بررسی تاثیر کاهش آب آبیاری و افزایش قیمت آب بر الگوی کشت با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی مثبت : مطالعه ی موردی شهرستان اقلید در استان فارس

فریبا قرقانی*[۱]-فردین بوستانی[۲]-غلامرضا سلطانی[۳]

تاریخ دریافت :۱۳۸۷/۱۱/۵ تاریخ پذیرش :۱۳۸۸/۱/۳۱

چکیده

در دهه های اخیر به دلیل بروز بحران آب ، بیشتر کشورها به اتخاذ سیاست های نو در مورد مدیریت تقاضای آب به جای مدیریت عرضه ی آب گرایش یافته اند . آب مهمترین عامل محدود کننده ی توسعه ی اقتصادی و نیز مهمترین نهاده ی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران است . هدف این پژوهش ، ارزیابی اثرات سیاست های گوناگون کاهش میزان آب مصرفی و افزایش قیمت هر مترمکعب آب بر الگوی کشت می باشد . داده های مورد مطالعه با مصاحبه ی حضوری در میان بهره برداران منتخب مناطق کشاورزی آسپاس و بکان شهرستان اقلید که دارای منابع آب زیرزمینی و سطحی می باشد ، بدست آمد . با انتخاب مزارع نمونه از راه

[1] کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت
[2] استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت
[3] استاد بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز
* نویسنده ی مسئول fariba6126@yahoo.com

نمونه گیری تصادفی ، محاسبه ی مدل برای هر دو ناحیه انجام شد . در این مطالعه اثر راههای گوناگون کاهش مصرف آب بر الگوی استفاده از آن و بازده ناخالص برآورد شد . یافته های مطالعه نشان داد که در مورد نخست ، با استفاده از الگوی برنامه ریزی ریاضی مثبت و تابع تولید با کشش جانشینی ثابت ، با اتخاذ سیاست کاهش در موجودی آب مصرفی ، الگوی کشت بهینه در سطح ۱۰٪ نسبت به حالت مبنا تغییری چندان نمی یابد . در مورد دوم ، دو برابر نمودن قیمت هر متر مکعب آب مصرفی در میزان مصرف آن تاثیری ندارد و الگوی بهینه بار دیگر همان مقادیر سال مبنا را تولید می کند.

واژه های کلیدی: آب سطحی و زیر زمینی ، برنامه ریزی ریاضی مثبت(PMP) ، تابع تولید کشش جانشینی ثابت

پیشگفتار

طی دو دهه ی گذشته ، به دلیل مجموع تغییر و تحولات در جمعیت ، اقلیم ، افزایش رفاه نسبی و ... ، میزان سرانه ی تجدیدپذیر آب کاهش و همچنین بحران آب افزایش یافته است . کمیابی آب به عنوان بحرانی رو به افزایش در بیشتر کشورهای در حال توسعه باعث شده تا مصرف خردمندانه ی منابع آبی و سیاست های مناسب آبیاری برای تشویق به حفظ و نگهداری آب اتخاذ شود . پژوهش سازمان بین المللی مدیریت منابع آب نشان داد که تا سال ۲۰۲۵ بسیاری از نواحی با مشکل کمبود آب شیرین رو به رو هستند (سکلر و همکاران ۱۹۹۸).

در افق ۱۴۰۰ جمعیت کشور ما به ۹۰ میلیون نفر خواهد رسید که ۷/۸میلیارد متر مکعب آب کشور در بخش شرب مصرف خواهد شد و در بخش‌های صنعت و معدن و کشاورزی به ترتیب ۲/۴میلیارد متر مکعب و ۱۰۳ میلیارد متر مکعب آب مصرف خواهد شد (اسدی و سلطانی ۱۳۷۹) . از سوی دیگر با وجود محدودیت منابع آب و توزیع نا مناسب زمانی و مکانی آن در کشور ، استفاده از این منابع با ارزش و غیرقابل جایگزین از کارآیی بهینه ای برخوردار نبوده و راندمان آن بسیار پایین است . میزان کارآیی مصرف آب در بخش کشاورزی نزدیک به ۳۰ تا ۳۷ درصد محاسبه شده است (جهاد کشاورزی فارس ۱۳۸۷).

در مدیریت تقاضای آب ، تلقی به عنوان کالای اقتصادی و با ارزش ، بهترین راه رسیدن به مصرف مناسب آب و مشوقی برای ذخیره و حفاظت از آن است (اسدی و سلطانی ۱۳۷۹). افزون بر رشد تقاضا برای آب و نبود ثبات فزاینده در عرضه ی آن ، آب قابل دسترس برای آبیاری

به گونه ی پیوسته در حال کاهش است . در بیشتر کشورها ، جایی که اراضی آبی نقشی مهم را ایفا می کنند ، کشاورزان پرداخت آب بهای ناچیز را حق خود می دانند (آب با هزینه ی پایین و صفر در باور کشاورزان توجیه شده است) این باور به گونه ی معمول در سیستم های سیاسی آنها منعکس می شود (محمود ابوزید،۲۰۰۲). با وجود آن که ، بخش کشاورزی (نزدیک به ۹۰ درصد) بزرگترین مصرف کننده ی منابع آب تجدید شونده ی کشورمان بوده است ، ولی متاسفانه تولیدات کشاورزی بدست آمده از آن پائین است . بنابراین ، هر گونه تلاشی برای صرفه جویی در مصرف آب در این بخش می تواند برای ما حیاتی باشد . (حیدری و همکاران ۱۳۸۵). با توجه به آمار و ارقام موجود و مطالعات انجام گرفته در ایران می توان گفت که آب کمیاب ترین عامل تولید محصولات کشاورزی است و توسعه ی بخش کشاورزی رابطه ای مستقیم با کمیت و کیفیت منابع آب و چگونگی مدیریت و استفاده از این منابع دارد (خلیلیان و موسوی ۱۳۸۴). یکی از عامل های اصلی و محدود کننده ی توسعه ی بخش کشاورزی ایران نهاده ی آب می باشد . چنان که اگر محدودیت آب وجود نداشت ، ۳۰ تا ۵۰ میلیون هکتار از اراضی کشور قابل کشت و زرع بود (میرزایی و ابریشمی ۱۳۸۶) . لذا مدیریت آب و استفاده ی درست از منابع آبی ، به لحاظ نقش کارآمد و حساسی که در توسعه ی پایدار کشورها دارد ، بایستی با برنامه ریزی اصولی صورت گیرد. از این رو ضرورت برنامه ریزی دقیق ، کنترل و مدیریت بهینه ی بهره برداری از آب به منظور ایجاد تعادل بین عرضه وتقاضا امری اجتناب ناپذیر است (کریم کشته و همکاران ۱۳۸۰). البته مصرف آب در بخش کشاورزی به سطح فناوری ، میزان آب قابل دسترس ، الگوی کشت و مقدار زمین مناسب کشت بستگی دارد.

استان فارس در تولید محصولات کشاورزی و شهرستان اقلید در تولید استراتژیک (گندم، کلزا و چغندرقند) از موقعیتی مستعد برخوردار است . این استان با واقع شدن در مناطق خشک و نیمه خشک کشور ، ۷۰ درصد بیشتر از سایر استان ها در معرض بحران آب است که این موضوع ضرورت بهینه سازی مصرف آب در بخش کشاورزی را مشخص می کند و از جمله مناطق خشک و نیمه خشک کشور است که بیش از ۹۰ درصد از آب بهره برداری شده در آن به مصرف کشاورزی می رسد که از این مقدار ۱۷ درصد از منابع سطحی و ۸۳ درصد از منابع زیرزمینی تامین می شود. این آمار بیانگر این واقعیت است که کشاورزی فارس بیشتر بر منابع زیرزمینی متکی است و از این راه فشار زیادی بر این منابع وارد می شود ، به گونه ای که میزان کاهش حجم سفره های آبرفتی سالانه بیش از ۲ میلیارد مترمکعب است که نشان از کاهش گسترده ی بیشتر سفره های آبرفتی استان دارد (جهاد کشاورزی فارس ۱۳۸۷) .

اهداف مطالعه

تحلیل الگوی فعلی بهره برداران.

۱. تعیین الگوی کشت تقریبا بهینه مبتنی بر تخصیص بهینه ی نهاده ی آب.
۲. تحلیل اثر افزایش قیمت و کاهش مقدار آب در دسترس بر الگوی کشت.

فرضیه های مطالعه

کشاورزان از راه تغییر در الگوی کشت می توانند درآمد خود را افزایش دهند.

۱. الگوی کشت بهره برداران بهینه نیست.
۲. اتخاذ سیاست آب آبیاری بر سطح زیرکشت ، ترکیب محصول ، فقر روستایی و انتخاب فناوری مناسب اثر می گذارد.

برای تحلیل سیاست های کشاورزی ، طیفی گسترده از مدل های ریاضی وجود دارد . در این پژوهش ، از مدل های برنامه ریزی ریاضی در سطح مزرعه استفاده شده که قادر به ایجاد داده ی واقعی سال مبنا بوده و برنامه ریزی ریاضی مثبت(PMP)[1] نامیده می شود (هویت،۱۹۹۵).

هی و همکاران (۲۰۰۵) ، در بررسی خود گزینه های گوناگون سیاستگذاری جهت قیمت گذاری که می تواند به بهبود تخصیص آب آبیاری منجر شود را نشان می دهند . آنها چهارچوبی تجربی جهت مقایسه ی سیاست های آبیاری برای تخصیص آب کمیاب به تولیدات کشاورزی در مصر و مراکش ارائه دادند و مدل های تعادل جزیی برای آزمون سیاست ها به کار برده شد . آنان از برنامه ریزی ریاضی مثبت (PMP) استفاده کرده و سیاست های قیمت گذاری آب ، مالیات بر نهاده ی مکمل و مالیات ستاده را مقایسه نمودند . نتایج بررسی نشان داد که سیاست موثر به عوامل جتماعی ، اقتصادی و محیطی مناطق بستگی دارد . نتایج هر دو کشور نشان می دهد که سیاست های آبیاری در راستای هدایت کشاورزان به کشت محصولات با نیاز آبی کم و در شرایطی که دولت نمی تواند آب را قیمت گذاری کند ، می تواند موثر واقع شود.

آرفینی(۲۰۰۱)، هدفش را فراهم آوردن داده هایی در مورد پیشرفت مدل برنامه ریزی ریاضی برای تحلیل رفتار تولید کنندگان مزارع تحت سیاست کشاورزی مشترک اتحادیه ی اروپا عنوان می کند . او به گونه ی مفصل تکامل تدریجی برنامه ریزی ریاضی را ارائه می دهد و چگونگی کاربرد روش خود را در سطوح گوناگون (مناطق یا بخش ها) برای سیاست های اصلی

[1] Positive Mathematical Programming

CAP [1]نشان می دهد . این تکامل با ضرورت استفاده از گروهی نوین از مدل های تعادل ، عرضه و PMP نشان داده می شود .

تورس و همکاران(۲۰۰۷) ، در مقاله شان نتایج ابتدایی هدف پژوهش ، جهت پـر کـردن شکاف های علمی با توسعه ی مدل هیدرولوژی و مدل اقتصادی کشاورزی در ناحیه ی نیمه آبخیز حوزه ی رودخانه سائو فرانسیسکو در برزیل را گزارش کردند . در سطح مزرعه ، مدل برنامـه ریـزی ریاضی مثبت مستعد تطبیق با داده های گسترده مربوط به ویژگی های اندازه ی مزرعه و کـشاورز به منظور پیش بینی اثرات گزینه های سیاست آب و الگوهای مصرف آب بر تولید کـشاورزی بـسط داده می شود . این پژوهـشگران بـه تخمـین و تعریـف واضـح تفـاوت هزینـه هـای متغیـر(شـامل هزینه های انرژی برق و نیروی کار) و هزینه های سرمایه ی آب سطحی و زیرزمینی که بـه عنـوان جانشین کامل برای آبیاری لحاظ می شوند ، توجهی ویژه می کننـد. قیمـت هـای سـایه ای بـرای نهاده های غیر بـازاری (زمـین ، نیـروی کـار خـانوادگی و آب) در نخـستین مرحلـه ی پروسـه ی مدل سازی برآورد می شوند . روش های اثباتی هر دو مدل ارائه و آزمون می گردد . مدل اقتصادی با اثرات افزایش کمبود آب بر سطح زیر کشت ، ترکیب محـصول ، ترکیـب نهـاده و منـافع مزرعـه ارزیابی می شوند و مدل هیدرولوژی کاربرد دو منبع آب آبیاری را به منظور اثبات اثرات هر یک بـر جریان های آب سطحی و کمبود آن و بر آب زیرزمینی و عمق چـاه بـه کـار مـی گیـرد کـه درآن مدل ها با هم مرتبط نشده اند.

شایان ذکر است که در بیشتر مطالعاتی که تا کنون در ایران در ایـن زمینـه انجـام شـده است ، به دلیل فاصله ی بین پاسخ های بهینه و الگوهای کشت موجود ، اثر تغییـر قیمـت و سـایر سیاست ها را به درستی نشان نمی دهد . به بیان دیگر مـدل هـای هنجـاری (NMP)[۲] بـه دلیـل فاصله ی بین پاسخ های بهینه و الگوهای کشت موجود ، واکنش کشاورزان نسبت به سیاست هـای اتخاذ شده را از لحاظ عملی به درستی نشان نمی دهد . لذا تحلیل سیاست بر اساس این مـدل هـا در حالت کلی قابل قبول نیست . صبوحی و همکاران (۱۳۸۶) بـا اسـتفاده از الگـوی برنامـه ریـزی ریاضی مثبت تاثیر تغییر قیمت آب و کاهش مقدار آب در دسترس بر منافع خصوصی و اجتماعی را در استان خراسان مورد بررسی قرار داده اند . نتایج این مطالعه نشان می دهـد کـه کـشاورزان بـه افزایش قیمت آب آبیاری از راه تغییر الگوی کشت خود پاسخ می دهند و در نتیجه افزایش قیمـت آب آبیاری الزاما به کاهش مصرف آن در سطح مزرعه منجر نمی شود.

[1] Common Agricultural Policy
[2] Normative Mathematical programming

روش پژوهش

در این پژوهش برای تحلیل سیاست از الگوی برنامه ریزی ریاضی مثبت استفاده شده است زیرا در مدل های برنامه ریزی ریاضی مثبت برخلاف مدل های هنجاری ، برخی از پارامترها تعدیل یافته اند که به گونه ی دقیق بتوانند حالت پایه ی مفروض را بازسازی کنند . از آنجا که این نوع مدل ها داده ی فعلی را بازسازی می کنند ، روش مثبت (واقعی) نامیده می شوند . هدف عمده این نوع مدل ها ، بیان واکنش های تولید کنندگان به تغییرات خارجی که سیاستگذاران را به مدل های PMP علاقمند نموده است ، می باشد . بحث اصلی برای ساختن مدل های PMP افزایش اطمینان با اجتناب از تفاوت بین موقعیت پایه ی فعلی و موقعیت پایه ی شبیه سازی و نیز بازسازی رفتار کشاورزان در محیط ویژه ی آنها براساس داده های کمی می باشد که در فرایند تصمیم مزرعه (استفاده زمین و مقدار تولید) موجود هستند . در این پژوهش ، کالیبراسیون MP با تعمیم روش PMP اصلی (هویت،a۱۹۹۵) که هنوز گسترده ترین روش کاربردی برای کالیبراسیون یک مدل MP می باشد ، مورد نظر است . مطالعات گوناگونی در این باره در مقاله های هکلی و بریتز (۲۰۰۵) و هنری دی فرهان و همکاران (۲۰۰۵) می توان یافت.

پیش از این پژوهشگران ، دِی (۱۹۶۱)تلاش کرد تا با وضع کران بالاتر و پایین تر به سطوح تولید قیدها را واقعی تر فراهم نماید . مک کارل (۱۹۸۲) تجزیه ی متدلوژی به تطبیق دادن برنامه های تعادل بخشی و سطح مزرعه را پیشنهاد کرد . هر دو روش به داده ی اضافی در سطح خرد نیاز دارد و در محدودیت های کالیبره متاثر از واکنش های سیاست نتیجه می دهد.

قیود مربوطه بایستی بر مبنای منطق اقتصادی و روش محیطی که تحت تولید کشاورزی فعالیت می کنند ، باشد . مسائل کالیبره که محدودیت های نهاده های قابل تخصیص را نشان می دهند ، متداول هستند . هنگامی که ماتریس پایه ی مبنا مرتبه ای کمتر از تعداد مشاهدات فعالیت های سال پایه دارد ، نتیجه ی حل بهینه همانند مدل NMP از بیش تخصصی فعالیت های تولیدی در مقایسه با سال مبنا متاثر خواهد بود.

در معادله های کالیبراسیون بایستی داده ی تجربی کافی با درجه ی آزادی صفر جمع آوری شوند . بیشتر در عمل، موجود بودن داده ی مورد نیاز برای استفاده از فرضیه های دیگر نتیجه ی کافی بدست نمی دهد . نویسندگان متعددی انواع گوناگون فرضیه ها را ارائه کرده اند . در اصل ، تا به حال کاربردی ترین نسخهPMP (هویت،a ۱۹۹۵)، در مرحله ی نخست از مدل MP افزوده شده با قید کالیبره و با اختصاص ارزش های دوگانه از محدودیت مدل به کار می گیرد . این روش خالی از ایراد نمی باشد به همین منظور برای مرور تفاوت های روش اصلی هویت(a۱۹۹۵) به مقاله ی هنری دی فرهان و همکاران (۲۰۰۵) رجوع می کنیم . به جای گرفتن

بالاترین مقدار ممکن برای مقـادیر دوگانـه محـدودیت هـای منبـع ، سـایر نویـسندگان (جـادز و همکاران ، ۲۰۰۱؛هکلی و بریتز،۲۰۰۵؛ هنری دی فرهـان و همکـاران، ۲۰۰۵) کـاربرد بـه میـزان ممکن داده های موجود درباره ی قیمت های قیود نهاده بـه عنـوان نماینـده هـایی بـرای مقـادیر دوگانه پیشنهاد می کند .

همان گونه که ذکر شد ، مدل PMP در معادله های کالیبراسیون درجـات آزادی صـفر نیاز دارد . در نتیجه ، میزان داده هایی که باید فراهم شود ، خیلی بالاست یا تعداد پارامترهایی که می تواند تعیین شود ، هنگام کالیبراسیون محدود است . بـه دلیـل محـدودیت تعـداد پارامترهـا ، مدل های PMP به گونـه ی معمـول فـرم تـابعی خیلـی سـاده دارنـد . در هنگـام مـدل سـازی سیاست های کشاورزی ، تعداد پارامترها و فرم تابعی به منظور کنترل گروه کشاورزان و چگـونگی رفتار سیستم اغلب خیلی محدود کننده اند . با وجود ایـن محـدودیت هـای PMP ، روش هـای نوین به منظور پاسخ به انتقادهای PMP و بهبود بخشیدن مدل های تحلیـل سیاسـت گـسترش یافته اند و تحلیل سیاسـت کـشاورزی ، محیطـی و اسـتفاده از زمـین بـر اسـاس شـرایط محلـی امکان پذیر می شود . به نظر می رسد که برنامه ریزی اقتصاد سنجی راهی بهینه در اصـلاح طـرز کار روش مدل سازی چند تابعی باشد.

نخستین شرط برای ایجاد یک مدل PMP تعریف صحیح مدل می باشد . تعریف مـدل شامل انتخاب فرم تابع هدف و قیود و تعریف متغیرهای درونزا ، برونزا و پارامترهـایی کـه کـالیبره می شوند ، می باشد . همان گونه که از مرحله ی نخست مدل شبیه سازی نهایی بـه یـاد داریـم ، شرایط بهینه سازی برای کالیبره مدل مشتق می شوند . هر دو شـرایط لازم و کـافی بـرای بهینـه بایستی اجرا شوند . برای مدل های MP با تابع هـدف غیرخطـی و محـدودیت هـای خطـی ، در اصطلاح شرایط کان-تاکر شرایط لازم را به وجود می آورد . افزون بر این ، شرایط کان-تاکر بـرای مسئله ی بیشینه سازی نیز کافی هستند . اگر تابع هدف نیمه مقعر با قیود نیمه محدب باشد ، یا برای مسئله ی کمینه سازی اگر تابع هدف نیمه محدب با قیود نیمـه مقعـر باشـد(میلـز،۱۹۸۴) . بنابراین شرایط کان-تاکر مجموعه معادله های کالیبراسیون را تشکیل می دهد.

به منظور تفهیم بیشتر موضوع از ساده تـرین مجموعـه داده ای ممکـن اسـتفاده خواهـد شد . جانشینی بین نهاده ها در تولید ستاده هـا بـا اسـتفاده از تـابع تولیـد CES معمـولی جـایز می داند که جا به جایی عبارت خطی با محاسبه نمودن برای فرایند تکنیکی در پـیش بینـی بکـار گرفته شود . فرایند کالیبراسیون CES روش سه مرحله ای را بکار می گیرد . برنامه ی خطی مقید برای مرحله ی نخست اختصاص می یابد . در مرحله ی دوم ، تولید منطقه ای و پارامترهای هزینه مدل CES غیرخطی را به داده ی سال مبنا کالیبره می کند که از نتایج عددی برنامه ریز ی خطی

مشتق می شود . قیدهای سیاست و منبع که داده ی تجربی بازتاب می کند نیز در فرایند کالیبراسیون شامل می شوند . مرحله ی سوم مدل با تابع هدف غیر خطی تعیین می شود که توابع هدف غیرخطی و هزینه های زمین PMP را ترکیب می کند . مدل CES نیز قیدهای سیاست و منبع را دارد (هویت،۱۹۹۵b).

روش PMP استاندارد، عبارت مثبت توصیف شده همچون در اقتصاد سنجی اشاره می کند که پارامترهای تابع هدف غیرخطی از رفتار اقتصادی منتج می شوند با فرض خردمندانه بودن تمامی شرایط مشاهده ها و نامشاهده های مفروض که سطوح فعالیت مشاهده شده را تولید می کند . تفاوت اصلی با اقتصاد سنجی این است که PMP به مجموعه ای از مشاهده ها نیاز ندارد جهت معلوم نمودن رفتار اقتصادی ، به عنوان یک مانعی که PMP را از استنتاج و آزمون های اعتبار سنجی[1] رها می کند . روشPMP تعریف شده توسط هویت(۱۹۹۵)، از سه مرحله پیروی می کند:

مرحله ی نخست ، به گونه ی معمول شامل یک مدل MP ، ولی با اضافه کردن سری قیود منابع محدود یک سری قیود کالیبره که فعالیت هایی به سطوح مشاهده شده ی دوره ی مبنا محدود می کند.

$$\begin{aligned} &Maximise \quad Z = pX - cX \\ &Subject \quad to: \quad AX \le b \quad [\lambda] \\ &\qquad\qquad X \le X_0 + \varepsilon \quad [\rho] \\ &\qquad\qquad X \ge 0 \end{aligned} \qquad (۱)$$

Z تابع هدف،

p بردار (n*1) قیمت های تولید،

X بردار غیرمنفی (n * 1) فعالیت های تولید،

c بردار (n * 1) هزینه های حسابداری هر واحد نهاده،

A ماتریس (m * n) ضرایب در محدودیت ها،

b بردار (m * 1) سطوح موجودی منبع،

X_0 بردار غیر منفی (n * 1) سطوح فعالیت مشاهده شده،

ε بردار (n * 1) اعداد مثبت کوچک (۰/۰۰۱ یا ۰/۰۰۰۱) برای جلوگیری از وابستگی خطی بین قیود ساختاری(1a) و قیود کالیبره(1b).

[1] Validation Test

λ بردار $(m * 1)$ مقادیر دوگانه ی مربوط به محدودیت های منبع تخصیص پذیر ،

ρ بردار $(n * 1)$ مقادیر دوگانه ی مربوط به قیود کالیبره.

با فرض این که همه ی فعالیت ها دقیقا مثبت هستند و همه ی محدودیت های منبع قابل تخصیص محدود می شوند ، در حل بهینه ، شرط های مشتق مرتبه ی نخست مدل (۱) مقادیر دوگانه را در زیر فراهم می کند (هکلی و والف،۲۰۰۳).

مرحله دوم ، PMP کاربرد این مقادیر دوگانه را برای کالیبره نمودن پارامترهای تابع هدف غیرخطی در بر می گیرد . معمولا کالیبره نمودن پارامترهای متغیر تابع هزینه C^v که نوعی فرم تابعی درجه ی دو چند محصولی دارد ، هرچند ، ثابت نگهداشتن متغیر قیمت های نهاده در سطح بازار مشاهده شده بر اساس زیر باشد:

$$C^v(x) = \alpha X + X\beta X / 2 \qquad (۲)$$

که پارامترهای تابع هزینه:

α ، بردار $(n * 1)$ حاصل تفاضل قیمتهای هزینه نهاده ها از مقادیر دوگانه نهاده زمین

β ، ماتریس$(n * n)$ نیمه معین مثبت، متقارن حاصل دوبرابر نمودن مقادیر دوگانه تقسیم بر مقادیر نهاده ها.

که بردارα و ماتریس β پارامترهای تابع هزینه غیرخطی درجه دو می باشند.

فرم های تابعی دیگری امکان پذیرند ، تابع تولید کشش جانشینی ثابت(CES)[1] (هویت،b۱۹۹۵) که در مرحله ی سوم در مقدار درآمد که حاصلضرب تولید محصول در ارزش آن است ، استفاده می شود.

مرحله سوم ، PMP تابع هدف غیرخطی کالیبره شده را در مسئله ی برنامه ریزی غیرخطی مشابه همان قیود اصلی به جز برای قیود کالیبره استفاده می کند . این مدل غیرخطی کالیبره شامل انتخاب فعالیت غیرخطی تابع هزینه یا عملکرد منتج شده در مرحله ی قبلی می باشد و سطوح فعالیت مشاهده و مقادیر دوگانه ی اصلی قیود منبع محدود شده را دقیقا تولید می کند . مدل PMP زیر برای شبیه سازی بدست می آید.

$$Maximise Z = (p - c)X - C^v(x) \qquad (۳)$$
$$Subject \quad to: Ax \le b \qquad [\lambda]$$
$$X \ge 0$$

[1] Constant Elasticity of Substitution

$$X = \alpha(\beta_1 x_\gamma^\gamma + \beta_2^\gamma x_2 + \beta_3^\gamma x_3)^{\frac{1}{\gamma}}$$
$$\gamma = \frac{\sigma - 1}{\sigma}^{1} \qquad (۴)$$
$$\sum \beta_i = 1$$

تابع تولید CES با یک ستاده ، سه نهاده و بازده ثابت نسبت به مقیاس ، مانند زیر تعریف شده است و نیز پارامترهای این تابع نشان داده شده اند(σ = مقدار کشش جانشینی از قبل تعیین شده(۰/۷). با مشتق گیری مرتبه ی اول ، از تابع تولید بر حسب نهاده ها مقادیر پارامترها بدست می آید .

$$\beta_2 = \beta_1 \frac{\omega_2}{\omega_1}(\frac{x_1}{x_2})^{\frac{-1}{\sigma}}$$
$$\beta_3 = \beta_1 \frac{\omega_3}{\omega_1}(\frac{x_1}{x_3})^{\frac{-1}{\sigma}} \qquad (۵)$$
$$\beta_3 = 1 - \beta_1 - \beta_2$$
$$\alpha = \frac{\bar{y}\,\bar{x}_1}{(\beta_1 x_1^\gamma + \beta_2 x_2^\gamma + \beta_3 x_3^\gamma)^{\frac{1}{\gamma}}}$$

این روش کالیبره می تواند در سطوح مزرعه ، منطقه و بخش بکار گرفته شود .سپس شبیه سازی ها بر مدل های PMP انفرادی می تواند اجرا شود و نتایج شبیه سازی در مرحله ی سوم ارائه می شود . لازم به یادآوری است که کشش جانشینی بین نهاده ها (σ) در این تابع بر اساس مطالعات پیشین (هویت،۲۰۰۵) رقمی بین (۰/۵-۰/۹)است که معادل ۰/۷ در نظر گرفته شده است . مقادیر تولید بدست آمده از تابع تولید با کشش جانشینی در مرحله ی سوم تابع غیرخطی استفاده می شود و درآمد خالص تابع هدف را نتیجه می دهد.

با استفاده از نمونه گیری تصادفی در چارچوب دو گروه استفاده کننده از آب سطحی و آب زیرزمینی و مصاحبه ی حضوری از کشاورزان دو دشت آسپاس و بکان شهرستان اقلید داده های آماری در سال زراعی(۸۷-۱۳۸۶) جمع آوری شد . این شهرستان از لحاظ کشاورزی

[1] if γ=1 ,Perfect Substitution
if γ=-∞ ,no Substitution
if γ=0 ,Unit Elasticity of Substitution (Cobb-Douglas Production Function)

محصولات زراعی و منابع آب زیر زمینی و سطحی مستعد می باشد . نهاده های مورد استفاده آب ، سرمایه (کود،سم و بذر)، نیروی کار و زمین (هزینه ماشین آلات) هستند و محصولات گندم ، لوبیا ، کلزا و چغندرقنده به گونه ی عمده در هر دو منطقه کشت می شوند . از لحاظ کشاورزی و نوع سیستم آبیاری کرتی هردو منطقه همگن هستند .

نتایج و بحث

محصولات با آبیاری سطحی با شماره ی ۱ و محصولات با آبیاری زیر زمینی با شماره ی ۲ مشخص شده اند . آب مصرفی کلزا و گندم بیشتر آب زیرزمینی و لوبیا و چغندرقند آب سطحی می باشد . در ابتدا نتایج بدست آمده از حل مدل و سپس اثرات اتخاذ سیاست برالگوی کشت و تخصیص نهاده ها نشان داده می شود . همان گونه که پیشتر اشاره شد ، مدل PMP قادر به تولید دوباره ی مقادیر سال پایه است . این مزیت در اتخاذ سیاست کمک می کند تا کشاورز بتواند بر اساس الگوی واقعی سال پایه به الگوی بهینه دست یابد.

همان گونه که در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است ، مقادیر سال پایه بر مقادیر بدست آمده از الگوی بهینه ی بدست آمده از PMP منطبق است . به این ترتیب می توانیم مورد هایی را در ارتباط با الگوی کشت و تخصیص نهاده ی محصولات منطقه اعمال نماییم . مورد های اعمال شده در مقایسه با عملکرد آبیاری سطحی و زیر زمینی در جدول های زیر نشان داده شده است که به تحلیل هریک خواهیم پرداخت.

جدول ۲ نشان می دهد مدل توانسته است به خوبی بر داده های سال مبنا تطبیق شود. بر اساس محاسبه ی مدل ، ارزش تابع هدف (بازده خالص) بدست آمده از مرحله ی نخست (LP) معادل ۱۰۴۴ میلیون ریال و در مرحله ی سوم (NLP) معادل ۱۰۴۳ میلیون ریال بدست آمده است که این اختلاف مقدار درآمد خالص ، (کاهش درآمد در مرحله ی سوم نسبت به مرحله ی نخست) نشان می دهد که PMP هزینه های دیگر که ذکر نشده را در تابع هزینه ی درجه ی دوم اعمال می کند . افزایش هزینه به دلیل مدیریت محدود یا ظرفیت ماشین آلات می باشد ، بنابراین از میزان ارزش تابع هدف کاسته می شود . سپس هدف اصلی مدل که اتخاذ سیاست ها در رابطه با کاهش مصرف نهاده ی آب و افزایش قیمت این نهاده است ، در مرحله ی سوم در محدودیت های مدل شبیه سازی می شود.

حالت نخست : کاهش موجودی آب مصرفی در چارچوب سیاست های ۱۰ ، ۲۰ ،۳۰ و ۵۰ درصد . این مورد ها در مرحله ی سوم مدل در موجودی قید ناشی از میزان آب مصرفی اعمال می شود . نتایج این حالت ها در جدول ۲ آورده شده است .

با مشاهده ی نمودار (۱)، سیاست ۱۰ درصد کاهش در موجودی آب مصرفی : کلزا (۱) ، کلزا (۲) و گندم (۱) تغییراتی در سطح زیر کشت و سایر نهاده ها بدست نیامده است ، ولی سطح زیر کشت گندم (۲) از ۷ هکتار به ۵/۹۰۴ کاسته شده و به همان میزان از نهاده های آب ، سرمایه و نیروی کار کم شده است . در چغندرقند(۱) از ۸ هکتار به ۴/۶۰۵ هکتار کاهش یافته ، ولی میزان چغندرقند (۲) به ۳/۰۹۹ هکتار افزایش یافته و سطح زیرکشت لوبیا (۱) و (۲) تغییری نکرده است . گفتنی است که نیاز آبی گندم (۲) از گندم (۱) بیشتر و چغندرقند (۱) بیشتر از چغندرقند (۲) است ، با سیاست کاهش ۱۰ درصد موجودی آب بر میزان سطح زیرکشت گندم آب زیرزمینی و چغندرقند آب سطحی اثر شایان توجهی می گذارد ، ولی بر سایر محصولات اثر چندانی ندارد . همان گونه که ملاحظه می شود ، درآمد خالص منطقه از۱۰۴۳ میلیون ریال به ۹۶۲ میلیلون ریال کاهش می یابد .

سیاست ۲۰ درصد کاهش در موجودی آب مصرفی : سیاست کاهش ۲۰ درصد در موجودی آب همانند سیاست کاهش ۱۰ درصد عمل می کند . از میزان سطح زیر کشت گندم (۲) و چغندرقند(۱) کم می شود و ارزش تابع هدف به ۸۸۲ میلیون ریال کاهش می یابد . محصولات کلزا و لوبیا از قدرت عملکرد بالایی در مدل برخودارند . همان گونه که در بالا ذکر شد ، با توجه به نیاز آبی دو محصول چغندرقند(۱) و گندم(۲) ، هرچه از میزان نیاز آبی این دو محصول کاسته شود ، اثر شایان توجهی بر سطح زیرکشت خواهد گذاشت و بر سطح زیر کشت چغندرقند (۲) از ۲ هکتار به ۴/۶۱۴ هکتار می افزاید .

با اعمال سیاست ۳۰ درصد کاهش در موجودی آب مصرفی ، از سطح زیرکشت کلزا (۱) ، گندم (۱) ، گندم (۲) و لوبیا (۱) کاسته شده و چغندرقند(۱) از مدل حذف می شود و سطح زیر کشت کلزا و لوبیای آب زیرزمینی تغییر نمی کند و به تبع کاهش سطح زیر کشت میزان درآمد خالص نیز کاهش می یابد.

سیاست ۵۰ درصد کاهش در موجودی آب مصرفی : اتخاذ این سیاست باعث حذف شدن محصول گندم (۲) و چغندرقند (۱) از مدل بهینه شده و از سطح زیر کشت و عملکرد سایر محصولات به جز چغندرقند (۲) می کاهد . همان گونه که در جداول نشان داده شد ، محصولات لوبیا و کلزا در تمامی سیاست ها از پایداری شایان توجهی برخودار هستند.

حالت دوم: در ارزیابی سیاست های مربوط به مدیریت تقاضای آب افـزون بـر مقـدار آب مصرفی توجه به قیمت آن نیز اهمیت می یابد . در حالت دوم قیمت هر متر مکعب آب شبیه سازی می شود و اثرات افزایش قیمت هر متر مکعب آب بر درآمد خالص کشاورز نیز بررسی می شود .

در جدول ۳ با دو برابر نمودن قیمت هر متر مکعب آب مصرفی در میزان سطح زیرکشت محصولات تغییری بدست نیامد ، ولـی ارزش تـابع هـدف بـه دلیـل افـزایش میـانگین هزینـه هـا به۱۰۴۳/۸۸۳ میلیون ریال کاهش می یابد . گفتنی اسـت کـه تمایـل بـه پرداخـت کـشاورزان در استفاده از آب چاه ۲۹ تومان برآورد شده است در حالی که کشاورزانی که از آب سـطحی اسـتفاده می کنند ، هزینه ای بابت استفاده از آن به دلیل مالکیت زمین و آب پرداخت نمـی کننـد . تغییـر قیمت آب به این مقدار در میزان مصرف آن تاثیری زیاد ندارد . البته این هزینه بـه سـه برابـر نیـز افزایش داده شد و درآمد خالص به مقدار ۱۰۴۳/۸۸۲میلیون ریال کاهش یافت.

با افزایش قیمت آب از ۲۹ تومان به ۶۰ تومان و سـپس بـه ۹۰ تومـان (معـادل افـزایش هزینه ی نهاده ی آب به ازای هر مترمکعب آب مصرفی) میزان درآمد تغییر قابل محسوسی نکـرده به دلیل این که افزایش هزینه ی این نهاده رقم ناچیزی است و مقادیر بدست آمـده از حـل بهینـه نسبت به مقادیر سال پایه تغییرنکرده است . این افزایش قیمت در راسـتای اجـرای سـرمایه هـای مربوط به انتقال آب و روش آبیاری در سـطح مزرعـه مـی توانـد مفیـد واقـع شـود ، البتـه منـافع کشاورزان نیز بایستی در نظر گرفته شود .

نتیجه گیری و پیشنهادها

از آنجایی که که نهاده ی آب مهمترین نهاده ی بخش کشاورزی است و بیشترین میـزان مصرف را نسبت به سایر بخش ها به خود اختصاص داده است ، مـدیریت تقاضـای آب کـشاورزی ، بویژه در استان فارس که اختلاف زیـادی در عرضـه و تقاضـای آب مـشاهده مـی شـود ، ضـرورتی اجتناب ناپذیراست . منطقه ی اقلید از جمله نقـاط مـستعد کـشاورزی اسـت و تولیـد محـصولات استراتژیک از جمله گندم ، کلزا ، چغندرقند محصولات عمده ی این منطقه را در بر می گیـرد . در این منطقه اختلاف زیادی بین منابع آبی و زمین های کشاورزی وجود دارد . هرچند از لحاظ منابع آب سطحی و زیرزمینی غنی می باشد و بیشتر کشاورزان آن همان روش های آبیاری سنتی پدران خویش را دنبال می کنند ، اما خشکسالی در سال زراعی (۸۷-۱۳۸۶) هشدار جدی برای کشاورزان است که خطر بحران کم آبی را برای سال های آتی خاطر نشان می کند . بهره برداری بـیش ازحـد کشاورزان از منابع آب سطحی و زیرزمینی ، عدم مدیریت در شیوه ی آبیـاری و هـدایت صـحیح و

عدم اتلاف آن در چنین مناطقی همواره خطر کم آبی را تشدید می کند و ضرورت استفاده از روش های بهینه ی مصرف آب ، مدیریت صحیح آبیاری و همچنین اتخاذ سیاست های مناسب را برای استفاده از منابع آب سطحی و زیرزمینی آشکار می سازد.

نتایج بدست آمده از محاسبه ی مدل و اتخاذ سیاست ها در دو حالت گوناگون سطح موجودی آب مصرفی و قیمت هر متر مکعب آب نشان داد که می توان تنها با ۱۰ درصد صرفه جویی در مصرف آب به ترکیب بهینه ی الگوی کشت مشابه با داده ی واقعی در سطح مزرعه دست یافت بدون این که زیان های زیادی بر کشاورزان وارد شود . با افزایش قیمت هر متر مکعب آب به دو برابر تغییر ی محسوس در الگوی کشت بهینه و درآمد کشاورزان ایجاد نگردید . سیاست های بیشتر از ۱۰ درصد ، بر کاهش در میزان موجودی آب آبیاری ، کمبود آب بر سطح زیرکشت ، ترکیب محصول ، ترکیب نهاده و منافع مزرعه اثر می گذارد . استفاده از روش هایی که بتواند راندمان انتقال آب آبیاری را به بیشینه برساند و از هدرروی آب ، این منبع با ارزش ، جلوگیری کند ، پیشنهاد می گردد.

در رابطه با این که چگونه با تغییر در قیمت و مقدار آب موجود می توان استفاده بهینه را نمود ، پیشنهادهایی ارائه و اثرات اقتصادی ، اجتماعی و محیطی عنوان شده است .

۱. اتخاذ سیاست های مناسب قیمت گذاری آب از جمله مالیات بر هر واحد نهاده و بکارگیری عواید آن در پیاده نمودن روش های نوین آبیاری با راندمان بالا در مزرعه همراه با در نظر گرفتن منافع کشاورز.
۲. پیاده نمودن روش های کاهش آب مصرفی با بکارگیری فناوری های نوین آبیاری به منظور بالابردن راندمان آبیاری از ۳۷ درصد به ۹۰ درصد به جای روش های آبیاری ثقلی(کرتی و غرقابی).
۳. اجرای هر چه سریع تر سیاست های مربوط به صرفه جویی در میزان آب مصرفی با توجه به بحران کم آبی در سال های اخیر در جهت افزایش درآمد کشاورز و کاهش فقر .

منابع

۱. اسدی ه . سلطانی غ ، ۱۳۷۹. بررسی واکنش مصرف کنندگان آب خانگی و کشاورزی نسبت به نرخ آب. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*. ۸ (۳۲) :۱۸۵-۱۶۷.

۲. حیدری ن، قدمی ع ، کانونی الف ، ۱۳۸۵. کارایی مصرف آب محصولات زراعی مناطق مختلف کشور (مناطق کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان). اولین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی.

۳. خلیلیان ص . موسوی ح . ۱۳۸۴. ارزیابی آثار ریسکی کاربرد سیستمهای آبیاری تحت فشار، مطالعه موردی شهرستان شهرکرد. *ویژه نامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*.۱۳: ۸-۳.

۴. سازمان جهاد کشاورزی فارس . ۱۳۸۷. آمار و اطلاعات GIS.

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

۶. کریم کشته م . کوپاهی م . کیمیا ا . ۱۳۸۰. استفاده بهینه از آب رودخانه سیستان (مطالعه موردی بخش شیب آب)، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*. سال نهم، شماره۱۹۷-۳۵:۲۲۱.

۷. میرزایی ح . ابریشمی ح . ۱۳۸۶. نقش آب در توسعه. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، مشهد.

8. Arfini F .2001. Mathematical Programming Models Employed in the Analysis of the Common Agriculture Policy. INEA, Working Paper N.9, Edizioni Scientifiche Italiane: 79-125.
9. Day R.H.1961. Recursive Programming and the Production of Supply." Agricultural Supply Functions. Heady et al., eds. Iowa State University Press.
10. He L, Tyner W, Doukkali R and Siam G.2005. Strategic policy options to improve irrigation water allocation efficiency: Analysis of Egypt and Morocco. Selected paper prepared for presenting at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting. July 24-27.
11. Heckelei T, Britz W. 2005. Models Based on Positive Mathematical Programming: State of the Art and Further Extensions, Plenary paper presented at the 89th EAAE Seminar – 3-5 February2005 – Parma.
12. Henry de Frahan B, Buysse J, Polomé P, Fernagut B, Harmignie O, Lauwers L, Van Huylenbroeck G and Van Meensel J. 2005. Positive Mathematical Programming for Agricultural and Environmental Policy Analysis: Review and Practice, in A. Weintraub, T. Bjorndal, R. Epstein and C. Romero (Editors) Management of Natural

Resources: A Handbook of Operations Research Models, Algorithms, and Implementations.

13. Howitt R.E. 1995a. Positive Mathematical Programming. American Journal of Agricultural Economics, 77(2): 329-342.
14. Howitt R.E .1995b. A Calibration Method for Agricultural Economic Production Models. Journal of Agricultural Economics. 46(2): 147-159.
15. Howitt R. E .2005. PMP Based Production Models- Development and Integration. EAAE. The Future of Rural Europe in the Global Agri-Food System. Denmark, August 23-27.
16. Mhmoud A.2002. Water pricing in irrigation agriculture. Paper presented at the conference on irrigation water policies; micro and macro considerations, Agdir, Morocco, June 2002.
17. McCarl B.A. 1982.Cropping Activities in Agricultural Sector Models: A Methodological Proposal. Amer. J. Agr. Econ. 64:768-71.
18. Mills G. 1984. Optimization in economic analysis. George Allen & Uwin Ltd, London, UK, 193 p.
19. Seckler D, Amarasinghe U, Molden D, silva R and Baker R .1998.World water Demand and supply, 1990 to 2025: Scenarios and Issues "International Water management Institute.
20. Torres M, Vosti S, H.Bassoi L , Howitt R, Maneta M, Bennett L and Rodrigues L. 2007. A Demonstration Economic Model for the Buriti Vermelhc sub-Catchment of the Sao Francisco River Baisin: Specification, calibration and Preliminary Simulations. Selected Paper prepared for the American Agricultural Economics Association.Annual Meeting, Portland, Oregon, and July 29 - August 1, 2007.

پیوست ها

جدول۱- مدل مبنای مورد استفاده در محاسبه ی مدل PMP و تابع تولید CES.

X Base	زمین(هکتار)	آب(مترمکعب)	سرمایه (کیلوگرم)**	نیروی کار(روز-نفر)
کلزا ۱	۱۲	۵۶۱/۶۰۰	۸/۱۲۴	۰/۱۵۶
کلزا ۲	۴	۱۹۰/۰۸۰	۴/۸۵۲	۰/۰۶۰
گندم ۱	۷	۲۲۹/۳۲۰	۸/۱۴۱	۰/۰۷۷
گندم ۲	۷	۳۰۲/۴۰۰	۱۰/۵۱۴	۰/۰۹۸
چغندرقند۱	۸	۲۹۹/۵۲۰	۷/۶۸۸	۰/۳۶۰
چغندرقند۲	۲	۱۷/۲۸۰	۱/۷۲۴	۰/۰۸۰
لوبیا ۱	۳	۱۷۹/۷۱۲	۱/۹۸۰	۰/۰۷۵
لوبیا ۲	۳	۲۵۹/۲۰۰	۴/۳۹۸	۰/۰۹۰

ماخذ: یافته های پژوهش

*برای سادگی محاسبه اعداد مقدار نهاده ها به جز زمین بر ۱۰۰۰ تقسیم شده است.

** منظور از سرمایه مجموع نهاده های سم ، بذر و کود بر حسب کیلوگرم می باشد.

جدول ۲- نتایج بدست آمده از PMP و مقایسه با سال پایه در CES کالیبره شده

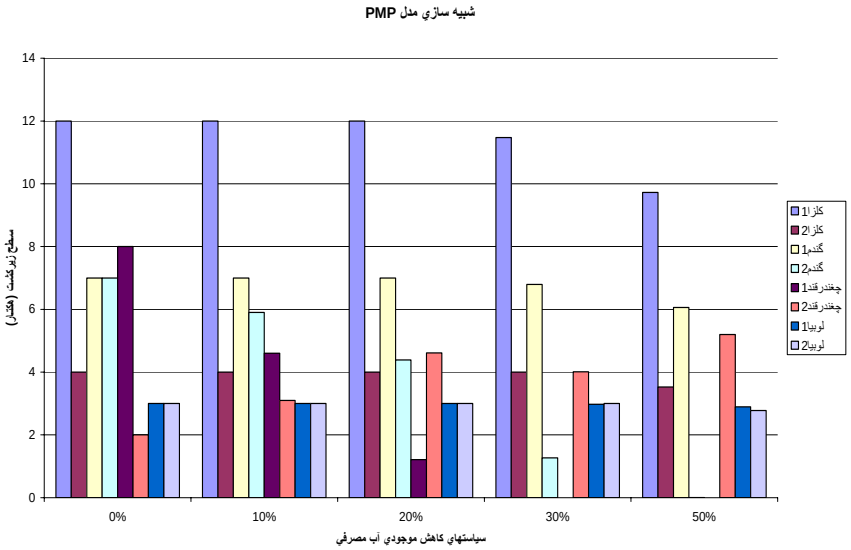
XN.L	زمین(هکتار)	آب(مترمکعب)	سرمایه (کیلوگرم)	نیروی کار(روز-نفر)
کلزا ۱	۱۲	۵۶۱/۶۰۰	۸/۱۲۴	۰/۱۵۶
کلزا ۲	۴	۱۹۰/۰۸۰	۴/۸۵۲	۰/۰۶۰
گندم ۱	۷	۲۲۹/۳۲۰	۸/۱۴۱	۰/۰۷۷
گندم ۲	۷	۳۰۲/۴۰۰	۱۰/۵۱۴	۰/۰۹۸
چغندرقند۱	۸	۲۹۹/۵۲۰	۷/۶۸۸	۰/۳۶۰
چغندرقند۲	۲	۱۷/۲۸۰	۱/۷۲۴	۰/۰۸۰
لوبیا ۱	۳	۱۷۹/۷۱۲	۱/۹۸۰	۰/۰۷۵
لوبیا ۲	۳	۲۵۹/۲۰۰	۴/۳۹۸	۰/۰۹۰
درآمد خالص(میلیون ریال)		۱۰۴۳/۸۸۳		

ماخذ: یافته های پژوهش

جدول۳- سیاست ۲ برابر نمودن قیمت آب مصرفی در مدل PMP و تابع تولید CES .

XN.L	زمین(هکتار)	آب(مترمکعب)	سرمایه (کیلوگرم)	نیروی کار(روز-نفر)
کلزا ۱	۱۲/۰۰۱	۵۶۱/۷۵۳	۸/۱۲۸	۰/۱۵۶
کلزا ۲	۴/۰۰۱	۱۹۰/۱۹۱	۴/۸۵۵	۰/۰۶۰
گندم ۱	۶/۹۹۹	۲۲۹/۲۴۵	۸/۱۴۰	۰/۰۷۷
گندم ۲	۶/۹۹۹	۳۰۲/۲۵۶	۱۰/۵۱۰	۰/۰۹۸
چغندرقند۱	۸	۲۹۹/۴۲۵	۷/۶۸۶	۰/۳۶۰
چغندرقند۲	۲	۱۷/۲۸۲	۱/۷۲۴	۰/۰۸۰
لوبیا ۱	۳	۱۷۹/۷۳۰	۱/۹۸۰	۰/۰۷۵
لوبیا ۲	۳	۲۵۹/۲۳۱	۴/۳۹۸	۰/۰۹۰
درآمد خالص (میلیون ریال)		۱۰۴۳/۸۸۲		

ماخذ: یافته های پژوهش



نمودار۱- اتخاذ سیاست های ۱۰،۲۰،۳۰ و ۵۰٪ کاهش در موجودی آب مصرفی با محاسبه ی مدل.