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 برنامه‌ریزی‌ریاضی 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 دردسترس بود. نتایج نشان دادند که، افزایش هزینه‌ی آبیاری و کاهش آب دردسترس، در پذیرش کم‌آبیاری موثر است. افزون بر آن، تاثیر سیاست کاهش آب دردسترس 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
*- نویسنده مسئول مقاله: fardinboustani@gmail.com

1. Positive Mathematical Programming (PMP)

مقدمه

کمبود آب، یکی از مهمترین عوامل محدود کننده‌ی توسعه‌ی اقتصادی کشور به شمار می رود. ایران با متوسط نزولات جوی ۲۵۰ میلی متر در سال، از کشورهای خشک جهان به شمار می رود و منابع آب محدودی دارد. از ۴۱۵ میلیارد مترمکعب نزولات سالانه در ایران، حدود ۷۰٪ آن تبخیر می شود. 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 هزینه-های 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 وحفاظت 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 (آذرمسا 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 در صد 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 می شود (سازمان آب منطقه ای فارس).

براین اساس، اتخاذ راهبردهای بهینه سازی مصرف آب در این مناطق، به خصوص در شرایط کم‌آبی وخشکسالی، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از جمله سیاستهایی که می تواند به این موضوع کمک کند، سیاستهای قیمت‌گذاری 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 می کند. نتایج نشان خواهند داد که، افزایش هزینه‌ی آبیاری در پذیرش کم آبیاری چه تاثیری دارد و اینکه کشاورزان در شرایطی که آب در دسترس کاهش پیدا کند، چه واکنشی نشان می-دهند. 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 علی رغم 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

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 زیبایی، ۱۳۸۸ و همچنین صبوحی 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 داند 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.

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 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 نمی‌شود.

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.

رستگاری‌پور و صبوحی (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 آ بی، 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 نظرگرفته 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، جوآبی و یونجه وهمچنین 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.

وارلا اورتگا و همکاران (۱۹۹۸)، مطالعه‌ای تحت عنوان سیاستهای قیمت گذاری آب (تصمیم گیری عمومی و واکنش بهره برداران) 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 شبیه برنامه‌ریزی پویایی استفاده شده که رفتار بهره برداران و واکنش آنها را در قبال نمایشنامه‌های مختلف قیمت‌گذاری آب شبیه‌سازی می‌کند. نتایج نشان داده‌اند که، قیمتهای آب بطور معنی داری راهبردهای کشت و فن‌آوری را که بهره برداران با توجه به شرایط خاص خودشان انتخاب می‌کنند، تغییر نمی‌دهند. بر اساس یافته‌های این مطالعه، تغییر فن‌آوری القایی[1] به‌وسیله‌ی سیاستهای قیمت‌گذاری آب تحقق نمی‌یابد، و عوامل دیگر که در انتخاب انواع فن‌آوری به‌وسیله‌ی بهره برداران 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 کارآیی فنی و تخصیصی کشاورزان با کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها برآورد شد. سپس با تشکیل یک شبیه برنامه‌ریز خطی، اثر تغییر قیمت نهاده‌ها بررسی شد. نتایج تحقیق نشان دادند که، تقاضا برای آب، نسبت به تغییرات کم در قیمت آب کاملا حساس است. علاوه بر آن، در اثر قیمت‌گذاری آب، میزان سود کشاورزان کاهش می‌یابد که این کاهش بیش از همه بر کشاورزان فقیر تأثرگذار 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. 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 می‌گذارند، سیاست قیمت‌گذاری بر مبنای ارزش نسبت به سیاست قیمت‌گذاری بر مبنای هزینه‌ی تولید ترجیح دارد.

سنتیلکومار و همکاران (۲۰۱۱)، روش برنامه‌ریزی خطی چند هدفه[2] 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 روشPMP تأکید دارند. برای برطرف کردن معایب روشPMP 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، قیمت گذاری 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

[1]- Induced Technical Change

[2]- multi-objective linear programming

اثر گذار باشد باید قیمتها به مقدار زیادی افـزایش یابـد. از طرف دیگر، بعضی از محققین در تحقیقات خود، به ناکافی بودن ابزار قیمت به عنوان تنها عامل مهارکردن مصرف آب اشاره می‌کنند، و اندک بودن کشش قیمتـی آب را دلیلـی بر این ادعا عنوان کرده و برای کاهش مصـرف و تخصـیص بهینه‌ی آن، عوامل دیگر غیـر از قیمـت آب ماننـد قیمـت محصول، مقدار و قیمت سایر نهاده‌ها از جملـه نهـاده‌هـای مکمل آب، بهبود روشهای آبیاری و انتقال آب را نیز دخیل مـی‌داننـد. تحقیقـات نشـان داده اسـت کـه سیاسـتهای جـایگزین قیمـت‌گـذاری آب، همچـون افـزایش قیمـت نهاده‌های مکمل نهاده‌ی آب یا کـاهش قیمـت محصـولات دارای نیـاز آبـی بـالا، بـر کـاهش مصـرف آب در بخـش کشاورزی تأثیر دارند. به هـر حـال آن چیـزی کـه مسـلم است، همه‌ی تحقیقات و نتـایجی کـه در ادبیـات بـه آنهـا اشاره شد، از اهمیت و حساسـیت موضـوع قیمـت‌گـذاری، اصلاح قیمتهای آب و کاربرد سیاسـتهای جـایگزین بـرای بهبود تخصـیص نهـاده‌ی آب حکایـت داشـته، و ضـرورت انجام مطالعات بیشتر در این زمینه را آشکارتر می‌سازد.

بر ایـن اسـاس، مطالعـه‌ی حاضـر بـه دنبـال بررسـی واکنش زارعین در شهرستان مرودشت اسـتان فـارس، بـه سیاستهای افزایش قیمت آب آبیاری و کاهش آب آبیـاری در دسترس است.

روش پژوهش

برنامه ریزی ریاضی مثبت

در حال حاضر، شبیه‌های برنامه ریزی ریاضی، تبـدیل به یک ابزار مهم و با کاربرد وسیع در تحلیل سیاسـت‌هـای کشاورزی شده انـد. یـک مزیـت شـبیه‌هـای برنامـه‌ریـزی ریاضی در تحلیـل سیاسـت‌هـای کشـاورزی توانـایی ایـن شبیه‌ها، در بررسی جزئـی‌تـر تـأثیر سیاسـت‌هـا در سـطح مزرعه می باشـد (پـاریس و هویـت، ۱۹۹۸). شـبیه PMP برای اولین بار به‌وسـیله‌ی هویـت در سـال ۱۹۹۵ معرفـی شد. ایده کلـی در PMP، اسـتفاده از اطلاعـات موجـود در متغیرهای دوگان[1] محدودیتهای واسنجی است کـه جـواب مسأله برنامه‌ریزی خطـی بـه سـطح فعالیتهـای موجـود را محدود می‌کنند. این مقـادیر دوگـان، بـرای تصـریح تـابع هدف غیرخطی‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرنـد کـه سـطح فعالیتهای مشاهده شده را مجددا از طریق جواب بهینـه‌ی مسأله برنامه ریزی جدیدی که فاقـد محـدودیت واسـنجی است، بازسازی مـی‌کند(صـبوحی و همکـاران، ۱۳۸۶). در این پژوهش، برای تحلیل سیاسـت از الگـوی برنامـه‌ریـزی ریاضی مثبت تصحیح شده استفاده شده است.

روش برنامه ریزی ریاضی مثبت معیار

شبیه برنامه‌ریزی درجه دو می تواند بـه صـورت زیـر نوشته شود ، کورتیگنانی و سورینی (۲۰۰۹)

(۱)

$$\max z = \sum_j (r_j - Ac_j(x_j))x_j$$
$$s.t \qquad \sum_j a_{ij}x_j \le b_i$$
$$x_j \ge 0$$

که j محصول، z ارزش تابع هدف، x_j سـطح فعالیـت j، r درآمـد بـه‌وسـیله‌ی در هکتـار، a_{ij} عناصـر مـاتریس ضرایب فنی و b_i مقدار منابع در دسترس می‌باشد.

تابع هزینه‌ی متغیر هر واحد فعالیـت($Ac_j(x_j)$) در این شبیه، به صورت زیرتعریف می‌شود :

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

که β وα فراسنجهایی هستند که تخمـین زده مـی-شوند.

مجموعه‌ی ضرایب تابع هزینه نهایتا مسـأله ۳ را حـل می‌کند. یکی از شرایط برای بدست آوردن این فراسـنج‌هـا به صورت زیر اسـت (پـاریس و آرفینـی،۲۰۰۰، آرفینـی و پاریس،۱۹۹۵):

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

C_j هزینه‌های محاسبه شده فعالیت j براسـاس داده-های سال پایه μ_j متغیر مربوط به محدودیتهای واسـنجی است، که این محدودیت به صورت زیر است:

$$x_j \le x_j^0(1+\varepsilon_0) \qquad [\mu_j] \qquad (۴)$$

که x_j^0 سطوح فعالیـت مشـاهده شـده، ε یـک عـدد مثبت خیلی کوچک است(هویت، ۱۹۹۵).

در روش معیار، فراسنجهای تابع هزینه‌ی هر فعالیـت، بـه صـورت جداگانـه تعیـین مـی‌شـوند. در ایـن روش، فن‌آوریهای مختلف آبیاری تولید بـرای محصـولات مشـابه

[1]- dual value

(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 معمولا 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 واریته‌های محصولات مشابه، بیشتر از محصولات متفاوت است. در این حالت، شبیه برنامه‌ریزی درجه دو می‌تواند به صورت زیر نوشته شود:

$$\max z = \sum_j \sum_v (r_{j,v} - Ac_{j,v}(x_{j,v}))x_{j,v} \quad (۵)$$

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

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

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

$$Ac_{j,v}(x_{j,v}) = \alpha_{j,v} + \frac{1}{2}\beta_{j,v}x_{j,v} + \frac{1}{2}\gamma_j \sum_v x_{j,v} \quad (۶)$$

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

$$\alpha_{j,v} = c_{j,v}, \beta_{j,v} = \frac{\mu_{j,v}}{x^0_{j,v}}, \gamma_j = \frac{\mu_j}{\sum_v x^0_{j,v}} \quad (۷)$$

$c_{j,v}$ هزینه‌هایی که بر اساس داده‌های سال پایه محاسبه می‌شود و فراسنجهای دیگر(β , $\gamma_{j,v}$) 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:

$$\sum_v x_{j,v} \le \sum_v x^0_{j,v}(1+\varepsilon_1) \qquad [\mu_j] \quad (۸)$$

$$x_{j,v} \le x^0_{j,v}(1+\varepsilon_2) \qquad [\mu_{j,v}]$$

ε_2, ε_1 اعداد مثبت کوچکی هستند، μ_j 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)

$$\sum_v x_{j,v} \le \sum_v x^0_{j,v}(1+\varepsilon_0) + \varepsilon_3 \qquad [\mu_j] \quad (۹)$$

$$x_{j,v} \le x^0_{j,v}(1+\varepsilon_{0.}) + \varepsilon_3 \qquad [\mu_{j,v}] \quad (۱۰)$$

ε_3 عـــــدد 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)

$$Ac_{j,v}(x_{j,v}) = \alpha_{j,v} + \frac{1}{2}\beta_{j,v}x_{j,v} + \frac{1}{2}\gamma_j \sum_v x_{j,v} + \upsilon_{j,v} \quad (۱۱)$$

$$\alpha_{j,v} = c_{j,v} \quad ,\beta_{j,v} = \frac{\mu_{j,v}}{x^0_{j,v}} \quad ,\gamma_j = \frac{\mu_j}{\sum_v x^0_{j,v}} \quad ,\upsilon_{j,v} = \mu_{j,v}\left(1 - \frac{x^0_{j,v}}{\sum_v x^0_{j,v}}\right) \quad (۱۲)$$

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

در مقایسه با دو روش اصلی، این روش این امکان را می‌دهد که حتی زمانی که واریته‌ها 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 دردسترس مواجه شوند انجام شده است. در مطالعه‌ی حاضر، در سطح ۵ و ۱۰ درصد روش کم‌آبیاری 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 واطلاعات 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 کم‌آبیاری، تمام یا بعضی از محصولات سطح زیرکشتی به آنها تعلق می‌گیرد. لذا، دو 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، ۲۰ و۳۰ درصد در جداول ضمیمه نشان داده شده است. با توجه جدول ۲، زارعین به کاشت محصولات سیب‌زمینی، چغندرقند 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 کم‌آبیاری، 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 کم‌آبیاری افزایش نشان می‌دهد و به طور مطلق در هر دو حالت کاهش داشت. سیاستهای کاهش آب دردسترس به میزان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد سطح زیرکشت کم‌آبیاری 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 مزاع بزرگ از ۱۶۴ به ترتیب ۱۸۴، ۲۱۵، ۸۵ و ۳ هکتار تغییر می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، سطح زیرکشت کم‌آبیاری در این گروهها ابتدا افزایش، و سپس کاهش داشته و برای سه گروه مشابه است. سطح زیرکشت کم‌آبیاری با کاهش آب دردسترس 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.

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، ۲۰۶و ۱۷۴ و در مزارع بزرگ به ۳۲۵، ۲۹۱، ۲۶۶، ۲۳۶ و ۲۱۲هکتار تغییر کرد که روندی کاهشی نشان می‌دهد. سطح زیرکشت کم آبیاری نیز در مزارع کوچک به ۴۸، ۷۷، ۱۰۴، ۱۳۱ و ۱۰۷، و برای مزاع متوسط به ۸۹، ۱۱۵، ۱۴۱، ۱۶۵ و ۱۹۵ و برای مزارع بزرگ به ۵۰، ۷۲، ۸۳، ۱۰۶ و ۱۲۰ هکتار افزایش یافت.

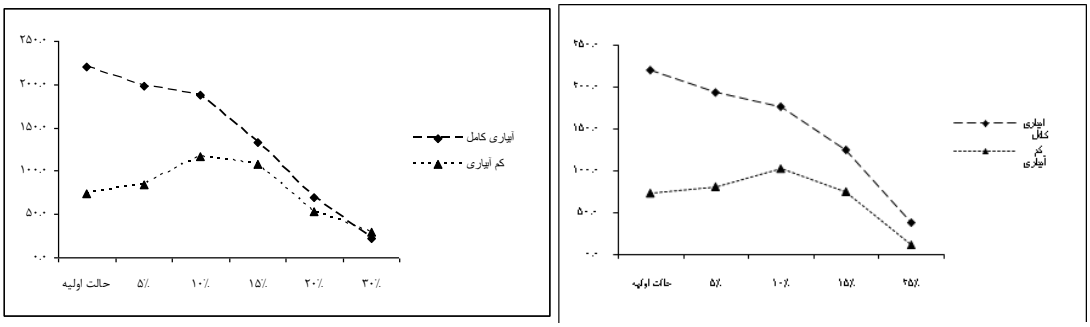
نمایشنامه‌های کاهش آب دردسترس، کاهش سطح زیرکشت آبیاری کامل و افزایش سطح زیرکشت کم آبیاری را در سه گروه مزارع نماینده به همراه داشته است. برای مثال، در نمایشنامه‌ی کاهش ۱۰ درصدی آب دردسترس، کاهش سطح زیرکشت آبیاری کامل از ۲۲۰ به ۱۷۷ هکتار برای مزارع کوچک، از ۲۸۶ به ۱۸۵ هکتار برای مزارع متوسط و در مزارع بزرگ نیز ۳۳۶ به ۲۷۱ هکتار بود. افزایش سطح زیرکشت در کم‌آبیاریها برای مزارع کوچک از۷۴ 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 کم‌آبیاری 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 کم‌آبیاری را در پی داشت. درصد کاهش سطح زیرکشت مزارع در آبیاری کامل در نمایشنامه‌های افزایش قیمت نسبت به کاهش آب دردسترس 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 دردسترس 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، ۲۸۶و ۳۳۶ و سطح زیرکشت کم آبیاری ۷۴، ۱۲۹ و۱۶۴ است. پس از اعمال نمایشنامه‌ی کاهش آب دردسترس به میزان ۱۰ درصد، سطح زیرکشت آبیاری کامل به ترتیب به ۱۷۶، ۱۸۵ و ۲۷۰ هکتار کاهش و سطح زیرکشت کم‌آبیاری 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 دردسترس 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 دردسترس و افزایش قیمت، نشان داده شده است. در هر سه گروه، سیاستهای افزایش قیمت سطح زیرکشت محصولات را در حالات کم‌آبیاری ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌دهد.

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

محصول	کوچک	متوسط	بزرگ
ذرت۱	۷۹/۲	۹۷/۲	۱۴۷/۹
ذرت۲	۲۳/۸	۵۷/۸	۱۳۴/۸
ذرت۳			
گندم ۱	۶۲/۰	۱۳/۴	۵۱/۰
گندم ۲	۳/۴	۱۳/۵	۳/۳
گندم ۳	۴/۷		۵/۰
جو۱	۳۱/۳	۵۳/۰	۵۹/۰
جو۲	۲۵/۴		۱/۵
جو۳			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

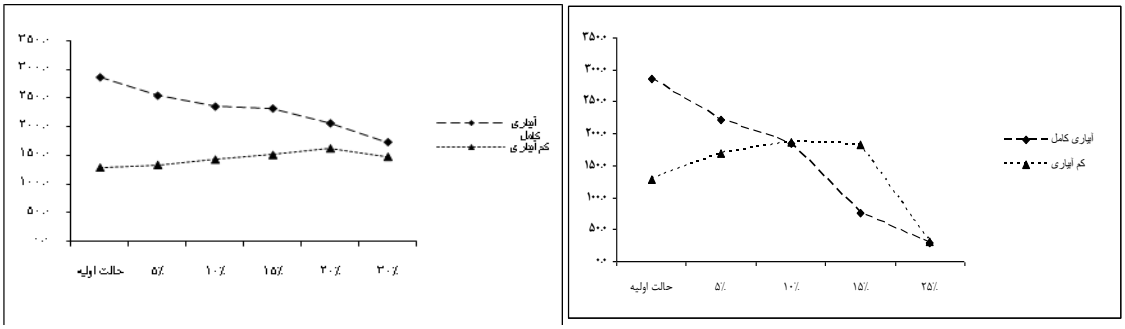
نمودار ۱و۲ :تغییر سطح زیرکشت مزارع کوچک (سیاست افزایش قیمت سمت چپ، کاهش آب درسترس سمت راست)

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

	حالت اولیه	درصد کاهش آب در دسترس				درصد افزایش قیمت			
محصول		٪۵	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۵	٪۵	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰	٪۳۰
ذرت۱	۷۹/۲	۶۰/۰	۴۹/۰	۴۳/۸	۲۴/۸	۶۴/۰	۵۸/۷	۴۷/۵	۳۴/۸	۴/۰
ذرت۲	۲۳/۸	۲۵/۰	۲۶/۰	۳۳/۸	۴/۸	۲۶/۰	۲۸/۰	۳۴/۸	۱۴/۸	۴/۰
ذرت۳			۷/۲	۹/۶			۷/۲	۹/۶		
گندم ۱	۶۲/۰	۵۹/۰	۵۷/۰	۴۰/۶		۵۹/۰	۵۷/۰	۴۰/۶		
گندم ۲	۳/۴	۴/۵	۶/۵			۵/۷	۷/۵			
گندم ۳	۴/۷	۵/۵	۷/۵			۶/۴	۸/۲			
جو۱	۳۱/۳	۲۹/۲	۲۸/۰	۱۷/۵	۱۰/۰	۳۰/۲	۲۸/۷	۲۰/۴	۱۴/۶	۷/۰
جو۲	۲۵/۴	۲۰/۹	۱۹/۰	۱۵/۵	۷/۵	۲۰/۹	۲۹/۰	۱۹/۵	۱۱/۵	۷/۰
جو۳			۶/۰	۷/۵			۶/۰	۷/۵		
چغندر قند ۱	۴۰/۰	۳۸/۰	۳۶/۰	۱۸/۱		۳۸/۸	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 ۳و۴: تغییر سطح زیرکشت مزارع متوسط (سیاست افزایش قیمت سمت چپ، کاهش آب درسترس سمت راست)



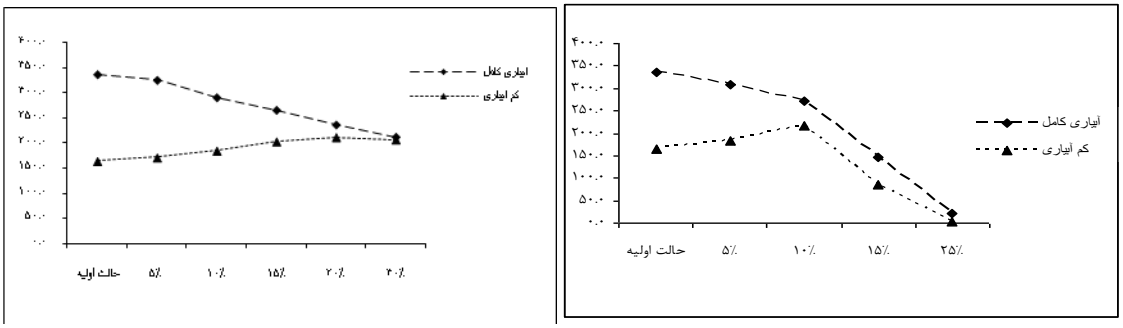
منبع: یافته‌های تحقیق

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

	حالت اولیه	درصد کاهش آب در دسترس					درصد افزایش قیمت			
محصول		٪۵	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۵	٪۵	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰	٪۳۰
ذرت۱	۹۷/۲	۶۴/۹	۵۳/۸	۳۸/۴	۱۴/۰	۶۶/۵	۶۶/۱	۶۵/۲	۶۴/۳	۶۳/۴
ذرت۲	۵۷/۸	۶۰/۱	۶۱/۲	۴۵/۳	۱۸/۶	۵۸/۵	۵۸/۹	۵۹/۸	۶۰/۷	۶۱/۶
ذرت۳		۱۲/۸	۱۷/۵							
گندم ۱	۱۳/۴	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
گندم ۳										
جو۱	۵۳/۰	۵۰/۱	۴۱/۴	۲۳/۰	۱۱/۱	۵۲/۰	۴۲/۴	۴۴/۳	۳۱/۰	۱۲/۰
جو۲							۴/۰	۶/۰	۱۲/۰	
جو۳		۱۳/۰	۱۷/۹	۲۳/۷			۳/۰	۵/۰	۷/۰	
چغندر قند ۱	۴۳/۵	۲۳/۱	۱۳/۵	۵/۶		۴۴/۵	۳۶/۶	۳۳/۷	۲۴/۱	۱۳/۹
چغندر قند ۲	۱۰/۵	۱۳/۲	۱۴/۰			۱۳/۵	۱۴/۶	۱۶/۴	۱۷/۱	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
سیب زمینی ۲	۲۳/۶	۲۸/۳	۳۱/۶	۵۷/۳	۵/۸	۲۴/۱	۲۴/۶	۲۵/۳	۲۶/۳	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
آبیاری کامل	۲۸۶/۰	۲۲۱/۰	۱۸۵/۰	۷۵/۲	۲۹/۵	۲۵۴/۲	۲۳۵/۳	۲۳۲/۰	۲۰۶/۳	۱۷۳/۸
کم آبیاری	۱۲۹/۰	۱۶۹/۲	۱۸۷/۳	۱۸۳/۶	۳۰/۲	۱۳۳/۸	۱۴۳/۳	۱۵۱/۴	۱۶۲/۹	۱۴۸/۳
کل زمین	۴۱۵/۰	۳۹۰/۲	۳۷۲/۳	۲۵۸/۸	۵۹/۷	۳۸۸/۰	۳۷۸/۶	۳۸۳/۴	۳۶۹/۲	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
درصد کم آبیاری	۳۱/۱	۴۳/۴	۵۰/۳	۷۰/۹	۵۰/۶	۳۴/۵	۳۷/۸	۳۹/۵	۴۴/۱	۴۶/۰

منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار ۵و۶: تغییر سطح زیرکشت مزارع بزرگ (سیاست افزایش قیمت سمت چپ، کاهش آب درسترس سمت راست)



منبع : یافته‌های تحقیق

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

	حالت اولیه	درصد کاهش آب در دسترس				درصد افزایش قیمت				
محصول		٪۵	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۵	٪۵	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰	٪۳۰
ذرت۱	۱۴۷/۹	۱۴۳/۷	۱۴۲/۲	۶۹/۱	۳/۱	۱۴۴/۴	۱۴۳/۲	۱۴۴/۲	۱۴۷/۷	۱۵۴/۶
ذرت۲	۱۳۴/۸	۱۳۹/۰	۱۴۰/۵	۶۸/۳	۳/۱	۱۳۹/۳	۱۳۴/۵	۱۳۸/۵	۱۳۵/۰	۱۲۸/۱
ذرت۳		۵/۰	۸/۰							
گندم ۱	۵۱/۰	۴۸/۰	۴۳/۰	۱۷/۲		۵۰/۰	۴۸/۰	۴۳/۰	۲۳/۰	۱۴/۰
گندم ۲	۳/۳	۵/۰	۶/۰	۲/۰		۴/۷	۷/۰	۸/۶	۹/۵	۱۱/۰
گندم ۳	۵/۰	۷/۰	۱۲/۰	۶/۶		۶/۰	۷/۴	۸/۷	۱۲/۰	
جو۱	۵۹/۰	۵۴/۰	۴۰/۰	۳۲/۰		۶۶/۰	۵۴/۰	۴۲/۰	۳۶/۰	۲۱/۰
جو۲	۱/۵	۳/۰	۶/۵			۴/۰	۷/۰	۱۰/۰	۱۱/۰	۱۳/۰
جو۳	۴/۰	۸/۰	۱۳/۰			۵/۰	۷/۰	۸/۰	۹/۰	۱۱/۰
چغندر قند ۱	۶۰/۶	۴۶/۰	۳۰/۷	۱۴/۱	۵/۷	۴۶/۶	۳۳/۴	۲۶/۵	۲۰/۸	۱۶/۶
چغندر قند ۲	۵/۳	۶/۱	۷/۵	۴/۱		۵/۳	۶/۳	۸/۲	۱۰/۴	۱۲/۲
چغندر قند ۳	۶/۲	۷/۴	۹/۸	۴/۱		۲/۳	۵/۴	۷/۳	۸/۱	۱۰/۲
سیب زمینی ۱	۱۸/۰	۱۶/۰	۱۵/۰	۱۴/۸	۱۱/۹	۱۸/۰	۱۲/۰	۱۰/۰	۹/۰	۶/۰
سیب زمینی ۲	۱/۰	۱/۲	۶/۵				۳/۰	۴/۷	۵/۶	۸/۸
سیب زمینی ۳	۳	۲/۱	۵/۵			۴/۷	۷/۰	۹/۱	۱۱/۰	۱۲/۴
آبیاری کامل	۳۳۶/۴	۳۰۷/۶	۲۷۰/۹	۱۴۷/۱	۲۰/۷	۳۲۵/۱	۲۹۰/۶	۲۶۵/۶	۲۳۶/۵	۲۱۲/۲
کم آبیاری	۱۶۴/۱	۱۸۳/۸	۲۱۵/۳	۸۵/۰	۳/۱	۱۷۱/۲	۱۸۴/۶	۲۰۳/۰	۲۱۱/۶	۲۰۶/۷
کل زمین	۵۰۰/۵	۴۹۱/۴	۴۸۶/۲	۲۳۲/۱	۲۳/۸	۴۹۶/۳	۴۷۵/۲	۴۶۸/۷	۴۴۸/۱	۴۱۸/۹
درصد آبیاری کامل	۶۷/۲	۶۲/۶	۵۵/۷	۶۳/۴	۸۶/۹	۶۵/۵	۶۱/۲	۵۶/۷	۵۲/۸	۵۰/۷
درصد کم آبیاری	۳۲/۸	۳۷/۴	۴۴/۳	۳۶/۶	۱۳/۱	۳۴/۵	۳۸/۸	۴۳/۳	۴۷/۲	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 دردسترس، ضمن کاهش میزان آب دردسترس، 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. آذرمسا، م.، م. فیاض.، و م. تطهیری. 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 چی۱۳۸۳. 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

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. صبوحی، 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. (۲۱)۱: 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 برنامه ریزی خطی بازه ای. 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 شبیه برنامه ریزی 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 تجن 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 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. Dopper, W., A.Z. Salman, E.K. Al-karablieh, 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.

24. Varela-Ortega, C., J.M. Sumpsi, A. Garrido, M. Blanco, and E. Iglesias. 1998. Water pricing policies, public decision making and farmers' response: implications for water policy. Agr. Econ. 19: 193-202.