

اثرات قیمت گذاری و سهمیه بندی آب کشاورزی بر پایداری آن در استان کهگیلویه بویراحمد ارسالان بی نیاز^۱*

چکیده

آب به عنوان یک نهاده ضروری برای حیات مطرح می‌باشد و در فعالیت کشاورزی به ویژه در مناطق خشک اهمیت فراوانی دارد. بنابراین، استفاده پایدار از منابع آبی محدود در کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار است. به همین منظور پژوهشی با هدف بررسی روش‌های قیمت-گذاری و سهمیه بندی آب در زیربخش‌های زراعت و باغبانی استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) مورد مطالعه قرار گرفت. در این پژوهش الگوی کشت موجود در منطقه و سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه بندی آب در قالب ۷ سناریو (بدون سهمیه بندی- بدون قیمت گذاری، بدون سهمیه بندی ۱۰ درصد افزایش قیمت، بدون سهمیه بندی ۲۰ درصد افزایش قیمت، بدون سهمیه بندی ۳۰ درصد افزایش قیمت، ۱۰ درصد کاهش سهمیه بدون قیمت گذاری، ۲۰ درصد کاهش سهمیه بدون قیمت گذاری، ۳۰ درصد کاهش سهمیه بدون قیمت گذاری) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در بخش زراعت نشان داد که تمام سناریوهای مربوط به افزایش قیمت و یا کاهش سهمیه آب، سطح زیر کشت و مصرف آب محصولات آب‌بر کاهش و سطح زیر کشت محصولات دیم افزایش می‌یابد. به علاوه نتایج گویای کاهش بازده ناخالص فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد که خود منجر به کاهش سطح فعالیت‌های کشاورزی در منطقه خواهد شد و این موضوع تبعات اجتماعی و اقتصادی بر شرایط کشاورزی منطقه دارد. با تشدید محدودیت‌های آبی (افزایش قیمت و کاهش سهمیه) مقدار آب مصرفی برای باغات استان نیز کاهش می‌یابد. به طور کلی به نظر می‌رسد که افزایش قیمت آب، کاهش سهمیه آب واحدها و نیز ترکیب این دو سناریو می‌تواند سبب کاهش اتلاف آب در فعالیت‌های کشاورزی شود.

واژه‌های کلیدی: قیمت گذاری آب، سهمیه بندی، مدیریت منابع آب، کشاورزی، کهگیلویه و بویراحمد.

مقدمه

آب به عنوان مایه حیات و منشأ زندگی بشر، آثار قابل توجهی بر کیفیت زندگی دارد. کمبود آن به عنوان یکی از مهمترین عوامل مختل کننده توسعه کشورها مطرح می‌باشد و می‌تواند در بخش کشاورزی چالش بزرگی را ایجاد نماید (چاپلین، ۲۰۰۱). بیشترین مصرف آب در بخش کشاورزی و آبیاری مزارع است که بیش از ۷۰ درصد و در برخی مناطق تا ۹۰ درصد از کل آب شیرین جهان را در بر می‌گیرد (پیمنتال و همکاران، ۲۰۰۴؛ روزگرنات و همکاران، ۲۰۰۹). همانند هر کالای دیگری، قیمت‌گذاری مناسب آب نقش مؤثر و تعیین کننده‌ای در مدیریت بهتر و در نهایت افزایش بهره‌وری آب دارد (جوهانسون، ۲۰۰۲). این امر سبب می‌شود تا مصرف کنندگان آن را به عنوان یک نهاده کم ارزش و رایگان تلقی نکنند و برای حفاظت و صرفه‌جویی آن تلاش کنند. از این رو ممکن است تعیین سناریوهای مختلف جهت تحلیل بهای آب در یک چارچوب اقتصادی از پیش تعیین شده مورد توجه قرار گیرد. از جمله روش‌های مدیریت تقاضای آب می‌توان به قیمت‌گذاری آب، مکانیسم بازار، آموزش و یارانه‌دهی و سهمیه‌بندی اشاره کرد (ساونجی و واندرزنگ، ۲۰۰۲).

کشور ایران با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلیمتر در سال با مسأله کم آبی و توزیع غیر یکنواخت در زمینه منابع آبی روبرو است و براساس پیش‌بینی‌های سازمان ملل، تا سال ۲۰۲۵ ایران به جمع کشورهای شدیداً کم آب اضافه می‌شود. در حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد آب قابل تجدید و مورد استفاده کشور به مصرف کشاورزی می‌رسد، در حالی که بازده آبیاری در اکثر زراعت‌ها بیش از ۳۰ درصد نمی‌باشد. در بعضی نقاط استفاده بی‌رویه و بیش از حد از آب‌های زیرزمینی خطر تخلیه آب‌های زیرزمینی را به وجود آورده است. این امر منجر به بحرانی شدن شرایط استفاده از آب در بخش کشاورزی شده است (باقری و همکاران، ۱۳۹۲). اگرچه استان کهگیلویه و بویراحمد به عنوان یکی از استان‌های پربارش کشور مطرح می‌باشد با این وجود علاوه بر کاهش سطوح بارش در سالیان اخیر، استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی می‌تواند برای این قبیل استان‌ها نیز مشکلات مختلفی را در پی داشته باشد. طی سالیان گذشته مطالعات زیادی در زمینه مدیریت منابع آب و ارزش‌گذاری آب انجام شده و هر کدام تلاش کرده‌اند تا روش مناسبی را برای مدیریت صحیح استفاده از منابع آب بدست آورند.

در یک پژوهش با هدف بررسی تأثیر قیمت‌گذاری آب آبیاری بر حفظ و بهره‌برداری منابع آب زیرزمینی و شرایط اقتصادی بخش کشاورزی در دشت همدان- بهار با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی پویا توسط بلالی و همکاران

(۱۳۸۹) نتایج پژوهش آنها نشان داد که با افزایش قیمت آب آبیاری در قالب سیاست‌های کشاورزی علی‌رغم کاهش نسبی منافع اقتصادی در بخش کشاورزی بیلان منفی آب آبخوان تعدیل یافته است. همچنین نتایج آنها نشان داد که با افزایش قیمت آب تمایل کشاورزان به کاشت محصولات آبی کمتر می‌شود.

حسنوند و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی تأثیر نوسانات قیمت و مقدار آب در استان مازندران با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی مثبت بیان کردند که تنها با افزایش قابل توجه قیمت آب می‌توان واکنش‌هایی از سوی بهره‌برداران بخش کشاورزی را مشاهده کرد. آنها بیان کردند که با افزایش شدید قیمت آب، کشاورزان بیشتر به کشت محصولاتی می‌پردازند که نیاز آبی کمتری و ارزش تولیدی بالاتر دارند. همچنین آنها بیان کردند که افزایش قیمت آب سبب تغییر الگوی کشت از محصولات آبی به محصولات دیم نیز می‌شود با این حال صرفه‌جویی زیادی در مصرف آب صورت نمی‌گیرد.

تأثیرات نوسان قیمت و مقدار آب را در شهرستان نکا بررسی کرد. تحلیل اثرات مختلف کاربرد سیاست‌های قیمت‌گذاری آب و همچنین سیاست‌های جایگزین آن در دشت مشهد با استفاده از تکنیک PMP توسط بخشی و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد. سناریوهای شبیه‌سازی شده در پژوهش آنها شامل افزایش قیمت آب، مالیات بر محصول و مالیات بر نهاده‌ها بود. آنها بیان کردند که سیاست قیمت‌گذاری آب و مالیات بر محصول در مقایسه با سیاست مالیات بر نهاده مکمل مؤثرتر می‌باشند. همچنین آنها بیان کردند که سیاست مالیات بر نهاده می‌تواند به عنوان جایگزین قیمت‌گذاری استفاده شود.

در یک پژوهش با عنوان شبیه‌سازی واکنش کشاورزان به سیاست قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری در شهرستان زابل توسط پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹۳) نتایج نشان داد که اعمال سیاست قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری در شهرستان زابل منجر به کاهش مجموع سطح زیرکشت محصولات زراعی و کاهش آب مصرفی می‌شود. همچنین به سبب صرفه‌جویی و حفظ ذخایر آبی، آنها سهمیه‌بندی آب آبیاری را به عنوان یک راهکار مناسب برای پایداری منابع آب شهرستان پیشنهاد دادند.

بررسی اثرات قیمت‌گذاری اقتصادی آب آبیاری بر الگوی کشت در دشت دهگلان با استفاده از مدل PMP و در قالب ۱۰ سناریو توسط وزیری و همکاران (۱۳۹۵) مورد پژوهش قرار گرفت. نتایج آنها نشان داد که با اعمال سیاست قیمت آب و افزایش قیمت آن تا مرز ارزش اقتصادی، منجر به کاهش مصرف آب و سطح زیرکشت تمامی محصولات

به ویژه کاهش سطح زیرکشت محصولاتی می‌شود که بازده ناخالص آنها بیشترین کاهش را در قبال این سیاست داشته‌اند.

باقری و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی با هدف بررسی تأثیر سیاست قیمت‌گذاری آب بر متغیرهای اقتصادی و هیدرولوژیکی آبخوان دشت مهیار شمالی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت بیان کردند که قیمت‌گذاری آب بر تغییر الگوی کشت در جهت محدودتر شدن درصد کشت محصولات با آبیاری غرقابی و نیز افزایش کشت دیم منجر می‌شود. با این حال، آنها بیان کردند که به دلیل تأثیر منفی افزایش قیمت آب بر منافع اقتصادی در بخش کشاورزی منطقه سیاست قیمت‌گذاری آب باید به نحوی اعمال شود که علاوه بر بهبود پایداری کشاورزی و حفظ منابع حیاتی آب، منافع اقتصادی و اجتماعی بخش نیز دچار نوسان زیادی نگردد.

بررسی تأثیر قیمت‌گذاری آب بر پایداری منابع در شهرستان قروه با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت توسط اسعدی و همکاران (۲۰۱۹) انجام شد. نتایج آنها نشان داد که استفاده از سیاست قیمت‌گذاری منجر به تغییر کاربری اراضی و الگوی کشت می‌شود. افزایش محدودیت منابع آب می‌تواند منجر به بازده اقتصادی آب شود که نشان دهنده افزایش ارزش منابع آب می‌باشد، علاوه بر این به تولید کنندگان بخش کشاورزی برای اختصاص آب به محصولات با ارزش اقتصادی بالاتر در شرایط کمبود آب هشدار می‌دهد. علاوه بر این، یافته‌های آنها نشان داد که در شرایطی که قیمت آب آبیاری پایین است به دلیل کشش پایین تقاضای آب در بخش کشاورزی، تدوین ابزارهای اقتصادی از قبیل افزایش قیمت آب به تنهایی برای دستیابی به مدیریت پایدار منابع آب مناسب نیست.

آیدام^۱ (۲۰۱۵) با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی، به عنوان یک ابزار چند تحلیل برای بخش کشاورزی، جهت بررسی تأثیر سیاست قیمت‌گذاری آب بر تقاضای آب که بر الگوی محصول و تغییر درآمد مؤثر است، استفاده کردند. نتایج نشان داد که سیاست قیمت‌گذاری آب بر تقاضای آب در غنا اثر منفی می‌گذارد، با این حال این تأثیر تنها در صورتی اتفاق می‌افتد که قیمت آب به صورت معنی‌داری افزایش یابد. نتایج او نشان داد که سیاست قیمت‌گذاری آب بر تقاضای آب، بر الگوی محصول و تغییر درآمد مؤثر است.

^۱ Aidam

گالگو و آیالا^۱ (۲۰۱۲)، به منظور تعیین قیمت آب آبیاری در کشور اسپانیا از رهیافت PMP و تحلیل سلسله مراتبی استفاده کرد. در این مطالعه مدل سازی الگوی کشاورزی منطقه با استفاده از مدل اولیه PMP تأثیر سیاست های گوناگون قیمت گذاری آب را بر الگوی کشت و مصرف نهاده ها مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج مدل PMP با توجه به سه معیار اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی قیمتی که هر سه معیار یاد شده را در حد بالایی پوشش دهد، با استفاده از رهیافت سلسله مراتبی تعیین کرد. در پایان پژوهشگر قیمت بدست آمده در هر روش قیمت-گذاری آب را به عنوان قیمت بهینه در آن روش معرفی کرد.

در پژوهشی با عنوان چالش قیمت‌گذاری آب آبیاری توسط آلبیاک^۲ و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند که قیمت‌گذاری آب منجر به بازیابی هزینه‌ها شود و در طولانی مدت مفید می‌باشد. با این وجود در کوتاه مدت برای تخصیص آب آبیاری مفید نمی‌باشد. آنها بیان کردند که سایر سیاست‌های فروش آب و همکاری نهادی برای تخصیص مجدد آب کاربردی تر می‌باشد. آنها بیان کردند که اجرای سیاست‌های مناسب بر آب می‌تواند منجر به بهبود مصرف و حفظ ذخایر آب شود.

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع و از آنجایی که اولویت اقتصادی و معیشتی استان کهگیلویه و بویراحمد مربوط به بخش کشاورزی می‌باشد هدف مطالعه حاضر بررسی سیاست شبیه‌سازی قیمت‌گذاری آب و سهمیه‌بندی آن بر رفتار کشاورزان با استفاده از روش PMP در اراضی این استان شد. بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی بر تغییر الگوی کشت و استفاده از نهاده‌ها در استان کهگیلویه و بویراحمد پس از اعمال سیاست‌های افزایش قیمت و کاهش میزان دسترسی کشاورزان به آب است. به این منظور مقدار تغییر در تولید و سود ناخالص محصولات زراعی و باغی در اثر سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب بررسی شده است. برای نیل به این هدف پرسش‌های زیر در پژوهش حاضر در نظر گرفته شده است:

۱- آیا اصلاح قیمت آب سبب پایداری و استفاده کارآمد از منابع آب در بخش کشاورزی کهگیلویه و بویر احمد می‌شود؟

۲- آیا اصلاح قیمت آب بر مقدار تولید محصولات زراعی و باغی مؤثر است؟

۳- آیا اصلاح قیمت آب بر مقدار مصرف نهاده های مصرف شده در زراعت و باغبانی اثر گذار است؟

^۱ Gallego-Ayala
^۲ Albiac

روش تحقیق

جهت تحلیل سیاست‌های کشاورزی، طیفی گسترده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) قابل استفاده می‌باشد. در پژوهش حاضر جهت تحلیل شبیه‌سازی سیاست‌های اعمالی در مصرف آب کشاورزی از روش PMP استفاده شده است. مزیت این روش نسبت به سایر الگوهای مشابه این است که در این روش برخی ضرایب تعدیل یافته‌اند تا به دقت بتوانند حالت پایه مفروض را بازسازی و شبیه‌سازی کنند. برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) یک روش تحلیل تجربی است که از تمام اطلاعات موجود، فارغ از اینکه به چه میزان کمیاب هستند استفاده می‌کند. این روش در وضعیتی که داده‌های سری زمانی اندکی در دسترس است به ویژه در تحلیل‌های منطقه‌ای و بخشی کشورهای در حال توسعه و تحلیل اقتصادی محیط زیستی مفید می‌باشد (دیفران و همکاران^۱، ۲۰۰۷؛ رهام ودابرت^۲، ۲۰۰۳).

در روش PMP فرض بر این است که ترکیب فعالیت مشاهده شده در مزرعه انعکاس دهنده انتخاب بهینه مورد نظر کشاورز می‌باشد. در این روش سعی شده است تا با استفاده از یک روش تابع هدف غیرخطی سطوح مشاهده شده فعالیت‌ها بازتولید شود. این روش در سه مرحله و به شرح زیر انجام می‌شود. در مرحله اول با اضافه کردن محدودیت‌های کالیبراسیون به مجموعه محدودیت منابع برآورد الگوی بهینه کشت ساده با استفاده از برنامه‌ریزی خطی صورت می‌گیرد.

$$\text{Max: } Z = P'X - C'X$$

s. t :

$$AX \leq b \quad [\lambda] \quad (1)$$

$$X \leq X_0 + \varepsilon \quad [\rho]$$

$$X \geq 0$$

در این معادله Z به عنوان ارزش تابع هدف، P: بردار (n×1) قیمت‌های محصول، X: بردار (n×1) سطوح فعالیت‌های تولیدی، C: بردار (n×1) هزینه هر واحد از فعالیت، A: ماتریس (m×n) مربوط به ضرایب فنی، b: بردار (m×1) مقادیر منابع در دسترس و λ به عنوان بردار (m×1) متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های منابع می‌باشد.

^۱ Henry et al.

^۲ Rohm and Dabert

با فرض وجود یک مجموعه داده‌های مناسب از مزرعه یا میانگین‌های بخشی (منطقه‌ای)، به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که جواب مسأله (۱) مقادیر مشاهده شده از نهاده‌های تخصیص یافته به فعالیت‌های تولید و همچنین سطوح فعالیت‌های مذکور در سال پایه را بدست نخواهد داد. در حقیقت در بیشتر مسائل از این نوع، تخصیصی بیش از آنچه که در واقعیت وجود دارد در جواب‌ها رخ می‌دهد. از این رو قبولاندن جواب‌های الگوهای مذکور (که اساساً با مقادیر محصول مشاهده شده متفاوت هستند) به تصمیم‌گیرندگان سیاسی مشکل خواهد بود. بنابراین، سازندگان الگوهای کاربردی تلاش معنی‌داری را برای کالیبراسیون الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی خطی به منظور باز تولید بهتر مقادیر سال پایه مشاهده شده (با متوسط آنها برای چند سال) به‌کار گرفته‌اند. در روش‌های گذشته، کالیبراسیون در درون چارچوب LP عمدتاً با معرفی محدودیت‌های تناوبی اضافی یا به‌طور ساده با اضافه کردن حدود بالا و پایین فعالیت‌های تولیدی معین انجام شده است (یامادا^۱ و همکاران، ۲۰۱۵). با معرفی یک تابع هدف غیرخطی برحسب متغیرها به منظور الگو کردن صریح رفتار تولیدکنندگان جواب‌های داخلی برای فعالیت‌های تولیدی معین - مستقل از محدودیت‌ها بدست می‌آید و در نتیجه مقداری رهایی از مشکل تخصیص بیش از حد فراهم می‌کند. با وجود این، تجارب بدست آمده نشان می‌دهد که مشکل به‌طور کلی برطرف نمی‌شود (میستر و همکاران^۲، ۱۹۷۸). به علاوه حتی اگر در جواب بهینه همه فعالیت‌های تولیدی مشاهده شده غیر صفر باشند، انحرافات در سطوح بهینه از سطوح مشاهده شده هنوز رخ خواهد داد و کاربرد تکنیک‌های کالیبراسیون برای الگوهایی که واکنش زارعین را شبیه‌سازی می‌کنند، مورد نیاز می‌باشد. در گام نخست با اضافه کردن محدودیت‌های کالیبراسیون (که سطح فعالیت‌ها را به سطوح مشاهده شده دوره پایه مقید می‌کند) به مجموعه محدودیت‌های منابع یک الگوی برنامه‌ریزی خطی معمول، مقادیر دوگان مربوط به منابع و محدودیت‌های مذکور (ρ) که بیانگر قیمت سایه‌ای محصولات تولید شده می‌باشد، محاسبه می‌شود.

در گام دوم اطلاعات دوگان بدست آمده در مرحله قبل برای کالیبره کردن یک تابع هدف غیرخطی استفاده می‌شود به‌گونه‌ای که سطوح فعالیت مشاهده شده در سال پایه توسط الگوی غیرخطی مذکور و بدون استفاده از محدودیت‌های کالیبراسیون باز تولید می‌شود. (رابطه ۲)

$$c^v(X) = d'X + \frac{X'QX}{\gamma}$$

^۱ Yamada

^۲ Meister et al.

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 (هاویت). (رابطه ۳)

$$MC^v = VC^v(x)'_{x.} = d + Qx. = c + p$$

$VC^v(x)$ بردار گرادیان $(1 \times n)$ از مشتقات مرتبه نخست $C^v(x)$ برای $x = x$ می باشد. در گام سوم تابع هزینه غیرخطی برآورد شده در تابع هدف مسأله مورد استفاده قرار گرفته است. در گام سوم تابع هدف غیرخطی یاد شده در یک مسئله برنامه ریزی غیرخطی شبیه مسئله اولیه به استثنای محدودیت‌های کالیبراسیون، ولی همراه با سایر محدودیت‌های سیستمی بکار می‌رود.

در گام سوم تابع هدف غیرخطی را با استفاده از تابع هزینه غیرخطی مرحله دوم بدست آورده و در نهایت سیاست‌های مختلف اعمال می‌شوند. از جمله محدودیت‌های مدل می‌توان به سطح زیرکشت، محدودیت آب، محدودیت نیروی کار فصلی، محدودیت سرمایه‌گذاری، محدودیت کود، محدودیت ماشین آلات اشاره نمود.

(۳)

$$\text{Max}Z = p'x - d'x - \frac{1}{2} x' Qx$$

$$\text{St: } Ax < b \dots [\lambda]$$

$$x \geq 0$$

بردار d' و ماتریس Q پارامترهای کالیبره شده تابع هدف غیرخطی می‌باشند. اکنون مدل غیرخطی کالیبره شده بالا بدرستی سطوح فعالیت‌های مشاهده شده در وضعیت پایه و مقادیر دوگان محدودیت‌های منابع را باز تولید می‌کند و جهت شبیه‌سازی تغییرات در پارامترهای مورد نظر آماده است (هاویت، ۱۹۹۵). الگوی غیرخطی کالیبره شده سطوح فعالیت‌های مشاهده شده و مقادیر دوگان محدودیت‌های منابع را بازتولید می‌نماید. و نیز برای بررسی واکنش کشاورزان به اجرای سناریوهای مختلف آماده می‌باشد.

جامعه آماری در پژوهش حاضر کشاورزان ۵ روستا در استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد که به فعالیت کشاورزی مشغول می‌باشند که از آب چاه (زیرزمینی) به عنوان آب آبیاری استفاده می‌کنند. در نهایت با استفاده از ۸۰

پرسشنامه در بخش زراعی و ۴۰ پرسشنامه در بخش باغی در سال زراعی ۱۳۹۸ اطلاعات مورد نظر به دست آمدند. همچنین در این مطالعه ۷ سناریو مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- سناریوهای مختلف تعریف شده برای قیمت گذاری و سهمیه بندی آب کشاورزی

سناریو	قیمتگذاری	سهمیه بندی
S۱	بدون قیمتگذاری	بدون سهمیه بندی
S۲	۱۰ درصد افزایش قیمت	بدون سهمیه بندی
S۹	۲۰ درصد افزایش قیمت	بدون سهمیه بندی
S۱۰	۳۰ درصد افزایش قیمت	بدون سهمیه بندی
S۱۱	بدون قیمتگذاری	۱۰ درصد کاهش
S۱۲	بدون قیمتگذاری	۲۰ درصد کاهش
S۱۳	بدون قیمتگذاری	۳۰ درصد کاهش

با استفاده از روش PMP الگوی کشت منطقه (رفتار کشاورزان) شبیه سازی می‌شود. در مرحله بعد با اعمال سناریوهای مختلف قیمت‌گذاری شاخص‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیستی محیط حاصل از تغییر الگوی کشت محاسبه می‌گردد. در محاسبه نیاز آبی محصولات از طریق نرم افزار NetWat استفاده شده است. همچنین اطلاعات به دست آمده وارد نرم افزار اکسل و با استفاده از نرم افزار GAMS تجزیه و تحلیل اطلاعات انجام شده است.

نتایج و بحث

به منظور تحلیل سیاست‌های موثر بر بهره‌وری و پایداری آب کشاورزی، افزایش قیمت و سهمیه‌بندی آب در قالب چند سناریو در زیربخش‌های زراعت و باغبانی مورد بررسی قرار گرفت.

وضعیت زراعت

در جدول ۲، سطح زیر کشت سال ۱۳۹۸ به عنوان سال پایه (الگوی فعلی) و نتایج مدل PMP مقایسه شده است. همچنین مقایسه سطح زیر کشت مدل پایه (سال مبنا: ۱۳۹۸) از نظر وضعیت باغبانی و نتایج حاصل از PMP در جدول ۲ آورده شده است. اطلاعات و نتایج نشان می‌دهد که مدل PMP توانسته است الگوی سال پایه را بازتولید کند و بر داده‌های سال مبنا تطبیق یابد. به این معنی که مدل مطرح شده می‌تواند اطلاعات درست و برآزش مناسبی از وضعیت موجود به ما بدهد که نشان دهنده اعتبار مدل می‌باشد. بنابراین، این مدل برای شبیه‌سازی سیاست‌های اعمال شده مناسب می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه سطح زیر کشت سال پایه و نتایج مدل PMP، بر حسب هکتار

نام محصول	سطح زیر کشت در سال پایه	نتایج تحلیل PMP
گندم دیم	۷۸۴۵۰	۷۸۴۵۴
گندم آبی	۲۸۵۳۰	۲۸۴۹۷
جو دیم	۳۰۸۰۰	۳۰۸۰۵
جو آبی	۳۲۱۴	۳۲۱۵
ذرت دانه ای	۱۹۲۱	۱۹۱۹
ذرت علوفه ای	۲۸۹/۷	۲۹۱/۲
هندوانه	۹۸۴	۹۸۴
سیب زمینی	۵۵	۵۵
پیاز	۳۸	۳۸/۶
یونجه	۸۴۳	۸۴۷
شیدر	۲۱۴	۲۱۴
شلتوک	۵۷۰۰	۵۷۰۳
دانه های روغنی	۳۷۳	۳۷۲
سیب	۷۰۹۰	۷۰۸۹
مرکبات	۹۱۶۳	۹۱۶۴
انگور آبی	۱۱۵۱	۱۱۵۰
انگور دیم	۴۱۱۲	۴۱۱۰
انار	۷۸۱	۷۸۰

منبع: یافته های پژوهش

سناریوهای سهمیه بندی آب در زراعت

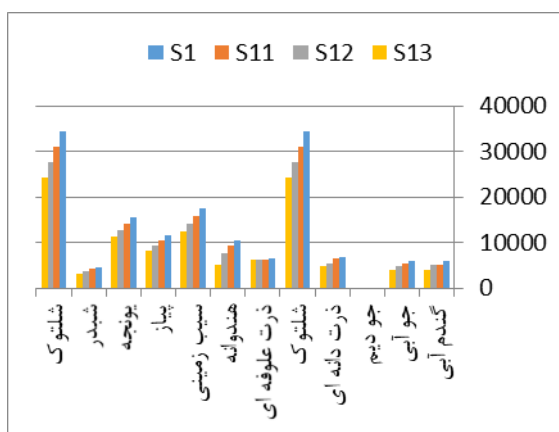
تغییرات سطح زیرکشت و بازده برنامه‌های در اثر اعمال سیاست سهمیه‌بندی با استفاده از مدل PMP در شکل ۱ ارائه شده است. با توجه به اطلاعات مندرج در شکل ۱ سطح زیر کشت محصولات با افزایش درصد سهمیه‌بندی (کاهش سهمیه آب) کاهش می‌یابد. به نحوی که سطح زیر کشت گندم آبی از ۲۸۵۳۰ هکتار در الگوی پایه به ۲۳۰۰۴ هکتار در سناریو سهمیه‌بندی ۳۰ درصد می‌رسد که معادل ۲۰ درصد کاهش می‌باشد. ولی سطح زیر کشت گندم دیم با کاهش سهمیه آب، به میزان ۱ درصد افزایش می‌یابد. دلیل این افزایش را می‌توان انتقال سایر نهاده‌های غیر از آب (نظیر سرمایه و نیروی کار) به فعالیت کشت دیم در نظر گرفت. میزان سطح زیر کشت جو آبی در سطوح کاهش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی سهمیه، به ترتیب ۱، ۵ و ۱۳ درصد کاهش یافت. سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در الگوی پایه ۱۹۲۱ هکتار بوده است که در سناریوهای اعمال شده ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد سهمیه‌بندی به ترتیب به ۱۸۰۳ (۶/۲ درصد)، ۱۷۸۷ (۷ درصد) و ۱۴۹۰ (۲۲/۴ درصد) کاهش یافت.

همچنین اطلاعات مربوط به تغییرات سطح زیرکشت هندوانه در جدول آورده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده سطح زیرکشت هندوانه در الگوی پایه ۹۸۴ هکتار بوده است که در سناریوهای مختلف اعمال شده به ۸۷۰، ۷۱۳ و ۶۰۸ هکتار رسیده است. در الگوی کشت فعلی سطح زیرکشت هندوانه برابر ۸۹۴ هکتار بوده است با این وجود اعمال سیاست ۱۰ درصدی سهمیه‌بندی منجر به کاهش سطح زیرکشت به ۸۷۰ هکتار شد. همچنین اعمال سیاست سهمیه‌بندی ۲۰ و ۳۰ درصدی منجر به کاهش سطح زیرکشت هندوانه به ۷۱۳ و ۶۰۸ هکتار شد که معادل ۲۰/۳ و ۳۲ درصد کاهش در سطح زیرکشت هندوانه در استان می‌باشد.

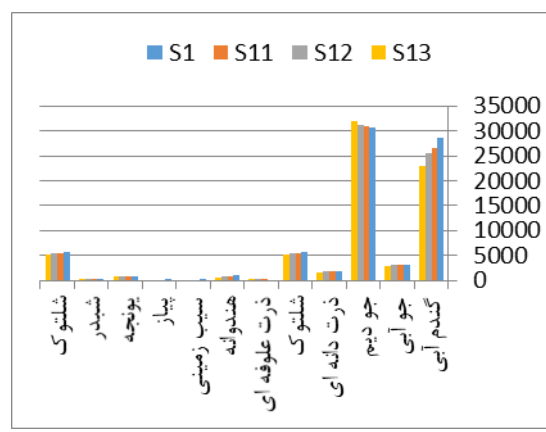
سطح زیرکشت سیب زمینی در الگوی کشت فعلی استان ۵۵ هکتار از اراضی را شامل می‌شود. با این وجود با اعمال سیاست کاهش سهمیه آب آبیاری به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد الگوی فعلی، سطح زیر کشت به ترتیب به ۵۲/۴، ۴۹/۷ و ۴۱/۶ رسید. همچنین سطح زیر کشت یونجه و شبدر با اعمال سناریوهای سهمیه‌بندی (کاهش سهمیه آب به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) نسبت به الگوی کشت فعلی کاهش یافت. در الگوی کشت فعلی سطح زیر کشت یونجه معادل ۸۴۳ هکتار برآورد شده است که این میزان با کاهش سهمیه آب به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به ترتیب به ۸۰۱، ۷۵۳ و ۷۱۲ هکتار رسید. سطح زیرکشت شبدر در الگوی کشت فعلی ۲۱۴ هکتار می‌باشد که با در سناریوهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد کاهش سهمیه به ترتیب به ۲۰۵، ۱۹۱ و ۱۸۲ هکتار کاهش یافته است.

همچنین نتایج مربوط به آب مصرفی محصولات زراعی در سناریوهای مختلف آزمایشی در شکل ۱ (ب) نشان داده شده است. مقدار آب مصرفی در مزارع تحت گندم آبی از ۵۸۶۰ مترمکعب در هکتار در الگوی کشت فعلی به ۴۱۰۰ مترمکعب در هکتار در سناریو S13 (۳۰ درصد کاهش سهمیه آب) کاهش یافت. با کاهش ۱۰ و ۲۰ درصدی سهمیه آب در اراضی تحت گندم آبی، میزان آب مصرف شده در هر هکتار از ۵۸۶۰ مترمکعب در هکتار به ترتیب به ۵۲۲۰ و ۵۰۱۰ مترمکعب در هر هکتار کاهش یافت. همچنین برای میزان مصرف آب در الگوی مصرف فعلی جو معادل ۵۹۱۲ مترمکعب در هکتار به دست آمد. با این وجود کاهش سهمیه ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی آب آبیاری منجر به کاهش مصرف آب به سطوح ۵۳۰۵، ۴۸۱۴ و ۴۱۳۰ مترمکعب در هکتار شد.

هندوانه به عنوان یک کشت پرمصرف از نظر آب مطرح می‌باشد که در الگوی کشت فعلی میزان مصرف آب در این محصول معادل ۱۰۳۶۵ مترمکعب در هکتار می‌باشد. میزان مصرف آب با کاهش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی سهمیه آب آبیاری به ترتیب به ۹۳۲۰، ۷۶۸۰ و ۵۲۱۰ مترمکعب در هکتار رسیده است. که در سطوح کاهش ۳۰ درصدی سهمیه، مصرف آب کاهشی معادل ۵۰ درصد را نشان می‌دهد.



ب



الف

شکل ۱- تغییرات سطح زیرکشت (الف) و میزان آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) (ب) در سیاست سهمیه‌بندی در مدل

PMP

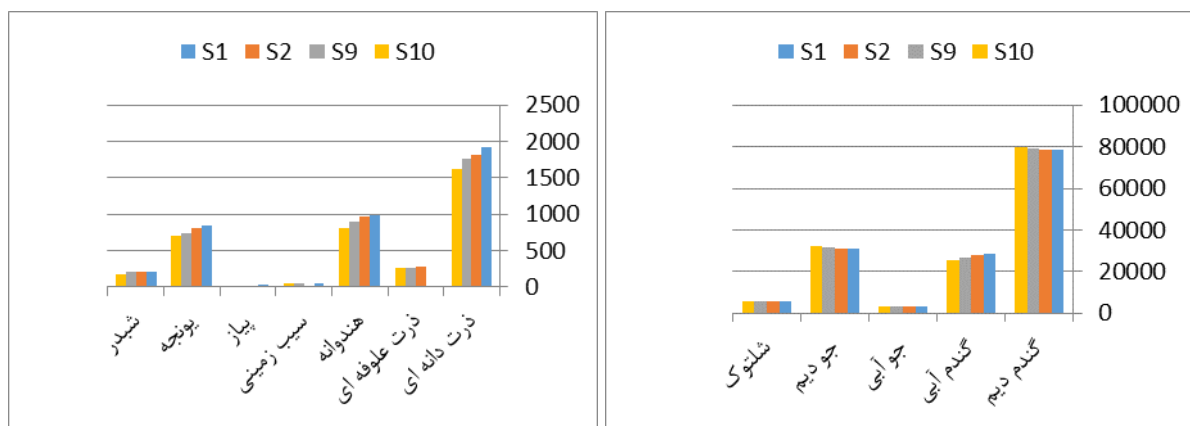
سیاست قیمت‌گذاری آب

تغییرات سطح زیرکشت (درصد تغییرات)، میزان آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) (ب) و بازده برنامه‌ای در سیاست اعمال شده قیمتگذاری در مدل PMP در شکل ۲، آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که میزان سطح زیر کشت گندم آبی در الگوی فعلی معادل ۲۸۵۳۰ هکتار بوده است که با افزایش قیمت به مقدار ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد به ترتیب به ۲۸۱۱۰ (۱/۵- درصد)، ۲۶۸۰۶ (۶- درصد) و ۲۵۲۳۰ (۱۲- درصد) هکتار رسیده است. همچنین سطح زیر کشت جو آبی در الگوی پایه ۳۲۱۴ محاسبه شد که با افزایش ۱۰ درصدی قیمت آب به ۳۰۸۷ هکتار رسید که کاهشی معادل ۴/۳ درصد را نشان می‌دهد. همچنین با افزایش ۲۰ و ۳۰ درصدی قیمت آب، سطح زیر کشت به ترتیب به ۳۰۰۵ و ۲۹۱۱ هکتار رسید که معادل ۶/۶ و ۹/۵ درصد کاهش در اراضی تحت کشت جو آبی را نشان می‌دهد. با این وجود با افزایش ۱۰ درصدی قیمت آب سطح زیرکشت گندم دیم به ۰/۰۲ درصد افزایش داشت و در سطوح افزایشی ۲۰ و ۳۰ درصد میزان تغییرات سطح زیر کشت این محصول به ترتیب معادل ۱/۲ و ۱/۸ درصد افزایش داشت. به نظر می‌رسد با افزایش قیمت آب آبیاری، کشاورزان بر استفاده از محصولات دیم رغبت بیشتری نشان می‌دهند زیرا در این شرایط این محصولات بازده اقتصادی بیشتری نسبت به محصولات آبی دارند.

سطح زیر کشت گندم دیم در الگوی فعلی ۷۸۴۵۰ هکتار بدست آمد با این وجود با افزایش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی قیمت آب سطح زیر کشت گندم دیم به ترتیب معادل ۷۸۴۷۳، ۷۹۳۸۰، ۷۹۸۵۰ هکتار برآورد شد که با افزایشی معادل ۰/۰۲، ۱/۲ و ۱/۸ درصد همراه بود. سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای در الگوی پایه معادل ۱۹۲۱ هکتار می‌باشد که با افزایش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی قیمت آب به ۱۸۲۴، ۱۷۵۶ و ۱۶۳۰ هکتار رسیده است که به ترتیب معادل ۵، ۸/۶ و ۱۵/۲ درصد کاهش سطح زیر کشت می‌باشد. سطح زیرکشت هندوانه در الگوی پایه ۹۸۴ هکتار برآورد شده است با افزایش قیمت آب به میزان ۱۰ درصد سطح زیرکشت هندوانه به ۹۶۷ هکتار کاهش یافت که معادل ۱/۷ درصد کاهش می‌باشد. همچنین با افزایش ۲۰ و ۳۰ درصدی قیمت آب سطح زیرکشت به ۹۰۳ و ۸۱۲ هکتار رسید که به ترتیب معادل ۸/۳ و ۱۷/۵ درصد کاهش را نشان می‌دهد.

با توجه به اطلاعات بدست آمده و مندرج در شکل ۲ سطح زیر کشت شلتوک در الگوی پایه ۵۷۰۰ هکتار می‌باشد. با افزایش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی میزان سطح زیرکشت شلتوک در استان کهگیلویه و بویراحمد به ترتیب ۵۶۱۰،

۵۵۱۵ و ۵۳۹۰ هکتار برآورد شد که به ترتیب کاهش ۱/۶، ۳/۳ و ۵/۵ درصدی را نشان می‌دهد. سطح کشت سیب زمینی در الگوی کشت پایه ۵۵ هکتار از اراضی استان کهگیلویه و بویراحمد را شامل می‌شود. با این وجود با افزایش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی قیمت آب سطح زیرکشت سیب زمینی به ترتیب ۶/۶، ۱۴/۶ و ۲۰ درصد کاهش یافت. در سناریوی S1 (الگوی فعلی سطح زیرکشت) برای گیاه یونجه معادل ۸۴۳ هکتار برآورد شده است با این وجود با افزایش ۱۰ درصدی قیمت آب منجر به کاهش سطح زیرکشت به ۸۰۶ هکتار شده است که معادل ۴/۴ درصدی می‌باشد. همچنین افزایش ۲۰ و ۳۰ درصدی قیمت آب منجر به کاهش سطح زیر کشت به ۷۴۶ و ۷۰۲ هکتار شد که معادل ۱۱/۵ و ۱۶/۷ درصد کاهش می‌باشد.



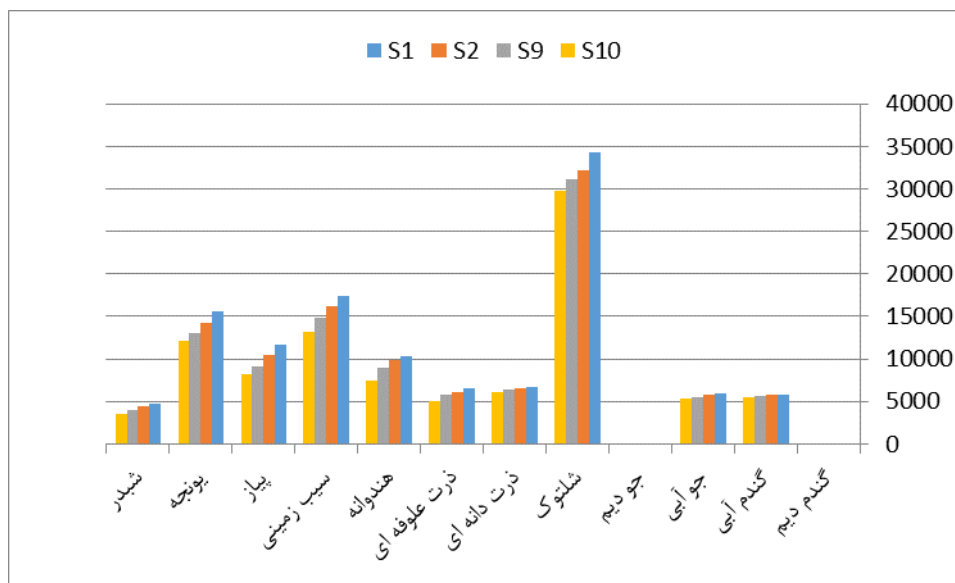
ب

الف

شکل ۲. تغییرات سطح زیرکشت (درصد تغییرات)، میزان آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) (ب) و بازده برنامه‌ای در سیاست اعمال شده قیمت‌گذاری

شکل ۳ میزان مصرف آب در مزارع مختلف تحت سناریوهای مختلف و الگوی مصرف فعلی را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده مقدار آب مصرفی در مزارع گندم آبی در سناریوهای با افزایش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد قیمت آب به ترتیب معادل ۵۸۱۲، ۵۶۱۰ و ۵۴۲۵ مترمکعب در هکتار به دست آمد. همچنین میزان مصرف آب در الگوی مصرف فعلی جو آبی ۵۹۱۲ مترمکعب در هر هکتار برآورد گردید که با افزایش قیمت آب به مقدار ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد، این الگو به ترتیب به مقادیر ۵۷۸۰، ۵۵۶۰ و ۵۳۹۵ مترمکعب در هکتار کاهش یافت. که نشان دهنده کاهش ۲/۳، ۶/۰ و ۸/۸ درصدی میزان مصرف آب در الگوهای به کار گرفته شده می‌باشد.

میزان مصرف آب آبیاری برای محصول سیب زمینی در الگوی مصرف فعلی معادل ۱۷۴۵۰ مترمکعب در هکتار برآورد شده است. با این وجود افزایش قیمت آب به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد منجر به کاهش آب مصرفی به ۱۶۱۷۰، ۱۴۹۰۰ و ۱۳۲۲۰ مترمکعب در هکتار شد. که نشان دهنده کاهش ۷/۴، ۱۴/۷ و ۲۴/۲ درصد مصرف آب در این محصول می‌شود. به نظر می‌رسد از آنجایی که مصرف آب در محصول سیب زمینی بالا می‌باشد با افزایش ۳۰ درصدی قیمت آب آبیاری می‌توان کاهش آب مصرفی را برآورد نمود. از آنجایی که در الگوی کشت فعلی (کشت سالانه ۵۵ هکتار) مصرف آب در این اراضی ۱۷۴۵۰ مترمکعب به ازای هر هکتار می‌باشد با کاهش سهمیه آب این مزارع کشت سیب زمینی نیز کاهش یافته است. برای سایر محصولات کشاورزی مطرح شده در پژوهش حاضر شامل ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای، هندوانه، پیاز، یونجه، شبدر و شلتوک نیز با افزایش قیمت آب آبیاری میزان مصرف آب در این کشت‌ها کاهش یافته است. به نظر می‌رسد با افزایش قیمت آب می‌توان در این بخش سیاست صرفه‌جویی را اعمال نمود. چرا که برای کشاورزان اتلاف آب و استفاده از آب مازاد نیاز از نظر اقتصادی چندان مقرون به صرفه نمی‌باشد.



شکل ۳- میزان مصرف آب در مزارع مختلف تحت سناریوهای مختلف و الگوی مصرف فعلی

مصرف نهاده‌ها

جدول ۳ مقدار مصرف نهاده‌ها (کود)، ماشین آلات و کارگر در کشت گندم، جو، ذرت، هندوانه و یونجه را در سناریوهای مختلف نشان می‌دهد. با توجه به اطلاعات مندرج در جدول در سناریوهای سهمیه‌بندی (کاهش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی مقدار آب در دسترس) گندم آبی نشان داد که در الگوی فعلی میزان مصرف کود در کشت گندم آبی معادل ۵۰۰ کیلوگرم در هر هکتار برای هر فصل برآورد شده است. با توجه به این امر در سناریو S11 (۱۰ درصد کاهش سهمیه) میزان مصرف کود، هزینه ماشین آلات و نیروی کار نسبت به سناریو فعلی تغییری نداشته است. در سناریو افزایش قیمت مقدار تغییرات کود در سناریو با ۱۰ درصد افزایش قیمت از ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال به ۴۹۰ کیلوگرم در هکتار در سال در سناریو با ۳۰ درصد افزایش قیمت رسید که نشان دهنده کاهش ۲ درصدی کود استفاده شده می‌باشد.

در ذرت دانه‌ای مقدار کود مصرفی در الگوی فعلی معادل ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است که با توجه به اعمال سیاست‌های سهمیه‌بندی این مقدار به ۸۸۰ کیلوگرم در هکتار رسید که نشان دهنده کاهش ۲/۲۲ درصدی در مقدار مصرف کود می‌باشد. با افزایش ۳۰ درصدی قیمت آب (سناریو S13) مصرف کود در ذرت به میزان ۱/۲ درصد در هر هکتار کاهش یافت. میزان مصرف کود در الگوی فعلی کشت جو معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار برای هر فصل زراعی برآورد شده است با توجه به اطلاعات به دست آمده در سناریو S13 (کاهش ۳۰ درصدی سهمیه آب) میزان مصرف کود در هر هکتار به ۱۹۰ کیلوگرم در هکتار کاهش پیدا کرد که نشان دهنده کاهش ۵ درصدی در مقایسه با الگوی فعلی می‌باشد. همچنین با افزایش ۳۰ درصدی قیمت آب (سناریو S10) کاهش ۲/۵ درصدی در مصرف این نهاده را نشان می‌دهد.

در الگوی فعلی مقدار مصرف نهاده کود در هندوانه ۶۵۰ کیلوگرم به ازای هر هکتار به دست آمد. با این وجود کاهش ۳۰ درصدی سهمیه آب منجر به کاهش ۴ درصدی در مصرف این نهاده شد. با این وجود افزایش ۳۰ درصدی قیمت آب منجر به کاهش ۱ درصدی مصرف کود در هر هکتار از اراضی تحت کاشت هندوانه می‌شود. به ازای ۳۰ درصد کاهش سهمیه آب در دسترس مقدار مصرف کود در کشت یونجه نسبت به الگوی فعلی کشت کاهش ۳ درصدی را نشان می‌دهد. همچنین با افزایش ۳۰ درصدی قیمت آب میزان مصرف کود ۰/۶ درصد کاهش یافت. هزینه کارگر در الگوی فعلی برای هر هکتار گندم آبی معادل ۱۲ نفر روز در هر دوره زراعی برآورد شد. با توجه به تعریف سناریوهای فعلی با کاهش ۳۰ درصدی سهمیه آب در دسترس نسبت به الگوی فعلی ۸/۴ درصد کاهش یافت. همچنین با

افزایش ۳۰ درصدی قیمت آب تغییری در نیروی کار مشاهده نشد. در الگوی فعلی کشت ذرت تعداد کارگر مورد نیاز برای هر هکتار ۸ نفر برآورد شده است که با کاهش ۳۰ درصدی سهمیه آب نسبت به الگوی فعلی منجر به کاهش ۱۲/۵ درصدی نیروی کار می‌شود؛ با این وجود افزایش قیمت آب تأثیری بر نیروی کار نداشت.

جدول ۳- تغییرات مصرف نهاده‌های محصولات زراعی (در هر هکتار) در سیاست اعمال شده
سهمیه بندی و افزایش قیمت در مدل PMP

افزایش قیمت			سهمیه بندی				
S10	S9	S2	S13	S12	S11	S1	
							گندم آبی
۴۹۰	۴۹۵	۵۰۰	۵۰۰	۴۹۰	۵۰۰	۵۰۰	کود*
۱۲	۱۲	۱۲	۱۱	۱۱	۱۲	۱۲	کارگر
							ذرت دانه ای
۸۹۵	۹۰۰	۹۰۰	۸۸۰	۸۸۵	۸۹۰	۹۰۰	کود*
۸	۸	۸	۷	۷	۸	۸	کارگر
							جو
۱۹۵	۲۰۰	۲۰۰	۱۹۰	۱۹۵	۲۰۰	۲۰۰	کود*
۱۲	۱۲	۱۲	۱۱	۱۲	۱۲	۱۲	کارگر
							هنداونه
۶۴۴	۶۵۰	۶۵۰	۶۲۴	۶۳۱	۶۳۷	۶۵۰	کود*
۲۳	۲۴	۲۵	۲۳	۲۴	۲۵	۲۵	کارگر
							یونجه
۸۴۵	۸۵۰	۸۵۰	۸۲۴	۸۳۰	۸۳۵	۸۵۰	کود*
۱۱	۱۲	۱۲	۱۰	۱۲	۱۲	۱۲	کارگر

مأخذ: یافته‌های پژوهش
*(فسفات، اوره، پتاس و آمونیوم)

سیاست قیمت گذاری آب در باغبانی

تغییرات سطح زیرکشت باغات استان کهگیلویه و بویراحمد در الگوی فعلی و بازده برنامه‌ای در سیاست‌های اعمال شده در مدل PMP در شکل ۴ آورده شده است. را نشان می‌دهد. بیشترین سطح زیرکشت باغات استان مربوط به

مرکبات با ۹۱۶۴ هکتار می‌باشد. در الگوی فعلی اراضی تحت باغات در استان مجموع اراضی باغات مرکبات معادل ۹۱۶۴ هکتار به دست آمده است. با این وجود با اعمال سیاست قیمت‌گذاری آب آبیاری به میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد مقدار اراضی تحت باغات مرکبات به ترتیب به ۹۰۷۶، ۸۹۰۶ و ۸۸۱۳ هکتار رسید که نشان دهنده کاهش ۱/۰، ۲/۹ و ۳/۸ درصدی سطح زیرکشت باغات مرکبات می‌باشد.

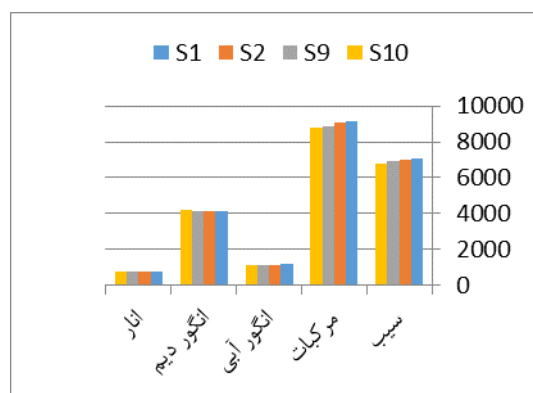
سطح زیرکشت باغات سیب در استان کهگیلویه و بویراحمد در الگوی فعلی ۷۰۸۹ هکتار برآورد شده است با این وجود با اعمال سیاست‌های قیمت‌گذاری این اراضی تغییر کرده‌اند. به نحوی که در سناریو با ۱۰ درصد افزایش قیمت به ۷۰۱۵ هکتار رسید که نشان دهنده کاهش ۱/۱ درصدی باغات سیب می‌باشد. همچنین در سناریو ۲۰ و ۳۰ درصد افزایش قیمت سطح زیرکشت باغات سیب به ترتیب به ۶۹۰۸ و ۶۸۱۲ هکتار رسید که نشان دهنده کاهش ۲/۶ و ۴/۰ درصدی باغات سیب استان می‌باشد.

سطح زیرکشت باغات انگور دیم ۴۱۱۰ هکتار به دست آمد که با توجه به افزایش قیمت آب آبیاری از ۱۰ تا ۳۰ درصد به ترتیب به ۴۱۳۲، ۴۱۵۱ و ۴۱۷۵ هکتار افزایش یافت که نشان دهنده افزایش ۰/۵، ۰/۹ و ۱/۵ درصدی سطح باغات استان می‌باشد. با توجه به افزایش قیمت آب و نیاز آبی بالای انگور آبی کاشت درختان انگور دیم اقتصادی به نظر می‌رسد. با این وجود باغات آبی انگور در الگوی فعلی معادل ۱۱۵۰ هکتار بود که با افزایش قیمت آب آبیاری تا ۳۰ درصد سطح باغات کاهش پیدا کرد. مجموع باغات انار در استان کهگیلویه و بویراحمد معادل ۷۸۰ هکتار برآورد شده است که با اعمال سیاست قیمت‌گذاری ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد سطح زیر کشت باغات به ترتیب به ۷۵۳، ۷۳۹ و ۷۱۴ هکتار کاهش یافت.

در سناریو S۲ (افزایش ۱۰ درصدی قیمت آب) سطح زیر کشت برآورد شده مرکبات در مدل PMP معادل ۷۰۱۵ هکتار برآورد شد که کاهش معادل ۱/۰ درصد را نشان می‌دهد. همچنین در سناریو S۹ و S۱۰ یعنی افزایش ۲۰ و ۳۰ درصدی قیمت آب به ترتیب منجر به کاهش ۲/۸ و ۳/۹ درصدی سطح زیرکشت باغات مرکبات استان می‌شود. جمع اراضی باغات سیب استان در الگوی فعلی معادل ۷۰۸۹ هکتار می‌باشد که با افزایش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی قیمت آب به ترتیب ۱/۱، ۲/۶ و ۴/۰ درصد کاهش یافته است.



ب



الف

شکل ۴- تغییرات سطح زیرکشت (درصد تغییرات) (الف)، میزان مصرف آب (ب) و بازده برنامه‌ای در سیاست اعمال شده قیمت‌گذاری در مدل PMP

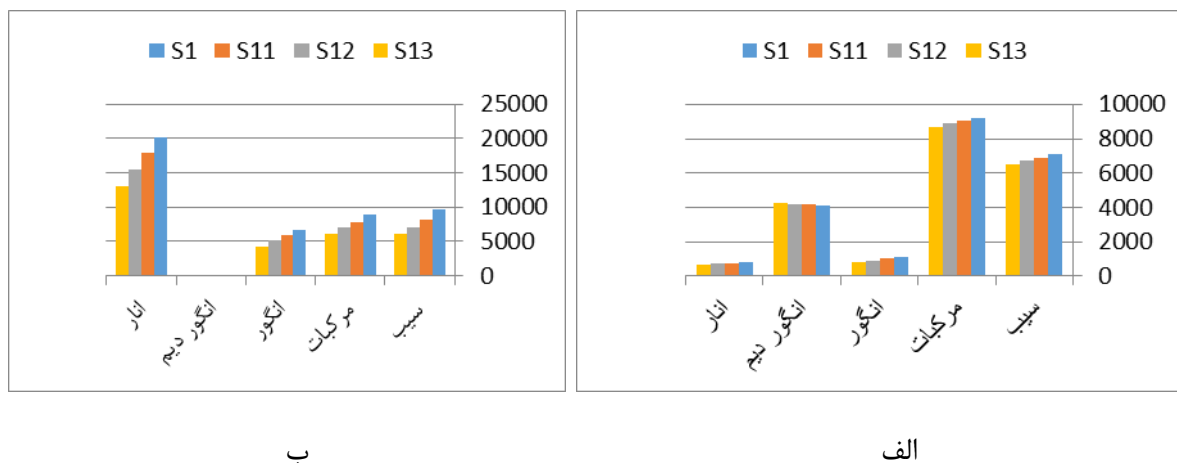
نتایج نشان می‌دهد که مقدار آب مصرف شده در الگوی مصرفی فعلی برای باغ انار معادل ۲۰۲۴۰ متر مکعب در هر هکتار می‌باشد. با افزایش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی قیمت آب آبیاری، میزان آب مصرفی به ترتیب به ۱۸۷۵۰، ۱۶۵۶۰ و ۱۴۴۳۰ مترمکعب در هکتار رسید که نشان دهنده کاهش ۷/۴، ۱۷/۲ و ۲۸/۷ درصد کاهش یافت. به نظر می‌رسد با افزایش قیمت آب آبیاری میزان آب مصرفی در باغات کاهش یافته است. با این حال طبق مطالعات به عمل آمده توسط محقق نشان می‌دهد که نیاز آبی باغات انار به مراتب پایینتر از آب مصرفی در استان می‌باشد. بنابراین علاوه بر سناریوهای تعریف شده در پژوهش به نظر می‌رسد که لزوم اطلاع رسانی و فرهنگ‌سازی در باغداران انار استان احساس می‌شود.

سیاست سهمیه‌بندی آب در باغبانی

میزان تغییرات سطح زیرکشت باغات و بازده برنامه‌ای در سیاست اعمال شده سهمیه‌بندی در مدل PMP در شکل ۵ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در الگوی کشت فعلی (S1) سطح زیر کشت باغات مرکبات معادل ۹۱۶۴ هکتار می‌باشد که با اعمال سیاست سهمیه‌بندی در سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد کاهش سهمیه آب به ترتیب به ۹۰۴۵، ۸۸۹۵ و ۸۶۹۵ هکتار رسید. که معادل ۱/۳، ۳/۱۰ و ۵/۲ درصد کاهش در سطح زیرکشت باغات می‌باشد. سطح باغات سیب با ۷۰۸۹ هکتار بخش قابل توجهی از باغات استان را در بر می‌گیرد. با این وجود با اعمال سیاست محدودیت ۱۰ درصدی آب الگوی کشت این محصول به ۶۹۱۰ هکتار رسیده است که معادل ۲/۶ درصد کاهش یافته

است. در سناریو S12 و S13 سطح زیرکشت سیب به ترتیب به ۶۷۲۳ و ۶۵۴۲ هکتار رسید که به ترتیب معادل ۵/۲ و ۷/۸ درصد کاهش می‌باشد. به نظر می‌رسد که کاهش سهمیه آب در دسترس برای باغداران منجر به کاهش سطح زیرکشت باغات در استان می‌شود.

با توجه به اطلاعات مندرج در جدول ۴ نتایج نشان می‌دهد که در الگوی کشت فعلی، سطح زیرکشت باغات انگور آبی ۱۱۵۰ و انگور دیم ۴۱۱۰ هکتار برآورد شده است. با این وجود سطح زیر کشت انگور دیم در سناریوهای S11، S12 و S13 به ترتیب به ۴۱۷۰، ۴۱۹۷ و ۴۲۶۵ هکتار رسید. بنابراین افزایش قیمت آب آبیاری منجر به افزایش سطح زیرکشت باغات انگور دیم به میزان ۱/۴، ۱/۲ و ۳/۸ درصد افزایش شد. دلیل این امر نیاز آبی پایین‌تر انگور دیم در مقایسه با انگور آبی می‌باشد. با این حال سطوح انگور آبی در سناریوهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد سهمیه‌بندی به ترتیب به میزان ۱۰/۵، ۲۰/۷ و ۳۰/۹ درصد کاهش سطح زیر کشت را به همراه دارد.



شکل ۵- تغییرات سطح زیرکشت (درصد تغییرات) (الف)، میزان مصرف آب (ب) و بازده برنامه‌ای در سیاست اعمال شده سهمیه‌بندی در مدل PMP

میزان مصرف آب در باغات سیب با کاهش سهمیه ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی به ترتیب به ۱۵/۶، ۲۷/۶ و ۳۶/۷ درصد کاهش یافت. همچنین در باغات مرکبات و انگور با کاهش ۲۰ و ۳۰ درصدی سهمیه آب، مصرف آن برای مرکبات به ترتیب ۲۲/۶ و ۳۱/۲ و نیز برای انگور معادل ۲۳/۹ و ۳۶/۰ درصد کاهش یافته است.

میزان تولید

جدول ۴ میزان تولید در باغات استان را در سیاست‌های مختلف سهمیه‌بندی و قیمت‌گذاری نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده مقدار تولید سیب در باغات معادل ۱۱۷۶۴۰ تن به دست آمد با توجه به اعمال سناریوهای سهمیه‌بندی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد کاهش سهمیه آب میزان تولید به ترتیب به ۰/۱۱، ۰/۲۴ و ۰/۲۸ درصد کاهش یافت. با این حال در سناریو قیمت‌گذاری مقدار تولید سیب در سناریو با افزایش ۱۰ درصدی قیمت آب (S۲) به ۱۱۷۶۴۳ تن رسید که نشان دهنده افزایش تولید معادل ۰/۰۲ درصدی می‌باشد. همچنین با افزایش قیمت آب به میزان ۲۰ درصد مقدار تولید سیب ۰/۰۹ درصد افزایش یافت. اگرچه نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که با اعمال سناریو با ۳۰ درصد افزایش قیمت آب مقدار تولید سیب ۰/۰۴ کاهش یافت.

مقدار تولید مرکبات در الگوی فعلی معادل ۹۱۶۴ تن به دست آمد که با توجه به سناریو سهمیه‌بندی این میزان دچار تغییر شد. به نحوی که با کاهش ۱۰ درصدی مقدار آب در دسترس، مقدار تولید مرکبات به ۰/۱۴ درصد کاهش یافت. همچنین با کاهش ۱۰ و ۲۰ درصدی سهمیه آب آبیاری میزان تولید مرکبات نسبت به الگوی فعلی به ترتیب ۰/۱۷ و ۰/۲۳ درصد کاهش یافت. در سناریو قیمت‌گذاری آب آبیاری مقدار تولید مرکبات در گروه‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد افزایش قیمت به ترتیب بدون تغییر، ۰/۱۷ درصد افزایش و ۰/۱۶ کاهش یافت.

تولید انگور دیم در هر هکتار با اعمال سیاست سهمیه بندی نسبت به الگوی فعلی تغییر چندانی نکرد با این وجود با کاهش سهمیه آب در انگور آبی مقدار تولید در هر هکتار به ازای ۳۰ درصد کاهش سهمیه ۰/۰۰۱ درصد کاهش یافت.

جدول ۴- میزان تولید (تن) در باغات در سیاست اعمال شده در سیاست‌های مختلف

در مدل PMP

سناریو قیمت‌گذاری			سناریو سهمیه بندی				
S۱۰	S۹	S۲	S۱۳	S۱۲	S۱۱	S۱	
۱۱۷۶۰۰	۱۱۷۷۵۰	۱۱۷۶۴۳	۱۱۷۳۱۵	۱۱۷۳۶۰	۱۱۷۵۲۰	۱۱۷۶۴۰	سیب
۹۱۵۰	۹۱۸۰	۹۱۶۴	۹۱۴۰	۹۱۴۸	۹۱۵۲	۹۱۶۴	مرکبات

۲۵۹۷۵۰	۲۵۹۲۱۰	۲۵۸۶۴۰	۲۵۸۴۹۰	۲۵۸۵۱۰	۲۵۸۵۱۵	۲۵۸۶۰۳	انگور
۵۱۷۶۰	۵۱۷۶۰	۵۱۷۴۹	۵۱۷۵۶	۵۱۷۵۳	۵۱۷۵۵	۵۱۷۵۵	انگور دیم
۷۸۱	۷۸۹	۷۸۴	۷۷۰	۷۷۸	۷۸۰	۷۸۰	انار

مأخذ: یافته های پژوهش

نتیجه گیری و پیشنهادات

نتایج به دست آمده نشان داد که در بخش زراعت در تمام سناریوهای مربوط به افزایش قیمت و یا کاهش سهمیه آب، سطح زیر کشت و مصرف آب در هکتار کاهش می یابد. با این وجود، سطح زیر کشت محصولات دیم افزایش یافته است. دلیل افزایش سطح زیر کشت محصولات دیم در مقایسه با سایر کشت های آبی را می توان به سبب نیاز آبی کمتر محصولات دیم و همچنین عدم مصرف آب مازاد بر بارش به دلیل کاهش سطح زیر کشت محصولات با نیاز آبی بالا در نظر گرفت. نتایج به دست آمده نشان می دهد که کاهش ۳۰ درصدی سهمیه آب به تنهایی و یا افزایش قیمت آب به تنهایی منجر به نگهداری و حفظ منابع آبی نمی شوند. با این وجود سیاست ترکیبی کاهش سهمیه و افزایش قیمت آب، کاهش بیشتری را در سطح زیر کشت اراضی آبی نشان می دهد. این نتایج با یافته های بلالی و همکاران (۱۳۸۹) و وکیل پور و مرتضوی (۱۳۹۵) همخوانی دارد.

همچنین نتایج تحقیق نشان دادند که سیاست قیمت گذاری آب در برخی از دامنه های قیمتی، تاثیر قابل توجهی در کاهش تقاضا و بهره برداری منابع آب زیرزمینی، کاهش تقاضای آب در بخش کشاورزی و در نتیجه واکنش به وضع قیمت آب آبیاری به شکل تغییر الگوی کشت در راستای کاهش کشت محصولات با نیاز آبی بالا و جایگزینی آنها با محصولات با نیاز کمتر نمود که وضع قیمت آب آبیاری به دلیل افزایش هزینه استفاده از منابع آب و کاهش منافع و بازده ناخالص محصولات با نیاز آبی بالا نقش مؤثری در حفظ و نگهداری آب داشته است.

نتایج این پژوهش با پژوهش بلالی و همکاران (۱۳۸۹)، پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹۳)، وزیری و همکاران (۱۳۹۵) و باقری و همکاران (۱۳۹۶) همسو می باشد. به علاوه نتایج گویای کاهش بازده ناخالص فعالیت های کشاورزی می باشد که خود منجر به محدود شدن فعالیت های کشاورزی در منطقه خواهد شد و این موضوع تبعات اجتماعی و اقتصادی جبران ناپذیری بر شرایط کشاورزی منطقه دارد. با در نظر گرفتن کاهش منابع آبی کشور و بهره برداری های نامناسب از این منابع آینده خطرناکی را برای منابع آبی ترسیم نموده است. از طرفی با کاهش ذخایر آبی که در پی

بهره‌بردارهای نامناسب ایجاد می‌شود منجر می‌شود تا اقتصاد منطقه که مبتنی بر کشاورزی است با خطر مواجه شود. هدف اصلی پژوهش حاضر بر این بود تا اهمیت آب در زراعت و باغبانی مورد بررسی و تأکید قرار گیرد. به نظر می‌رسد که افزایش قیمت آب، کاهش سهمیه آب واحدها و نیز ترکیب این دو سیاست می‌تواند از هدر رفت آب جلوگیری کند و منجر به کاهش اتلاف آب در واحدهای زراعی و باغی شود.

نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از سیاست ترکیبی کاهش سهمیه و افزایش قیمت آب، سطح زیر کشت محصولات را نسبت به استفاده جداگانه از هر کدام از این سیاست‌ها بیشتر کاهش می‌دهد. اعمال سناریوهای تعریف شده منجر به کاهش اراضی آبی و در نتیجه کاهش مصرف آب می‌شود. با این وجود مصرف نهاده‌ها تحت تأثیر افزایش قیمت و کاهش سهمیه آب قرار نمی‌گیرد. به نظر می‌رسد در منطقه مورد مطالعه با افزایش قیمت آب آبیاری کشاورزان برنامه‌ای برای کاهش هزینه‌ها ندارند و استفاده از سیاست‌های تعریف شده در این بخش منجر به افزایش هزینه‌های کشاورزان می‌شود. با کاهش سهمیه آب الگوی کشت بیشتر به سمت محصولاتی حرکت می‌کند که نیاز آبی کمتری دارند و منجر به کاهش اراضی زیر کشت گندم و جو آبی می‌شود. اگرچه افزایش قیمت تأثیر کمتری از سهمیه‌بندی بر الگوی کشت دارد. به نظر می‌رسد به صورت قطعی باید بر این باور بود که با کاهش دسترسی به آب (کاهش سهمیه) سطح زیرکشت کاهش پیدا می‌کند. به این معنی که کاهش سهمیه منجر می‌شود تا کشاورزان الگوی کشت خود را به نفع محصولاتی با نیاز آبی کمتر تغییر دهند. زیرا این امر در نهایت سود بیشتری برای کشاورزان در پی خواهد داشت. با این حال در افزایش قیمت آب این امر تضمین شده نمی‌باشد. به این معنی که با افزایش قیمت آب کشاورزان لزوماً الگوی کشت خود را تغییر نمی‌دهند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از نهاده‌ها در سناریوهای مختلف تعریف شده چندان تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. به این معنی که با افزایش قیمت آب و یا کاهش دسترسی به آب میزان نهاده‌ها در هر هکتار از اراضی باغی و زراعی تحت تأثیر قرار نمی‌گرفت. با این وجود در یک الگوی قابل پیش بینی میزان آب مصرفی کاهش پیدا کرد. این امر به صورت اجتناب ناپذیری قابل پیش‌بینی می‌باشد زیرا کاهش آب مصرفی ناشی از کاهش عرضه آن به کشاورزان می‌باشد. بنابراین این امر ممکن است منجر به کاهش آب مصرفی و در نتیجه حفظ ذخایر آب استان شود. بنابراین می‌توان بیان نمود که بکارگیری سیاست افزایش قیمت و سهمیه‌بندی محصولات زمانی می‌تواند مثرتر واقع شود که همسو و سازگار با سیاست‌ها و تغییرات اعمال شده در بخش کشاورزی باشد.

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که اعمال سیاست کاهش دسترسی به منابع آب تأثیر پایداری بر حفظ منابع آب منطقه مورد بررسی دارد. بنابراین، برای تحقق و اجرایی شدن این سیاست و همچنین، برای تخصیص آب کاهش یافته پس از اعمال این سیاست به تولید محصولات زراعی و باغی مازاد پیشنهاد می‌شود که مسئولان بخش کشاورزی و مدیریت منابع آب این منطقه راهکارهای مدیریتی مناسبی مانند تجهیز مزارع به شیوه‌های نوین آبیاری و استفاده از کنترهای شمارشگر و دریچه‌های تنظیم آب در ورودی اراضی به کار گیرند. از آنجا که نهاده آب درآمدی بیش از مقدار هزینه آن برای کشاورزان ایجاد می‌کند، پیشنهاد می‌شود قیمت‌گذاری و دریافت آب‌ها با در نظر گرفتن ارزش اقتصادی آن در منطقه انجام گیرد زیرا قیمت‌گذاری براساس ارزش اقتصادی سبب ایجاد انگیزه صرفه‌جویی و مصرف کم‌تر آب در میان کشاورزان خواهد شد. البته، توجه به این نکته ضروری است که این سیاست منجر به کاهش سود ناخالص کشاورزان و تولید محصولات کشت شده در منطقه نیز خواهد شد. در نتیجه، افزایش تدریجی قیمت آب به منظور ایجاد تعادل بین منافع و هزینه‌های ناشی از اعمال این سیاست اثرات اجتماعی و اقتصادی بهینه‌تری به همراه دارد. برای رسیدن به این هدف پیشنهاد می‌شود، نخست یک سیاست دریافت آب‌های تدریجی اجرا شده تا کشاورزان بتدریج بتوانند وضعیت خود را با شرایط جدید وفق دهند و سپس برنامه‌ریزی و اجرای این سیاست‌ها نیز با مشارکت آنان انجام گیرد.

منابع

- باقری ا، نیکوئی ع، خداداد کاشی ف و شوکت فدایی م، ۱۳۹۶. ارزیابی سیاست قیمت‌گذاری آب بر پایداری و حفظ آبخوان: مطالعه آبخوان مهیار شمالی در حوضه زاینده رود. *نشریه علمی اقتصاد و توسعه کشاورزی*. دوره ۳۱، شماره ۲. صفحه‌های: ۱۰۵ تا ۱۲۰.
- باقری م، محمدی ح، نوری غ و میر ب، ۱۳۹۲. عوامل تعیین کننده استفاده پایدار از منابع آب (مطالعه موردی استان کهگیلویه و بویراحمد). *نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست*. دوره ۱۵ شماره ۱. صفحه های ۵۱ تا ۶۴.
- بخشی ا، دانشور کاخکی م و مقدسی ر، ۱۳۹۰. استفاده از الگوی مثبت برنامه نویسی ریاضی برای تجزیه و تحلیل اثرات سیاست‌های جایگزین قیمت‌گذاری آب در دشت مشهد. *مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم صنایع کشاورزی)*. جلد ۳، شماره ۲۵. صفحه های ۲۸۴ تا ۲۹۴.

بلالی ح، خلیلیان ص و احمدیان م، ۱۳۸۹. بررسی نقش قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی بر تعادل منابع آب زیرزمینی. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). دوره ۲۴، شماره ۲. صفحه‌های ۱۸۵ تا ۱۹۴.

پرهیزکاری ا، صبوحی م و احمدپور برازجانی م، ۱۳۹۳. شبیه‌سازی پاسخ کشاورزان به سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری (مطالعه موردی: منطقه سیستان). فصلنامه اقتصاد و توسعه کشاورزی. دوره ۲۸ شماره ۲. صفحه‌های ۱۶۴ تا ۱۷۶.

حسنوند م، جولایی ر، کرامت زاده ع و اشراقی ف، ۱۳۹۷. کاربرد مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به منظور تحلیل اثر سیاست تغییر قیمت و مقدار آب کشاورزی بر الگوی کشت محصولات زراعی شهرستان نکا. فصلنامه اقتصاد کشاورزی. جلد ۱۲ شماره ۳. صفحه‌های ۷۳ تا ۹۵.

وزیری آ، وکیل پور م، مرتضوی س.ا. (۱۳۹۵). بررسی اثر قیمت‌گذاری اقتصادی آب آبیاری بر الگوی کشت در دشت دهگلان. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی ۸:۳۱.

Abu-Zeid, M. (۲۰۰۱). Water pricing in irrigated agriculture. *International Journal of Water Resources Development*, ۱۷(۴): ۵۲۷-۵۳۸

Aidam, P.W., (۲۰۱۵), "The impact of water-pricing policy on the demand for water resources by farmers in Ghana", *Agricultural Water Management*, ۱۵۸, ۱۰-۱۶.
Albiac, J., Calvo, E., Esteban, E., & Kahil, T. (۲۰۲۰). The challenge of irrigation water pricing in the Water Framework Directive. *Water altern.*, (ART-۲۰۲۰-۱۲۰۳۸۹).
Asaadi, M. A., Mortazavi, S. A., Zamani, O., Najafi, G. H., Yusaf, T., & Hoseini, S. S. (۲۰۱۹). The impacts of water pricing and non-pricing policies on sustainable water resources management: a case of Ghorveh plain at Kurdistan province, Iran. *Energies*, ۱۲(۴), ۲۶۶۷.
Chaplin, M. F. (۲۰۰۱). Water: its importance to life. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, ۲۹(۲), ۵۴-۵۹.

DE, Frahan, B. H., Buysse, J., Polomé, P., Fernagut, B., Harmignie, O., Lauwers, L., ... & Van Meensel, J. (۲۰۰۷). Positive mathematical programming for agricultural and environmental policy analysis: review and practice. *Handbook of operations research in natural resources*, ۱۲۹-۱۵۴.
Gallego-Ayala, J. (۲۰۱۲). Selecting irrigation water pricing alternatives using a multi-methodological approach. *Mathematical and Computer Modelling*, ۵۵(۳-۴), ۸۶۱-۸۸۳.
Johansson, R.C., Tsur, Y., Roe, T.L., Doukkali, R. and Dinar, A. ۲۰۰۲. Pricing irrigation water: a review of theory and practice. *Water Policy*, ۴(۲): ۱۷۳-۱۹۹.
Meister, D., Chen, C.C., and Heady, E.O, ۱۹۷۸. The profitability of crop and livestock production in the settat province of Morocco, PhD thesis, Purdue University Press.

Pimentel, D., Berger, B., Filiberto, D., Newton, M., Wolfe, B., Karabinakis, E., Clark, S., Poon, E., Abbott, E. and Nandagopal, S. ۲۰۰۴. Water resources: *agricultural and environmental issues*. *BioScience*, ۵۴(۱۰), pp.۹۰۹-۹۱۸.

Röhm, O., & Dabbert, S. (۲۰۰۳). Integrating agri-environmental programs into regional production models: an extension of positive mathematical programming. *American Journal of Agricultural Economics*, ۸۵(۱), ۲۵۴-۲۶۵.

Rosegrant, Mark W., Claudia Ringler, and Tingju Zhu. "Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity." *Annual review of Environment and resources* ۳۴ (۲۰۰۹): ۲۰۵-۲۲۲.

Savenije, H.H. and Van Der Zaag, P. ۲۰۰۲. Water as an economic good and demand management paradigms with pitfalls. *Water international*, ۲۷(۱): ۹۸-۱۰۴.

Tsur, Y. and Dinar, A. ۱۹۹۷. The relative efficiency and implementation costs of alternative methods for pricing irrigation water. *The World Bank Economic Review*, ۱۱(۲): ۲۴۳-۲۶

Yamada, H., Funato, K., & Sakurai, H. (۲۰۱۵). Application of the PMP methodology to the measurement of sub-۲۳ nm solid particles: calibration procedures, experimental uncertainties, and data correction methods. *Journal of Aerosol Science*, ۸۸, ۵۸-۷۱