

اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵، بهار ۱۳۹۸

## بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی بین کشاورزان در اراضی پایین دست سد وشمگیر

جواد شهرکی<sup>۱</sup>، پری ناز جانسوز<sup>۲</sup>، محمد عبدالحسینی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۱۲

### چکیده

برنامه مبادلات مجوزهای آبی در دهه های اخیر به دلیل کارایی آن در برخورد با مسئله کمبود آب از طریق استفاده کمتر سیستم نسبت به برنامه عدم مبادله و ایجاد مازاد آب برای مصارف با ارزش بالاتر، به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک توسعه پیدا کرده است. لذا در این تحقیق، به منظور بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی بین کشاورزان، دو برنامه تخصیص آب، تحت سیستم عدم مبادله و مبادله براساس مدل برنامه ریزی تصادفی با پارامترهای بازه‌ای

۱. دانشیار دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان (نویسنده مسئول)

j.shahraki@eco.usb.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری دانشکده علوم زیست محیطی و کشاورزی پایدار، دانشگاه سیستان و بلوچستان

۳. استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

گرگان

## اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵

طراحی شد. سپس نتایج حاصل از دو برنامه براساس شاخص حجم آب مازاد و میزان کاهش در کمبود آب مقایسه گردید. برای این مطالعه، تعداد ۴۰ مزرعه موجود در روستای یلمه سالیان و ۳۰ مزرعه موجود در روستای شیخ‌آباد که همگی از آب سد وشمگیر واقع در شهرستان آق قلا تغذیه شده و با شرکت آب‌بران سد قرارداد دارند، انتخاب شدند. نتایج این مطالعه نشان داد که تخصیص آب تحت برنامه مبادله منجر به آب مازاد در روستای یلمه سالیان، با حد پایین و بالای بازه برابر با [۳۷۴/۷۱, ۲۶۱/۶۹] هزار مترمکعب و کاهش در کمبود آب برابر با بازه [۴۸۶/۶۴, ۲۹۸/۶۱] هزار مترمکعب با حفظ سودی معادل با بازه [۲۳۷/۹۱, ۳۵۱/۵۷] میلیون تومان و در روستای شیخ‌آباد، منجر به مازاد آبی برابر با بازه [۱۷۶, ۲۴۴/۱۲] هزار مترمکعب و کاهش در کمبود آبی با بازه‌ای معادل با [۳۱۷/۰۴, ۲۲۸/۴۴] هزار مترمکعب با حفظ سودی برابر با بازه [۲۱۰/۱۰, ۱۴۱/۳۹] میلیون تومان نسبت به برنامه عدم مبادله مجوزهای آبی شده است. با توجه به نتایج فوق می‌توان گفت که برنامه مبادله مجوزهای آبی کشاورزان منجر به مازاد آب می‌شود و کمبود آب را تا حدی که از سود سیستم کاسته نشود جبران خواهد کرد و در صرفه جویی در مصرف آب و تخصیص کاراتر آن، به خصوص در فصل خشک، اثربخش خواهد بود.

طبقه‌بندی JEL: Q25, N55, C61

**کلیدواژه‌ها:** برنامه‌ریزی تصادفی با پارامترهای بازه‌ای، عدم حتمیت، کم‌آبی، یلمه سالیان، شیخ‌آباد

### مقدمه

منابع آب های تجدیدپذیر نه تنها در مناطق خشک و کم آب، بلکه در مناطقی که میزان ریزش باران فراوان است، رو به کاهش می باشد. در همین راستا متخصصان پیش بینی

بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

می کنند که در دهه های آینده کمبود آب در مقیاس جهانی بیش از پیش تجربه خواهد شد تا ضرورت و نبود این ماده حیاتی آشکارتر و توجه به بهبود کارایی مصرف آن افزون تر شود (۱۸). در حال حاضر در حدود ۶۷ درصد از آب قابل استحصال جهان در بخش کشاورزی مصرف می شود و نکته جالب توجه در این مورد آن است که این میزان در کشورهای در حال توسعه چیزی در حدود ۹۰ درصد را شامل می شود. با توجه به اینکه بیشترین میزان کمبود آب نیز در بخش کشاورزی است، بنابراین لزوم استفاده کارا یا به عبارتی مدیریت کارای آب کشاورزی ضروری می باشد. مدیریت آب کشاورزی یک رهیافت سیستمی برای کنترل آب در مزرعه است به صورتی که باعث تخصیص مناسب آب در جهت تأمین نیازهای آبیاری و زهکشی گیاه زراعی در شرایطی می شود که مشکلاتی در ابعاد فیزیکی، اجتماعی، دولتی و در زمینه سیستم های تولیدی وجود دارد (۴). هدف از مدیریت مؤثر آب کشاورزی، افزایش عملکرد اقتصادی همراه با کاهش میزان مصرف آب یا انرژی است (۱۸). مدیریت آب کشاورزی در مناطقی که با مشکل کم آبی روبه رو هستند ضروری تر به نظر می رسد تا بتوان حداکثر بازده را از منابع آبی حداقل داشت. سیاست مبادله آب در بخش کشاورزی، به عنوان یک استراتژی جدید در مسائل مربوط به مدیریت منابع آب به ویژه در شرایط کم آبی مطرح می شود. این استراتژی شامل مجموعه اهدافی است که افزایش بهره‌وری، بهبود حفاظت و پایداری منابع آب را در پی دارد. با توجه به اینکه بخش کشاورزی یکی از بزرگ‌ترین بخش‌های مصرف کننده آب است، هرگونه افزایش در بهره‌وری آب می تواند از اتلاف حجم زیادی از این نهاده جلوگیری کند. تجارب برخی از کشورها نشان می دهد که ایجاد فضایی برای مبادلات و داد و ستد آب، یکی از کاراترین و انعطاف پذیرترین روش ها برای غلبه بر این چالش هاست (۳). در دهه های اخیر، برنامه های مختلف مبادلات آب به دلیل کارایی آن در برخورد با مسئله کمبود آب در دنیا به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک توسعه پیدا کرده است. برنامه داد و ستد و مبادله بین کشاورزان باعث شده است تا

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵

امکان استفاده از آب مازاد در مصارف با ارزش بالاتر فراهم شده و همچنین سیستم، آب کمتری را مصرف کند (۲۰، ۱۰ و ۵).

جعفری (۷) در مطالعه خود تقویت و تشکیل بازارهای آب را یکی از رویکردهای محوری در مدیریت منابع آب معرفی و الزامات تشکیل بازارهای آب را به اصلاحات در ساختار قوانین و حقوق آب، اصلاحات نهادی و سازمانی و توسعه شبکه های انتقال و آب رسانی طبقه بندی می کند. وی همچنین در مقاله خود عواملی همچون تصریح حقوق آب، بازیابی در قوانین آب با رسمی شمردن مبادله و خرید و فروش آب، آزادی ورود و خروج به بازار، تشکیل نهادهای ناظر، بانک های آب و مراجع و نهادهای محلی حل اختلاف را از جمله برنامه های اولویت دار در تشکیل این بازارها معرفی نموده است. نتایج آنها بر کارآمد بودن برنامه مبادله در مصرف بهینه تر آب دلالت دارد.

بهلولوند و صدر (۲) درجه رقابت در بازار آب مجن و نحوه توزیع سهم بازاری میان متقاضیان و عرضه کنندگان را مورد بررسی قرار داده اند. نتایج مطالعه آنها نشان می دهد بازار آب مجن یک بازار رقابتی است که در آن قیمت از تقابل نیروهای تعیین می شود که پذیرنده قیمت هستند. همچنین توزیع سهم بنگاه ها از مبادلات بازار طی سال های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ نیز مؤید افزایش برابری با توسعه بازار و گسترش مبادلات است.

نیکوئی و نجفی (۱۶) آثار رفاهی برقراری بازار آب کشاورزی در ایران را مورد بررسی قرار دادند. آنها در این مطالعه با استفاده از مدل برنامه ریزی ریاضی مثبت به شبیه سازی بازار آب در شهرستان اصفهان پرداختند. هدف اصلی در این مطالعه بررسی پاسخ رفتاری کشاورزان به برقراری بازار آب و پیامدهای آن بوده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که با برقراری بازار آب رفاه بهره برداران کشاورزی به صورت معنی داری افزایش خواهد یافت. همچنین با برقراری این بازار رفاه کل گروه های بهره بردار در منطقه مورد مطالعه به میزان ۸۲ درصد ارتقا می یابد.

بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

پرهیزکاری و صبوحی (۱۹) در مطالعه خود به شبیه سازی بازار آب و تحلیل اثرات سیاست اشتراک گذاری آب آبیاری بر الگوی کشت حوضه رودخانه شاهرود پرداختند. نتایج نشان داد که تحت شرایط کم آبی کاربرد سیاست اشتراک گذاری آب آبیاری راهکاری مناسب برای تخصیص منابع آب در حوضه رودخانه شاهرود می باشد.

لو و همکاران (۱۳) اثربخشی برنامه مبادله در مزارع با کاشت محصولات عمده گندم، جو، آفتابگردان و لوبیا تحت تغذیه سد دانکین در حوضه رودخانه سوئیفت کانادا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد سیستم تحت برنامه عدم مبادله مصرف آبی برابر با [۹۵۹،۹۵۱] هزار مترمکعب با سودی برابر با [۱۵/۸، ۱۷/۹] میلیون دلار کانادا است در حالی که با حفظ سود سیستم در برنامه مبادله، مصرف آب برابر با [۷۸۷،۷۳۶] هزار مترمکعب می باشد. آنها نتیجه گرفتند برنامه مبادله منجر به مازاد آبی برابر با [۲۱۵،۱۷۳] هزار مترمکعب می شود.

کیم (۹) در مطالعه خود با عنوان خشکسالی و سیاست آب در استرالیا، به مطالعه مبادلات آب و سازگاری اقلیم در حوضه مری دارلینگ استرالیا پرداخت. این مقاله با یادآوری خشکسالی گذشته و حال حاضر این حوضه، به منفعت و هزینه های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی مبادلات آب به عنوان یک ابزار برای مقابله با خشکسالی، کمبود آب و تغییرات اقلیم در استرالیا پرداخت.

لی و همکاران (۱۱) در مطالعه خود با کاربرد مدل برنامه ریزی تصادفی فازی در حوضه رودخانه ژانگ چین که به طور عمده زیر کشت محصولات ذرت، پنبه و گندم است، به این نتیجه رسیدند که تحت برنامه عدم مبادله، سیستم به میزان [۹۹۸۷۶، ۹۰۶۳۱] هزار مترمکعب آب مصرف می کند و سودی معادل [۲۲۰۵۶،۵۶۷۲] هزار دلار آمریکا در [۴۳۴۷۱،۲۷۸۱۲] هکتار دارد، در حالی که تحت برنامه مبادله مصرف آب برابر با [۷۳۱۳۱، ۸۱۶۳۷] هزار مترمکعب با حفظ همان سود، در [۲۶۲۴۹، ۳۸۰۰۶] هکتار خواهد بود. بر این اساس این محققان نتیجه گرفتند مبادله تحت این شرایط، منجر به مازاد آب با صرفه جویی در مصرف

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵

آبی معادل با [ ۲۶۷۵۴،۸۹۹۴ ] هزار مترمکعب می شود. تحت مبادله و داد و ستد آب در سطوح مختلف جریان رودخانه می تواند آب مازادی را ایجاد کند که به ویژه در مناطق با محدودیت آب به مصارف با ارزش بالاتر تخصیص یابد.

پالازا و بروزویو (۱۷) به بررسی مبادلات مجوز پروانه های آب های زیرزمینی در مدیریت منابع آب با مدل برنامه ریزی تصادفی بازه ای چند مرحله ای در تعدادی از چاه های کشاورزی در استرالیا و توزیع و مقدار هزینه های مبادلات مجوزهای آبی بین کشاورزان پرداختند. نتایج آنها بر کارآمد بودن برنامه مبادله در مصرف بهینه تر آب دلالت دارد.

اما نکته مهم قبل از اجرای هر برنامه مبادله و به اشتراک گذاری مجوزهای آبی بین کشاورزان، بررسی اثربخشی و نتایج حاصل از اجرای این برنامه است (۱۳). از طرفی مشکلی که کشاورزان در ارتباط با منبع تأمین آب مورد نیاز خود با آن رو به رو هستند وابستگی شدید این منبع به میزان بارندگی و برف می باشد، لذا اغلب کشاورزان با نگرانی و عدم حتمیت عرضه آب از منبع مورد استفاده مواجه هستند چرا که مجوزهای آبی دریافت شده توسط ایشان ارتباط مستقیم با میزان عرضه آبی منبع (چاه، سد یا رودخانه) دارد. در فعالیت کشاورزی، کشاورزان باید از میزان آب تخصیص یافته برای فعالیت هایشان آگاهی داشته باشند. به علاوه آنها باید بدانند چه مقدار از آب وعده داده شده به آنها ممکن است تأمین نشود تا بتوانند در صورت لزوم آب را از منبع گران تر تهیه کرده و یا توسعه فعالیت های خود را کاهش دهند. اگر مقدار وعده داده شده در آینده تخصیص یابد، سود خالص سیستم افزایش یافته و عدم تخصیص منجر به ضرردهی سیستم خواهد شد.

زیبایی و همکاران (۲۷) به ضرورت در نظر گرفتن عدم حتمیت در مطالعات منابع آب تأکید کردند و نشان دادند که استفاده توأمان آب سطحی و زیرزمینی اطمینان نسبت به منابع آب را بهبود می بخشد که می تواند زیان ناشی از عدم حتمیت مربوط به آب را کاهش دهد و همچون یک سیستم مدیریت ریسک علیه عدم حتمیت آب عمل کند.

بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی.....

صیوحی و همکاران (۲۲) به بررسی تخصیص بهینه آب سد طرق در دو بخش شهری و کشاورزی با استفاده از برنامه ریزی تصادفی دو مرحله ای فازی با پارامترهای بازه‌ای تحت عدم حتمیت پرداختند. نتایج نشان داد که در ۱۶ درصد حالت ها (احتمال وقوع سال تر)، هیچ مصرف کننده ای دچار کمبود آب نخواهد شد. در ۶۶ درصد موارد مصرف کننده شهری و در ۱۸ درصد موارد (احتمال وقوع سال خشک) هر دو مصرف کننده دچار کمبود آب خواهند شد و اگر مدیر سیستم به صورت محافظه کارانه عمل کند، در آینده کمبود آب کمتری رخ خواهد داد و ارائه راهکارهایی برای رویارویی با این بحران ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین در هنگام وجود عدم حتمیت، مدیر باید طرحی را ایجاد کند که در آن علاوه بر تخصیص کارآمد آب، سود سیستم نیز بیشینه گردد. این در حالی است که در اکثر تحقیقات انجام شده در زمینه مدیریت آب در بخش کشاورزی، عدم حتمیت های موجود نادیده گرفته شده است. بر این اساس در نظر گرفتن عدم حتمیت جریان عرضه آب در تصمیم‌گیری مدیریت و تخصیص منابع آب و عملکرد برنامه مبادلات آب و مطالعات مرتبط به تخصیص آب ضروری است (۲۳، ۱، ۸، ۱۴ و ۱۲). بر این اساس با توجه به مباحث مطرح شده، هدف از این پژوهش، بررسی اجرای فرضی برنامه مبادله مجوزهای آبی بین کشاورزان در روستای یلمه سالیان و شیخ‌آباد شهرستان آق‌قلا، به عنوان یک راهکار و راه حل پیشنهادی در جهت کاهش تلفات، صرفه‌جویی در آب و بازتخصیص آب برای مصرف کننده با ارزش بالاتر با توجه به بحران کنونی آبی کشور می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور بررسی مقایسه دو برنامه مبادله مجوزهای آبی کشاورزان، دو برنامه تخصیص آب تحت سیستم عدم مبادله و مبادله براساس مدل برنامه‌ریزی تصادفی با پارامترهای بازه‌ای مدل‌سازی شد. مکانیزم اول، تخصیص آب در سیستم عدم مبادله و مکانیزم دوم تخصیص آب بر پایه مبادله است. مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای (TSP) از

تکنیک‌های پیشرفته‌تری است که در مدیریت منابع آب به کار می‌رود (۶). مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای، دارای دو قسمت است. ابتدا قسمت اول مدل حل شده و سپس قسمت دوم، با توجه به مقادیر به دست آمده برای مرحله اول حل می‌گردد. در واقع مدل به نوعی صبر می‌کند تا ابتدا تصمیمات مربوط به مرحله اول گرفته شود و با توجه به نتایج آن، قسمت دوم بررسی شود (۲۵ و ۲۶). در این مطالعه ابتدا مسئله تخصیص آب برای مکانیزم بدون مبادله با یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای (TSP) به صورت زیر مدل‌سازی شد:

الف) مدل‌سازی برنامه عدم مبادله:

$$\text{Maximiz } J^{\pm} = \sum_{i=1}^m B_i^{\pm} X_i^{\pm} - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_j C_i^{\pm} Y_{ij}^{\pm}$$

Subject to :

$$U_i \leq X_i^{\pm} \leq W_i$$

$$0 \leq X_i^{\pm} - Y_{ij}^{\pm} \leq X_i \text{ max} \quad (1)$$

$$X_i^{\pm} - Y_{ij}^{\pm} = W_i Q_j^{\pm} / \sum_{i=1}^m W_i, \text{ if } \sum_{i=1}^m W_i \geq Q_j^{\pm}$$

$$\sum_{i=1}^m (X_i^{\pm} - Y_{ij}^{\pm}) \leq Q_j^{\pm}, \text{ if } \sum_{i=1}^m W_i < Q_j^{\pm}$$

$$0 \leq Y_{ij}^{\pm}$$

که در این مدل تابع هدف یعنی J عبارت است از سود ناخالص کل سیستم که حداکثر می‌شود،  $B_i$  سود ناخالص هر کشاورز به ازای هر واحد آب تخصیص یافته،  $X_i$  مصرف آب سالانه هدف برای هر کاربر،  $U_i$  حداقل نیاز آبی سالانه برای کاربر  $i$  ام،  $W_i$  مجوز آب سالانه برای کاربر  $i$  ام،  $X_{i \text{ max}}$  حداکثر نیاز آبی سالانه برای کاربر  $i$  ام،  $Q_j$  کل دسترسی سالانه سیستم به آب تحت احتمال  $P_j$ ،  $Y_{ij}$  کمبود آب سالانه که متغیر  $X_i$  تأمین نشده است وقتی دسترسی کل سیستم به آب برابر  $Q_j$  می‌باشد. این مدل مرحله اول برنامه‌ریزی تصادفی است که سیستم بدون مبادله آب را با توجه به محدودیت‌های مدل در نظر می‌گیرد. محدودیت اول مدل در برنامه عدم مبادله بیان می‌کند که مصرف آب هر کشاورز به مجوز آب او محدود



بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

می‌شود. محدودیت دوم مدل نیز بیان می‌کند که مصرف آب هر کشاورز از حداکثر نیاز آبی او کمتر یا با آن مساوی است. محدودیت سوم مدل، برنامه تخصیص آب را در صورت عدم مبادله انعکاس می‌دهد زیرا هر کشاورز فقط حق استفاده از مجوز آبی خود را دارد. محدودیت چهارم بیان می‌کند که کل دسترسی سیستم به آب به کل دسترسی آب سیستم در برنامه عدم مبادله محدود می‌شود.

(ب) مدل‌سازی برنامه مبادله:

$$\text{Minimiz } Z^{\pm} = \sum_{i=1}^m (X_i^{\pm} - \sum_{j=1}^n P_j Y_{ij}^{\pm})$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^m B_i X_i^{\pm} - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_j C_{ij} Y_{ij}^{\pm} \geq J_{opt}^{\pm}$$

$$\sum_{i=1}^m X_i^{\pm} \leq \sum_{i=1}^m W_i$$

$$\sum_{i=1}^m (X_i^{\pm} - Y_{ij}^{\pm}) \leq Q_j^{\pm}$$

$$0 \leq X_i^{\pm} - Y_{ij}^{\pm} \leq X_i \text{ max}$$

$$U_i \leq X_i^{\pm}$$

$$0 \leq Y_{ij}^{\pm}$$

(۲)

هدف در برنامه مبادلات، به صورت حداقل کردن  $Z$  یا حجم کل مصرف آب سالانه سیستم می‌باشد. محدودیت اول بیان می‌کند که سود کل سیستم تحت برنامه مبادله بزرگ‌تر یا حداقل مساوی ماکزیمم سود بهینه سیستم تحت برنامه عدم مبادله باشد ( $J_{opt}$ ) که مقدار آن از حل تابع هدف بهینه شده در حالت عدم مبادله به دست می‌آید. محدودیت دوم بیان می‌کند که مصرف آب کل سیستم، دیگر توسط مجوز هر کشاورز محدود نمی‌شود بلکه به وسیله کل میزان مجوز داده شده به کل کشاورزان محدود می‌گردد. محدودیت سوم بیان می‌کند که کل دسترسی سیستم به آب به کل دسترسی آب سیستم در برنامه مبادله محدود می‌شود. محدودیت

چهارم مدل نیز بیان می‌دارد که مصرف آب هر کشاورز نیز در برنامه مبادله از حداکثر نیاز آبی او کمتر یا با آن مساوی است.

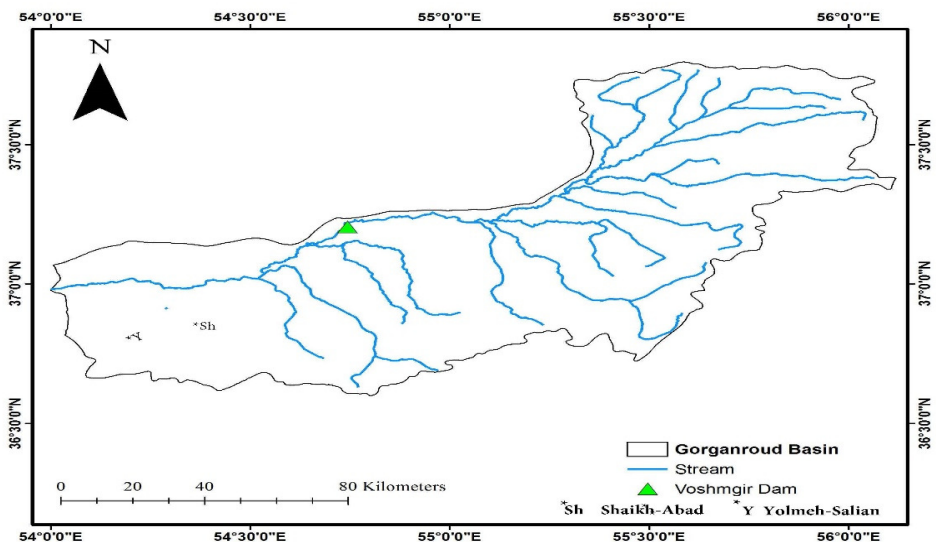
فرض می‌شود که راه حل عدم مبادله مدل (الف) به صورت  $\{J_{opt}, X_{i_{opt}}, Y_{ij_{opt}}\}$  و به ترتیب بیانگر سود بهینه سیستم، مصرف آب سالانه بهینه برای هر کشاورز و کمبود آب سالانه هر کشاورز در سال خشک، نرمال و تر باشد. همچنین اگر فرض شود که راه حل برنامه مبادله، معادله (ب) برابر با  $\{Z_{opt}, X_{i^*opt}, Y_{ij^*opt}\}$  باشد، به ترتیب بیانگر کل مصرف آب سیستم تحت برنامه مبادله، مصرف بهینه آب سالانه برای هر کشاورز و کمبود آب سالانه هر کشاورز در سال خشک، نرمال و تر می‌باشد. همچنین متغیر  $A_i$  مصرف واقعی آب هر کشاورز است که از خروجی مدل پس از کسر دو متغیر مصرف هدف و متغیر کمبود آب هر کشاورز به دست می‌آید و برابر است با:  $A_i = X_i - Y_i$ . حال اگر حجم آب سالانه‌ای که سیستم در حالت عدم مبادله مصرف می‌کند برابر با  $\{Z_{opt} = \sum(X_i - \sum P_j Y_{ij})\}$  باشد و اگر کل مصرف آب سیستم تحت برنامه مبادله برابر با  $Z_{opt}$  باشد، در این صورت اثربخشی یا میزان تفاوت آب مازاد و در واقع صرفه‌جویی مورد انتظار از مصرف آب تحت برنامه مبادله برابر با  $\{\psi_{opt} - Z_{opt} = \Delta Z_{opt}\}$  می‌باشد (۱۳). این شاخص در واقع میزان آب مازاد در حالت مبادله را با عدم مبادله مقایسه کرده و نشان می‌دهد که در صورت داشتن مازاد آب رها شده سیستم تحت مکانیزم مبادله، می‌توان به کارآمدتر بودن تخصیص بر پایه مبادله در منطقه مورد مطالعه پی برد.

داده‌های مورد نیاز برای انجام این تحقیق شامل هزینه‌های متغیر تولید هر یک از کشاورزان با توجه به نوع کشت شامل هزینه‌های شخم، دیسک، بذرکاری و ضدعفونی، کود شیمیایی اوره، فسفات و پتاس، سم علف‌کش و قارچ‌کش، آب‌بها، ماشین‌آلات، نفر نیروی کار و دستمزد، برداشت جمع‌آوری و بارگیری و تخلیه، هزینه‌های حمل تا مرکز تحویل و... و به طور کلی هزینه‌های کاشت، داشت، برداشت و همچنین میزان سطح زیرکشت هر محصول و عملکرد در هکتار در سال پایه ۲۰۱۵ با پرسش از کشاورزان جمع‌آوری گردید. برای این

بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

مطالعه، تعداد ۴۰ مزرعه موجود در روستای یلمه سالیان و ۳۰ مزرعه موجود در روستای شیخ آباد که همگی از آب سد وشمگیر واقع در شهرستان آق قلا تغذیه شده و با شرکت آب بران سد قرارداد دارند، مورد مطالعه قرار گرفتند.

سد وشمگیر در استان گلستان و در ۴۵ کیلومتری شمال شرقی آق قلا و حدود ۵ کیلومتری شرق شهر انبارالوم بر روی آبراهه اصلی حوضه آبریز گرگانرود احداث گردیده است. طراحی اولیه و ظرفیت تنظیم و نیز توان عبور آب کانال‌های آبیاری شبکه سد برای ۶۰ درصد غلات و ۴۰ درصد پنبه بوده است؛ یعنی از مجموع ۲۱ هزار هکتار شبکه می‌بایست ۱۲۶۰۰ هکتار از اراضی، تحت پوشش کشت غلات و ۸۴۰۰ هکتار زیر کشت پنبه قرار گیرد. در حال حاضر حداکثر توان آبیاری سد وشمگیر حدود ۱۲۴۰۰ هکتار است که عدم رعایت الگوی کشت (۶۰ درصد غلات و ۴۰ درصد پنبه) توسط کشاورزان باعث عدم امکان آبیاری کامل محصولات شده و علاوه بر ایجاد درگیری و اختلال در آبیاری، موجب نقصان محصول می‌شود. تبدیل قطعات حدود ۵۰ هکتاری اولیه به قطعات حدود ۵ هکتاری، تبدیل کشاورزی اقتصادی به کشاورزی معیشتی، عدم پیشرفت و تحول روش‌های آبیاری در مزارع و مسائل اجتماعی و اقتصادی دیگر، مشکلات بهره‌برداری از سد وشمگیر را افزایش داده و قطب جمعیتی ساکن در منطقه را نگران نموده است (۲۰). در این پژوهش، روستای یلمه سالیان و شیخ آباد تحت تغذیه سد وشمگیر و واقع در ساحل چپ سد و در پایین دست این سد، برای مطالعه انتخاب شدند. دلیل انتخاب این روستا درگیری شدید کشاورزان در سال‌های تحت خشکسالی و هنگام مواجهه با کمبود آب می‌باشد. البته این وضعیت در روستاهای مشابه دیگر نیز وجود دارد ولی این انتخاب بر پایه گزارش درگیری شدید کشاورزان در مواجهه با کم‌آبی صورت گرفته است هر چند روش انجام محاسبات و نتایج آن قابل استفاده برای روستاهای دیگر نیز خواهد بود. موقعیت سد وشمگیر بر رودخانه گرگانرود در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت سد وشمگیر بر روی رودخانه گرگانرود و موقعیت روستاهای یلمه سالیان

#### و شیخ آباد

قیمت فروش محصولات گندم، جو، پنبه و کلزا آبی در سال پایه ۲۰۱۵ توسط سازمان جهاد کشاورزی شهرستان آق قلا و داده‌های مربوط به مجوز آب صادره برای هر کشاورز طبق قراردادی که هر کشاورز با شرکت آب بران سد وشمگیر می‌بندد، جمع‌آوری گردید. داده‌های مربوط به نیاز آبی محصولات مختلف از جهاد کشاورزی شهرستان آق قلا و داده‌های جریان ورودی سد وشمگیر از سازمان آب منطقه‌ای استان گلستان جمع‌آوری گردید. برای به دست آوردن احتمال وقوع خشکسالی، حالت نرمال و ترسالی براساس داده‌های بارندگی طی سال‌های ۱۹۸۹-۲۰۱۵ از شاخص بارندگی استاندارد، درصد سال‌های خشک، نرمال و تر محاسبه شد. همچنین مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای در دو سیستم عدم مبادله و مبادله تحت شرایط عدم اطمینان با استفاده از نرم‌افزار GAMS نوشته و حل شده است. روش بهینه‌سازی انتخاب شده CONOPT3 براساس روش گرادیان کاهش یافته عمومی (GRG) عمل نموده و این روش بهینه‌سازی در نرم‌افزار GAMS توسط شرکت مشاوره و توسعه ARKI در کشور دانمارک راه‌اندازی و توسعه داده شده است.

## نتایج و بحث

روستای یلمه سالیان با  $381/2$  هکتار سطح زیر کشت محصولات عمده ای چون گندم با  $185/7$  هکتار، جو با  $73/8$ ، پنبه با  $80/5$  و کلزا آبی با  $41/2$  هکتار و روستای یلمه سالیان با  $185/4$  هکتار سطح زیر کشت محصولاتی چون گندم با  $72/8$ ، جو با  $7/2$  و پنبه با  $105/4$  هکتار می باشد. مسئولین آب بران سد با توجه به نوع کشت و نیاز آبی هر محصول و میزان زمین زراعی قابل کشت کشاورز، مجوز آبی به هر کدام از کشاورزان می دهند و در واقع تقسیم آب طبق این مجوز انجام می شود. بدین ترتیب هر کشاورز طبق قرارداد با شرکت آب بران سد، دارای دفترچه کشت است. با در نظر گرفتن مجوز آبی هر کشاورز و حداکثر و حداقل نیاز آبی او با توجه به نوع محصول و سطح زیر کشت و نیز با توجه به احتمال رخداد سال آبی خشک، نرمال و مرطوب، (میزان احتمال رویارویی با سال خشک ۲۳ درصد، سال نرمال ۶۲ درصد و سال مرطوب ۱۵ درصد)، میزان جریان در دسترس توسط مدل برنامه ریزی ریاضی در دو سیستم مبادله و عدم مبادله تحت عدم اطمینان جریان، تخمین زده شد. جداول ۱ و ۲ راه حل های به دست آمده از برنامه عدم مبادله را در دو روستای یلمه سالیان و شیخ آباد نشان می دهد. در این جداول، مقادیر مصرف آب برای هر کشاورز، میزان کمبود آب پیش روی هر کشاورز در مواجهه با سال خشک، نرمال و مرطوب تحت احتمال معین و مصارف واقعی آب هر کشاورز با کسر از کمبود آب پیش روی او تحت برنامه عدم مبادله بر حسب هزار مترمکعب در هکتار ارائه شده است. برای مثال در روستای یلمه سالیان مصرف آب هدف برای کشاورز اول، که گندم و پنبه آبی در مجموع به میزان ۶ هکتار کشت می کند تحت برنامه عدم مبادله، برابر  $33/75$  هزار مترمکعب است. با توجه به احتمال رخداد سال های خشک، نرمال و مرطوب، اگر این کشاورز با فصل خشک مواجه شود در بالاترین مصرف، به میزان  $16/35$  و در کمترین مصرف، به میزان  $10/66$  هزار مترمکعب کمبود آب خواهد داشت اما در صورت مواجهه با سال های نرمال و مرطوب کمبود آبی را تجربه نخواهد کرد. بنابراین مصرف واقعی آب در فصل خشک برای این کشاورز در حد پایین جریان، میزان  $17/40$  و در

#### اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵

حد بالای جریان در دسترس برابر با  $23/09$  هزار مترمکعب می‌باشد و در فصل نرمال و مرطوب چون کمبود آبی نخواهد داشت مصرف او برابر با  $33/75$  هزار مترمکعب است. این تحلیل برای سایر کشاورزان در برنامه عدم مبادله مصداق دارد. در کل، سیستم تحت برنامه عدم مبادله در روستای یلمه سالیان، به میزان کمترین و بالاترین حد برابر با  $[1833/1913, 31/33]$  هزار مترمکعب مصرف آب در زمین آبیاری شده برابر با بازه  $[353, 338]$  هکتار خواهد داشت. همچنین کل مزارع در برنامه عدم مبادله در طی فصل خشک، با بیشترین و کمترین کمبود آبی معادل با بازه  $[651/79, 999/71]$  هزار مترمکعب است. همچنین در تابع هدف، سود کل سیستم تحت برنامه عدم مبادله در صورت بروز کمترین و بالاترین میزان مصرف آب معادل با  $[237/91, 351/57]$  میلیون تومان در برنامه عدم مبادله در این روستا خواهد بود. نتایج برنامه عدم مبادله در روستای شیخ‌آباد نیز نشان می‌دهد که سیستم تحت برنامه عدم مبادله، در کل مقدار آبی برابر با بازه  $[1066/1106, 13/44]$  هزار مترمکعب در  $[172, 166/5]$  هکتار، مصرف می‌کند. همچنین کل کمبود آب در این روستا تحت برنامه عدم مبادله، در بالاترین و کمترین حد جریان برابر با بازه معادل  $[361/10, 536/36]$  هزار مترمکعب خواهد بود و سود سیستم تحت این برنامه با توجه به آب مصرفی، برابر با  $[141/210, 39/09]$  میلیون تومان خواهد بود.

بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

جدول ۱. تخصیص آب تحت برنامه عدم مبادله در روستای یلمه سالیان (هزار مترمکعب)

I	محصول	سطح زیرکشت (ha)	Xi	خشک		نرمال		مرطوب		نرمال	
				y+	y-	y±	y±	y±	y±	Ai+	Ai-
۱	گلم-پنبه	۶	۳۳۷۵	۱۰/۶۶	۱۶۳۵	۰	۰	۰	۰	۳۳۷۵	۳۳۷۵
۲	گلم-جو	۴	۱۷۴۰	۵/۸۱	۸۹۲	۰	۰	۰	۰	۱۷۴۰	۱۷۴۰
۳	گلم	۹	۴۵	۱۴/۲۲	۲۱/۸۰	۰	۰	۰	۰	۴۵	۴۵
۴	جو-پنبه	۱۰	۵۵۲۰	۱۷/۴۴	۲۶/۷۵	۰	۰	۰	۰	۵۵۲۰	۵۵۲۰
۵	جو-پنبه	۸	۵۰	۱۵/۸۰	۲۴/۳۳	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰
۶	گلم-جو	۷	۳۱	۹/۷۹	۱۵/۰۲	۰	۰	۰	۰	۳۱	۳۱
۷	گم-کتر	۱۲	۶۵	۲۰/۵۳	۳۱/۴۹	۰	۰	۰	۰	۶۵	۶۵
۸	جو-پنبه	۸	۳۷۱۰	۱۲/۰۴	۱۸/۴۶	۰	۰	۰	۰	۳۷۱۰	۳۷۱۰
۹	گلم-پنبه	۱۰	۵۷۵۰	۱۷/۱۶	۲۷/۸۶	۰	۰	۰	۰	۵۷۵۰	۵۷۵۰
۱۰	گلم-پنبه	۸	۹۷۵۰	۱۵/۰۱	۲۳/۰۲	۰	۰	۰	۰	۹۷۵۰	۹۷۵۰
۱۱	گلم-پنبه	۱۰	۵۷۵۰	۱۷/۱۶	۲۷/۸۶	۰	۰	۰	۰	۵۷۵۰	۵۷۵۰
۱۲	گلم-پنبه	۱۰	۵۷۷۵	۱۸/۵۶	۲۸/۴۷	۰	۰	۰	۰	۵۷۷۵	۵۷۷۵
۱۳	گلم-جو	۱۰	۴۶	۱۴/۵۳	۲۲/۲۹	۰	۰	۰	۰	۴۶	۴۶
۱۴	گلم-پنبه	۵	۲۷۵۰	۸/۶۹	۱۳/۳۳	۰	۰	۰	۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰
۱۵	گلم-پنبه	۹	۵۰	۱۵/۸۰	۲۴/۳۳	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰
۱۶	گلم-کتر	۱۱	۵۴۷۵	۱۷/۳۰	۲۶/۵۳	۰	۰	۰	۰	۵۴۷۵	۵۴۷۵
۱۷	جو-پنبه	۴	۱۹۶۵	۶/۲۱	۹/۵۲	۰	۰	۰	۰	۱۹۶۵	۱۹۶۵
۱۸	گلم-پنبه	۱۱	۶۵	۲۰/۵۳	۳۱/۴۹	۰	۰	۰	۰	۶۵	۶۵
۱۹	گلم-پنبه-جو	۶	۳۴۲۰	۱۰/۸۰	۱۶/۵۷	۰	۰	۰	۰	۳۴۲۰	۳۴۲۰
۲۰	گلم-جو	۲۰	۹۲	۲۹/۰۶	۴۴/۵۸	۰	۰	۰	۰	۹۲	۹۲
۲۱	گلم-پنبه	۱۰	۵۷۵۰	۱۷/۱۶	۲۷/۸۶	۰	۰	۰	۰	۵۷۵۰	۵۷۵۰
۲۲	گلم-جو	۵	۳۳	۷/۲۷	۱۱/۱۴	۰	۰	۰	۰	۳۳	۳۳

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵

I	محصول	سطح زیوکست (ha)	Xi	خشک		نرمال y±	مرطوب y±	خشک		نرمال y±
				y+	y-			Ai+	Ai-	
				Ai+	Ai-			Ai+	Ai-	
۲۳	گلم-پیه	۹	۵۵	۲۶/۶۵	۱۷/۲۷	۰	۰	۲۶/۶۳	۲۸۲۵	۵۵
۲۴	گلم-جو	۶	۲۷/۶۰	۱۳/۳۷	۸/۲	۰	۰	۱۸/۸۸	۱۴/۲۳	۲۷/۶۰
۲۵	گلم-جو	۱۳	۵۸/۶۰	۲۸/۳۹	۱۸/۵۱	۰	۰	۴۰/۰۹	۳۰/۲۱	۵۸/۶۰
۲۶	جو	۱۰	۴۲	۲۰/۳۵	۱۳/۲۷	۰	۰	۲۸/۳	۲۱/۶۵	۴۲
۲۷	گلم	۱۱	۵۵	۲۶/۶۵	۱۷/۲۷	۰	۰	۲۶/۶۳	۲۸۲۵	۵۵
۲۸	گلم-پیه	۴	۲۲/۵۰	۱۰/۹۰	۷/۱۱	۰	۰	۱۵/۳۹	۱۱/۶۰	۲۲/۵۰
۲۹	گلم-پیه	۸	۴۶	۲۲/۲۹	۱۴/۵۳	۰	۰	۳۱/۹۷	۲۳/۷۱	۴۶
۳۰	جو-پیه	۱۰	۵۱/۹۰	۲۵/۱۵	۱۶/۴۰	۰	۰	۳۵/۵۰	۲۶/۷۵	۵۱/۹۰
۳۱	گلم-پیه	۱۳	۷۵	۲۶/۳۴	۲۳/۶۹	۰	۰	۵۱/۳۱	۳۸/۶۶	۷۵
۳۲	گلم-کترا	۱۱	۵۴	۲۶/۱۶	۱۷/۰۶	۰	۰	۳۶/۹۴	۱۷/۸۴	۵۴
۳۳	گلم-پیه	۵	۳۱/۲۵	۱۵/۱۴	۹/۸۷	۰	۰	۲۱/۳۸	۱۶/۱۱	۳۱/۲۵
۳۴	گلم-پیه-جو	۱۳	۶۵/۵۵	۳۱/۸۶	۲۰/۸۱	۰	۰	۴۴/۸۴	۳۳/۸۹	۶۵/۵۵
۳۵	گلم-کترا	۵	۲۶	۱۲/۶۰	۸/۲۱	۰	۰	۱۷/۷۹	۱۳/۴۰	۲۶
۳۶	گلم-پیه	۴	۲۵	۱۲/۱۱	۷/۹۰	۰	۰	۱۷/۱۰	۱۲/۸۹	۲۵
۳۷	پیه	۸	۶۰	۲۹/۰۷	۱۸/۹۵	۰	۰	۴۱/۰۵	۳۰/۹۳	۶۰
۳۸	گلم-جو-کترا	۴۰	۲۰۶/۸۰	۱۰۰/۲۰	۶۵/۳۳	۰	۰	۱۴۱/۴۷	۱۰۶/۶۰	۲۰۶/۸۰
۳۹	گلم-پیه	۱۳	۷۵	۲۶/۳۴	۲۳/۶۹	۰	۰	۵۱/۳۱	۳۸/۶۶	۷۵
۴۰	گلم-پیه	۱۰	۵۸/۷۵	۲۸/۴۷	۱۸/۵۶	۰	۰	۴۰/۱۹	۳۰/۲۸	۵۸/۷۵

$$\bar{y} = (183331, 191333) \times 10^7 \text{ m}^2 \quad Y = (65189, 99971) \times 10^7 \text{ m}^2 \quad z = (33791, 35157) \times 10^7 \text{ m}^2$$

مأخذ: یافته های تحقیق



بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

جدول ۲. تخصیص آب تحت برنامه عدم مبادله در روستای شیخ آباد (هزار مترمکعب)

I	محصول	سطح زیرکشت (ha)	Xi	خشک		نرمال		مرطوب		y±
				yi+	yi-	yi+	yi-	yi±	yi-	
				Ai+	Ai-	Ai+	Ai-	Ai+	Ai-	
۱	گلم جو	۱	۶۶۰	۲۲۰	۲۵۳	۰	۰	۲۰۷	۱۴۰	۶۶۰
۲	جو پنبه	۹	۵۱	۳۵۵۲	۲۸	۰	۰	۳۳	۱۵۴۸	۵۱
۳	گلم	۱	۳۵۰	۲۴۴	۱۹۲	۰	۰	۱۵۸	۱۰۶	۳۵۰
۴	گلم	۱۴	۷۰	۶۸۷۵	۳۸۴۴	۰	۰	۳۶۵۶	۲۱۲۵	۷۰
۵	پنبه	۲	۱۵	۱۰۴۵	۸۲۴	۰	۰	۶۷۶	۴۵۵	۱۵
۶	پنبه	۱	۷۵۰	۵۲۲	۴۱۲	۰	۰	۳۳۸	۲۲۸	۷۵۰
۷	گلم پنبه	۳	۱۷۵۰	۱۲۱۹	۹۶۱	۰	۰	۷۸۹	۵۳۶	۱۷۵۰
۸	گلم	۳	۱۵	۱۰۴۵	۸۲۴	۰	۰	۶۷۶	۴۵۵	۱۵
۹	پنبه	۸	۶۰	۴۱۸۹	۳۲۹۵	۰	۰	۲۷۰۵	۱۷۲۱	۶۰
۱۰	پنبه	۲	۱۵	۱۰۴۵	۸۲۴	۰	۰	۶۷۶	۴۵۵	۱۵
۱۱	گلم	۵	۲۲۵۰	۱۵۶۷	۱۲۳۵	۰	۰	۱۰۱۵	۶۸۳	۲۲۵۰
۱۲	پنبه	۴	۳۰	۲۰۸۹	۱۶۴۷	۰	۰	۱۳۵۳	۹۱۱	۳۰
۱۳	گلم	۸	۴۲	۲۹۲۵	۳۳۰۶	۰	۰	۱۸۹۴	۱۲۷۵	۴۲
۱۴	پنبه	۱۰	۷۵	۵۲۲۳	۴۱۱۸	۰	۰	۳۳۸۲	۲۲۸۷	۷۵
۱۵	گلم پنبه	۳	۲۰	۱۳۹۳	۱۰۹۸	۰	۰	۹۰۲	۶۰۷	۲۰
۱۶	گلم پنبه	۴	۲۲۵۰	۱۵۶۷	۱۲۳۵	۰	۰	۱۰۱۵	۶۸۳	۲۲۵۰
۱۷	پنبه	۵	۳۷۵۰	۲۶۱۲	۲۰۵۹	۰	۰	۱۶۹۱	۱۱۳۸	۳۷۵۰
۱۸	گلم	۴	۲۰	۱۳۹۳	۱۰۹۸	۰	۰	۹۰۲	۶۰۷	۲۰
۱۹	پنبه جو	۴	۳۳۴۰	۱۶۳۰	۱۲۸۵	۰	۰	۱۰۵۵	۷۱۰	۳۳۴۰
۲۰	پنبه	۳	۱۸۷۵	۱۳۰۶	۱۰۳۰	۰	۰	۸۴۵	۵۶۹	۱۸۷۵
۲۱	پنبه	۳	۲۲۵۰	۱۵۶۷	۱۲۳۵	۰	۰	۱۰۱۵	۶۸۳	۲۲۵۰
۲۲	پنبه	۱۰	۷۵	۵۲۲۳	۴۱۱۸	۰	۰	۳۳۸۲	۲۲۸۷	۷۵

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵

I	محصول	سطح زوکشت (ha)	خشک		مرطوب $y_{i\pm}$	نومال $y_{\pm}$	خشک		نومال $X_i$
			$A_{i+}$	$A_{i-}$			$A_{i+}$	$A_{i-}$	
۲۳	پنبه	۲۰	۱۰۴۴	۸۲۳۶	۰	۰	۶۷/۶۴	۴۵/۵۴	۱۵۰
۲۴	پنبه	۴	۱۸/۲۸	۱۴/۴۱	۰	۰	۱۱/۸۴	۷/۹۷	۲۶/۲۵
۲۵	کژا	۲	۷/۶۶	۶/۰۴	۰	۰	۴/۹۶	۳/۳۴	۱۱
۲۶	پنبه	۴	۱۸/۲۸	۱۴/۴۱	۰	۰	۱۱/۸۴	۷/۹۷	۲۶/۲۵
۲۷	گندم-پنبه	۴	۱۷/۴۱	۱۳/۷۳	۰	۰	۱۱/۲۷	۷/۵۹	۲۵
۲۸	پنبه	۱۰	۵۲/۳۳	۴۱/۱۸	۰	۰	۳۳/۸۲	۲۲/۸۷	۷۵
۲۹	پنبه-گندم	۲۶	۹۸/۳۷	۷۷/۵۶	۰	۰	۶۳/۶۹	۴۲/۸۸	۱۴۱/۲۵
۳۰	گندم-پنبه	۱۱	۴۶/۳۱	۳۶/۵۱	۰	۰	۲۹/۹۹	۲۰/۱۹	۶۶/۵۰

$$j = (141/399, 210/09) \times 10^6$$

$$Y = (361/10, 526/26) \times 10^6 m^3$$

$$V = (1066/13, 1106/44) \times 10^6 m^3$$

مأخذ: یافته های تحقیق

جداول ۳ و ۴ راه حل های مربوط به مدل را تحت برنامه مبادله و به اشتراک گذاری مجوزهای آبی بین کشاورزان در روستای یلمه سالیان و شیخ آباد در حالت عدم حتمیت جریان آب نشان می دهد. با توجه به نتایج مشخص است که سیستم تحت این برنامه، تخصیص آب را تغییر داده است. طبق این برنامه برای مثال در روستای یلمه سالیان کشاورز اول که محصول پنبه و گندم کشت می کند، با حفظ سود در برنامه مبادله در حد پایین جریان برابر با ۲۳/۴۹ هزار مترمکعب و در حد بالای جریان برابر با ۳۵/۲۳ هزار مترمکعب آب مصرف می کند. همچنین تحت برنامه مبادله اگر این کشاورز تحت احتمال معین با فصل خشک مواجه شود، کمبود آب نخواهد داشت. از مقایسه میزان مصرف آب هدف این مزرعه تحت این برنامه و میزان مصرف آب این مزرعه تحت برنامه عدم مبادله، که برابر با ۳۳/۷۵ هزار مترمکعب است، نتیجه می شود که میزان مصرف واقعی آب در این مزرعه تحت برنامه مبادله تغییر یافته است. این تغییر در تخصیص آب نیز در سایر کشاورزان پس از به اشتراک گذاری و مبادله مجوزهای آبی رخ می دهد. این انتقال و تغییر تخصیص آب در نهایت منجر به مصرف کل آب سیستم در

بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

روستای یلمه سالیان، با شرط حفظ سود برنامه عدم مبادله، برابر با بازه [۱۴۵۸/۶۰, ۱۶۸۳/۴۰] هزار مترمکعب در میزان زمین آبیاری شده برابر با [۲۶۹, ۳۱۰] هکتار خواهد شد و کل کمبود آب سیستم کشاورزی در این برنامه معادل با بازه [۳۵۳/۱۷, ۵۱۳/۱۰] هزار مترمکعب خواهد بود. بنابراین از مقایسه نتایج دو برنامه مبادله و عدم مبادله در این روستا نتیجه می شود برنامه مبادله منجر به مازاد آبی (صرفه جویی در مصرف آب) برابر با بازه [۱۷۶, ۲۴۴/۱۲] هزار مترمکعب با حفظ سود سیستم در برنامه عدم مبادله خواهد شد. همچنین نتایج حاصل از مبادله مجوزهای آبی در روستای شیخ آباد نشان داد که با حفظ همان سود سیستم در برنامه عدم مبادله، مصرف کل آب در حد بالا و پایین برابر با [۸۲۲/۹۳۰, ۰۱/۵۴] هزار مترمکعب در زمین زراعی آبیاری شده برابر با بازه [۱۲۸, ۱۴۵] هکتار خواهد شد و کل کمبود آب نیز در این برنامه معادل با بازه [۲۱۹/۳۱, ۱۳۲/۶۵] هزار مترمکعب تحت برنامه مبادله می باشد.

مقایسه نتایج حاصل از برنامه مبادله و عدم مبادله مجوزهای آبی در روستای یلمه سالیان نشان می دهد که برنامه مبادله در این روستا، تخصیص آب را به گونه ای تغییر خواهد داد که طبق این برنامه، آب مازادی در روستای یلمه سالیان، مازاد آبی با حد پایین و بالای بازه برابر با [۲۶۱/۶۹, ۳۷۴/۷۱] هزار مترمکعب و کاهش در کمبود آب برابر با بازه [۲۹۸/۶۱, ۴۸۶/۶۴] هزار مترمکعب با حفظ سود حاصل از برنامه عدم مبادله، معادل با بازه [۲۳۷/۹۱, ۳۵۱/۵۷] میلیون تومان خواهد شد. همچنین مقایسه نتایج این دو برنامه در روستای شیخ آباد، نشان می دهد که برنامه مبادله مجوزهای آبی در این روستا، منجر به مازاد آبی برابر با بازه [۲۴۴/۱۲, ۱۷۶] هزار مترمکعب و کاهش در کمبود آبی معادل با بازه ای برابر با [۲۲۸/۳۱۷, ۴۴/۰۴] هزار مترمکعب با سودی برابر با بازه [۲۱۰/۱۰, ۱۴۱/۳۹] میلیون تومان خواهد شد.

علت این تغییر و انتقال با توجه به نتایج مدل برنامه ریزی ریاضی تحت سیاست مبادله مجوزهای آبی به گونه ای است که سیستم برای اینکه بتواند در سیاست مبادله، سود حاصل از برنامه عدم مبادله را به خصوص در فصل خشک که با کمبود آب نیز روبه رو است و آب ورودی به سیستم جوابگوی همه کشاورزان نیست و در واقع همه کشاورزان با کمبود تسبی

#### اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵

آب مواجهند، حفظ کند. لذا مجوز آب را از کشاورز با سودآوری کمتر (یا کشاورزی که ضرر بیشتری به سیستم کشاورزی وارد می‌کند) با توجه به داده‌های ورودی سود و زیان، به کشاورز با سودآوری بیشتر انتقال می‌دهد تا هم سیستم صرفه‌جویی در مصرف آب ایجاد کند و هم سود سیستم حاصل از برنامه عدم مبادله تضمین شود. بنابراین، با توجه به نتایج تخصیص آب تحت برنامه مبادله، مصرف آب واقعی (Ai) برخی کشاورزان صفر و مصرف واقعی آب برخی دیگر افزایش می‌یابد به طوری که سود سیستم کشاورزی ماکزیمم گردد که این امر حاصل انتقال آب از کشاورز دارای سود پایین تر یا ضرر بیشتر به کشاورز دارای سود بالاتر یا ضرر کمتر به سیستم است. این امر می‌تواند اثرات مثبت و منفی حاصل از پیامدهای ایجاد بازار آب و مبادله را به دنبال داشته باشد. پیامد مثبت اینکه سیاست مبادله با مصرف زمین کمتر (با توجه به حذف تعدادی کشاورز) سود سیستم را نسبت به عدم مبادله حفظ می‌کند و همچنین با صرفه‌جویی در مصرف آب منجر به تولید آب مازاد می‌کند این است که آب مازاد می‌تواند در اختیار بخش‌های با نیاز مبرم‌تر به خصوص در فصول خشک قرار بگیرد. اما از طرفی، کاهش میزان زمین آبیاری شده و حذف تعدادی کشاورز و عدم تخصیص آب به آنها تحت سیاست مبادله مجوزهای آبی و به دنبال آن کاهش مصرف زمین ممکن است در بلندمدت باعث کاهش اشتغال در بخش کشاورزی و خروج تعدادی کشاورز از فعالیت کشاورزی شود. بنابراین با در نظر گرفتن این نکته، کاربرد این سیاست بستگی به ترجیحات سیاستمداران و برنامه‌ریزان منابع آب و اولویت‌های آنها در سیاست‌گذاری در یک منطقه دارد.

بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

جدول ۳. تخصیص آب تحت برنامه مبادله در روستای یلمه سالیان (هزار مترمکعب)

نرمال مرطوب Ai+	نرمال مرطوب Ai-	خشک Ai+	خشک Ai-	y± مرطوب	y± نرمال	y+	y-	x+	x-	I
۳۵/۲۴	۲۳/۴۹	۳۵/۲۴	۲۳/۴۹	.	.	.	.	۳۵/۲۴	۲۳/۴۹	۱
۱۹/۵۶	۱۳/۰۴	۶/۵۲	.	.	.	۱۳/۰۴	۱۳/۰۴	۱۹/۵۶	۱۳/۰۴	۲
۴۶/۹۸	۴۶/۹۸	.	.	.	.	۴۶/۹۸	۴۶/۹۸	۴۶/۹۸	۴۶/۹۸	۳
۳۹/۱۲	۳۹/۱۲	۳۹/۱۲	.	.	.	۳۹/۱۲	.	۳۹/۱۲	۳۹/۱۲	۴
۳۴/۸۰	۳۴/۸۰	۳۴/۸۰	۳۴/۸۰	.	.	.	.	۳۴/۸۰	۳۴/۸۰	۵
۳۳/۲۴	۲۲/۱۶	۱۱/۰۸	.	.	.	۲۲/۱۶	۲۲/۱۶	۳۳/۲۴	۲۲/۱۶	۶
۷۰/۹۴	۷۰/۹۴	۷۰/۹۴	۷۰/۹۴	.	.	.	.	۷۰/۹۴	۷۰/۹۴	۷
۲۷/۱۶	۲۷/۱۶	.	.	.	.	۲۷/۱۶	۲۷/۱۶	۲۷/۱۶	۲۷/۱۶	۸
۴۰/۰۲	۴۰/۰۲	۴۰/۰۲	۴۰/۰۲	.	.	.	.	۴۰/۰۲	۴۰/۰۲	۹
۳۳/۰۶	۳۳/۰۶	۳۳/۰۶	۳۳/۰۶	.	.	.	.	۳۳/۰۶	۳۳/۰۶	۱۰
۴۶/۳۳	۴۰/۰۲	۴۶/۳۳	۴۰/۰۲	.	.	.	.	۴۶/۳۳	۴۰/۰۲	۱۱
۴۰/۸۹	۴۰/۸۹	۴۰/۸۹	۴۰/۸۹	.	.	.	.	۴۰/۸۹	۴۰/۸۹	۱۲
۴۸/۹۰	۳۲/۶	۱۶/۳	.	.	.	۳۲/۶	۳۲/۶	۴۸/۹۰	۳۲/۶	۱۳
۱۹/۱۴	۱۹/۱۴	.	.	.	.	۱۹/۱۴	۱۹/۱۴	۱۹/۱۴	۱۹/۱۴	۱۴
۳۴/۸۰	۳۴/۸۰	۳۴/۸۰	۳۴/۸۰	.	.	.	.	۳۴/۸۰	۳۴/۸۰	۱۵
۵۸/۵۵	۵۸/۵۵	۵۸/۵۵	۵۸/۵۵	.	.	.	.	۵۸/۵۵	۵۸/۵۵	۱۶
۱۳/۹۱	۱۳/۹۱	۱۳/۹۱	.	.	.	۱۳/۹۱	.	۱۳/۹۱	۱۳/۹۱	۱۷
۴۵/۲۴	۴۵/۲۴	۴۵/۲۴	۴۵/۲۴	.	.	.	.	۴۵/۲۴	۴۵/۲۴	۱۸
۲۳/۹۲	۲۳/۹۲	۲۳/۹۲	۲۳/۹۲	.	.	.	.	۲۳/۹۲	۲۳/۹۲	۱۹
۹۷/۸۰	۶۵/۲	۳۲/۶	.	.	.	۶۵/۲	۶۵/۲	۹۷/۸۰	۶۵/۲	۲۰

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵

نرمال و مرطوب Ai+	نرمال مرطوب Ai-	خشک Ai+	خشک Ai-	y± مرطوب	y± نرمال	y+	y-	x+	x-	I
۴۰/۰۲	۴۰/۰۲	۴۰/۰۲	۴۰/۰۲	.	.	.	.	۴۰/۰۲	۴۰/۰۲	۲۱
۲۴/۴۵	۱۶/۳	۸/۱۵	.	.	.	۱۶/۳	۱۶/۳	۲۴/۴۵	۱۶/۳۰	۲۲
۳۸/۲۸	۳۸/۲۸	۳۸/۲۸	۳۸/۲۸	.	.	.	.	۳۸/۲۸	۳۸/۲۸	۲۳
۲۹/۳۴	۱۹/۵۶	۹/۷۸	.	.	.	۱۹/۵۶	۱۹/۵۶	۲۹/۳۴	۱۹/۵۶	۲۴
۶۲/۵۸	۴۱/۷۲	۲۰/۸۶	.	.	.	۴۱/۷۲	۴۱/۷۲	۶۲/۵۸	۴۱/۷۲	۲۵
۳۰/۴۰	۳۰/۴۰	.	.	.	.	۳۰/۴۰	۳۰/۴۰	۳۰/۴۰	۳۰/۴۰	۲۶
۵۷/۴۲	۵۷/۴۲	۳۸/۵۰	۱۴/۶۶	.	.	۴۲/۷۶	۱۸/۹۲	۵۷/۴۲	۵۷/۴۲	۲۷
۲۳/۴۹	۱۵/۶۶	۲۳/۴۹	۱۵/۶۶	.	.	.	.	۲۳/۴۹	۱۵/۶۶	۲۸
۳۲/۰۲	۳۲/۰۲	۳۲/۰۲	۳۲/۰۲	.	.	.	.	۳۲/۰۲	۳۲/۰۲	۲۹
۳۶/۹۴	۳۶/۹۴	۳۶/۹۴	.	.	.	۳۶/۹۴	.	۳۶/۹۴	۳۶/۹۴	۳۰
۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	.	.	.	.	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۳۱
۵۷/۳۰	۵۷/۳۰	۵۷/۳۰	۵۷/۳۰	.	.	.	.	۵۷/۳۰	۵۷/۳۰	۳۲
۲۱/۷۵	۲۱/۷۵	۲۱/۷۵	۲۱/۷۵	.	.	.	.	۲۱/۷۵	۲۱/۷۵	۳۳
۴۶/۰۹	۴۶/۰۹	۴۶/۰۹	.	.	.	۴۶/۰۹	.	۴۶/۰۹	۴۶/۰۹	۳۴
۲۷/۷۶	۲۷/۷۶	۲۷/۷۶	۲۷/۷۶	.	.	.	.	۲۷/۷۶	۲۷/۷۶	۳۵
۱۷/۴۰	۱۷/۴۰	۱۷/۴۰	۱۷/۴۰	.	.	.	.	۱۷/۴۰	۱۷/۴۰	۳۶
۴۱/۷۶	۴۱/۷۶	۴۱/۷۶	۴۱/۷۶	.	.	.	.	۴۱/۷۶	۴۱/۷۶	۳۷
۲۲۲/۷۶	۱۶۵/۹۱	۲۲۲/۷۶	۱۶۵/۹۱	.	.	.	.	۲۲۲/۷۶	۱۶۵/۹۱	۳۸
۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	.	.	.	.	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۳۹
۴۰/۸۹	۴۰/۸۹	۴۰/۸۹	۴۰/۸۹	.	.	.	.	۴۰/۸۹	۴۰/۸۹	۴۰

$$Z = [1458/60, 1683/40] \times 10^3 m^3 \quad Y = [353/17, 513/10] \times 10^3 m^3 \quad \Delta Z = [229/93, 734/71] \times 10^3 m^3$$

مأخذ: یافته های تحقیق

بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

جدول ۴. تخصیص آب تحت برنامه مبادله در روستای شیخ آباد (هزار مترمکعب)

Ai+	Ai -	Ai+	Ai -	yi±	yi±	yi+	yi-	xi+	xi-	I
نرمال	نرمال	خشک	خشک	مرطوب	نرمال	خشک	خشک			
مرطوب	مرطوب									
۴/۸۹	۳/۲۶	۱/۶۳	۰	۰	۰	۳/۲۶	۳/۲۶	۴/۸۹	۳/۲۶	۱
۳۶/۰۸	۳۶/۰۸	۳۶/۰۸	۰	۰	۰	۳۶/۰۸	۰	۳۶/۰۸	۳۶/۰۸	۲
۳/۶۵	۳/۶۵	۰	۰	۰	۰	۳/۶۵	۳/۶۵	۳/۶۵	۳/۶۵	۳
۷۳/۰۸	۷۳/۰۸	۰	۰	۰	۰	۷۳/۰۸	۷۳/۰۸	۷۳/۰۸	۷۳/۰۸	۴
۱۰/۴۴	۱۰/۴۴	۰	۰	۰	۰	۱۰/۴۴	۱۰/۴۴	۱۰/۴۴	۱۰/۴۴	۵
۵/۲۲	۵/۲۲	۵/۲۲	۵/۲۲	۰	۰	۰	۰	۵/۲۲	۵/۲۲	۶
۱۸/۲۷	۱۲/۱۸	۱۸/۲۷	۱۲/۱۸	۰	۰	۰	۰	۱۸/۲۷	۱۲/۱۸	۷
۱۵/۶۶	۱۵/۶۶	۰	۰	۰	۰	۱۵/۶۶	۱۵/۶۶	۱۵/۶۶	۱۵/۶۶	۸
۴۱/۷۶	۴۱/۷۶	۴۱/۷۶	۴۱/۷۶	۰	۰	۰	۰	۴۱/۷۶	۴۱/۷۶	۹
۱۰/۴۴	۱۰/۴۴	۱۰/۴۴	۱۰/۴۴	۰	۰	۰	۰	۱۰/۴۴	۱۰/۴۴	۱۰
۲۳/۴۹	۲۳/۴۹	۰	۰	۰	۰	۲۳/۴۹	۲۳/۴۹	۲۳/۴۹	۲۳/۴۹	۱۱
۲۰/۸۸	۲۰/۸۸	۲۰/۸۸	۲۰/۸۸	۰	۰	۰	۰	۲۰/۸۸	۲۰/۸۸	۱۲
۴۳/۸۵	۳۳/۸۸	۴۳/۸۵	۰	۰	۰	۳۳/۸۸	۰	۴۳/۸۵	۳۳/۸۸	۱۳
۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۰	۰	۰	۰	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۱۴
۱۳/۹۲	۱۳/۹۲	۱۳/۹۲	۱۳/۹۲	۰	۰	۰	۰	۱۳/۹۲	۱۳/۹۲	۱۵
۲۳/۴۹	۱۵/۶۶	۲۳/۴۹	۱۵/۶۶	۰	۰	۰	۰	۲۳/۴۹	۱۵/۶۶	۱۶
۲۶/۱۰	۲۶/۱۰	۲۶/۱۰	۲۶/۱۰	۰	۰	۰	۰	۲۶/۱۰	۲۶/۱۰	۱۷
۲۰/۸۸	۱۳/۹۲	۱۷/۸۱	۰	۰	۰	۱۳/۹۲	۳/۰۷	۲۰/۸۸	۱۳/۹۲	۱۸
۱۶/۵۲	۱۶/۵۲	۱۶/۵۲	۱۰/۶۷	۰	۰	۵/۸۵	۰	۱۶/۵۲	۱۶/۵۲	۱۹

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۵

Ai+	Ai -	Ai+	Ai -	yi±	yi±	yi+	yi-	xi+	xi-	I
نرمال	نرمال	خشک	خشک	مرطوب	نرمال	خشک	خشک			
مرطوب	مرطوب									
۱۳/۰۵	۱۳/۰۵	۱۳/۰۵	۱۳/۰۵	.	.	.	.	۱۳/۰۵	۱۳/۰۵	۲۰
۱۵/۶۶	۱۵/۶۶	۱۵/۶۶	۱۵/۶۶	.	.	.	.	۱۵/۶۶	۱۵/۶۶	۲۱
۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	.	.	.	.	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۲۲
۱۰۴/۴۰	۱۰۴/۴۰	۱۰۴/۴۰	۱۰۴/۴۰	.	.	.	.	۱۰۴/۴۰	۱۰۴/۴۰	۲۳
۱۸/۲۷	۱۸/۲۷	۱۸/۲۷	۱۸/۲۷	.	.	.	.	۱۸/۲۷	۱۸/۲۷	۲۴
۱۲/۱۰	۸/۰۷	۱۲/۱۰	۸/۰۷	.	.	.	.	۱۲/۱۰	۸/۰۷	۲۵
۱۸/۲۷	۱۸/۲۷	۱۸/۲۷	۱۸/۲۷	.	.	.	.	۱۸/۲۷	۱۸/۲۷	۲۶
۱۷/۴۰	۱۷/۴۰	۱۷/۴۰	۱۷/۴۰	.	.	.	.	۱۷/۴۰	۱۷/۴۰	۲۷
۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	.	.	.	.	۵۲/۲۰	۵۲/۲۰	۲۸
۱۴۷/۴۷	۹۸/۳۱	۱۴۷/۴۷	۹۸/۳۱	.	.	.	.	۱۴۷/۴۷	۹۸/۳۱	۲۹
۴۹/۲۲	۴۶/۲۸	۴۹/۲۲	۴۶/۲۸	.	.	.	.	۴۹/۲۲	۴۶/۲۸	۳۰

$$Z = (822/01, 930/54) \times 10^3 m^2 \quad Y = (132/65, 219/31) \times 10^3 m^2 \quad \Delta Z = (175/90, 244/12) \times 10^3 m^2$$

مأخذ: یافته های تحقیق

### نتیجه گیری و پیشنهادها

در این مطالعه، یک مدل برنامه ریزی با پارامترهای بازه‌ای برای بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی در بین کشاورزان اراضی پایین دست سد و شمشگیر طراحی شد. این اثربخشی از نظر دو معیار مازاد آب یا صرفه جویی در مصرف آب کل سیستم و معیار کاهش در کمبود آب سنجیده شد. از مقایسه راه‌حل‌های به دست آمده برنامه عدم مبادله و مبادله این نتیجه حاصل شد که برنامه مبادله مجوزهای آبی بین کشاورزان، مجموعاً در دو روستای یلمه سالیان و



بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

شیخ آباد می تواند منجر به مازاد آبی برابر با [ ۶۱۸/۸۰, ۴۰۵/۸۳ ] هزار مترمکعب نسبت به برنامه عدم مبادله شود به طوری که سود سیستم کاسته نشود. این نتایج نشان داد برنامه مبادله از نظر این دو شاخص می تواند در جهت صرفه جویی در مصرف آب و تخصیص کارا تر آن به خصوص در فصل خشک اثربخش باشد و برنامه مبادله در فصل نرمال و مرطوب به دلیل عرضه کافی آب در این منطقه غیر ضروری می باشد. نتایج همچنین نشان داد که کارایی برنامه مبادله تحت تأثیر عدم حتمیت های موجود در سیستم کشاورزی از جمله جریان آب در دسترس کشاورزان در فصول خشک، نرمال و مرطوب- که به نزولات آسمانی ارتباط مستقیم دارند- می باشد. اگرچه این نتایج طبق مدل کاربردی در پژوهش براساس فاکتورها و متغیرهایی همچون حداکثر و حداقل نیاز آبی محصولات کشت شده، سود، احتمال وقوع سال آبی، مجوزهای تخصیص یافته به کشاورزان و کل آب در دسترس کشاورزی به دست آمده است اما فاکتورهای دیگر نیز می تواند بر نتایج کارایی برنامه مبادله مجوزهای آبی در این منطقه تأثیر گذار باشد. برای مثال متوسط راندمان منطقه مورد مطالعه ۴۲ درصد می باشد بنابراین هرگونه بهبود و پیشرفت در تکنولوژی آبیاری و افزایش راندمان آبیاری از طریق کاهش نیاز آبی مزارع می تواند در مازاد آب رها شده از طریق برنامه مبادله و کاهش در مصرف آب تأثیر گذار باشد. لذا با توجه به اینکه کشاورزان این منطقه به خصوص در فصول خشک با مشکل بحران آب مواجه هستند، برنامه ریزان و سیاستمداران می توانند کشاورزان را در جهت کاربرد روش های پیشرفته تر آبیاری محصولات و افزایش راندمان آبیاری حمایت کنند. نکته دیگر که برنامه ریزان منابع آبی باید در نظر بگیرند این است که در مطالعه موردی این پژوهش، اندازه مزارع به طور متوسط ۵/۲ هکتار می باشد که در کل، متوسط مزارع در ایران نسبت به متوسط اندازه مزارع در کشورهای پیشرفته با کشاورزی تجاری بسیار کمتر می باشد و طبق قانون بازده نسبت به مقیاس در اقتصاد، هدردهی و اتلاف آب در مزارع کوچک تر بیشتر و همچنین طبق گزارشات مدیران سد و شمشگیر، نزاع و درگیری بین کشاورزان در فصل آبیاری به دلیل این مزارع منقطع و پراکنده بیشتر است. لذا در آینده سیاست هایی در جهت یکپارچه سازی مزارع

و انتقال از کشاورزی سنتی به کشاورزی تجاری می تواند علاوه بر افزایش عملکرد، بر کاهش مصرف نهاده‌ها و به خصوص نهاده باارزشی چون آب منجر شود و نهایتاً بر عملکرد برنامه‌های بازاری همچون مبادله آب بین کشاورزان تأثیرگذار باشد. همچنین اثربخشی برنامه مبادله مجوزهای آبی به طور مستقیم به تمایل شرکت کنندگان (یعنی کشاورزان آن منطقه) در مبادله و درجه ریسکی آنها در تصمیم‌گیری برای مشارکت در این برنامه بستگی دارد. بنابراین آموزش و آگاه کردن کشاورزان از نتایج برنامه مبادله به عنوان بازیگران اصلی سیاست مبادله و بررسی تمایل شرکت آنها در این برنامه می‌تواند به کارایی بیشتر برنامه‌های بازاری منجر شود. بنابراین، در نظر گرفتن موارد گفته شده و بررسی و مطالعه بر روی برنامه‌های فرضی مبادله در هر منطقه و به خصوص در فصل خشک می‌تواند پیش زمینه‌ای برای تصمیمات صحیح‌تر و آگاهانه‌تر سیاستمداران در مدیریت منابع آبی کشور باشد و به تشکیل پویاتر بازارهای آب در آینده کمک نماید.

#### منابع

1. Becker, N., Zeitouni, N. and Shechter, M. (1996). Reallocation water resources in the Middle East through market mechanisms. *Water Resources Development*, 12:17-32.
2. Bohlolvand, A. and Sadr, S.K. (2007). Measurement of competition in the mugen water market. *Agricultural Economics (Economics and Agriculture)*. 1(2):1-35. (Persian)
3. Droitsch, D. and Robinson, B. (2009). Share the water:building a secure water future for Alberta, published jointly by can more:water matters society of Alberta, and Vancouver:eco justice, Available at: [www.watermatters.org/docs/share-the-ater.pdf](http://www.watermatters.org/docs/share-the-ater.pdf).

بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

4. Forrest, T.I. (2002). Principles of on-farm water management. Florida cooperative extension services, Institute of food and agriculture sciences, University of Florida. Available at:<http://edis.ifas.ufl.edu>.
5. Hoppe, H., Weilandt, M. and Orth, H. (2004). A combined water management approach based on river water quality standards. *Journal of Environmental Informatics*, 3(2):67-76.
6. Huang, G.H. and Loucks, D.P. (2000). An inexact two-stage stochastic programming model for water resources management under uncertainty. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 17: 95-118.
7. Jafari, A. (2004). Water market approach and its requirements. *Agricultural Economics and Development*. 12(48):75-120. (Persian)
8. Jenkins, M.W. and Lund, J.R. (2000). Integrating yield and shortage management under multiple uncertainties. *Journal of Water Resources Planning and management ASCE*, 126 (5):288-297.
9. Kiem, A. S. (2013). Drought and water policy in Australia: challenges for the future illustrated by the issues associated with water trading and climate change adaptation in the Murray-Darling Basin. *Global Environmental Change*, 23:1615-1626.
10. Landry, C. (1998). Market transfers of water for environmental protection in the Western United State. *Water Policy*, 1:457- 469.
11. Li, Y.P., Liu, J. and Hung, G.H. (2014). A hybrid fuzzy-stochastic programming method for water trading within an agricultural system. *Agricultural Systems*, 123:71-83.

12. Li, M., Guo. P., Singh, V.P. and Yang, G. (2016). An uncertainty-based framework for agricultural water-land resources allocation and risk evaluation. *Agricultural Water Management*, 177:10-23.
13. Luo, B., Hang, G.H., Zou, Y. and Yin, Y.Y. (2007). Toward quantifying the effectiveness of water trading under uncertainty. *Journal of Environment Management*, 83:181-190 .
14. Luo, B., Maqsood, I., Yin, Y.Y., Huang, G.H. and Cohen, S.J. (2003). Adaptation to climate change through water trading under uncertainty an inexact two-stage nonlinear programming approach. *Journal of Environmental Informatics*, 2:58-68.
15. Najafi, H. and Kohpaima, M. (2006). Drought indicators in Chaharmahal and Bakhtiari province. First national Conference on Water Resources Operation in Karoon, Zayandeh Rood, Shahrood University. (Persian)
16. Nikoie, AS. and Najafi, B. (2011). The welfare of agricultural water market in Iran case study of Isfahan irrigation networks. *Agricultural Economics and Development*. 76 (2):55-82. (Persian).
17. Palazzo, A. and Brozovi, N. (2014). The role of groundwater trading in spatial water management. *Agricultural Water Management*, 3:1-11.
18. Panda, R.K., Behera, S.K. and Kashyap, P.S. (2004). Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. *Agric, Water Manage*, 66:(3) 181-203.
19. Parhizkari, A., Sabouhi, M. and Ziaee, S. (2013). Simulation of water market and analysis of the effects of irrigation water sharing policy on cropping

بررسی برنامه مبادله مجوزهای آبی .....

pattern under water deficit conditions. *Agricultural Economics and Development*, 27 (3):242-252. (Persian)

20. Regional Water Organization of Golestan Province. (2015). Statistics and Information Center of Dams. (Persian).

21. Rosegrant, M.W. and Binswanger, H.P. (1995). Markets in tradable water rights: potential for efficiency gains in developing country water resource allocation. *World Development*, 22:1613 -1625.

22. Sabouhi, M., Rastegaripour, F. and Kehkha, A. (2009). Optimal allocation of dam water between urban and agricultural uses by using two-stage fuzzy randomized programming with interval parameters under uncertainty conditions. *Agricultural Economics*, 3(1):33-55. (Persian).

23. Wets, R.J.B. (1966). Programming under uncertainty: the solution set. *SIAM Journal Applied Mathematics*. 14:1143-1151.

24. Yeh, W.W.G. (1985). Reservoir management and operations Models: a state-of-the-art. *Review Water Resources Research*, 21(12):1797-1818.

25. Zekri, S. and Easter, K.W. (2005). Estimating the potential gains from water markets: a case study from Tunisia. *Agricultural Water Management*, 2(3):161-175.

26. Zhao, G. (2001). A log-barrier method with benders decomposition for solving two-stage stochastic linear Programs. *Mathematical Programming*, 3(90):507-513.

27. Zibaei, M.H., Zibaei, M. and Ardokhani, K. (2013). Assessment of conjunctive use of surface and groundwater scenarios in Firouzabad plain. *Journal of Agricultural Economics Research*, 5 (17):157-181. (Persian).