آبی (به میزان ۳۶/۳ درصد)، جو آبی (به میزان ۴۲/۳ درصد) و کلزا (۱۶/۵ درصد) متمایل می‌شوند. بنابراین، درصورت ورود چغندرقند به الگوی کشت و افزایش سطح زیرکشت آن، زارعین از سطح زیرکشت گندم آبی، جو و کلزا می‌کاهند، اما این میزان کاهش بیشتر متوجه محصول گندم و کمتر متوجه محصول کلزا می‌شود. نتیجه مهم دیگر این است که با حذف چغندرقند از الگو سطح زیرکشت سایر محصولات که در مراحل رشد به لحاظ مقدار آبیاری متفاوت می‌باشند به یک میزان تغییر نمی‌کند. در نتیجه تغییرات به وجود آمده در الگوی کشت پس از حذف چغندرقند، سود ناخالص حاصل از مزرعه در حدود ۱۰/۷ درصد نسبت به سال پایه کاهش می‌یابد و از ۱۳۲۷۰۰ به ۱۱۸۵۰۰ هزار ریال می‌رسد. این میزان کاهش به دو دلیل رخ می‌دهد. عامل اول حذف چغندرقند از الگوی کشت است که به خاطر درآمد بالاتر این محصول نسبت به سایر محصولات الگو منجر به کاهش سود ناخالص کل حاصل از مزرعه می‌گردد. عامل دیگر مربوط به میزان مصرف آب در مزرعه و به‌کارگیری روش‌های کم‌آبیاری طی دوره رشد محصولات جایگزین است. اعمال کم‌آبیاری باعث کاهش عملکرد محصولات جایگزین و در نهایت باعث کاهش سود ناخالص مزرعه می‌شود. با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان گفت که با ورود چغندرقند به الگوی کشت در مزرعه کوچک، سود ناخالص زارعین افزایش

می‌یابد. علاوه بر این، با توجه به نیاز آبی بالای چغندرقند می‌توان انتظار داشت که با حذف آن از الگو و جایگزین شدن گندم و جو که نیاز آبی کمتری دارند، میزان آب مصرفی در مزرعه کاهش یابد. نتایج مدل PMP نیز گویای این مطلب است.

افزون بر نتایج فوق، با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود که میزان آب مصرفی در الگوی فعلی ۵۸۴۹۱ مترمکعب است، در حالی که این میزان با حذف چغندرقند به ۴۶۷۵۴ میلیون مترمکعب می‌رسد و ۲۰ درصد نسبت به سال پایه کاهش می‌یابد. نتایج گویای آن است که با حذف چغندرقند از الگوی کشت میزان استفاده از نهاده سرمایه (مجموع بذر، کود و سم مصرفی) و ماشین‌آلات برای گروه نماینده اول (مزرعه کوچک) کاهش می‌یابد. علت این امر، نیاز بالای محصول چغندرقند به کود و سموم شیمیایی (۵۸۰ کیلوگرم در هکتار) برای رشد و دفع آفات و هم‌چنین نیاز بالای این محصول به استفاده از ماشین‌آلات و ادوات مکانیزه (۶۴ ساعت‌کار در هکتار) در مراحل کاشت، داشت و برداشت در مقایسه با سایر محصولات الگو می‌باشد. بنابراین، با حذف چغندرقند از الگوی مزرعه کوچک و جایگزین شدن محصولاتی مانند گندم، جو و کلزا به جای آن در الگو که نیاز به میزان کود و سموم شیمیایی (به ترتیب ۳۸۵، ۳۸۰ و ۴۱۰ کیلوگرم در هکتار) و ساعات کار ماشین‌آلات (به ترتیب ۴۶، ۴۳ و ۵۱ ساعت‌کار در هکتار) کمتری دارند، میزان استفاده از نهاده‌های سرمایه و ماشین‌آلات نسبت به شرایط فعلی کاهش می‌یابد.

نتایج حذف محصول چغندرقند از الگوی کشت، برای مزرعه متوسط (مزرعه نماینده گروه دوم) در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ٤ اثرات حذف چغندرقند بر الگوی کشت، میزان مصرف نهاده‌ها و سود ناخالص کشاورزان تحت شرایط کم‌آبی در مزرعه نماینده گروه دوم (مزرعه متوسط)

محصولات منتخب	کاهش عملکرد (درصد)	الگوی کشت سال پایه (هکتار)	الگوی واسنجی* مدل PMP (هکتار)	الگوی‌کشت پس از حذف چغندر (هکتار)
گندم آبی		۲/۳۸	۲/۳۸	۲/۳۰
کم‌آبیاری ۵ ٪	۲/۴۵	۱/۵۷	۱/۵۷	۲/۱۶
کم‌آبیاری ۱۰٪	۳/۳۸	۰/۹۵	۰/۹۵	۱/۶۳
جو آبی		۱/۸۳	۱/۸۳	۲/۴۶
کم‌آبیاری ۵ ٪	۱/۳۲	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۷۳
کم‌آبیاری ۱۰٪	۲/۲۷	۰/۸۴	۰/۸۴	۱/۵۲
ذرت دانه‌ای		۱/۴۴	۱/۴۴	۱/۳۶
کم‌آبیاری ۵ ٪	۳/۲۹	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۸۲
چغندرقند		۱/۶۹	۱/۶۹	۰
کم‌آبیاری ۵ ٪	۱/۰۸	۱/۰۴	۱/۰۴	۰
کم‌آبیاری ۱۰٪	۱/۲۴	۰/۷۳	۰/۷۳	۰
کلزا		۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۴۹
کم‌آبیاری ۵ ٪	۲/۴۶	۰/۸۲	۰/۸۲	۱/۲۳
مجموع سطح زیرکشت		۱۶/۷	۱۶/۷	۱۶/۷
سود ناخالص الگو (هزار ریال)		۲۳۶۴۲۰	۲۳۶۴۲۰	۲۱۱۸۶۰
میزان آب مصرفی (مترمکعب)		۹۸۰۶۹	۹۸۰۶۹	۸۴۳۲۶
تعداد موردنیاز نیروی‌کار (نفر–روز)		۴۰۵/۱	۴۰۵/۱	۳۷۶/۰
میزان مصرف سرمایه (کیلوگرم**)		۹۹۶۷	۹۹۶۷	۹۸۴۴
به‌کارگیری ماشین‌آلات (ساعت‌کار)		۷۰۹/۴	۷۰۹/۴	۶۸۹/۸

*: برابری الگوی واسنجی با الگوی سال پایه (ستون ۳ و ۴) صحت و سقم نتایج مدل PMP را نشان می‌دهد.

**: منظور از سرمایه مجموع نهاده‌های بذر، کود و سم است که کشاورز قبل از هر چیز برای کشت نیاز دارد.

با توجه به نتایج جدول ۴، ملاحظه می‌شود که نتایج مدل PMP برای بهره‌بردار نماینده گروه دوم (مزرعه متوسط) رسیدن به داده‌های سال پایه را برای الگوی کشت و میزان مصرف نهاده‌های تولیدی نشان می‌دهند (مقایسه ستون‌های سوم و چهارم در جدول ۴). افزون بر این، نتایج به دست آمده حاکی از آن است که در اثر حذف چغندرقند از الگوی مزرعه، مجموع سطح زیرکشت گندم آبی از ۴/۹ به ۶/۰۹ هکتار می‌رسد که در حدود ۲۴/۳ درصد نسبت به سال پایه افزایش یافته است. مجموع سطح زیرکشت جو آبی و کلزا نیز پس از حذف چغندرقند از الگوی کشت به ترتیب از ۳/۹۷ به ۵/۷۱ هکتار و از ۱/۹۶ به ۲/۷۲ هکتار افزایش می‌یابد که درواقع با افزایشی معادل ۴۳/۸ و ۳۸/۷ درصد برای محصولات جو آبی و کلزا نسبت به سال پایه همراه بوده است. هم‌چنین، ملاحظه می‌شود که زارعین بهره‌بردار در گروه دوم (مزرعه متوسط) با حذف چغندرقند از الگوی کشت به سمت جایگزینی محصولات جو آبی (به میزان ۴۳/۸ درصد)، کلزا (۳۸/۷ درصد) و گندم آبی (۲۴/۳ درصد) متمایل می‌شوند که این اولویت متفاوت با تمایل زارعین بهره‌بردار گروه اول (مزرعه کوچک) در جایگزینی محصولات پس از حذف چغندرقند است. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که چغندرقند جانشین اصلی جو آبی، کلزا و گندم آبی در مزرعه متوسط است. سطح زیرکشت محصول ذرت دانه‌ای همانند مزرعه کوچک، در اینجا نیز پس از حذف چغندرقند کاهش پیدا می‌کند و از ۱/۴۴ به ۱/۳۶ هکتار می‌رسد که کاهشی معادل ۵/۵۴ درصد را نسبت به سال پایه در پی دارد.

افزون بر نتایج فوق، با توجه به جدول ۴ ملاحظه می‌شود که در مزرعه متوسط پس از حذف چغندرقند، سطح زیرکشت گندم آبی در شرایط آبیاری کامل و بدون اعمال تنش آبی نه تنها افزایش نمی‌یابد، بلکه به میزان ۳/۳۶ درصد نسبت به سال پایه کاهش می‌یابد و از ۲/۳۸ به ۲/۳۰ هکتار می‌رسد، در حالی که در مزرعه کوچک سطح زیرکشت گندم آبی در شرایط متفاوت آبیاری همواره نسبت به سال پایه با افزایش همراه است. با حذف چغندرقند از الگوی کشت، میزان سود ناخالص مزرعه متوسط از ۲۳۶۴۲۰ به ۲۱۱۸۶۰ هزار ریال می‌رسد که نسبت به سال پایه با ۱۰/۴ درصد کاهش همراه می‌باشد که این میزان در مقایسه با سود ناخالص مزرعه کوچک به میزان ناچیزی تغییر یافته است. بنابراین، می‌توان گفت که با ورود چغندرقند به الگوی کشت و افزایش سطح زیرکشت آن میزان سود ناخالص حاصل از مزرعه متوسط افزایش می‌یابد. پس از حذف چغندرقند از الگوی کشت، مجموع آب مصرفی برای بهره‌بردار گروه دوم از ۹۸۰۶۹ به ۸۴۳۲۶ مترمکعب می‌رسد که بیان‌گر کاهش ۱۴/۰۳ درصدی در مصرف آب است. علت این امر، افزایش ۴۳/۸ درصدی سطح زیرکشت جو آبی (که کمترین نیاز آبی را در بین محصولات منتخب به خود اختصاص داده است) پس از حذف چغندرقند از الگو می‌باشد. هم‌چنین، با توجه به جدول ۴ ملاحظه می‌شود که پس از حذف چغندرقند از الگوی کشت، میزان مصرف نهاده نیروی‌کار از ۴۰۵/۱ به ۳۷۶ نفر- روز، سرمایه از ۹۹۶۷ به ۹۸۴۴ کیلوگرم و ماشین‌آلات از ۷۰۹/۴ به ۶۸۹/۸ ساعت می‌رسد و نسبت به سال پایه به ترتیب ۷/۱۸، ۱/۲۳ و ۲/۷۶ درصد کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که ورود چغندرقند به الگوی کشت سبب افزایش مصرف نهاده‌های آب، کود، سرمایه و ماشین‌آلات در مزرعه متوسط می‌شود.

جدول ۵، اثرات حذف چغندرقند را بر الگوی کشت، میزان مصرف نهاده‌ها و سود ناخالص بهره‌بردار گروه سوم (مزرعه بزرگ) نشان می‌دهد.

جدول ۵ اثرات حذف چغندرقند بر الگوی کشت، میزان مصرف نهاده‌ها و سود ناخالص کشاورزان تحت شرایط کم‌آبی در مزرعه نماینده گروه سوم (مزرعه بزرگ)

محصولات منتخب	کاهش عملکرد (درصد)	الگوی کشت سال پایه(هکتار)	الگوی واسنجی* مدل PMP(هکتار)	الگوی‌کشت پس از حذف چغندر(هکتار)
گندم آبی		۳/۶۹	۳/۶۹	۳/۹۱
کم‌آبیاری ۵ ٪	۲/۴۵	۲/۳۷	۲/۳۷	۲/۹۵
کم‌آبیاری ۱۰٪	۳/۳۸	۱/۴۱	۱/۴۱	۲/۱۰
جو آبی		۲/۹۵	۲/۹۵	۳/۴۵
کم‌آبیاری ۵ ٪	۱/۳۲	۱/۸۰	۱/۸۰	۲/۳۷
کم‌آبیاری ۱۰٪	۲/۲۷	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۸۹
ذرت دانه‌ای		۲/۳۸	۲/۳۸	۲/۹۱
کم‌آبیاری ۵ ٪	۳/۲۹	۱/۸۵	۱/۸۵	۲/۳۴
چغندرقند		۲/۴۸	۲/۴۸	۰
کم‌آبیاری ۵ ٪	۱/۰۸	۱/۹۳	۱/۹۳	۰
کم‌آبیاری ۱۰٪	۱/۲۴	۱/۳۵	۱/۳۵	۰
کلزا		۱/۸۹	۱/۸۹	۲/۶۵
کم‌آبیاری ۵ ٪	۲/۴۶	۱/۲۶	۱/۲۶	۱/۹۳
مجموع سطح زیرکشت (هکتار)		۲۶/۵	۲۶/۵	۲۶/۵
سود ناخالص الگو (هزار ریال)		۳۸۶۹۲۰	۳۸۶۹۲۰	۳۴۵۶۸۰
میزان آب مصرفی (مترمکعب)		۱۵۸۱۲۷	۱۵۸۱۲۷	۱۶۵۳۷۰
نیروی‌کار موردنیاز (نفر–روز)		۶۴۷/۹	۶۴۷/۹	۵۹۷/۶
میزان مصرف سرمایه (کیلوگرم**)		۱۵۴۳۷/۶	۱۵۴۳۷/۶	۱۵۸۶۰/۲
به‌کارگیری ماشین‌آلات (ساعت‌کار)		۱۰۷۱/۳	۱۰۷۱/۳	۱۱۴۲/۶

*: برابری الگوی واسنجی با الگوی سال پایه (ستون ۳ و ۴) صحت و سقم نتایج مدل PMP را نشان می‌دهد.

**: منظور از سرمایه مجموع نهاده‌های بذر، کود و سم است که کشاورز قبل از هر چیز برای کشت نیاز دارد.

با توجه به نتایج جدول فوق، ملاحظه می‌شود که الگوی واسنجی مدل PMP دقیقاً داده‌های سال پایه (الگوی کشت در شرایط فعلی) را به‌دست می‌دهد (مقایسه ستون‌های سوم و چهارم جدول ۵). هم‌چنین، نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که با حذف چغندرقند از الگوی کشت، سطح زیرکشت تمامی محصولات منتخب برای بهره‌بردار نمونه گروه سوم (مزرعه بزرگ) افزایش می‌یابد. بدین صورت که مجموع سطح زیرکشت گندم آبی از ۷/۴۷ به ۸/۹۶ هکتار، سطح زیرکشت جو آبی از ۵/۸۹ به ۷/۷۱ هکتار، سطح زیرکشت کلزا از ۳/۱۵ به ۴/۵۸ هکتار و سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای (که در مزارع کوچک و متوسط با روندی کاهشی همراه بود) از ۴/۲۳ به ۵/۲۵ هکتار افزایش می‌یابد. لذا، در این گروه بهره‌برداری با حذف چغندرقند از الگوی کشت تمایل زارعین در جهت افزایش سطح زیرکشت کلزا (به میزان ۴۵/۳ درصد)، جو آبی (به میزان ۳۰/۹ درصد)، ذرت دانه‌ای (به میزان ۲۴/۱ درصد و گندم آبی (به میزان ۱۹/۹ درصد) سوق پیدا می‌کند. به‌طور کلی، با توجه به نتایج به دست آمده برای مزرعه نماینده گروه سوم می‌توان گفت که چغندرقند جانشین اصلی تمامی محصولات منتخب می‌باشد، به نحوی که با حذف کامل این محصول از الگوی مزرعه بزرگ، بیشترین درصد جایگزینی مربوط به محصول کلزا و کمترین میزان جایگزینی مربوط به محصول گندم آبی می‌باشد. در نتیجه تغییرات به وجود آمده در الگوی کشت پس از حذف چغندرقند، سود ناخالص حاصل از مزرعه بزرگ از ۳۸۶۹۲۰ به ۳۴۵۶۸۰ هزار ریال می‌رسد که با کاهشی معادل ۱۰/۶ درصد نسبت به سال پایه همراه است. نتایج حاکی از آن است که ورود محصول چغندرقند منجر به افزایش درآمد زارعین با مزارع بزرگ خواهد شد. نکته قابل توجه دیگر، افزایش ناچیز مصرف آب آبیاری پس از حذف محصول

چغندرقند در الگوی مزرعه بزرگ می‌باشد. با توجه به جدول ۵، ملاحظه می‌شود که پس از حذف چغندرقند از الگو، سطح زیرکشت محصول ذرت دانه‌ای (که نیاز آبی بالایی دارد) به صورت توأم با سطح زیرکشت سایر محصولات افزایش می‌یابد. این امر در جایگزینی سطح زیرکشت چغندقند منجر به مصرف حجم آب بیشتری نسبت به سال پایه می‌شود. نتایج به دست آمده نیز نشان می‌دهد که میزان آب مصرفی در مزرعه بزرگ پس از حذف چغندرقند از ۱۵۸۱۲۷ به ۱۶۵۳۷۰ مترمکعب می‌رسد که در حدود ۴/۵۸ درصد نسبت به سال پایه افزایش یافته است. نتایج حاکی از آن است که ورود چغندرقند به الگوی مزرعه بزرگ برخلاف الگوهای اول و دوم سبب کاهش مصرف آب آبیاری می‌شود. در واقع، با ورود چغندرقند به الگوی مزرعه بزرگ علاوه‌بر کاهش سطح زیرکشت گندم و جو آبی (که نیاز آبی کمتری دارند) سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای (که نیاز آبی بالایی دارد) نیز کاهش می‌یابد که این امر در نهایت صرفه‌جویی حجم بیشتری از آب آبیاری را در پی دارد. افزون بر این، نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که با حذف چغندرقند از الگوی کشت مزرعه بزرگ، میزان مصرف نهاده‌های سرمایه و ماشین‌آلات متفاوت از میزان مصرف آن‌ها در مزارع کوچک و متوسط می‌باشد. با توجه به نتایج جدول ۵، ملاحظه می‌شود که با حذف چغندرقند از الگوی مزرعه بزرگ اگرچه که نهاده نیروی‌کار مطابق با مزارع کوچک و متوسط روندی کاهشی را دارد، اما میزان مصرف نهاده‌های سرمایه و ماشین‌آلات نسبت به سال پایه با افزایش همراه بوده است (برخلاف مزارع کوچک و متوسط). بدین صورت که مصرف نهاده سرمایه (مجموع بذر، کود و سموم شیمیایی) از ۱۵۴۳۷/۶ به ۱۵۸۶۰/۲ کیلوگرم و به‌کارگیری ماشین‌آلات از ۱۰۷۱/۳ به ۱۱۴۲/۶ ساعت‌کار رسیده است که به ترتیب افزایشی معادل ۲/۷۳ و ۶/۶۵ درصد را برای نهاده‌های سرمایه و ماشین‌آلات نسبت به سال پایه نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که با ورود چغندرقند در الگوی مزرعه بزرگ، سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای که نسبت به چغندرقند به نهاده‌های کود و سموم شیمیایی (۶۲۵ کیلوگرم در هکتار) و ساعت‌کار ماشین‌آلات (۷۱ ساعت‌کار در هکتار) بیشتری نیاز دارد، کاهش می‌یابد که این امر (جایگزینی چغندرقند به جای ذرت دانه‌ای) در نهایت کاهش میزان مصرف نهاده‌های سرمایه و ماشین‌آلات و افزایش نیروی‌کار را در الگوی مزرعه بزرگ در پی خواهد داشت.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق ملاحظه می‌شود که ترجیحات زارعین در جایگزینی سایر محصولات به جای چغندرقند بسته به گروهی که در آن قرار می‌گیرند (کوچک، متوسط و بزرگ) متفاوت می‌باشد، اما ذکر این نکته حائز اهمیت است که با حذف محصول چغندرقند از الگو تمامی زارعین منطقه (سطح کوچک، متوسط و یا بزرگ) به سمت افزایش سطح زیرکشت سایر محصولات منتخب سوق پیدا می‌کنند، اما میزان سطح زیرکشت تخصیص‌یافته برای محصولات منتخب توسط زارعین کوچک، متوسط و بزرگ به یک میزان نیست و در این جایگزینی زارعین بزرگ در مقایسه با زارعین کوچک و متوسط بیشترین تمایل را نشان می‌دهند. افزون بر این، نتایج این تحقیق نشان داد که الگوهای ترجیحی یا سطوح زیرکشت افزایش‌یافته توسط زارعین تحت تأثیر میزان اثرپذیری عملکرد محصولات در بلندمدت از عامل کم‌آبیاری و در نهایت جایگزینی سایر محصولات منتخبی که نیاز آبی کمتری نسبت به چغندرقند دارند، می‌باشد. هم‌چنین، نتایج نشان داد که نسبت به‌کارگیری اراضی برای کشت محصولات منتخب پس از حذف محصول چغندرقند از الگو در مزارع نماینده کوچک، متوسط و بزرگ متفاوت می‌باشد، اما میزان

تغییرات سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای، به عنوان یکی از محصولات جایگزین، در مزرعه نماینده بزرگ در مقایسه با مزارع نماینده کوچک و متوسط بیشتر است.

پیشنهادات

بررسی اثرات افزایش سطح زیرکشت چغندرقند بر الگوی کشت، سود ناخالص کشاورزان و میزان مصرف نهاده‌ها تحت شرایط کم‌آبی در منطقه مطالعاتی دشت قزوین، پیشنهادات زیر قابل ارائه است:

۱- نتایج نشان داد که پس از حذف چغندرقند از الگو، محصول گندم در تمامی گروه‌های بهره‌بردار نمونه (کوچک، متوسط و بزرگ) همواره به عنوان محصولی جایگزین می‌باشد که سطح زیرکشت آن با افزایش همراه است. لذا، با ورود چغندرقند به الگوی کشت سطح زیرکشت گندم کاهش پیدا می‌کند و این امر می‌تواند خودکفایی گندم را با مشکل همراه سازد. جهت مقابله با این مشکل، پیشنهاد می‌شود که هم‌زمان با ورود محصول چغندرقند به الگوی کشت و افزایش سطح زیرکشت آن، از سیاست‌های مناسبی در جهت افزایش عملکرد گندم در واحد سطح استفاده شود.

۲- اگرچه که با ورود چغندرقند در الگوی کشت مزارع بزرگ سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای کاهش و میزان آب صرفه‌جویی شده افزایش می‌یابد، اما نمی‌توان از این جایگزینی در الگوهای مزارع کوچک و متوسط به عنوان سیاستی برای پایداری و حفاظت آب استفاده کرد، لذا پیشنهاد می‌شود که با ورود چغندرقند در الگوی کشت (در مزارع کوچک و متوسط) سیاست‌های مناسبی در راستای مدیریت تقاضای آب اتخاذ شوند.

۳- با توجه به این‌که ورود چغندرقند به الگوی کشت در مزارع بزرگ، کاهش مصرف نهاده سرمایه (بذر، کود و سموم شیمیایی) را به همراه دارد، لذا از این سیاست می‌توان برای کاهش آلودگی محیط‌زیست به ویژه در مناطق جنوبی منتهی به دشت قزوین (که میزان آلودگی منابع آب و خاک به علت مصرف بالای سموم و کودهای شیمیایی بالا است) استفاده کرد.

منابع مورد استفاده:

References:

Bakhshi A. The impact of elimination of subsidies fertilizer and poison and direct payments policies on crop pattern and consumer input with an emphasis on environmental impacts, The thesis submitted for the degree of PHD in the field of agricultural economics, University of Tehran, Iran. 2009; 147 PP. (In Persian)

Cortignani R, Severini S. Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. Agricultural Water Management. 2009; 96(2): 1785-1791.

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

Howitt RE, Medellin-Azuara J, MacEwan D. Estimating the economic impacts of agricultural yield related changes for California. Final Paper, a Paper from California Climate Change Center. 2009; 29 PP.

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

Iranian Ministry of Agriculture. Statistical Year book. Tehran. 2012.(In Persian)

Jehad Agriculture Organization of Qazvin Province. Manage and improve plant production. 2012. (In Persian)

Medellan-Azuara J, Harou JJ, Howitt RE. Predicting farmer responses to water pricing, rationing and subsidies assuming profit maximizing investment in irrigation technology. Science of the Agricultural Water Management. 2011; 108: 73–82.

Meyer AD, Tsui AS, Hinings CR. Configurationally approaches to organizational analysis. Academy of Management Journal. 1993; 36: 1175–1195.

Mohammadi H, Ahmadpour M, Ziaee S, Fakheri B, Ramroudi M. Optimal cropping pattern of sugar beet growers with emphasis on price and yield risk: the case of Fasa district, Sugar Beet Journal. 2013; 29(2): 246- 263 (in Persian, abstracts in English).

Mohseni A. Zibaee M. Analysis effects of increase Canola acreage in Namdan plan of Fars province: used of positive mathematical programming. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 2009; 47(B): 773-784 (in Persian, abstracts in English).

Moinodini Z. Considering farmer's response to irrigation water price and quotas policies in Kerman province (MSc thesis). University of Zabol, Iran; 2010. 90 p.

Nigel H. Linear and quadratic models of the southern Murray-Darling basin. Environment International. 2005; 27: 219-223.

Parhizkari A. Determination economic value of irrigation water and farmer's response to price and non-price policies in Qazvin province (MSc thesis), University of Zabol, Iran. 2012. 130 p. (In Persian)

Parhizkari A, Sabuhi M. Simulation farmers' response to reducing available water policy. Journal of Water and Irrigation Management. 2012; 3(2): 59-74 (in Persian, abstracts in English).

Parhizkari A, Sabuhi M, Ziaee S. Simulation water market and analysis of the effects irrigation water sharing policy on cropping patterns under conditions of water shortage, Journal of Agricultural Economics and Development. 2012; 27(3): 242-252 (in Persian, abstracts in English).

Qureshi ME, Whitten S, Mainuddin M, Marvanek M, Elmahdi A. A biophysical and economic model of agriculture and water in the Murray-Darling Basin, Australia, Environmental Modeling and Software. 2013; 41: 98-106.

Sabuhi M, Parhizkari A. Analysis of the economic and welfare impacts of establishment irrigation water market in Qazvin province. Journal of Agricultural Economics and Development. 2013; 27(4): 338-350 (in Persian, abstracts in English).

Schmid E, Sinabell F, Markus F.H. Phasing out of environmentally harmful subsidies: Consequences of the 2003 CAP reform. Ecological Economics. 2007; 60(3): 596-604.