اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و سوم، شماره ۹۲، زمستان ۱۳۹۴

کاربرد روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به منظور تخصیص آب در بخش کشاورزی
(مطالعه موردی: زیربخش زراعت دشت سرخس)*

رضا مقدسی[۱]، علی بخشی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۹

چکیده

اقتصاددانان به منظور بهبود تخصیص نهاده آب، عموماً سیاست قیمت‌گذاری را پیشنهاد می‌کنند که به دلیل نگرانی‌های اقتصادی، فرهنگی و سیاسی چندان مورد استقبال مسئولان دولتی قرار نمی گیرد. در این تحقیق به این سؤال پاسخ داده می‌شود که به منظور بهبود تخصیص نهاده آب، چه سیاست‌هایی را می‌توان به جای سیاست قیمت‌گذاری آب در شرایط فعلی به‌کار برد. در این راستا از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) به منظور کالیبراسیون مدل و تحلیل آثار سیاست‌های پیشنهادی در دشت سرخس (استان خراسان رضوی) استفاده

* مقاله حاضر برگرفته از قرارداد پژوهشی به شماره ۸۸/۳/۴۲۴۱ مورخه ۱۳۸۸/۱۲/۰۱ است که توسط مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعهٔ روستایی تأمین اعتبار شده است.

۱. دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران (نویسنده مسئول)
e-mail: moghaddasireza@yahoo.com

۲. استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گلبهار، مشهد

شد. مقایسهٔ آثار سیاست افزایش قیمت نهاده آب با دو سیاست مالیات بر نهاده (کاهش یارانه نهاده) و مالیات بر (کاهش حمایت از) محصول نشان داد که هرچند اثر سیاست‌های پیشنهادی بر درآمد، تقاضای آب و الگوی کشت بهره‌برداران نماینده متفاوت است ولی دو سیاست مالیات بر نهاده و محصول در نرخ‌های معینی می‌توانند به عنوان جایگزین سیاست قیمت‌گذاری آب به‌کار روند و سیاست مالیات بر محصولات دارای نیاز آبی بالا در مقایسه با سیاست مالیات بر نهاده‌های کود و سموم شیمیایی، در این زمینه نتایج مطلوب‌تری را به‌دست می‌دهد.

طبقه‌بندیJEL : Q12, Q15, Q18, Q28

کلیدواژه‌ها:

برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، آب، دشت سرخس، سیاست جایگزین

مقدمه

ابزارها و مشوق‌های اقتصادی بسیاری در کشورهای مختلف دنیا به منظور تشویق کشاورزان به حفاظت از منابع آبی و همچنین تخصیص مجدد آن به‌کار گرفته شده است. با این حال، تعریف و انتخاب گزینه سیاستی مؤثر که بتواند اهداف اقتصادی و زیست محیطی را برآورده کند، به صورت یک چالش بزرگ برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران باقی مانده است. یوهانسون (Johansson,2000)، یوهانسون و همکاران(Johansson et al., 2002)، دینار و مودی (Dinar and Mody, 2004) و مولی و برکوف (Molle and Berkoff, 2007) روش‌های عملی و تئوری‌های قیمت‌گذاری آب کشاورزی در کشورهای مختلف دنیا را مورد بحث و بررسی قرار داده‌اند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که روش‌های مختلف قیمت‌گذاری نهاده آب از جمله قیمت‌گذاری حجمی، قیمت‌گذاری برحسب محصول یا نهاده، قیمت‌گذاری بر حسب سطح، قیمت‌گذاری بلوکی، قیمت‌گذاری با تعرفه دوقسمتی، قیمت‌گذاری به صورت

مالیات بهره وری زمین و قیمت‌گذاری از طریق بازار در سراسر دنیا کاربرد دارد. در کشورهای مصر و آلبانی آب کشاورزی به صورت یک نهاده رایگان می‌باشد حال آنکه در کشورهای یونان، اسپانیا و لبنان سیاست قیمت‌گذاری برحسب سطح اجرا می‌شود. در کشور فرانسه قیمت‌گذاری برحسب حجم آب و سطح زیرکشت و همچنین روش تعرفه دوقسمتی کاربرد دارد. در کشورهای اسپانیا، مراکش، تونس و قبرس روش قیمت‌گذاری حجمی آب کاربرد دارد. در دو کشور اردن و فلسطین اشغالی سیاست قیمت‌گذاری بلوکی افزایشی به کار برده می‌شود (Johansson, 2000). در پاکستان سه روش قیمت‌گذاری شامل قیمت‌گذاری حجمی، قیمت‌های متغیر براساس کلاس زمین و عملکرد آبیاری، و نرخ‌های ثابت برای آب آبیاری وجود دارد. قیمت پرداختی توسط اغلب زارعین برای آب در پاکستان برحسب عملکرد آبیاری و کلاس زمین می‌باشد (Saleth, 1994). در هند قیمت‌گذاری آب از یک ایالت به ایالت دیگر فرق می‌کند و بستگی به نوع محصول، فصل سال، پروژه آبیاری، روش آبیاری، نوع مصرف‌کننده آب و سایر متغیرها دارد (Johansson, 2000). در کشور ما طبق ماده ۳۳ "قانون توزیع عادلانه آب"، در صورت استحصال آب توسط دولت، نرخ آب با درنظر گرفتن هزینه‌های جاری از قبیل مدیریت، نگهداری، تعمیر، بهره‌برداری و هزینه استهلاک تأسیسات و با توجه به شرایط اقتصادی و اجتماعی هر منطقه تعیین و از مصرف‌کننده وصول می‌شود. بر این اساس در بخش کشاورزی ایران متوسط آب بها در کانال‌های سنتی یک درصد محصول برداشت شده، در شبکه های مدرن ۳ درصد و در شبکه‌های تلفیقی(مدرن و سنتی) ۲ درصد محصول است (خرمی، ۱۳۷۵؛ اتحاد، ۱۳۷۹). اما روش‌های مختلف قیمت‌گذاری آب نسبت به شرایط اقتصادی، سیاسی و اجتماعی حساس می‌باشند (Dinar and ; Johansson, 2000 .(Mody, 2004

کاربرد سیاست قیمت‌گذاری آب به عنوان ابزاری برای بهبود تخصیص این نهاده کمیاب ممکن است با هدف توزیع عادلانه آب در بین گروههای اجتماعی مختلف سازگار

نباشد (Dinar and Subramanian,1997 ؛Rhodes and Sampath,1988). سیاست‌گذاران نیز بیم آن دارند که تغییر روش قیمت‌گذاری آب ممکن است باعث از دست رفتن درآمد بعضی از کشاورزان و نابرابری درآمدی شود که در نهایت نارضایتی عمومی و ناکارآمدی سیاست مورد نظر را در پی خواهد داشت(Dinar and Mody, 2004).

اغلب زارعین تمایل دارند که قیمت کم یا در حد صفر برای آب بپردازند که در این شرایط درآمد حاصل کم و هزینه‌های عملیاتی و نگهداری آن زیاد خواهد شد. لذا دولت‌ها سیاست‌های غیر قیمتی را برای تشویق کشاورزان به استفاده کاراتر از آب به‌کار می‌برند (Ahmad, 2000 ؛ Varela-Ortega and Sagardov, 2002). امروزه اصلاح سیاست‌های قیمت‌گذاری آب و معرفی سیاست‌های جایگزین به عنوان ابزاری مفید برای بهبود کارایی استفاده از آب پیشنهاد می‌شود (Dinar and Subramanian,1997 ؛ Easter and Hearne,1994؛ Kemper, 2001 ; Dinar, 2000). دینار و مودی (Dinar and Mody, 2004) بیان می کنند که قیمت گذاری آب می‌تواند یک ابزار مؤثر برای تخصیص این نهاده باشد، ولی باتوجه به اینکه تقاضای آب آبیاری اغلب کشش‌ناپذیر است، کاربرد سیاست‌های مکمل به منظور اثرگذاری سیاست قیمت‌گذاری ضروری می‌باشد. در تحقیقات زیادی اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و همچنین سیاست‌های جایگزین قیمت‌گذاری آب کشاورزی بررسی شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعات مدلین آزوارا و همکاران (Medellin-Azuara et al., 2010, 2012)، دونو و همکاران (Dono et al., 2010)، مانوس و همکاران (Manos et al., 2006 , 2010)، واگی و همکاران (Viaggi et al., 2010)، بربل و همکاران (Berbel et al., 2009)، ایگلسیاس و بلانکو (Iglesis and Blanco, 2008) اشاره کرد.

در بخش کشاورزی اطمینان سیاست‌گذار از نتایج اجرای یک سیاست و اطلاع وی از عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به آن سیاست اهمیت زیادی دارد. اما عکس‌العمل بهره‌برداران، که نشان دهنده میزان اثرگذاری یک سیاست است، خود وابسته به شرایط مزرعه، نگرش

کشاورزان و ویژگی‌های فردی آن‌هاست. امروزه با اینکه امکان آزمون سیاست‌های مختلف در محیط آزمایشگاه وجود ندارد، امکان آن از طریق برنامه‌ریزی ریاضی مثبت[1] فراهم شده است. به عبارت دیگر پیش از آنکه سیاست مورد نظر اجرا شود، شبیه‌سازی عکس‌العمل احتمالی کشاورزان از طریق این روش می‌تواند کمک مؤثری به اتخاذ تصمیمات صحیح‌تر قلمداد شود. در گذشته با کمک روش برنامه‌ریزی ریاضی دستوری [2] ابتدا وضعیت بهینه تعیین گردیده و سپس اثر سیاست‌های مورد نظر بر وضعیت بهینه بررسی شده است. حال آنکه در روشPMP (که در تحقیق فعلی مورد استفاده قرار گرفته است) وضعیت فعلی و الگوی کشت فعلی بهره‌بردار مدنظر قرار گرفته و اثر سیاست‌های مورد نظر بر وضعیت فعلی (و نه وضعیت بهینه) بررسی می‌شود.

در کشور ما مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی دستوری جهت تحلیل سیاست‌های بخش کشاورزی توسط محققین به‌کار رفته‌اند و به روش PMP علی رغم مزایای قابل توجه آن نسبت به روش‌های فعلی، کمتر توجه شده است. رهنما و همکاران(۱۳۹۱) به محاسبه ارزش اقتصادی آب با استفاده از برنامه ریزی ریاضی مثبت در شهرستان قوچان پرداختند. در این تحقیق پس از تفکیک بهره برداران نمونه در دو گروه همگن ، واکنش هر گروه به سیاست‌های کاهش منابع آب در دسترس و افزایش قیمت آب (هر یک در سه سناریو) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در سیاست نخست ارزش اقتصادی آب در گروه اول به ترتیب ۱۳۴۰،۱۱۰۰ و ۳۱۲۰ ریال و در گروه دوم به ترتیب ۱۰۰، ۱۲۶۰ و ۴۷۳۰ ریال می باشد. توکلی (۱۳۹۰) الگوی برنامه ریزی ریاضی مثبت را جهت بررسی جامع سیاست کشت جایگزین خشخاش در افغانستان به کار برد. مهم‌ترین یافته ها مؤید آن است که حذف خشخاش تأثیر بسیار مشهودی بر درآمد کشاورزان داشته و بازده برنامه ای را از ۳۴/۷ تا ۶۸ درصد کاهش داده است. ضمن آنکه زعفران می تواند جایگزین جدی خشخاش به‌خصوص

1. Positive Mathematical Programming (PMP)
2. Normative Mathematical Programming (NMP)

برای کشاورزان گروه دوم باشد. قرقانی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از روش PMP به بررسی تأثیر کاهش آب آبیاری و افزایش قیمت آب بر الگوی کشت در شهرستان اقلید استان فارس پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که با کاهش مقدار آب مصرفی، الگوی کشت چندان تغییر نمی کند و دو برابر شدن قیمت آب نیز بر میزان مصرف آن تأثیری ندارد. بخشی و پیکانی (۱۳۸۸) روش PMP را به منظور تحلیل آثار زیست محیطی حذف یارانه های کود های شیمیایی در زیربخش زراعت استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی به‌کار بردند. نتایج تحقیق نشان داد که حذف یارانه کود باعث کاهش شاخص‌های پایداری و توازن سطحی و همچنین افزایش شاخص های کارایی ازت و فسفر خواهد شد. محسنی و زیبائی (۱۳۸۷) پیامدهای افزایش سطح زیرکشت کلزا در دشت نمدان استان فارس را با کمک روش PMP بررسی کردند. براساس نتایج تحقیق، افزایش سطح زیر کشت کلزا به کاهش سطح زیر کشت گندم و لوبیا منجر شده ولی تأثیر آن بر مصرف آب در مزارع نماینده متفاوت است. صبوحی و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از روش PMP تأثیر تغییر قیمت آب و کاهش مقدار آب در دسترس بر منافع خصوصی و اجتماعی را در استان خراسان مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که بهره برداران به افزایش قیمت آب آبیاری از راه تغییر الگوی کشت خود پاسخ می دهند و افزایش قیمت آب آبیاری الزاماً به کاهش مصرف آن در سطح مزرعه منجر نمی‌شود. کورتیگنانی و سورینی (Cortignani and Severini, 2009) روش PMP را به منظور بررسی اثر سیاست های افزایش هزینه های آب، کاهش مقدار آب و تغییر قیمت محصول بر پذیرش تکنیک‌های کم‌آبیاری در ناحیه‌ای از مدیترانه به‌کار بردند. براساس نتایج تحقیق، افزایش هزینه های آب برخلاف دو سیاست دیگر در این زمینه تأثیر ندارد. آزوارا و همکاران (Medellin-Azuara et al., 2009, 2012) با استفاده ازروش PMP به ارزیابی اقتصادی آب آبیاری در سه منطقه از ایالت کالیفرنیا پرداختند. تحلیل نتایج نشان داد که ارزش اقتصادی نهایی آب حداقل ۲/۶ برابر قیمت پرداختی توسط بهره‌برداران است.

اونـات و همکـاران (Onate et al., 2007) بـا کـاربرد روش PMP بـه مقایسـه اثـرات مکانیزم‌های حمایتی مربوط به سیاست مشترک کشاورزی اتحادیه اروپا بر تولیـد مـزارع نمونـه در منطقه‌ای از اسپانیا پرداختند. نتایج نشان داد که در مقایسه با سیاست‌های قبلی، سود ناخـالص به‌صورت چشمگیری کاهش می‌یابد. مـدلین آزوارا و همکـاران (Medellin-Azuara et al., 2009) برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشـاورزی از یـک مـدل PMP همـراه بـا تـابع تولیـد CES استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد که با گسترش بازارهای آب مـی تـوان سـطح فعلـی مصرف آب را کاهش داد. هی و همکاران (He et al., 2006) به منظـور تحلیـل سیاسـت‌هـای جایگزین برای بهبود کـارایی تخصـیص آب آبیـاری در مصـر و مـراکش از مـدل PMP بهـره بردند. نتایج تحقیق نشان داد که در هر دو کشور مالیـات بـر محصـول مـی توانـد یـک سیاسـت جایگزین برای قیمت‌گذاری آب باشد.

با این مقدمه، در تحقیق حاضر اثر سیاست‌های جایگزین قیمت‌گذاری آب بر الگوی کشت، میزان درآمد و مقدار مصرف نهاده‌ها توسط گروه‌های مختلف بهره‌برداران بررسی شد. برای این منظور دشت سرخس به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد که در شرق شهرستان مشهد و حاشیه مرز ایران و ترکمنستان قرار دارد. در انتخاب منطقه مورد مطالعه تأکید بر سهم قابل توجه آب‌های سطحی در کل مقدار منابع آب موجود در هر منطقه بوده و با توجه به سهم منابع آب سطحی و زیرزمینی هر منطقه از کل منابع آب استان و سهم آب مصرفی بخش کشاورزی از منابع مذکور، در مجموع دشت سرخس به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد که براساس اطلاعات سالنامه آماری بخش کشاورزی استان خراسان رضوی (سال‌های ۱۳۸۵و ۱۳۸۶)، به ترتیب حدود ۱۲و ۲ درصد از منابع آب سطحی و زیرزمینی استان را شامل می‌شود. باتوجه به توضیحات فوق می‌توان گفت اطلاع از عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به افزایش قیمت نهاده آب و سیاست‌های جایگزین آن ضروری می‌باشد تا بتوان با سیاست‌گذاری در این زمینه به بهبود کارایی تخصیص آب کمک کرد.

مواد و روش‌ها

طی دهه‌های‌اخیر مدل‌های‌برنامه‌ریزی ریاضی[1] (MP) کاربرد زیادی در زمینه مسائل اقتصاد کشاورزی‌و تجزیه و تحلیل‌سیاست‌ها در بخش‌کشاورزی‌داشته‌اند(Hazell and Norton,1986; He, 2006). مهم‌ترین مزیت این مدل‌ها توانایی آن‌ها در تطبیق با تئوری اقتصاد تولید و قابلیت بررسی تأثیر سیاست‌ها در سطح مزرعه می‌باشد (Paris and Howitt , 1998). در این مدل‌ها به دلیل‌تفاوت بین‌جواب بهینهٔ‌مدل و الگوی کشت فعلی، عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به سیاست‌های‌اتخاذ شده از لحاظ‌عملی به درستی‌نشان داده‌نمی‌شود. در نتیجه تحلیل سیاست بر اساس‌این مدل‌ها در حالت کلی معتبر نمی‌باشد (Howitt, 1995a, 2005 Heckelei, 2002). نیاز مدل‌های MP به اطلاعات جزئی جهت توصیف تکنولوژی تولید و تفاوت وضعیت بهینه حاصل از این مدل‌ها با وضعیت فعلی، قابلیت این مدل‌ها را در زمینه ارزیابی سیاست‌های کشاورزی محدود می‌کند (Heckelei and Britz , 2000).

به منظور نزدیک‌کردن نتایج مدل‌هایMP به وضعیت مشاهده‌شده، اغلب محدودیت‌های اختیاری به مدل اضافه می‌شوند که این محدودیت‌ها امکان تجزیه و تحلیل اثرات سیاست‌ها را کاهش داده و اغلب نتایجی را به دست می‌دهند که توسط محدودیت‌های مذکور دیکته شده و فقط در سال پایه معتبر است و لذا برای تغییرات سیاستی مناسب نمی‌باشند (Howitt, 1995a ; Heckelei, 2002). علاوه‌بر آن، این‌روش‌ها در سطوح‌کلان(منطقه، کشور و ...) از توجیه تئوریکی و تجربی قوی برخوردار نبوده و روش‌های دیگر همچون کاربرد تابع هدف غیرخطی به منظور مدلسازی رفتار ریسکی یا قیمت‌های درونزا نیز مشکل را به‌طور کامل برطرف نمی‌کنند (Meister et al., 1987; Just, 1993; Heckelei, 2002). به‌طور سنتی‌کالیبراسیون از طریق اضافه‌کردن محدودیت‌های تناوبی و (یا) در نظر گرفتن حد بالا و پایین برای فعالیت‌های‌تولیدی یا از طریق‌کاربرد یک‌تابع هدف درجه دوم انجام می‌شده است (Hazell and Norton, 1986 ; Heckelei, 2002; Bauer and Kasnakoglu, 1990). سایر

1. Mathematical Programming

روش‌های کالیبراسیون به تفصیل در مطالعه هیزل و نورتون (Hazell and Norton , 1986) و بائور و کاسناکگلو (Bauer and Kasnakoglu , 1990) مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

در مجموع می‌توان گفت که به‌منظور اعتباربخشی به نتایج می‌بایست مدل مورد نظر تا حد ممکن وضعیت پایه را بازتولید کند ولی به دلیل فقدان مکانیزم کالیبراسیون مناسب، مدل‌های MP چنین اعتباری را به دست نمی‌دهند (Howitt, 2005 ; Heckelei, 2002). امروزه جایگزین مناسب به منظور کالیبراسیون خودکار مدل و بدون نیاز به محدودیت‌های اضافی، مدل‌هایPMP می‌باشند که مدل‌های MP را به مقادیر مشاهده‌شده دقیقاً کالیبره کرده و شبیه سازی واقعی و انعطاف‌پذیری از نتایج سیاست‌ها ارائه می‌دهند (Heckelei, 2002 ; Howitt, 2005). باتوجه به اینکه این مدل‌ها قادر به بازتولید وضعیت پایه می‌باشند تحت عنوان برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (قطعی) نامیده می‌شوند. مهم‌ترین هدف این مدل‌ها توضیح عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به تغییرات خارجی می‌باشد و از این رو مورد توجه خاص سیاست‌گذاران هستند (Paris, 2001 ; Heckelei, 2002).

روش PMP که اولین بار توسط هاویت (Howitt, 1995a) مطرح شد، کالیبراسیون مدل را طی سه مرحله انجام می‌دهد. در مرحله اول مدل برنامه‌ریزی خطی با در نظرگرفتن محدودیت‌های کالیبراسیون تصریح می‌شود و در مرحله بعد با کمک مقادیر دوگان مدل مرحله اول، تابع هدف غیرخطی تشکیل می‌شود و در مرحله آخر تابع هدف کالیبره شده در قالب یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به منظور تحلیل سیاست‌ها به‌کار می رود. در گام اول محدودیت‌های کالیبراسیون سطح فعالیت‌ها را به سطوح مشاهده شده دوره پایه مقید می‌کنند. با فرض حداکثرسازی بازده برنامه‌ای، مدل اولیه به صورت زیر تصریح می‌گردد (Howitt, Paris and Howitt, 1998 ; 1995b):

$$\text{Maximize} \quad Z = p'x - c'x \qquad (۱)$$

$$\text{Subject to:} \quad Ax \le b \qquad [\lambda] \qquad (۲)$$

$$x \le x_0 + \varepsilon \qquad [\rho] \qquad (۳)$$

$$x \ge 0 \qquad (۴)$$

که در آن Z ارزش تابع هدف و x بردار (n×1) غیر منفی از سطوح فعالیت‌های تولیدی است. P و C نیز به ترتیب بردار (n×1) قیمت‌های محصول و هزینه هر واحد از فعالیت می‌باشند. A و b نیز به ترتیب نشان‌دهنده ماتریس (m×n) ضرایب فنی و بردار (m×1) مقادیر منابع در دسترس می‌باشند. λ و ρ به ترتیب متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های منابع و کالیبراسیون می‌باشند. جزء ε برداری (n×1) از اعداد کوچک و مثبت است که برای جلوگیری از وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری (۲) و محدودیت‌های کالیبراسیون (۳) به مدل اضافه می‌شود.

با حل مدل فوق، مقادیر دوگان مربوط به محدودیت‌های مذکور، که بیانگر قیمت سایه‌ای محصولات تولید شده می‌باشند، محاسبه می‌شوند. هاویت (Howitt, 1995b)، پاریس و هاویت (Paris and Howitt, 1998) و هکلی (Heckelei, 2002) بردار مقادیر دوگان مرتبط با محدودیت‌های کالیبراسیون را به عنوان نماینده‌ای از هر نوع خطای تصریح مدل، خطای داده‌ها، خطای هم‌جمعی‌سازی، رفتار ریسکی و انتظارات قیمتی تفسیر کرده‌اند.

در مرحله دوم، مقادیر دوگان به‌دست آمده از مرحله اول برای تخمین پارامترهای تابع هدف غیر خطی و کالیبره‌کردن پارامترهای آن به‌کار می‌روند. در این شرایط مدل غیر خطی مذکور سطوح فعالیت مشاهده شده در دوره پایه را بدون محدودیت‌های کالیبراسیون بازتولید می‌کند. در این مرحله هر نوع تابع غیرخطی که شرایط مورد نظر را داشته باشد می‌تواند برای کالیبراسیون به‌کار رود (Paris and Howitt, 1998 ; Heckelei, 2002) و می‌توان تشکیل تابع هدف غیر خطی را از طرف عرضه (هزینه) یا تقاضا (قیمت) یا ترکیبی از این دو انجام داد (Howitt, 2005). در این شرایط اصل کلی این است که عناصر غیرخطی به مدل اضافه شوند تا رفتار واقعی بهره برداران نمایش داده شود.

براساس نظر هاویت (Howitt, 2005) در روش PMP اغلب توابع هزینه‌ای به‌کار می‌روند که از طریق داده‌ها و برآوردهای اقتصادسنجی به عنوان بهترین مدل غیرخطی معرفی شده باشند. هکلی (Heckelei, 2002) نیز معتقد است که به دلیل سادگی محاسبات و فقدان

دلایل قوی برای سایر انواع توابع، اغلب یک تابع هزینه درجه دوم در تابع هدف به‌کار می‌رود. ساده‌ترین فرم تابعی که در اغلب تحقیقات (Arfini and Paris, 1995، He et al., 2006 ; Howitt, 1995b) به‌کار رفته است، فرم تابع درجه دوم می‌باشد. باتوجه به خصوصیات مطلوب تابع هزینه درجه دوم همچون تابع هزینه نهایی صعودی برای هر فعالیت و ساده‌تر بودن کار با این توابع، این فرم تابع نسبت به سایر فرم‌ها ترجیح داده می‌شود (Cortignani and Severini, 2009). در این تحقیق نیز با کاربرد روش‌های اقتصادسنجی تابع هزینه درجه دوم به عنوان فرم برتر انتخاب شد و طبق رابطه زیر در مدل PMP تصریح شد:

$$C'(x) = d'x + \frac{1}{2}x'Qx \qquad (۵)$$

در این تابع d بردار (n×1) از پارامترهای جزء خطی تابع هزینه و Q ماتریس مثبت، نیمه معین‌و متقارن با ابعاد (n×n) از پارامترهای‌جزء درجه دوم تابع هزینه‌است. در تحقیقات مختلف (صبوحی‌و همکاران،۱۳۸۶؛ Howitt , 1995b ; Paris, 2001 ;Heckelei and Britz, 2000) روش‌های مختلفی به منظور تصریح و برآورد عناصر بردار d و ماتریس Q به‌کار رفته است. در تحقیق حاضر از برآوردهای اقتصاد سنجی استفاده شده است.

در مرحله سوم روش PMP، تابع هزینه غیر خطی برآورد شده در مرحله دوم در تابع هدف مسئله مورد بررسی قرار داده شده و در یک مسئله برنامه‌ریزی غیرخطی شبیه به مسئله اولیه و بدون محدودیت‌های کالیبراسیون ولی همراه با سایر محدودیت‌های سیستمی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$\text{Maximize} \quad Z = p'x - \hat{d}'x - x'\hat{Q}x/2 \qquad (۶)$$

$$\text{Subject to:} \quad Ax \le b \qquad [\lambda] \qquad (۷)$$

$$x \ge 0 \qquad (۸)$$

در اینجا بردار $\hat{d}$ و ماتریس $\hat{Q}$ پارامترهای کالیبره شده تابع هدف غیر خطی را نشان می‌دهند. در نتیجه مراحل مذکور، مدل غیرخطی کالیبره‌شده فوق به طور صحیح سطوح

فعالیت‌های مشاهده شده در وضعیت پایه را باز تولید می‌کند و جهت شبیه‌سازی تغییرات در پارامترهای مورد نظر آماده می‌باشد. مدل مرحله سوم در مقایسه با مدل مرحله اول فاقد محدودیت‌های کالیبراسیون بوده و تابع هدف آن نیز غیرخطی می‌باشد. روش کالیبراسیون ذکرشده در مطالعات متعددی در سطح مزرعه، ناحیه و بخش و کشور در کشورهای توسعه‌یافته همانند آلمان، فنلاند و ایتالیا و همچنین کشورهای در حال توسعه همچون مصر، ترکیه و مراکش به‌کار گرفته شده است.

در این تحقیق با کمک روش PMP اثرات سیاست‌های مختلف بر رفاه بهره‌برداران، مصرف آب و تخصیص مجدد زمین اندازه‌گیری می‌شود. مهم‌ترین سناریوهای سیاستی به‌کار رفته برای شبیه‌سازی شامل قیمت‌گذاری آب، مالیات بر نهاده و مالیات بر محصول می‌باشند. اثرات سیاست قیمت‌گذاری آب در سه سطح مختلف بررسی می‌شود. اولین سطح قیمت (W1) شامل افزایش ده درصدی در قیمت سایه‌ای آب می‌باشد. دومین و سومین سیاست قیمت‌گذاری (W2 و W3) شامل قیمت آب برابر با قیمت سایه‌ای به‌علاوه کاهش پنج و ده درصدی در مقدار آب در دسترس می‌باشد. در واقع سیاست‌های دوم و سوم شامل تغییر در قیمت و مقدار آب به صورت هم‌زمان می‌باشند. نرخ مالیات بر نهاده‌های کود ازته و سموم قارچ‌کش برابر با ۲۵ درصد (سیاست i1) و ۵۰ درصد (سیاست i2) می‌باشد. سناریوی مالیات بر محصول شامل مالیات بر محصولات چغندرقند و گوجه‌فرنگی و به صورت کاهش قیمت دریافتی توسط تولیدکننده به اندازه ۲۵ درصد (سیاست o1) و ۵۰ درصد (سیاست o2) می‌باشد.

با توجه مسائل آب کشاورزی در دشت سرخس این دشت به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. با کمک روش نمونه گیری تصادفی ساده دو مرحله‌ای ۱۶۵ بهره‌بردار انتخاب شدند. پس از استخراج داده‌های مربوط به سال زراعی ۸۸ -۸۹ از پرسش‌نامه‌ها، با کمک نرم‌افزار SPSS بهره‌برداران نماینده مشخص شدند. برای این منظور ابتدا با کمک روش تحلیل عاملی تعداد متغیرها کاهش داده شد و سپس از طریق روش تحلیل خوشه‌ای، بهره‌برداران در قالب دو گروه همگن شامل تعداد ۱۳۰ و ۳۵ بهره‌بردار قرار گرفتند.

نتایج و بحث

در این قسمت ابتدا نتایج به‌دست آمده از حل مدل و سپس اثرات سیاست پیشنهادی بر رفاه بهره‌برداران، تقاضای آب و الگوی کشت بررسی می‌شود. برای ایجاد مدل‌های مورد بررسی و شبیه‌سازی سیاست‌ها از نرم‌افزار GAMS استفاده شد. نتایج حاصل از کالیبراسیون مدل‌ها با کمک تابع هزینه درجه دوم نشان می‌دهد که در زمینه مقدار تابع هدف، مقادیر کاربرد نهاده‌ها و همچنین مقدار محصول تولیدشده تفاوت چشمگیری بین مقادیر مشاهده شده و مقادیر حاصل از کالیبراسیون وجود ندارد و کالیبراسیون به خوبی انجام شده است و در اغلب موارد میزان تفاوت کمتر از نیم درصد است. این مزیت به سیاست‌گذار کمک می کند تا بتواند اثرات اجرای سیاست‌ها را بر الگوی کشت فعلی بررسی کند. باتوجه به کالیبراسیون مناسب مدل می‌توان گفت تابع هزینه غیرخطی توانسته است اثرات اندازه‌گیری نشده سایر اقلام هزینه را به خوبی نشان دهد. لازم به ذکر است که برآورد پارامترهای تابع هزینه درجه دوم براساس روش هزینه متوسط و مطابق مراحل ذکرشده در مواد و روش‌ها می‌باشد.

اثرات اقتصادی

در نتیجه اعمال یک سیاست، ضرایب مربوط به تابع هدف یا محدودیت‌های مدل تغییر یافته و در نتیجه نتایج حاصل از مدل کالیبره‌شده تغییر خواهد کرد. مقدار تغییر در تابع هدف هر یک از مدل‌ها در نتیجه اعمال یک سیاست پیشنهادی به‌عنوان معیاری از اثرات اقتصادی آن سیاست بر رفاه بهره‌برداران در نظر گرفته می‌شود. مطابق جدول ۱، سیاست قیمت‌گذاری آب در مقایسه با دو سیاست دیگر بیشترین تأثیر را بر رفاه بهره‌برداران دارد و سیاست مالیات بر محصول (به‌ویژه مالیات بر محصول گوجه فرنگی) در جایگاه دوم قرار دارد. در بین سناریوهای قیمت‌گذاری نیز اولین سناریو بیشترین اثر را بر رفاه بهره‌برداران دارد و سیاست‌های W۲ و W۳ اثری مشابه هم ولی کمتر نسبت به سناریوی اول دارند. در واقع افزایش قیمت آب به سطح قیمت سایه ای همراه با کاهش ۵ و ۱۰ درصدی در مقدار آب موجود (سیاست‌های W۲ و W۳) اثر مشابهی بر رفاه بهره‌برداران به جا می‌گذارد. این دو سیاست نیز

مشابه سیاست اول بیشترین اثر را بر رفاه زارعین دارای مزارع بزرگ (گروه دوم بهره‌برداران) به جا می‌گذارند. باتوجه به اینکه سهم نهاده‌های کود ازته و سموم قارچ‌کش در هزینه‌های تولید محصولات کم می‌باشد، افزایش قیمت این نهاده‌ها منجر به کاهش جزئی در مقدار مصرف آن‌ها می‌شود در نتیجه تأثیر سیاست مالیات بر نهاده بر رفاه هر بهره‌بردار نماینده کم می‌باشد. این یافته با نتایج بخشی و پیکانی (۱۳۸۸) مطابقت دارد. مالیات بر محصول گوجه‌فرنگی باعث کاهش درآمد ناخالص بهره‌برداران از حدود ۶ درصد (بهره‌بردار ۲) تا ۲۹ درصد (بهره‌بردار۱) می‌شود. مالیات بر چغندرقند نیز بیشترین اثر خود را بر بهره‌بردار نماینده دوم به جا می‌گذارد. با توجه به اینکه بیشترین سطح زیرکشت چغندرقند مربوط به بهره‌بردار نماینده دوم می‌باشد، کاهش قیمت این محصول درآمد بهره‌برداران این گروه را بیشتر کاهش می‌دهد. در مورد محصول گوجه‌فرنگی نیز این شرایط درمورد بهره‌بردار نماینده اول صادق است.

در مجموع می‌توان گفت افزایش هزینه‌های تولید در پی افزایش قیمت نهاده آب، با کاهش تولید محصولات دارای نیاز آبی بالا (از جمله چغندرقند، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی) اثر خود را بر رفاه زارعین نشان می‌دهد. سیاست مالیات بر نهاده‌ها نیز براساس این قانون عمل کرده و درآمد حاصل از محصولات دارای نیاز بیشتر به کود ازته و سم قارچ‌کش (همچون گوجه‌فرنگی) را کاهش می‌دهد. صبوحی و همکاران (۱۳۸۶) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده اند.

جدول ۱. کاهش در رفاه بهره‌برداران در اثر اجرای سیاست‌های پیشنهادی (درصد)

بهره‌بردار نماینده	سیاست قیمت‌گذاری آب			سیاست مالیات بر نهاده				سیاست مالیات بر محصول			
				کود ازته		قارچ‌کش		چغندرقند		گوجه‌فرنگی	
	w۱	w۲	w۳	i۱	i۲	i۱	i۲	o۱	o۲	o۱	o۲
(۱)	۴۷	۳۸/۶	۳۸/۶	۰/۴	۰/۸	۰/۰۵	۰/۱	۱/۰۷	۱/۰۷	۱۸	۲۹
(۲)	۶۸	۶۰	۶۰	۰/۲	۰/۴۴	۰/۰۳	۰/۰۵	۶	۶/۶	۶	۷/۴

مأخذ: یافته های تحقیق

اثر بر میزان تقاضای آب

در نتیجه اجرای یک سیاست، مقدار کاربرد نهاده ها از جمله نهـاده آب تغییـر مـی یابـد. کاهش در میزان مصرف آب کشاورزی از طریق اندازه گیری میزان کاهش تقاضا برای آب در نتیجه اجرای یـک سیاسـت پیشـنهادی تعیـین مـی‌شـود. مطـابق جـدول ۲، از بـین سیاسـت‌هـای پیشنهادی مختلف، سیاست قیمت گذاری آب سهم قابل توجهی در کاهش میـزان تقاضـا بـرای آب کشاورزی دارد و سیاست مالیات بر محصول از این نظر در جایگـاه دوم قـرار دارد. در اثـر اجرای سیاست قیمتی اول مربوط به آب، سطح زیر کشت اغلب محصولات دارای نیاز آبی بالا کاهش می‌یابد ولی با اجرای سیاست‌های دوم و سوم مقدار ایـن کـاهش کمتـر اسـت. سیاسـت مالیات بر نهاده بر تقاضای آب بی اثر بوده و جهت کاهش تقاضای آب کارا نمـی‌باشـد. دینـار (Dinar,2005) و ایگلسیاس و بلانکو (Iglesias and Blanco,2008) هم در مطالعات خـود بر تأثیر اندک مالیات نهاده بر تقاضـای آب اشـاره داشـته انـد. بررسـی داده هـای تحقیـق نشـان می‌دهد که سهم هر کدام از این نهاده‌ها در هزینه‌های تولید محصولات کم می‌باشد. باتوجه بـه تأثیرگذاری کم سیاست مالیات بر نهاده در مقدار مصرف نهاده آب می‌تـوان گفـت کـه رابطـه مکملی نهاده آب با دو نهاده کود ازته و قارچ‌کـش کـم مـی‌باشـد. اثـر مالیـات بـر محصـولات گوجه‌فرنگی و چغندرقنـد قابـل توجـه بـوده و تأثیرگـذاری سیاسـت مالیـات بـر چغندرقنـد در کاهش تقاضا برای آب در مقایسه با سیاست مالیات بـر گوجـه‌فرنگـی بیشـتر اسـت. باتوجـه بـه اینکه سیاست مالیات بر چغندرقند بر رفاه بهره‌برداران تأثیر کمی دارد، می‌توان از ایـن سیاسـت به‌عنوان جایگزینی مناسب برای قیمت‌گذاری آب استفاده کرد.

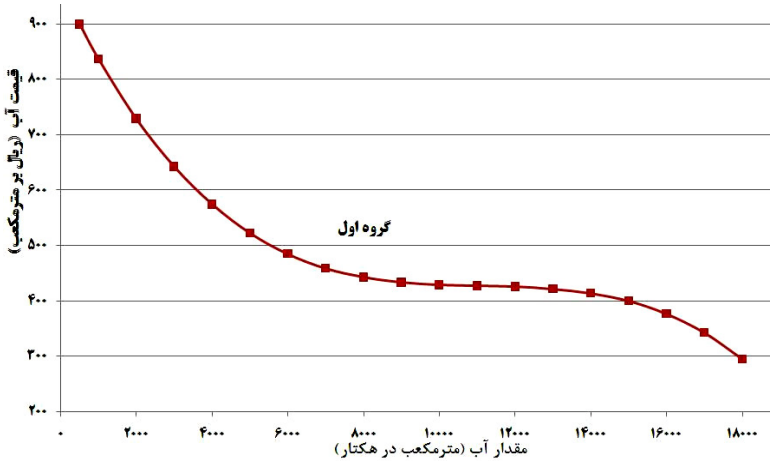
جدول ۲. میزان کاهش در مصرف آب کشاورزی (درصد)

بهره‌بردار نماینده	سیاست قیمت‌گذاری آب			سیاست مالیات بر نهاده				سیاست مالیات بر محصول			
				کود ازته		قارچ‌کش		چغندرقند		گوجه‌فرنگی	
	w۱	w۲	w۳	i۱	i۲	i۱	i۲	o۱	o۲	o۱	o۲
(۱)	۲۰/۴	۱۷	۱۷	–	–	–	–	۵	۵	۱/۲	۱۹
(۲)	۲۰	۱۵	۱۵	–	–	–	–	–	۱/۵	–	۵/۷

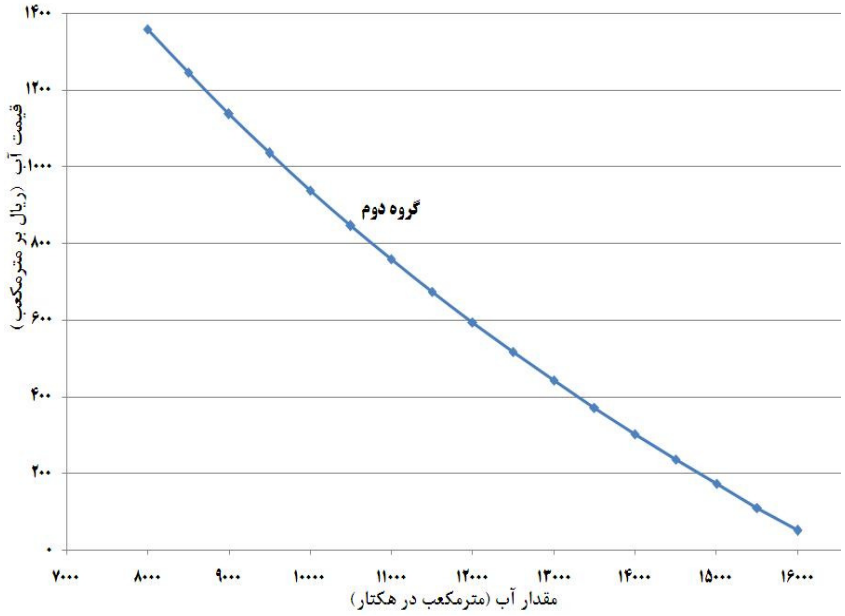
مأخذ: یافته های تحقیق

توابع تقاضای قطعی آب

به منظور نشان دادن اهمیت قیمت آب و بررسی اثر آن بر مقدار تقاضای گروه‌های مختلف بهره‌برداران، تابع تقاضای قطعی آب برآورد می‌شود. برای این منظور با استفاده از مدل‌های کالیبره شده به روش PMP و کاربرد تحلیل حساسیت، داده های لازم جهت تخمین تابع تقاضای آب به دست آمد. سپس با استفاده از داده‌های مذکور تابع تقاضای آب برای هرگروه ترسیم شد و کشش قیمتی تقاضای آب نیز محاسبه گردید. نحوه استخراج منحنی تقاضای قطعی آب به این صورت می‌باشد که ابتدا برای هر بهره‌بردار نماینده با تغییر قیمت نهاده آب، مقدار آب مصرفی در هر هکتار، که سود زارعین را براساس مدل‌های کالیبره شده حداکثر می‌کند، به‌دست آمده و سپس با ترسیم قیمت‌های مختلف آب در مقابل مقادیر آب مصرفی در هکتار، تابع تقاضای قطعی برای نهاده آب به‌دست می‌آید. به عبارت دیگر با استفاده از حل گام به گام الگوی برنامه‌ریزی غیرخطی کالیبره شده، تابع تقاضای واقعی آب برای هر یک از بهره‌برداری‌های نماینده به شکل نمودارهای ۱ و ۲ به‌دست آمده است.



نمودار ۱. منحنی تقاضای قطعی آب برای بهره‌بردار نماینده اول



نمودار ۲. منحنی تقاضای قطعی آب برای بهره‌بردار نماینده دوم

با مقایسه دو نمودار مذکور و بررسی قیمت پرداختی زارعین به ازای مقادیر مختلف آب مصرفی می‌توان گفت، زارعین دارای مزارع بزرگ (گروه دوم) قادر و مایل هستند که در مقایسه با زارعین دارای مزارع کوچک، قیمت بالاتری برای آب پرداخت کنند (منطبق با یافته‌های رهنما و همکاران، ۱۳۹۱). نمودار تقاضای آب مربوط به بهره‌بردار نماینده اول دارای شیب کمتری نسبت به گروه دوم می‌باشد و انتظار می‌رود این گروه از بهره‌برداران دارای کشش قیمتی تقاضای بالاتری برای آب باشند. در سطح فعلی قیمت‌ها قدرمطلق کشش قیمتی تقاضا برای گروه اول بهره‌برداران (۰/۲۶) نسبت به گروه دوم (۰/۰۸) بیشتراست و انتظار می‌رود در صورت تغییر قیمت آب به میزان درصد معینی، زارعین دارای مزارع کوچک تقاضای خود را برای آب در مقایسه با گروه دیگر بیشتر تغییر دهند. به عبارت دیگر زارعین دارای مزارع بزرگ در مقابل تغییرات قیمت آب حساسیت کمتری دارند و با تغییر قیمت آب،

مقدار تقاضا برای آب را کمتر تغییر می‌دهند.

اثر سیاست‌های پیشنهادی بر تخصیص مجدد زمین

مطابق نتایج ارائه‌شده در جدول ۳، سیاست‌های قیمت‌گذاری آب و مالیات بر نهاده به ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را بر سطح زیر کشت دارند. قیمت‌گذاری آب سطح زیرکشت محصولات آب‌بر از جمله چغندرقند را بیشتر و سطح زیرکشت غلات را کمتر کاهش می‌دهد. در اغلب موارد با اعمال سیاست‌های پیشنهادی سطح زیرکشت بعضی از محصولات افزایش و سطح زیر کشت بعضی دیگر کاهش یافته و در مجموع، کل سطح زیر کشت بدون تغییر مانده است یا تغییر جزئی در آن ایجاد شده است. این ویژگی به‌ویژه در مورد بهره‌برداران دارای مزارع بزرگ بیشتر صادق می باشد. این زارعین با اعمال اغلب سیاست‌ها، فقط مقدار زمین موجود را بین محصولات مختلف تخصیص مجدد داده و از کشت بعضی از محصولات (اغلب آب‌بر) به کشت سایر محصولات تغییر داده‌اند.

جدول۳. تغییر در کل سطح زیر کشت هر یک از بهره‌برداری‌های نماینده (درصد)

بهره‌بردار نماینده	سیاست قیمت‌گذاری			سیاست مالیات بر نهاده				سیاست مالیات بر محصول			
	آب			کود ازته		قارچ‌کش		چغندرقند		گوجه‌فرنگی	
	w۱	w۲	w۳	i۱	i۲	i۱	i۲	o۱	o۲	o۱	o۲
۱	۱۳/۴	۱۱	۱۱	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۳	۳	۰/۲۵	۸
۲	۱/۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴/۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت که کاربرد تابع هزینه درجه دوم توانسته است به خوبی وضعیت پایه را بازتولید کند. برآورد کشش قیمتی تقاضای آب نشان داد که در وضعیت فعلی کشش قیمتی آب برای هر دو گروه بهره‌برداران کوچک‌تر از واحد می‌باشد. با مقایسه اثر سیاست‌های مختلف پیشنهادی بر تقاضای آب آبیاری و رفاه بهره‌برداران می‌توان گفت

سیاست مالیات بر محصول (به‌ویژه مالیات بر محصول چغندرقند) می‌تواند جایگزینی مناسب برای سیاست قیمت‌گذاری آب کشاورزی باشد و به جای این سیاست به‌کار رود. سیاست قیمت‌گذاری آب آبیاری بیشترین تأثیر را بر سطح زیر کشت محصولات دارای نیاز آبی کم و سود کم از جمله غلات به جا می گذارد. در مورد مزارع کوچک رابطه جانشینی از طرف گوجه‌فرنگی به چغندرقند وجود دارد ولی عکس این رابطه برقرار نیست. در مورد مزارع بزرگ این رابطه دو طرفه می‌باشد. به عبارت دیگر کاهش سطح زیرکشت هر یک از دو محصول گوجه‌فرنگی و چغندرقند باعث می‌شود که هر یک از این دو محصول به‌عنوان جانشین دیگری وارد الگوی کشت شود.

با عنایت به مهم‌ترین نتایج حاصل، پیشنهاد می‌گردد مدیریت تقاضای آب کشاورزی از طریق طراحی و اجرای یک بسته سیاستی (و نه فقط تغییر آب بها) عملیاتی گردد.در این راستا بازنگری در سیاست قیمت گذاری محصولات با نیاز آبی بالا نظیر چغندرقند و یا به عبارتی مالیات بر این محصول می تواند کمک مؤثری بنماید.

منابع

اتحاد، ر. ۱۳۷۹. تحولات توسعه منابع آب در ایران، روندها و راهکارها. مجموعه مقالات اولین همایش دو سالانه اقتصاد ایران، چالشهای اساسی‌اقتصاد ایران در دهه ۱۳۸۰، پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

بخشی، م. و پیکانی، غ. ۱۳۸۸. سیاست گذاری نهاده های شیمیایی و اثرات آن بر محیط زیست (با تاکید بر یارانه کودهای شیمیایی. مجموعه مقالات هفتمین کنفرانس اقتصادکشاورزی ایران. کرج.

توکلی، م .۱۳۹۰. بررسی جامع سیاست کشت جایگزین خشخاش در افغانستان: مطالعه موردی استان دایکندی، بخش کیتی. پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی ، دانشگاه شیراز.

خرمی، ف. ۱۳۷۵. روشهای تعیین آثار اقتصادی مستقیم دخالت دولت در مدیریت منابع آب. *فصلنامه*

آب و توسعه، وزارت نیرو، سال چهارم.

رهنما، ع.، کهنسال، م.ر . و دوراندیش، آ.۱۳۹۱. برآورد ارزش اقتصادی آب با استفاده از رهیافت برنامه ریزی ریاضی مثبت در شهرستان قوچان. *مجله اقتصاد کشاورزی*، ۴ (۶): ۱۳۳ -۱۵۰.

سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی، مدیریت طرح و برنامه، اداره آمار و برنامه‌ریزی، سالنامه آماری بخش کشاورزی استان خراسان رضوی، سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶.

صبوحی، م.، سلطانی، غ. و زیبایی م. ۱۳۸۶. بررسی اثر تغییر قیمت آب آبیاری بر منافع خصوصی و اجتماعی با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت. *مجله علوم و صنایع کشاورزی*، ۱ (۲۱): ۵۳ -۷۱.

قرقانی ف.، بوستانی ف. و سلطانی غ. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر کاهش آب آبیاری و افزایش قیمت آب بر الگوی کشت با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی مثبت: مطالعه موردی شهرستان اقلید در استان فارس. *مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۱ (۱): ۵۷ -۷۴.

محسنی. ا. و زیبائی، م. ۱۳۸۷. تحلیل پیامدهای افزایش سطح زیرکشت کلزا در دشت نمدان استان فارس: کاربرد مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت. *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۳ (۴۷): ۷۷۳- ۷۸۴.

Ahmad, M. 2000. Water pricing and markets in the Near East: policy issues and options. *Water Policy*, 2 (3): 229–242.

Arfini, F. and Paris, Q. 1995. A positive mathematical programming model for regional analysis of agricultural policies. In: Sotte, F. (Ed.), The Regional Dimension in Agricultural Economics and Policies, EAAE, Proceedings of the 40th Seminar, Ancona, Italy, pp. 17–35.

Bauer, S. and Kasnakoglu, H. 1990. Non-linear programming models for sector and policy analysis. *Economic Modeling*, 7: 275-290.

Berbel, J., Viaggi, D. and Manos, B. 2009. Estimating demand for irrigation

water in European Mediterranean countries through MCDM models. *Water Policy,* 11: 348–361.

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

Dinar, A. 2000. The political economy of water pricing reforms London: Oxford University Press.

Dinar, A. and Subramanian, A. 1997. Water pricing experiences: An international perspective. World Bank Technical Paper No. 386. Washington, D.C.

Dinar, A. and Mody, J. 2004. Irrigation water management policies: allocation and pricing principles and implementation experiences. *Natural Resources Forum*, 28:112–122.

Dono, G., Giraldo, L. and Severino, S. 2010. Pricing of irrigation under alternative charging methods: possible shortcomings of a volumetric approach. *Agricultural Water Management*. 97:1795–1805.

Easter, W.K. and Hearne R. 1995. Water markets and decentralized water resources management: International problems and opportunities. *Water Resources Bulletin*, 31: 9–20.

Hazell, P.B.R. and Norton, R.D. 1986. Mathematical programming for economic analysis in agriculture. New York: Macmillan Publishing Co.

He Ckelei, T. 2002. Calibration and estimation of programming models for agricultural Supply Analysis. Ph.D. Thesis, University of Bonn,

Germany.

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

Heckelei, T. and Britz, W. 2000. Concept and explorative application of an EU-Wide, regional agricultural sector model. proceeding of the 65th EAAE Seminar, Bonn, PP: 29-31.

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

Howitt, R.E. 1995b. A calibration method for agricultural economic production models. *Journal of Agricultural Economics,* 46(2): 147-159.

Howitt, R.E. 2005. Agricultural and environmental policy models: calibration, estimation, and optimization. Dept. Of Agricultural and Resource Economics, University of California, Davis, USA.

Iglesias, E. and Blanco, M. 2008. New directions in water resources management. The role of water-pricing policies. *Water Resources Research* 44, W06417.

Johansson, R.C. 2000. Pricing irrigation water. A literature Survey. *The World Bank Policy Research Working Paper,* 2449.

Johansson, R.C., Tsur, Y., Roe, T.L., Doukkali, R. and Dinar, A. 2002. Pricing irrigation water: A review of theory and practice. *Water Policy,* 4: 173–199.

Just, R. 1993. Discovering production and supply relationships: Present status

and future opportunities. *Review of Market and Agricultural Economics,* 61:11-40.

Kemper, K.E. 2001. Market for tradable water rights, a 2020 vision for food, agriculture and the environment. *International Food Policy Research Institute.*

Manos, B., Bournaris, T., Kamruzzaman, M., Begum, A. A. and Papathanasiou, J. 2006. The regional impact of irrigation water pricing in Greece under alternative scenarios of European policy: A multi criteria analysis. *Regional Studies*, 40(9): 1055–1068.

Manos, B., Papathanasiou, J., Bournaris, Th. and Voudouris, K. 2010. A multi criteria model for planning agricultural regions within a context of groundwater rational management. *Journal of Environmental Management*, 91: 1593–1600.

Medellin-Azuara, J., Lund, J.R. and Howitt, R.E. 2007. Water supply analysis for restoring the colorado river delta, Mexico. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 133:462–71.

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.

Medellin-Azuara, J., Howitt, R. E., Waller-Barrera, C., Mendoza-Espinosa, L.G. , Lund, J.R. and Taylor, J.E. 2009. A calibrated agricultural water demand model for three regions in northern Baja California. *Agrociencia,*

43(2): 83-96.

Medellín-Azuara, J., Harou, J.J. and 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: 5639-5648.

Meister, A.D., Chen, C.C. and Heady, E.O. 1987 Quadratic programming models applied to agricultural policies. Ames IA: Iowa State University Press.

Molle, F. and Berkoff, J. 2007. Irrigation water pricing: The gap between theory and practice. Wallingford: CABI Publishing.

Onate, J.J., Tance, I., Bardaj, I. and Llusia, D. 2007. Modeling the effects of alternative CAP policies for the Spanish high-nature value cereal-steppe farming systems. *Agricultural Systems,* 94: 247–260.

Paris, Q. 2001. Symmetric positive equilibrium problem: A framework for rationalizing economic behavior with limited information. *American Journal of Agricultural Economics*, 83(4): 1049-1061.

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

Rhodes, G.F. and Sampath, R.K. 1988. Efficiency, equity and cost recovery implications of water pricing and allocation schemes in developing countries. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 36: 103-117.

Saleth, R.M. 1994. Water economy of India: A review of issues. Institute for Social and Economic Change. Bangalore.

Varela-Ortega, C. and Sagardoy, J.A. 2002. Analysis of irrigation water policies in Syria: Current developments and future options. Proc. Irrigation Water Policies: Micro and Macro Considerations Conference, Agadir, Morocco, June.

Viaggi, D., Raggi, M., Bartoloni, F. and Gallerani, V. 2010. Designing contracts for irrigation water under asymmetric information: are simple pricing mechanisms enough?. *Agricultural Water Management,* 97: 1326–1332.