نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۶، خرداد - تیر ۱۴۰۱، ص. ۴۵۹-۴۴۶

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 16, Jun.-Jul. 2022, p. 446-459

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی اثرات سیاست‌های کاهش مصرف آب بر پایداری زراعی در اقلیم میانی استان گلستان

رحمت اله کاظمی نژاد[۱]، اعظم رضایی[۲*]، رامتین جولایی[۳]، علی کرامت زاده [٤]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۲

چکیده

هدف از تحقیق حاضر ارزیابی پایداری کشاورزی و تعیین الگوی کشت در اقلیم میانی (معتدل خزری) استان گلستان در اثر اعمال سیاست‌های کاهش مصرف آب (افزایش قیمت ۵۰٪ و ۱۰۰٪، سهمیه‌بندی ۵٪ و ۳۰٪ و تلفیقی از آن دو) بر اساس پنج سناریوی ترجیحی (ترجیح اقتصادی، ترجیح محیط‌زیستی، ترجیح اجتماعی، ترجیح یکسان و ترجیح متخصصین) است. اطلاعات موردنیاز شامل داده‌های اسنادی و میدانی مستخرج از پرسشنامه هزینه تولید و مصاحبه رودررو با کشاورزان در سال زراعی ۹۹-۹۸ به دست آمد. جهت محاسبه اوزان معیارها و زیرمعیارهای پایداری از پرسشنامه و مصاحبه با متخصصین استفاده گردید و به‌منظور تحقق اهداف تحقیق از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. بر اساس میانگین نظر متخصصین وزن معیارهای اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی در پایداری به ترتیب ۰/۴۵۳، ۰/۲۳۲ و ۰/۳۱۵ به دست آمد. براثر اعمال سیاست‌های کاهش مصرف آب، الگوی کشت، مصرف نهاده‌ها و سود ناخالص تغییر نموده است. بر اساس نتایج، درصورتی‌که پایداری کل منطقه مدنظر باشد سیاست‌های قیمتی فقط منجر به افزایش هزینه کشاورزان خواهد شد. به‌علاوه برای اصلاح الگوی مصرف آب با اعمال سیاست‌های کاهش مصرف آب در همه سناریوها به‌جز ترجیح اجتماعی سیاست سهمیه‌بندی ۳۰٪ پایدارتر است. در سناریوی ترجیح اجتماعی سیاست ۵۰٪ افزایش قیمت آب پیشنهاد می‌شود؛ به‌عبارت‌دیگر با اعمال سیاست‌های کاهش مصرف آب برای نگهداری تعادل بین پایداری اقتصادی و محیط‌زیستی با پایداری اجتماعی، تقابل وجود دارد و بایستی بین آن‌ها مبادله صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: سیاست‌های قیمتی و سهمیه‌بندی آب، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت

مقدمه

پایداری کشاورزی در استفاده بهینه از نهاده‌هایی چون آب، زمین، بذر، نیروی انسانی، ماشین‌آلات، کود، سم و ... در تناسب با هر اقلیمی است. کشاورزی هنگامی پایدار خواهد بود که ازنظر بوم‌شناختی مناسب، ازنظر اجتماعی عادلانه و ازنظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه و الگویی باشد که هدف آن تولید مواد غذایی موردنیاز برای دستیابی به امنیت غذایی است (FAO[5].2013). در این میان پایداری کشاورزی وابستگی زیادی به الگوی کشت و بالطبع آن پایداری منابع آب دارد. به‌علاوه بایستی معیارهای کشاورزی، محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی را مدنظر قرارداد. برخی از این معیارها ناسازگار هستند، مثلاً حداکثر سود خالص مزرعه نیازمند استفاده بیشتر از منابع آب است درحالی‌که پایداری سیستم مستلزم کاهش مصرف آب است (عظیمی فرد و همکاران،۱۳۹۲).

کشاورزی در استان گلستان سهم بزرگی در اقتصاد منطقه دارد به‌نحوی‌که سهم ارزش‌افزوده بخش کشاورزی در استان گلستان ۲۴/۸۳ درصد و بسیار بالاتر از متوسط کشوری (۳/۶۱ درصد) است (استانداری گلستان، ۱۴۰۰). در سال‌های اخیر به دلایل مختلف ازجمله افزایش تقاضای آب، توسعه سطوح زراعی و فشار بیش‌ازحد به آبخوان دشت گرگان و نیز تغییرات اقلیمی نشانه‌هایی از تنش در پایداری کشاورزی نمایان گردیده است. بحران آب یکی از جدی‌ترین معضلات اقتصادی، محیط زیستی و حتی سیاسی است و بهره‌برداری

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
(*- ایمیل نویسنده مسئول: Email: arezaee@ gau.ac.ir)
DOR: 20.1001.1.20087942.1401.16.2.15.4

5- Food and Agriculture Organization

بی‌رویه از منابع آب، پایداری را با مشکل مواجه خواهد کرد. شهرستان ترکمن یکی از مناطق دشت حاصلخیز گرگان به شمار می‌آید که نقش مهمی را در توسعه کشاورزی این استان به عهده دارد. بر اساس آمار شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان میزان پتانسیل آب‌های سطحی و زیرزمینی استان گلستان به ترتیب ۱۲۳۵ و ۱۲۵۰ میلیون مترمکعب و برای بندر ترکمن به ترتیب معادل ۱۴ و ۸ میلیون مترمکعب است. منابع آب سطحی شهرستان ترکمن تنها به آورد دو رودخانه قره‌سو در جنوب شهرستان و گرگان رود در بخش شمالی آن محدود می‌گردد. در این میان آبدهی رودخانه گرگان رود به‌عنوان رودخانه اصلی دشت گرگان در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ با توجه به کاهش نزولات جوی و میزان مصارف آبی در بالادست نسبت به دوره درازمدت از کاهشی به میزان ۱۵/۲ درصد برخوردار بوده است (شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان،۱۳۹۹). ازجمله مسائل عمده بخش کشاورزی این شهرستان می‌توان به آب ماندگی و سیلاب در منطقه و فقدان زهکشی مناسب اراضی، پاسخگو نبودن پتانسیل منابع آب شهرستان به نیازها و تقاضاها و همچنین نادرست بودن الگوی مصرف آب، اشاره نمود. این وضعیت عملاً به برداشت بیش‌ازحد از سفره‌های آب زیرزمینی منجر شده و از آبخوان دشت ترکمن اضافه برداشت صورت می‌گیرد و لذا ادامه این امر به تضعیف پایداری بخش کشاورزی به‌عنوان مصرف‌کننده بزرگ آب کمک می‌نماید. همچنین بر اساس آمار یادشده در سال ۹۸ قریب ۱۴/۲۲ میلیون مترمکعب تنها از ۶۷۲ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق و سطحی مجاز استحصال گردیده است و از مقادیر برداشت از چاه‌های غیرمجاز رقم دقیقی در دسترس نیست. در آن‌سو و علاوه بر تغییرات اقلیمی به وجود آمده به دلایل مختلف اقتصادی و اجتماعی قیمت آب در سال‌های اخیر افزایش چندانی نداشته که خود این امر به توسعه چاه‌های غیرمجاز و برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی دامن می‌زند.

در کشور ایران استفاده از آب زیرزمینی برای تمام استفاده‌کنندگان تا سال ۱۳۹۹ رایگان بوده و هزینه‌ای برای آبیاری پرداخته نمی‌گردیده است (رأی وحدت رویه دیوان عدالت اداری،۱۳۸۲/۱۰/۱۴). در حال حاضر نیز تحت عنوان حق النظاره از کشاورزان وجهی دریافت نمی‌شود لیکن از سال ۱۳۹۹ جهت بهره‌برداری از آب چاه‌ها در تبصره ۸ قانون بودجه سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ آمده است که شرکت‌های آب منطقه‌ایی می‌توانند حداکثر مبلغی به میزان ۲۰۰ ریال به ازای برداشت یک مترمکعب آب دریافت نمایند.

مطالعات مختلفی به بررسی پایداری سیاست‌های آب کشاورزی پرداخته‌اند. پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹۳)، برای شبیه‌سازی پاسخ کشاورزان شهرستان زابل نسبت به سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری از مدل اقتصادی تولید محصولات کشاورزی منطقه‌ای (SWAP[1]) و مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت استفاده کرده‌اند. نتایج نشان داد که اعمال سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه بندی آب آبیاری در شهرستان زابل منجر به کاهش مجموع سطح زیر کشت محصولات زراعی به میزان ۹/۵۴ و ۵/۱۴ درصد و کاهش میزان آب مصرفی به میزان ۶/۲۳ و ۷/۰۱ درصد نسبت به سال پایه شد. اسعدی و نجفی (۱۳۹۸)، نیز در بررسی اثرات سیاست‌های کاهش مصرف منابع آب بر توسعه پایدار کشاورزی در دشت قروه به کمک الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی ((PMP[2] و شاخصه‌های اصلی و استفاده از رهیافت روش‌های ترجیح بر اساس مشابهت به راه‌حل ایده‌ال (TOPSIS[3]) به این نتایج دست یافتند که سناریوهای موردبررسی، موجب کاهش کل سطح زیرکشت مزرعه، سود ناخالص و کاهش مصرف آب مصرفی شده است. رضایی و همکاران (۱۳۹۹)، با هدف ارزیابی پایداری منابع آب ناشی از سیاست‌های مدیریت تقاضا به بررسی اثر سیاست‌های قیمتی و سهمیه‌بندی آب کشاورزی بر پایداری منابع آب استان گلستان پرداخته و نتیجه گرفتند که اعمال سناریوی ۱۰٪ و ۲۰٪ سهمیه‌بندی منابع آبی به ترتیب منجر به کاهش ۸/۹٪ و ۱۱/۵۶٪ مصرف آب و کاهش ۰/۵۴٪ و ۱/۷۵٪ سود ناخالص خواهد شد. بی‌نیاز و همکاران (۱۴۰۰)، اثرات بالقوه قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب بر بهره‌وری آب و مصرف نهاده‌های کشاورزی در استان کهگیلویه و بویراحمد را موردبررسی قرار داده و نشان دادند که در تمام سناریوهای افزایش قیمت آب و یا کاهش سهمیه آب، سطح زیر کشت و مصرف آب محصولات آب‌بر کاهش و سطح زیر کشت محصولات دیم افزایش‌یافته است.

دانتیس و همکاران باهدف بررسی پایداری کشاورزی در بخش‌هایی از یونان به مقایسه بین پایداری کشاورزی در دو منطقه (اپی‌روس و مقدونیه غربی) بین شاخص‌های محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی و در قالب ترکیبی از ۲۱ شاخص جداگانه پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که سطح پایداری در اغلب شاخص‌ها در منطقه اپیروس بسیار بالاتر است به نحوی که میزان شاخص پایداری کشاورزی در این منطقه ۰/۶۹۲ و در منطقه مقدونیه غربی ۰/۳۰۸ است که بیشتر ناشی از تفاوت اقتصاد دو منطقه بوده است. به‌طور مثال طبق ارزیابی محیط‌زیستی، شاخص محیط‌زیستی منطقه اپیروس (۰/۵۵۶) بالاتر از مقدونیه غربی (۰/۴۴۴) است، چرا که در استفاده از کود و آفت‌کش‌ها امتیاز بالاتری کسب کرده و در مناطق بیشتری از کشاورزی ارگانیک استفاده می‌شود(Dantsis et al.2010). آیدام در مقاله خود به استفاده از مدل برنامه‌ریزی به نام MATA[4] (ابزار تحلیل چندگانه برای بخش کشاورزی) به تأثیر سیاست قیمت‌گذاری آب بر

1- Statewide Agricultural Production Model
2- Positive Mathematical Programming model
3- technique of order preference similarity to the ideal solution
4- Multiple Analysis Tools for Agriculture

تقاضای منابع آب توسط کشاورزان در رابطه با فعالیت‌های زراعی و درآمد آن‌ها پرداخت و نشان داد که سیاست قیمت‌گذاری آب تأثیر منفی بر تقاضای منابع آب در غنا دارد؛ اما این تأثیر تنها زمانی رخ می‌دهد که قیمت آب به میزان قابل‌توجهی افزایش یابد. این مطالعه همچنین توصیه می‌کند که سیاست قیمت‌گذاری آب نباید به‌تنهایی به‌عنوان یک ابزار سیاستی مورداستفاده قرار گیرد، بلکه باید همراه با سایر سیاست‌های صرفه‌جویی در مصرف آب به‌منظور دستیابی به بهترین نتایج استفاده شود (Aidam, 2015). تاراداس و همکاران با انتخاب یک مزرعه مختلط از درختان انگور و زیتون ضمن بررسی بهترین شیوه‌های مدیریت مزرعه در جنوب اسپانیا از طریق مدل INSPIA[1] (ابتکار برای کشاورزی مولد پایدار) و بر اساس داده‌های ثبت و ضبط‌شده مزرعه در طول ۵ سال به ارزیابی پایداری بر روی ۳۱ شاخص ازجمله مدیریت خاک، مدیریت محصول، کود دهی، تنوع زیستی، سودآوری، آب و انرژی پرداخته و نتیجه گرفتند که ارزش شاخصه‌ای ترکیبی بالاتر است و بهبود کیفیت خاک، آب‌وهوا، بهبود تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی به ارتقاء کشاورزی پایدار کمک می‌کند (Tarradas et al.2020). زورامانی و همکاران پایداری کشاورزی را برای محصولات دائمی، درختان زیتون، محصولات زراعی و مزارع دام در یونان با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP[2]) بررسی کرده‌اند. بر اساس نتایج این تحقیق، در وزنی مساوی از شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی عملکرد کلی پایداری محصولات دائمی در رتبه اول، دامداری‌ها در رتبه دوم و درختان زیتون و محصولات زراعی با عملکرد کمتر رتبه سوم را کسب کردند (Tzouramani et al.2020).

بررسی مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب، پایداری کشاورزی را با مشکل مواجه خواهد کرد. نتایج اغلب مطالعات صورت گرفته به وزن بالا و مؤثر شاخص محیط زیستی در پایداری کشاورزی اشاره دارند و همچنین به اثرات مثبت اعمال سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری بر کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آن پرداخته‌اند که بر پایداری کشاورزی تأکید دارد. ازاین‌رو بهبود مدیریت مزرعه و مصرف بهینه آب کشاورزی گامی مؤثر برای دستیابی به اهداف اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی به‌منظور حفظ و ارتقاء پایداری کشاورزی خواهد بود. با توجه به محدودیت منابع آبی در استان گلستان، این مطالعه با تلفیق مدل برنامه‌ریزی مثبت (PMP) و روش‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و با همراهی اولویت‌بندی ترجیحات مختلف (استفاده از ۵ سناریوی ترجیحی اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی، یکسان و متخصصین) به بررسی اثرات سیاست‌های کاهش مصرف آب (سهمیه‌بندی، قیمت‌گذاری و تلفیقی) بر پایداری کشاورزی در شهرستان ترکمن (منطقه میانی دشت گرگان) پرداخته که این امر یک نوآوری در امر تحقیق محسوب می‌گردد.

روش تحقیق

برای دستیابی به اهداف تحقیق، پس از مرور منابع و بر اساس معیارهای مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی، شاخص‌های پایداری تدوین گردید و به کمک نظرات متخصصین به رتبه‌بندی شاخص‌ها پرداخته شد. سپس با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت شبیه‌سازی رفتار کشاورزان بازسازی گردیده و با اعمال سیاست‌های مختلف قیمتی و سهمیه‌بندی آب و به کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی، پایداری زراعی شهرستان ترکمن بر اساس سناریوهای مختلف ترجیحی انجام گرفت (شکل ۱).

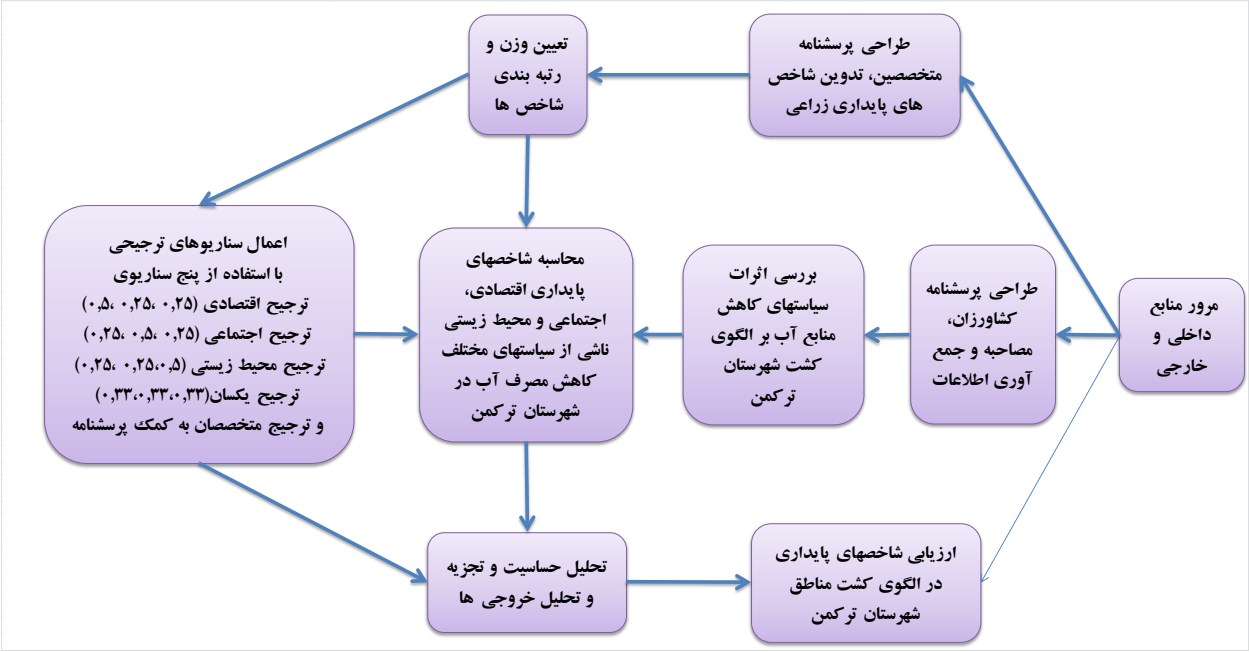
منطقه موردبررسی، تعیین حجم نمونه و جمع‌آوری آمار و اطلاعات

تحقیق حاضر در محدوده شهرستان ترکمن به‌عنوان نماینده اقلیم معتدل خزری و در میان دو منطقه اقلیمی شمالی و جنوبی استان گلستان صورت گرفته است (شکل ۲). بارندگی شهرستان ترکمن در سال ۱۳۹۸ به میزان ۴۸۳/۴ میلی‌متر بوده است. از خصوصیات این منطقه می‌توان به خاک نفوذناپذیر تا متوسط، آب ماندگی، نابهنگام بودن آب سطحی، وجود چاه‌های بهره‌برداری پرشمار شامل چاه‌های عمیق و نیمه عمیق، اشاره نمود (شرکت آب منطقه‌ای گلستان،۱۳۹۹). بارندگی شهرستان ترکمن در سال ۱۳۹۸ به میزان ۴۸۳/۴ میلی‌متر گزارش‌شده است. مساحت اراضی زراعی این شهرستان بنا بر اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در حدود ۲۴۹۴۷ هکتار بوده است که از این سطح به مقدار ۴۳۶۰ هکتار کشت آبی (قریب ۱۷/۵٪) است (سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان،۱۳۹۹).

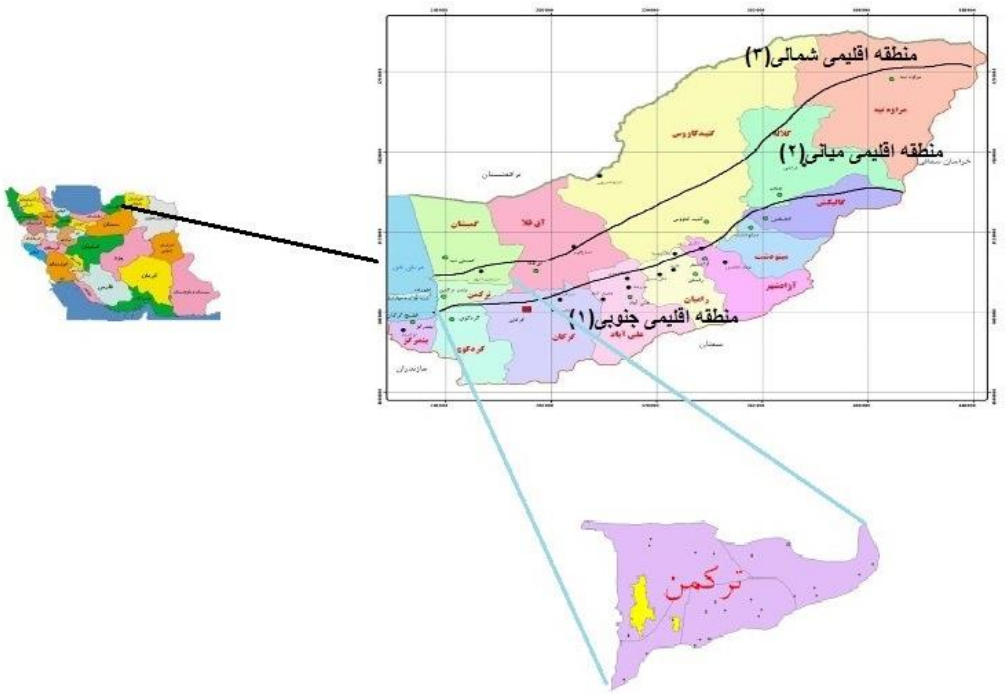
علاوه بر آمار اخذشده از سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان (سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸)، کلیه اطلاعات موردنیاز فعالیت‌های زراعی از طریق تکمیل پرسشنامه و مصاحبه رودررو با کشاورزان (شامل محصولات عمده آبی زراعی گندم، کلزا، ذرت علوفه‌ای، پنبه، شالی و چغندرقند) جمع‌آوری گردید و برای تعیین حجم نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی استفاده شد (رابطه ۱). در این رابطه N= تعداد کل جمعیت آماری، Z= ضریب اطمینان، که چنانچه سطح معنی‌داری آزمون برابر با ۰/۰۵ باشد، مقدار این ضریب برابر است با ۱،۹۶، S= واریانس وجود صفت در جامعه (در این پژوهش از نسبت واریانس سوددهی استفاده‌شده است)، d= دقت نمونه‌گیری و n= تعداد نمونه است. در این پژوهش تعداد نمونه در جامعه (زارعین کشت آبی شهرستان ترکمن) برابر ۱۶۲ نفر به دست آمد.

1- Initiative for Sustainable Productive Agriculture model

2- Analytic hierarchy process



شکل ۱- شماتیک مراحل تحقیق



شکل ۲- موقعیت شهرستان ترکمن در استان گلستان و منطقه اقلیمی میانی

$$n = \frac{Nz^2s^2}{Nd^2 + z^2s^2} \quad (۱)$$

همچنین برای وزن دهی معیارها و زیرمعیارهای تعیین‌کننده پایداری، از نظرات ۱۵ نفر متخصصان (خبرگان) امر پایداری در تخصص‌های اقتصاد کشاورزی و علوم آب‌وخاک شامل: علوم مهندسی آبیاری، آبیاری و زهکشی، زراعت و توسعه کشاورزی در قالب تکمیل پرسشنامه استفاده‌شده است (این افراد به‌صورت کاملاً تعمدی و غیر تصادفی انتخاب‌شده‌اند).

شبیه‌سازی الگوی کشت و سیاست‌های قیمتی و غیر قیمتی آب

جهت شبیه‌سازی الگوی کشت و مقایسه با سطح زیر کشت سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ به‌عنوان سال پایه (الگوی موجود) از مدل برنامه‌ریزی ریاضی کمک گرفته‌شده است.

در این روش فرض بر این است که ترکیب فعالیت مشاهده‌شده در مزرعه انعکاس‌دهنده انتخاب بهینه موردنظر کشاورز است و یک تابع هدف غیرخطی سطوح مشاهده‌شده فعالیت‌ها را بازتولید می‌نماید. این روش در سه مرحله و به شرح زیر انجام می‌شود؛ (۱) تبیین مدل برنامه‌ریزی خطی با تابع هدف حداکثر سازی سود کشاورزان و محدودیت‌های کالیبراسیون با محدودیت‌های منابع جهت برآورد قیمت‌های سایه‌ای است. (۲) در این روش، تعیین پارامترهای تابع هدف غیرخطی (تابع هزینه غیرخطی درجه دوم) با توجه به مقادیر حاصله مرحله اول است.

$$\text{Maximise } z = \acute{P}X - \acute{C}X \qquad (۲)$$

$$\text{S.t.: } Ax \le b \ [\lambda]$$
$$x \le x^{\circ} + \varepsilon \ [\rho]$$
$$x \ge 0$$

$$C^{v}(x) = d'x + 0.5\, x'Qx \qquad (۳)$$

(۳) تبیین مدل PMP واسنجی شده نهایی با کاربرد تابع هزینه غیرخطی کالیبره شده مرحله دوم و مجموعه محدودیت‌های منابع (به‌جز محدودیت کالیبراسیون) به‌منظور تحلیل سیاست‌ها.

$$\text{Max } Z = p'x - d'X - 0.5\, x'Qx \qquad (۴)$$

$$\text{S.t.: } AX \le b$$
$$X \ge 0$$

در معادلات فوق Z مقدار تابع هدف (سود ناخالص) که بایستی حداکثر شود. A ، b، x، c'، x° ماتریس ضرایب فنی، بردار منابع موجود، سطح تولید، هزینه‌های متغیر سطح هر محصول و نیز سطح فعالیت مشاهده‌شده در سال پایه است. بردار d' و ماتریس Q

پارامترهای واسنجی شده تابع هدف غیرخطی و بردار هزینه نهایی متغیر مربوط به تابع هزینه است. ε، λ و ρ به ترتیب بیانگر برداری از اعداد کوچک مثبت، قیمت سایه‌ای مربوط به محدودیت‌های منابع و قیمت سایه‌ای مربوط به کالیبراسیون است. محدودیت‌های این مدل با توجه به موضوع پژوهش و اهداف آن، شامل محدودیت‌های منابع آب، زمین، نیروی کار، ماشین‌آلات، تناوب زراعی، کودهای شیمیایی (فسفاتِ، ازتِ و پتاس) و محدودیت سموم (علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش) است. برای شبیه‌سازی الگوی کشت و اعمال سیاست‌ها از نرم‌افزار GAMS(۲۴,۱,۲) استفاده گردید.

روش تحلیل سلسله مراتبی

فن تصمیم چندمعیاره برای تحلیل مسائل پیچیده معیار مناسبی به شمار می‌رود که با ترکیبی از داده‌های کمی و کیفی شامل نظرات کارشناسان همراه است. این تکنیک توانایی تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه از طریق تجمیع خصیصه‌های مختلف برای انتخاب گزینه‌های مستقل را دارد (Belton & Stewart, 2002). روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از روش‌های جامع و متداول سیستم‌های طراحی‌شده کاربرد تکنیک (MCDA)[1] بر اساس مدل ارزش نهایی است که برای استخراج اولویت‌ها به نظرات کارشناسان تکیه دارد (Saaty, 2008). در تحقیق حاضر به دلیل توانایی انجام مقایسه زوجی و تجمیع ویژگی‌های مختلف پایداری از روش تحلیل سلسله مراتبی برای سنجش و اولویت‌بندی سیاست‌ها استفاده می‌شود.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی شامل مراحل زیر است: ۱- ساخت درخت تصمیم ۲- مقایسه جفتی معیارها و گزینه‌ها ۳-محاسبه سازگاری که پس از مقایسه جفتی معیارها و گزینه‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و چنانچه نرخ ناسازگاری کوچک‌تر یا برابر با ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها موردپذیرش است در غیر این صورت باید در داوری تجدیدنظر شود. ۴- ایجاد ارزش عددی که با تجمیع همه خصیصه‌ها و برای گزینه‌های تصمیم در منطقه محاسبه می‌شود و با نرمال‌سازی اهمیت نسبی هر شاخص را نشان می‌دهد. در این مرحله امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها بر اساس رابطه (۴) تعیین می‌شود:

$$\text{امتیاز نهایی} = \sum_{k=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} W_k\, W_i\, (g_{ij}) \qquad (۵)$$

در رابطه فوق W_k ضریب اهمیت معیار W_i، ضریب اهمیت زیرمعیار gij، iامتیاز گزینه j در ارتباط با زیرمعیار i هستند. ۵- تحلیل حساسیت: با تغییرپذیری اهمیت معیارها و قابلیت ارزیابی نتایج تصمیم انجام می‌گیرد (Ishizaka and Labib, 2009). در این تحقیق و برای کاربرد AHP از نرم‌افزار Expert Choice (11) استفاده گردیده است.

نتایج و بحث

سیاست‌های کاهش مصرف منابع آب در این پژوهش شامل سیاست‌های قیمتی و سهمیه‌بندی آب و تلفیقی از این دو بوده است که در قالب شش سیاست (گزینه) به شرح جدول ۱، اعمال گردید.

1- Multiple Criteria Decision Analysis

جدول ۱- سیاست‌های اعمالی مختلف قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب

نام گزینه Choices	قیمت‌گذاری Pricing	سهمیه‌بندی qouta
C1	۵۰٪ افزایش قیمت	بدون سهمیه‌بندی
C2	۱۰۰٪ افزایش قیمت	بدون سهمیه‌بندی
C3	بدون قیمت‌گذاری	۵٪ کاهش حجم آب
C4	بدون قیمت‌گذاری	۳۰٪ کاهش حجم آب
C5	۵۰٪ افزایش قیمت	۵٪ کاهش حجم آب
C6	۱۰۰٪ افزایش قیمت	۳۰٪ کاهش حجم آب

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۲) تغییرات سطح زیر کشت و نهاده‌ها را بر اساس سیاست‌های قیمتی و سهمیه‌بندی آب نسبت به سال پایه نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، بالاترین تغییرات در سیاست (C4) یعنی سهمیه‌بندی ۳۰٪ و در سیاست (C6) سهمیه‌بندی ۳۰٪ توأمان با قیمت‌گذاری ۱۰۰٪ ملاحظه می‌شود و پایین‌ترین تغییرات در سیاست قیمت‌گذاری ۵۰٪ (C1) قابل‌مشاهده است.

جدول ۲- اثر سیاست‌های سهمیه‌بندی و قیمت‌گذاری آب بر الگوی کشت شهرستان ترکمن

	محصولات و نهاده‌ها	مقدار کل در سال پایه	C6	C5	C4	C3	C2	C1
سطح زیر کشت محصولات عمده آبی (هکتار)	گندم	۱۹۵۰	-۴۲/۷	-۵/۷	-۴۳/۷	-۶/۱	-۵/۲	-۲/۶
	کلزا	۳۳۸/۲	-۹۸/۹	-۱۳/۲	-۱۰۰	-۱۴/۳	-۱۱/۶	-۵/۸
	ذرت علوفه‌ای	۲۳۳/۴	-۱۰۰	-۱۸/۱	-۱۰۰	-۱۹/۵	-۱۶/۱	-۸/۰
	پنبه	۹۳/۷	-۱۸/۱	-۲/۵	-۱۸/۷	-۲/۶	-۲/۳	-۱/۱
	شالی	۱۰۸۹/۹	-۲۱/۴	-۳/۲	-۲۱	-۳	-۳/۳	-۱/۷
	چغندرقند	۳۲۲۰/۵	-۱۷/۱	-۲/۳	-۱۷/۴	-۲/۴	-۲/۲	-۱/۱
	سطوح کشت	۴۰۲۵/۷	-۴۲/۴	-۶	-۴۲/۹	-۶/۴	-۵/۵	-۲/۸
کودها (کیلوگرم)	فسفات	۴۱۰۵۳۹/۶	-۴۰/۷	-۵/۸	-۴۱/۲	-۶/۱	-۵/۳	-۲/۶
	نیترات (ازت)	۸۲۶۵۳۱/۸	-۴۰/۷	-۵/۸	-۴۱/۲	-۶/۱	-۵/۳	-۲/۷
	پتاس	۸۲۹۷۶/۸	-۴۱	-۵/۷	-۴۱/۶	-۶/۱	-۵/۲	-۲/۶
سموم (لیتر)	علف‌کش	۶۲۳۳/۷	-۳۹/۴	۵/۳	-۴۰	۵/۶	۴/۹	۲/۴
	حشره‌کش	۱۵۰۳۸/۹	-۲۷/۴	۳/۸	-۲۷/۳	۳/۷	۳/۷	۱/۹
	قارچ‌کش	۹۲۰	-۲۵/۹	-۲۶/۷	-۲۶/۶	-۲۶/۵	-۲۴/۷	-۱۲/۶
	مقدار آب (مترمکعب)	۲۲۷۵۳۷۳۲	-۲۹/۵	-۴/۳	-۲۹/۵	-۴/۳	-۴/۱	-۲/۱
	نیروی کار (نفر روز)	۹۷۷۵۶/۸	-۲۶/۱	-۳/۶	-۲۶/۲	-۳/۶	-۳/۵	-۱/۷
	سوددهی (میلیون تومان)	۶۴۱۶۳/۲۴	-۱۲/۰	-۳/۵	-۶/۹	-۰/۱	-۶/۹	-۳/۵

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۲) همچنین نشان می‌دهد، میزان کاهش مقداری آب در دو سیاست سهمیه‌بندی C3 و C4 متأثر از اعمال سیاست‌های کاهش ۵ درصد و ۳۰ درصد اعمالی بر الگوی کشت پایه بوده است. کاهش مقداری مصرف آب در دو سیاست قیمتی C1 و C2 به ترتیب ۲/۱ درصد و ۴/۱ درصد است و مقادیر کاهش در دو سیاست تلفیقی C5 و C6 به ترتیب برابر ۴/۳ درصد و ۲۹/۵ درصد است.

در اثر کاربرد سیاست‌های اعمالی کاهش مصرف آب میزان سطوح کشت نیز تغییراتی داشته است و همان‌گونه که دیده می‌شود سطح کشت ذرت علوفه‌ای به میزان ۱۰۰ درصد و سطح کشت کلزا به میزان ۹۸/۹ و ۱۰۰ درصد، در سیاست‌های (C4 و C6) کاهش داشته است. در همین سیاست‌ها میزان سطوح محصولات مختلف دیگر نیز یعنی؛ گندم، شالی، پنبه و چغندرقند کاهش کمتری داشته‌اند.

همچنین ملاحظه می‌شود کمترین تغییرات سطح کشت در اثر کاربرد سیاست‌های قیمتی (C1 و C2) وجود دارد. در اثر کاربرد سیاست‌های اعمالی مصرف نهاده‌هایی چون انواع کودها و سموم نیز با کاهش روبه‌رو شده است و مشاهده می‌شود که در اینجا نیز بیشترین تغییرات براثر کاربرد سیاست‌های سهمیه‌بندی و کمترین آن در اثر اعمال سیاست‌های قیمتی اتفاق افتاده‌اند. تغییرات میزان سوددهی مزارع نیز در اثر کاربرد سیاست‌های (گزینه‌های) مختلف در ردیف نهایی جدول یادشده مشاهده می‌شود؛ در سیاست سهمیه‌بندی ۳۰ درصد (C4) میزان کاهش سوددهی با میزان به‌دست‌آمده حاصل از اعمال سیاست افزایش قیمت ۱۰۰ درصد مشابهت دارد (C2) و این در حالی است که کمترین کاهش سوددهی در اثر سیاست سهمیه‌بندی ۵ درصد (C3) و سپس سیاست (C1) و بیشترین کاهش سوددهی در سیاست توأمان سهمیه‌بندی ۳۰ درصد و افزایش قیمت ۱۰۰ درصد یعنی سیاست C6 دیده می‌شود.

به‌منظور ارزیابی پایداری براثر اعمال سیاست‌های شش‌گانه قیمتی و سهمیه‌بندی آب و انتخاب بهترین سیاست در منطقه از پنج سناریوی ترجیح محیط زیستی، ترجیح اقتصادی، ترجیح اجتماعی، ترجیح یکسان و ترجیح متخصصین استفاده‌شده است (جدول ۳).

جدول ۳- وزن شاخصه‌ای پایداری در سناریوهای مختلف ترجیحی

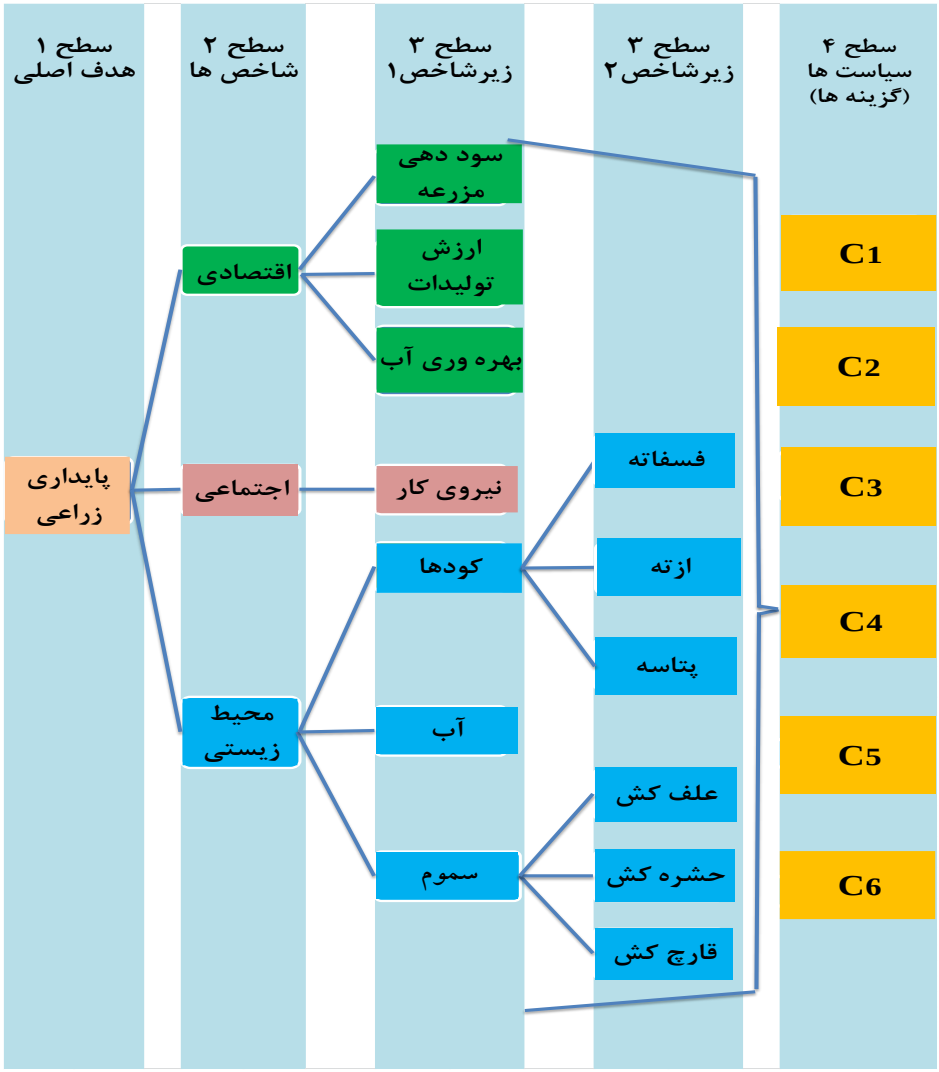
ترجیحات (سناریوهای ترجیحی)	وزن شاخص اقتصادی	وزن شاخص اجتماعی	وزن شاخص محیط زیستی
ترجیح متخصصین	۰/۴۵۳	۰/۲۳۲	۰/۳۱۵
ترجیح اقتصادی	۰/۵۰۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰
ترجیح اجتماعی	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۰/۲۵۰
ترجیحی محیط زیستی	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰
ترجیح یکسان	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ٤- شاخص‌های پایداری اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی

معیار اصلی	زیر معیار (۱)	کد	درصد اهمیت	زیر معیار (۲)	رتبه در زیر معیار	درصد اهمیت زیر معیار	مقیاس/ واحد	جهت اثر در پایداری	توضیحات
محیط زیستی ۳۱/۵	آفت‌کش‌ها (سموم)	۲	۳۳/۷۵	حشره‌کش‌ها	۱	۴۲/۵	لیتر در هکتار	-	مصرف در هکتار
				علف‌کش‌ها	۲	۳۵/۱	لیتر در هکتار	-	مصرف در هکتار
				قارچ‌کش‌ها	۳	۲۲/۴	لیتر در هکتار	-	مصرف در هکتار
	کودها	۳	۲۶/۲۵	نیتروژن	۱	۴۸/۷۴	کیلوگرم در هکتار	-	مصرف در هکتار
				فسفات	۲	۲۶/۸۸	کیلوگرم در هکتار	-	مصرف در هکتار
				پتاس	۳	۲۴/۳۸	کیلوگرم در هکتار	-	مصرف در هکتار
	آب	۱	۴۰	–	–	–	مترمکعب در هکتار	-	مصرف در دوره رشد
اجتماعی ۲۳/۲	اشتغال در مزرعه	۱	۱۰۰	–	–	–	نفر- نیرو	+	نیروی کار در هکتار
اقتصادی ۴۵/۳	سوددهی مزرعه	۱	۴۷/۸۶	–	–	–	ریال	+	درآمد-هزینه
	بهره‌وری آب	۲	۲۸/۵۷	–	–	–	نسبت (درصد)	+	محصول تولیدی به آب
	ارزش تولیدات کشاورزی	۳	۲۳/۵۷	–	–	–	ریال در هکتار	+	قیمت *عملکرد

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۳- درخت تصمیم پایداری زراعی تحت تأثیر سیاست‌های قیمتی و غیر قیمتی آب

درختواره تصمیم برای تعیین اثرات سیاست‌های کاهش منابع آب بر پایداری زراعی شهرستان تحت تأثیر سیاست‌های قیمتی و غیر قیمتی آب در شکل شماره ۳ نمایش داده‌شده است. در سطح اول پایداری، هدف اصلی وجود دارد که حاصل تجمیع سه شاخص محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی (در سطح ۲) است. این شاخص‌ها به زیرشاخه‌های قابل‌اندازه‌گیری (در سطح ۳) شامل نهاده‌های مصرفی آب، کودها (فسفاتِ، ازتِ، پتاسِ)، سموم (علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها) و نیروی کار، بهره‌وری فیزیکی آب، سوددهی مزرعه و ارزش تولیدات در سطح مزرعه تقسیم‌بندی شده‌اند و درنهایت تحلیل این داده‌ها به کمک اعمال سیاست‌های شش‌گانه در سطح چهارم صورت گرفته است.

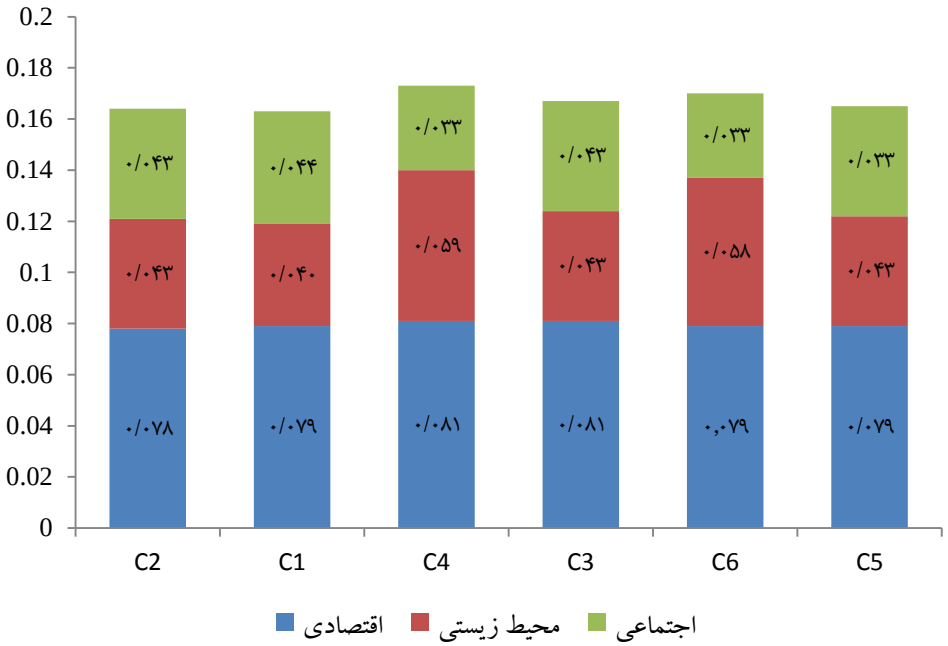
رتبه و وزن هر معیار و زیرمعیار پایداری، مقیاس و جهت اثر آن در پایداری بر اساس نظر متخصصین در جدول شماره (۴) نشان داده‌شده است. وزن سه معیار اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی در پایداری کل بر مبنای اولویت‌بندی متخصصان به ترتیب ۰/۴۵۳، ۰/۲۳۲ و ۰/۳۱۵ به‌دست‌آمده است و این بدین معناست که پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه متخصصین از میان شاخص‌های اصلی به معیار اقتصادی نمره بالاتری داده و تأثیر آن‌ها بر پایداری بیشتر از دو معیار دیگر می‌دانند و بعدازآن نقش محیط‌زیست را به‌عنوان معیار اصلی در رتبه دوم قرار داده و لذا معیار اقتصادی در رتبه سوم قرار می‌گیرد. بر اساس داده‌های حاصل در زیر معیار سموم رتبه اول، دوم و سوم به ترتیب با ۰/۴۲۵، ۰/۳۵۱ و ۰/۲۲۴ به حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها اختصاص یافت و در زیر معیار کودها؛ نیتروژن، فسفات و پتاس به ترتیب با وزن‌های ۰/۴۸۸، ۰/۲۶۹ و ۰/۲۴۹ در رتبه اول تا سوم قرارگرفته‌اند.

شاخص‌های سموم، کودها و مصرف آب با اثر منفی و نیروی کار،

بهره‌وری فیزیکی آب، سوددهی مزرعه و ارزش تولیدات زراعی با اثر مثبت هستند. در میان زیرمعیارها، سوددهی بالاترین وزن را در معیار اقتصادی داشته و پس‌ازآن بهره‌وری آب و ارزش تولیدات می‌باشند و همچنین آب، بیشترین وزن را در میان معیارهای محیط‌زیستی داشته و در رتبه‌های دوم و سوم آفت‌کش‌ها و کودها قرار دارند.

ارزیابی پایداری با اعمال سیاست‌های قیمتی و غیر قیمتی

بر اساس نظر متخصصین، بیشترین پایداری در الگوی کشت شهرستان ترکمن در سیاست سهمیه‌بندی ۳۰ درصد (C4)، با نمره پایداری به میزان ۰/۱۷۳ اتفاق می‌افتد و در رتبه بعدی سیاست تلفیقی (C6) با نمره ۰/۱۷۰ قرار دارد و کمترین پایداری در سیاست‌های افزایش قیمت آب (C2) و (C1) به ترتیب با نمره پایداری ۰/۱۶۳ و ۰/۱۶۲ می‌باشند (شکل ۴). در اینجا می‌توان به نقش معیار اقتصادی نیز در بالا رفتن میزان نمره پایداری در سناریوی محیط زیستی دقت نمود.

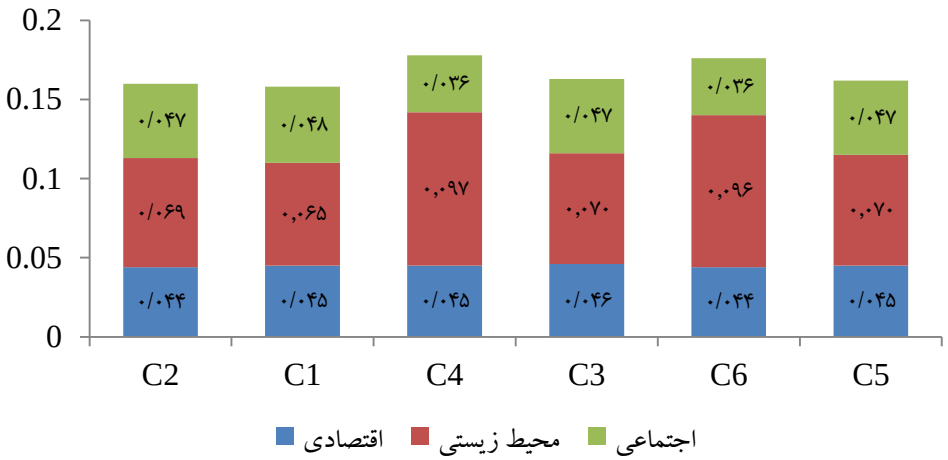


شکل ٤- نمودار سطح پایداری زراعت آبی شهرستان ترکمن در سناریوی ترجیحی متخصصین (نرخ ناسازگاری=۰,۰۰)

شکل ٥- نمودار سطح پایداری زراعت آبی شهرستان ترکمن در سناریوی ترجیحی اقتصادی (نرخ ناسازگاری=۰,۰۰)

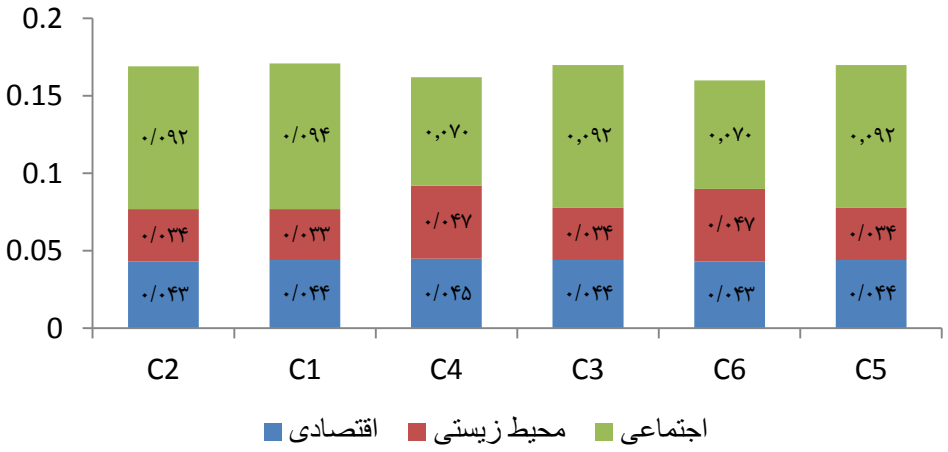
سطح پایداری زراعت آبی شهرستان ترکمن در سناریوی ترجیح اقتصادی و در شکل شماره ۵ نشان داده‌شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در اثر اعمال سیاست‌های قیمتی و سهمیه‌بندی آب در این سناریوی تحقیق، بیشترین سطح پایداری باسیاست سهمیه‌بندی ۳۰ درصد (C4) با نمره ۰/۱۷۰ و سپس در اثر سیاست سهمیه‌بندی ۵۰٪ (C3) با نمره ۰/۱۶۸ حاصل گردیده است و کمترین آن در سیاست افزایش قیمت ۱۰۰ درصد (C2) با نمره ۰/۱۶۵ قابل‌مشاهده است. در اینجا سهم معیار محیط زیستی موجب بالا رفتن نمره پایداری کل در سیاست سهمیه‌بندی ۳۰ درصد شده است و نقش این شاخص را در پایداری اقتصادی شهرستان ترکمن نشان می‌دهد.

بر اساس اعمال سیاست‌های کاهش مصرف آب در سناریوی ترجیح محیط زیستی، بیشترین پایداری در سیاست سهمیه‌بندی ۳۰ درصد (C4) با نمره ۰/۱۷۸ دیده می‌شود و پس‌ازآن سیاست تلفیقی (C6) با نمره پایداری ۰/۱۷۸ قرار دارد. همچنین کمترین سهم پایداری در سیاست افزایش قیمت ۵۰٪ (C1) به میزان ۰/۱۵۸ وجود دارد (شکل ۶). همان‌طور که در شکل نیز ملاحظه می‌شود نقش معیار محیط زیستی در پایداری بالای سیاست سهمیه‌بندی C4 و سیاست تلفیقی C6 مؤثر است.



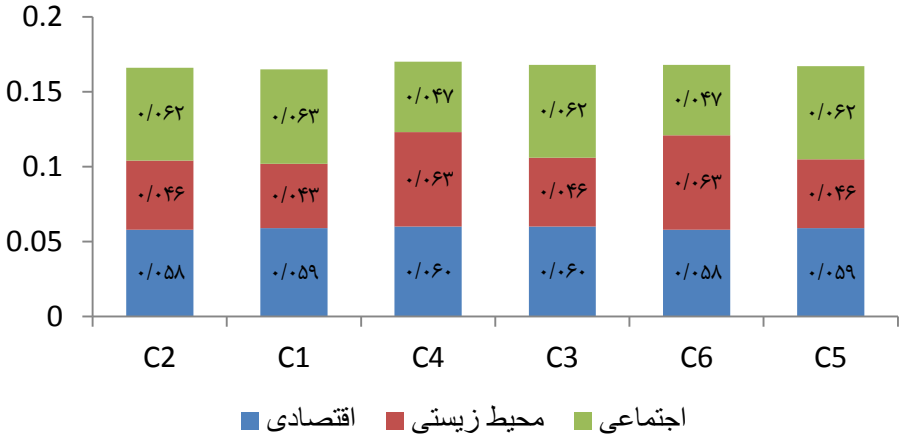
شکل ٦- نمودار سطح پایداری زراعت آبی شهرستان ترکمن در سناریوی ترجیحی محیط زیستی (نرخ ناسازگاری=۰,۰۰)

سطوح پایداری زراعت در شهرستان ترکمن در سناریوی ترجیحی اجتماعی در شکل شماره ۷ دیده می‌شود. در اثر اعمال سیاست‌های سهمیه‌بندی و قیمتی آب بیشترین پایداری در سیاست افزایش قیمت ۵۰٪ (C1) با نمره ۰/۱۷۱ است و کمترین نمره پایداری به میزان ۰/۱۶۰ در سیاست کاهش ۳۰ درصد مقدار آب (C6) دیده می‌شود.

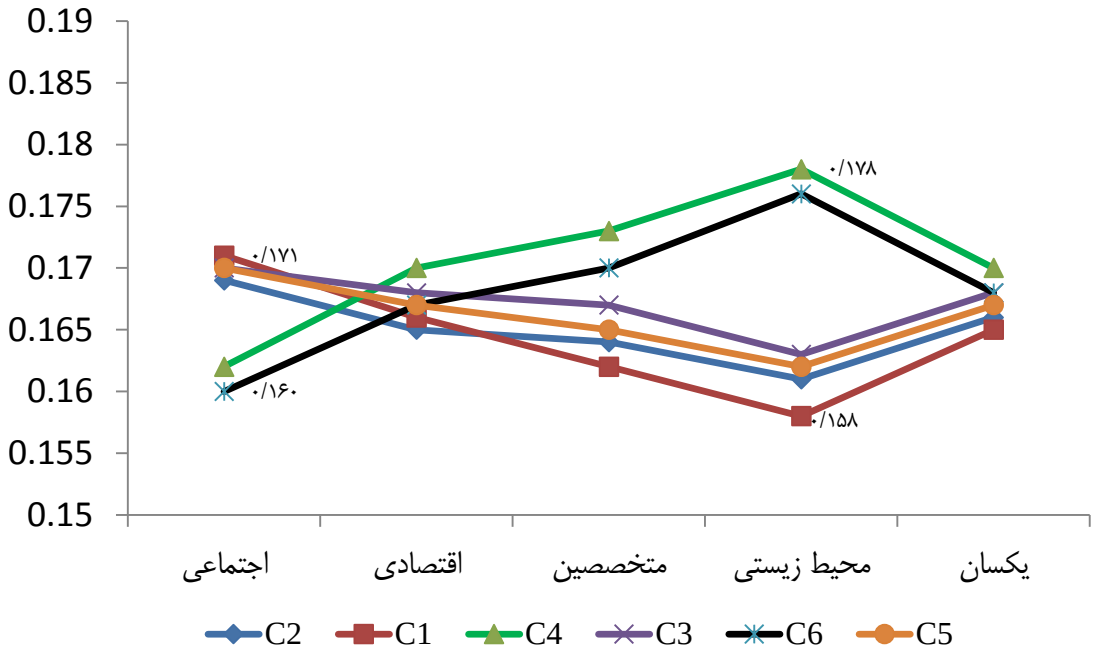


شکل ۷- نمودار سطح پایداری زراعت آبی شهرستان ترکمن در سناریوی ترجیحی اجتماعی (نرخ ناسازگاری=۰,۰۰)

در شکل شماره ۸ نیز سطح پایداری زراعت آب در شهرستان ترکمن در سناریوی ترجیحی یکسان و با اعمال سیاست‌های سهمیه‌بندی و قیمتی آب ملاحظه می‌گردد. بیشترین نمره پایداری در سیاست کاهش ۳۰ درصد مقدار آب (C4) به میزان ۰/۱۷۰ است و کمترین آن در سیاست افزایش قیمت آب ۵۰ درصد (C1) به میزان ۰/۱۶۵ است.



شکل ۸- نمودار سطح پایداری زراعت آبی شهرستان ترکمن در سناریوی ترجیحی یکسان (نرخ ناسازگاری=۰,۰۰)



شکل ۹- نمودار سطوح پایداری کل زراعت آبی شهرستان ترکمن در سناریوهای ۵ گانه تحقیق (نرخ ناسازگاری=۰,۰۰)

اولویت‌بندی سیاست‌های سهمیه‌بندی و قیمتی آب بر اساس سناریوهای ترجیحی اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی، متخصصین و یکسان

بر اساس نتایج تحقیق برای اصلاح الگوی مصرف آب در بخش زراعی با اعمال سیاست‌های کاهش مصرف آب در اغلب سناریوهای ترجیحی به‌جز ترجیح اجتماعی، بالاترین رتبه و اولویت اول به سیاست کاهش ۳۰ درصد حجم آب کاربردی (C4) اختصاص‌یافته است. پس‌ازآن و در مرتبه دوم استفاده سیاست توأمان (C6) قرار

می‌گیرد. در سناریوی ترجیح اجتماعی، سیاست افزایش قیمت آب ۵۰٪ (C1) و سپس سیاست توأمان (C6) در مرتبه اول و دوم قرار می‌گیرند. به‌عبارت‌دیگر اگر پایداری کل، اقتصادی و محیط‌زیستی اهمیت داشته باشد بهتر است از سیاست سهمیه‌بندی آب و اگر پایداری اجتماعی اهمیت داشته باشد بهتر است از سیاست افزایش قیمت آب آبیاری در منطقه استفاده شود (شکل ۹).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به ارزیابی پایداری کشاورزی در الگوی کشت (زراعت آبی شهرستان ترکمن) در اثر اعمال سیاست‌های سهمیه‌بندی و قیمتی آب با توجه به معیارهای اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی و بر اساس پنج سناریوی ترجیحی (متخصصین، اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی و یکسان) پرداخته شد. بالا بودن سطح معیار محیط زیستی در پایداری ترجیحات مختلف (به‌غیراز سناریوی ترجیح اجتماعی) ملاحظه گردید؛ به نحوی که در نمودار تجمعی شامل کلیه سناریوها، سطح بالای پایداری در سناریوی محیط زیستی دیده شد. مشابه چنین نتیجه‌ای یعنی پایداری زراعی بیشتر در سطح شاخص‌های زیست‌محیطی و بالاتر از شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی در مطالعات دیگر محققان نظیر؛ داداشیان سرای و همکاران (۱۳۹۴)، داور پناه و همکاران (۱۳۹۶) و رضایی و همکاران (۱۳۹۹) به چشم می‌خورد. در کنار نهاده آب و استفاده از سیاست‌های قیمتی و غیر قیمتی آن و با توجه به زیرمعیارهای چون سموم و کودها در شاخص محیط زیستی، نقش این نهاده‌ها نیز در امر پایداری زراعی شهرستان ترکمن مؤثر دیده می‌شود و می‌بایستی در جهت افزایش پایداری زراعی در کاربرد انواع آن احتیاط بیشتری صورت گیرد. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که برای دستیابی به کشاورزی پایدار در محدوده شهرستان ترکمن در وهله نخست رعایت مسائل محیط زیستی اهمیت دارد و حفظ و پایداری کشاورزی در وهله نخست، کاهش آسیب و زیان‌های محیط زیستی فعالیت‌های کشاورزی را می‌طلبد و سپس توجه به استفاده بهینه و اقتصادی منابع ضروری است.

نتایج این تحقیق هرچند حاکی از برتری سیاست سهمیه‌بندی آب نسبت به سیاست قیمتی آن در پایداری الگوی کشت شهرستان ترکمن دارد، لیکن اختلاف موجود میزان پایداری در برخی گزینه‌ها به هم نزدیک است. نزدیکی سطوح پایداری زراعی در برخی سناریوهای ترجیحی مبین آن است که در به‌کارگیری سیاست‌های قیمتی و سهمیه‌بندی آب در محدوده شهرستان ترکمن می‌بایستی دقت کافی به عمل آید تا با توجه لزوم حفظ تعادل مسائل اقتصادی و محیط زیستی از یک‌سو و مسائل اجتماعی از سوی دیگر بیشترین پایداری حاصل شود. همچنین در خصوص سیاست‌های سهمیه‌بندی، اتخاذ سیاست کاهش در موجودی آب مصرفی در شرایط کم‌آبی و در سطح ۵ درصد، نسبت به حالت مبنا تغییر کمی در پایداری ایجاد می‌کند ولی کاهش آب مصرفی به میزان ۳۰ درصد هرچند تا حدی سبب کاهش سود زارعین می‌گردد ولی به ایجاد پایداری در سطحی بالاتر می‌انجامد.

بدین ترتیب پیشنهاد می‌شود، درصورتی‌که جنبه‌های اقتصادی و به‌ویژه جنبه‌های محیط زیستی و پایداری کل اهمیت دارد، از سیاست سهمیه‌بندی ۳۰٪ در اقلیم میانی استان گلستان استفاده گردد و از اعمال سیاست‌های قیمتی جز در افزایش و حفظ پایداری اجتماعی بنا بر ضرورت استفاده شود. از روش‌هایی که بازده انتقال آب آبیاری را در شرایط بحران کم‌آبی به حداکثر می‌رساند و از هدرروی آب جلوگیری می‌کند استفاده شود (استفاده از لوله‌های انتقال در پوشش انهار سنتی، نصب دستگاه‌های کنترل‌کننده و کنتورهای هوشمند، بهره‌گیری از روش‌های نوین آبیاری، توزیع نوبتی آب یا تحویل حجمی آب با توجه به الگوی کشت و... ازجمله موارد است).

پیشنهاد می‌گردد؛ با توجه به جنبه‌های متفاوت مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی در شهرستان ترکمن از یک‌سو و از سوی دیگر تغییرات قابل‌توجهی که در پارامترهای اقلیمی مناطق مختلف استان گلستان وجود دارد؛ تحقیقات گسترده‌ای بر روی مناطق مختلف استان گلستان در زمینه پایداری زراعی و اثرات مختلف اعمال سیاست‌های مصرف آب به عمل آید. انجام تحقیقات این‌چنینی در سنجش میزان پایداری مناطق و نظام‌های کشاورزی مهم است و به‌کارگیری دقیق هرچه بیشتر شاخص‌های ارزیابی، نتایج مؤثرتری به دنبال خواهد داشت و بدیهی است با افزودن معیارهای دیگر می‌توان به ارزیابی‌های کامل‌تری دست‌یافت.

منابع

اسعدی، م. و نجفی‌علمدارلو، ح. ۱۳۹۸. بررسی اثرات سیاست‌های کاهش مصرف منابع آب بر توسعه پایدار کشاورزی در دشت قروه کردستان. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳(۲):۵۵۱-۵۴۰.

رضایی، ا. جولایی، ر. و کرامت زاده، ع. ۱۳۹۹. بررسی اثر سیاست‌های قیمت و سهمیه‌بندی آب کشاورزی بر پایداری منابع آب استان گلستان. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۴(۲): ۲۸۵-۲۶۹.

بی‌نیاز، ا. احمد پور، م. ضیایی، س. و محمدی، ح. ۱۴۰۰. اثرات بالقوه قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب بر بهره‌وری آب و مصرف نهاده‌های کشاورزی در استان کهگیلویه بویراحمد. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۵(۱): ۱۰۶- ۸۵.

پرهیزکاری، ا. صبوحی ،م. احمدپور ،م. و بدیع برزین، ح. ۱۳۹۳.

شبیه‌سازی واکنش کشاورزان به سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری(مطالعه موردی: شهرستان زابل). نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی. جلد ۲۸(۲): ۱۷۶- ۱۶۴.

داداشیان سرای، م. دشتی، ق. حیاتی، ب. و قهرمان زاده، م.۱۳۹۴. کاربرد ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی و تکنیک تاپسیس در تعیین ارزش وزنی معیارها و ارزیابی پایداری کشاورزی (مطالعه موردی: شهرستان‌های منتخب استان آذربایجان شرقی). مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار (دانش کشاورزی). ۲۵(۱): ۱۵۷-۱۴۵.

داورپناه، ش. هاشمی بناب، ص. و خداوردی‌زاده، م. ۱۳۹۶. ارزیابی پایداری کشاورزی استان اردبیل با استفاده از رهیافت ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس. مجله بوم‌شناختی کشاورزی. ۷(۲).۳۰-۱۷.

عظیمی‌فرد، س. زارع مهرجردی، م. و مهرابی بشر آبادی، ح. ۱۳۹۲. بررسی پایداری منابع آب در شهرستان قوچان: رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی کسری. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. (۳۳) ۳: ۱۱- ۱.

پورتال استانداری گلستان. ۱۴۰۰. معاونت آمار و اطلاعات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی.

وزارت نیرو. ۱۳۹۹. شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان.

وزارت نیرو. ۱۴۰۰. شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان.

سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان. ۱۳۹۹. سالنامه زراعی. دفتر آمار و اطلاعات معاونت برنامه و بودجه.

دیوان عدالت اداری.۱۳۸۲. رأی وحدت رویه

Aidam, P.W. 2015. The impact of water-pricing policy on the demand for water resources by farmers in Ghana. Agricultural Water Management. 158: 10-16.

Belton, V. and Stewart, T. J. 2002. Multiple criteria decision analysis: an integrated approach, Springer, Boston, MA. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1495-4

Dantsis, T., Douma, C., Giourga, C., Loumou, A. and Polychronaki, E. A. 2010. A methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems. Ecological Indicators. 10(2): 256-263.

Ishizaka, A. and Labib, A. 2009. Analytic hierarchy process and expert choice: benefits and limitations. OR insight. 22(4): 201-220.

Saaty, T. L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences. 1(1): 83-98.

Triviño-Tarradas, P., Carranza-Cañadas, P., Mesas-Carrascosa, F.J. and Gonzalez-Sanchez, E.J. 2020. Evaluation of Agricultural Sustainability on a Mixed Vineyard and Olive-Grove Farm in Southern Spain through the INSPIA Model. Sustainability. 12(3): 1090.

Tzouramani, I., Mantziaris, S. and Karanikolas, P. 2020.Assessing Sustainability Performance at the Farm Level: Examples from Greek Agricultural Systems. Sustainability. 12(7), 2929.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 16, Jun.-Jul. 2022, p. 446-459

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۶، خرداد - تیر ۱۴۰۱، ص. ۴۵۹-۴۴۶

Investigation Water Reduction Consumption Policies on Agricultural Sustainability in Intermediate Climate of Golestan Province

R. Kazemi-nejad[1], A. Rezaee[2*], R. Joolaie[3], A. Keramatzadeh[4]
Recived: Jan.12, 2021 Accepted: Feb.21, 2021

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the agriculture sustainability and determine the cultivation pattern in the Caspian temperate climate by the implementation of water consumption reduction policies (price, quota and a combination of the two) based on five scenarios of economic, environmental, social, and equal and experts' opinion preferences. The required information including documentary and field data from the production cost questionnaire and face-to-face interviews with farmers were obtained in the 2019-2020 crop year. The questionnaire and interviews with experts were used to calculate the weights of sustainability criteria and sub-criteria. In order to achieve the goals of the study, Positive Mathematical Programming method and Analytic Hierarchy Process were used. Based on the average opinion of experts used in this study, economic, social and environmental weights criteria in sustainability were calculated to be 0.453, 0.232 and 0.315, respectively. Also, the cultivation pattern will change based on the implementation of water consumption reduction policies. According to the economic and environmental sub-criteria, a 30% water quota policy and according to the social sub-criteria, a 50% price increase policy will lead to agriculture sustainability and optimal water consumption at the same time. In addition, to improve the pattern of water consumption in the agricultural sector, in the city of Turkmen as a representative of the Caspian temperate climate, a policy to reduce the volume of water use by 30% is proposed by applying policies (price, quotas and a combination of the two) in all preferential scenarios except the social preference. In the social preference scenario, a 50% increase in the water price is proposed. In the other words, there is an opposition between economic and environmental sustainability and social sustainability when implementing water consumption reduction policies and there must be an exchange between them.

Keywords: Analytical Hierarchy Process, Positive Mathematical Programming, Water Pricing Policies, Water Quotation Policies

1- MSc Student, Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural resources. Gorgan, Iran
2- Assistant Professor, Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural resources. Gorgan, Iran
3- Associate Professor, Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural resources. Gorgan, Iran
4- Assistant Professor, of Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural resources. Gorgan, Iran
(*- Correspondig Author Email: arezaee@gau.ac.ir)