

پیامد سیاست‌های افزایش قیمت آب و کاهش آب آبیاری در استان فارس (رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت تصحیح شده)

فردین بوستانی^{۱*}، حمید محمدی^۲، زینب معین الدینی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۷

چکیده

کمبود آب یک مشکل جهانی رو به تزاید است و افزایش جمعیت، بهبود سطح زندگی و تقاضای درحال افزایش برای کیفیت محیط زیست، دولت‌ها را برانگیخته تا برای مدیریت بهتر منابع آب موجود، راه کارهای بهتری را ارائه نمایند. افزون بر آن، علائق سیاسی در حال رشدی برای کاهش آب مورد استفاده در بخش کشاورزی وجود دارد که منافع محیطی کافی و افزایش رفاه دیگر مصرف‌کنندگان آب را به دنبال دارد. این موضوع، موجب افزایش بیشتر تجزیه تحلیل‌های اقتصادی، برای بررسی رفتار کشاورزان با استفاده از روشهای برنامه‌ریزی ریاضی، به خصوص برنامه‌ی ریاضی مثبت^۴ را در پی داشته است. در مطالعه‌ی حاضر، از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت تصحیح شده، که برای روشهای کم‌آبیاری که در دوره‌ی مرجع مشاهده نشده کاربرد دارد، استفاده شد. این مطالعه در شهرستان مرودشت که با کمبود آب و کاهش سطح سفره‌های آب زیرزمینی مواجه است، در سال ۹۱ انجام شد. سیاستهای اعمال شده شامل افزایش ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصدی در قیمت آب آبیاری و کاهش ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصدی در مقدار آب آبیاری در دسترس بود. نتایج نشان دادند که، افزایش هزینه‌ی آبیاری و کاهش آب در دسترس، در پذیرش کم‌آبیاری موثر است. افزون بر آن، تاثیر سیاست کاهش آب در دسترس نسبت به سیاستهای افزایش قیمت، بر تغییر الگوی کشت بیشتر بود. لذا توصیه می‌شود که از سیاستهای کاهش آب در دسترس استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، کم‌آبیاری، کاهش آب در دسترس، سیاست

^۱ - استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس

^۲ - استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

^۳ - دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

^۴ - نویسنده مسئول مقاله: fardinboustani@gmail.com

مقدمه

کمبود آب، یکی از مهمترین عوامل محدود کننده‌ی توسعه‌ی اقتصادی کشور به شمار می‌رود. ایران با متوسط نزولات جوی ۲۵۰ میلی‌متر در سال، از کشورهای خشک جهان به شمار می‌رود و منابع آب محدودی دارد. از ۴۱۵ میلیارد مترمکعب نزولات سالانه در ایران، حدود ۷۰٪ آن تبخیر می‌شود. با ورود سالیانه دوازده میلیارد مترمکعب آب ورودی از مرزها به داخل کشور، کل منابع آبی تجدیدپذیر، ۱۳۵ میلیارد مترمکعب شده که تا سال ۱۳۷۹، ۹۵ میلیارد مترمکعب از آن استحصال شده است. از این مقدار آب استحصال شده، ۹۳.۵ میلیارد مترمکعب در بخش کشاورزی مصرف شده است (تجریشی و ابریشم چی، ۱۳۸۳). محدودیت مقدار منابع آب، افزایش هزینه‌های استحصال و محدودیت منابع مالی طرحهای توسعه‌ی منابع جدید، آب را با مشکل و محدودیت مواجه کرده است (تجریشی و ابریشم چی، ۱۳۸۳). افزون بر آن، رشد جمعیت، ارتقای سطح رفاه اجتماعی، توسعه‌ی صنعتی و کشاورزی و حفاظت بوم‌نظام‌ها، سبب افزایش تقاضای آب شده است. این عوامل و نقش مهم آب در توسعه، سبب توجه بیش از پیش مسئولین به مدیریت تقاضا و عرضه‌ی آب در برنامه ریزیها و سیاست گذاریهای کلان و منطقه‌ای کشور شده است (آذرمتسا و همکاران، ۱۳۷۹). کل منابع آب قابل استحصال و قابل مصرف در استان فارس ۱۱/۵ میلیارد متر مکعب است که ۹۰ درصد آن اعم از سطحی و زیر زمینی به بخش کشاورزی اختصاص دارد. در ۹۸ درصد از دشتهای استان فارس، میزان تخلیه‌ی سالانه‌ی آب، بیشتر از میزان تغذیه بوده که این به معنای منفی بودن بیلان آب زیر زمینی است. عدم بهره برداری مطلوب از آب موجب شده که انسان از لحاظ منابع آب با بحران مواجه شود و هر روز بخشی از اراضی مستعد کشاورزی از زیر کشت خارج می‌شود (سازمان آب منطقه ای فارس).

براین اساس، اتخاذ راهبردهای بهینه سازی مصرف آب در این مناطق، به خصوص در شرایط کم‌آبی و خشکسالی، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از جمله سیاستهایی که می‌تواند به این موضوع کمک کند، سیاستهای قیمت گذاری آب آبیاری و محدود کردن میزان آب در دسترس است.

کمبود آب یک مشکل جهانی رو به تزاید است و افزایش جمعیت، بهبود سطح زندگی و تقاضای درحال افزایش برای کیفیت محیط زیست، همه‌ی دولت‌ها را برانگیخته تا برای مدیریت بهتر منابع آب موجود، راه کارهای بهتری را ارائه نمایند. علاوه بر این، علائق سیاسی در حال رشدی برای کاهش آب مورد استفاده در کشاورزی وجود دارد که منافع محیطی کافی و افزایش رفاه دیگر مصرف‌کنندگان آب را به دنبال دارد. این موضوع، موجب افزایش بیشتر تجزیه تحلیلهای اقتصادی، برای بررسی رفتار کشاورزان با استفاده از روشهای برنامه ریزی ریاضی به خصوص برنامه‌ی ریاضی مثبت را در پی داشته است. این روش، در مناطق استان که با کمبود آب و کاهش سطح سفره‌های آب زیرزمینی مواجه است، برای ارزیابی نمایشنامه‌های افزایش قیمت و کاهش مقدار آب آبیاری در دسترس، به کار گرفته می‌شود. روش بکار گرفته فن‌آوریهای بالقوه‌ی موجود را بدون فن‌آوری آبیاری مشاهده شده تعدیل و تأثیر تغییر در سیاستهای آب و شرایط بازار را با روش بهتری ارزیابی می‌کند. نتایج نشان خواهند داد که، افزایش هزینه‌ی آبیاری در پذیرش کم آبیاری چه تأثیری دارد و اینکه کشاورزان در شرایطی که آب در دسترس کاهش پیدا کند، چه واکنشی نشان می‌دهند. سیاستهای اعمال شده شامل افزایش ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی در قیمت آب آبیاری و کاهش ۱۰، ۱۵، ۲۵ و ۳۰ درصدی در مقدار آب آبیاری در دسترس و ترکیبی از این دو سیاست می‌باشد.

مسائل و مشکلات روز افزون در رابطه با بخش آب در داخل و خارج ایران، و ضرورت توجه بیش از پیش به مسأله تحقیقات در رابطه با قیمت‌گذاری و اصلاح قیمت‌های آب موجب شده است که، مطالعات مختلفی در این زمینه انجام شود. در ایران، روشهای مختلف برنامه‌ریزی ریاضی دستوری، و روشهای اقتصادی برای تحلیل سیاستهای بخش کشاورزی، به‌وسیله‌ی محققین مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. ولی روش برنامه ریزی ریاضی قطعی تاکنون در ایران کاربرد کمی داشته و علی‌رغم مزایای قابل توجه این روش نسبت به روشهای فعلی، مورد توجه محققین در داخل کشور قرار نگرفته است. از جمله دلایل این امر، جدید بودن این روش، نیاز

دادند که، بهره برداران به افزایش قیمت آب آبیاری از راه تغییر الگوی کشت خود پاسخ می دهند و افزایش قیمت آب آبیاری الزاما به کاهش مصرف آن در سطح مزرعه منجر نمی شود.

محسنی و زیبائی (۱۳۸۸)، پیامدهای افزایش سطح زیرکشت کلزا در دشت نمدان 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.

رستگاری پور و صبحی (۱۳۸۸)، روش برنامه ریزی فازی خاکستری را برای تعیین الگوی کشت در بخش مرکزی شهرستان قوچان بکار بردند. نتایج تحقیق نشان دادند که، سطح زیر کشت فعلی گندم آبی، جو آبی و یونجه، بیشتر از حد بالای بازه سطح زیرکشت آنها و جو دیم، کمتر از حد پایین بازه سطح زیرکشت آن است. سطح زیر کشت فعلی گندم دیم و چغندر قند در بازه‌ی در نظر گرفته شده قرار داشت. علاوه بر آن، درجه‌ی خاکستری بودن مجموعه جواب حاصل از برنامه ریزی خاکستری، با استفاده از راه کار برنامه ریزی فازی خاکستری به میزان ۴۸ درصد کاهش یافت. در پایان، با توجه به یافته‌های تحقیق، کاهش سطح زیر کشت گندم آبی، جو آبی و یونجه و همچنین افزایش سطح زیرکشت جو دیم توصیه شد.

عمادزاده و همکاران (۱۳۸۸)، به تعیین الگوی بهینه‌ی کشت محصولات زراعی استان همدان در شرایط خطرپذیری و نبود قطعیت با استفاده از برنامه ریزی خطی بازه ای پرداختند. نتایج تحقیق نشان دادند که، با کاربرد شبیه برنامه‌ریزی بازه‌ای، با توجه به شرایط خطرپذیری و نبود قطعیت و محدودیتهای موجود، الگوی بهینه‌ی کشت شامل محصولات گندم، جو و سیب زمینی است. همچنین با افزایش خطرپذیری کشاورزان، سطح زیرکشت محصول جو کاهش، و سطح زیرکشت محصول سیب‌زمینی افزایش یافته و در نهایت سود بیشتری نصیب کشاورزان شده است. براساس نتیجه گیری محققین، نتایج به‌دست آمده از شبیه مذکور به شرایط دنیای واقعی نیز نزدیکتر است.

به ریاضیات تا حدی پیشرفته و برنامه نویسی شبیه ریاضی مورد نظر در نرم‌افزار GAMS می‌باشد. از مهمترین کارهای تحقیقاتی مرتبط با روش PMP که در داخل کشور انجام شده‌اند می‌توان به کار بخشی و پیکانی، ۱۳۸۸، محسنی و زیبائی، ۱۳۸۸ و همچنین صبحی و همکاران، ۱۳۸۶، اشاره کرد که در ادامه در مورد هر یک از تحقیقات مذکور توضیحات بیشتر ارائه می‌شود.

سلطانی (۱۳۷۵)، در مقاله‌ای تحت عنوان نرخ گذاری آب کشاورزی بیان می‌کند که، نرخ‌گذاری آب برای مصارف کشاورزی می‌بایستی در چارچوب سیاست باز پرداخت هزینه‌های طرحهای آبیاری بررسی شود. در این مطالعه، برای نرخ گذاری و باز پرداخت هزینه، چهار هدف استفاده‌ی کارآمد از آب، تقویت بنیه‌ی مالی بخش آب، توزیع درآمد و ایجاد انگیزه برای بهره برداران در نظر گرفته شده است. بنابر یافته‌های این مطالعه، آب بهای تعیین شده باید به گونه‌ای باشد که، بهره برداران توانائی پرداخت آن را داشته باشند. برای تعیین توانائی پرداخت باید به عوامل هزینه‌های سرمایه گذاری در تأسیسات، هزینه‌های بهره برداری و نگهداری و هزینه‌های تولید زراعی، عملکرد مورد انتظار و قیمت بازاری محصولات توجه شود.

صالح و همکاران (۱۳۸۶)، به تعیین الگوی بهینه‌ی کشت و بررسی تقاضا برای نهاده‌ی کمیاب آب در شهرستان کازرون پرداختند. برای تعیین الگوی بهینه‌ی کشت، روشهای برنامه ریزی ریاضی کمک گرفته شد و از این طریق، الگوی کشت با توجه به محدودیتهای منطقه، در دو وضعیت فعلی (واسنجی) و وضعیت بهینه، تعیین گردید. نتایج تحقیق نشان دادند که، کشاورزان از منابع موجود به صورت بهینه استفاده نمی کنند، به گونه ای که اختلاف سود در اجرای دو وضعیت کنونی و بهینه، برابر ۱۱.۵ درصد می باشد و چنانچه محدودیتهای منطقه از جمله آب، کاهش یابد، امکان افزایش سطح زیرکشت و سودآوری وجود دارد.

صبحی 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

نتایج شبیه‌سازی حاصل از تغییر قیمت آب نشان داد که، افزایش قیمت آب، موجب کاهش استفاده از آن می‌شود. هر چند برای این منظور باید قیمت‌ها به مقدار زیادی افزایش یابند. با توجه به تأثیری که سیاستهای مختلف بر توزیع درآمد بین کشاورزان می‌گذارد، سیاست قیمت‌گذاری بر مبنای ارزش نسبت به سیاست قیمت‌گذاری بر مبنای هزینه‌ی تولید ترجیح دارد.

سنتیلکومار و همکاران (۲۰۱۱)، روش برنامه‌ریزی خطی چند هدفه^۲ را برای بررسی اثر سیاستهای قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب به‌وسیله‌ی دولت بر سود کشاورزان، و همچنین پذیرش کشت یک رقم برنج اصلاح‌شده در الگوی کشاورزان، بکار بردند. علاوه بر آن، اثر سیاستهای مذکور بر میزان مصرف نهاده‌های آب و کود ازته به‌وسیله‌ی کشاورزان ایالت تامیل نادو در جنوب هند بررسی شد. نتایج تحقیق نشان دادند که، با تغییر الگوی فعلی کشت، امکان افزایش سود کشاورزان وجود دارد. هرچند در سطح قیمت‌های پائین نهاده‌ی آب، سود کشاورزان کاهش یافت، ولی با پذیرش کشت رقم برنج اصلاح‌شده، این کاهش سود جبران می‌شود. سیاست سهمیه‌بندی آب نیز بیشترین نفع را برای کشاورزان فقیر و دارای امکانات تولید کم به همراه دارد.

مرور مطالعات انجام شده در کشور ایران و کشورهای مختلف جهان نشان داد که، تحقیقات مختلف بر کاربرد روشهای واسنجی کردن، بویژه کاربرد روش PMP تأکید دارند. برای برطرف کردن معایب روش PMP اغلب پیشنهاد می‌شود که برای برآورد فراسنجهای تابع هزینه از روشهای دیگر، جدا از روش معیار ارائه شده بهره‌گرفته شود. بعضی از محققین، قیمت آب را به عنوان ابزاری برای تخصیص بهینه‌ی آن معرفی کرده و برای استفاده و مصرف بهینه از آب، اصلاح قیمت‌های آن را ضروری می‌دانند. بر این اساس، قیمت‌گذاری بر اساس ملاکهای اقتصادی مانند ارزش اقتصادی از دیدگاه تقاضا و هزینه‌ی نهایی از دیدگاه عرضه، مورد تأکید قرار گرفته است. اما تحقیقات انجام‌شده در مورد ایران نشان می‌دهد که، بین قیمت‌های فعلی و قیمت‌های سایه‌ای، اختلاف زیادی وجود دارد و برای اینکه سیاست قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی

وارلا اورتگا و همکاران (۱۹۹۸)، مطالعه‌ای تحت عنوان سیاستهای قیمت‌گذاری آب (تصمیم‌گیری عمومی و واکنش بهره‌برداران) انجام دادند که در آن به بررسی سیاستهای قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی اسپانیا و ارزیابی اثرات احتمالی این سیاستها پرداختند. در این مطالعه، از شبیه‌برنامه‌ریزی پویایی استفاده شده که رفتار بهره‌برداران و واکنش آنها را در قبال نمایشنامه‌های مختلف قیمت‌گذاری آب شبیه‌سازی می‌کند. نتایج نشان داده‌اند که، قیمت‌های آب بطور معنی‌داری راهبردهای کشت و فن‌آوری را که بهره‌برداران با توجه به شرایط خاص خودشان انتخاب می‌کنند، تغییر نمی‌دهند. بر اساس یافته‌های این مطالعه، تغییر فن‌آوری القایی^۱ به‌وسیله‌ی سیاستهای قیمت‌گذاری آب تحقق نمی‌یابد، و عوامل دیگر که در انتخاب انواع فن‌آوری به‌وسیله‌ی بهره‌برداران دخیل هستند نیز باید در نظر گرفته شوند. به عبارت دیگر، انتخاب سیاست قیمت‌گذاری مناسب وقتی که هدف صرفه‌جویی آب باشد، مستلزم تعریف دقیق از چنین سیاستهایی در هر منطقه یا حوضه‌ی آبخیز مشخص می‌باشد.

اسپیلمن و همکاران (۲۰۰۹)، به ارزیابی اثر قیمت‌گذاری آب آبیاری بر کشاورزان خرده‌پا در آفریقای جنوبی پرداختند. در این تحقیق، اثرات قیمت‌گذاری آب بر میزان استفاده‌ی آب و همچنین میزان تولید محصولات مختلف بررسی شد. برای این منظور، ابتدا میزان کارایی فنی و تخصیصی کشاورزان با کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها برآورد شد. سپس با تشکیل یک شبیه‌برنامه‌ریز خطی، اثر تغییر قیمت نهاده‌ها بررسی شد. نتایج تحقیق نشان دادند که، تقاضا برای آب، نسبت به تغییرات کم در قیمت آب کاملاً حساس است. علاوه بر آن، در اثر قیمت‌گذاری آب، میزان سود کشاورزان کاهش می‌یابد که این کاهش بیش از همه بر کشاورزان فقیر تأثیرگذار است.

هوانگ و همکاران (۲۰۱۰)، به بررسی اثر تقاضای آب آبیاری و کاربرد سیاستهای قیمت‌گذاری آب بر مصرف آب و تغییرات الگوی کشت کشاورزان در مناطق روستایی چین پرداختند. نتایج تحقیق نشان دادند که، بین هزینه‌ی تولید آب و ارزش فعلی آب، تفاوت زیادی وجود دارد.

² - multi-objective linear programming

¹ - Induced Technical Change

هدف غیرخطی‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند که سطح فعالیت‌های مشاهده شده را مجدداً از طریق جواب بهینه‌ی مسأله برنامه ریزی جدیدی که فاقد محدودیت واسنجی است، بازسازی می‌کند (صبوحی و همکاران، ۱۳۸۶). در این پژوهش، برای تحلیل سیاست از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت تصحیح شده استفاده شده است.

روش برنامه ریزی ریاضی مثبت معیار

شبهه برنامه‌ریزی درجه دو می‌تواند به صورت زیر نوشته شود، کورتیگنانی و سورینی (۲۰۰۹)

(۱)

$$\max z = \sum_j (r_j - Ac_j(x_j))x_j$$

$$s.t \quad \sum_j a_{ij}x_j \leq b_i$$

$$x_j \geq 0$$

که j محصول، z ارزش تابع هدف، x_j سطح فعالیت j ، درآمد به وسیله‌ی در هکتار، a_{ij} عناصر ماتریس ضرایب فنی و b_i مقدار منابع در دسترس می‌باشد.

تابع هزینه‌ی متغیر هر واحد فعالیت ($Ac_j(x_j)$) در این شبهه، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Ac_j = \alpha_j + \frac{1}{2} \beta_j x_j \quad (۲)$$

که α و β فراسنج‌هایی هستند که تخمین زده می‌شوند.

مجموعه‌ی ضرایب تابع هزینه نهایتاً مسأله ۳ را حل می‌کند. یکی از شرایط برای بدست آوردن این فراسنج‌ها به صورت زیر است (پاریس و آرفینی، ۲۰۰۰، آرفینی و پاریس، ۱۹۹۵):

$$\alpha_i = c_j, \quad \beta_j = \frac{\mu_j}{x_j^0} \quad (۳)$$

C_j هزینه‌های محاسبه شده فعالیت j براساس داده‌های سال پایه μ_j متغیر مربوط به محدودیت‌های واسنجی است، که این محدودیت به صورت زیر است:

$$x_j \leq x_j^0(1 + \varepsilon_0) \quad [\mu_j] \quad (۴)$$

که x_j^0 سطوح فعالیت مشاهده شده، ε یک عدد مثبت خیلی کوچک است (هویت، ۱۹۹۵).

در روش معیار، فراسنج‌های تابع هزینه‌ی هر فعالیت، به صورت جداگانه تعیین می‌شوند. در این روش، فن‌آوری‌های مختلف آبیاری تولید برای محصولات مشابه

اثر گذار باشد باید قیمت‌ها به مقدار زیادی افزایش یابد. از طرف دیگر، بعضی از محققین در تحقیقات خود، به ناکافی بودن ابزار قیمت به عنوان تنها عامل مهار کردن مصرف آب اشاره می‌کنند، و اندک بودن کسب قیمتی آب را دلیلی بر این ادعا عنوان کرده و برای کاهش مصرف و تخصیص بهینه‌ی آن، عوامل دیگر غیر از قیمت آب مانند قیمت محصول، مقدار و قیمت سایر نهاده‌ها از جمله نهاده‌های مکمل آب، بهبود روش‌های آبیاری و انتقال آب را نیز دخیل می‌دانند. تحقیقات نشان داده است که سیاست‌های جایگزین قیمت‌گذاری آب، همچون افزایش قیمت نهاده‌های مکمل نهاده‌ی آب یا کاهش قیمت محصولات دارای نیاز آبی بالا، بر کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی تأثیر دارند. به هر حال آن چیزی که مسلم است، هم‌هی تحقیقات و نتایجی که در ادبیات به آنها اشاره شد، از اهمیت و حساسیت موضوع قیمت‌گذاری، اصلاح قیمت‌های آب و کاربرد سیاست‌های جایگزین برای بهبود تخصیص نهاده‌ی آب حکایت داشته، و ضرورت انجام مطالعات بیشتر در این زمینه را آشکارتر می‌سازد.

بر این اساس، مطالعه‌ی حاضر به دنبال بررسی واکنش زارعین در شهرستان مرودشت استان فارس، به سیاست‌های افزایش قیمت آب آبیاری و کاهش آب آبیاری در دسترس است.

روش پژوهش

برنامه ریزی ریاضی مثبت

در حال حاضر، شبهه‌های برنامه ریزی ریاضی، تبدیل به یک ابزار مهم و با کاربرد وسیع در تحلیل سیاست‌های کشاورزی شده‌اند. یک مزیت شبهه‌های برنامه‌ریزی ریاضی در تحلیل سیاست‌های کشاورزی توانایی این شبهه‌ها، در بررسی جزئی‌تر تأثیر سیاست‌ها در سطح مزرعه می‌باشد (پاریس و هویت، ۱۹۹۸). شبهه PMP برای اولین بار به وسیله‌ی هویت در سال ۱۹۹۵ معرفی شد. ایده کلی در PMP، استفاده از اطلاعات موجود در متغیرهای دوگان^۱ محدودیت‌های واسنجی است که جواب مسأله برنامه‌ریزی خطی به سطح فعالیت‌های موجود را محدود می‌کنند. این مقادیر دوگان، برای تصریح تابع

^۱ - dual value

حاصل می‌کند. اصلاح فراسنجهها به صورت زیر اعمال می‌شود:

$$\alpha_{j,v} = c_{j,v}, \beta_{j,v} = \frac{\mu_{j,v}}{x_{j,v}^0}, \gamma_j = \frac{\mu_j}{\sum_v x_{j,v}^0} \quad (7)$$

$c_{j,v}$ هزینه‌هایی که بر اساس داده‌های سال پایه محاسبه می‌شود و فراسنجهای دیگر ($\beta, \gamma_{j,v}$) بر اساس رابطه‌های ذکر شده و در نهایت نتایج حل مسأله اصلی با دو مجموعه از محدودیت‌های واسنجی کننده‌ی اضافی، از روابط زیر بدست می‌آیند:

$$\sum_v x_{j,v} \leq \sum_v x_{j,v}^0 (1 + \varepsilon_1) \quad [\mu_j] \quad (8)$$

$$x_{j,v} \leq x_{j,v}^0 (1 + \varepsilon_2) \quad [\mu_{j,v}]$$

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$ اعداد مثبت کوچکی هستند، $\|\mu\|$ ارزش دوگان وابسته به محصول، $\|\mu_{j,v}\|$ ارزش دوگان وابسته به روشهای آبیاری است.

روش برنامه ریاضی مثبت تصحیح شده

روش استفاده شده در این مطالعه، تعمیم روش رام و دابرت است. در این روش، امکان در نظر گرفتن فعالیت‌هایی که در دوره‌ی مرجع موجود نبوده وجود دارد. در مقایسه با معادلات ۹ و ۱۰، محدودیت‌های واسنجی کننده به صورت زیر است: کورتیگنانی و سورینی (۲۰۰۹)

$$\sum_v x_{j,v} \leq \sum_v x_{j,v}^0 (1 + \varepsilon_0) + \varepsilon_3 \quad [\mu_j] \quad (9)$$

$$x_{j,v} \leq x_{j,v}^0 (1 + \varepsilon_0) + \varepsilon_3 \quad [\mu_{j,v}] \quad \text{عدد } \varepsilon_3$$

مثبت به اندازه کافی کوچکی است ($\varepsilon_1 < \varepsilon_2 < \varepsilon_3$). برای تعیین متغیر دوگان در این روش، تابع هزینه‌ی متغیر به صورت زیر تعریف می‌شود: کورتیگنانی و سورینی

(۲۰۰۹)

(۱۱)

$$Ac_{j,v}(x_{j,v}) = \alpha_{j,v} + \frac{1}{2} \beta_{j,v} x_{j,v} + \frac{1}{2} \gamma_j \sum_v x_{j,v} + v_{j,v}$$

$$\alpha_{j,v} = c_{j,v}, \beta_{j,v} = \frac{\mu_{j,v}}{x_{j,v}^0}, \gamma_j = \frac{\mu_j}{\sum_v x_{j,v}^0}, v_{j,v} = \mu_{j,v} \left(1 - \frac{x_{j,v}^0}{\sum_v x_{j,v}^0} \right) \quad (12)$$

(روشهای آبیاری) به صورت فعالیت‌های جداگانه در نظر گرفته می‌شوند، در این حالت، روشهای آبیاری که دارای ویژگیهای فنی-اقتصادی-کشاورزی مشابهی هستند و در مرحله‌ی شبیه‌سازی باعث ایجاد همبستگی می‌شوند، مورد توجه قرار نگرفته است (کورتیگنانی و سورینی، ۲۰۰۹).

با توجه به مطالب گفته شده می‌توان گفت، این روش سه فرایند اصلی را طی می‌کند که به شرح زیر است: (۱) حل یک برنامه‌ریزی ریاضی معمولی شامل یک شبیه MP، با این تفاوت که به محدودیت‌های منابع، محدودیت‌های واسنجی که فعالیتها را به سطوح مشاهده شده در دوره‌ی مرجع محدود می‌کند، افزوده شده است. (۲) مرحله‌ی دوم استفاده از متغیر دوگان برای تعیین فراسنجهای تابع هدف غیر خطی است که معمولاً نوعی فرم تابع درجه دوم چند محصولی است. (۳) مرحله‌ی سوم بکارگیری تابع هدف غیرخطی واسنجی شده در یک برنامه‌ی غیر خطی، با همان محدودیت‌های اصلی به جز محدودیت‌های واسنجی می‌باشد (هویت، ۱۹۹۵).

روش برنامه ریزی ریاضی مثبت رام و دابرت

رام و دابرت در سال ۲۰۰۳، شبیه متفاوتی را پیشنهاد کردند. آنان فرض کردند که کشش جانشینی بین وارپته‌های محصولات مشابه، بیشتر از محصولات متفاوت است. در این حالت، شبیه برنامه‌ریزی درجه دو می‌تواند به صورت زیر نوشته شود:

$$\max z = \sum_j \sum_v (r_{j,v} - Ac_{j,v}(x_{j,v})) x_{j,v} \quad (5)$$

$$s.t \quad \sum_v \sum_j a_{i,j,v} x_{j,v} \leq b_i$$

$$x_{j,v} \geq 0$$

و تابع هزینه متغیر هر واحد فعالیت به صورت زیر است:

$$Ac_{j,v}(x_{j,v}) = \alpha_{j,v} + \frac{1}{2} \beta_{j,v} x_{j,v} + \frac{1}{2} \gamma_j \sum_v x_{j,v} \quad (6)$$

این روش، یک فراسنج شیب اضافی را معرفی می‌کند که در معادله‌ی (۴) نیامده و برای همه‌ی وارپته‌های محصولات مشابه مشترک است. بنابراین، دو مجموعه از فراسنجهای، یکی برای هر محصول ($\gamma_{j,v}$) و دیگری برای وارپته‌های یک محصول (β) شیب وجود دارد. مشابه روش معیار، مجموعه‌ی ضرایب تابع هزینه شرایط نهایی را

ردیف آخر جدول ۱ نشان می‌دهد که پس از اعمال کم آبیاری با بزرگتر شدن اندازه‌ی مزارع، سطح زیرکشت محصولات جدید افزوده شده است ولی با وجود افزایش سطح نسبی این محصولات، سطح زیرکشت مطلق کاهش پیدا کرده است. این میزان از ۲۵ به ۳۱ و ۳۳ درصد تغییر یافته است.

نتایج بدست آمده بعد از اعمال سیاست‌های کاهش آب در دسترس به میزان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد و افزایش قیمت آب به میزان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد در جداول ضمیمه نشان داده شده است. با توجه جدول ۲، زارعین به کاشت محصولات سیب‌زمینی، چغندر قند و گندم در هر دو روش، و برای ذرت و جو در روش کم آبیاری ۵٪ تمایل دارند. با توجه به شرایط کم آبی موجود و با توجه به کاهش مصرف آب، پس از اجرای روش‌های کم آبیاری، پذیرش این روش‌ها از سوی زارعین برای محصولات با عملکرد بیشتر و نیز گندم که یک محصول راهبردی است، بیشتر شده است. سایر گروه‌ها نیز به همین صورت بود. با توجه به دو ردیف انتهایی جداول ذکر شده، بعد از اجرای سیاست‌ها، سطح زیرکشت به طور نسبی در آبیاری کامل کاهش و در روش‌های کم آبیاری افزایش نشان می‌دهد و به طور مطلق در هر دو حالت کاهش داشت. سیاست‌های کاهش آب در دسترس به میزان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد سطح زیرکشت کم آبیاری در مزارع کوچک از ۷۴ هکتار به ۸۲، ۱۰۳، ۷۶ و ۱۲ هکتار، در مزارع متوسط از ۱۲۹ به ترتیب به ۱۶۹، ۱۸۷، ۱۸۴ و ۳۰ هکتار و برای مزارع بزرگ از ۱۶۴ به ترتیب ۱۸۴، ۲۱۵، ۸۵ و ۳ هکتار تغییر می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، سطح زیرکشت کم آبیاری در این گروه‌ها ابتدا افزایش، و سپس کاهش داشته و برای سه گروه مشابه است. سطح زیرکشت کم آبیاری با کاهش آب در دسترس بیش از ۱۵٪ کاهش یافت و این کاهش می‌تواند به دلیل تامین نشدن کمینه‌ی نیاز آبی محصولات باشد. سطح زیرکشت آبیاری کامل در مزارع کوچک از ۲۲۰ به ۱۹۴، ۱۷۷، ۱۲۵ و ۳۸ هکتار، در مزارع متوسط از ۲۸۶ به ۲۲۱، ۱۸۵، ۷۵ و ۲۹ هکتار و برای مزارع بزرگ از ۳۳۶ به ۳۰۸، ۲۷۱، ۱۴۷ و ۲۱ هکتار رسید که برای هر سه گروه روند مشابه دارد.

$U_{j,v}$ فراسنجهای خطی هستند که v وزن نسبی روش آبیاری محصول Z را نشان می‌دهد.

در مقایسه با دو روش اصلی، این روش این امکان را می‌دهد که حتی زمانی که وارپته‌ها در دوره‌ی مرجع مشاهده نشده است، ضرایب شیب آنها را بهینه کرد. در واقع فرض شده که کم آبیاری پیش از آنکه کشاورزان با افزایش قیمت آب و یا کاهش آب در دسترس مواجه شوند انجام شده است. در مطالعه‌ی حاضر، در سطح ۵ و ۱۰ درصد روش کم آبیاری برای محصولات نمونه در سال پایه مشاهده نمی‌شده ساخته شد و گفتنی است شبیه برای محصولات جدید، سطح زیر کشتی در سال پایه در نظر می‌گیرد. با استفاده از این شبیه و اعمال سیاست‌های افزایش ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی در قیمت آب آبیاری و کاهش ۱۰، ۱۵، ۲۵ و ۳۰ درصدی، در مقدار آب آبیاری در دسترس بررسی خواهد شد. این سیاست‌ها به صورت جداگانه اعمال می‌شوند. برای حل شبیه از نرم افزار GAMS استفاده شد.

داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز این مطالعه از طریق تکمیل پرسشنامه در بین کشاورزان شهرستان مرودشت استان فارس در سال ۱۳۹۱ به دست آمد. حجم نمونه به کمک رابطه‌ی کوکران تعیین گردید. زارعین نمونه فقط شامل استفاده کنندگان آب زیرزمینی می‌باشند که به سه گروه مزارع کوچک با سطح زیر کشت کمتر از ۹ هکتار، مزارع متوسط با سطح زیر کشت ۱۰ تا ۱۸ هکتار و مزارع بزرگ بیشتر از ۱۹ هکتار تقسیم شدند. این کار با استفاده از نرم‌افزار Spss.16 صورت گرفته است.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از الگوی کشت اولیه با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی مثبت تصحیح شده در جدول ۱ نشان می‌دهد که، سطح زیرکشت، با بزرگ تر شدن اندازه‌ی مزارع افزایش یافت. دلیل این امر می‌تواند مدیریت ضعیف در مزارع بزرگ، نسبت به مزارع کوچک و متوسط باشد. پس از در نظر گرفتن فعالیت جدید، یعنی فعالیت‌هایی که در سال پایه مشاهده نشده است، شبیه برای آنها یک سطح زیر کشت اولیه در نظر می‌گیرد. بنابراین، به هنگام اعمال کم آبیاری، تمام یا بعضی از محصولات سطح زیر کشتی به آنها تعلق می‌گیرد. لذا، دو

نسبت به کاهش آب در دسترس کمتر بود. یکی از دلایل آن، قیمت کم آب آبیاری است که افزایش قیمت این نهاده، تاثیر کمی بر الگوی کشت محصولات داشت. مقایسه‌ی الگوی کشت در دو حالت نمایشنامه‌های افزایش ۱۰ درصدی قیمت آب و کاهش ۱۰ درصدی مقدار آب در دسترس نشان می‌دهد که، سطح زیرکشت کل برای مزارع کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب ۲۹۵، ۴۱۵ و ۵۰۰ هکتار بوده، سطح زیرکشت آبیاری کامل برای هر گروه به ترتیب ۲۲۰، ۲۸۶ و ۳۳۶ و سطح زیرکشت کم آبیاری ۷۴، ۱۲۹ و ۱۶۴ است. پس از اعمال نمایشنامه‌ی کاهش آب در دسترس به میزان ۱۰ درصد، سطح زیرکشت آبیاری کامل به ترتیب به ۱۷۶، ۱۸۵ و ۲۷۰ هکتار کاهش و سطح زیرکشت کم آبیاری به ترتیب به ۱۰۳، ۱۸۷ و ۲۱۵ هکتار افزایش یافت. پس از اجرای نمایشنامه‌ی ۱۰ درصدی افزایش قیمت آب، آبیاری کامل به ۱۸۸، ۲۳۵ و ۲۹۱ هکتار کاهش و سطح زیرکشت کم آبیاری به ترتیب به ۱۱۷، ۱۴۳ و ۱۸۵ افزایش یافت. به این ترتیب می‌توان گفت، به صورت کلی سطح زیرکشت محصولات بعد از اعمال نمایشنامه‌ها در روش‌های کم آبیاری افزایش داشته، و در نمایشنامه‌های کاهش آب در دسترس نسبت به افزایش قیمت آب بیشتر است.

در شش نمودار ۱ تا ۶، میزان تغییر سطح زیرکشت در حالت اولیه و پس از اعمال نمایشنامه‌های کاهش آب در دسترس و افزایش قیمت، نشان داده شده است. در هر سه گروه، سیاست‌های افزایش قیمت سطح زیرکشت محصولات را در حالات کم آبیاری ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌دهد.

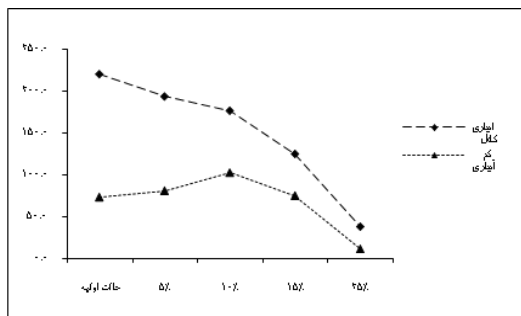
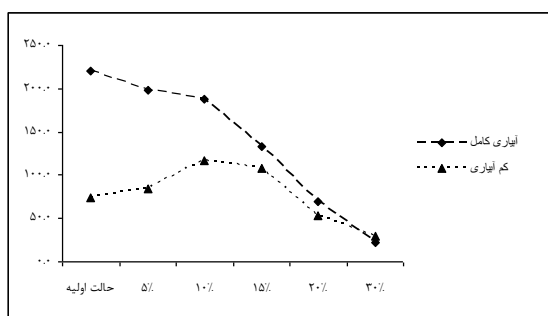
سیاست‌های افزایش قیمت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد سطح زیرکشت آبیاری کامل را برای مزارع کوچک به ۱۹۷، ۱۸۸، ۱۳۲، ۶۹ و ۲۳، برای مزارع متوسط به ۲۵۴، ۲۳۵/۳۶، ۲۳۲، ۲۰۶ و ۱۷۴ و در مزارع بزرگ به ۳۲۵، ۲۹۱، ۲۶۶، ۲۳۶ و ۲۱۲ هکتار تغییر کرد که روندی کاهش‌ی نشان می‌دهد. سطح زیرکشت کم آبیاری نیز در مزارع کوچک به ۴۸، ۷۷، ۱۰۴، ۱۳۱ و ۱۰۷، و برای مزارع متوسط به ۸۹، ۱۱۵، ۱۴۱، ۱۶۵ و ۱۹۵ و برای مزارع بزرگ به ۵۰، ۷۲، ۸۳، ۱۰۶ و ۱۲۰ هکتار افزایش یافت.

نمایشنامه‌های کاهش آب در دسترس، کاهش سطح زیرکشت آبیاری کامل و افزایش سطح زیرکشت کم آبیاری را در سه گروه مزارع نماینده به همراه داشته است. برای مثال، در نمایشنامه‌ی کاهش ۱۰ درصدی آب در دسترس، کاهش سطح زیرکشت آبیاری کامل از ۲۲۰ به ۱۷۷ هکتار برای مزارع کوچک، از ۲۸۶ به ۱۸۵ هکتار برای مزارع متوسط و در مزارع بزرگ نیز ۳۳۶ به ۲۷۱ هکتار بود. افزایش سطح زیرکشت در کم آبیاریها برای مزارع کوچک از ۷۴ به ۱۰۳ هکتار، مزارع متوسط از ۱۲۹ به ۱۸۷ و برای مزارع بزرگ از ۱۶۴ به ۲۱۵ بود. کاهش آب آبیاری به میزان ۲۵ درصد، مزارع کوچک از ۲۹۴ به ۱۰ هکتار، مزارع متوسط از ۴۱۵ به ۱۵ هکتار و در مزارع بزرگ از ۵۰۰ هکتار به ۲ هکتار بوده است. میزان سطح زیرکشت کم آبیاری برای مزارع کوچک از ۷۴ به ۴ هکتار، مزارع متوسط از ۱۲۹ به ۱ و برای مزارع بزرگ از ۱۶۴ به صفر کاهش یافت. نمایشنامه‌های افزایش قیمت، کاهش سطح زیرکشت آبیاری کامل و افزایش سطح زیرکشت کم آبیاری را در پی داشت. درصد کاهش سطح زیرکشت مزارع در آبیاری کامل در نمایشنامه‌های افزایش قیمت

جدول (۱) نتایج بدست آمده از الگوی کشت با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی مثبت تصحیح شده.

محصول	کوچک	متوسط	بزرگ
ذرت ۱	۷۹/۲	۹۷/۲	۱۴۷/۹
ذرت ۲	۲۳/۸	۵۷/۸	۱۳۴/۸
ذرت ۳			
گندم ۱	۶۲/۰	۱۳/۴	۵۱/۰
گندم ۲	۳/۴	۱۳/۵	۳/۳
گندم ۳	۴/۷		۵/۰
جو ۱	۳۱/۳	۵۳/۰	۵۹/۰
جو ۲	۲۵/۴		۱/۵
جو ۳			۴/۰
چغندر قند ۱	۴۰/۰	۴۳/۵	۶۰/۶
چغندر قند ۲	۳/۲	۱۰/۵	۵/۳
چغندر قند ۳	۴/۵		۶/۲
سیب زمینی ۱	۸/۰	۷۸/۸	۱۸/۰
سیب زمینی ۲	۵/۴	۲۳/۶	۱/۰
سیب زمینی ۳	۳/۷	۲۳/۶	۳
آبیاری کامل	۲۲۰/۵	۲۸۶/۰	۳۳۶/۴
کم آبیاری	۷۴/۱	۱۲۹/۰	۱۶۴/۱
کل زمین	۲۹۴/۵	۴۱۵/۰	۵۰۰/۵
درصد آبیاری کامل	۷۴/۹	۶۸/۹	۶۷/۲
درصد کم آبیاری	۲۵/۱	۳۱/۱	۳۲/۸

منبع: یافته‌های تحقیق (محصولات ۲ و ۳ از کم آبیاری ۵٪ و ۱۰٪ حاصل شده است)



منبع: یافته‌های تحقیق

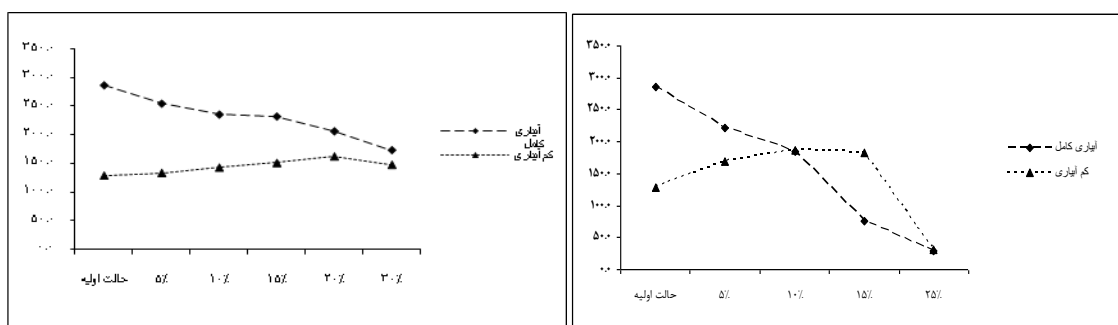
نمودار ۲: تغییر سطح زیرکشت مزارع کوچک (سیاست افزایش قیمت سمت چپ، کاهش آب درسترس سمت راست)

جدول (۲) الگوی کشت مزارع کوچک در سیاستهای مورد مطالعه.

محصول	حالت اولیه			درصد کاهش آب در دسترس						
	%۵	%۱۰	%۱۵	%۵	%۱۰	%۱۵	%۲۰	%۲۵	%۳۰	
ذرت ۱	۷۹/۲	۶۰/۰	۴۹/۰	۴۳/۸	۲۴/۸	۶۴/۰	۵۸/۷	۴۷/۵	۳۴/۸	۴/۰
ذرت ۲	۲۳/۸	۲۵/۰	۲۶/۰	۳۳/۸	۴/۸	۲۶/۰	۲۸/۰	۳۴/۸	۱۴/۸	۴/۰
ذرت ۳		۷/۲	۹/۶		۹/۶		۷/۲	۹/۶		
گندم ۱	۶۲/۰	۵۹/۰	۵۷/۰	۴۰/۶	۵۹/۰	۵۷/۰	۵۷/۰	۵۷/۰	۴۰/۶	
گندم ۲	۳/۴	۴/۵	۶/۵		۵/۷		۷/۵	۷/۵		
گندم ۳	۴/۷	۵/۵	۷/۵		۶/۴		۸/۲	۸/۲		
جو ۱	۳۱/۳	۲۹/۲	۲۸/۰	۱۷/۵	۱۰/۰	۳۰/۲	۲۸/۷	۲۰/۴	۱۴/۶	۷/۰
جو ۲	۲۵/۴	۲۰/۹	۱۹/۰	۱۵/۵	۷/۵	۲۰/۹	۲۹/۰	۱۹/۵	۱۱/۵	۷/۰
جو ۳		۶/۰	۷/۵		۶/۰		۶/۰	۷/۵		
چغندر قند ۱	۴۰/۰	۳۸/۰	۳۶/۰	۱۸/۱	۳۸/۸	۳۷/۰	۳۷/۰	۱۷/۱	۱۲/۰	۶/۰
چغندر قند ۲	۳/۲	۵/۵	۷/۵		۵/۵		۷/۵	۹/۰	۱۲/۰	۱۳/۰
چغندر قند ۳	۴/۵	۷/۵	۸/۰		۷/۵		۸/۰	۹/۳		
سیب زمینی ۱	۸/۰	۷/۶	۶/۷	۵/۰	۳/۱	۵/۶	۶/۷	۷/۰	۸/۱	۵/۶
سیب زمینی ۲	۵/۴	۷/۳	۸/۵		۷/۳		۸/۵	۹/۰	۱۴/۶	۵/۷
سیب زمینی ۳	۳/۷	۵/۷	۷/۲	۹/۶	۵/۷		۷/۲	۹/۶		
آبیاری کامل	۲۲۰/۵	۱۹۳/۸	۱۷۶/۷	۱۲۵/۰	۳۷/۹	۱۹۷/۶	۱۸۸/۱	۱۳۲/۶	۶۹/۵	۲۲/۶
کم آبیاری	۷۴/۱	۸۱/۸	۱۰۳/۲	۷۵/۹	۱۲/۳	۸۵/۰	۱۱۶/۹	۱۰۸/۲	۵۲/۹	۲۹/۷
کل زمین	۲۹۴/۵	۲۷۵/۶	۲۷۹/۹	۲۰۰/۹	۵۰/۲	۲۸۲/۶	۳۰۵/۰	۲۴۰/۸	۱۲۲/۴	۵۲/۳
درصد آبیاری کامل	۷۴/۹	۷۰/۳	۶۳/۱	۶۲/۲	۷۵/۵	۶۹/۹	۶۱/۷	۵۵/۱	۵۶/۸	۴۳/۲
درصد کم آبیاری	۲۵/۱	۲۹/۷	۳۶/۹	۳۷/۸	۲۴/۵	۳۰/۱	۳۸/۳	۴۴/۹	۴۳/۲	۵۶/۸

منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار ۴ و ۳: تغییر سطح زیرکشت مزارع متوسط (سیاست افزایش قیمت سمت چپ، کاهش آب در دسترس سمت راست)



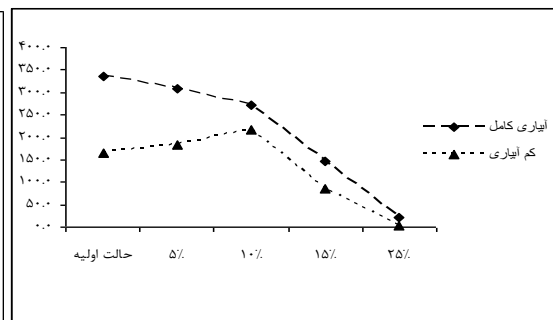
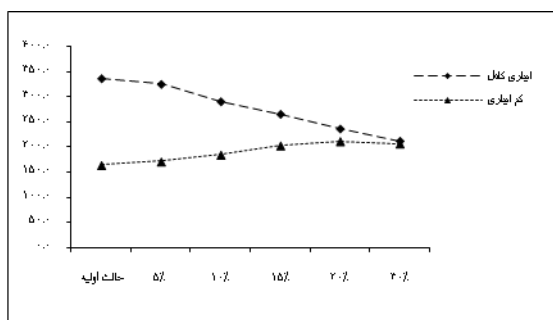
منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۳) الگوی کشت مزارع متوسط در سیاست‌های مورد مطالعه.

محصول	حالت اولیه			درصد کاهش آب در دسترس					درصد افزایش قیمت		
	%۵	%۱۰	%۱۵	%۲۵	%۱۵	%۱۰	%۵	%۱۰	%۱۵	%۲۰	%۳۰
ذرت ۱	۹۷/۲	۶۴/۹	۵۳/۸	۳۸/۴	۱۴/۰	۶۶/۵	۶۶/۱	۶۵/۲	۶۴/۳	۶۳/۴	۶۳/۴
ذرت ۲	۵۷/۸	۶۰/۱	۶۱/۲	۴۵/۳	۱۸/۶	۵۸/۵	۵۸/۹	۵۹/۸	۶۰/۷	۶۱/۶	۶۱/۶
ذرت ۳	۱۲/۸	۱۲/۸	۱۷/۵								
گندم ۱	۱۳/۴	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵
گندم ۲	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵
گندم ۳	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵
جو ۱	۵۲/۰	۵۰/۱	۴۱/۴	۲۳/۰	۱۱/۱	۵۲/۰	۴۲/۴	۴۴/۳	۳۱/۰	۱۲/۰	۱۲/۰
جو ۲											
جو ۳											
چغندر قند ۱	۴۳/۵	۲۳/۱	۱۳/۵	۵/۶		۴۴/۵	۳۶/۶	۳۳/۷	۲۴/۱	۱۳/۹	۱۳/۹
چغندر قند ۲	۱۰/۵	۱۳/۲	۱۴/۰			۱۳/۵	۱۴/۶	۱۶/۴	۱۷/۱	۱۸/۲	۱۸/۲
چغندر قند ۳											
سیب زمینی ۱	۷۸/۸	۶۹/۴	۶۲/۸	۸/۲	۴/۳	۷۷/۷	۷۶/۸	۷۵/۳	۷۳/۵	۷۱/۰	۷۱/۰
سیب زمینی ۲	۲۳/۶	۲۸/۳	۳۱/۶	۵۷/۳	۵/۸	۲۴/۱	۲۴/۶	۲۵/۳	۲۶/۳	۲۷/۵	۲۷/۵
سیب زمینی ۳	۲۳/۶	۲۸/۳	۳۱/۶	۵۷/۳	۵/۸	۲۴/۱	۲۴/۶	۲۵/۳	۲۶/۳	۲۷/۵	۲۷/۵
آبیاری کامل	۲۸۶/۰	۲۲۱/۰	۱۸۵/۰	۷۵/۲	۲۹/۵	۲۵۴/۲	۲۳۵/۳	۲۳۲/۰	۲۰۶/۳	۱۷۳/۸	۱۷۳/۸
کم آبیاری	۱۲۹/۰	۱۶۹/۲	۱۸۷/۳	۱۸۳/۶	۳۰/۲	۱۳۳/۸	۱۴۳/۳	۱۵۱/۴	۱۶۲/۹	۱۴۸/۳	۱۴۸/۳
کل زمین	۴۱۵/۰	۳۹۰/۲	۳۷۲/۳	۲۵۸/۸	۵۹/۷	۳۸۸/۰	۳۷۸/۶	۳۸۳/۴	۳۶۹/۲	۳۲۲/۰	۳۲۲/۰
درصد آبیاری کامل	۶۸/۹	۵۶/۶	۴۹/۷	۲۹/۱	۴۹/۴	۶۵/۵	۶۲/۲	۶۰/۵	۵۵/۹	۵۴/۰	۵۴/۰
درصد کم آبیاری	۳۱/۱	۴۳/۴	۵۰/۳	۷۰/۹	۵۰/۶	۳۴/۵	۳۷/۸	۳۹/۵	۴۴/۱	۴۶/۰	۴۶/۰

منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار ۶و۵: تغییر سطح زیرکشت مزارع بزرگ (سیاست افزایش قیمت سمت چپ، کاهش آب دسترس سمت راست)



منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۴) الگوی کشت مزارع بزرگ در سیاست‌های مورد مطالعه.

محصول	حالت اولیه			درصد کاهش آب در دسترس					درصد افزایش قیمت			
	%۵	%۱۰	%۱۵	%۵	%۱۰	%۱۵	%۲۰	%۲۵	%۳۰	%۳۰	%۲۰	%۱۵
ذرت ۱	۱۴۷/۹	۱۴۳/۷	۱۴۲/۲	۶۹/۱	۳/۱	۱۴۴/۴	۱۴۳/۲	۱۴۴/۲	۱۴۴/۲	۱۴۷/۷	۱۴۴/۲	۱۵۴/۶
ذرت ۲	۱۳۴/۸	۱۳۹/۰	۱۴۰/۵	۶۸/۳	۳/۱	۱۳۹/۳	۱۳۴/۵	۱۳۴/۵	۱۳۴/۵	۱۳۵/۰	۱۳۸/۵	۱۲۸/۱
ذرت ۳		۵/۰	۸/۰									
گندم ۱	۵۱/۰	۴۸/۰	۴۳/۰	۱۷/۲	۵۰/۰	۴۸/۰	۴۳/۰	۴۸/۰	۴۳/۰	۲۳/۰	۴۳/۰	۱۴/۰
گندم ۲	۳/۳	۵/۰	۶/۰	۲/۰	۴/۷	۷/۰	۶/۰	۷/۰	۶/۰	۹/۵	۸/۶	۱۱/۰
گندم ۳	۵/۰	۷/۰	۱۲/۰	۶/۶	۶/۰	۷/۴	۶/۰	۷/۴	۶/۰	۱۲/۰	۸/۷	
جو ۱	۵۹/۰	۵۴/۰	۴۰/۰	۳۲/۰	۶۶/۰	۵۴/۰	۴۲/۰	۵۴/۰	۴۲/۰	۳۶/۰	۴۲/۰	۲۱/۰
جو ۲	۱/۵	۳/۰	۶/۵		۴/۰	۷/۰	۱۰/۰	۷/۰	۱۰/۰	۱۱/۰	۱۰/۰	۱۳/۰
جو ۳	۴/۰	۸/۰	۱۳/۰		۵/۰	۷/۰	۸/۰	۷/۰	۸/۰	۹/۰	۸/۰	۱۱/۰
چغندر قند ۱	۶۰/۶	۴۶/۰	۳۰/۷	۱۴/۱	۵/۷	۴۶/۶	۳۳/۴	۳۳/۴	۲۶/۵	۲۰/۸	۲۶/۵	۱۶/۶
چغندر قند ۲	۵/۳	۶/۱	۷/۵	۴/۱	۵/۳	۶/۳	۶/۳	۶/۳	۸/۲	۱۰/۴	۸/۲	۱۲/۲
چغندر قند ۳	۶/۲	۷/۴	۹/۸	۴/۱	۲/۳	۵/۴	۵/۴	۵/۴	۷/۳	۸/۱	۷/۳	۱۰/۲
سیب زمینی ۱	۱۸/۰	۱۶/۰	۱۵/۰	۱۴/۸	۱۱/۹	۱۸/۰	۱۲/۰	۱۲/۰	۱۰/۰	۹/۰	۱۰/۰	۶/۰
سیب زمینی ۲	۱/۰	۱/۲	۶/۵			۳/۰	۴/۷	۳/۰	۴/۷	۵/۶	۴/۷	۸/۸
سیب زمینی ۳	۳	۲/۱	۵/۵			۴/۷	۷/۰	۷/۰	۹/۱	۱۱/۰	۹/۱	۱۲/۴
آبیاری کامل	۳۳۶/۴	۳۰۷/۶	۲۷۰/۹	۱۴۷/۱	۲۰/۷	۳۲۵/۱	۲۹۰/۶	۲۹۰/۶	۲۶۵/۶	۲۳۶/۵	۲۶۵/۶	۲۱۲/۲
کم آبیاری	۱۶۴/۱	۱۸۳/۸	۲۱۵/۳	۸۵/۰	۳/۱	۱۷۱/۲	۱۸۴/۶	۱۸۴/۶	۲۰۳/۰	۲۱۱/۶	۲۰۳/۰	۲۰۶/۷
کل زمین	۵۰۰/۵	۴۹۱/۴	۴۸۶/۲	۲۳۲/۱	۲۳/۸	۴۹۶/۳	۴۷۵/۲	۴۷۵/۲	۴۶۸/۷	۴۴۸/۱	۴۶۸/۷	۴۱۸/۹
درصد آبیاری کامل	۶۷/۲	۶۲/۶	۵۵/۷	۶۳/۴	۸۶/۹	۶۵/۵	۶۱/۲	۶۱/۲	۵۶/۷	۵۲/۸	۵۶/۷	۵۰/۷
درصد کم آبیاری	۳۲/۸	۳۷/۴	۴۴/۳	۳۶/۶	۱۳/۱	۳۴/۵	۳۸/۸	۳۴/۵	۴۳/۳	۴۷/۲	۴۳/۳	۴۹/۳

منبع: یافته‌های تحقیق

پیشنهادات

با توجه به نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی، نمایشنامه‌های کم‌آبیاری، افزایش قیمت آب و کاهش آب در دسترس و با توجه به اهمیت آب و کمبود آن در کشور، پیشنهادات زیر را می‌توان مطرح کرد:

سیاست‌های افزایش قیمت آب، می‌تواند ضمن افزایش سطح زیرکشت کم‌آبیاری، کاهش سطح آبیاری کامل را به همراه داشته باشد. لذا پیشنهاد می‌شود با توجه به قیمت کم آب آبیاری، از این سیاست به عنوان ابزاری برای کاهش میزان مصرف آب استفاده شود. سیاست‌های کاهش آب در دسترس، ضمن کاهش میزان آب در دسترس، کشاورزان را به مدیریت صحیح

منابع آب تشویق می‌کند. از این سیاستها، برای ذخیره‌ی منابع آبی در فصول پر آب، برای فصول کم آب می‌توان استفاده کرد.

منابع

۱. آذرمنسا، م.، م. فیاض، و م. تظهیری. ۱۳۷۹. مدیریت منبع و مصرف آب شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود. مجموعه مقالات دهمین همایش آبیاری و زهکشی ایران. تهران: ۱۱۱-۱۲۴.
۲. تجریشی، م.، و ا. ابریشم چی ۱۳۸۳. مدیریت تقاضای منابع آب در کشور. مجموعه مقالات همایش روشهای پیشگیری از اتلاف منابع طبیعی. تهران: ۲۴-۴۱.
۳. رستگاری پور، ف.، و م. صبوحی. ۱۳۸۸. تعیین الگوی کشت با استفاده از برنامه ریزی فازی خاکستری مطالعه

- Spain: an analysis of three irrigated areas. *Agr. Water Manage.* 43: 219–238.
14. Cortignani, R., and S. Severini. 2009. Modeling farm-level adoption deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. *Agr. Water Manage.* 96:1785-1791.
 15. Dopfer, W., A.Z. Salman, E.K. Alkarablieh, and H.P. Wolff. 2002. The impact of water price strategies on the allocation of irrigation water: the case of the Jordan valley. *Agr. Water Manage.* 55: 171-1820.
 16. Howitt, R.E. 1995a. Positive Mathematical Programming. *Am. J. Agr. Econ.* 77: 329–342.
 17. Huang, G.H., S. Rozelle, R. Howitt, and J. Wang. 2010. Irrigation water demand and implications for water pricing policy in rural. *China international food and agriculture policy.* 143:57-79.
 18. Paris, Q., and F. Arfini. 2000. Frontier cost functions, self-selection, price risk, PMP and Agenda. *Euro tools Working Papers Series.* 20:34-56.
 19. Paris, Q., and R.E. Howitt. 1998. Analysis of Ill-Posed production problems using maximum Entropy. *Am. J. Agr. Econ.* 80: 124-138.
 20. Rohm, O., and S. Dabbert. 2003. Integrating agri-environmental programs into regional production models: an extension of Positive Mathematical Programming. *Am. J. Agr. Econ.* 85: 254–265.
 21. Russell, C.S., G. Huylenbroeck, and J. Van Meensel. 2007. Economic instruments for water management in the Middle East and North Africa. *Int. J. Water Resour. D.* 23: 659 – 677.
 22. Senthilkumar, M.T., M.H. Lubbers, N. de Ridder, P.S. Bindraban, T.M. Thiyagarajan, and K.E. Giller. 2011. Policies to support economic and environmental goals at farm and regional scales: Outcomes for rice farmers in Southern India depend on their resource endowment. *Agr. Syst.* 104:82-93.
 23. Spielman, D., J. Ekboir, and K. Davis. 2009. The art and science of innovation systems inquiry: Applications to Sub-Saharan African agriculture. *Technol. Soc.* 31: 399-405.
- موردی شهرستان قوچان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۴۸): ۴۰۵-۴۱۳.
۴. سلطانی، غ. ر. ۱۳۷۵. نرخ‌گذاری آب کشاورزی. فصلنامه آب و توسعه. ۱۲: ۱۲-۲۱.
 ۵. صالح، ا. غ. پیکانی، و س. ع. باقریان. ۱۳۸۶. تعیین الگوی بهینه‌ی کشت و استخراج تقاضای هنجارین آب مطالعه موردی شهرستان کازرون. اقتصاد، کشاورزی و توسعه. ۱۵(۶۰): ۷۱-۸۵.
 ۶. صبحی، م. غ. ر. سلطانی، و م. زیبایی. ۱۳۸۶. بررسی اثر تغییر قیمت آب آبیاری بر منافع خصوصی و اجتماعی با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت. علوم و صنایع کشاورزی. ۱(۲۱): ۵۳-۷۱.
 ۷. عمادزاده، م. م. زاهدی کیوان، و ک. آقایی. ۱۳۸۸. تعیین الگوی بهینه‌ی کشت محصولات زراعی مزرعه در شرایط خطرپذیری و نبود قطعیت، با استفاده از برنامه‌ریزی خطی بازه‌ای. اقتصاد، کشاورزی و توسعه. ۱۷(۶۷): ۷۳-۹۲.
 ۸. محسنی، ا. و م. زیبایی. ۱۳۸۸. تحلیل پیامدهای افزایش سطح زیر کشت کلزا در دشت نمدان فارس: کاربرد شبیه‌برنامه‌ریزی ریاضی مثبت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۷: ۷۷۳-۷۸۴.
 ۹. میرزایی، ا. م. کوپاهی، و ع. کرامت‌زاده. ۱۳۸۶. اثر راهبردهای قیمتی آب بر تخصیص آب آبیاری. مطالعه‌ی موردی دشت تچن استان مازندران. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران. دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه مشهد.
 ۱۰. نیکویی، ع. ر. و م. زیبائی. ۱۳۸۸. سامانه‌ی حمایت تصمیم در مدیریت بحران آب کشاورزی با تاکید بر کم آبیاری: مطالعه‌ی موردی حوضه‌ی آبخیز زاینده‌رود، هفتمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی. کرج.
11. Arfini, F., and Q. Paris. 1995. A positive mathematical programming model for regional analysis of agricultural policies. *In: Sotte, F. (eds), The regional dimension in agricultural sector modeling and policy information, Pp. 547-588.*
 12. Benli, B., and S. Kodul. 2003. A non-linear model for farm optimization with adequate and limited water supplies application to the south-east Anatolian project (GAP) region. *Agr. Water Manage.* 62: 187-203.
 13. Berbel, J., and J.A. Gomez-Limon. 2000. The impact of water-pricing policy in

making and farmers' response:
implications for water policy. *Agr. Econ.*
19: 193-202.

24. Varela-Ortega, C., J.M. Sumpsi, A. Garrido, M. Blanco, and E. Iglesias. 1998. Water pricing policies, public decision