

مدیریت الگوی کشت و منابع آب دشت همدان

احمد سلطانی ذوقی*^۱، محمود حاجی رحیمی^۲

چکیده

در دهه‌های اخیر، برداشت بیش از حد و عدم مدیریت درست در کنار خشکسالی‌های مداوم، اهمیت مدیریت تأمین آب را برجسته کرده است. برداشت آب از منابع آب موجود برای استفاده در کشاورزی، به عنوان بزرگترین مصرف کننده آب شیرین در جهان، نیاز به تجدید نظر در برنامه‌ریزی و تخصیص اقتصادی توسط الگوی بهینه محصولات زراعی دارد. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر سیاست افزایش قیمت آب و تغییر در منبع آب موجود بر الگوهای مطلوب محصول و سود خالص کشاورزی است. در مرحله اول، یک الگوی کشت بهینه با روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت ایجاد شد و سپس افزایش قیمت آب و سیاست‌های کاهش تأمین آب در سناریوهای مختلف برای دو گروه از کشاورزان، با مساحت کمتر و بیشتر از ۱۰ هکتار تحت محصول در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۸، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات در الگوی کشت در هر دو گروه تقریباً یکسان است. لوبیا و پیاز و یونجه در محدودیت شدید تأمین آب یا افزایش قیمت آب از الگوی حذف خواهند شد. سطح زیر کشت ذرت افزایش می‌یابد و الگوی سیب‌زمینی کمترین تغییر را دارد. همچنین نتایج نشان داد که سیاست افزایش قیمت آب تأثیر سریعتر و بیشتری در کاهش آب و از دست دادن سود در هر دو گروه دارد.

واژه‌های کلیدی: الگوهای کشت، برنامه‌ریزی ریاضی، PMP، تخلیه منابع، آب.

۱ بخش اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

Email: ahmad_soltanizoghi@yahoo.com

۲ گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان سنندج کردستان ایران.

مقدمه

یکی از عوامل اصلی توسعه فعالیت‌های اقتصادی در ایران، عامل آب است (IWMI, 2006). به‌عنوان کلید توسعه‌ی اقتصاد جهان به دلیل رشد جمعیت و ثابت بودن حجم آب در کره زمین، بشر همواره در حال کاهش سطح سرانه آب در دسترس است (ویژه‌نامه آب و فاضلاب کشور، ۱۳۸۴). در این شرایط صرفه‌جویی در مصرف آب و یا استفاده از منابع آب نامتعارف که تاکنون امکان یک گزینه مقابله با خشکسالی‌ها شناخته نمی‌گردید، به عنوان یک سیاست مدیریتی برای مقابله با بحران آب در نظر گرفته می‌شود (مشهدی جعفرلو همکاران، ۱۳۸۵). حفظ و صیانت از منابع آب و بهره‌برداری بهینه، اقتصادی و عادلانه از آب یک مسئله جهانی در قرن ۲۱ است، کاهش سرانه آب در دسترس در جهان در برابر تقاضای روبه افزایش یک چالش فراگیر در برابر بشر محسوب می‌گردد (ویژه‌نامه آب و فاضلاب کشور، ۱۳۹۹). منابع آبی با توجه به تقاضای رو به افزایش، استفاده‌های جدید برای آب به‌شدت تحت فشار بوده و تخصیص منابع محدود میان نیازهای رو به افزایش، روزبه‌روز مسائل پیچیده‌تری را برای مدیریت منابع آب پدید می‌آورد. در چنین شرایطی برآورد ارزش آب، کلیدی باارزش در مدیریت منابع آب است؛ نخست آنکه مورد توافق‌ترین و موثوق‌ترین ابزار تخصیص از دید کارشناسان، ارزش اقتصادی آب است. دوم، در سرمایه‌گذاری در طرح‌های منابع آب هزینه و منافع هر طرح بر اساس همین ارزش تعیین می‌گردد مسئله‌ای که می‌تواند خط‌مشی روشنی را در حیطه تصمیم‌گیری‌های مدیریتی فراهم آورد (زارع پور و همکاران، ۱۳۹۰).

نیاز به بهره‌برداری بهینه و تدوین الگوهای مدیریتی در جهت ایجاد اطمینان میان بهره‌برداران و مدیران با توجه به پیچیدگی‌های سیستم‌های منابع آب، امری بدیهی است. در مدیریت منابع آب فرصت‌ها و چالش‌های بسیاری فرا روی مدیران و برنامه‌ریزان قرار دارد که با شناخت آن‌ها می‌تواند گام‌های بسیار مؤثری در تأمین آب، بردارند. اطمینان میان بهره‌برداران و مدیریت بسیار حیاتی است چرا که برنامه‌ریزی و طراحی سامانه‌های مدیریت منابع آب برای تحقق اهداف توسعه پایدار، نیازمند مشارکت همگانی است (حسین‌زاده، ۱۳۸۳). کمبود آب یک مشکل جهانی رو به رشد است و افزایش جمعیت، بهبود سطح زندگی و تقاضای در حال افزایش برای کیفیت محیط‌زیست، دولت‌ها را برانگیخته تا برای مدیریت بهتر منابع آب موجود، راه‌کارهای بهتری را ارائه نمایند. افزون بر آن، علائق سیاسی در حال رشدی برای کاهش آب مورد استفاده در بخش کشاورزی وجود دارد که منافع محیطی کافی و افزایش رفاه دیگر مصرف‌کنندگان آب را به دنبال دارد (حسن‌وند و همکاران، ۱۳۹۵).

انتظار می‌رود آب در دسترس برای کشاورزی در بسیاری از نقاط جهان به دلیل وجود دو عامل کاهش یابد. نخست، تغییر آب و هوا باعث افزایش دما و کاهش بارندگی می‌شود (Farrè and Faci, 2009). دوم، تقاضا و رقابت رو به رشدی برای استفاده از آب توسط کاربران غیرکشاورزی و خدمات محیطی وجود دارد (Blanco et al., 2004). هر چند عمده تمایل در مدیریت آب به کاهش مصرف آب در کشاورزی است، اما کاهش مصرف آب در کشاورزی بی شک با کاهش فشار بر منابع آب همراه بوده و در مقابل و امنیت سایر کاربران آب را تأمین می‌نماید، استفاده از دستورالعمل‌های نهادهای بین‌المللی آب، باعث ایجاد تعداد زیادی از الگوهای اقتصادی در جهت بررسی و مدیریت رفتار بهره‌برداران و به ویژه کشاورزان را باعث شده است. برای نیل به توسعه پایدار توجه به کلیه ابعاد برنامه‌ریزی و بهره‌برداری الزامی است و نیاز است تا ارزیابی اثرات سیستم در تغییرات اقتصادی، اجتماعی و همچنین محیط‌زیست، در مدیریت منابع آب مورد توجه قرار گیرد (جولایی و همکاران، ۱۳۹۷). تحلیل‌های اقتصادی و محیط

زیستی نه تنها باید مرحله توسعه، بهره‌برداری و نگهداری سیستم را در نظر بگیرند، بلکه باید امکان نابودی و نیاز به جایگزین‌سازی آن را نیز مورد توجه قرار دهند. این موضوع، موجب افزایش تجزیه‌تحلیل‌های اقتصادی، برای بررسی رفتار بهره‌برداران با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی، به‌خصوص برنامه ریاضی مثبت گردیده است (بوستانی و همکاران ۱۳۹۳). درک مفاهیم اقتصادی کاهش منابع آب و تخصیص آب و ظرفیت کشاورزان برای سازگاری با کم‌آبی، مسئله‌ای است که توجه مدیران منابع آب و سیاست‌گذاران را در پی خواهد داشت (Qureshi et al., 2014).

در کشورهایی نظیر ایران، که با تغییرات زیادی در بارندگی و در نتیجه دسترسی به آب آبیاری مواجه است، ارزیابی خط مشی و تاثیرات تغییرات آب و هوایی، بسیار مهم است. طی سالیان اخیر در ایران قیمت محصولات کشاورزی به دلیل تغییرات عرضه و تقاضا در سراسر بخش‌ها و مشکلات داخلی کشور از جمله خشکسالی‌ها و تغییرات اقلیمی شدید در کنار عدم مدیریت بازارهای محصولات کشاورزی به شکلی نامنظم افزایش یافته است. تکنیک‌ها، محصولات و الگوهای کشت جدید نقش مهمی در سناریوی افزایش هزینه‌های آب، کاهش دسترسی به آب و قیمت محصولات مزرعه دارند. به طور خاص تنظیم الگوها در شرایط کمبود بارش راهی برای کاهش مصرف آب در کشاورزی از سوی کارشناسان تلقی می‌گردد (Reddy and Nayak, 2018).

در محاسبه و ارزیابی ارزش اقتصادی آب، می‌توان از روش‌های مختلف، از جمله، ارزش گذاری مشروط (زارع پور و همکاران، ۱۳۹۰)، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (صبوحی و همکاران، ۱۳۸۶)، برنامه‌ریزی اثباتی (کرامت زاده و همکاران، ۱۳۹۰) و برنامه‌ریزی پویا (Varela-Ortega et al., 1998) بهره برد. در مطالعات یافتن ترجیحات آشکار شده‌ی مصرف‌کنندگان و الگوهای مبتنی بر مقادیر واقعی امری الزامی است تا در تجزیه و تحلیل سیاست‌ها از این رفتارها استفاده شود (بخشی و مقدسی، ۱۳۹۲).

واکنش گروه‌های مختلف به خصوص کشاورزان به سیاست‌های تغییر قیمت و مقدار آب در دسترس اعمالی از طرف دولت جهت بهبود مصرف آب امری است که همواره مورد بررسی کارشناسان قرار گرفته است (اسمعیل نیا بالاگتایی و همکاران، ۱۳۹۷)، در این میان کشاورزان به علت سهم بالای مصرفی از نهاده‌ی آب همیشه این بررسی‌ها را در بخش کشاورزی الزامی‌تر نشان می‌دهد (زارعی و محمد جعفری، ۱۳۹۴). از سوی دیگر باید در بررسی واکنش کشاورزان به سیاست‌های اعمالی و سناریوها مختلف توجه نمود، بی‌شک تدوین یه سناریوی مناسب در سیاست گذاری از مهمترین تصمیمات مدیران در سطح کلان است (شیرزادی لسکوکلایه و صبوحی صابونی، ۱۳۸۸). در بخش کشاورزی مطالعات مختلف (بخشی و همکاران، ۱۳۹۰؛ کرامت زاده و همکاران، ۱۳۹۰) همگی نشان داده‌اند که دور نمای سیاست گذاری در بخش آب در کشاورزی کشور ایجاد محدودیت و افزایش هزینه‌ها در قالب سناریوهایی چندگانه است. سناریوهایی که می‌تواند قیمت (حسن‌وند و همکاران، ۱۳۹۵)، حق‌آبه (بوستانی و همکاران، ۱۳۹۳)، واردات و صادرات (زارعی و محمد جعفری، ۱۳۹۴)، مالیات (مقدسی و بخشی، ۱۳۹۲)، گروه‌های بهره‌بردار (بخشی و همکاران، ۱۳۹۰) و گاهی ترکیبی از این سناریوها را مد نظر قرار می‌دهد (Senthilkumar et al., 2011). در بخشی دیگر از مطالعات علاوه بر استفاده از روش برنامه‌ریزی مثبت به ایجاد بازارهای فرضی برای آب نیز توجه بسیار شده است (حسن‌وند و همکاران، ۱۳۹۵). در سال‌های اخیر، مدل برنامه‌ریزی ریاضی به طور فزاینده‌ای در تجزیه و تحلیل وضعیت اقتصادی مزارع و استفاده از نهاده‌های مختلف کاربرد یافته است. یک از مزایای این مدل را

می‌توان نیاز محدودتر داده‌ها دانست که می‌تواند به طور کامل بر اساس داده‌هایی از مزارع نماینده به خوبی نسبت به تحلیل نتایج کمک رساند (Arfini and Paris, 1995; Blanco, 2008).

روش تحقیق

الگوهای اقتصادسنجی و الگوهای برنامه‌ریزی همواره در کشمکش پی در پی با یکدیگر قرار دارند (Bauer, 1998). با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی (Bartolini et al., 2005; Berbel and Gomez-Limon, 2000)، از جمله مدل‌های برنامه‌ریزی مثبت (PMP)، (Iglesias and Blanco, 2008; Cortignani and Severini, 2009)، الگوها و مدل‌های برنامه‌ریزی در برنامه‌ریزی‌های کلان منطقه ای بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. از جمله کاربردهای برنامه‌ریزی ریاضی می‌توان به ارزیابی تاثیر تغییرات احتمالی در سیاست و شرایط بازار در گروه‌های مزارع از نظر الگوهای برداشت آنها، استفاده از آب و نتایج اقتصادی آن اشاره نمود. رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) با ایجاد تعادل سود در دوره مرجع، مشکلات تخصیص را حل می‌کند (Howitt, 1995a). این مدل برای شناسایی واکنش تولیدکنندگان به تغییرات کارآمد بوده و همواره مورد استفاده سیاست‌گذاران می‌باشد و از سویی دیگر به علت بررسی شرایط موجود آن‌ها را به نتایج درست رهنمون می‌کند. مهم‌ترین موضوع در الگوی برنامه‌ریزی مثبت اطمینان از شرایط موجود و شرایط بازسازی شده است، چراکه تفاوت در این تصویرها منجر به نتایج غیرواقعی می‌گردد. داده‌های کمی باید از رفتار کشاورزان دریافت شده باشد تا شرایط بازسازی شده کاملاً منطبق و الگو گرفته شده از رفتار کشاورزان باشد (قرقانی و همکاران، ۱۳۸۸). استفاده گسترده برای تجزیه و تحلیل سیاست‌ها، به ویژه در رابطه با سیاست‌های کشاورزی، آب و تغییرات اقلیمی از عمده دلایل محبوبیت مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی مثبت سات با این حال مدل‌های PMP به شدت به کیفیت و دقت کالیبراسیون صورت گرفته وابسته اند (Heckelei and Britz, 2000 and Merel and Bucaram, 2010). این سوال مطرح است که آیا یک مدل PMP با هر نوع کالیبراسیون می‌تواند واکنش رفتاری کشاورزان را به تغییرات شرایط اقتصادی مانند تغییر قیمت تشریح و اصلاح کند (Heckelei and Britz, 2005). نیاز به کالیبراسیون و دقت در استفاده از داده‌های پیشین در مورد پاسخ مناسب افراد در فعالیتهای به دقت مدل وابسته است (Heckelei, 2002; Heckelei and Britz, 2000).

مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در بسیاری از مسائل مورد استفاده قرار گرفته اند (Hertel and Rosch, 2010; Qureshi et al., 2007). با این حال، رویکردهای برنامه‌ریزی ریاضی با نتایج ضعیفی در هماهنگی واقعیت و تئوری همراه بوده (Heckelei and Britz, 2000)، این مسئله بخصوص در بخش کشاورزی، در تحلیل تولید محصولات کشاورزی و تعداد محدودیت‌ها (Howitt, 1995b) مشاهده می‌شود. این مسئله را می‌توان در موارد مختلفی مشاهده نمود از جمله:

تعداد محدودیت‌های تجربی موجه نسبت به تعداد فعالیت‌های مشاهده شده در مقایسه با سطح مزرعه، کمتر است. داده‌ها، زمان‌ها و محدودیت‌های محاسباتی اغلب اجازه نمی‌دهد که متغیر مربوطه تغییرات تکنولوژی را که فعالیت‌های تولیدی را نظم بخشیده و دارای چارچوب می‌سازد، در مدل به خوبی عمل نماید.

درونزایی قیمت محصول و رفتار ریسکی که می‌توانند باعث تنوع شوند، اغلب در عملکرد هدف دخیل نبوده اند و الگوها تنها بر مبنای ارزشهای اقتصادی تعیین گردیده اند، در حالیکه در واقعیت رفتار کشاورز تا این حد دچار تغییرات نخواهد شد.

در برنامه‌ریزی ریاضی معمول محصولات بی توجه به تخصص کشاورزان در الگو وارد می‌گردند در حالیکه تجربه و تمایل کشاورز از عوامل عمده تاثیرگذاری بر الگوهای کشت است.

در برنامه‌ریزی ریاضی مثبت بسیاری از محدودیت‌ها و نارسایی‌های برنامه‌ریزی ریاضی هنجاری برطرف شده است و در نتایج و آورده‌های نهایی نیز این روش بهینه اقتصادی با تکیه بر بیشترین تغییر است به عبارتی بیشترین تغییرات در نظر گرفته شده و پاسخ‌ها طیف وسیعی از تغییرات را در نظر می‌گیرد، این روش در دهه اخیر بیش از سایر روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی مورد استفاده کارشناسان بخش‌های مختلف از جمله کارشناسان بخش کشاورزی قرار گرفته است که بیانگر گستردگی طیف استفاده‌کنندگان از این روش است (بخشی، ۱۳۸۸). مدل PMP به طور کلی فاقد این توانایی است تا فعالیت‌هایی را نمایش دهد که در دوره‌ی مورد بررسی صورت نگرفته اند، شاید در نگاه اول این یک محدودیت باشد اما این مسئله می‌تواند اثری دوسویه داشته باشد، تخصص در کشاورزی و عدم ورود کشتی خاص به منطقه به دلیل عدم تجربه کشت و از سوی دیگر عدم تخصص در کشت برخی محصولات همواره مانعی در برابر ورود محصولات جدید به هر منطقه و حتی کشور است، چرا که علاوه بر عوامل اقلیمی که تولید برخی محصولات را محدود می‌سازند بی تردید عدم تخصص در کشت محصولات نیز مانع از تامین نیازهای واقعی هر محصول خواهد شد (حسن‌وند و همکاران، ۱۳۹۵). از سوی دیگر در زمینه تجزیه و تحلیل کشت‌ها نیز ممکن است نتایج با واقعیت همخوانی نداشته باشد، چرا که تحت فشار بازار و شرایط سیاست، کشاورزان ممکن است نه تنها الگوهای تولید محصولات خود را تعدیل کنند بلکه محصولات، تکنیک‌ها نیز می‌توانند به دلیل برخی محدودیت‌ها و فشارهای سیاستی. قانونی تغییر یابند. یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در سه مرحله ساخته و مورد استفاده قرار می‌گیرد:

تصریح مدل برنامه‌ریزی خطی با در نظر گرفتن محدودیت‌های کالیبراسیون.

کاربرد مقادیر دوگان مدل مرحله اول برای تعیین پارامترهای تابع هدف غیرخطی.

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

در مرحله اول، ابتدا یک مدل برنامه‌ریزی خطی با هدفی مشخص و تعیین شده انتخاب می‌گردد، محدودیت‌های کالیبراسیون به محدودیت‌های در دست اضافه می‌شود محدودیت‌های کالیبراسیون سطوح مشاهده در دوره پایه را به مدل وارد و سطح فعالیت‌ها را در مدل به این مقادیر مقید می‌سازند، مدل اولیه با توجه به شرط عمومی بیشینه‌سازی به صورت زیر تصریح می‌شود (Howitt, 1998; Paris and Howitt, 1998).

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximize} && z = \sum_{i=1}^n p_i'x_i - c_i'x_i \\
 & \text{Subject to} && Ax \leq b && [\lambda] \\
 & && x \leq x_0 + \varepsilon && [\rho] \\
 & && x \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximize} && z = \sum_{j=1}^n (R_j - C_j)X_j = \sum_{j=1}^n (MR_j - MC_j) \\
 & \text{Subject to} && \sum_{i,j=1}^n a_{ij}X_j \leq b_j && [\lambda_j] \\
 & && && [\rho_i] && x \leq x_0 + \varepsilon \\
 & && && && x \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Z ، ارزش تابع هدف، R ، بردار قیمت‌های محصول، X ، بردار غیر منفی از سطوح فعالیت‌های تولیدی، C ، بردار هزینه هر واحد از فعالیت، a ، ماتریس ضرایب فنی در محدودیت‌های منابع، b ، بردار مقادیر منابع در دسترس، x_0 ، بردار غیر منفی از سطوح مشاهده‌شده فعالیت‌های تولیدی، ε ، بردار از اعداد مثبت کوچک برای جلوگیری از وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری (۲) و محدودیت‌های کالیبراسیون (۳)، λ ، بردار از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های منابع ρ ، بردار متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های کالیبراسیون می‌باشد. تفاوت مدل بالا با یک مدل برنامه‌ریزی خطی این است که اضافه شدن محدودیت‌های کالیبراسیون به مدل است. با حل مدل فوق، مقادیر دوگان مربوط به محدودیت‌های یادشده که بیانگر قیمت سایه‌ای محصولات تولیدشده می‌باشند، محاسبه می‌شوند.

Howitt (1995a)، Paris and Howitt (1998) و Heckelei and Britz (2000) بردار مقادیر دوگان ρ مرتبط با محدودیت‌های کالیبراسیون را به‌عنوان نماینده‌ای از هر نوع خطای تصریح مدل، خطای داده‌ها، خطای هم‌جمعی سازی، رفتار خطرپذیری و انتظارات قیمتی تفسیر کرده‌اند. در کالیبراسیون یک تابع عملکرد غیرخطی کاهشی، بردار دوگان ρ بیانگر اختلاف بین ارزش تولید نهایی و متوسط می‌باشد (Howitt, 1995a; 1995b) علاوه بر آن در کالیبراسیون یک تابع هزینه غیرخطی صعودی، بردار دوگان ρ به‌عنوان بردار هزینه نهایی تفاضلی تفسیر شده که همراه با بردار هزینه (c)، هزینه نهایی واقعی تولید فعالیت مشاهده‌شده x_0 را معلوم می‌کند (رابطه ۵). در مرحله دوم، مقادیر دوگان به‌دست‌آمده از مرحله اول برای برآورد پارامترهای تابع هدف غیرخطی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مرحله مقادیر دوگان برای کالیبره کردن پارامترهای تابع هدف غیرخطی به کار می‌روند. در این حالت سطوح فعالیت مشاهده‌شده در دوره پایه توسط مدل غیرخطی یادشده و بدون محدودیت‌های کالیبراسیون بازتولید می‌شود (Paris, 2001).

در روش PMP تشکیل تابع هدف غیرخطی را می‌توان از طرف عرضه (هزینه) یا تقاضا (قیمت) یا ترکیبی از این دو انجام داد (Howitt, 2005). بر پایه نظر هویت در روش PMP اغلب توابع هزینه‌ای به کار می‌روند که از راه داده‌ها و برآوردهای اقتصادسنجی به‌عنوان 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، به‌صورت تابع درجه دوم می‌باشد (He et al., 1995a; Arfini and Paris, 1995; Howitt, 1995a; 2006)، 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 (Cortignani and Severini, 2009). در این تحقیق تابع هزینه‌بر 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.

$$C^v(x) = d'x + \frac{x'Qx}{2} \quad (4)$$

در این تابع، D بردار پارامترهای جزء خطی تابع هزینه، Q ماتریس مثبت، از پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه می باشد. همان گونه که پیش تر گفته شد، بردار هزینه نهایی (MCV) مربوط به تابع هزینه بالا برابر با مجموع بردار هزینه c و بردار هزینه نهایی تفاضلی ρ می باشد:

$$MCV = d + QX = c + \rho \quad (5)$$

$\Delta CV(X)$ بردار گرادیان مشتقات مرتبه اول $CV(X)$ برای $x = x_0$ می باشد. برای حل دستگاه بالا از قاعده تصریح اولیه استفاده شده است. در مرحله سوم روش PMP، تابع هزینه غیرخطی برآورده شده در مرحله پیش در تابع هدف مسئله مورد بررسی قرار داده شده و در یک مسئله برنامه ریزی غیرخطی همانند مسئله اولیه به استثناء محدودیت های کالیبراسیون ولی همراه با دیگر محدودیت های سیستمی مورد استفاده قرار می گیرند:

$$\text{Max } z = \sum_{j=1}^n (R_j - C_j)X_j - \sum_{j=1}^n ac_jx_j - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n bc_jx_j^2 - Cew$$

$$\text{Subject to: } [\lambda_i] \sum_{i,j=1}^n a_{ij}X_j \leq b_j \quad (6)$$

$$x_j \geq 0$$

این مدل مقادیر واقعی فعالیت ها و مقادیر دوگان محدودیت های فعالیت را بیان داشته و جهت استفاده برای تخمین تغییرات احتمالی مناسب است. مدل نهایی بدون محدودیت کالیبراسیون و همچنین غیرخطی است. البته به منظور تجزیه و تحلیل اثر سیاست ها بر الگوی کشت و مقادیر منابع و فعالیت ها و تعیین درست و دقیق قیمت اقتصادی آب سعی شده تا فرمول نهایی شامل بیشتر محدودیت ها و منابع در دسترس باشد. در اینجا بردار d و ماتریس Q پارامترهای کالیبره شده تابع هدف غیرخطی را نشان می دهند و Cew هزینه هر واحد تولیدی است. اکنون مدل غیرخطی کالیبره شده بالا به طور صحیح سطوح فعالیت های مشاهده شده در وضعیت کنونی و مقادیر دوگان محدودیت های منابع را بازتولید می کند و برای شبیه سازی تغییرات در پارامترهای مورد نظر آماده می باشد. مدل مرحله سوم در مقایسه با مدل مرحله اول بدون محدودیت های کالیبراسیون بوده و تابع هدف آن نیز غیرخطی می باشد. به منظور بررسی اثرگذاری سیاست های مورد نظر بر الگوی کشت و مصرف نهاده ها و برآورد ارزش اقتصادی آب سعی شده است تا الگوی مورد استفاده در برگزیده ی بیشتر محدودیت های موجود در دو گروه از بهره برداران در منطقه مورد بررسی باشد. بر همین پایه، محدودیت های الگو شامل محدودیت زمین، آب آبیاری، نیروی کار (نیروی کار روزمزد مرد و زن در ماه های تیر و مرداد)، سرمایه و ماشین آلات می باشد.

منطقه مورد مطالعه دشت های شهرستان بهار واقع در ۵ کیلومتری شهر همدان است، که به دشت بهار شناخته می شود، منطقه مورد بررسی در $48^{\circ} 08'$ تا $48^{\circ} 41'$ طول شرقی و $34^{\circ} 45'$ تا $35^{\circ} 09'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۶۷۹ متری سطح دریا قرار دارد. این شهرستان با مساحت ۱۳۳۴ کیلومترمربعی با ۳ بخش و ۷ دهستان از مهم ترین قطب های تولیدی منطقه است. جهت نمونه گیری در این مطالعه از میان بهره برداران دشت همدان، ۱۰۳

بهره‌بردار با استفاده از روش طبقه بندی تصادفی انتخاب گردید و پرسشنامه‌ها در اختیار ایشان قرار گرفت. با تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها پارامترهای مورد نیاز جهت دسته‌بندی از جمله سطح زیر کشت مورد پرسش قرار گرفته و با استفاده از آزمون t و تحلیل واریانس و داده‌های پیش‌آزمون، منطقه مورد بررسی (دشت بهار) به دو گروه با سطح کشت کمتر از ۶/۵ هکتار و بیشتر از ۶/۵ هکتار تقسیم گردید. که ۵۱ پرسشنامه به‌طور تصادفی از بهره‌برداران گروه ۱ (کمتر از ۶/۵ هکتار) و ۵۲ پرسشنامه به‌طور تصادفی از بهره‌برداران گروه ۲ (بیشتر از ۶/۵ هکتار) تکمیل شد.

نتایج و بحث

میانگین سطح زیر کشت در مزارع مورد مطالعه ۶/۵ هکتار است، در ابتدا مجموعه مورد بررسی را به دو سطح کمتر و بیشتر از ۶/۵ هکتار تقسیم می‌نماییم. بیشترین آب مصرفی در بین محصولات گروه ۱ مربوط به محصول یونجه و در گروه ۲ مربوط به چغندر قند است. سیب‌زمینی به‌عنوان محصول غالب منطقه در هر دو گروه بالاترین سطح زیر کشت را داراست، به همین دلیل بالاترین میزان آب مصرفی را نیز دارد. در میان محصولات برداشت خیار در منطقه بالاترین هزینه نیروی کار را داراست که به علت کوچکی مزارع و پزرحمت بودن این محصول قابل توجیه است. در ادامه سطح زیر کشت محصولات با بالاترین سطح در منطقه را در وضعیت موجود برای هر دو گروه را در جدول ۱ مشاهده می‌نمایید تفاوت محصولات کشت‌شده در گروه علاوه بر کشت در سطحی کمتر در گروه ۱ عدم کشت ۴ محصول نخود، پیاز، خیار و ذرت در گروه ۱ است در حالی که این محصولات در گروه ۲ در سطوح قابل توجهی کشت می‌شوند، سناریوهای مورد بررسی به‌عنوان سناریوهای غالب در دو بخش کاهش منابع آب در دسترس و افزایش قیمت واحدهای آب مورد نقد و بررسی قرار خواهد گرفت در این مطالعه از نرم‌افزارهای Excel و GAMS جهت تحلیل و بررسی استفاده شده است.

جدول ۱. الگوی کشت در گروه‌های بهره‌بردار در وضعیت فعلی

محصول	گندم	جو	سیر	لوبیا	سیب‌زمینی	آفتابگردان	گوجه‌فرنگی
گروه اول	۱/۱۴۱	۰/۶۴۳	۰/۲۱۵	۰/۲۵۱	۲/۷۵۰	۰/۲۱۲	۰/۰۸۹
گروه دوم	۵/۱۶۱	۲/۹۵۸	۰/۹۵۸	۰/۷۳۹	۹/۱۵۴	۰/۴۸۶	۰/۹۷۹
محصول	چغندر قند	یونجه	نخود	پیاز	خیار	ذرت	
گروه اول	۰/۴۳۵	۰/۴۳۹	-	-	-	-	
گروه دوم	۱/۶۰۳	۰/۷۱۴	۰/۴۳۰	۰/۵۸۷	۰/۸۶۳	۰/۸۴۷	

* واحد اعداد جدول هکتار است.

در ابتدا برای بررسی دقیق، الگوی کشت بهینه منطقه شناسایی می‌گردد این الگو بر اساس روش برنامه‌ریزی مثبت مورد استفاده قرار گرفته است. نکته قابل توجه در این مرحله شباهت الگوی کشت منطقه با الگوی کشت بهینه است که ناشی از دقت کشاورزان به مسئله حداکثر سود در حداقل هزینه است. این مورد به‌خصوص در زمین‌های با مساحت‌های کمتر از ۶/۵ کاملاً قابل مشاهده است، که بیانگر دید اقتصادی‌تر این گروه از کشاورزان در منطقه است که با شناخت کامل از وضعیت اقتصادی و توجیه کامل نسبت به هزینه‌ها اقدام به برنامه‌ریزی و آغاز فعالیت‌های خود در سطح کوچک می‌شوند.

در مرحله اول نیاز است تا الگوی بهینه کشت منطقه شناسایی شود، تا بتوان شرایط تغییر در هر یک از سناریوها را پیش‌بینی نمود. آنچه در این بهینه‌یابی به‌عنوان نکته قابل‌توجه به چشم می‌آید نزدیکی الگوی کشت منطقه و الگوی کشت بهینه است که نشان از شناخت شرایط کشاورزی در منطقه از سوی کشاورزان دارد، کشاورزان منطقه با توجه به منابع در دسترس خود سعی در انتخاب برترین الگوی کشت دارند که تا حدود بسیار بالایی موفق بوده‌اند. در این الگوها تنها محصول آفتابگردان است که در بهینه‌ترین شرایط کشت در گروه اول از کشاورزان قرار دارد.

جدول ۲. الگوی کشت بهینه در گروه‌های بهره‌بردار

محصول	گندم	جو	سیر	لوبیا	سیب‌زمینی	آفتابگردان	گوجه‌فرنگی
گروه اول	۱/۲۹۸	۰/۶۳۳	۰/۱۹۵	۰/۲۰۱	۲/۷۰۲	۰/۲۱۲	۰/۱۱۰
گروه دوم	۵/۱۶۹	۲/۹۳۸	۰/۹۵۷	۰/۷۴۰	۹/۱۶۸	۰/۴۸۰	۰/۹۷۷
محصول	چغندرقد	یونجه	نخود	پیاز	خیار	ذرت	
گروه اول	۰/۴۰۵	۰/۵۳۰	-	-	-	-	
گروه دوم	۱/۶۰۶	۰/۷۱۸	۰/۴۳۳	۰/۵۸۸	۰/۸۷۰	۰/۸۵۵	

* واحد اعداد جدول هکتار است.

در جدول ۲ به برآورد ارزش آب، تغییرات الگوی کشت و سود خالص در سه سناریوی کاهش در سطوح ۲۰، ۴۵، ۷۵ درصدی منبع آب پرداخته می‌شود. این ۳ سناریو به دلیل داشتن بیشترین تأثیر در الگوی کشت منطقه مورد توجه قرار گرفته است. لازم به ذکر است کاهش در منابع آب، به معنی کاهش کمی آب نیست، یکی از دلایل قابل‌ذکر در این زمینه را می‌توان در شرایط مدیریتی و سیاستی جستجو کرد، نیاز است تا همانند سهمیه‌بندی‌های توسط دولت در دشت‌های مجاور دریاچه ارومیه، در هر منطقه دیگر کشور که بحران آب شناسایی شود، می‌تواند اقدام به سیاست‌گذاری در جهت سهمیه‌بندی آب نماید. در جدول ۳ تأثیر هر یک از این سناریوها در الگوی کشت و در نتیجه قیمت آب و همچنین سود حاصل از فعالیت کشاورزی در منطقه را مشاهده می‌نمایید.

جدول ۳. بررسی سناریوهای مختلف کاهش منابع آب و تأثیر آن بر الگوی کشت در زمین‌های با مساحت

کمتر از ۶/۵ هکتار

محصول	الگوی PMP	سناریو ۱ ۲۰٪	سناریو ۲ ۴۵٪	سناریو ۳ ۷۰٪
گندم	۱/۲۹۸	۱/۲۹۱	۱/۰۰۵	۰/۸۶۳
جو	۰/۶۳۳	۰/۶۱۶	۰/۳۲۸	۰/۱۰۷
سیر	۰/۱۹۵	۰/۱۸۹	۰/۱۱۷	۰/۰۴۲
لوبیا	۰/۲۰۱	۰/۱۷۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
سیب‌زمینی	۲/۷۰۲	۲/۶۷۵	۱/۶۲۲	۰/۷۷۶
آفتابگردان	۰/۲۱۲	۰/۱۸۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
گوجه‌فرنگی	۰/۱۱۰	۰/۱۰۸	۰/۰۷۴	۰/۰۲۰
چغندرقد	۰/۴۰۵	۰/۳۷۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
یونجه	۰/۵۳۰	۰/۵۱۲	۰/۳۶۶	۰/۱۰۷
ارزش اقتصادی	۶۱/۵۵	۱۲۰/۵۰۸	۲۰۷/۱۲۶	۴۱۲/۴۶۹
سود خالص (میلیون ریال)	۵۸۵/۰۶۲	۵۳۵/۷۴۱	۴۸۳/۰۹۵	۳۸۹/۱۷۴

*واحد اعداد جدول هکتار است.

جدول ۴. بررسی سناریوهای مختلف کاهش منابع آب و تأثیر آن بر الگوی کشت در زمین‌های با مساحت بیشتر از ۶/۵ هکتار

محصول	الگوی PMP	سناریو ۱ ٪۲۰	سناریو ۲ ٪۴۵	سناریو ۳ ٪۷۰	محصول	الگوی PMP	سناریو ۱ ٪۲۰	سناریو ۲ ٪۴۵	سناریو ۳ ٪۷۰
گندم	۵/۱۶۹	۵/۰۵۷	۳/۲۴۰	۱/۰۸۵	یونجه	۰/۷۱۸	۰/۶۶۵	۰/۱۰۰۰	۰/۱۰۰۰
جو	۲/۹۳۸	۲/۶۷۹	۰/۵۰۹	۰/۱۰۰۰	نخود	۰/۴۳۳	۰/۳۹۷	۰/۱۰۰۰	۰/۱۰۰۰
سیر	۰/۹۵۷	۰/۹۲۳	۰/۵۲۵	۰/۳۴۸	پیاز	۰/۵۸۸	۰/۵۸۰	۰/۱۰۷۰	۰/۱۰۰۰
لوبیا	۰/۷۴۰	۰/۶۶۴	۰/۱۰۰۰	۰/۱۰۰۰	خیار	۰/۸۷۰	۰/۸۰۹	۰/۷۴۹	۰/۴۲۸
سیب‌زمینی	۹/۱۶۸	۹/۰۵۲	۷/۹۳۶	۴/۳۴۱	ذرت علوفه	۰/۸۵۵	۰/۷۹۱	۰/۵۷۲	۰/۲۰۱
آفتابگردان	۰/۴۸۰	۰/۴۴۹	۰/۱۰۰۰	۰/۱۰۰۰	ارزش اقتصادی	۲۹/۰۳	۳۰/۴۴۰	۱۹۰/۱۴۳	۳۵۵/۵۰۱
گوجه‌فرنگی	۰/۹۷۷	۰/۸۸۵	۰/۳۹۱	۰/۱۵۳	سود خالص	۲۴۵۸/۹۲۰	۲۳۵۵/۶۴۶	۲۱۸۲/۲۱۳	۱۹۲۰/۹۹۸
چغندر قند	۱/۶۰۶	۱/۵۲۸	۰/۴۰۴	۰/۱۰۰۰	(میلیون ریال)				

*واحد اعداد جدول هکتار است.

نتایج حاصل از جدول بیانگر این مطلب است که ارزش اقتصادی آب در زمین‌های با وسعت کمتر از ۶/۵ هکتار به علت نداشتن صرفه‌های حاصل از مقیاس دارای قیمت بالاتر منبع آب در زمین‌های با وسعت بالاتر است، که ناشی از هزینه‌های این منبع برای تولید در سطوح پایین است. در سناریو سوم که شرایط بسیار بدبینانه حداقل در کوتاه‌مدت است در گروه اول تنها محصولاتی باقی می‌مانند که علاوه بر نسبت هزینه مصرف آب پایین، جز محصولات اصلی و ضروری است که امنیت درآمدی بالاتری دارند. محصولات گندم، جو، سیر، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و یونجه در گروه ۱ و گندم، سیر، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و خیار و ذرت علوفه‌ای در گروه ۲ در الگو باقی می‌مانند. بر اساس نتایج حاصل از جداول ۲ و ۳ کشت در سطوح بالا به علت داشتن صرفه‌های حاصل از مقیاس مقرون‌به‌صرفه تر بوده و باید شرایط به‌گونه‌ای فراهم شود تا کشاورزان با این سطح از صرفه‌ها آشنا شوند. چراکه حتی با وجود کاهش سود خالص در صورت کاهش در سطح منابع آبی مورد استفاده این کاهش در گروه ۲ که شامل مزارع با مساحت‌های بالای ۶/۵ هکتار به نسبت کمتر از کاهش سود خالص حاصل از زمین‌های با مساحت پایین‌تر است. در منطقه مورد بررسی، هرچند برخی از محصولات دارای نیاز آبی بالایی هستند اما به دلیل بازدهی بسیار بالاتر دیگر محصولات ترجیح داده می‌شوند. با کاهش سطح کشت سایر محصولات و تخصیص آب موجود به کشت محصولاتی که دارای کمترین نوسان بوده سود کشاورزان را افزایش داد و با بهبود سوددهی و سرمایه‌گذاری سود موجود در جهت بهبود فناوری مزارع اقدام به افزایش بهره‌وری و کاهش در مصرف آب موجود نمود.

سناریو دوم - افزایش در قیمت آب

در این بخش، سناریوهای افزایش قیمت تمام شده‌ی آب برای بهره‌برداران را در دو گروه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ابتدا سناریوهای مختلف در جهت تعیین ۳ سناریوی اصلی مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت ۳ سناریوی افزایش قیمت ۴۰ و ۷۰ و ۱۰۰ درصد دارای تغییرات در الگوی کشت بوده و دارای تأثیر بر ساختار کشاورزی هستند مورد استناد قرار گرفتند. به دلیل آنکه در این مرحله به دنبال مقایسه هر دو گروه از کشاورزان هستیم این سه سناریو برای هر دو گروه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۵. بررسی سناریوهای مختلف افزایش قیمت آب و تأثیر آن بر الگوی کشت در زمین‌های با مساحت کمتر از ۶/۵ هکتار

محصول	الگوی PMP	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳	الگوی PMP	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳
گندم	۱/۲۹۸	۱/۴۵۳	۱/۲۸۵	۱/۱۶۸	گوجه‌فرنگی	۰/۱۱۰	۰/۱۰۲	۰/۰۸۸
جو	۰/۶۳۳	۰/۵۶۹	۰/۴۶۱	۰/۲۰۳	چغندر قند	۰/۴۰۵	۰/۴۱۹	۰/۳۹۵
سیر	۰/۱۹۵	۰/۱۴۰	۰/۰۹۶	۰/۰۰۰	یونجه	۰/۵۳۰	۰/۲۳۷	۰/۰۰۰
لوبیا	۰/۲۰۱	۰/۱۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	ارزش اقتصادی	-	-	-
سیب‌زمینی	۲/۷۰۲	۲/۵۱۶	۲/۳۸۱	۱/۹۶۱	سود خالص	۵۸۵/۰۶۲	۵۲۱/۱۸۵	۴۴۴/۶۲۷
آفتابگردان	۰/۲۱۲	۰/۰۶۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	(میلیون ریال)	۳۷۴/۴۳۸	۳۷۴/۴۳۸	۳۷۴/۴۳۸

*واحد اعداد جدول هکتار است.

بر اساس نتایجی که در جدول بالا آمده است، با افزایش ۴۰٪ در قیمت آب مورد استفاده توسط کشاورزان در سطح زیر کشت محصولات تغییراتی ایجاد می‌شود ولی هیچ محصولی از الگو حذف نمی‌شود، گندم و چغندر قند با افزایش سطح زیر کشت در سطح محدود و سایر محصولات با کاهش سطح زیر کشت مواجه خواهیم شد. در سناریوی ۲ با افزایش ۷۰٪ در قیمت آب رشد سطح زیر کشت چغندر قند نسبت به حالت پایه بسیار اندک ولی افزایش داشته و سایر محصولات با کاهش سطح زیر کشت روبرو شده‌اند و ۳ محصول لوبیا، آفتابگردان و یونجه نیز از الگوی کشت خارج شده‌اند. در سناریوی پایانی تمام محصولات با کاهش سطح زیر کشت روبرو شده و محصول سیر نیز از الگو خارج می‌شود. دلیل خروج این محصولات عدم توجیه هزینه نسبت به منفعت این محصولات ناشی از رشد هزینه تأمین آب است، هرچند ممکن است نیاز آبی محصولی مانند سیب‌زمینی به آب بسیار بالا باشد اما به دلیل بازده بالای محصول از سویی و منفعت بالای ناشی از کشت این محصول از سویی دیگر نه تنها از الگوی کشت خارج نمی‌شود بلکه میزان کاهش این محصول از بسیاری از محصولات کمتر است.

جدول ۶. بررسی سناریوهای مختلف افزایش قیمت آب و تأثیر آن بر الگوی کشت در زمین‌های با مساحت بیشتر از ۶/۵ هکتار

محصول	الگوی PMP	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳
گندم	۵/۱۶۹	۵/۰۱۳	۴/۵۴۸	۳/۰۶۸
جو	۲/۹۳۸	۲/۰۹۳	۱/۴۷۰	۰/۳۱۷
سیر	۰/۹۵۷	۰/۸۹۰	۰/۷۵۳	۰/۴۰۹
لوبیا	۰/۷۴۰	۰/۵۲۹	۰/۲۱۸	۰/۰۰۰
سیب‌زمینی	۹/۱۶۸	۸/۳۵۹	۷/۱۴۰	۶/۰۴۰
آفتابگردان	۰/۴۸۰	۰/۱۱۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
گوجه‌فرنگی	۰/۹۷۷	۰/۹۱۸	۰/۸۶۹	۰/۷۴۵
چغندر قند	۱/۶۰۶	۱/۵۵۷	۱/۳۹۲	۱/۱۷۲

یونجه	۰/۷۱۸	۰/۵۱۵	۰/۱۹۶	۰/۰۰۰
نخود	۰/۴۳۳	۰/۲۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
پياز	۰/۵۸۸	۰/۴۹۰	۰/۲۷۸	۰/۰۰۰
خيار	۰/۸۷۰	۰/۷۰۳	۰/۶۵۶	۰/۲۱۵
ذرت علوفه	۰/۸۵۵	۰/۷۰۱	۰/۵۳۰	۰/۲۷۹
ارزش اقتصادی	-	-	-	-
سود خالص (میلیون ریال)	۲۴۵۸/۹۲۰	۲۱۵۲/۴۳۰	۲۰۹۹/۰۲۶	۱۸۹۴/۱۷۷

*واحد اعداد جدول هکتار است.

با توجه با نتایج وارد در جدول ۵، تغییرات بعد از افزایش ۴۰٪ در قیمت آب مورد استفاده توسط کشاورزان شامل کاهش در سطح زیر کشت محصولات است، که برخلاف گروه اول در این گروه هیچ محصولی با افزایش سطح مواجه نمی شود که ناشی از عدم جبران منفعت به هزینه محصولات در سطوح بالاتر است. در سناریوی ۲ با افزایش ۷۰٪ در قیمت آب دو محصول نخود و آفتابگردان از الگو خارج می شوند و سایر محصولات به کاهش سطح زیر کشت خود ادامه می دهند. در سناریوی سوم نیز دو محصول یونجه و پیاز نیز از الگو خارج می شوند

نتیجه گیری و پیشنهادها

در سناریوی کاهش منابع کاهش سود خالص در گروه اول کشاورزان با شدت بیشتری صورت می گیرد. هر چند کشاورزان در زمره قشر ضعیف جامعه قرار دارند و اساساً کشاورزی برای آن ها حکم معیشت دارد، از اثرات ناگهانی کاهش منابع در دسترس آب آسیب شدیدی خواهد دید و نیاز است نسبت به شناخت شرایط در این گروه از جامعه، دقت بیشتری داشت و سیاست ها در جهت حمایت از این قشر آسیب پذیر اتخاذ گردد.

یکی از پیشنهادها در این موارد را می توان تشکیل تعاونی های روستایی بدون دخالت مستقیم سازمان های دولتی و تنها با نظارت آن ها دانست. این امر از طریق همگرایی در رفتار بهره برداران هر منطقه موجب بهبود توانمندی های اقتصادی آنها خواهد شد، چراکه با ترکیب این فعالیت ها می توان سطح ریسک تولید را کاهش داد و کشاورزان را در داشتن سطح درآمدی باثبات یاری نمود.

هرچند تحت سناریوهای کاهش منابع آبی، ارزش اقتصادی آب در گروه اول به نسبت گروه دوم به مراتب بیشتر است اما به دلیل نبود امکانات سرمایه ای کافی در مدیریت آب میزان اتلاف و هدر رفت آب در گروه اول بالاتر است، چراکه اولویت این گروه قبل از مسائل اقتصادی بیشتر مباحث معیشتی است.

در سناریوی تغییر قیمت آب نیز مانند سناریوی تغییر در منابع آبی می توان شدت کمتر کاهش سود خالص در گروه دوم را نسبت به گروه اول مشاهده نمود، در نتیجه باید قبل از اعمال هرگونه سیاستی، باید اثرات احتمالی آن را بر روی کشاورزان کم بضاعت تر در نظر داشت.

تأثیر افزایش قیمت آب نسبت به کاهش منابع آبی در هر دو گروه تنش بالاتری را ایجاد می کند ه این امر ناشی از واکنش های سریع به پدیده های دیداری است، از آنجاکه کشاورزان به سرعت تغییر قیمت را مشاهده می کنند، نسبت به کاهش منابع که منجر به افزایش قیمت آب نیز می شود واکنش های به مراتب سریع تری را از خود بروز می دهند. برای کاهش مصرف آب سیاست تبعیض قیمتی به دولت پیشنهاد می شود ولی در جهت کاهش اثرات سو بر کشاورزی منطقه علی الخصوص گروه اول کشاورزان منطقه نیاز به بررسی بیشتری می باشد.

سیاست‌های کاهش آب در دسترس، ضمن کاهش آب در دسترس، موجب اصلاح و بهبود الگوهای مدیریت آب خواهد شد و به بهبود وضعیت ذخایر آب در فصول پرباران خواهد شد تا در مواقع نیاز موزد بهره‌برداری قرار گیرد. به‌منظور جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب در بخش کشاورزی، نرخ آب‌بهای پرداختی برای کشاورزان با توجه به روند تغییرات ارزش اقتصادی آب تعیین شود. کم بودن نرخ آب‌بها در مقایسه با ارزش اقتصادی آب، سبب رایگان تلقی شدن نهاده آب و مصرف بی‌رویه آن در سطح مزارع خواهد شد.

منابع

- Arfini, F. and Paris, Q. (1995). 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 40th Seminar*, Ancona, Italy:17– 35
- Arfini, F., Donati, M. and Paris, Q. (2003). A National PMP Model for Policy Evaluation in 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.
- Bakhshi, A., Moghaddsi, R., & Daneshvar Kakhki, M. (2012). An Application of Positive Mathematical Programming Model to Analyze the Effects of Alternative Policies to Water Pricing in Mashhad Plain. *Agricultural Economics & Development*, 25(3). (in Persian)
- Bauer, S. (1988). Historical review, experience and perspectives in sector modelling. proceedings of 16th symposium of the European Association of agriculture Economists, April 14th -15th.3-22.
- Blanco, S., Ector, L., & Bécarea, E. (2004). Epiphytic diatoms as water quality indicators in Spanish shallow lakes. *Vie et Milieu*, 54(2-3), 71-80.
- Bustani, F., Mohammadi, H., Moeino-aldini, Z. (2014). Consequences to irrigation groundwater price and quotas policies in Fars province (positive mathematical programming approach corrected). , 7(20), 65-78. (in Persian)
- Buyse, J., Fernagut, B., Harmignie, O., Henry de Frahan, B., Lauwers, L., Polomé, P., Van Huylenbroeck, G., and Van Meensel, J., (2004). Modelling the impact of sugar reform on Belgian Agriculture, Selected paper presented at the International Conference on Policy Modelling, Paris.
- Cortignani, R. and Severini, S. 2009. Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. *Agricultural Water Management*, 96, 1785– 1791.
- De Cara, S., Houzé, M. and Jayet, P. A. 2005. Green House Gas Emissions from Agriculture in the EU: a Spatial Assessment of Sources and Abatement Costs. *Environmental and Resource Economics*, 32 (4): 51–5.
- Farré, I., & Faci, J. M. (2009). Deficit irrigation in maize for reducing agricultural water use in a Mediterranean environment. *Agricultural water management*, 96(3), 383-394.
- Gharaghani, F., Boostani, F., Soltani, G. (2009). Assessing the Impact of Reducing Irrigation Water and Increasing its Price on Cropping Pattern by Positive Mathematical Programming Model: A Case Study of Eghlid in Fars Province. *Agricultural Economics Research*, 1(1), 57-74. (in Persian)
- Hasanvand, M., Tahmasebi, J., Keramatzadeh, A. (2018). Survey of Farmer's Reaction to Agricultural Water Policies in Sub Sector of Farm in Khorramabad County Using Positive Mathematical Programming Approach (PMP). *Agricultural Economics and Development*, 24(93), 167-192. (in Persian)
- He, L., Tyner, W.E. Doukkali, R. and Siam, G. (2006). Policy options to improve water allocation efficiency: analysis on Egypt and Morocco. *Water International*, 31, 320– 337.
- Heckelei, T. and Britz, W. (2000). Positive mathematical programming with multiple data points: a cross-sectional estimation procedure. *Cahiers d'Econom. et Sociologie Rurales* 57, 28-50.

- Heckeley, T., and Wolff, H., (2003). Estimation of constrained optimisation models for agricultural supply analysis based on generalised Maximum Entropy, *European Review of Agricultural Economics*, **30(1)**: 27-50.
- Howitt, R.E. (1995a). Positive Mathematical Programming. *American Journal of Agricultural Economics*, **77**, 329-342
- Howitt, R.E. (1995b). A Calibration Method for Agricultural Economic Production Models. *Journal of Agricultural Economics*, **46(2)**, 147-159.
- Howitt, R.E. (2005). Agricultural and Environmental Policy Models: Calibration, Estimation, and Optimization. Dept. Of Agricultural and Resource Economics, University of California, Davis, USA.
- IWMI: International Water management Institute. (2006). Water for food, Water for life from the comprehensive Assessment of water management in agriculture; Stockholm World Water week.
- Keramatzadeh, A., Chizari, A., Sharzehi, G. (2011). The Role of Water Market in Determining the Economic Value of Irrigation Water through Positive Mathematical Programming (PMP). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, **42(1)**, 29-44. (in Persian)
- L- Morison, J.I. R Baker, N. M Mullineaux. J Davies, W. (2007). Improving water use in crop production. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*.v.363(1491)
- Mérel, P. Howitt, R. 2014. Theory and Application of Positive Mathematical Programming in Agriculture and the Environment. *Annual Review of Resource Economics*. **6**, 451-470.
- Moghaddasi, R., Bakhshi, A. (2018). Application of Positive Mathematical Programming for Water Allocation in Agriculture (Case Study: Agronomy Subsector in Sarakhs Plain). *Agricultural Economics and Development*, **23(92)**, 115-139. (in Persian)
- Paris, Q. 2001. Symmetric Positive Equilibrium Problem: A Framework for Rationalizing Economic Behavior with Limited Information. *American Journal of Agricultural Economics*, **83(4)**, 1049-1061
- 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.
- R.A. Young and R.H. Haveman. 1985. Economics of water resources: a survey. In A.V. Kneese and J.L. Sweeney, eds. *Handbook of natural resources and energy economics*, **2**, Amsterdam, Elsevier Science Publishers.
- Reddy, S. R., & Nayak, P. (2018). Crop production with limited irrigation: A review. *Agricultural Reviews*, **39(1)**.
- Robert B. Jackson, R, Vengosh A, J. Carey W, J. Davies R.J, H. Darrah T, O'Sullivan F, Pétron G. 2014. The Environmental Costs and Benefits of Fracking *Annual Review of Environment and Resources*. **39**, 327-362 .
- Senthilkumar, K., Lubbers, M. T. M. H., De Ridder, N., Bindraban, P. S., Thiyagarajan, T. M., & Giller, K. E. (2011). Policies to support economic and environmental goals at farm and regional scales: Outcomes for rice farmers in Southern India depend on their resource endowment. *Agricultural systems*, **104(1)**; pp. 82-93 .
- Stanislao Atzori, A. Canalis, C. Helena A. Francesconi, D. Pulina, G. 2015. A Preliminary Study on a New Approach to Estimate Water Resource Allocation: The Net Water Footprint Applied to Animal Products. Florence "Sustainability of Well-Being International Forum". 2015: Food for Sustainability and not just food, Florence SWIF2015. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, **8**, 50-57.
- Thirtle, C. Irz, X. Lin, L. McKenize_hill, V. Wiggins, S. 2001. Relationship between changes in agricultural productivity and the incidence of poverty in developing countries. DFID report No. 7946, 27/02/2001. London, DFID. (Available at: <http://www.odi.org.uk/events/documents/2334-background-paper-colin-thirtle-relationship-between-changes-agricultural-productivity-incidence-poverty.pdf>)
- Varela-Ortega, C. Sumpsi J. 1998, Water Pricing Policies, Public Making and Farmers, Reponse: Implications for Water Policy, *Agricultural Economics*. **19**.



Water and Wastewater Special Edition, 2005, "Water and Sewage Company Performance Report 72 urban and rural," Water and Wastewater, 03/04/1384 (05/25/2005). Appendix Hamshahri newspaper. In Persian.

Zarei, G., Jafari, A. (2015). The Role of Import and Export of Major Crop Productions in Virtual Water Trade and Water Footprint in Agricultural sector of Iran. Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 9(5), 784-797. (in Persian).

