تاثیر افزایش قیمت آب و کاهش منابع آب بر الگوی کشت در کشاورزان خرده مالک شهرستان قوچان با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت

احمد اکبری، محمود هاشمی تبار، علی رهنما[1]

ali.rahnama65@gmail.com

چکیده

کشاورزی از مهمترین بخش‌های تولیدی در هر کشور و منطقه محسوب می‌گردد. این بخش تولیدی وابستگی شدیدی به آب و منابع آبی دارد. شهر ستان قوچان یکی از شهر ستان‌های ا ستان خرا سان ر ضوی ا ست که سهم قابل توجهی در تولیدات ک شاورزی ا ستان دارد. با توجه به خشکسالی‌های سال‌های اخیر و کمبود آب در این منطقه، الگوی کشت نیز دچار تغییرات شده است و کشاورزان به خصوص کشاورزان خرده پا نیز از این تغییر الگوی کشت بی نصیب نبوده‌اند. در این تحقیق، تاثیر کاهش در منابع آب و افزایش قیمت آب بر الگوی کشت با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان داد که تحت سناریوهای مختلف، الگوی کشت دچار تغییرات شده ا ست و محصولات با سود بالاتر در الگوی کشت باقی می‌مانند. همچنین ارزش اقتصادی آب در سه سناریو مورد برر سی به ترتیب ۱۳۹، ۱۸۴ و ۴۱۲ تومان برای کشاورزان خرده مالک به دست آمده است.

طبقه‌بندی JEL: C61,Q12,R32, Q25

واژگان کلیدی: کشاورزان خرده مالک، شهرستان قوچان، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت

مقدمه

کمیابی منابع آبی و ناتوانی انسان در تولید آب برخلاف دیگر نهاده‌ها، موجب شده ا ست که فا صله بین عر ضه و تقا ضای آب به ویژه در دهه‌های اخیر به شدت زیاد شده و در بیشتر مناطق جهان کمبود عرضه به وجود آید (بخشی و همکاران، ۱۳۹۰). ایران در منطقه ای با بی شترین تنش آبی در جهان در منطقه خ شک و نیمه خ شک آ سیا قرار دارد بطوریکه ۸۴

[1] به ترتیب استاد، استادیار و دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان

درصد از کشور شامل مناطق خشک، نیمه خشک و فرا خشک و ۱۶ درصد از کشور شامل منطقه مدیترانه‌ای، مرطوب و نیمه مرطوب می‌باشد. بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب کشاورزی در ایران به شدت پایین می‌باشد و در صورت عدم مدیریت صحیح و به موقع، منجر به بوجود آمدن بحران ملی خواهد شد.

میزان متوسط بارندگی در یک آمار ۴۸ ساله در حدود ۲۴۳ میلی متر و آب تجدید پذیر کشور در حدود ۱۳۰ میلیارد متر مکعب بوده است که در آمار پنج ساله با توجه به کاهش نزولات جوی میزان آب تجدید پذیر کشور به ۱۰۸ میلیارد متر مکعب رسیده است . ارتفاع کل ریزش های جوی از اول مهر ماه لغایت ۱۹ مرداد ماه سال آبی ۹۶-۹۵ بالغ بر ۲۲۷ میلیمتر می باشد که نسبت به سال آبی گذشته ۴ درصد و نسبت به آمار ۴۸ ساله ۳ درصد کاهش را نشان می‌دهد و میزان آب تجدید پذیر به ۱۱۶ میلیارد متر مکعب رسیده است[1]. لازم به ذکر است که از شش حوضه آبریز اصلی کشور، حوضه‌های آبریز دریای خزر، دریاچه ارومیه، مرزی شرقی و قره قوم نسبت به سال آبی گذشته به ترتیب ۳۰، ۳۶، ۳۵ و ۲۸ درصد کاهش را نشان می دهد (سامانه اطلاعات جامع آب کشور).

جمعیت ایران نیز طی نه دهه، حدود ۸ برابر شده و از کمتر از ۱۰ میلیون نفر در سال ۱۳۰۰ به بیش از ۸۰ میلیون نفر تا پایان سال ۱۳۹۵ رسیده است (اطلاعات آمار نفوس و مسکن کشور). میزان سرانه آب تجدیدپذیر کشور از میزان حدود ۱۳ هزار متر مکعب در سال ۱۳۰۰ به حدود ۱۴۵۰ متر مکعب در سال۱۳۹۵ تقلیل یافته است. تشدید شرایط آب و هوایی، تهدیدی جدی برای مردم و اقتصاد است. صنعت کشاورزی ایران به شدت حساس به شرایط تشدید آب و هوا بویژه خشکسالی است. برآوردها نشان می‌دهد که حتی انحرافات اندک یک میلیمتر پایین تر از حد میانگین بارندگی می‌تواندحدود ۹۰ میلیون دلار زیان اقتصادی را به بار آورد (مدنی و همکاران ۲۰۱۶). سهم قابل توجهی از آب کشور (در حدود ۹۰ ٪) به بخش کشاورزی تخصیص داده می شود در حالیکه تنها ۲۳٪ از اشتغال کشور را تامین می‌کند و ۱۳٪ تولید ناخالص ملی را به عهده دارد (بانک جهانی ۲۰۱۷). سهم عظیمی از آب تخصیصی به بخش کشاورزی از منابع آبهای زیر زمینی (حدود ۶۰٪) تامین می شود. بدلیل اضافه برداشت آب‌های زیر زمینی، از تعداد ۶۰۹ محدوده مطالعاتی، تعداد ۳۵۷ محدوده ممنوعه و پیشنهاد گردیده است که ۱۷ محدوده دیگر نیز در زمره ممنوعه قرار گیرد. متوسط کسری حجم مخزن طی ۱۴ سال اخیر، حدود ۷۵ میلیارد مترمکعب بوده‌است.کسری مخزن تجمعی در ۵۱ سال گذشته، حدود ۱۳۱ میلیارد متر مکعب و افت سطح آب تجمعی نیز حدود ۱۶,۵ متر بوده است (سامانه اطلاعات جامع آب کشور). شهرستان قوچان نیز از جمله شهرستان‌هایی است

[1] http://wcm.moe.gov.ir

که با وجود رتبه نخ ست بارندگی در ا ستان خرا سان ر ضوی در سال‌های اخیر، با بحران آب نیز مواجه شده ا ست و به همین دلیل در این مقاله به برر سی الگوی ک شت تحت سناریوهای کم آبی و همچنین افزایش قیمت آب در شهر ستان قوچان پرداخته شده است.

بنی اسدی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تغییر الگوی کشت و میزان استخراج منابع آب زیرزمینی با اعمال سیاست‌های کاهش مصرف آب در دشت ارزوئیه کرمان با استفاده روش برنامه ریزی ریاضی مثبت پرداختند. نتایج نشان داد که سیا ست کم آبیاری و همچنین ترکیب آن با سیا ست کاهش د ستر سی به منابع آب، دارای بهترین نتایج بودند. با اعمال این سیاست، به رغم کاهش ۲۶ درصدی مصرف آب، سطح زیر کشت ۵۶ درصد افزایش می‌یابد و بازده ناخالص تنها ۱۶ در صد کاهش می‌یابد. باقری و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی سیا ست قیمت‌گذاری آب بر پایداری و حفظ آبخوان: مطالعه آبخوان مهیار شمالی در حوزه زاینده رود با به کارگیری روش PMPپرداختند. نتایج نشان داد در محدوده آبخوان مورد مطالعه و در مقایسه با شرایط فعلی حاکم در منطقه، لحاظ سیاست قیمت‌گذاری منابع آب زیرزمینی با تغییر الگوی کشت در جهت محدودتر شدن در صد کشت محصولات با آبیاری غرقابی و گسترده‌تر شدن در صد کشت محصولات با آبیاری تحت فشار و در نتیجه تعدیل روند بهره‌برداری بی‌رویه از منابع کمیاب آب، متغیرهای هیدورلوژیکی اعم از بیلان آب زیرز مینی، ضخامت لایه ا شباع آبخوان و سطح ایستایی آبخوان می‌تواند در سطح قابل ملاحظه‌ای بهبود یابند. پیش بهار و خدابخ شی (۱۳۹۴) به برر سی آثار حذف یارانه‌های ک شاورزی بر الگوی ک شت مح صولات زراعی ا ستان تهران با استفاده از روش PMPپرداختند. نتایج بیانگر آن است که سطح زیر کشت محصولات پنبه، پیاز، خیار و خربزه در مقای سه با سایر مح صولات، در برابر تغییرات قیمت نهاده‌ها و مح صولات ح سا سیت بی شتری دارند و سطح زیر ک شت محصولات جو آبی، ذرت، گندم آبی و یونجه نیز کمترین حساسیت را نشان می‌دهند. رهنما و همکاران (۱۳۹۱) به برآورد ارزش اقتصادی آب با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در شهرستان قوچان پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که در سناریوی کاهش در منابع آب ارزش اقت صادی آب به ترتیب ۱۱۰۰، ۱۳۴۰ و ۳۱۲۰ ریال برای بهره‌برداران گروه ۱ و در بهره‌برداران گروه ۲ ارزش اقتصادی آب به ترتیب برابر ۱۰۰، ۱۲۶۰ و ۴۷۳۰ ریال به دست آمده است. کورتیگنانی و سورینی (۲۰۰۹)، با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت ، اثر سیاست‌های افزایش هزینه‌های آب، کاهش مقدار آب و تغییر قیمت محصول بر پذیرش تکنیک‌های کم آبیاری را درناحیه‌ای از مدیترانه بکار بستند. نتایج نشان داد که افزایش هزینه‌های آب بر خلاف دو سیاست دیگر در این زمینه تأثیرندارد. مدلین آزورا و همکاران (۲۰۰۹)، باکاربرد روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به ارزیابی اقتصادی آب آبیاری در سه منطقه از ایالت کالیفرنیا پرداختند. تحلیل نتایج نشان داد که ارزش اقتصادی نهایی آب حداقل ۲,۶ برابر قیمتی پرداختی توسط بهره‌برداران است. آزوارا و همکاران (۲۰۰۹)، با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به بررسی ارزش اقتصادی آب تحت شرایط مختلف پرداختند و نشان دادند که

ارزش اقتصادی آب در سطوح مزرعه و سطوح به هم پیوسته (تجمعی) نسبتاً مشابه است اما تغییرپذیری و تاثیرات توزیع هر سناریو توسط تجمعی بودن تحت تاثیر واقع شده است. گالیگو آیالا و گومز لیمون (۲۰۰۹) با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به بررسی و تجزیه و تحلیل ابزارهای سیاسی برای کنترل کردن آلودگی نیترات در آبیاری کشاورزی در کاستیا اسپانیا پرداختند و نشان دادند که اصلاحات اخیر در سیاست‌های معمول کشاورزی منجر به کاهش اساسی در آلودگی نیترات خواهد شد و اگر این کاهش به اندازه کافی در نظر گرفته نشود سایر ابزارهای سیاسی می‌تواند این منابع آلودگی را بیشتر کاهش دهد.

مواد و روش‌ها

هاویت رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت را ارائه کرد که بدون معایب الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی هنجاری بوده و دارای قابلیت کالیبراسیون الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی هنجاری بوده و دارای قابلیت کالیبراسیون الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی به صورت صحیح ا ست (بخ شی و همکاران، ۱۳۸۹). این رهیافت قبل از ارایه ر سمی آن در سال ۱۹۹۵، به عنوان یکی از روش‌های غالب برای تحلیل سیا ست‌های ک شاورزی در الگوهای برنامه‌ریزی ریا ضی به کار گرفته شده ا ست (پاریس و هاویت، ۱۹۹۸، بارکایویی و همکاران، ۲۰۰۰، بایر و همکاران، ۱۹۹۰، باسی و همکاران، ۲۰۰۷، آرفینی و همکاران، ۲۰۰۳، آرفینی و همکاران، ۲۰۰۵). برنامه‌ریزی ریا ضی مثبت یک روش تحلیل تجربی ا ست که از تمام اطلاعات موجود، فارغ از اینکه به چه میزان کمیاب هستند استفاده می‌کند. این روش در وضعیتی که داده‌های سری زمانی اندکی در دسترس است به ویژه در تحلیل‌های منطقه‌ای و بخشی کشورهای در حال توسعه و تحلیل اقتصادی زیست محیطی مفید می‌باشد (آرفینی و همکاران ، ۲۰۰۳ ، رهام و همکاران ، ۲۰۰۳).

همانگونه که هاویت(۱۹۹۵) و پاریس و هاویت (۱۹۹۸) بیان می‌دارند PMP به عنوان یک روش در طی سه مرحله دنبال می شود (بخشی و همکاران، ۱۳۹۰):

۱- تصریح مدل برنامه‌ریزی خطی با در نظر گرفتن محدودیت‌های کالیبراسیون.

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

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

در گام نخست با اضافه کردن محدودیت‌های کالیبراسیون (که سطح فعالیت‌ها را به سطوح مشاهده شده دوره پایه مقید می‌کند) به مجموعه محدودیت‌های منابع یک الگوی برنامه‌ریزی خطی معمول، مقادیر دوگان مربوط به محدودیت‌های مذکور که بیانگر قیمت سایه‌ای محصولات تولید شده می باشد، محاسبه می‌شود.

با فرض حداکثرسازی بازده برنامه ای، در مرحله نخست از متدولوژی PMP الگوی اولیه به صورت زیرتصریح می گردد (پاریس و هاویت ۱۹۹۸):

Maximize $Z=\acute{p}x - \acute{c}x$ (۱)

Subject to: $Ax \leq b$ $[\lambda]$ (۲)

$x \leq x_0 + \varepsilon$ $[p]$ (۳)

$x \geq 0$ (۴)

که در آن:

Z= ارزش تابع هدف

P= بردار (n×1) قیمت‌های محصول

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

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

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

b= بردار (m×1) مقادیر منابع در دسترس

x_0= بردار (n×1) غیرمنفی از سطوح مشاهده شده فعالیت‌های تولیدی

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

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

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

در گام دوم اطلاعات دوگان بدست آمده در مرحله قبل برای کالیبره کردن یک تابع هدف غیرخطی استفاده می‌شود به گونه‌ای که سطوح فعالیت مشاهده شده در دوره پایه توسط الگو غیرخطی مذکور و بدون استفاده از محدودیت‌های کالیبراسیون بازتولید می شود. عبارت positive که جهت توصیف این روش بکار رفته، اشاره به این حقیقت دارد که شبیه متدولوژی اقتصاد سنجی پارامترهای تابع هدف غیرخطی از یک رفتار اقتصادی (که فرض شده است منطقی می‌باشد) و با فرض معلوم بودن تمام شرایط مشاهده شده و غیرمشاهده شده محدودیت‌هایی که سطوح فعالیت مشاهده شده در سال پایه را تولید می‌کنند، بدست آمده است. اختلاف عمده روش مذکور با اقتصادسنجی در این است که روش PMP نیازمند یک مجموعه از مشاهدات جهت آشکارسازی رفتار اقتصادی نیست و به همین علت متدولوژی PMP را از آزمون‌های استنباط و اعتبار سنجی بی‌نیازمی سازد. در اغلب مطالعات انجام یافته با استفاده از روش PMP یک تابع هزینه متغیر چند محصولی دارای شکل تابعی درجه دوم به صورت زیر استفاده شده است.

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

که در این تابع :

d= بردار (n×1) از پارامترهای جزء خطی تابع هزینه

Q= ماتریس مثبت، نیمه معین و متقارن با ابعاد (n×n) از پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه است.

همانگونه که قبلاً ذکر شـــد، بردار هزینه نهایی (MC^{V}) مربوط به تابع هزینه فوق برابر با مجموع بردار هزینه c و بردار هزینه نهایی تفاضلی ρ می‌باشد:

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

که $\nabla C^V(x)$ بردار گرادیان (1×n) از مشتقات مرتبه اول $C^V(x)$ برای $x=x_0$ می‌باشد.

جهت حل این سیستم n معادلاتی با [n+n(n+1)/2] پارامتر و به منظور فایق آمدن بر کمتر از حد معین بدون سیستم، سازندگان الگوهای PMP به راه حل‌های گوناگونی تکیه می‌کنند که در قسمت‌های بعدی مورد بررسی قرار گرفته است.

در گام سوم روش PMP، تابع هزینه غیرخطی برآورد شده در مرحله قبل در تابع هدف مسأله مورد بررسی قرار داده می‌شود و تابع هدف غیرخطی مذکور در یک مساله برنامه‌ریزی غیرخطی شبیه به مسأله اولیه به استثناء محدودیت‌های کالیبراسیون ولی همراه با سایر محدودیت‌های سیستمی مورد استفاده قرار می‌گیرد (بخشی، ۱۳۸۸):

$$\text{Maximise } Z=\acute{p}x - \hat{\acute{d}}x - \frac{\acute{x}\hat{Q}x}{2} \qquad (۷)$$

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

$$x\leq 0 \qquad (۹)$$

در اینجا بردار $\hat{d}$ و ماتریس $\hat{Q}$ پارامترهای کالیبره شده تابع هدف غیرخطی را نشان می‌دهند. اکنون الگوی غیرخطی کالیبره شده فوق به طور صحیح سطوح فعالیت‌های مشاهده شده در سال پایه و مقادیر دوگان محدودیت‌های منابع را باز تولید می‌کند و جهت شبیه‌سازی تغییرات در پارامترهای مطلوب آماده می‌باشد.

نتایج

در این قسمت به بررسی نتایج بهره‌برداران خرده مالک (کمتر از ۵ هکتار) با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت پرداخته می شود. همانطور که در فصل مواد و روش‌ها توضیح داده شد، رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت از سه مرحله تشکیل شده است که در مرحله اول با اضافه کردن محدودیت‌های کالیبراسیون(که سطح فعالیت‌ها را به سطوح مشاهده شده دوره پایه مقید می‌کند) به مجموعه محدودیت‌های منابع یک الگوی برنامه‌ریزی خطی معمول، مقادیر دوگان مربوط به محدودیت‌های ذکر شده را به دست آورده و در مرحله دوم این مقادیر دوگان را برای محاسبه پارامترهای تابع درجه دو به کار گرفته و در نهایت در مرحله سوم، تابع درجه دو را در تابع هدف قرار داده و بدون محدودیت‌های کالیبراسیون،

مدل برآورد می‌شـــود. همانطور که نتایج جدول ۱نشـــان می‌دهد، الگوی PMP مقادیر ســـال پایه را به خوبی باز تولید می‌کند.

جدول ۱. نتایج برنامه‌ریزی ریاضی مثبت بر اساس کالیبراسیون تابع هزینه درجه دو در بهره‌برداران خرده مالک (کمتر از ۵ هکتار)

فعالیت	الگوی کشت در منطقه (هکتار)	الگویPMP (هکتار)	درصد تغییرات
گندم	۱۰۰/۲۰	۱۰۰/۳۰	۰/۰۹
جو	۸۰/۵۰	۸۰/۵۹	۰/۱۱
چغندر	۵۰/۴۵	۵۰/۲۵	-۰/۳۹
سیب‌زمینی	۳۵/۳۳	۳۵/۴۵	۰/۳۳
یونجه	۲۵/۳۱	۲۵/۴۰	۰/۳۷
آیش	۵	۵	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بعد از بررســی الگوی PMP، در این قســمت به تخمین ارزش اقتصــادی آب و تغییرات الگوی کشــت تحت ســناریوهای کاهش در منابع آب پرداخته می شود. برای این منظور منابع آب در د سترس را به منظور م شاهده بی شترین تغییرات در الگوی ک شت، در هر سناریو به میزان ۵ در صد کاهش داده شد و نتایج برر سی ن شان داد که سناریوهای ۲۵٪، ۴۵٪ و ۸۰٪ کاهش در منابع آب برای بهره‌برداران خرده مالک به عنوان بهترین ســناریوها انتخاب و نتایج آن در جدول ۲ نشــان داده شده است.

جدول ۲. نتایج سناریوهای کاهش در منابع آب برای بهره‌برداران خرده مالک (کمتر از ۵ هکتار)

فعالیت	الگوی PMP (هکتار)	سناریو۱ (کاهش ۲۵٪)	درصد تغییرات	سناریو۲ (کاهش ۴۵٪)	درصد تغییرات	سناریو۳ (کاهش ۸۰٪)	درصد تغییرات
گندم	۱۰۰/۲۰	۹۲/۵۵	-۷/۶۳	۷۸/۸۴	-۲۱/۳۱	۰	-۱۰۰
جو	۸۰/۵۰	۷۷/۱۶	-۴/۱۴	۷۱/۱۸	-۱۱/۵۷	۲۸/۰۱۴	-۶۵/۲۰
چغندر قند	۵۰/۴۵	۴۱/۱۷	-۱۸/۳۸	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰
سیب زمینی	۳۵/۳۳	۳۳/۳۰	-۵/۷۴	۳۱/۹۲	-۹/۶۴	۲۱/۹۷	-۳۷/۸۱
یونجه	۲۵/۳۱	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰
ارزش اقتصادی آب (تومان)	-	۱۳۹/۶۷۰	-	۱۸۴/۳۵۰	-	۴۱۲/۱۰۵	-
سود ناخالص کل (میلیون تومان)	۲۳۰/۸۰	۲۱۲/۰۳۶	-۸/۱۳	۲۰۰/۸۸	-۱۲/۹۶	۱۳۷/۵۷	-۴۰/۳۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در سناریو اول، گندم (۹۲/۵۵ هکتار) بیشترین سطح زیر کشت و جو کمترین تغییرات را نسبت به حالت اولیه (۴ درصد کاهش) به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در این سناریو یونجه از الگوی کشت حذف شده‌اند و ارزش اقتصادی آب در سناریو اول (کاهش ۲۵ در صد در منابع آب) تقریباً ۱۴۰ تومان به دست آمده که بیانگر این است که کشاورزان برای در اختیار داشتن یک واحد آب اضافی مجاز هستند حداکثر معادل ۱۴۰ تومان پرداخت نمایند. در سناریو دوم (کاهش ۴۵ درصدی در منابع آب) همانند سناریو اول بیشترین سطح زیر کشت به گندم (۷۸/۸۴ هکتار) و کمترین تغییرات به سیب زمینی (۹ درصد کاهش) اختصاص دارد و علاوه بر یونجه، چغندر قند نیز از الگوی کشت حذف شده و ارزش اقتصادی آب در این سناریو تقریباً معادل ۱۸۴ تومان حاصل شده است. در نهایت در سناریو سوم (کاهش ۸۰ درصدی در منابع آب) نسبت به دو سناریو قبلی بیشترین تغییرات را در الگوی کشت خواهیم داشت و گندم که بیشترین سطح زیر کشت را در دو سناریو قبلی به خود اختصاص داده بود در این سناریو از الگوی کشت حذف شده و بیشترین سطح زیر کشت در این حالت اختصاص به جو (۲۸/۰۱۴ هکتار) دارد. ارزش اقتصادی آب در این سناریو معادل ۴۱۲ تومان می‌باشد. همچنین سود بهره‌برداران خرده مالک در این سه سناریو به ترتیب ۲۱۲ میلیون تومان، ۲۰۰ میلیون تومان و ۱۳۷ میلیون تومان می‌باشد.

در این قسمت سناریوهای افزایش قیمت آب، در بهره‌برداران خرده مالک مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچون سناریوهای قسمت قبل، سناریوهای مختلف را با افزایش‌های ۵ درصدی در قیمت آب مورد بررسی و سناریوهایی که الگوی کشت را بیشتر تحت تاثیر قرار می‌دهد انتخاب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از بررسی‌های صورت گرفته، سناریوهای ۶۵، ۸۵ و ۱۰۰ درصد افزایش در قیمت آب به عنوان سناریوهای مورد نظر انتخاب شدند. نتایج این سناریوها در جدول ۳ نشان داده شده است. با افزایش ۶۵ درصدی قیمت آب، سطح زیر کشت گندم، جو و چغندرقند افزایش، سطح زیر کشت سیب زمینی، یونجه کاهش می‌یابد. در سناریو دوم (افزایش ۸۵ درصدی در قیمت آب)، تنها سطح زیر کشت چغندرقند افزایش یافته است و سطح زیر کشت گندم، جو بدون تغییر مانده و سطح زیر کشت سیب زمینی کاهش یافته است. همچنین در این سناریو یونجه از الگوی کشت حذف شده است. در سناریو ۱۰۰ افزایش در قیمت آب، تغییرات تقریباً مشابه سناریو دوم است با این تفاوت که در این سناریو چغندرقند نیز از الگوی کشت حذف شده است و همچنین در این سناریوها سود خالص مزرعه همواره کاهش یافته است و در تمامی این سناریوها ارزش اقتصادی آب صفرمی‌باشد.

جدول ۳. نتایج سناریوهای افزایش در قیمت آب برای بهره‌بردار نماینده گروه۱ (کمتر از ۵ هکتار)

فعالیت	الگوی PMP (هکتار)	سناریو۱ (افزایش ۶۵٪)	درصد تغییرات	سناریو۲ (افزایش ۸۵٪)	درصد تغییرات	سناریو۳ (افزایش ۱۰۰٪)	درصد تغییرات
گندم	۱۰۰/۲۰	۱۰۶/۷۱۳	۶/۵۰	۱۰۰/۲۰	۰	۸۶/۷۶	-۱۳/۴۱
جو	۸۰/۵۰	۸۳/۳۱۷	۳/۵۰	۸۰/۵۰	۰	۷۴/۶۳	-۷/۲۸
چغندر قند	۵۰/۴۵	۵۵/۳۲	۹/۶۶	۵۶/۳۸	۱۱/۷۷	۰	-۱۰۰
سیب زمینی	۳۵/۳۳	۳۴/۵۲	-۲/۲۸	۳۳/۹۵	-۳/۸۹	۳۲/۷۱	-۷/۳۹
یونجه	۲۵/۳۱	۶/۸۰	-۷۳/۱۳	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰
ارزش اقتصادی (تومان)	-	۰	-	۰	-	۰	-
سود ناخالص کل (میلیون تومان)	۲۳۰/۸۰	۱۵۰/۰۲	-۳۵	۱۴۰/۴۱	-۳۹/۱۶	۱۰۸/۱۹۹	-۵۳/۱۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پیشنهادها

۱- با توجه به اینکه ارزش اقتصادی آب در سناریوهای مختلف در کشاورزان خرده مالک مقادیر متفاوتی به دست آمده است بنابراین به کارگیری روش مناسب قیمت‌گذاری برمبنای مقادیر مختلف آب در دسترس و نگرش جدیدی بر قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی توصیه می‌شود.

۲- در صورت وضع قیمت‌های مناسب به ازای مقادیر مختلف آب موجود در دسترس می‌توان در آینده‌ای نزدیک نسبت به ایجاد بازار آب در منطقه تلاش کرد که باعث رونق بیشتر کشاورزی در منطقه خواهد شد.

۳- با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در منطقه بیشتر بهره‌برداران توجه چندانی به استفاده صحیح و مناسب از آب ندارند لذا استفاده از کلاس‌های ترویجی به منظور آگاه ساختن کشاورزان نسبت به این ماده حیاتی توصیه می‌گردد.

۴- با توجه به خشکسالی‌های اخیر و افت قابل ملاحظه سفره‌های آب زیرزمینی، به کارگیری فناوری‌های نوین آبیاری همچون آبیاری تحت فشار توصیه می‌گردد.

۵- با توجه به نتایج سناریوهای بررسی شده در این تحقیق برگزیدن الگوی کشت هماهنگ با شرایط آب و خاک موجود در منطقه در مصرف بهینه آب نقش اساسی ایفا خوهد کرد.

منابع

۱. اطلاعات آمار نفوس و مسکن کشور

۲. باقری، ا.، نیکوئی، ع.ر.، خداداد کاشی، ف. و شوکت فدائی، م. (۱۳۹۶). ارزیابی سیاست قیمت‌گذاری آب بر پایداری و حفظ آبخوان: مطالعه آبخوان مهیار شمالی در حوزه زاینده رود، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد ۳۱، شماره ۲: ۱۲۰-۱۰۵.

۳. بخشی، ع.، دانشور کاخکی، م. و مقدسی، ر. ۱۳۹۰. کاربرد مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به منظور تحلیل اثرات سیاست‌های جایگزین قیمت‌گذاری آب در دشت مشهد. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵ (۳): ۲۸۴ تا ۲۹۴.

۴. بخشی، م.ر. ۱۳۸۸. تاثیر سیاست‌های حذف یارانه کود و سم و پرداخت مستقیم بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها با تاکید بر پیامدهای زیست محیطی (مطالعه موردی: زیر بخش زراعت استان‌های خراسان رضوی و شمالی). پایان نامه دوره دکترا، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۵. بخشی، م.ر.، پیکانی، غ.ر.، حسینی، س.ص. و صالح، ا. ۱۳۸۹. بررسی آثار حذف یارانه‌ی کودهای شیمیایی و اعمال سیاست پرداخت مستقیم بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها (مطالعه موردی: زیر بخش زراعت شهرستان سبزوار). اقتصاد کشاورزی، ۴ (۲): ۱۸۵ تا ۲۰۷.

۶. بنی اسدی، م.، زارع مهرجردی، م.ر.، مهرابی بشر آبادی، ح.، میرزایی خلیل آباد، ح.ر.، رضائی استخروئیه، ع. و حسن وند، م. (۱۳۹۶). بررسی تغییر الگوی کشت و میزان استخراج منابع آب زیرزمینی با اعمال سیاست‌های کاهش مصرف آب در دشت ارزوئیه استان کرمان، اقتصاد کشاورزی، جلد ۱۱، شماره ۳: ۱۲۹-۱۱۱.

۷. پی‌ش بهار، ا. و خدابخ شی، س. (۱۳۹۴). آثار حذف ی‌ارانه نهاده‌های ک شاورزی بر الگوی ک شت مح صولات زراعی استان تهران، تحقی‌قات اقتصاد و توسعه کشاورزی ای‌ران، دوره ۴۶، شماره ۳: ۵۵۸-۵۵۱.

۸. سامانه اطلاعات جامع آب کشور

۹. گزارش بانک جهانی، ۲۰۱۷.

10. Arfini, F., Donati, M., and Menozzi, D. (2005). Analysis of the SocioEconomic Impact of the Tobacco CMO Reform on Italian Tobacco Sector. Paper presented at the XIth Congress of the EAAE (European Association of Agricultural Economists). The Future of Rural Europe in the Global AgriFood System. Copenhagen, Denmark.
11. Arfini, F., Donati, M., and Paris, Q. 2003. A national PMP model for policy evaluation agriculture using micro data and administrative information. *paper presented at the international conference agricultural policy reform and the WTO: where are we heading?Capri, Italy.*
12. Azuara, J.M., Harou, J.J., and Howitt, R.E. 2009. Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation. *Science of the Total Environment, 1-10.*
13. Barkaoui, A. and Butault, J. P. (2000). Cereals and oilseeds supply within The EU, under AGENDA 2000: a Positive Mathematical Programming application. *Agricultural Economics Review, 2(1): 717.*
14. Bauer, S., and Kasnakoglu, H. 1990. Nonlinear programming models for sector and policy analysis. Experiences with the Turkish agricultureal sector model. *Economic Modelling, July, 275-290.*
15. Buysee, J., Van Huylenbroeck, G., and Lauwers, L. 2007. Normative, positive and econometric mathematical programming as tools for incorporation of multifunctionality in

agricultural policy modeling. *Agriculture, Ecosystems and Enviroment, 120: 70-81.*

16. Cortignani, R., and Severini, S. 2009. Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. *Agricultural Water Management, 96: 1785-1791.*
17. Gallego-Ayala, J.G., and Gomez-Limon, J.A. 2009. Analysis of policy instruments for control of nitrate pollution in irrigated agriculture in Castilla y León, Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research, 7 (1): 24-40.*
18. Medellin-Azuara, J., Howitt, R.E., Waller-Barrera, C., Mendoza-Espinosa, L.G., Lund, J.R. and Taylor, J.E. 2009. A Calibrated agricultural water demand model for three regions in Northern Baja California. *Agrociencia, 43(2): 83-96.*
19. Paris, Q. and Howitt, R. E. 1998. An analysis of ill posed production problems using Maximum Entropy. *American Journal of Agricultural Economics, 80(1): 124-138.*
20. Rohm, O., and Dabbert, S. 2003. Integrating agri-environmental programs into regional production models: An extension of positive mathematical programming. *American Journal of Agricultural Economics, 85 (1): 254-265.*

Effect of Water Price Increase and Water Resources Reduction on Cropping Pattern in Quchan City Smallholder Farmers Using Positive Mathematical Programming Approach

Abstarct

Agriculture is one of the most important manufacturing sectors in each country and region. This manufacturing sector has a strong dependence on water and water resources. Quchan is one of the provinces of Khorasan Razavi, which has a significant share in the province's agricultural production. Due to the drought in recent years and the lack of water in this area, the pattern of cultivation has also changed, and farmers, especially small farmers, have not been affected by this change in the pattern of cultivation. In this research, the effect of reduction in water resources and water price increase on cropping pattern has been studied using a positive mathematical programming approach. The results of the research showed that under different scenarios, the crop pattern has been changed and products with higher profit margin remain in the crop pattern. Also, the economic value of water in the three scenarios studied was 139, 184 and 412 Tomans for the owner's petty farmers.

JEL Classification: C61,Q12,R32, Q25

Kew Words: Farmer, Quchan, Positive Mathematical Programming