

## برآورد ارزش اقتصادی آب با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی

### ریاضی مثبت در شهرستان قوچان

علی رهنما، محمدرضا کهنسال، آرش دوراندیش<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۲۰

#### چکیده

در دهه‌های اخیر به دلیل بروز بحران آب، بیشتر کشورها به مدیریت منابع آبی و بهره‌برداری بهینه هرچه بهتر آب گرایش پیدا کرده‌اند. آب این ماده حیاتی مهم‌ترین عامل محدود کننده توسعه اقتصادی و نیز مهم‌ترین نهادهای کشاورزی در ایران است. هدف از این پژوهش، برآورد ارزش اقتصادی آب با به کارگیری رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در میان بهره‌برداران زراعی شهرستان قوچان است. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش با استفاده از به کارگیری روش نمونه‌گیری ساده تصادفی و تکمیل ۱۱۸ پرسشنامه از میان بهره‌برداران زراعی شهرستان قوچان فراهم شد. سپس با به کارگیری روش تجزیه واریانس بهره‌برداران نمونه در گروه بهره‌برداران (کمتر از ۵ هکتار) و (بیشتر از ۵ هکتار) تقسیم شدند که واکنش هر گروه از بهره‌برداران نماینده تحت تاثیر سه سناریوی کاهش در منابع آب (کاهش ۳۰، ۴۰ و ۷۰ درصدی برای بهره‌برداران گروه ۱ و کاهش ۱۰، ۲۵ و ۷۵ درصدی برای بهره‌برداران گروه ۲) و افزایش در قیمت آب (افزایش ۷۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصدی برای بهره‌برداران گروه ۱ و افزایش ۷۵، ۸۰ و ۱۰۰ درصدی برای بهره‌برداران گروه ۲) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تحقیق نشان داد که در سناریوی کاهش در منابع آب ارزش اقتصادی 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. همچنین سطح زیر کشت محصولاتی مانند گندم، جو، سیب زمینی و گوجه فرنگی نسبت به سناریوهای موجود دچار تغییرات کمتری شده است.

طبقه بندی JEL: C۶۱، Q۱۲، R۳۲، Q۲۵

واژه‌های کلیدی: آب، الگوی کشت، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، ارزش اقتصادی، شهرستان قوچان

<sup>۱</sup> به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد (نویسنده مسئول)، دانشیار و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

## مقدمه

کمیابی منابع آبی و ناتوانی انسان در تولید آب برخلاف دیگر نهاده‌ها، موجب شده است که فاصله بین عرضه و تقاضای آب به ویژه در دهه‌های اخیر به شدت زیاد شده و در بیشتر مناطق جهان کمبود عرضه به وجود آید (بخشی و همکاران، ۱۳۹۰). از آنجا که ایران به لحاظ بارش‌های جوی در رتبه ۸۴ دنیا قرار دارد و میانگین بارندگی در ایران کمتر از میانگین بارندگی در جهان است (۲۴۰ میلی‌متر در برابر ۸۶۰ میلی‌متر) و میزان کل بارندگی سالانه آن حدود ۴۲۷ میلیارد مترمکعب است که تنها ۱۳۰ میلیارد مترمکعب آب تجدید می‌شود بنابراین می‌توان گفت آب در کشاورزی ایران اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است (کهنسال و همکاران، ۱۳۸۸، دانشور و همکاران، ۱۳۸۹).

امروزه بیشتر مناطق خشک و نیمه خشک جهان مانند بیشتر مناطق ایران از یک سو با عرضه ناکافی آب و از سوی دیگر، با تقاضای زیاد آب کشاورزی در این مناطق روبه‌رو هستند که علت اصلی آن اختلاف زیاد میان قیمت پرداختی آب و ارزش تولید به دست آمده از آن است (شمس‌الدینی و همکاران، ۱۳۸۹). تعیین یک قیمت پذیرفتنی و منطقی برای آب، در بخش کشاورزی، با توجه به سهم بالای آب تخصیص یافته به این بخش نسبت به دیگر بخش‌ها (حدود ۹۰ درصد)، موجب افزایش کارایی در مصرف آب خواهد شد. به عبارت دیگر، قیمت‌گذاری مناسب برای این نهاده و ایجاد زمینه‌های پذیرش آن میان کشاورزان و قانون‌گذاران و اجرای درست آن، بازدهی تولیدات کشاورزی را افزایش داده و در استفاده کاراتر از آب موثر واقع می‌شود (خواجه روشنایی و همکاران، ۱۳۸۹). از آنجا که بهای آب بر پایه ارزش واقعی آن تعیین نمی‌شود، در بخش‌های مختلف بی‌رویه مصرف می‌شود، به همین دلیل لزوم نگرش اقتصادی به آب به عنوان یک کالا و محاسبه متغیرهای اقتصادی آن، ضروری می‌نماید.

استان خراسان رضوی به لحاظ قرار گرفتن در اقلیم خشک و نیمه خشک و رویارویی با کاهش بارندگی در سال‌های اخیر، در وضعیت بسیار نامطلوبی قرار گرفته است. میانگین ریزش‌های جوی در این استان ۲۲۵/۷ میلی‌متر در سال است و متوسط حجم ریزش‌های جوی در این استان سالانه ۲۶/۴۲ میلیارد مترمکعب است که از این میزان ۱۷/۹۷۶ میلیارد متر مکعب آن سالانه تبخیر و از دسترس خارج می‌شود و ۸/۴۴۴ میلیارد متر مکعب آن قابل استفاده است که با ۰/۵ میلیارد متر مکعب آب وروردی به مرزهای استان در مجموع ۸/۹۴۴ میلیارد متر مکعب، قابلیت منابع آب تجدید شونده در استان می‌باشد. از ۸/۹۴۴ میلیارد متر مکعب آب در استان حدود ۶/۶۸۴ میلیارد متر مکعب آن صرف تغذیه آبخوان‌های زیرزمینی شده و ۲/۲۶۰ میلیارد متر

## برآورد ارزش اقتصادی آب...۱۳۵

مکعب به صورت جریان‌های سطحی در استان جاری شده است که با توجه به استحصال سالانه ۷/۷۵۸ میلیارد متر مکعب آب از منابع آب زیرزمینی، مخازن آب‌های زیرزمینی استان سالانه با کسری ۱/۰۷۴ میلیارد مترمکعبی روبه‌رو هستند و از کل ۳۶ دشت موجود، ۳۳ دشت دارای وضعیت ممنوعه و ممنوعه بحرانی بوده و تنها برداشت از ۳ دشت آزاد می‌باشد (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی، ۱۳۹۱).

قوچان یکی از شهرستان‌های استان خراسان رضوی است که در شمال این استان و در فاصله ۱۳۰ کیلومتری از مرکز استان واقع شده است. کل آب قابل استحصال از منابع زیر زمینی و سطحی در شهرستان قوچان ۰/۱۸۵۶ میلیارد متر مکعب است که از این میزان ۰/۱۴۲۷ میلیارد متر مکعب سالانه از منابع آب زیرزمینی تخلیه می‌شود (گزارش جهاد کشاورزی شهرستان قوچان، ۱۳۹۰).

در زمینه ارزش‌گذاری آب بررسی‌های مختلفی در داخل و خارج از ایران صورت گرفته است که در زیر به چند مورد آنها اشاره می‌شود. خواجه روشنایی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی ارزش اقتصادی آب مصرفی در زراعت گندم در شهرستان مشهد با به کارگیری مدل‌های کلاسیک و آنتروپی پرداختند و نشان دادند که روش آنتروپی قادر به برآورد دقیق ضرایب توابع نبوده، در حالی‌که ارزش اقتصادی آب در روش کلاسیک ۱۸۷۰ ریال محاسبه شد. قرقانی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و تابع تولید با کشت جانشینی ثابت به بررسی تاثیر کاهش آب آبیاری و افزایش قیمت آب بر الگوی کشت پرداختند و نشان دادند که با به کارگیری سیاست‌های موجود الگوی بهینه همان مقادیر سال مبنای تولید می‌کند. بخشی و همکاران (۱۳۹۰) با به کارگیری روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت اثرگذاری سیاست‌های جایگزین قیمت-گذاری آب در دشت مشهد را مورد تحلیل و بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که سیاست قیمت‌گذاری آب و مالیات بر محصول در مقایسه با سیاست مالیات بر نهاده مکمل، مؤثرتر و مناسب‌تر می‌باشند. دو سیاست مالیات بر نهاده و محصول در نرخهای معینی می‌توانند به عنوان جایگزین سیاست قیمت‌گذاری آب به کار روند. صبوحی و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به بررسی اثرگذاری تغییر قیمت آب آبیاری بر منافع خصوصی و اجتماعی پرداختند. نتایج نشان داد، در شرایط وجود سیاست‌های انحرافی و نقص بازار با افزایش قیمت آب آبیاری منافع اجتماعی افزایش و منافع خصوصی کاهش می‌یابد. نتایج همچنین نشان داد که خشکسالی در شرایط وجود سیاست‌های انحرافی و نقص بازار ممکن است منافع اجتماعی به دست آمده از فعالیت‌های زراعی را زیاد تغییر ندهد. اسدی و همکاران (۱۳۸۶)، به بررسی قیمت-گذاری آب در اراضی زیر سد طالقان پرداختند. در این بررسی از روش‌های برنامه‌ریزی خطی و اقتصاد

سنجی برای برآورد تابع تقاضای آب آبیاری و قیمت سایه‌ای آب استفاده شد. نتایج نشان داد که کشش قیمتی محاسبه شده در بیشتر نواحی منفی و کوچکتر از یک است. همچنین ارزش بازده نهایی آب کشاورزی بیشتر از آب بهای دریافتی در منطقه می‌باشد. آزوارا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۹)، با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به بررسی ارزش اقتصادی آب در شرایط مختلف پرداختند و نشان دادند که ارزش اقتصادی آب در سطوح مزرعه و سطوح به هم پیوسته<sup>۲</sup> (تجمعی) به نسبت همسان است اما تغییرپذیری و تأثیرگذاری توزیع هر سناریو توسط تجمعی بودن تحت تأثیر واقع شده است. اسپیلمن<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۹)، با استفاده از یک روش دو مرحله‌ای جدید به برآورد تأثیر قیمت‌گذاری آب بر خرده مالکان آبیاری در ایالت نرس وست آفریقای جنوبی پرداختند و نشان دادند که تقاضای آب حتی با کوچکترین تغییر در قیمت آب کاملاً واکنش-پذیر است. علاوه بر آن وجود داشتن قیمت برای آب به طور چشمگیری سود مزرعه را کاهش می‌دهد که باعث ایجاد مشکلات اولیه‌ای برای کشاورزان فقیر می‌شود. هلگرس و دیویدسون<sup>۴</sup> (۲۰۱۰)، به بررسی ارزش اقتصادی آب آبیاری غیر تجمعی در موسی ساب بیسین در هند پرداختند. نتایج نشان داد که در منطقه مورد بررسی ارزش آب آبیاری در بین محصولات، نواحی و فصول برابر نیست. از دیگر تحقیقات می‌توان به بررسی‌های احمدپور و صبوحی صابونی (۱۳۸۸)، چیدری و همکاران (۱۳۸۴)، وارد و میکلسن<sup>۵</sup> (۲۰۰۲) و داپلر<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۲) اشاره کرد. بنابراین با توجه به مطالب بیان شده در بالا هدف این تحقیق، برآورد ارزش اقتصادی آب در بین بهره‌برداران زراعی شهرستان قوچان با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

الگوهای ساختاری اقتصادسنجی به همراه الگوهای برنامه‌ریزی مقید، روش استاندارد مورد استفاده در الگوهای اقتصاد کشاورزی در دوره بیست سال گذشته بوده است، ولی هیچ کدام نتوانسته در این عرصه چیرگی پیدا کنند (باور، ۱۹۸۸). بر همین پایه در سال‌های اخیر بسیاری از تلاش‌ها به منظور چیره شدن بر این

۱ - Azuara

۲-aggregated level

۳ - Speelman

۴ - Hellegrers & Davidson

۵ - Ward & Michelsen

۶ - Doppler

## برآورد ارزش اقتصادی آب...۱۳۷

مشکلات (به ویژه الگوهای بهینه‌سازی) مبتنی بر دیدگاه به‌کاربردن روش‌های اقتصادسنجی در الگوهای بهینه‌سازی یا استفاده از روش‌های اقتصادسنجی در برآورد پارامترهای الگوهای بهینه‌سازی صورت گرفته است. به عبارت دیگر، تلاش‌هایی برای ترکیب روش‌های اقتصادسنجی و برنامه‌ریزی به روش مناسب صورت پذیرفته است که دستاورد آن ارائه الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی به همراه روش بهینه‌آنتروپی می‌باشد. با توجه به اینکه در رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی اثبات بسیاری از محدودیت‌ها و نارسایی‌های برنامه‌ریزی ریاضی هنجاری برطرف شده است و از سوی دیگر در برآورد پارامترهای توابع تولید و هزینه از رهیافت بهینه‌آنتروپی استفاده می‌شود، این روش در سال‌های اخیر مورد توجه محققان اقتصاد کشاورزی قرار گرفته و کاربردهای گسترده‌ای در بررسی اثرگذاری‌های زیست محیطی سیاست‌ها داشته است (بخشی، ۱۳۸۸). در این پژوهش برای تحلیل سیاست از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت استفاده شده است زیرا در مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی مثبت برخلاف مدل‌های هنجاری، برخی از پارامترها تعدیل یافته‌اند که به گونه‌ای دقیق بتوانند حالت پایه‌ی مفروض را بازسازی کنند. از آنجا که این نوع مدل‌ها داده‌ی کنونی را بازسازی می‌کنند، روش مثبت (واقعی) نامیده می‌شوند. هدف عمده این نوع مدل‌ها، بیان واکنش‌های تولیدکنندگان به تغییرات خارجی که سیاست‌گذاران را به  $PMP^1$  علاقمند نموده است می‌باشد. بحث اصلی برای ساختن مدل‌های  $PMP$  مدل‌های افزایش اطمینان با پرهیز از تفاوت بین موقعیت پایه‌ی کنونی و موقعیت پایه‌ی شبیه‌سازی و نیز بازسازی رفتار کشاورزان در محیط ویژه‌ی آنان برپایه داده‌های کمی می‌باشد که در فرایند تصمیم‌مزرعه (استفاده زمین و میزان تولید) موجود هستند (قرقانی و همکاران، ۱۳۸۸). روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت نخستین بار توسط هویت در سال ۱۹۹۵ مطرح شد و به عنوان رایج‌ترین روش کاربردی برای کالیبراسیون یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی طی سه مرحله انجام می‌شود:

- (۱) تصریح مدل برنامه‌ریزی خطی با در نظر گرفتن محدودیت‌های کالیبراسیون.
  - (۲) کاربرد مقادیر دوگان مدل مرحله اول برای تعیین پارامترهای تابع هدف غیرخطی.
  - (۳) کاربرد تابع هدف کالیبره شده در قالب یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به منظور تحلیل سیاست‌ها.
- در مرحله اول محدودیت‌های کالیبراسیون، به مجموعه محدودیت‌های منابع یک مدل برنامه‌ریزی خطی اضافه می‌شوند. این محدودیت‌ها سطح فعالیت‌ها را به سطوح مشاهده شده دوره پایه، مقید می‌کنند. با فرض

---

<sup>۱</sup> - Positive Mathematical Programming

بیشینه‌سازی بازده برنامه‌ای، مدل اولیه به صورت زیر تصریح می‌شود (هویت، ۱۹۹۵ و پاریس و هویت، ۱۹۹۸).

$$\text{Max } Z = px - cx \quad (۱)$$

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

$$x \leq x_0 + \varepsilon \quad [\rho] \quad (۳)$$

$$x \geq 0 \quad (۴)$$

که در آن:

$Z$  = ارزش تابع هدف،  $P$  = بردار  $(n \ 1)$  قیمت‌های محصول،  $x$  = بردار  $(n \ 1)$  غیر منفی از سطوح فعالیت-های تولیدی،  $c$  = بردار  $(n \ 1)$  از هزینه هر واحد از فعالیت،  $A$  = ماتریس  $(m \ n)$  ضرایب فنی در محدودیت‌های منابع،  $b$  = بردار  $(m \ 1)$  مقادیر منابع در دسترس،  $x_0$  = بردار  $(n \ 1)$  غیر منفی از سطوح مشاهده شده فعالیت‌های تولیدی،  $\varepsilon$  = بردار  $(n \ 1)$  از اعداد مثبت کوچک برای جلوگیری از وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری (۲) و محدودیت‌های کالیبراسیون (۳)،  $\lambda$  = بردار  $(m \ 1)$  از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های منابع و  $\rho$  = بردار  $(n \ 1)$  از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های کالیبراسیون می‌باشد.

تفاوت مدل بالا با یک مدل برنامه‌ریزی خطی این است که در این مرحله محدودیت‌های کالیبراسیون به مدل اضافه شده‌اند. با حل مدل فوق، مقادیر دوگان مربوط به محدودیت‌های یاد شده که بیانگر قیمت سایه‌ای محصولات تولید شده می‌باشند، محاسبه می‌شوند. هویت (۱۹۹۵) پاریس و هویت (۱۹۹۸) و هکلی (۲۰۰۰) بردار مقادیر دوگان  $\rho$  مرتبط با محدودیت‌های کالیبراسیون را به عنوان نماینده‌ای از هر نوع خطای تصریح مدل، خطای داده‌ها، خطای همجمعی سازی، رفتار خطرپذیری و انتظارهای قیمتی تفسیر کرده‌اند. در کالیبراسیون یک تابع عملکرد غیرخطی کاهش، بردار دوگان  $\rho$  بیانگر اختلاف بین ارزش تولید نهایی و متوسط می‌باشد (هویت، ۱۹۹۵ a و هویت ۱۹۹۵ b) علاوه بر آن در کالیبراسیون یک تابع هزینه غیرخطی صعودی، بردار دوگان  $\rho$  به عنوان بردار هزینه نهایی تفاضلی تفسیر شده که همراه با بردار هزینه (c)، هزینه نهایی و واقعی تولید فعالیت مشاهده شده  $x_0$  را معلوم می‌کند (رابطه ۶). در مرحله دوم، مقادیر دوگان به دست آمده از مرحله اول برای برآورد پارامترهای تابع هدف غیر خطی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عبارت

## برآورد ارزش اقتصادی آب...۱۳۹

دیگر در این مرحله مقادیر دوگان برای کالیبره کردن پارامترهای تابع هدف غیرخطی به کار می‌روند. در این حالت سطوح فعالیت مشاهده شده در دوره پایه توسط مدل غیرخطی یاد شده و بدون محدودیت‌های کالیبراسیون بازتولید می‌شود (پاریس، ۲۰۰۱). در روش PMP تشکیل تابع هدف غیر خطی را می‌توان از طرف عرضه (هزینه) یا تقاضا (قیمت) یا ترکیبی از این دو انجام داد (هویت، ۲۰۰۵). بر پایه نظر هویت در روش PMP اغلب توابع هزینه‌ای به کار می‌روند که از راه داده‌ها و برآوردهای اقتصادسنجی به عنوان بهترین مدل غیرخطی معرفی شده باشند. هکلی نیز بر این باور است که به دلیل سادگی محاسبه‌ها و نبود دلایل قوی برای دیگر انواع توابع، بیشتر یک تابع هزینه درجه دوم در تابع هدف به کار می‌رود. ساده‌ترین حالت تابعی که در بیشتر تحقیقات بکار رفته است، به صورت تابع درجه دوم می‌باشد (آرفینی و پاریس، ۱۹۹۵، هی و همکاران، ۲۰۰۶، هویت، ۱۹۹۵). همچنین با توجه به ویژگی‌های مطلوب تابع هزینه درجه دوم همچون صعودی بودن تابع هزینه نهایی برای هر فعالیت و ساده‌تر بودن کار با این توابع، این حالت تابع نسبت به دیگر حالت‌ها ترجیح داده می‌شود (کورتیگنانی و سونینی، ۲۰۰۹). در این تحقیق تابع هزینه بر پایه مدل‌های مختلف (خطی، درجه دو، کاب داگلاس، ترانسلوگ و ترانسیندنتال) مورد برآورد قرار گرفت و در نهایت تابع هزینه درجه دوم به عنوان حالت برتر گزینش شد و برابر رابطه زیر در مدل PMP تصریح شد:

$$Cv(x) = dx + \frac{1}{2}Qx^2 \quad (5)$$

در این تابع،  $d$  بردار  $(n \times 1)$  از پارامترهای جزء خطی تابع هزینه،  $Q$  ماتریس مثبت، نیمه معین و متقارن با ابعاد  $(n \times n)$  از پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه می‌باشد.

همان‌گونه که پیشتر گفته شد، بردار هزینه نهایی (MCV) مربوط به تابع هزینه بالا برابر با مجموع بردار هزینه  $c$  و بردار هزینه نهایی تفاضلی  $p$  می‌باشد:

$$MCV = \Delta CV(x)_{x_0} = d + Qx_0 = C + p \quad (6)$$

که  $\Delta CV(x)$  بردار گرادیان  $(n \times 1)$  از مشتقات مرتبه اول  $CV(x)$  برای  $X = X_0$  می‌باشد. برای حل دستگاه بالا که شامل  $n$  معادله با  $[\frac{n+n(n+1)}{2}]$  پارامتر است و همچنین به منظور چیره شدن بر مشکلات کمتر از حد معین بودن دستگاه معادلات، از راه حل‌های گوناگونی همچون قاعده تصریح اولیه، رهیافت هزینه متوسط، استفاده از کشش‌های برونزای عرضه و تصریح بر مبنای تولید و بیشینه آنتروپی استفاده می‌شود که در این بررسی از قاعده تصریح اولیه استفاده شده است. در مرحله سوم روش PMP، تابع هزینه غیر خطی برآورده شده در مرحله پیش در تابع هدف مسئله مورد بررسی قرار داده شده و در یک مساله برنامه‌ریزی

غیرخطی همانند مسأله اولیه به استثناء محدودیت‌های کالیبراسیون ولی همراه با دیگر محدودیت‌های سیستمی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$\text{Max } Z = px - dx - xQx/2 \quad (7)$$

Subject to:

$$Ax \leq b \quad [\lambda] \quad (8)$$

$$x \geq 0 \quad (9)$$

در اینجا بردار  $d$  و ماتریس  $Q$  پارامترهای کالیبره شده تابع هدف غیر خطی را نشان می‌دهند. اکنون مدل غیرخطی کالیبره شده بالا به طور صحیح سطوح فعالیت‌های مشاهده شده در وضعیت کنونی و مقادیر دوگان محدودیت‌های منابع را باز تولید می‌کند و برای شبیه‌سازی تغییرات در پارامترهای مورد نظر آماده می‌باشد. مدل مرحله سوم در مقایسه با مدل مرحله اول بدون محدودیت‌های کالیبراسیون بوده و تابع هدف آن نیز غیرخطی می‌باشد. به منظور بررسی اثرگذاری سیاست‌های مورد نظر بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها و برآورد ارزش اقتصادی آب سعی شده است تا الگوی مورد استفاده در برگزیده‌ی بیشتر محدودیت‌های موجود در دو گروه از بهره‌برداران در منطقه مورد بررسی باشد. بر همین پایه، محدودیت‌های الگو شامل محدودیت زمین، آب آبیاری، نیروی کار (نیروی کار روز مزد مرد و زن در ماه‌های تیر و مرداد)، سرمایه و ماشین‌آلات می‌باشد.

روش نمونه‌گیری در این پژوهش بدین صورت می‌باشد که سطح زیر کشت ۴۰ بهره‌بردار را به صورت تصادفی مشخص و به منظور همگن‌سازی واحدهای درون هر گروه، رابطه سطح زیر کشت را با متغیرهایی همچون درآمد کشاورزان و میزان استفاده از نهاده‌های مختلف در جریان تولید مورد بررسی قرار داده و با استفاده از آزمون  $t$  و تحلیل واریانس، منطقه مورد بررسی (شهرستان قوچان) را به دو گروه همگن کمتر از ۵ هکتار و بیشتر از ۵ هکتار تقسیم کرده و برای به دست آوردن حجم نمونه از فرمول کوکران (رابطه ۱۰) استفاده می‌نماییم.

$$\begin{cases} n_0 = \frac{z^2 s^2}{d^2} \\ n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \end{cases} \quad (10)$$



## برآورد ارزش اقتصادی آب... ۱۴۱

که در این رابطه،  $N$  کل حجم جامعه آماری مورد بررسی،  $Z=1/96$  عدد مربوط به خطای نوع اول از جدول نرمال،  $S^2$  واریانس متغیر هدف (سطح زیر کشت) در نمونه مقدماتی،  $n$  حجم نمونه مورد نیاز برای تحقیق و  $d$  تفاوت پارامتر مورد بررسی در جامعه و نمونه می‌باشد.

در این تحقیق،  $N$  (شمار بهره‌برداران شهرستان قوچان که در بخش زراعت مشغول به فعالیت هستند) برابر ۱۲۱۲۰ نفر، واریانس سطح زیر کشت برابر  $3/48$ ،  $d$  برابر  $0/33$  می‌باشد. با جایگذاری در فرمول کوکران حجم نمونه مورد نظر برابر ۱۱۸ به دست می‌آید. پس از مشخص شدن حجم نمونه، ۴۸ پرسشنامه به طور تصادفی از بهره‌برداران گروه ۱ (کمتر از ۵ هکتار) و ۷۰ پرسشنامه به طور تصادفی از بهره‌برداران گروه ۲ (بیشتر از ۵ هکتار) تکمیل شد.

## نتایج و بحث

منطقه مورد نظر به دو گروه همگن بهره‌برداران کمتر از ۵ هکتار و بیشتر از ۵ هکتار تقسیم شده است. در هر دو گروه از بهره‌برداران گندم بیشترین سطح زیر کشت را دارا می‌باشد. همچنین بیشترین نیاز آبی در بهره‌برداران گروه ۱ متعلق به محصول پیاز و در بهره‌برداران گروه ۲ متعلق به محصول خیار، بیشترین سرمایه در هر دو گروه متعلق به محصول سیب‌زمینی، بیشترین نیروی کار روز مزد مرد در هر دو گروه متعلق به محصول یونجه، بیشترین نیروی کار روز مزد زن در هر دو گروه متعلق به محصول چغندر قند، بیشترین نیروی کار روز مزد زن در تیر و مرداد ماه در گروه ۱ متعلق به محصول گوجه‌فرنگی و در گروه ۲ متعلق به محصولات خیار و گوجه‌فرنگی، بیشترین ساعت استفاده از ماشین‌آلات در هر دو گروه متعلق به محصولات گندم و جو می‌باشد. در این قسمت به بررسی سناریوهای مختلف در بهره‌برداران گروه ۱ و ۲ پرداخته می‌شود. در ابتدا در جدول ۱ الگوی کشت کنونی و الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و درصد تغییرات نشان داده شده است سپس در قسمت‌های بعدی به بررسی نتایج سناریوهای کاهش در منابع آب و افزایش قیمت آب پرداخته می‌شود.

جدول (۱). نتایج الگوی کشت کنونی و الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و درصد تغییرات در بهره‌برداران

گروه ۱ و ۲

فعالیت (گروه ۱)	الگوی کنونی (هکتار)	الگوی PMP (هکتار)	درصد تغییرات	فعالیت (گروه ۲)	الگوی کنونی (هکتار)	الگوی PMP (هکتار)	درصد تغییرات
-----------------	---------------------	-------------------	--------------	-----------------	---------------------	-------------------	--------------

۰/۱	۵/۲۶۲۴	۵/۲۵۷۱	گندم	۰/۱	۱/۳۰۳۳	۱/۳۰۲۰	گندم
۰/۱	۲/۴۴۸۸	۲/۴۴۶۴	جو	۰/۱	۰/۸۸۶۲	۰/۸۸۵۴	جو
۰/۱	۱/۵۳۵۸	۱/۵۳۴۲	چغندر قند	-۰/۵۷۸	۰/۳۶۲۴	۰/۳۶۴۵	چغندر قند
۰/۱	۰/۱۴۳۰	۰/۱۴۲۸	خیار	۰/۱	۰/۵۸۳۹	۰/۵۸۳۳	سیب زمینی
۰/۱	۱/۲۳۳۳	۱/۲۳۲۱	سیب زمینی	۰/۱	۰/۶۰۳۷	۰/۶۰۳۱	گوجه فرنگی
۰/۱	۰/۱۴۳۰	۰/۱۴۲۸	عدس	۰/۱	۰/۳۱۲۸	۰/۳۱۲۵	یونجه
۰/۱	۰/۷۴۰۰	۰/۷۳۹۲	گوجه فرنگی	۰/۱	۰/۱۴۵۹	۰/۱۴۵۸	لوبیا
۰/۱	۰/۳۵۷۵	۰/۳۵۷۱	یونجه	۰/۱	۰/۱۸۷۶	۰/۱۸۷۵	پیاز
۰/۱	۰/۱۵۰۱	۰/۱۵۰۰	لوبیا	-۳/۳	۰/۱۲۰۸	۰/۱۲۰۵	آفتاب گردان
۰/۱	۰/۱۸۸۷	۰/۱۸۸۵	پیاز				
-۹/۸	۰/۱۷۵۲	۰/۲۱۸۵	آفتاب گردان				
۰/۱	۰/۶۸۶۴	۰/۶۸۵۷	ذرت علوفه‌ای				

ماخذ: داده‌های تحقیق

همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد درصد تغییرات در هر دو گروه از بهره‌برداران بسیار ناچیز است که نشان‌دهنده کالیبراسیون مناسب در هر دو گروه از بهره‌برداران می‌باشد.

### الف- سناریوهای کاهش در منابع آب

در این قسمت به برآورد ارزش اقتصادی آب و تغییرات الگوی کشت با سناریوهای کاهش در منابع آب پرداخته می‌شود. برای این منظور منابع آب در دسترس به منظور مشاهده بیشترین تغییرات در الگوی کشت، در هر سناریو به میزان ۵ درصد کاهش داده شد و نتایج بررسی نشان داد که سناریوهای ۳۰٪، ۴۰٪ و ۷۰٪ کاهش در منابع آب برای بهره‌برداران گروه ۱ و سناریوهای ۱۰٪، ۲۵٪ و ۷۵٪ کاهش در منابع آب برای بهره‌برداران گروه ۲ به دلیل تغییراتی که در الگوی کشت ایجاد کرده‌اند به عنوان بهترین سناریوها گزینش و نتایج آن در جدول‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

جدول (۲). نتایج الگوی کشت و تغییرات آن با سناریوهای کاهش در منابع آب در بهره‌برداران گروه ۱ (کمتر از ۵ هکتار)

فعالیت	الگوی PMP (هکتار)	سناریو ۱ (کاهش ۳۰٪) (هکتار)	درصد تغییرات	سناریو ۲ (کاهش ۴۰٪) (هکتار)	درصد تغییرات	سناریو ۳ (کاهش ۷۰٪) (هکتار)	درصد تغییرات
گندم	۱/۳۰	۱/۲۰	-۷/۶۳	۱/۰۲	-۲۱/۳۱	۰	-۱۰۰
جو	۰/۸۸	۰/۸۴	-۴/۱۴	۰/۷۸	-۱۱/۵۷	۰/۳۰	-۶۵/۲۰
چغندر قند	۰/۳۶	۰/۲۹	-۱۸/۳۸	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰
سیب -	۰/۵۸	۰/۵۵	-۵/۷۴	۰/۵۲	-۹/۶۴	۰/۳۶	-۳۷/۸۱

### برآورد ارزش اقتصادی آب...۱۴۳

زمینی						
گوجه	۰/۶۰	۰/۵۵	-۸/۸۰	۰/۵۲	-۱۳/۰۵	۰/۳۳
فرنگی	۰/۳۱	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	-۴۳/۷۴
یونجه	۰/۱۴	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	-۱۰۰
لوبیا	۰/۱۸	۰/۱۴	-۲۵/۰۵	۰/۱۲	-۳۱/۵۴	-۷۸/۴۶
پیاز	۰/۱۲	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	-۱۰۰
آفتاب گردان						
ارزش						
اقتصادی	-	۱۰۹/۵۸۳	-	۱۳۴/۲۲۶	-	۳۱۲/۱۰۵
آب						
سود	۲۱۱۶۷۰۰۰۰	۱۹۴۴۵۰۰۰۰	-۸/۱۳	۱۸۴۲۲۰۰۰۰	-۱۲/۹۶	۱۲۶۱۷۰۰۰۰
خالص						-۴۰/۳۹

ماخذ: داده‌های تحقیق

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در سناریو اول، گندم (۱/۲۰ هکتار) بیشترین سطح زیر کشت و جو کمترین تغییرات را نسبت به حالت اولیه (۰/۸۴) به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در این سناریو یونجه، لوبیا و آفتاب‌گردان از الگوی کشت حذف شده‌اند و ارزش اقتصادی آب در سناریو اول (کاهش ۳۰ درصد در منابع آب) در حدود ۱۱۰۰ ریال به دست آمده که بیانگر این است که کشاورزان برای در اختیار داشتن یک واحد آب اضافی مجاز هستند بیشینه معادل ۱۱۰۰ ریال پرداخت نمایند و سود خالص مزرعه با کاهش ۸ درصدی نسبت به حالت اولیه به مقدار ۱۹۴۴/۵ میلیون ریال رسیده است. در سناریو دوم (کاهش ۴۰ درصدی در منابع آب) همانند سناریو اول بیشترین سطح زیر کشت به گندم (۱/۰۲ هکتار) و کمترین تغییرات به سیب زمینی و گوجه فرنگی (۵ درصد کاهش) اختصاص دارد و علاوه بر یونجه، لوبیا، آفتاب-گردان و چغندر قند نیز از الگوی کشت حذف شده و ارزش اقتصادی آب در این سناریو در حدود ۱۳۴۰ ریال به دست آمده است و سود خالص مزرعه ۱۸۴۲/۲ میلیون ریال به دست آمده است که نسبت به حالت اولیه کاهشی ۱۲ درصدی را شاهد می‌باشد. در نهایت در سناریو سوم (کاهش ۷۰ درصدی در منابع آب) نسبت به دو سناریو پیشین بیشترین تغییرات را در الگوی کشت شاهد و گندم که بیشترین سطح زیر کشت را در دو سناریو پیشین به خود اختصاص داده بود در این سناریو از الگوی کشت حذف شده و بیشترین سطح زیر کشت در این حالت اختصاص به سیب زمینی (۰/۳۶ هکتار) دارد. ارزش اقتصادی آب در این سناریو

معادل ۳۱۲۰ ریال می‌باشد و با ۴۰ درصد کاهش، سود خالص مزرعه به میزان ۱۲۶۱/۷ میلیون ریال رسیده است. در حالت کلی با کاهش بیشتر در منابع آب محصولات سیب زمینی، گوجه فرنگی و جو کمتر دچار تغییرات شده‌اند و ارزش اقتصادی آب روند افزایشی به خود گرفته است.

جدول (۳). نتایج الگوی کشت و تغییرات آن با سناریوهای کاهش در منابع آب در بهره‌برداران گروه ۲ (بیشتر از ۵ هکتار)

الگوی PMP (هکتار)	سناریو ۱ (کاهش ۱۰٪) (هکتار)	درصد تغییرات	سناریو ۲ (کاهش ۲۵٪) (هکتار)	درصد تغییرات	سناریو ۳ (کاهش ۷۵٪) (هکتار)	درصد تغییرات	فعالیت
گندم	۵/۱۶	-۱/۸۸	۳/۹۵	-۲۴/۸۵	۰/۳۵	-۹۳/۳۴	جو
جو	۲/۴۱	-۱/۲۲	۲/۰۵	-۱۶/۲۴	۰/۹۵	-۶۰/۹۹	چغندر قند
۱/۵۵	۱/۴۱	۱/۴۱	۱/۴۸	-۳/۰۶	۰	-۱۰۰	خیار
۰/۱۴	-۱/۸۷	-۱/۸۷	۰/۱۰	-۲۹/۱۵	۰	-۱۰۰	سیب زمینی
۱/۲۳	۱/۲۲	-۱/۰۸	۱/۰۳	-۱۶/۰۴	۰/۴۰	-۶۷/۲۰	عدس
۰/۱۴	۰/۱۳	-۶/۱۰	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	گوجه فرنگی
۰/۷۴	۰/۷۳	-۰/۸	۰/۶۴	-۱۳/۳۱	۰/۲۹	-۶۰/۴۸	یونجه
۰/۳۵	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	لوبیا
۰/۱۵	۰/۱۳	-۱۰/۴۱	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	پیاز
۰/۱۸	۰/۱۸	۰	۰/۱۳	-۲۸/۱۶	۰	-۱۰۰	آفتاب گردان
۰/۲۱	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	ذرت علوفه-
۰/۶۸۶۴	۰/۶۸۵۰	-۰/۱۹	۰/۶۶	-۲/۶۴	۰/۶۱	-۱۰/۰۲	ای
-	۹/۵۳۱	-	۱۲۵/۹۲۹	-	۴۷۲/۸۹۷	-	ارزش
اقتصادی آب							
سود خالص	۱۵۵۵۳۰۰۰۰۰	-۰/۰۲	۱۵۲۰۶۰۰۰۰۰	-۲/۲۵	۱۰۴۱۷۰۰۰۰۰	-۳۳/۰۳	

ماخذ: داده‌های تحقیق

جدول ۳ نتایج سناریوهای مربوط به کاهش در منابع آب برای بهره‌برداران گروه ۲ می‌باشد. در سناریو اول (کاهش ۱۰ درصدی در منابع آب)، گندم (۵/۱۶ هکتار) بیشترین سطح زیر کشت، خیار، عدس، پیاز و ذرت علوفه‌ای بدون تغییر در سطح زیر کشت، چغندر قند افزایش در سطح زیر کشت و یونجه و آفتاب‌گردان از الگوی کشت حذف شده و در این حالت ارزش اقتصادی آب معادل ۱۰۰ ریال به دست آمده است. همچنین

## برآورد ارزش اقتصادی آب... ۱۴۵

سود خالص مزرعه در این سناریو با کاهش اندکی نسبت به حالت اولیه (۰/۰۲ درصد) به مقدار ۱۵۵۵۳ میلیون ریال رسیده است. الگوی کشت در سناریو دوم (کاهش ۲۵ درصدی در منابع آب) نسبت به حالت پیش دچار تغییرات بیشتری شده است به گونه‌ای که در این حالت، عدس و لوبیا نیز از الگوی کشت حذف شده و همچون سناریوی پیش گندم با ۳/۹۵ هکتار بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. ارزش اقتصادی آب در این حالت نسبت به سناریو اول افزایش چشمگیری داشته و از مبلغ ۱۰۰ ریال به ۱۲۶۰ ریال رسیده است اما سود خالص مزرعه با کاهش ۲ درصدی نسبت به حالت اولیه به مبلغ ۱۵۲۰۶ میلیون ریال رسیده است. در سناریو سوم که ۷۵ درصد منابع آب کاهش یافته است تنها ۵ محصول گندم، جو، سیب زمینی، گوجه فرنگی و ذرت علوفه‌ای در الگوی کشت باقی مانده‌اند که سطح زیر کشت هر کدام از این ۵ محصول کمتر از ۱ هکتار می‌باشد و دیگر محصولات از الگوی کشت حذف شده‌اند و ارزش اقتصادی آب در این حالت معادل ۴۷۳۰ ریال به دست آمده که رشد ۲۷۵ درصدی را دارا می‌باشد و سود خالص مزرعه با کاهش ۳۳ درصدی نسبت به دو سناریو پیشین به مقدار ۱۰۴۱۷ میلیون ریال رسیده است. در حالت کلی با کاهش بیشتر در منابع آب الگوی کشت به سمت محصولات سیب زمینی، گوجه فرنگی، ذرت علوفه‌ای و محصول‌هایی با نیاز آبی کمتر مانند گندم، جو حرکت کرده و ارزش اقتصادی آب نیز همواره روند افزایشی به خود گرفته است.

### ب- سناریوهای افزایش قیمت آب

در این قسمت سناریوهای افزایش قیمت آب را در دو گروه از بهره‌برداران مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچون سناریوهای قسمت الف، سناریوهای مختلف را با افزایش‌های ۵ درصدی در قیمت آب مورد بررسی و سناریوهایی که الگوی کشت را بیشتر تحت تاثیر قرار می‌دهد گزینش و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از بررسی‌های صورت گرفته در بهره‌برداران گروه ۱، سناریوهای ۷۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد افزایش در قیمت آب و در بهره‌برداران گروه ۲، سناریوهای ۷۵، ۸۰ و ۱۰۰ درصد افزایش در قیمت آب به عنوان سناریوهای مورد نظر گزینش شدند. نتایج این سناریوها در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است.

همان‌طور که در جدول ۴ دیده می‌شود، با افزایش ۷۰ درصدی قیمت آب، سطح زیر کشت گندم، جو و چغندر قند افزایش، سطح زیر کشت سیب زمینی، گوجه فرنگی، یونجه، لوبیا و پیاز کاهش و آفتاب‌گردان از الگوی کشت حذف شده است. در سناریو دوم (افزایش ۸۰ درصدی در قیمت آب)، تنها سطح زیر کشت

چغندر قند افزایش یافته است و سطح زیر کشت گندم، جو، سیب زمینی و پیاز کاهش و سطح زیر کشت گوجه فرنگی بدون تغییر مانده است. همچنین در این سناریو علاوه بر آفتاب گردان، یونجه و لوبیا نیز از الگوی کشت حذف شده است. در سناریو ۱۰۰ درصد افزایش در قیمت آب، تغییرات تقریباً مشابه سناریو دوم است با این تفاوت که در این سناریو چغندر قند نیز از الگوی کشت حذف شده است که دلیل آن نیاز آبی این محصول و افزایش در هزینه های تولید آن به دلیل افزایش در قیمت آب می باشد.

جدول (۴). نتایج الگوی کشت و تغییرات آن با سناریوهای افزایش در قیمت آب در بهره برداران گروه ۱ (کمتر از ۵

هکتار)

الگوی PMP (هکتار)	سناریو ۱) افزایش (٪۷۰)		سناریو ۲) افزایش (٪۸۰)		سناریو ۳) افزایش (٪۱۰۰)		فعالیت
	درصد تغییرات	درصد تغییرات	درصد تغییرات	درصد تغییرات	درصد تغییرات	درصد تغییرات	
گندم	۱/۳۸	۶/۵۵	۱/۳۰	۰	۱/۱۲	-۱۳/۴۱	
جو	۰/۹۱	۳/۵۶	۰/۸۸	۰	۰/۸۲	-۷/۲۸	
چغندر قند	۰/۳۹	۹/۶۱	۰/۴۰	۱۱/۷۷	۰	-۱۰۰	
سیب زمینی	۰/۵۷	-۲/۲۶	۰/۵۶	-۳/۸۹	۰/۵۴	-۷/۳۹	
گوجه فرنگی	۰/۵۶	-۵/۶۵	۰/۵۶	-۵/۶۵	۰/۵۳	-۱۰/۶۰	
یونجه	۰/۰۸	-۷۳/۱۶	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	
لوبیا	۰/۰۱	-۸۸/۰۸	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	
پیاز	۰/۱۵	-۱۸/۴۹	۰/۱۴	-۲۱/۵۶	۰/۱۳	-۲۷/۷۹	
آفتاب گردان	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	
ارزش اقتصادی	-	-	-	-	-	-	
سود خالص	۱۴۳۳۶۰۰۰۰	-۳۲/۲۷	۱۳۵۱۱۰۰۰۰	-۳۶/۱۶	۱۲۰۳۸۰۰۰۰	-۴۳/۱۲	۲۱۱۶۷۰

ماخذ: داده های تحقیق

## برآورد ارزش اقتصادی آب...۱۴۷

جدول (۵). نتایج الگوی کشت و تغییرات آن با سناریوهای افزایش در قیمت آب در بهره‌برداران گروه ۲ (بیشتر از ۵ هکتار)

فعالیت	الگوی PMP (هکتار)	سناریو ۱ (افزایش ۷۵٪) درصد تغییرات	سناریو ۲ (افزایش ۸۰٪) درصد تغییرات	سناریو ۳ (افزایش ۱۰۰٪) درصد تغییرات
گندم	۵/۲۶	۴/۳۲	-۱۷/۷۶	۴/۰۱
جو	۲/۴۴	۲/۱۶	-۱۱/۶۰	۲/۰۶
چغندر قند	۱/۵۳	۱/۶۴	۷/۰۱	۱/۵۱
خیار	۰/۱۴	۰/۱۱	-۲۰/۶۷	۰/۱۰
سیب زمینی	۱/۲۳	۱/۱۰	-۱۰/۷۴	۱/۰۴
عدس	۰/۱۳	۰/۰۳	-۷۷/۳۴	۰
گوجه فرنگی	۰/۷۴	۰/۶۷	-۹/۲۵	۰/۶۴
یونجه	۰/۳۵	۰	-۱۰۰	۰
لوبیا	۰/۱۵	۰/۰۰۲	-۹۸/۳۴	۰
پیاز	۰/۱۸	۰/۱۵	-۱۹/۹۵	۰/۱۳
آفتاب گردان	۰/۲۱	۰	-۱۰۰	۰
ذرت علوفه‌ای	۰/۶۸	۰/۶۷	-۲/۰۱	۰/۶۶
ارزش اقتصادی آب	-	۰	-	۰
سود خالص	۱۵۵۵۷۰۰۰۰۰	۱۳۰۵۴۰۰۰۰۰	-۱۶۷۰۸	۱۲۲۹۵۰۰۰۰۰

ماخذ: داده‌های تحقیق

جدول ۵ تغییر سناریوها افزایش در قیمت آب را برای بهره‌برداران گروه ۲ نشان می‌دهد. در سناریو اول (۷۵ درصد افزایش قیمت آب) تنها سطح زیر کشت چغندر قند افزایش یافته و سطح زیر کشت گندم، جو، خیار، سیب زمینی، عدس، گوجه فرنگی، لوبیا، پیاز و ذرت علوفه‌ای کاهش یافته است و یونجه و آفتاب‌گردان از الگوی کشت حذف شده است. در سناریو ۸۰ درصد افزایش در قیمت آب، سطح زیر کشت خیار، گوجه فرنگی و ذرت علوفه‌ای نسبت به سناریو اول ثابت و دیگر محصولات سطح زیر کشتشان کاهش یافته است و در این سناریو علاوه بر یونجه و آفتاب‌گردان، لوبیا نیز از الگوی کشت حذف شده است. در انتها سناریو ۱۰۰ درصد افزایش در قیمت آب باعث می‌شود که عدس نیز مانند یونجه، لوبیا، آفتاب‌گردان از الگوی کشت

حذف شوند و همچون بهره‌برداران گروه ۱ در این سناریوها نیز سود خالص مزرعه همواره روند کاهشی به خود گرفته است.

### پیشنهادها

با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهادهای زیر را ارائه می‌شود:

- ۱- با توجه به اینکه در شرایط کمبود آب و افزایش قیمت آب سطح زیر کشت گندم و جو به همراه سیب زمینی و گوجه فرنگی کمتر دچار نوسان‌های شدید می‌شوند، لذا در این شرایط توصیه می‌شود، کشاورزان با کاهش سطح زیرکشت دیگر محصولات و تخصیص آب به تولید این محصولات سود خود را افزایش دهند.
- ۲- با توجه به محدود بودن آب در منطقه و ارزش اقتصادی بالای آن، پیشنهاد می‌شود، سیاست‌های قیمت-گذاری آب در مناطق یاد شده تدوین و به اجرا درآید تا با تخصیص بهینه آب، بازدهی این نهاد تولید افزایش یابد.
- ۳- برای کاهش مصرف آب پیشنهاد می‌شود، دولت با به کارگیری سیاست‌های حمایتی کشاورزان را ترغیب به استفاده از روش‌های نوین آبیاری همچون آبیاری تحت فشار نماید تا ضمن افزایش بازده آبیاری، در حفظ ذخایر آب‌های زیرزمینی نیز کمک شود.
- ۴- از آنجا که ارزش آب برای دو گروه مورد بررسی متفاوت تعیین شده است، پیشنهاد می‌شود سیاست قیمت‌گذاری تبعیضی در مورد آب تدوین و اجرا شود.

### منابع

- احمدپور، م. و صبحی صابونی، م. (۱۳۸۸). قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی بازه‌ای: مطالعه موردی منطقه دشتستان. اقتصاد کشاورزی، ۳(۳): ۱۴۱-۱۲۱.
- اسدی، ه.، سلطانی، غ.ر. و ترکمانی، ج. (۱۳۸۶). قیمت‌گذاری آب کشاورزی در ایران، مطالعه موردی اراضی زیر سد طالقان. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۵۸: ۹۰-۶۱.
- 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). رساله دکترا، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.



## برآورد ارزش اقتصادی آب...۱۴۹

- 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): ۲۸۴-۲۹۴.
- چیدری، ا.ح.، شرزه‌ای، غ.ع. و کرامت زاده، ع. (۱۳۸۴). تعیین ارزش اقتصادی آب با رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی (مطالعه موردی: سد بارزو شیروان). مجله تحقیقات اقتصادی، ۷۱: ۶۶-۳۹.
- خواجه روشنایی، ن.، دانشور کاخکی، م. و محتشمی برزادران، غ.ر. (۱۳۸۹). تعیین ارزش اقتصادی آب در روش تابع تولید، با به کارگیری مدل‌های کلاسیک و آنتروپی (مطالعه موردی: محصول گندم در شهرستان مشهد). نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۴(۱): ۱۱۳-۱۱۹.
- دانشور کاخکی، م.، شاهنوشی، ن. و خواجه روشنایی، ن. (۱۳۸۹). بررسی و تعیین مزیت نسبی محصولات زراعی استان خراسان رضوی با محوریت آب. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۷۱: ۱۴۰-۱۲۱.
- شمس‌الدینی، ا.، محمدی، ح. و رضایی، م.ر. (۱۳۸۹). تعیین ارزش اقتصادی آب در زراعت چغندر قند در شهرستان مرو دشت. مجله چغندر قند، ۲۶(۱): ۱۰۳-۹۳.
- صبوچی، م.، سلطانی، غ.ر. و زیبایی، م. (۱۳۸۶). بررسی اثر تغییر قیمت آب آبیاری بر منافع خصوصی و اجتماعی با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۱(۱): ۷۱-۵۳.
- قرقانی، ف.، بوستانی، ف. و سلطانی، غ.ر. (۱۳۸۸). بررسی تاثیر کاهش آب آبیاری و افزایش قیمت آب بر الگوی کشت با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت: مطالعه موردی شهرستان اقلید در استان فارس. مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱۱(۱): ۷۴-۵۷.
- کهنسال، م.ر.، قربانی، م. و رفیعی، ه. (۱۳۸۸). بررسی عوامل محیطی و غیر محیطی موثر بر پذیرش آبیاری بارانی (مطالعه موردی استان خراسان رضوی). اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶۵: ۹۷-۱۱۲.
- گزارش سالنامه آماری خراسان رضوی. ۱۳۸۸.
- گزارش شرکت آب منطقه‌ای خراسان. ۱۳۹۱.
- گزارش جهاد کشاورزی شهرستان قوچان، ۱۳۹۰.
- گزارش سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۱.

- Arfini, F. and Paris, Q. (۱۹۹۵). A positive mathematical programming model for regional analysis of agricultural policies. In: Sotte, F. (Ed.), *The Regional Dimension in Agricultural Economics and Policies*, EAAE, Proceedings of the ۴۰th Seminar, Ancona, Italy: ۱۷-۳۵.
- Azuara, J.M., Harou, J.J. and Howitt, R.E. (۲۰۰۹). Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation. *Science of the Total Environment*. ۱-۱۰.
- Bauer, S. (۱۹۸۸). Historical review, experience and perspectives in sector modelling. proceedings of ۱۶th symposium of the European Association of agriculture Economists, April ۱۴th-۱۵th. ۳-۲۲.
- Cortignani, R. and Severini, S. (۲۰۰۹). Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. *Agricultural Water Management*, ۹۶: ۱۷۸۵-۱۷۹۱.
- Doppler, W., Salman, A.Z., Al-Karablieh, E.K. and Wolff, H.P. (۲۰۰۲). The impact water price strategies on the allocation of irrigation water: the case of the Jordan Valley. *Agriculture Water Management*. ۵۵: ۱۷۱-۱۸۲.
- He, L., Tyner, W.E. Doukkali, R. and Siam, G. (۲۰۰۶). Policy options to improve water allocation efficiency: analysis on Egypt and Morocco. *Water International*, ۳۱: ۳۲۰-۳۳۷.
- Heckelei, T. and Britz, W. (۲۰۰۰). Positive mathematical programming with multiple data points: a cross-sectional estimation procedure. *Cahiers d'Econom. et Sociologie Rurales* ۵۷: ۲۸-۵۰.
- Hellegers, p. and Davidson, B. (۲۰۱۰). Determining the disaggregated economic value of irrigation water in the Musi sub-basin in India. *Agricultural Water Management*, ۹۷: ۹۳۳-۹۳۸.
- Howitt, R.E. (۱۹۹۵a). Positive Mathematical Programming. *American Journal of Agricultural Economics*, ۷۷: ۳۲۹-۳۴۲.
- Howitt, R.E. (۱۹۹۵b). A Calibration Method for Agricultural Economic Production Models. *Journal of Agricultural Economics*, ۴۶(۲): ۱۴۷-۱۵۹.

برآورد ارزش اقتصادی آب... ۱۵۱

- Howitt, R.E. (۲۰۰۵). Agricultural and Environmental Policy Models: Calibration, Estimation, and Optimization. Dept. Of Agricultural and Resource Economics, University of California, Davis, USA.
- Paris, Q. and Howitt, R.E. (۱۹۹۸). An analysis of ill-posed production problems using Maximum Entropy. *American Journal of Agricultural Economics*, ۸۰(۱): ۱۲۴-۱۳۸.
- Paris, Q. (۲۰۰۱). Symmetric Positive Equilibrium Problem: A Framework for Rationalizing Economic Behavior with Limited Information. *American Journal of Agricultural Economics*, ۸۳(۴): ۱۰۴۹-۱۰۶۱.
- Speelman, S., Buysee, J., Farolfi, S., Frijia, A., DHaese, M. and DHaese, L. (۲۰۰۹). Estimating the impacts of water pricing on small holder irrigators in North West Province, South Africa, *Agriculture water management*, ۹۶: ۱۵۶۰-۱۵۶۶.
- Ward, A.F. and Michelsen, A. (۲۰۰۲). The economic value of water in agriculture: concepts and policy applications. *Water Policy*. ۴: ۴۲۳-۴۴۶.

