نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰، ص. ۲۹۴-۲۸۴

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 25, No. 3, Fall 2011, P. 284-294

کاربرد مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به منظور تحلیل اثرات سیاست‌های جایگزین قیمت‌گذاری آب در دشت مشهد

علی بخشی[1*]- محمود دانشور کاخکی[2] - رضا مقدسی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۵/۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۲۰

چکیده

مدیریت منابع آب در ایران با تقاضای فزاینده برای منابع آب، افزایش قابل توجه در هزینه‌های عرضه آب و برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی مواجه می‌باشد. برای بهبود کارایی استفاده از آب، اقتصاددانان افزایش قیمت نهاده آب را پیشنهاد می‌کنند ولی سیاستگذاران به دلیل نگرانی‌های اقتصادی، فرهنگی و سیاسی این پیشنهاد را رد می‌کنند. در این تحقیق از تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) در سطح مزرعه برای تحلیل اثرات مختلف کاربرد سیاست‌های قیمت‌گذاری آب و همچنین سیاست‌های جایگزین آن در دشت مشهد (استان خراسان رضوی) بهره گرفته شد. سناریوهای شبیه‌سازی‌شده شامل افزایش قیمت نهاده آب، مالیات بر نهاده‌های مکمل نهاده آب و مالیات بر محصول می‌باشد. اثر سیاست‌های جایگزین بسته به گروه بهره‌بردار نماینده متفاوت بوده و اثرات آن بر درآمد، تقاضای آب و الگوی کشت هر گروه از بهره‌برداران گسترده می‌باشد. سیاست قیمت‌گذاری آب و مالیات بر محصول در مقایسه با سیاست مالیات بر نهاده مکمل، مؤثرتر و مناسب‌تر می‌باشند. دو سیاست مالیات بر نهاده و محصول در نرخ‌های معینی می‌توانند به عنوان جایگزین سیاست قیمت‌گذاری آب بکار روند.

واژه‌های کلیدی: آب، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، دشت مشهد، سیاست جایگزین

طبقه بندی JEL : Q12, Q15, Q18, Q28

مقدمه

کمیابی منابع آبی و عدم توانایی انسان در تولید آب برخلاف دیگر محصولات، موجب شده است که فاصله بین عرضه و تقاضای آب به ویژه در دهه‌های اخیر به شدت زیاد شده و در اغلب مناطق دنیا کمبود عرضه به‌وجود آید (۴ و ۹). در بسیاری از مناطق کشور آب کافی در زمان مورد نیاز برای فعالیت‌های کشاورزی وجود ندارد و در اغلب مناطق آب مهمترین و محدودکننده‌ترین نهادهٔ تولید محسوب می‌شود (۳ و ۹). در ایران از یک سو حدود ۹۰ درصد از منابع آبی قابل استحصال در بخش کشاورزی به مصرف می‌رسد و از سوی دیگر میزان بازدهی آب مصرفی در بخش کشاورزی بسیار پایین بوده و حدود یک سوم آن به مصرف نهایی رسیده و مابقی به هدر می‌رود (۳، ۹ و ۱۰). تداوم افزایش شکاف میان عرضه و تقاضای آب در آینده، توجه جدی به مبانی برنامه‌ریزی اقتصادی منابع آب و تخصیص بهینه آن را اجتناب‌ناپذیر کرده و مدیریت آب را ضروری می‌سازد. امروزه تلاش‌های زیادی برای سیاست‌گذاری در جهت کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی و بهبود تخصیص آن صورت می‌گیرد. برای بهبود کارایی تخصیص آب[3]، اقتصاددانان افزایش قیمت نهاده آب را پیشنهاد می‌کنند ولی سیاستگذاران به دلایل اقتصادی، فرهنگی و سیاسی این پیشنهاد را رد می‌کنند (۱۹). بریسکو (۱۴)، پری و همکاران (۳۳) و هلگرز (۲۲) معتقدند که در نظر گرفتن

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانشیار گروه اقتصادکشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد- گلبهار
(*- نویسنده مسئول: Email:ali_bakhshi@mshdiau.ac.ir)
۳- دانشیار گروه اقتصادکشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۴- کارآیی تخصیص آب اشاره به مقدار آبی دارد که برای به‌دست‌آوردن بیشترین مقدار سود کل باید بین محصولات مختلف تخصیص یابد. اگر مقدار زیادی آب به تولید محصولی اختصاص یابد که دارای ارزش کمی است، کل مقدار ارزش تولید کم خواهد بود و تخصیص آب ناکارآ خواهد بود.

آب به عنوان یک کالای اقتصادی به معنای تعیین قیمت مناسب برای آن نیست، بلکه هدف آن است که گزینه صحیح برای تخصیص آب انتخاب شود.

با توجه به اینکه در کشور ایران آب در طول تاریخ به عنوان یک کالای رایگان محسوب شده، قیمت‌گذاری این نهاده کمیاب و افزایش سطح قیمت‌های فعلی با مشکلات متعددی روبرو می‌باشد. در حال حاضر قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی ایران براساس قانون توزیع عادلانه آب و باتوجه به نوع محصول صورت می‌گیرد. چون در این سیستم قیمت‌گذاری بر مبنای مقدار آب مصرفی نمی‌باشد انگیزه کافی برای تخصیص کارآی آب و صرفه جویی در مصرف آن وجود ندارد. بازده نهایی آب نیز در اغلب موارد بسیار بالاتر از بهای دریافتی و هزینه‌های تهیه و توزیع آب می‌باشد (۳، ۶ و ۸). محدودیت‌های توسعه منابع آب، مدیریت ضعیف و تلفات زیاد آب در کشاورزی، کاربرد سیاست‌های طرف تقاضای آب همچون تخصیص مجدد منابع آب، قیمت‌گذاری آب و سیاست‌های جایگزین آن همچون مالیات بر نهاده‌های مکمل آب یا مالیات بر محصول را ضروری می‌سازد (۵، ۱۵، ۱۶ و ۱۹). این سیاست‌ها توسط محققین مختلفی در مورد بخش کشاورزی ایران مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند. پری (۳۳)، حسین‌زاد (۳) و اسدی و همکاران (۱) نشان دادند که به دلیل کشش پائین تقاضا برای آب در بخش کشاورزی ایران، افزایش قیمت این نهاده منجر به کاهش در مقدار تقاضا برای آب به مقدار کم می‌شود. لذا باید قیمت آب به صورت معناداری افزایش یابد یا سیاست‌های جایگزین برای آن معرفی شوند. در شرایط اقتصادی، اجتماعی و سیاستی فعلی افزایش قیمت آب دارای اثرات جانبی همچون کاهش درآمد بهره‌برداران و کاهش تقاضا برای نیروی کار خواهد بود. راه حل بهبود تخصیص آب و تمرکز بر مدیریت یکپارچه آب و خاک، بویژه تأکید بر مدیریت آب در کشاورزی می‌باشد (۱۱، ۳۳ و ۳۴). اما بهبود کارایی تخصیص آب بدون ابزارها و سیاست‌های مناسب اقتصادی امکان‌پذیر نمی‌باشد (۱۹).

علاوه بر آن نتیجه اعمال یک سیاست و اثرگذاری آن تا حد زیادی وابسته به نحوه عکس‌العمل بهره برداران نسبت به سیاست اعمال شده می‌باشد. عکس‌العمل بهره‌برداران نیز وابسته به شرایط مزرعه، نگرش و ویژگی‌های فردی آن‌ها می‌باشد. با توجه به اینکه امکان آزمون سیاست‌های مختلف در محیط آزمایشگاه وجود ندارد و هر فرد سیاستگذار در بخش کشاورزی در پی آن است که بتواند با اطمینان بالایی از نتایج اجرای سیاست‌های مورد نظر و عکس‌العمل بهره برداران نسبت به آن‌ها آگاه شود، امروزه این امر از طریق برنامه‌ریزی ریاضی مثبت[1] (PMP) فراهم شده است. به عبارت دیگر پیش از آن که تصمیم به سیاست‌گذاری گرفته شود، شبیه‌سازی عکس‌العمل احتمالی کشاورزان از طریق برنامه‌ریزی ریاضی مثبت می‌تواند کمک مؤثری در جهت اتخاذ تصمیمات صحیح‌تر قلمداد شود. روش مرسوم برای شبیه‌سازی تصمیمات تولیدکنندگان به این صورت است که مدلی را که محدودیت‌ها، فرصت ها و اهداف را منعکس می‌کند، ایجاد نموده و سپس آن را تحت فروض در حال تغییر در مورد تولیدکنندگانی که از محیط سیاست‌گذاری اثر می‌پذیرند حل کنیم. در این روش که به روش برنامه‌ریزی ریاضی دستوری[2] (NMP) معروف است، وضعیت بهینه بررسی می‌شود و اثر سیاست‌های مورد نظر بر وضعیت بهینه بررسی می‌شود. حال آنکه در روشPMP که در تحقیق فعلی مورد استفاده قرار گرفت، 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 ایران روش‌های مختلف برنامه‌ریزی ریاضی دستوری برای تحلیل سیاست‌های بخش کشاورزی توسط محققین مختلف بکار رفته است. ولی به روش PMP علی رغم مزایای قابل توجه آن نسبت به روش‌های فعلی، به صورت محدود توجه شده است. قرقانی و همکاران (۵) با کاربرد روش PMP به بررسی تأثیر کاهش آب آبیاری و افزایش قیمت آب بر الگوی کشت در شهرستان اقلید استان فارس پرداختند. براساس یافته‌های تحقیق با کاهش مقدار آب مصرفی، الگوی کشت چندان تغییر نمی‌کند و دو برابر شدن قیمت آب نیز بر میزان مصرف آن تأثیری ندارد. بخشی و پیکانی (۲) روش PMP را به منظور تحلیل آثار زیست محیطی حذف یارانه های کودهای شیمیایی در زیربخش زراعت استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی بکار بردند. نتایج تحقیق نشان داد که حذف یارانه کود باعث کاهش شاخص‌های پایداری و توازن سطحی و همچنین افزایش شاخص‌های کارایی ازت و فسفر خواهد شد. محسنی و زیبائی (۷) 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 (۴) با استفاده از روشPMP 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 بهره‌برداران به افزایش قیمت آب آبیاری از راه تغییر الگوی کشت خود پاسخ می‌دهند و افزایش قیمت آب آبیاری الزاماً به کاهش مصرف آن در سطح مزرعه منجر نمی‌شود. کورتیگانی و سورینی (۱۷) روش PMP را به منظور بررسی اثر سیاست‌های افزایش هزینه‌های آب، کاهش مقدار آب و تغییر قیمت محصول بر پذیرش

1 - Positive Mathematical Programming.

2 - Normative Mathematical Programming.

تکنیک‌های کم‌آبیاری در ناحیه‌ای از مدیترانه بکار بردند. براساس نتایج تحقیق افزایش هزینه‌های آب برخلاف دو سیاست دیگر در این زمینه تأثیر ندارد. مدلین آزورا و همکاران (۲۸) با کاربرد روشPMP 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 قیمتی پرداختی توسط بهره‌برداران است. اونات و همکاران (۳۰) با کاربرد روشPMP به مقایسه اثرات مکانیزم‌های حمایتی مربوط به سیاست مشترک کشاورزی اتحادیه اروپا بر تولید مزارع نمونه در منطقه‌ای از اسپانیا پرداختند. نتایج نشان داد که در مقایسه با سیاست‌های قبلی، سود ناخالص بصورت چشمگیری کاهش می‌یابد. آزوارا و همکاران (۲۷) برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی از یک مدلPMP همراه با تابع تولید CES[1] استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد که با گسترش بازارهای آب می‌توان سطح فعلی مصرف آب را کاهش داد. هی و همکاران (۱۹) به منظور تحلیل سیاست‌های جایگزین برای بهبود کارایی تخصیص آب آبیاری در مصر و مراکش از مدل PMP بهره بردند. نتایج تحقیق نشان داد که در هر دو کشور مالیات بر محصول می‌تواند یک سیاست جایگزین برای قیمت‌گذاری آب باشد.

هدف اصلی تحقیق کاربرد روش PMP به منظور شبیه‌سازی اثرات سناریوهای سیاستی مختلف در زمینه قیمت‌گذاری آب کشاورزی بر وضعیت فعلی مزرعه و بهره‌بردار در دشت مشهد می‌باشد. افزایش استحصال آب از منابع آب زیرزمینی، گرچه سبب افزایش سطح زیرکشت و میزان تولید محصولات کشاورزی طی ۲۰ سال گذشته در دشت مشهد شده است، ولی به دلیل عدم توجه به نحوه و میزان برداشت، این دشت با کسری مخزن مواجه شده و سطح آب در آن سال به سال پائین‌تر می‌افتد. افت سطح آب‌های زیرزمینی و کسری مخزن، محدودیت‌های زیادی همچون ممنوعه شدن دشت‌ها برای جلوگیری از تشدید افت، شورشدن تدریجی آب‌های زیرزمینی، کاهش آبدهی چاه‌های حفرشده، خشک شدن قنات‌ها، نبود آب کافی برای تأمین آب شرب و صنایع و سرانجام ایجاد موانع برای اجرای طرح‌های کشاورزی و صنعتی بوجود آورده است (۴). لذا 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 کارآیی تخصیص آب کمک کرد.

مواد و روش‌ها

طی دهه‌های اخیر مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی کاربرد زیادی در زمینه تجزیه و تحلیل سیاست‌ها در بخش کشاورزی و شبیه‌سازی آثار این سیاست‌ها بر قسمت‌های مختلف نظام کشاورزی از جمله تغییرات احتمالی در مقدار مصرف نهاده ها، الگوی کشت و رفاه زارعین داشته‌اند (۱۸ و ۱۹). مهمترین مزیت این مدل‌ها توانایی آن‌ها در بررسی تأثیر سیاست‌ها در سطح مزرعه می‌باشد (۳۲). در مدل‌های NMP که بیش از نیم قرن در تحقیقات اقتصاد کشاورزی کاربرد دارند یک جواب بهینه از بین جواب‌های ممکن انتخاب می‌شود. ولی در این مدل‌ها در اغلب موارد جواب حاصله تخصیص فعلی نهاده‌ها بین فعالیت‌های تولیدی را بازتولید نمی‌کند و به دلیل تفاوت بین جواب بهینهٔ مدل و الگوی کشت فعلی، عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به سیاست‌های اتخاذ شده از لحاظ عملی به درستی نشان نمی‌دهد. در نتیجه تحلیل سیاست بر اساس این مدل‌ها در حالت کلی معتبر نمی‌باشد (۲۱، ۲۳ و۲۴). سیاست‌گذاران نیز تمایل دارند که به منظور پیش‌بینی نتایج، بین سیاست فعلی (وضعیت پایه) و انتخاب‌های سیاستی جایگزین مقایسه انجام دهند. لذا به منظور معتبربودن نتایج می‌بایست مدل مورد نظر تا حد ممکن وضعیت پایه را باز تولید کند ولی به دلیل فقدان مکانیزم کالیبراسیون مناسب، روش NMP چنین اعتباری را به دست نمی‌دهد (۲۱ و ۲۵).

اغلب برای اطمینان از اینکه سطوح فعالیت محاسبه شده برابر با سطوح مشاهده‌شده در سال پایه باشد، مدل‌های برنامه‌ریزی کالیبره می‌شود. در کالیبراسیون، با استفاده از تابع هدف فرضی و داده‌ها بعلاوه سطوح نهاده و محصول در سال پایه، تابع هدفی حاصل می‌شود که براساس شرایط سال پایه و در سطح مقادیر مشاهده‌شده آن سال بهینه شده باشد (۲۵). در این حالت می‌توان گفت که اگر پارامترهای یک مدل بهینه‌سازی فعالیت‌های مشاهده شده را نتیجه دهند، آن پارامترها توسط بهره‌برداران استفاده شده‌اند. بطور سنتی کالیبراسیون از طریق اضافه‌کردن محدودیت‌های تناوبی و (یا) در نظر گرفتن حد بالا و پایین برای فعالیت‌های تولیدی یا از طریق کاربرد یک تابع هدف درجه دوم انجام می‌شده است (۱۳، ۲۱ و ۱۸). سایر روش‌های کالیبراسیون به تفصیل در هیزل و نورتون (۱۸) و بائور و کاساناگلو (۱۳) مورد بررسی قرار گرفته اند. کالیبراسیون مدل از طریق اضافه‌کردن محدودیت‌های خطی اغلب نتایجی را به دست می‌دهد که توسط محدودیت‌های کالیبراسیون دیکته شده، فقط در سال پایه معتبر بوده و برای تغییرات سیاستی مناسب نمی‌باشند (۲۱ و۲۳). علاوه بر آن این روش‌ها در سطح همجمعی‌شده (منطقه، کشور و ...) از توجیه تئوریکی و تجربی قوی برخوردار نیستند. روش‌های دیگر همچون کاربرد تابع هدف غیرخطی به منظور مدلسازی رفتار ریسکی یا قیمت‌های درونزا نیز مشکل را بطور کامل برطرف نمی‌کنند (۲۱، ۲۶ و ۲۹). حتی در یک مدل NMP که پارامترهای آن از نظر تئوری صحیح باشند، خیلی بعید است که مدل به داده های سال پایه و بطور دقیق کالیبره شود. دلیل این امر در ذات و ساختار یک مدل برنامه‌ریزی خطی است که براساس تعریف خلاصه‌ای از

1 - Constant Elasticity of Substitution

سیستم واقعی است. طی فرایند خلاصه‌سازی و ساده‌سازی یک سیستم واقعی، مدل مورد نظر بعضی از اطلاعات لازم جهت بررسی رفتار واقعی را از دست می‌دهد (۱۸ و ۲۵). علی‌رغم معایب روش NMP چندین دلیل برای استفاده از این روش وجود دارد (۲۱). اول اینکه در صورت مواجه با سیاست‌های جدید یا فعالیت‌های زراعی جدید و فقدان داده های تجربی برای توصیف وضعیت پایه این روش کاربرد دارد. دلیل دوم اینکه ما همواره در وضعیت بهینه یا پایه را نیاز نداریم و ممکن است فقط در پی درک مسأله و کشف متغیرها و عوامل محدودکننده باشیم که در این شرایط به کالیبراسیون نیاز نمی‌باشد (۲۱ و ۲۳).

معایب روش‌های کالیبراسیون مقید باعث شد تا روش‌هایی برای استخراج توابع عرضه غیرخطی معرفی شوند که بر مبنای رفتار مشاهده‌شده تصمیم‌گیرندگان باشند و مدل را بطور کلی کالیبره می‌کنند. چون این روش‌ها بر مبنای استنباط‌های واقعی (و نه فروض دستوری) از داده‌های سال پایه هستند، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت نامیده می‌شوند (۲۴). عبارت مثبت که در توصیف این روش بکار می‌رود دلالت بر آن دارد که همچون روش‌های اقتصادسنجی، پارامترهای تابع هدف غیرخطی از رفتار اقتصادی بدست می‌آید که فرض می‌شود عقلائی می‌باشند و همهٔ شرایط (مشاهده‌شده و مشاهده‌نشده) مؤثر بر سطح فعالیت‌ها معلوم می‌باشند (۲۱).

امروزه مدل‌های PMP به‌منظور فائق آمدن بر معایب روش NMP گسترش یافته‌اند که نه تنها مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی را به مقادیر مشاهده‌شده دقیقاً کالیبره می‌کنند بلکه رفتار شبیه سازی واقعی و انعطاف‌پذیری از مدل ارائه می‌دهند (۲۱ و ۲۳ و ۲۵). ایده اصلی PMP این است که اطلاعات مربوط به هزینه فرصت هر فعالیت در یک مدل NMP اولیه، برای تصریح یک مدل دارای تابع هدف غیرخطی به نحوی بکار برده شوند که در جواب بهینه مدل جدید، سطوح مشاهده‌شده فعالیت‌ها بازتولید شوند، بدون اینکه محدودیت‌های انعطاف‌ناپذیر یا اضافی در مدل باشند (۲۱ و ۲۳).

برخلاف مدل‌های NMP در مدل‌های PMP بعضی از پارامترها تعدیل می‌شوند تا قادر به بازتولید[1] دقیق وضعیت پایه باشند. باتوجه به اینکه این مدل‌ها قادر به بازتولید داده‌های مشاهده‌شده می‌باشند این روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (قطعی) نامیده می‌شود. مهمترین هدف این مدل‌ها توضیح دادن عکس‌العمل‌های تولیدکنندگان نسبت به تغییرات خارجی می‌باشد که این مدل‌ها را برای سیاستگزاران بسیار جالب توجه می‌سازد (۲۱ و ۳۱).

در ادامه ابتدا تفاوت‌های بین دو روش NMP و PMP و ایده اصلی نهفته در روش PMP از طریق نمودارهای (۱) و (۲) بررسی می‌شود سپس مراحل لازم برای کالیبراسیون یک مدل از طریق روش PMP توضیح داده می‌شوند. نمودار (۱) امکانات تولید یک مزرعه با دو محصول x_1 و x_2 و هدف حداکثر کردن سود را نشان می‌دهد. خط سود همسان مدل NMP با کمک نسبت‌های قیمت و هزینه دو محصول تعیین شده است. نقطه a که نشان‌دهنده نقطه حداکثر سود یا همان ترکیب بهینه نهاده‌ها می‌باشد با تغییرات کم در خط سود همسان همچنان بهینه باقی می‌ماند و فقط با تغییرات زیاد در شیب خط سود همسان، مقدار حداکثر تابع هدف به طور ناگهانی به یکی از نقاط گوشه‌ای دیگر جهش پیدا می‌کند. تفاوت بین ترکیب مشاهده‌شده (نقطهb) و ترکیب بهینه (نقطه a) به خاطر این است که مقادیر ضرایب فنی و هزینه‌های متغیر با مقادیر واقعی متفاوت هستند یا اینکه همهٔ محدودیت‌ها در مدل نمایش داده نشده‌اند (۲۱).

در نمودار (۲) یک تابع هزینه غیرخطی و محدب در داخل تابع سود گنجانده می‌شود که منجر به یک تابع سود کل مقعر می‌شود و بازتولید صحیح وضعیت پایه را به همراه دارد. به دلیل کالیبراسیون و استفاده از روابط غیرخطی در تابع هدف مدل، دو اشکال موجود در روش NMP یعنی مشکل بازتولید وضعیت پایه و وضعیت‌های پلکانی در این روش وجود ندارد.

روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت: روش PMP که اولین بار توسط هاویت (۲۳) مطرح شد، به عنوان رایج‌ترین روش کاربردی برای کالیبراسیون یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی طی سه مرحله انجام می‌شود:

(۱) تصریح مدل برنامه‌ریزی خطی با در نظرگرفتن محدودیت‌های کالیبراسیون.

(۲) کاربرد مقادیر دوگان مدل مرحله اول جهت تعیین پارامترهای تابع هدف غیرخطی.

(۳) کاربرد تابع هدف کالیبره شده در قالب یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به منظور تحلیل سیاست‌ها.

در مرحله اول محدودیت‌های کالیبراسیون، به مجموعه محدودیت‌های منابعِ یک مدل برنامه‌ریزی خطی اضافه می‌شوند. این محدودیت‌ها سطح فعالیت‌ها را به سطوح مشاهده شده دوره پایه، مقید می‌کنند. با فرض حداکثرسازی بازده برنامه‌ای، مدل اولیه به صورت زیر تصریح می‌گردد (۲۳ و ۳۲):

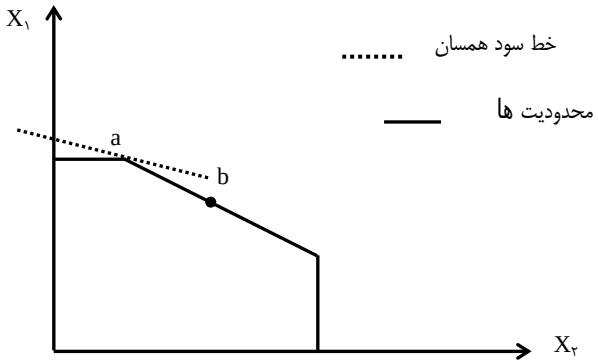
$$\text{Maximize} \quad Z = p'x - c'x \qquad (۱)$$

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

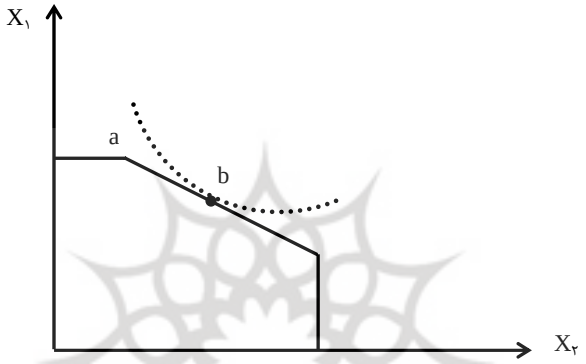
$$x \le x_0 + \varepsilon \qquad [\rho] \qquad (۳)$$

$$x \ge 0 \qquad (۴)$$

۱- منظور از بازتولید این است که سطح بهینه فعالیت‌های بدست آمده از مدل کالیبره شده، دقیقاً همان مقادیر مشاهده شده در وضعیت پایه می‌باشد.



نمودار ۱- یک مدل ساده NMP با دو فعالیت X_1 و X_2



نمودار۲- یک مدل ساده PMP با دو فعالیت X_1 و X_2

که در آن :

Z = ارزش تابع هدف

P = بردار (n×1) قیمت‌های محصول

x = بردار (n×1) غیر منفی از سطوح فعالیت‌های تولیدی

c = بردار (n×1) از هزینه هر واحد از فعالیت

A = ماتریس (m×n) ضرایب فنی در محدودیت‌های منابع

b = بردار (m×1) مقادیر منابع در دسترس

x_o = بردار(n×1) غیر منفی از سطوح مشاهده شده فعالیت‌های تولیدی

ε = بردار (n×1) از اعداد مثبت کوچک برای جلوگیری از وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری (۲) و محدودیت‌های کالیبراسیون (۳).

λ = بردار (m×1) از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های منابع

ρ = بردار (n×1) از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های کالیبراسیون

تفاوت مدل فوق با یک مدل برنامه‌ریزی خطی این است که در این مرحله محدویت‌های کالیبراسیون به مدل اضافه شده‌اند. با حل مدل فوق، مقادیر دوگان مربوط به محدودیت‌های مذکور که بیانگر قیمت سایه‌ای محصولات تولید شده می‌باشند، محاسبه می‌شوند. هاویت (۲۳)، پاریس و هاویت (۳۲) و هکلی (۲۱) بردار مقادیر دوگانρ 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 کالیبراسیون یک تابع عملکرد غیرخطی کاهشی، بردار دوگان ρ بیانگر اختلاف بین ارزش تولید نهایی و متوسط می‌باشد (۲۳ و ۲۴). علاوه بر آن در کالیبراسیون یک تابع هزینه غیر خطی صعودی، بردار دوگان ρ به عنوان بردار هزینه نهایی تفاضلی تفسیر شده که همراه با بردار هزینه (c)، هزینه نهایی و واقعی تولید فعالیت مشاهده شده x_o را معلوم می‌کند (رابطه ۶).

در مرحله دوم، مقادیر دوگان به‌دست آمده از مرحله اول برای تخمین پارامترهای تابع هدف غیر خطی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر در این مرحله مقادیر دوگان برای کالیبره‌کردن پارامترهای تابع هدف غیرخطی بکار می‌روند. در این حالت سطوح

فعالیت مشاهده شده در دوره پایه توسط مدل غیرخطی مذکور و بدون محدودیت‌های کالیبراسیون بازتولید می‌شود (۲۳، ۲۴ و ۳۱).

در روشPMP تشکیل تابع هدف غیر خطی را می‌توان از طرف عرضه (هزینه) یا تقاضا (قیمت) یا ترکیبی از این دو انجام داد (۲۵). در روش‌های مبتنی بر عرضه فرض می‌شود که توابع هزینه غیرخطی و عملکرد ثابت برای کالیبراسیون مدل بکار می‌رود. روش‌های مبتنی بر تقاضا زمانی مفید می‌باشند که مدل به اندازه کافی در مقیاس بزرگ تعریف شده باشد تا تغییرات در مقدار محصول بتواند قیمت را تغییر دهد. در سومین روش فرض می‌شود که هم عرضه و هم تقاضا غیرخطی باشند یا اجزاء ریسک به مدل اضافه شوند. اما اصل کلی این است که عناصر غیرخطی به مدل اضافه شوند تا رفتار واقعی بهره‌برداران نمایش داده شود.

در این مرحله هر نوع تابع غیرخطی که شرایط مورد نظر را داشته باشد می‌تواند برای کالیبراسیون بکار رود (۲۱ و ۳۲). براساس نظر هاویت (۲۵) در روش PMP اغلب توابع هزینه‌ای بکار می‌روند که از طریق داده‌ها و برآوردهای اقتصادسنجی به عنوان بهترین مدل غیرخطی معرفی شده باشند. هکلی (۲۱) نیز معتقد است که به دلیل سادگی محاسبات و فقدان دلایل قوی برای سایر انواع توابع، اغلب یک تابع هزینه درجه دوم (بجز مورد پاریس و هاویت، (۳۲)) در تابع هدف بکار می‌رود. ساده‌ترین فرم تابعی که در اغلب تحقیقات (۱۲، ۱۹، ۲۳ و ۲۸) بکار رفته است، فرم تابع درجه دوم می‌باشد. باتوجه به خصوصیات مطلوب تابع هزینه درجه دوم همچون تابع هزینه نهایی صعودی برای هر فعالیت و ساده‌تربودن کار با این توابع، این فرم تابع نسبت به سایر فرم‌ها ترجیح داده می‌شود (۱۷). 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:

$$C^{v}(x) = d'x + x'Qx/2 \qquad (۵)$$

در این تابع :

d = بردار$(n\times1)$ از پارامترهای جزء خطی تابع هزینه

Q= ماتریس مثبت، نیمه معین و متقارن با ابعاد$(n\times n)$ از پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه

همانگونه که قبلاً ذکر شد، بردار هزینه نهایی (MC^{v}) مربوط به تابع هزینه فوق برابر با مجموع بردار هزینه c و بردار هزینه نهایی تفاضلیρ می‌باشد:

$$MC^{v} = \nabla C^{v}(x)'_{x0} = d + Qx_0 = c + \rho \qquad (۶)$$

که $\nabla C^{v}(x)$بردار گرادیان $(1\times n)$ از مشتقات مرتبه اول $C^{v}(x)$ برای $X = X_o$ می‌باشد. جهت حل دستگاه فوق که شامل n معادله با $[n + n(n+1)/2]$ پارامتر است و همچنین به منظور فایق آمدن بر مشکل کمتر از حد معین بودن دستگاه معادلات، از راه حل‌های گوناگونی استفاده می‌شود که بعد از مرحله سوم توضیح داده می‌شوند.

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

$$\text{Maximize} \quad Z = p'x - \hat{d}'x - x'\hat{Q}x/2 \qquad (۷)$$

$$\text{Subject to:} \quad Ax \le b \qquad [\lambda] \qquad (۸)$$

$$x \ge 0 \qquad (۹)$$

در اینجا بردار $\hat{d}$ و ماتریس $\hat{Q}$ پارامترهای کالیبره شده تابع هدف غیر خطی را نشان می‌دهند. اکنون مدل غیرخطی کالیبره‌شده فوق به طور صحیح سطوح فعالیت‌های مشاهده شده در وضعیت پایه و مقادیر دوگان محدودیت‌های منابع 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 توسعه یافته همانند آلمان، فنلاند و ایتالیا و همچنین کشورهای در حال توسعه همچون مصر، ترکیه و مراکش بکار گرفته شده است.

در ادامه به بحث در مورد روش‌های مختلف برآورد پارامترهای تابع هدف غیرخطی در مرحله دوم پرداخته می‌شود. در این مرحله جهت حل سیستم معادلات (۶) تعداد نامحدودی از مجموعه پارامترها وجود دارد که شرایط مورد نظر را برآورده می‌کنند یعنی منجر به کالیبراسیون مناسب مدل می‌شوند، اما هر مجموعه از پارامترها عکس‌العمل‌های متفاوتی از بهره‌برداران را نتیجه می‌دهند و عکس‌العمل عرضه هر محصول به ماتریس کامل Q بستگی دارد. به عبارت دیگر نتایج مدل کالیبره شده به مشتقات مرتبه دوم تابع هدف، یعنی تغییر در هزینه نهایی وقتی سطوح فعالیت ها تغییر می‌کنند، بستگی دارد. لذا برآورد صحیح پارامترهای تابع هزینه یعنی بردار d و ماتریس Q ضروری می‌باشد. روش‌های مختلفی به منظور تصریح و برآورد عناصر بردار d و ماتریس Q توسعه یافته است که در ادامه به مرور این روش‌ها و اصول بکار رفته در آن‌ها پرداخته می‌شود:

۱- قاعده تصریح اولیه: در زمان پیدایش روش PMP مسأله تصریح تابع هزینه درجه دوم به طور ساده با قرار دادن d=c و قراردادن تمام عناصر غیرقطری Q برابر با صفر حل شده بود. بعلاوه، N عدد عنصر قطری Q ،یعنی q_{ii} به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$q_{ii} = \frac{\rho_i}{x_i^0} \qquad \forall \ i = 1,..,N. \qquad (۱۰)$$

صورت و مخرج رابطه مذکور، به‌ترتیب قیمت سایه‌ای و مقدار مشاهده شده محصول iام می‌باشد. در قاعده فوق فرض شده است

که ماتریس Q قطری می‌باشد و تغییر در هزینه نهایی واقعی فعالیت i نسبت به سطح فعالیت ('i≠i) 'i برابر با صفر است (۴، ۱۲ و ۲۴). پاریس (۳۱) در یک قاعده تصریح دیگر، علاوه بر عناصر غیرقطری Q، مجموعه پارامترهای تابع هزینه خطی d، را مساوی صفر قرار داد (d=0) و مقادیر q_{ii} را به صورت زیر محاسبه نموده است :

$$q_{ii} = \frac{c_i + \rho_i}{x_i^0} \qquad \forall \ \ i = 1,..,N. \qquad (۱۱)$$

۲- رهیافت هزینه متوسط: در این روش فرض می‌شود که بردار هزینه هر فعالیت c، برابر با هزینه متوسط مربوط به تابع هزینه متغیر درجه دوم برای هر محصول می‌باشد. در نتیجه مقادیر پارامترهای بردار d و عناصر قطری ماتریس Q با استفاده از رابطه زیر به‌دست می‌آیند:

$$q_{ii} = \frac{2\rho_i}{x_i^0} \quad و \quad \mathbf{d_i} = \mathbf{c_i} - \mathbf{p_i} \qquad \forall \ \ i = 1,..,N. \qquad (۱۲)$$

در مقایسه با قاعده اولیه، در این روش عناصر قطری بزرگتر می‌باشند. این روش توسط هکلی و بریتز (۲۰) برای شبیه سازی سیاست‌ها بعد از اجرای آن‌ها و برای اهداف مقایسه‌ای استفاده شد.

۳- استفاده از کشش‌های برونزای عرضه: در این قاعده کشش‌های عرضه که توسط محققین دیگر و از طریق مدل‌های اقتصادسنجی برآورد شده‌اند، برای برآورد پارامترهای تابع هزینه نهایی بکار می‌روند.

۴- تصریح بر مبنای تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES): در این روش با کاربرد اطلاعات قبلی (کشش جانشینی حاصل از تحقیقات قبلی)، تکنولوژی تولید بر مبنای تابع تولید CES نشان داده شده است که در آن امکان جانشینی بین نهاده‌های تولید وجود دارد. طبق این روش در سومین مرحله از کالیبراسیون مدل در طرف هزینه، پارامترهای تابع هزینه که به کمک یکی از روش‌های ذکرشده قبلی برآورد شده‌اند، قرار می‌گیرند و در طرف تابع تولید، تابع تولید CES در تابع هدف جایگزین می‌شود تا از این طریق یک تابع هدف غیرخطی به‌دست آید.

۵- مدل‌های ماکزیمم آنتروپی[1] (ME): پاریس و هاویت (۳۲) روش ME را برای برآورد همهٔ پارامترهای بردار d و ماتریس Q پیشنهاد کردند. این مدل‌ها امکان برازش توابع تولید یا هزینه را با کاربرد روش‌های اقتصادسنجی و برنامه‌ریزی ریاضی امکان‌پذیر می‌کنند.

سناریوهای سیاستی مربوط به نهاده آب: هدف اصلی تحقیق کاربرد روش PMP به منظور شبیه‌سازی اثرات سناریوهای سیاستی مختلف همچون قیمت‌گذاری نهاده آب و سیاست‌های جایگزین آن شامل مالیات بر نهاده (افزایش قیمت نهاده یا کاهش یارانه پرداختی) و مالیات بر محصول (کاهش یارانه پرداختی یا افزایش کم در قیمت محصولات دارای نیاز آبی بالا) می‌باشد. هرچند با کمک مدل PMP می‌توان اثر سیاست‌های مختلف دیگر یا ترکیبی از سیاست‌های مذکور را شبیه‌سازی کرد. اثرات سیاست‌های مختلف بر رفاه بهره‌بردارن، مصرف آب و تخصیص مجدد زمین اندازه‌گیری می‌شود. مهمترین سناریوهای سیاستی بکار رفته برای شبیه‌سازی در جدول (۱) ارائه شده است.

مطابق جدول (۱) هر سناریو دارای چندین زیرسناریو می‌باشد. در سناریوی قیمت‌گذاری آب، اثرات این سیاست در سه سطح مختلف قیمت‌گذاری آب آبیاری بررسی می‌شود. اولین سطح قیمت (W1) شامل ۱۰۰٪ افزایش در قیمت فعلی نهاده آب می‌باشد. دومین و سومین سطوح قیمت (W2 و W3) شامل ۱۰۰ درصد افزایش در قیمت نهاده آب همراه با کاهش در میزان آب در دسترس به ترتیب و به مقدار ۱۰٪ و ۲۰٪ می‌باشد. 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 به صورت کاهش قیمت دریافتی توسط تولیدکننده به اندازه ۲۵ درصد (سیاست o1) و ۵۰ درصد (سیاست o2) می‌باشد.

روش نمونه‌گیری و تعیین گروه‌های همگن بهره‌بردارن: با توجه مسائل آب کشاورزی در دشت مشهد که در مقدمه بیان شد این دشت به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. با کمک روش نمونه‌گیری تصادفی ساده دو مرحله‌ای ۱۷۲ بهره‌بردار انتخاب شدند. پس از استخراج داده‌های مربوط به سال زراعی ۸۶-۸۵ 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 چهار گروه همگن قرار گرفتند. هریک از گروه‌های همگن یک تا چهار به ترتیب شامل۳۹، ۶۶، ۴۲ و ۲۵ بهره‌بردار می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از کالیبراسیون مدل‌ها نشان می‌دهد که در زمینه سطح زیر کشت محصولات، 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. لازم به ذکر است که برآورد پارامترهای تابع هزینه درجه دوم براساس روش هزینه متوسط و مطابق مراحل ذکرشده در بند مواد و روش‌ها می‌باشد.

اثرات اقتصادی: مقدار تغییر در تابع هدف هر یک از مدل‌ها در نتیجه اعمال یک سیاست پیشنهادی به‌عنوان معیاری از اثرات

1 - Maximum Entropy

اقتصادی آن سیاست بر رفاه بهره‌برداران در نظر گرفته می‌شود. مطابق جدول (۲) سومین سناریوی قیمت‌گذاری آب بیشترین اثر را بر رفاه بهره‌برداران دارد. با توجه به اینکه بهره‌بردار نماینده چهارم دارای کشش قیمتی آب بزرگتری نسبت به سایر بهره برداران می‌باشد رفاه آن بیشتر اثر می‌پذیرد. سیاست‌های W۲ و W۳ اثر مشابهی بر رفاه بهره‌برداران به جا می‌گذارند. باتوجه به اینکه سهم نهاده‌های کود ازته و 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.

مالیات بر محصول چغندرقند باعث کاهش درآمد ناخالص بهره‌برداران از حدود یک (بهره‌بردار ۲) تا ۲۴ درصد (بهره‌بردار۴) می‌شود. مالیات بر گوجه‌فرنگی نیز بیشترین اثر خود را بر بهره‌بردار نماینده سوم به جا می‌گذارد. با توجه به اینکه بیشترین سطح زیرکشت چغندرقند مربوط به بهره‌برداران نماینده چهارم و سوم می‌باشد، کاهش قیمت این محصول درآمد بهره‌برداران این دو گروه را در مقایسه با گروه‌های دیگر بیشتر کاهش می‌دهد. در مورد محصول گوجه‌فرنگی نیز این شرایط درمورد بهره‌برداران گروه‌های سوم و دوم صادق می‌باشد. مقایسه بین سیاست‌های مختلف نشان می‌دهد که افزایش قیمت نهاده آب و سیاست مالیات بر محصول به ترتیب در جایگاه اول و دوم اثرگذاری بر رفاه زارعین قرار دارند.

اثر بر میزان مصرف آب کشاورزی: مطابق جدول (۳) با تغییر سناریوهای قیمت‌گذاری آب، تقاضای بهره‌برداران نماینده اول و چهارم تغییر نمی‌کند ولی در مورد گروه‌های دوم و سوم بهره‌برداران با تشدید محدودیت‌های مربوط به نهاده آب، مقدار تقاضا برای این نهاده بیشتر کاهش می‌یابد. در واقع با اجرای اولین سیاست، سطح زیرکشت محصولات آبی به شدت کاهش پیدا می کند. سیاست مالیات بر نهاده اثر جزئی بر تقاضای آب دارد ولی اثر مالیات بر محصولات گوجه‌فرنگی و چغندرقند بیشتر می‌باشد. البته تأثیرگذاری سیاست مالیات بر چغندرقند در کاهش تقاضا برای آب در مقایسه با سیاست مالیات بر گوجه‌فرنگی بیشتر است.

جدول ۱- سناریوهای پیشنهادی

سناریو	سیاست قیمت‌گذاری آب			سیاست مالیات بر نهاده		سیاست مالیات بر محصول	
زیرسناریو	w1	w2	w3	کود ازته	قارچ کش	چغندرقند	گوجه فرنگی
قیمت‌گذاری آب	*	*	*				
مالیات بر نهاده				*	*		
مالیات بر محصول						*	*

جدول ۲- کاهش در رفاه بهره‌برداران در اثر اجرای سیاست‌های پیشنهادی مختلف (درصد)

بهره‌بردار نماینده	سیاست قیمت‌گذاری آب			سیاست مالیات بر نهاده				سیاست مالیات بر محصول			
				کود ازته		قارچ‌کش		چغندرقند		گوجه‌فرنگی	
	w1	w2	w3	i1	i2	i1	i2	o1	o2	o1	o2
(۱)	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۱۰	۱/۹	۳	۴	۷/۸
(۲)	۶/۷	۷	۷/۴	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۷	۰/۷۷	۵/۸	۱۰/۲
(۳)	۶/۷	۷/۱	۸/۹	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۴	۶/۵	۱۱	۱۱/۸	۱۹/۹
(۴)	۲۹/۷	۲۹/۷	۲۹/۷	۰/۱۰	۰/۲۰	۰	۰	۱۴	۲۴	۱/۰۳	۱/۹

مأخذ: یافته های تحیق

جدول ۳- 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	
	w1	w2	w3	i1	i2	i1	i2	o1	o2	o1	o2
(۱)	۹/۸	۹/۸	۱۰	۰.۸	۰.۸	۰/۶	۰/۶	۸/۱	۱۵/۵	۳/۶	۶/۶
(۲)	۲/۳	۷/۲	۱۲/۱	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳
(۳)	۰/۸	۴/۶	۹/۶	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۵/۷	۱۱/۲	۳	۵/۷
(۴)	۱۶/۷	۱۶/۷	۱۶/۷	۰/۴	۰/۴	۰/۳	۰/۳	۱۰/۳	۲۰/۲	۰/۶	۰/۹

مأخذ: یافته های تحقیق

در مجموع و با مقایسه اثر سیاست‌های مختلف پیشنهادی بر تقاضای آب آبیاری و رفاه بهره‌برداران می‌توان گفت سیاست مالیات بر محصول (بویژه مالیات بر محصول چغندرقند) می‌تواند جایگزینی مناسب برای سیاست قیمت‌گذاری آب کشاورزی باشد. این سیاست در مقایسه با سیاست مالیات بر گوجه‌فرنگی. از یک طرف تقاضا برای آب را بیشتر کاهش می‌دهد و از طرف دیگر رفاه بهره‌برداران را به مقدار کمتری کاهش می‌دهد.

اثر سیاست‌های پیشنهادی بر تخصیص مجدد زمین: قیمت‌گذاری آب در مقایسه با دو سیاست دیگر سطح زیر کشت محصولات را بیشتر تغییر می‌دهد و سیاست مالیات بر محصول از این نظر در جایگاه دوم قرار دارد. قیمت‌گذاری آب سطح زیرکشت محصولات آب‌بر از جمله چغندرقند را بیشتر و سطح زیرکشت غلات را کمتر کاهش می‌دهد. در مورد گروه دوم بهره‌برداران که دارای بزرگترین اندازه مزرعه و کمترین مقدار آب مصرفی در هر هکتار هستند، می‌توان از سیاست مالیات بر نهاده به عنوان یک سیاست مؤثر در کاهش تقاضا برای آب استفاده کرد. در مورد اغلب بهره‌برداران سیاست مالیات بر گوجه‌فرنگی و چغندرقند، سطح زیرکشت این محصولات و همچنین سطح زیرکشت محصولات دیم را کاهش می‌دهد. در واقع با کاهش سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی و چغندرقند، سطح زیرکشت سایر محصولات افزایش می‌یابد و همراه با آن سودآوری این محصولات نیز در مقایسه با محصولات دیم افزایش می‌یابد. در نتیجه این امر نهاده‌ها از تولید محصولات دیم به تولید محصولات دارای سودآوری بیشتر انتقال می‌یابند و در نهایت سطح زیرکشت محصولات دیم کاهش می‌یابد. در مجموع مطابق جدول (۴) مقدار تغییر در کل سطح زیر کشت اغلب بهره‌بردارن جزئی بوده و کمتر از یک درصد می‌باشد. فقط سیاست قیمت‌گذاری آب کل سطح زیرکشت بهره‌بردار چهارم را که همهٔ محصولات آن مربوط به کشت آبی می‌باشند، به مقدار قابل توجهی کاهش داده است.

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان گفت که کاربرد تابع هزینه درجه دوم توانسته است به خوبی وضعیت پایه را بازتولید کند. با مقایسه اثر سیاست‌های مختلف پیشنهادی بر تقاضای آب آبیاری و رفاه بهره‌برداران می‌توان گفت سیاست مالیات بر محصول (بویژه مالیات بر محصول چغندرقند) می‌تواند جایگزینی مناسب برای سیاست قیمت‌گذاری آب کشاورزی باشد و به‌جای این سیاست بکار رود.

جدول ٤- تغییر در کل سطح زیر کشت هر یک از بهره‌برداری‌های نماینده (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	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۴	-۰/۰۳	-۰/۳۲	-۰/۶	۰/۰۶	۰/۰۶
۲	-۱	-۱	-۱	-۰/۹۷	-۰/۹۷	-۰/۹۷	-۰/۹۷	-۰/۹۷	-۱	-۱	-۱
۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	-۰/۲۳	-۰/۲۳	-۰/۳۴	-۰/۳۱	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
۴	-۱۷/۵	-۱۷/۵	-۱۷/۵	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۵۳	-۴/۷	-۱۰	۰/۳۷	۰/۲۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱- اسدی ه.، سلطانی غ. و ترکمانی ج. ۱۳۸۶. قیمتگذاری آب کشاورزی در ایران مطالعه موردی اراضی زیر سد طالقان، فصلنامه اقتصادکشاورزی و توسعه (ویژهٔ سیاست‌های کشاورزی). ۱۵: ۵۸.

۲- 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.

۳- حسین زاد ج. ۱۳۸۳. تعیین روش مناسب قیمت گذاری آب در بخش کشاورزی (مطالعه موردی سد و شبکه علویان)، رساله دوره دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۴- 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. ص ۷۱-۵۳.

۵- 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، جلد۱، شماره ۱. ص ۷۴-۵۷.

۶- کرامت زاده ع. و چیذری ا. ۱۳۸۴. مدیریت منابع آبی از طریق تخصیص بهینه آب بین اراضی زیر سدها (مطالعه موردی سد بارزو شیروان)، پنجمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، زاهدان.
۷- 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. ص ۷۸۴-۷۷۳.
۸- منصوری م. و قیاسی ع. ۱۳۸۱. تخیمن قیمت تمام شده آب کشاورزی پای سدهای مخزنی با رهیافت اقتصاد مهندسی، مطالعه موردی سدهای مخزنی بوکان ، مهاباد و بارون در آذربایجان غربی؛ فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال دهم، شماره ۳۷. ص ۱۹۲-۱۷۱.
۹- وزارت نیرو. ۱۳۷۸. مروری بر وضعیت آب جهان و کشور، دفتر برنامه‌ریزی آب، معاونت امور آب، وزارت نیرو.
۱۰- وزارت نیرو.۱۳۸۱. مبانی تعیین آب‌بها، حق‌النظاره و حق اشتراک، سازمان مدیریت منابع آب ایران، معاونت امور آب، وزارت نیرو.
11- Akbari M., Toomanian N. Droogers P. Bastiaanssen W. and Gieske A. 2007. Monitoring Irrigation Performance in Esfahan, Iran, Using NOAA Satellite Imagery. Agricultural Water Management, 88: 99 – 109.
12- 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.
13- Bauer S. and Kasnakoglu H. 1990. Non-linear programming models for sector and policy analysis. Economic Modeling, 7: 275-290.
14- Briscoe J. 1996. Water as an Economic Good: The Idea and What it means in Practice. Proceedings of the ICID World Congress. Cairo, Egypt.
15- Cai X. 2008. Implementation of holistic water resources-economic optimization models for river basin management - Reflective experiences. Environmental Modeling & Software, 23:2-18.
16- Chakravorty U. and Zilberman D. 2000. Introduction to the Special Issue on: Management of Water Resources for Agriculture. Agricultural Economics, 24: 3–7.
17- Cortignani R. and Severini S. 2009. Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. Agricultural Water Management, 96: 1785–1791.
18- Hazell P.B.R. and Norton R.D. 1986. Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture. Macmillan Publishing Co., New York.
19- 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.
20- 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.
21- Heckelei T. 2002. Calibration and Estimation of Programming Models for Agricultural Supply Analysis. Ph.D. Thesis, University of Bonn, Germany.
22- Hellegers P.J.G.J. 2002. Treating Water in Irrigated Agriculture as an Economic Good, Economics of Water and Agriculture workshop. Rehovot, Israel.
23- Howitt R.E. 1995a. Positive Mathematical Programming. American Journal of Agricultural Economics, 77: 329-342.
24- Howitt R.E. 1995b. A Calibration Method for Agricultural Economic Production Models. Journal of Agricultural Economics, 46(2): 147-159.
25- Howitt R.E. 2005. Agricultural and Environmental Policy Models: Calibration, Estimation, and Optimization. Dept. Of Agricultural and Resource Economics, University of California, Davis, USA.
26- Just R. 1993. Discovering Production and Supply Relationships: Present Status and Future Opportunities. Review of Market and Agricultural Economics, 61:11-40.
27- 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.
28- 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.
29- Meister A.D. Chen C.C. and Heady E.O. 1978: Quadratic Programming Models Applied to Agricultural Policies. Ames IA: Iowa State University Press.
30- 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

31- 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.
32- 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.
33- Perry C.J. 2001. Charging for Irrigation Water: The Issues and Options, with a Case Study from Iran, International Water Management Institute, Research Report No. 52.
34- Soltani G.R. and Bakhshoodeh M. 2005. Enhancing Agricultural Water Productivity in MENA Countries through Adoption of Improved Irrigation Technology under Production Risk. ERF 12th Annual Conference, Cairo.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی