نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۴ / شماره ۲/ ۱۳۹۹
Archive of SID
10.22092/JWRA.2020.122263

بررسی اثر سیاست‌های قیمت و سهمیه‌بندی آب کشاورزی بر پایداری منابع آب استان گلستان

اعظم رضایی[۱]*، رامتین جولایی و علی کرامت‌زاده

استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
arezaee@gau.ac.ir
دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
joolaie@gau.ac.ir
استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
alikeramatzadeh@gau.ac.ir

چکیده

مدیریت تقاضای آب یکی از مهم‌ترین موضوعات برای رسیدن به توسعه پایدار بالاخص در کشورهای خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. این مطالعه با هدف ارزیابی پایداری منابع آب ناشی از سیاست‌های مدیریت تقاضا (افزایش قیمت آب به میزان ۵۰٪ و ۱۰۰٪ و سهمیه‌بندی آب ۱۰٪ و ۲۰٪) در بخش کشاورزی استان گلستان با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و شاخص‌های پایداری منابع آبی انجام گرفت. داده‌های لازم از آب منطقه‌ای و سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان و تکمیل پرسشنامه و مصاحبه رودررو با ۲۸۰ کشاورز در استان گلستان در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ جمع‌آوری گردید. بر اساس نتایج، اعمال سناریوی افزایش ۵۰٪ و ۱۰۰٪ قیمت آب به ترتیب منجر به کاهش۲/۷۲٪ و ۵/۴۴٪ مصرف آب و همچنین ۵/۰۶٪ و ۹/۹۹٪ سودناخالص (بازده برنامه‌ای) خواهد شد. همچنین 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٪ سودناخالص خواهد شد. به علاوه سود ناخالص به ازای واحد حجم آب در بخش زراعی با اعمال سناریوی افزایش ۵۰٪ و ۱۰۰٪ قیمت آب به ترتیب ۲/۴۱٪و ۴/۸۱٪ کاهش و با اعمال سناریوی ۱۰٪ و ۲۰٪ سهمیه‌بندی منابع آبی به ترتیب ۹/۱۷٪و ۱۱/۰۹٪ افزایش می‌یابد. همچنین، کارایی اشتغال مصرف آب، با اعمال سناریوهای افزایش ۵۰٪و ۱۰۰٪ قیمت آب به ترتیب به میزان ۰/۷۸٪ و ۱/۶٪ افزایش و بر اساس سناریوهای ۱۰٪ و ۲۰٪ کاهش منابع آبی به ترتیب ۲/۶٪و ۵/۸٪ افزایش خواهد یافت. بنابراین، توصیه می شود از سیاست‌های سهمیه‌بندی آب مانند توزیع نوبتی آب بین کشاورزان یا تحویل حجمی آب بر اساس نیاز آبی و راندمان آبیاری، با توجه به الگوی کشت در منطقه استفاده کنند و برای جبران کاهش سود کشاورزان، از پرداخت‌های مستقیم به کشاورزان حمایت شود. همچنین پیشنهاد می‌گردد از روش‌هایی در آبیاری استفاده کنند که بهره‌وری آب را افزایش می دهد.

واژه‌های کلیدی: **مدیریت تقاضای آب ، بازده برنامه‌ای، کارایی اشتغال مصرف آب.**

---

[۱] - آدرس نویسنده مسئول: گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گروه اقتصاد کشاورزی
*. دریافت: دی ۱۳۹۸ و پذیرش: خرداد ۱۳۹۹

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

با توجه به سهم کمتر از یک درصدی منابع آبی جهان برای مصارف بشری، اهمیت مدیریت آن بسیار ضروری به نظر می‌رسد (سازمان خواروبار و کشاورزی، ۲۰۰۰). تنظیم و حفاظت آب کشاورزی هم از نظر کیفی (محافظت در برابر آلودگی) و هم از نظر کمی (استفاده کارا از منابع)، یکی از مهم‌ترین اهداف دولت‌ها برای دستیابی به توسعه پایدار است (لاسالا و همکاران، ۲۰۲۰). پایداری منابع آب سهم مهمی در ثبات سیستم‌های کشاورزی دارد و تا حد زیادی وابسته به الگوی کشت محصولات زراعی می‌باشد. به علاوه بایستی معیارهای کشاورزی، زیست-محیطی و اجتماعی-اقتصادی در نظر گرفته شود. برخی از این معیارها ناسازگار هستند، مثلاً حداکثر سود خالص مزرعه نیازمند استفاده بیشتر از منابع آب است در حالی که پایداری سیستم مستلزم کاهش مصرف آب می‌باشد (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۲). به‌طور کلی مدیریت تقاضای آب نقش کمرنگ‌تری نسبت به مدیریت عرضه آب در فرایند تحولات مدیریت ملی آب داراست (پارساپور و همکاران، ۱۳۹۶). از آنجایی که بیشترین اتلاف آب در بخش کشاورزی اتفاق می‌افتد، بایستی سیاست‌های مدیریت تقاضای آب در بخش کشاورزی و بالاخص طراحی الگوی کشتی متناسب با امکانات منابع آبی مناطق مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۵).

پتانسیل آب‌های سطحی و زیرزمینی استان گلستان در سال ۱۳۹۶ به ترتیب برابر ۱۲۳۵ و ۱۲۵۰ میلیون مترمکعب بوده و میزان مصرف آب‌های سطحی و زیرزمینی نیز در این سال برابر ۸۸۰ و ۱۲۱۰ میلیون مترمکعب بوده است که نشان می‌دهد آب‌های سطحی بیش از ۷۰ درصد و آب‌های زیرزمینی بیش از ۹۶ درصد، مصرف شده‌اند. استان گلستان مستعد کشت انواع محصولات زراعی و باغی است و انواع فعالیت‌های زراعی در سطح گسترده با ایجاد ناپایداری در بوم نظام‌های کشاورزی و طبیعی از جمله تخریب محیط زیست و منابع‌طبیعی کاهش سفره آب زیرزمینی و سرانجام ناپایداری بوم نظام‌های کشاورزی همراه است (شاهی مریدی و همکاران، ۱۳۹۵). به علاوه، محور توسعه در استان گلستان بخش کشاورزی است که مصرف آب بیشتری نسبت به بخش‌های صنعت و شرب دارد. (کریمی‌راد و همکاران، ۱۳۹۸). در سال ۱۳۹۶ میزان ۶۸۷/۳ میلیون متر مکعب از آب‌های سطحی در بخش کشاورزی، ۳۲/۶ میلیون مترمکعب در بخش صنعتی، ۴۴۴/۹ میلیون مترمکعب در بخش شرب و ۸۲/۵ میلیون مترمکعب در بخش سایر (کشاورزی و شیلات) مصرف گردیده و این در حالی است که میزان مصرف آب‌های زیرزمینی در بخش کشاورزی ۹۳۸/۹ میلیون متر مکعب، بخش صنعتی ۳۸/۹ میلیون مترمکعب، بخش شرب ۲۳۱/۹ میلیون متر مکعب بوده است. بهره‌برداری بیش از حد کشاورزان از منابع آب سطحی و زیرزمینی، مدیریت ناکارا، شیوه آبیاری سنتی همواره خطر کم آبی را گوشزد می‌کند وسیاست‌های مدیریت تقاضای آب می‌تواند در جهت کاهش سهم بخش کشاورزی از طریق افزایش بهره‌وری آب و اصلاح الگوی کشت در بخش کشاورزی مؤثر باشد.

مطالعات مختلفی به ارزیابی پایداری منابع آب در داخل و خارج کشور پرداخته‌اند. امینی و نوری (۱۳۹۰)، به ارزیابی پایداری سیستم زراعی در شرق شهر اصفهان با در نظرگرفتن حداکثر سود و حداکثر کارایی اشتغال مصرف آب به عنوان اهداف پایداریپرداختند. در نهایت با محاسبه و مقایسه کارایی اقتصادی و اجتماعی هر واحد مصرف آب کشاورزی در سناریوهای مختلف مدل‌های یک هدفه و چندهدفه برنامه‌ریزی خطی و کسری، مناسب‌ترین الگوهای کشت منطقه با توجه به منابع موجود آب و خاک و نیروی انسانی تعیین و معرفی شدند.

عظیمی و همکاران (۱۳۹۲)، برای تشخیص پایداری منابع آب و مشخص کردن سیستم زراعی بهینه از نسبت سود به مصرف آب برای شهرستان قوچان با روش برنامه‌ریزی کسری استفاده کردند. نتایج نشان می‌دهد که با استفاده از برنامه‌ریزی کسری میزان آب استفاده شده نسبت به برنامه‌ریزی خطی کمتر می‌باشد و از طرفی سود منطقه

www.SID.ir

Archive of SID

نیز کاهش خواهد یافت. شاخص پایداری منطقه نیز برابر با ۲۸۱/۸۱ خواهد بود. بنابراین، باتوجه به این که حرکت به سمت الگوی کشت متناسب با استفاده پایداراز آب باعث کاهش سود بهره‌برداران می‌شود، حمایت بیشتر دولت از کشاورزان به کارگیرنده این الگو الزامی است.

پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹۳). از یک مدل-سازی اقتصادی برای شبیه‌سازی پاسخ کشاورزان شهرستان زابل نسبت به سیاست‌های قیمت گذاری و سهمیه بندی آب آبیاری استفاده کردند. این کار با بهره‌گیری از مدل تولید محصولات کشاورزی منطقه‌ای (SWAP) و برنامه ریزی ریاضی مثبت (PMP) صورت گرفت. نتایج نشان داد که اعمال سیاست‌های قیمت گذاری و سهمیه بندی آب آبیاری در شهرستان زابل منجر به کاهش مجموع سطح زیرکشت محصولات زراعی به میزان ۹/۵٤ و ٥/١٤ درصد و کاهش میزان آب مصرفی به میزان ٦/۲۳ و ۷/۰۱ درصد نسبت به سال پایه می‌شود.

بنایی (۱۳۹٤)، با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به بررسی پایداری منابع آب تحت تأثیر سیاست‌های مدیریت تقاضا در استان فارس پرداخت. نتایج نشان داد که تأثیر افزایش قیمت بروی الگوی کشت ملایم است و سود زارعین را کاهش می‌دهد ولی روی مصرف نهاده‌ی آب تأثیر کمی دارد. این سیاست بروی پایداری منابع آب نیز کارایی زیادی ندارد. بر اساس نتایج تحقیق، شاخص پایداری مصرف آب و سود خالص در هردو سیاست کاهش می‌یابند. همچنین، مقدار شاخص پایداری مصرف آب در سیاست افزایش قیمت کمتر از مقدار این شاخص در سیاست کاهش موجودی آب کاهش می‌یابد. همچنین شاخص پایدارای سود نشان می‌دهد که مقدار تغییرات سود در سیاست افزایش قیمت بیشتر از تغییرات آن در سیاست کاهش موجودی آب است. شاخص کارایی مصرف آب نیز در سیاست کاهش در موجودی آب بهبود پیدا کرده است.

پارساپور و همکاران (۱۳۹٦)، به تعیین الگوی بهینه کشت و میزان بهینه برداشت با تاکید بر پایداری منابع آب و بهینه‌سازی عوامل اقتصادی و زیست محیطی در محدوده مطالعاتی فریمان ـ تربت‌جام پرداختند. با بررسی وضعیت پایداری منابع آب و اعمال الگوی بهینه کشت پیشنهادی، میزان مصرف آب، کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی به ترتیب به اندازه ۱۰، ٥/۱۱ و ۱۲/٥۲ درصد نسبت به الگوی کشت فعلی کاهش و بازده برنامه‌ای به میزان ۰/٦ درصد افزایش خواهد یافت. همچنین شاخص پایداری منابع آب، کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی نسبت به الگوی کشت فعلی ۱۱/۷۸، ٦/۰۲ و ۱٥ درصد افزایش یافته است.

قادرزاده و کریمی (۱۳۹٦)، به تحلیل اثرات سهمیه بندی آب آبیاری بر روی الگوی کشت و بازده برنامه‌ای در دشت قروه–دهگلان میپردازد. مدل برنامه ریزی ریاضی مثبت (PMP) و رهیافت تابع تولید با کشش جانشینی ثابت(CES) به منظور تحلیل داده‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد، کاهش آب در دسترس (تحت سناریوهای ۱۰ تا ٤۰ درصد نسبت به سال پایه) منجر به کاهش سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی بالا مانند یونجه و سیب زمینی و افزایش سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی پایین همانند گندم و جو و در نتیجه کاهش سطح زیرکشت کل می شود. همچنین، نتایج حکایت از این دارد، اعمال سیاست، کاهش آب در دسترس، موجب افزایش بهره‌وری آب ولی در عین حال کاهش سود ناخالص می‌شود.

شیرزادی و همکاران (۱۳۹۷)، اثر سیاست قیمت-گذاری آب آبیاری بر سطح تراز آب زیرزمینی حوضه آبریز نیشابور را بررسی کردند. برای این منظور از مدل ترکیبی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و و روش پویایی سیستم استفاده کردند. نتایج نشان داد که اعمال سیاست قیمتی موجب کاهش سود ناخالص، کم شدن مصرف آب و بهبود سطح آب زیرزمینی در حوضه می‌شود. آسیابی هیر و همکاران (۱۳۹۸)، پایداری منابع آب سطحی در حوضه‌های آبخیز استان اردبیل را با استفاده از شاخص‌های منابع، دسترسی، مصارف، محیط زیست و ظرفیت اقتصادی–اجتماعی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که متوسط مقادیر

www.SID.ir

Archive of SID

استاندارد سازی شده معیارهای منابع، مصارف، دسترسی،ظرفیت و محیط زیست به ترتیب برابر با ۵۰، ٦۰، ٤۲، ۳۸ و ۲۵ است. در مجموع، معیارهای دسترسی و منابع دارای تغییرات بیشتری بوده، معیار محیط زیست در شرایط نامطلوبی قرار دارد. اکبرعلی‌پور و همکاران به تعیین الگوی کشت بهینه با اهداف پایداری منابع آب زیرزمینی در دشت نیشابور پرداختند. نتایج نشان داد که برای جلوگیری از کاهش درآمد کشاورزان از کشت‌های جایگزین پسته و زعفران استفاده شود.

ژو و خان (۲۰۰۵)، مدیریت منابع آب در استرالیا را با استفاده از بهینه‌سازی چند هدفه بررسی کردند. مسائل اقتصادی و زیست‌محیطی با استفاده از توابع هدف حداکثرسازی سود، حداقل‌کردن هزینه‌های تولید و حداقل-سازی پمپاژ آب در نظر گرفته شد. به علت تضاد میان اهداف و رقابت تقاضای آب برای بخش‌های مختلف از تکنیک تصمیم چند معیاره برای پایداری استفاده شد.

قاسم‌پور و عباسی (۲۰۱۹)، به ارزیابی پایداری منابع آب در بخش کشاورزی استان خراسان شمالی پرداختند. برای این منظور از شش شاخص جهت طبقه‌بندی محصولات زراعی استفاده کردند. نتایج نشان داد که عامل اصلی به خطر افتادن پایداری منابع آب، الگوی کشت غیر بهینه می‌باشد. بیش‌ترین سهم مصرف آب، متعلق به غلات است که نه از نظر اقتصادی و نه از نظر محیط زیستی پایدار نیستند. بنابراین با واردات این محصولات می‌توان به پایداری منابع آبی کمک کرد.

بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که بحران آب به یکی از جدی‌ترین معضلات زیست‌محیطی، اقتصادی و حتی سیاسی است وبهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب پایداری را با مشکل مواجه خواهد کرد. استان گلستان با مزیت‌های نسبی در زمینه کشاورزی و به خاطر ظرفیت‌ها و قابلیت‌های بسیار زیاد نقش اساسی را در توسعه کشاورزی و امنیت غذایی کشور به عهده دارد. چالش عمده در به فعلیت رساندن ظرفیت‌ها در محور توسعه استان یعنی بخش کشاورزی، محدودیت منابع آبی می‌باشد. همچنین مسائل عمده بخش کشاورزی استان گلستان عبارتند از: توزیع و پراکندگی نامناسب بارش، وقوع خشکسالی و سیلاب‌های متعدد در استان، پاسخگو نبودن پتانسیل منابع آب استان به نیازها و تقاضاها و نادرست بودن الگوی مصرف آب در بخش‌های مختلف بالاخص بخش کشاورزی که برای بهبود الگوی مصرف بخش کشاورزی، هدف کلی این تحقیق عبارتست از ارزیابی پایداری منابع آب تحت سیاست‌های مدیریت تقاضای مختلف آب در زراعت استان گلستان. همچنین اهداف جزئی عبارتند از بررسی سیاست‌های مدیریت تقاضای آب (شامل سهمیه بندی[1] ۱۰ و ۲۰ درصدی آب در دسترس کشاورزان و سیاست‌های قیمتی شامل افزایش ۵۰ و ۱۰۰ درصدی قیمت آب کشاورزی) بر الگوی کشت، سطح زیر کشت محصولات زراعی، سود ناخالص، کاربری نهاده‌های آب، ماشین‌آلات، کودها، سموم و شاخص‌های پایداری منابع آبی استان گلستان. لازم به ذکر است که سهمیه‌بندی آب عبارتست از کاهش میزان آب در دسترس کشاورزان در هر هکتار که برای منابع آب سطحی کاهش تعداد دفعات دسترسی و برای چاه کاهش تعداد ساعات دسترسی در نظر گرفته شده است. همچنین، افزایش قیمت در نظر گرفته شده بر اساس سطح زیرکشت می‌باشد که تمامی شاخص‌ها برای یک هکتار محاسبه شده‌اند. شاخص‌های پایداری منابع آب مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از مصرف آب، مصرف آب به ازای هر هکتار، سود به ازای واحد حجم آب و کارایی اشتغال مصرف آبکه برای سال پایه و در شرایط اعمال سناریوهای مورد نظر محاسبه گردیدند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

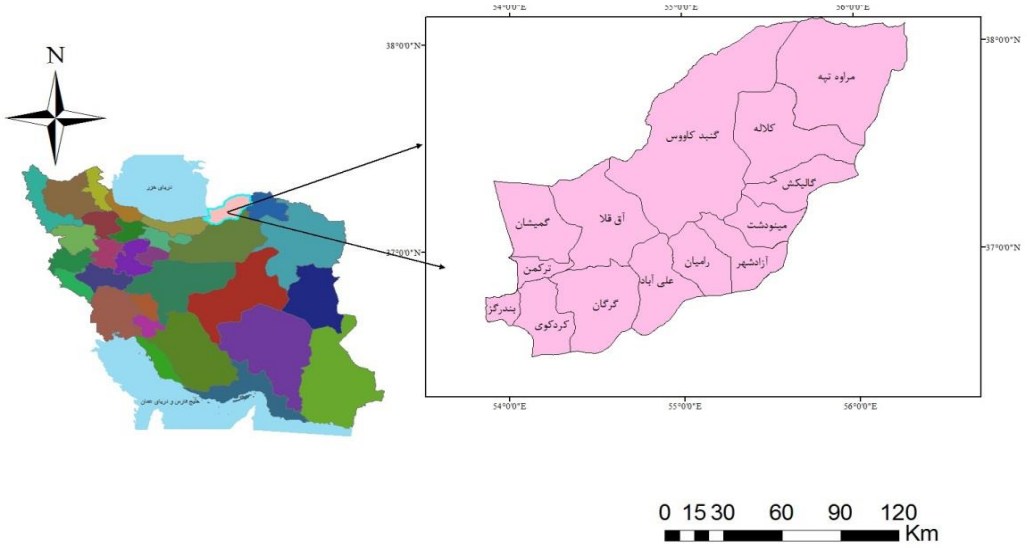
استان گلستان بین عرض‌های شمالی ۳٦ درجه و ٤٤ دقیقه و ۳۸ درجه و ۵ دقیقه و طول‌های شرقی ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه و ٥٦ درجه قرار گرفته است. اقلیم این منطقه

[1]. Water rationing or water quota policy

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس روش دومارتن از نیمه خشک در شمال تا نیمه مرطوب در جنوب و جنوب غرب تغییر میکند. بارندگی سالیانه ٤۷۰ میلیمتر اما توزیع مکانی بارندگی به نحوی است که دو سوم استان بارندگی کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر دارند (حیدری و اسدی، ۱۳۹٤). پتانسیل آب سطحی و زیرزمینی میزان ۲٤۸۵ میلیون مترمکعب است که بخش عمده مصارف آبی برای بخش کشاورزی انجام می‌گیرد. بر اساس شکل (۱)، این استان دارای ۱٤ شهرستان و ٦٤٦٤۵۵ هکتار اراضی زراعی است که یکی از مهمترین مراکز تولیدات کشاورزی در کشور می‌باشد (سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۳۹٦). راندمان آبیاری در این استان حدود ٤۱ درصد است (حسام و کیانی، ۱۳۹۳). میزان بهره‌وری فیزیکی آب برای گندم آبی، برنج و سویا بهاره آبی در استان گلستان به ترتیب معادل ۰/۹، ۰/٤۵ و ۰/۲٤ کیلوگرم در هکتار است. همچنین، مینودشت و آزادشهر به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین رتبه را از نظر بهره‌وری اقتصادی آب دارند و شهرستان گرگان رتبه چهارم را در استان داراست (اشراقی و قاسمیان، ۱۳۹۱). از کل سطح زیرکشت محصولات زراعی این شهرستان بیش از ۵٤ درصد به محصولات آبی و ٤٦ درصد به محصولات دیم اختصاص دارد. بیشترین سطح زیر کشت محصولات زراعی به ترتیب مربوط گندم،شلتوک، جو، کلزا، پنبه، ذرت، گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، توتون و تنباکو، آفتابگردان و شبدر می‌باشد که بیش از ۹۲ درصد از سطح زیر کشت استان را به خود اختصاص داده‌اند(آمارنامه استان گلستان، ۱۳۹۵).



شکل ۱-نقشه منطقه مطالعاتی

مدل تحقیق

به منظور ارزیابی پایداری منابع آب تحت تأثیر سیاست‌های سهمیه بندی ۱۰ درصد و ۲۰ درصد منابع آبی و سیاست‌های قیمتی شامل افزایش ۵۰ درصدی و ۱۰۰ درصدی قیمت آب کشاورزی در استان گلستان از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت(PMP) استفاده خواهد شد. PMP[1] با مطالعه هاویت(۱۹۹۵) به دنیای برنامه‌ریزی وارد شد و به جهت ایجاد ادبیات نوین و مدلسازی پیچیده‌تر نسبت به مدل‌های NMP[2] تحولی عظیم در اقتصاد کشاورزی ایجاد کرد(دوناتی و همکاران، ۲۰۱۳). اولین مرحله تبیین مدل برنامه‌ریزی خطی با تابع هدف حداکثر سازی سود کشاورزان و محدودیت‌های کالیبراسیون با

[1]. Positive Mathematical Programming

[2]. Normative Mathematical Programming

www.SID.ir

Archive of SID

محدودیت‌های منابع جهت برآورد قیمت‌های سایه‌ای[1] (رابطه ۱ تا ۳):

$$maxz = \sum_{j=1}^{n}(P_jY_j - C_j).x_j \quad (۱)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}X_j \le b_i[\lambda] \quad (۲)$$

$$X_j \le \overline{X}_j + \varepsilon[\rho] \quad (۳)$$

که در آن:

z ارزش تابع هدف، P_j قیمت محصول، Y_j عملکرد محصول، C_j هزینه حسابداری تولید هر هکتار محصول، X_j سطح زیر کشت محصول، a_{ij} میزان مصرف منبع iام برای تولید محصول، b_i موجودی منبع iام، $\overline{X}_j$ سطح زیر کشت موجود محصول، λ قیمت سایه‌ای مربوط به محدودیت‌های منابع و ρ قیمت‌سایه‌ای (ارزش سایه‌ای) مربوط به محدودیت-های کالیبراسیون می‌باشد. در یک الگوی برنامه‌ریزی خطی هزینه فرصت منابع با درآمد نهایی برابر نمی‌شود که این به دلیل وجود هزینه‌های پنهانی است که در نظر نگرفتن آن باعث برآورد کمتر از واقعیت هزینه‌هایی است که کشاورزان در تصمیم‌گیری‌های تولید با آن مواجه بوده‌اند. در واقع در مرحله اول مدل به دنبال یافتن هزینه‌های پنهانی می‌باشد که منجر می‌شود در سال پایه، هزینه نهایی واقعی با درآمد نهایی برابر شده و در نتیجه سطوح تولید مشاهده شده در سال پایه قابل بازتولید باشد. دومین مرحله برآورد ضرایب تابع هدف غیرخطی با استفاده از قیمت سایه‌ای مدل خطی مرحله قبل و اطلاعات الگوی کشت موجود منطقه و بدون نیاز به محدودیت کالیبراسیون. تابع هدف غیرخطی در مرحله دوم از طریق قرار دادن یک تابع تولید یا هزینه غیرخطی در تابع هدف مدل LP بدست می‌آید. ضرایب تابع هزینه یا تولید غیرخطی که ممکن است به فرم لئونتیف تعمیم یافته، تابع تولید با کشش جانشینی ثابت، تابع تولید درجه دوم باشد، از مرحله دوم بدست می‌آید.

$$TVC = \acute{d}x + \acute{x}Qx \quad (٤)$$

$$MC = d + Qx = c + \rho \quad (٥)$$

در رابطه‌های (٤) و (٥)، Q ماتریس نیمه معین و متقارن با رتبه $(n\times n)$ از پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه یا تابع تولید می‌باشد. d بردار $(n\times 1)$ جز خطی تابع هزینه c هزینه حسابداری و ρ مقادیر دوگان مربوط به محدودیت کالیبراسیون می‌باشد. مرحله سوم تبیین یک تابع تولید غیرخطی و یا هزینه غیرخطی از طریق قرار دادن ضرایب برآوردی تابع تولید در تابع هدف مدل LP بدون محدودیت کالیبراسیون است (رابطه٦، ۷ و ۸):

$$maxz = \sum_{j=1}^{m}\Big(p_j\big[\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_{ij} - 0.5\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} q_{ijk}x_{ij}x_{kj}\big] - \sum_{i=1}^{n} w_i x_{ij}\Big)$$

$$s.t \quad (٦)$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_j \le b_i[\lambda] \quad (۷)$$

$$X_j \ge 0 \quad (۸)$$

در روابط مذکور، تابع تولید غیرخطی بدون محدودیت‌های کالیبراسیون براورد می‌شود. مدل غیرخطی کالیبره شده به طور صحیحی سطح زیرکشت موجود و ارزش سایه‌ای منابع را بازتولید می‌کند. تابع هدف در این تحقیق عبارتست از حداکثرسازی سود کشاورزان در طول دوره کشت که از یک تابع تولید درجه دوم استفاده شده است. برای بازتولید شرایط سال پایه در مرحله اول مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، محدودیت کالیبراسیون (اعمال سطوح کشت مشاهده شده) نیز در نظر گرفته شده است. با استفاده از اطلاعات دریافتی از سطوح زیر کشت محصولات زراعی، ضرایب فنی و مقادیر موجود از هر نهاده، الگوی کشت استان گلستان بازتولید گردید. محدودیت‌های مدل عبارتند از محدودیت زمین، محدودیت سرمایه، محدودیت علف‌کش، محدودیت حشره‌کش، محدودیت قارچ‌کش، محدودیت کود نیتروژن، محدودیت کود ازت، محدودیت کود فسفات، محدودیت کود پتاس و محدودیت کشت دیم و آبی در طول دوره کشت لحاظ شده‌اند. همچنین محدودیت نیروی‌کار، محدودیت ماشین-آلات و محدودیت آب به صورت ماهیانه در نظر گرفته شده‌اند. سپس سناریوهای مدیریت تقاضا در دو طیف قیمتی و سهمیه‌بندی آب اعمال شد و شاخص‌های پایداری برای شرایط سال پایه و در صورت اعمال سیاست‌های

[1] ارزش نهایی منابع بکار رفته در تولید.

www.SID.ir

Archive of SID

مذکور بدست آمد. سناریوهای قیمتی شامل افزایش ۵۰ و ۱۰۰ درصدی در قیمت آب و سناریوهای سهمیه‌بندی منابع آبی به میزان ۱۰ و ۲۰ درصد نسبت به شرایط سال پایه می‌باشد. محصولات انتخاب شده شامل محصولات زراعی بودند که ۹۲ درصد سطح زیرکشت زراعی استان را به صورت دیم و آبی شامل شدند.

شاخص‌های استفاده بهینه از منابع آب به منظور پایداری منابع آب

به طور کلی بهره‌وری آب از دیدگاه فیزیکی و اقتصادی قابل محاسبه است. بهره‌وری فیزیکی آب کشاورزی به معنای تولید بیشتر محصول در ازای استفاده از هر واحد حجم آب می باشد. همچنین بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی به معنای بهره‌وری آب بیشتر به مفهوم کسب سود بیشتر به ازای واحد حجم آب می‌باشد. (احسانی و خالدی،۱۳۸۲). در این مطالعه شاخص‌های پایداری محاسباتی عبارتند از:

عملکرد به ازای واحد حجم آب CPD[1]:عبارتست از نسبت میزان محصول تولید شده به نسبت به حجم آب مصرف شده ، لذا هرچه این شاخص بیشتر باشد معرف مصرف مناسب‌تر آب می‌باشد (رابطه ۹):

$$CPD=\frac{\text{مقدار محصول تولید شده}}{\text{مقدار آب مصرف شده}}=\frac{Q}{W} \qquad (۹)$$

سود ناخالص به ازای واحد حجم آب BDP[2]**:**عبارتست از میزان سود ناخالص نسبت به آب مصرف شده (رابطه ۱۰):

$$BPD=\frac{\text{درآمد}}{\text{مقدار آب مصرف شده}}=\frac{GR}{W} \qquad (۱۰)$$

رابطه مذکور بر مبنای ریال بر متر مکعب و یا به شکل کلی‌تر واحد حجم آب / واحد حجم پول بیان می‌شود.

سود خالص به ازای واحد حجم آب NBPD[3]**:**اگر هدف ما بهبود بهره‌وری مصرف آب از بعد اقتصادی باشد، می‌شود گفت که این روش برای سنجش بهره‌وری آب کشاورزی، روش مناسبی است لیکن ایراد اساسی در تهیه این شاخص تعیین میزان سود خالص در موقعیت‌های متفاوت می‌باشد.

$$NBPD=\frac{R}{W}=\frac{\text{سود}}{\text{مقدار آب مصرف شده}} \qquad (۱۱)$$

بر مبنای رابطه مذکور هر محصولی که با مصرف میزان کمتری آب بتواند سود خالص بیشتری فراهم کند برای کشت و کار مناسب‌تر می‌باشد.

کارایی اشتغال مصرف آب WCEE[4]**:** بر اساس رابطه (۱۲)، عبارتست از میزان مصرف نیروی کار نسبت به آب مصرف شده در هکتار. بر اساس این شاخص بهره‌وری بیشتر آب کشاورزی به معنای ایجاد اشتغال بیشتر به ازای واحد حجم آب است (فسخودی و نوری، ۱۳۹۰؛ بنایی، ۱۳۹٤).

$$WCEE=\frac{\text{نیروی کار مورد نیاز}}{\text{مقدار آب مصرف شده}} \qquad (۱۲)$$

داده‌های مربوط به میزان مصرف نهاده‌ها، عملکرد و هزینه نهاده‌ها و محصول از پرسشنامه هزینه-تولید جهاد کشاورزی و مصاحبه رو در رو با ۲۸۰ کشاورز به صورت تصادفی در استان گلستان در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷تکمیل گردید. داده‌های مربوط به سمت راست محدودیت‌ها از سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان، آب منطقه‌ای استان گلستان و مرکز آمار ایران جمع‌آوری گردید. داده‌های مربوط به سمت راست محدودیت‌های سرمایه و ماشین-آلات کالیبره شد. اطلاعات مربوط به قیمت برای محاسبه درآمد کشاورزان از آمارنامه جهاد کشاورزی و اطلاعات مربوط به سطوح کشت محصولات زراعی از سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان استخراج گردید.

نتایج و بحث

برای دستیابی به اهدف تحقیق که شامل بررسی سیاست‌های مدیریت تقاضای آب (سهمیه‌بندی ۱۰ و ۲۰ درصدی آب کشاورزی و سیاست‌های قیمتی شامل افزایش ۵۰ و ۱۰۰ درصدی قیمت آب کشاورزی) بر الگوی کشت،

1.Crop per Drop
2. Benefit Per Drop
3. Net Benefit Per Drop
4. Water Consumption Employment Efficiency

www.SID.ir

Archive of SID

سطح زیر کشت محصولات زراعی، سود ناخالص، کاربری نهاده‌های آب، ماشین‌آلات، کودها، سموم و شاخص‌های پایداری منابع آبی استان گلستان بود، ابتدا با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP)، الگوی کشت استان گلستان شبیه‌سازی شد. نتایج واسنجی مدل $\varepsilon =$ (0.0001) نشان‌دهنده اعتبار و قدرت بالای مدل PMP است. سپس سناریوهای مورد استفاده در دو طیف سهمیه-بندی و افزایش قیمت آب (بر اساس قیمت آب در سال پایه ۱٤٥۰ ریال به ازای هر مترمکعب) اعمال شد و شاخصهای پایداری بدست آمد.

بررسی اثرات افزایش قیمت ۵۰٪ آب (نسبت به سال پایه) بر الگوی کشت، سودناخالص و کاربری نهاده‌ها در استان گلستان

بر اساس جدول (۱)، با افزایش ۵۰ درصدی قیمت آب، سود ناخالص[1](GM) کشاورزان استان گلستان با کاهشی ۵/۰٦ درصدی از ۲٤٦٦٥٦۸/٦ تومان در هر هکتار به ۲۳٤۱٦٤۲/۸ تومان در هکتار می‌رسد. بیشترین افزایش سطح زیرکشت با ٤/۸۱ درصد مربوط به جودیم و بیشترین کاهش با ۱۰/۲۷ درصد مربوط به آفتابگردان آبی می‌شود. استفاده از نهاده‌های آب، کود، سم، نیروی‌کار و ماشین‌آلات به ترتیب به میزان ۲/۷۲، ۰/۳٦، ۰/۸۲، ۱/۹٦ و ۰/۱۱ درصد نسبت به الگوی فعلی کاهش پیدا می‌کند.

بررسی اثرات افزایش قیمت ۱۰۰٪ آب (نسبت به سال پایه) بر الگوی‌کشت، سودناخالص و کاربری‌نهاده‌ها در استان گلستان

مطابق با نتایج جدول (۲)، افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت آب، سود کشاورزان استان گلستان با کاهشی ۹/۹۹ درصدی از ۱٤٦۱٥۰۹ به ۱۳۱٥٥۳٥ میلیون تومان می‌رسد. بیشترین افزایش با ۹/٦۲ درصد مربوط به جو دیم و بیشترین کاهش با ۲۰/٥٤ درصد مربوط به آفتابگردان آبی می‌شود. استفاده از نهاده‌های آب، کود، سم، نیروی کار و ماشین آلات به ترتیب به میزان ٥/٤٤، ۰/۷۲، ۱/٦٥، ۳/۹۲ و ۰/۲۳ درصد نسبت به الگوی فعلی کاهش پیدا می‌کند. مقدار شاخص پایداری سود ناخالص تحت اعمال هر دو سناریوی قیمتی کاهش می‌یابد. کمتر شدن این شاخص حاکی از پایین آمدن پایداری اقتصادی و سودآوری مزارع می‌باشد و بعبارتی درآمد محصولات نسبت به مصرف آب با کشش است.

بررسی اثرات سهمیه‌بندی ۱۰٪ آب کشاورزی (نسبت به سال پایه) بر الگوی کشت، سودناخالص و کاربری نهاده‌ها در منطقه

اثرات سناریوهای سهمیه‌بندی ۱۰ و ۲۰ درصدی آب کشاورزی بر الگوی کشت و کاربری نهاده‌ها در جداول ۳ و ٤ گزارش شده است. در اثر سناریوی کاهش ۱۰ درصدی موجودی منابع آب، سود کشاورزان استان گلستان با کاهشی ۰/٥٤ درصدی از ۱٤٦۱٥۰۹ به ۱٤٥۳٥۸۳ تومان می‌رسد. بیشترین افزایش با ۱٤/۹٥ درصد مربوط به جو دیم و بیشترین کاهش با ۲۰/۷۱ درصد مربوط به شبدر آبی می‌شود. استفاده از نهاده‌های آب، کود، سم، نیروی کار و ماشین آلات به ترتیب به میزان ۸/۹۰، ۱/۱۳، ۲/۰۸، ٦/٥۲ و ۱/٤۱ درصد نسبت به الگوی فعلی کاهش پیدا می‌کند.

[1]. Gross Margin

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- اعمال سناریوی ۵۰ درصد افزایش قیمت آب بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها در استان گلستان

محصولات	سطح زیر کشت (هکتار)		تغییرات (درصد)
	الگوی فعلی	بعداز اعمال سناریو	
گندم دیم	۲۰۱۹۶۷/٤	۲۰۸۰۲٦/۱	۳
گندم آبی	۱٦۸۳۱٥/٥	۱٦٤۳٤۱/۹	-۲/۳٦
جو دیم	٤٦۳٥۷/۷	٤۸٥۸۷/٦	٤/۸۱
برنج دانه بلند پر محصول	۲۸۳۰۷/٤	۲۷۳۹٥/٥	-۳/۲۲
سویا بهاره آبی	۲٦٤۳٦/٤	۲٥۸۱۳/۲	-۲/۳٦
جو آبی	۱۹٦۸٥/۷	۱۹۰۱۰	-۳/٤۳
برنج دانه بلند مرغوب	۱۸۸۷۱/٦	۱۸۳٦۰/۲	-۲/۷۱
سویا تابستانه آبی	۱۷٦۲٤/۳	۱٦۹۷۰/۸	-۳/۷۱
کلزا دیم	۱٤۱۹۷	۱٤۳٥٦/۷	۱/۱۲
پنبه آبی	۱۱۱۹۹/۳	۱۰۹۹۹/۷	-۱/۷۸
ذرت علوفه ای آبی	۸۰۷٤/۱	۷۹۸٤	-۱/۱۲
کلزا آبی	۷٦٦۹/٤	۷٥۸٦/۳	-۱/۰۸
گوجه فرنگی آبی	۷۱۳٦/۱	٦۹۰۲/۱	-۳/۲۸
سیب زمینی آبی	٥۳۱٦/۲	٥۲۰۱/۳	-۲/۱٦
توتون و تنباکو	۳۲۱٥	۳۱٦٥/۷	-۱/٥۳
آفتابگردان آبی	۲۸۰۰	۲٥۱۲/٤	-۱۰/۲۷
شبدرآبی	۲٤۲۲/۲	۲۳۲۸/٥	-۳/۸۷
سویا بهاره دیم	۱۷٥۹/۱	۱۷۸٦/٥	۱/٥٦
سویا تابستانه دیم	۱۱۷۲/۸	۱۱۹۸/٤	۲/۱۹
مجموع سطح زیر کشت آبی (هکتار)	۳۲۷۰۷۳/۲	۳۱۸٥۷۱/۸	-۲/٦
سود ناخالص(تومان)	۱٤٦۱٥۰۹	۱۳۸۷٤۸۷	-٥/۰٦
مصرف کود (کیلوگرم)	۱۹۸۱۱٦۸۲۰	۱۹۷٤۰۱۰۳۲	-۰/۳٦
مصرف سم (لیتر)	۲۰۲۷٤۰۹/۲	۲۰۱۰۷۱٤/۹	-۰/۸۲
نیروی کار (نفر-روز-کار)	۱۲۹۳۰۲٤٥/۳	۱۲٦۷٦۸۰۹/۰٥	-۱/۹٦
ماشین آلات (ساعت)	۸٦۸۲۹٤٤/۰۱	۸٦۷۲۹۷۲/٥٥	-۰/۱۱
سود ناخالص به ازای هر هکتار (تومان بر هکتار)	۲٤٦٦٥٦۸/٦	۲۳٤۱٦٤۲/۸	-٥/۰٦

مأخذ: محاسبات تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- اعمال سناریوی ۱۰۰ درصد افزایش قیمت آب بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها در استان گلستان

محصولات	سطح زیر کشت (هکتار)		تغییرات (درصد)
	الگوی فعلی	بعداز اعمال سناریو	
گندم دیم	۲۰۱۹٦۷/٤	۲۱٤۰۸٤/۹	٦
گندم آبی	۱٦۸۳۱٥/٥	۱٦۰۳٦۸/۳	-٤/۷۲
جو دیم	٤٦۳٥۷/۷	٥۰۸۱۷/٥	۹/٦۲
برنج دانه بلند پر محصول	۲۸۳۰۷/٤	۲٦٤۸۳/٦	-٦/٤٤
سویا بهاره آبی	۲٦٤۳٦/٤	۲٥۱۹۰	-٤/۷۱
جو آبی	۱۹٦۸٥/۷	۱۸۳۳٤/۳	-٦/۸٦
برنج دانه بلند مرغوب	۱۸۸۷۱/٦	۱۷۸٤۸/۹	-٥/٤۲
سویا تابستانه آبی	۱۷٦۲٤/۳	۱٦۳۱۷/۳	-۷/٤۲
کلزا دیم	۱٤۱۹۷	۱٤٥۱٦/٤	۲/۲٥
پنبه آبی	۱۱۱۹۹/۳	۱۰۸۰۰/۱	-۳/٥٦
ذرت علوفه ای آبی	۸۰۷٤/۱	۷۸۹٤/۰	-۲/۲۳
کلزا آبی	۷٦٦۹/٤	۷٥۰۳/۳	-۲/۱۷
گوجه فرنگی آبی	۷۱۳٦/۱	٦٦٦۸/۱	-٦/٥٦
سیب زمینی آبی	٥۳۱٦/۲	٥۰۸٦/٤	-٤/۳۲

ماخذ: محاسبات تحقیق

ادامه جدول ۲- اعمال سناریوی ۱۰۰ درصد افزایش قیمت آب بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها در استان گلستان

محصولات	الگوی فعلی	بعداز اعمال سناریو	تغییرات (درصد)
توتون و تنباکو	۳۲۱٥	۳۱۱٦/٤	-۳/۰۷
آفتابگردان آبی	۲۸۰۰	۲۲۲٤/۹	-۲۰/٥٤
شبدرآبی	۲٤۲۲/۲	۲۲۳٤/۹	-۷/۷۳
سویا بهاره دیم	۱۷٥۹/۱	۱۸۱۳/۹	۳/۱۱
سویا تابستانه دیم	۱۱۷۲/۸	۱۲۲٤/۱	٤/۳۸
مجموع سطح زیر کشت آبی (هکتار)	۳۲۷۰۷۳/۲	۳۱۰۰۷۰/٤	-٥/۲
سود ناخالص (میلیون تومان)	۱٤٦۱٥۰۹	۱۳۱٥٥۳٥	-۹/۹۹
مصرف کود (کیلوگرم)	۱۹۸۱۱٦۸۲۰	۱۹٦٦۸٥۲٦۹	-۰/۷۲
مصرف سم (لیتر)	۲۰۲۷٤۰۹/۲	۱۹۹٤۰۱۹/۷	-۱/٦٥
نیروی کار (نفر-روز-کار)	۱۲۹۳۰۲٤٥/۳	۱۲٤۲۳۳۷۳/۹۷	-۳/۹۲
ماشین آلات (ساعت)	۸٦۸۲۹٤٤/۰۱	۸٦٦۳۰۰۰/٦٥	-۰/۲۳
سود ناخالص به ازای هر هکتار (تومان بر هکتار)	۲٤٦٦٥٦۸/٦	۲۲۲۰۲۱۰/٤	-۹/۹۹

ماخذ: محاسبات تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج اعمال سناریوی سهمیه‌بندی ۱۰ درصدی آب کشاورزی بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها در استان گلستان

محصولات	سطح زیر کشت (هکتار)		تغییرات (درصد)
	الگوی فعلی	بعداز اعمال سناریو	
گندم دیم	۲۰۱۹٦۷/٤	۲۲۰۸۰۳/٤	۹/۳۳
گندم آبی	۱٦۸۳۱٥/٥	۱٥٥۸۹۹/۹	-۷/۳۸
جو دیم	٤٦۳٥۷/۷	٥۳۲۹۰/۳	۱٤/۹٥
برنج دانه بلند پر محصول	۲۸۳۰۷/٤	۲٦۷۱٥/٦	-٥/٦۲
سویا بهاره آبی	۲٦٤۳٦/٤	۲۳٤٥٤/۳	-۱۱/۲۸
جو آبی	۱۹٦۸٥/۷	۱۸۸۱۳/۱	-٤/٤۳
برنج دانه بلند مرغوب	۱۸۸۷۱/٦	۱۸۰۰۲/۹	-٤/٦۰
سویا تابستانه آبی	۱۷٦۲٤/۳	۱٥۱٤٦/۲	-۱٤/۰٦
کلزا دیم	۱٤۱۹۷	۱٤٦۹۳/٥	۳/٥۰
پنبه آبی	۱۱۱۹۹/۳	۹۳٤۳/۲	-۱٦/٥۷
ذرت علوفه ای آبی	۸۰۷٤/۱	۷۷۱۸/۳	-٤/٤۱
کلزا آبی	۷٦٦۹/٤	۷۲۷٤/٦	-٥/۱٥
گوجه فرنگی آبی	۷۱۳٦/۱	٦۱٦۸/۳	-۱۳/٥٦
سیب زمینی آبی	٥۳۱٦/۲	٤۷٥۱/۸	-۱۰/٦۲
توتون و تنباکو	۳۲۱٥	۳۱۳٤/۰	-۲/٥۲
آفتابگردان آبی	۲۸۰۰	۲۳۰۰/٥	-۱۷/۸٤
شبدرآبی	۲٤۲۲/۲	۱۹۲۰/٦	-۲۰/۷۱
سویا بهاره دیم	۱۷٥۹/۱	۱۸٤٤/۲	٤/۸٤
سویا تابستانه دیم	۱۱۷۲/۸	۱۲٥۲/٦	٦/۸۱
مجموع سطح زیر کشت آبی (هکتار)	۳۲۷۰۷۳/۲	۳۰۰٦٤۳/۳	-۸/۱
سود ناخالص(میلیون تومان)	۱٤٦۱٥۰۹	۱٤٥۳٥۸۳	-۰/٥٤
مصرف کود (کیلوگرم)	۱۹۸۱۱٦۸۲۰	۱۹٥۸۷۱۹۷۸	-۱/۱۳
مصرف سم (لیتر)	۲۰۲۷٤۰۹/۲	۱۹۸٥۲۰۱/٥	-۲/۰۸
نیروی کار (نفر-روز-کار)	۱۲۹۳۰۲٤٥/۳	۱۲۰۸۷۰۸۷/۰۷	-٦/٥۲
ماشین آلات (ساعت)	۸٦۸۲۹٤٤/۰۱	۸٥٦۰۸۹٤/۹۷	-۱/٤۱
سود ناخالص به ازای هر هکتار (تومان بر هکتار)	۲٤٦٦٥٦۸/٦	۲٤٥۳۱۹۱/۷	-۰/٥٤

ماخذ: محاسبات تحقیق

بررسی اثرات سهمیه‌بندی ۲۰٪ آب کشاورزی (نسبت به سال پایه) بر الگوی کشت، سودناخالص و کاربری نهاده‌ها در منطقه

با کاهش موجودی منابع آب به میزان ۲۰ درصد، تغییرات الگوی کشت مطابق با جدول (٤) صورت خواهد پذیرفت. بیشترین افزایش با ۲۸/۰۳ درصد مربوط به جو دیم و بیشترین کاهش با ۲۹/۱۷ درصد مربوط به آفتابگردان آبی می‌شود. استفاده از نهاده‌های آب، کود، سم، نیروی کار و ماشین آلات به ترتیب به میزان ۱۱/٥٦، ۳/۱۳، ۲/۱۸، ٦/٤٦ و ۱/۲۱ درصد نسبت به الگوی فعلی کاهش پیدا می‌کند. سود کشاورزان استان گلستان با کاهشی ۱/۷٥ درصدی از ۱٤٦۱٥۰۹ به ۱٤۳٥۹۷۷ تومان می‌رسد. به طور کلی با اعمال سناریوهای کاهش موجودی منابع آب، سود ناخالص به ازای هر هکتار از زمین‌های زراعی نیز کاهش پیدا می‌کند. دلیل این امر کاهش سهم سطح زیر کشت محصولاتی با مصرف آب و بازده برنامه‌ای بالا و افزایش سطح زیر کشت محصولات دیم با سود ناخالص پایین‌تر می‌باشد. در نتیجه پایداری اقتصادی و سودآوری مزارع کاهش پیدا می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- نتایج اعمال سناریوی سهمیه‌بندی ۲۰ درصدی آب کشاورزی بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها در استان گلستان

محصولات	سطح زیر کشت (هکتار)		تغییرات (درصد)
	الگوی فعلی	بعداز اعمال سناریو	
گندم دیم	۲۰۱۹۶۷/٤	۲۳۷۲۷۷/٦	۱۷/٤۸
گندم آبی	۱٦۸۳۱٥/٥	۱۳٦۱۷۲/۰	-۱۹/۱۰
جو دیم	٤٦۳٥۷/۷	٥۹۳٥۳/٦	۲۸/۰۳
برنج دانه بلند پر محصول	۲۸۳۰۷/٤	۲۷۰٤۹/۹	-٤/٤٤
سویا بهاره آبی	۲٦٤۳٦/٤	۲۲۹٦۳/۳	-۱۳/۱٤
جو آبی	۱۹٦۸٥/۷	۱٤۰۸٥/۳	-۲۸/٤٥
برنج دانه بلند مرغوب	۱۸۸۷۱/٦	۱۸۱۸٥/۳	-۳/٦٤
سویا تابستانه آبی	۱۷٦۲٤/۳	۱٥٥۱۸/۸	-۱۱/۹٥
کلزا دیم	۱٤۱۹۷	۱٥۱۲۷/۷	٦/٥٦
پنبه آبی	۱۱۱۹۹/۳	۱۰۱٤۰/٤	-۹/٤٦
ذرت علوفه ای آبی	۸۰۷٤/۱	۷۷۲٦/۳	-٤/۳۱
کلزا آبی	۷٦٦۹/٤	٦۸۲۰/۷	-۱۱/۰۷
گوجه فرنگی آبی	۷۱۳٦/۱	٦٦۰٦/۲	-۷/٤۳
سیب زمینی آبی	٥۳۱٦/۲	٥۰٤٦/٤	-٥/۰۸
توتون و تنباکو	۳۲۱٥	۳۱۳۳/۳	-۲/٥٤
آفتابگردان آبی	۲۸۰۰	۱۹۸۳/۱	-۲۹/۱۷
شبدرآبی	۲٤۲۲/۲	۲۰۹٦/۳	-۱۳/٤٦
سویا بهاره دیم	۱۷٥۹/۱	۱۹۱۸/۷	۹/۰۷
سویا تابستانه دیم	۱۱۷۲/۸	۱۳۲۲/٤	۱۲/۷٦
مجموع سطح زیر کشت آبی (هکتار)	۳۲۷۰۷۳/۲	۲۷۷٥۲۷/۲	-۱٥/۱
سود ناخالص(میلیون تومان)	۱٤٦۱٥۰۹	۱٤۳٥۹۷۷	-۱/۷٥
مصرف کود (کیلوگرم)	۱۹۸۱۱٦۸۲۰	۱۹۱۹۱۱٥۷۰	-۳/۱۳
مصرف سم (لیتر)	۲۰۲۷٤۰۹/۲	۱۹۸۳۲۱۲/۷	-۲/۱۸
نیروی کار (نفر-روز-کار)	۱۲۹۳۰۲٤٥/۳	۱۲۰۹٥۲۰۱/۸۱	-٦/٤٦
ماشین آلات (ساعت)	۸٦۸۲۹٤٤/۰۱	۸٥۷۷۷٦۰/۹٦	-۱/۲۱
سود ناخالص به ازای هر هکتار (تومان بر هکتار)	۲٤٦٦٥٦۸/٦	۲٤۲۳٤۷۸/۷	-۱/۷٥

ماخذ: محاسبات تحقیق

بررسی اثرات سهمیه‌بندی و افزایش قیمت آب در بخش زراعی بر شاخص‌های پایداری منابع آبی استان گلستان

شاخص‌های پایداری منابع آبی ناشی از سیاست-های مدیریت تقاضا در استان گلستان در جدول (٥) نشان داده شده است. مصرف آب و مصرف آب در هکتار در تمامی سناریوها نسبت به وضعیت پایه کاهش یافته است و بیانگر افزایش پایداری تحت سیاستهای مذکور در منطقه است. به‌علاوه، با افزایش آب بها به میزان ٥۰ و ۱۰۰ درصد سال پایه، به دلیل افزایش سهم محصولات دیم در الگوی کشت، مصرف آب کم می‌شود و در نتیجه شاخص پایداری مصرف آب در هر دو سناریو کاهش پیدا می‌کند. کم شدن مقدار مصرف آب به ازای هر هکتار نشان دهنده تقویت منابع آب زیرزمینی و پایداری منابع آبی می‌باشد. شاخص پایداری منابع آب در هر دو سناریوی کاهش موجودی منابع آب به میزان ۱۰ و ۲۰ درصد، به دلیل پایین آمدن مصرف آب کم می‌شود که این امر پایداری منابع آبی زیرزمینی را به دنبال دارد. شاخص سود ناخالص به ازای واحد حجم آب تحت سناریوهای قیمتی کاهش یافته است. در واقع

www.SID.ir

Archive of SID

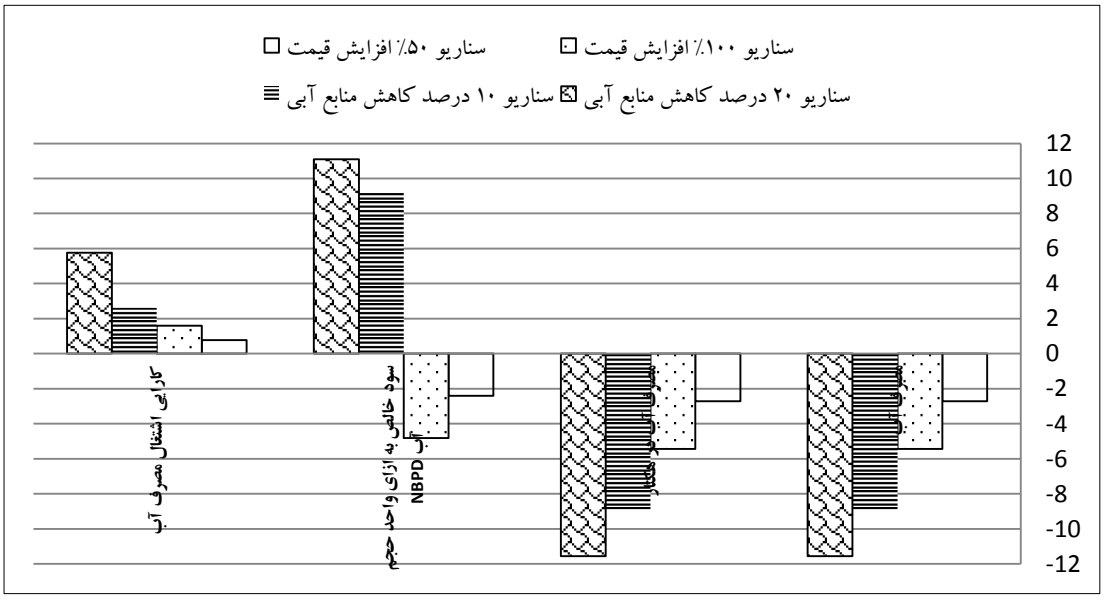
سود در ازای هر متر مکعب آب نسبت به سال پایه در سناریوهای افزایش ۵۰ و ۱۰۰ درصدی قیمت به ترتیب برابر با ۸٤۸۷ ریال و ۸۲۷۸ ریال است. به‌علاوه، با اعمال سناریوهای کاهش موجودی منابع آبی، سودآوری هر مترمکعب آب بیشتر می‌شود. به عبارت دیگر سناریوهای کاهش منابع آبی بر اساس این شاخص از سناریوهای افزایش قیمت کاراتر هستند. بر اساس شاخص کارایی اشتغال مصرف آب، فرصت‌های اشتغال به ازای هر واحد آب مصرفی کشاورزی در همه سناریوها افزایش می‌یابد و پایداری منابع آبی را افزایش می‌دهد.

جدول ۵- شاخص‌های پایداری منابع آبی ناشی از سیاست‌های مدیریت تقاضا در استان گلستان

شاخص‌های پایداری منابع آبی	وضعیت پایه	سناریوی ۵۰٪ افزایش قیمت آب کشاورزی	سناریو ۱۰۰٪ افزایش قیمت آب کشاورزی	سناریوی ۱۰٪ سهمیه‌بندی آب کشاورزی	سناریوی ۲۰٪ سهمیه‌بندی آب کشاورزی
مصرف آب (میلیون مترمکعب)	۱٦۸۰/٤	۱٦۳٤/۷	۱۵۸۹	۱۵۳۰/۸	۱٤۸٦/۲
مصرف آب به ازای هر هکتار (متر مکعب بر هکتار)	۲۸۳۵/۹	۲۷۵۸/۸	۲٦۸۱/۷	۲۵۸۳/۵	۲۵۰۸/۲
سود ناخالص به ازای واحد حجم آب (ده ریال به مترمکعب)	۸٦۹/۷	۸٤۸/۷	۸۲۷/۸	۹٤۹/۵	۹٦٦/۱
کارایی اشتغال مصرف آب (نفر-روز-کاربه متر مکعب)	۰/۰۰۷٦	۰/۰۰۷۷	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۸

ماخذ: محاسبات تحقیق

درصد تغییرات در شاخص‌های پایداری منابع آبی ناشی از سیاست‌های مدیریت تقاضا نسبت به وضعیت فعلی برای استان گلستان در نمودار (۱) نشان داده شده است. بر این اساس پایداری بر اساس شاخص‌های مصرف آب و مصرف آب در هکتار کاهش یافته است و بیشترین تغییر مربوط به سناریوهای کاهش منابع آب در دسترس ۱۰٪ و ۲۰٪ است. کارایی اشتغال آب تحت هر چهار سناریو بهبود یافته است و بیشترین تغییرات مربوط به سناریوهای کاهش منابع آب در دسترس ۱۰٪ و ۲۰٪ است. به علاوه، بر اساس شاخص سود ناخالص به ازای واحد حجم آب بیشترین درصد تغییرات مربوط به سناریوی کاهش ۲۰ درصد منابع آبی است.



شکل ۱- درصد تغییرات در شاخص‌های پایداری نسبت به وضعیت فعلی

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر مشاهده می‌شود که سود ناخالص کشاورزان تحت اعمال هر دو طیف سناریوهای قیمتی و سهمیه‌بندی آب کمتر می‌شود که با مطالعات عظیمی و همکاران (۱۳۹۲) و بنایی (۱۳۹٤) مطابقت دارد. شدت کاهش سود ناخالص در سناریوهای قیمتی بیشتر است. مصرف نهاده‌های تولید (آب، کود، سم، نیروی کار و ماشین‌آلات) نیز در هر دو نوع سناریو تقلیل پیدا می‌کند که مطابق با مطالعه پارساپور و همکاران (۱۳۹٦) می‌باشد و سناریوهای کاهش موجودی منابع، مصرف کمتری را نشان می‌دهند. مصرف آب به ازای هر هکتار در اثر اعمال هر دو طیف سناریوهای قیمتی و کاهش موجودی منابع کاهش پیدا می‌کند، بنابراین پایداری منابع آب بیشتر می‌شود که با مطالعه پارساپور و همکاران (۱۳۹٦)، پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹۳) همخوانی دارد. این امر نشان دهنده مناسب بودن هر دو نوع سیاست اعمال شده در جهت پایداری منابع آب می‌باشد. البته سناریوهای کاهش موجودی منابع آبی تاثیر مثبت بیشتری در جهت پایداری منابع آب دارند.سود ناخالص به ازای هر هکتار تحت اعمال هر دو نوع سناریو کمتر می‌شود. بنابراین پایداری اقتصادی و سودآوری مزارع در اثر افزایش آب بها و کاهش دسترسی به منابع آبی تقلیل می‌یابد که مطابق با مطالعات بنایی (۱۳۹٤) و باقری و همکاران (۱۳۹٦) می‌باشد. البته سناریوهای قیمتی به دلیل کاهش سود بالاتر، تاثیر منفی بیشتری دارند. سودآوری هر مترمکعب آب تحت سیاست‌های قیمتی کاهش و تحت سیاست‌های کاهش منابع آب در دسترس افزایش می‌یابد. شاخص کارایی اشتغال تحت هر دو نوع سناریوی اعمال شده افزایش می‌یابد. البته سناریوهای کاهش منابع آبی آب کارایی بیشتری دارند و سیاست‌های یاد شده فرصت‌های اشتغال را به ازای هر مترمکعب آب مصرفی افزایش می‌دهند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این مطالعه با هدف بررسی اثرات سیاست‌های مدیریت تقاضای آب شامل سهمیه‌بندی و افزایش قیمت آب در زراعت استان گلستان بر پایداری منابع آبی انجام گرفت. در اثر اعمال سناریوهای افزایش ۵۰ درصدی قیمت آب کشاورزی، سود ناخالص (۵/۰٦ درصد)، مصرف آب به ازای هر هکتار (۲/۷۲ درصد)، مصرف کود (۰/۳٦ درصد)، مصرف سموم (۰/۸۲ درصد)، ماشین‌آلات (۰/۱۱ درصد)، نیروی کار مورد استفاده در هر هکتار (۱/۹٦ درصد) و سطح زیرکشت محصولات آبی (۲/٦ درصد)کاهش می‌یابد. همچنین در اثر اعمال سناریوی افزایش۱۰۰ درصدی قیمت آب کشاورزی، سود ناخالص (۹/۹۹ درصد)، مصرف آب به ازای هر هکتار (۵/٤٤ درصد)، مصرف کود (۰/۷۲ درصد)، مصرف سموم (۱/٦۵ درصد)، ماشین‌آلات (۰/۲۳ درصد)، نیروی کار مورد استفاده در هر هکتار (۳/۹۲ درصد) و سطح زیرکشت محصولات آبی (۵/۲ درصد) کاهش می‌یابد. به علاوه، سطح زیرکشت محصولات دیم و کارایی اشتغال مصرف آب با افزایش همراه است. در واقع سیاست‌های افزایش قیمت آب فقط در بهبود بهره‌وری نیروی کار به ازای هر مترمکعب آب مؤثر است و موجب کاهش سود فعالیت‌های زراعی می‌شود.به ازای سهمیه‌بندی ۱۰ درصدی آب در دسترس کشاورزان در فعالیت‌های زراعی، سود ناخالص (۰/۵٤ درصد)، مصرف آب به ازای هر هکتار (۸/۹ درصد)، مصرف کود (۱/۱۳ درصد)، مصرف سموم (۲/۰۸ درصد)، ماشین‌آلات (۱/٤۱ درصد)، نیروی کار در هکتار (٦/۵۲ درصد) و سطح زیرکشت محصولات آبی (۸/۱ درصد) کاهش می‌یابد. به علاوه، به ازای سهمیه‌بندی ۲۰ درصدی آب در دسترس کشاورزان در فعالیت‌های زراعی، سود ناخالص (۱/۷۵ درصد)، مصرف آب به ازای هر هکتار (۱۱/۵٦ درصد)، مصرف کود (۳/۱۳ درصد)، مصرف سموم (۲/۱۸ درصد)، ماشین‌آلات (۱/۲۱ درصد)، نیروی کار در هکتار (٦/٤٦ درصد) و سطح زیرکشت محصولات آبی (۱۵/۱ درصد) کاهش می‌یابد. همچنین، سطح زیرکشت محصولات دیم، سود ناخالص به ازای هر مترمکعب آب و کارایی اشتغال مصرف آب با افزایش همراه است. با اعمال سیاست‌های سهمیه‌بندی آب کشاورزان سود دریافتی به

www.SID.ir

Archive of SID

ازای هر مترمکعب آب و بهره‌وری نیروی کار به ازای هر مترمکعب آب افزایش می‌یابد. به طور کلی می‌توان گفت سیاست‌های سهمیه‌بندی نسبت به سیاست‌های قیمتی در استان گلستان مؤثرتر هستند و پایداری منابع آبی را بهبود می‌بخشند ولی در عین حال سود کشاورزان را کاهش می‌دهند. لذا پیشنهاد می‌شود در صورتی که دولت تمایل دارد پایداری منابع آب را با استفاده از سیاست‌های مدیریت تقاضا در منطقه افزایش دهد از سیاست‌های سهمیه‌بندی آب مانند توزیع نوبتی آب بین کشاورزان یا تحویل حجمی آب بر اساس نیاز آبی و راندمان آبیاری، با توجه به الگوی کشت در منطقه استفاده کند و برای جبران کاهش سود کشاورزان در قالب پرداخت‌های مستقیم از کشاورزان حمایت کند. همچنین پیشنهاد می‌گردد از روش‌هایی در آبیاری استفاده شود که بهره‌وری آب را افزایش دهند.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بابت حمایت‌های مالی از این پژوهش تقدیر می‌گردد.

فهرست منابع

۱. احسانی،م.، خالدی،ه. (۱۳۸۲). بهره‌وری آب کشاورزی،کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۲. اشراقی، ف.، قاسمیان، س. (۱۳۹۱). بررسی بهره وری اقتصادی مصرف آب در استان گلستان. مجله پژوهش‌های آب در کشاورزی. ۲٦(۳): ۳۲۲-۳۱۷.

۳. امینی فسخودی، ع.، نوری، ه.(۱۳۹۰). ارزیابی‌پایداری‌وتعیین‌الگوی‌کشت سیستم‌های‌زراعی‌براساس‌بهینه-سازی‌بهره‌برداری‌ازمنابع‌آب‌وخاک‌بااستفاده‌ازالگوهای‌غیرخطی‌برنامه‌ریزی ریاضی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۵(۵۵): ۱۰۹-۹۹.

٤. آسیابی هیر، ر.، مصطفی زاده، ر.، رئوف، م.، اسمعلی عوری، ا. (۱۳۹۸). ارزیابی پایداری منابع آب سطحی در حوضه‌های آبخیز استان اردبیل. نشریه مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۱(٤): ۹۹۸-۹۸٤.

۵. باقری، ا.، نیکویی، ع.، خدادکاشی، ف.، شوکت فدایی، م. (۱۳۹٦). ارزیابی‌سیاست‌قیمت‌گذاری آب برپایداری و حفظ آبخوان: مطالعه آبخوان‌مهیارشمالی در حوضه زاینده رود. مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۳۱(۲): ۱۲۰-۱۰۵.

٦. بریم نژاد، و.، یزدانی، س. (۱۳۸۳). تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی‌کسری، مطالعهٔ موردی استان کرمان. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ٦۳: ۱٦-۲.

۷. بنایی، س. (۱۳۹٤). پایداری منابع آب و تعیین الگوی کشت تحت تاثیر سیاست‌های مدیریت منابع آب در استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، اقتصاد کشاورزی. دانشکده علوم پایه. دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت. ۹٤ صفحه.

۸. پارساپور، س.، سلطانی، س.، شاهنوشی، ن. (۱۳۹٦). مدیریت پایدار منابع آب بر اساس بهینه‌سازی عوامل زراعی، زیست محیطی و اقتصادی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری چند هدفه: مطالعه موردی دشت فریمان تربت جام.نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۷(۱): ۱٦۳-۱٤۷.

۹. پرهیزکاری، ا.، صبوحی صابونی، م.، احمدپور، م. و بدیع برزین، ح. (۱۳۹۳). شبیه سازی واکنش کشاورزان به سیاست‌های قیمت گذاری و سهمیه بندی آب آبیاری (مطالعه موردی: شهرستان زابل). نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی. ۲۸(۲): ۱۷٦-۱٦٤.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰. حسام، م.، کیانی، ع. (۱۳۹۳). بررسی راندمان آبیاری در مزراع استان گلستان. مجله آبیاری و زهکشی. ۲(۸): ۳۳٦-۳٤۳.

۱۱. حیدری، ن. و اسماعیل اسدی، م. ۱۳۹٤. مسایل و چالش‌های مدیریت تقاضا و مصرف آب کشاورزی در استان گلستان، نشریه تخصصی آب و آبیار. ۹ (٤۲): ٤۸-٤٤.

۱۲. رضایی، ا.، مرتضوی،ا.، پیکانی، غ.، خلیلیان،ص. (۱۳۹۳). ارزیابی و مقایسهٔ سطح پایداری محصولات زراعی شرق حوضهٔ زاینده‌رود تحت شرایط خشکسالی با استفاده از تکنیک تصمیم چندمعیاره. مجله محیط شناسی. ٤۰(۲), ۵۲۹-۵٤۰.

۱۳. رضایی، ا.، مرتضوی، ا.، پیکانی، غ.،(۱۳۹۲). تحلیل وضعیت اقتصادی کشاورزان شرق حوضه رودخانه زاینده رود تحت شرایط خشکسالی. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی. ٤۷(۲): ۳۳۵-۳٤۲.

۱٤. سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان. (۱۳۹٦). http://dbagri.maj.ir/zrt/year.asp

۱۵. سازمان خواروبار و کشاورزی(FAO). (۲۰۰۰). تهیه مقررات ملی مدیریت منابع آب، مترجم، محمد حسن مولایی، سازمان مدیریت منابع آب ایران، چاپ اول.

۱٦. سالنامه آماری استان گلستان (۱۳۹۵). http://amar.golestanmporg.ir/salnameh2.html

۱۷. شاهی مریدی، ح.، کاظمی، ح.، کامکار ب. (۲۰۱۷). ارزیابی وضعیت توسعه کشاورزی پایدار در استان گلستان. دانش کشاورزی وتولید پایدار, ۲۷(۱)، ۱۹۷-۲۱۵.

۱۸. شیرزادی، س.، صبوحی، م.، داوری، ک.، کیخا، ا. (۱۳۹۷). اثر سیاستقیمت‌گذاری آب آبیاری بر سطح تراز آب زیرزمینی حوضه آبریز نیشابور. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱۰(۳): ۲۲۰-۱۸۷.

۱۹. صداقت، ر. (۱۳۸۱). بررسی نظریه دور تسلسل فقر و توسعه نیافتگی در مناطق پسته کاری ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۰(۳۹): ۲۰۱-۱۸۷.

۲۰. عباسی، ح.، دلاور، م.، بیگدلی، ر. (۱۳۹۸). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر پایداری منابع آب حوضه‌های آبریز با استفاده از شاخص‌های کمبود ردپای آب. مجله تحقیقات منابع آب ایران. ۱۵(٤)-۲۷۹-۲۵۹.

۲۱. عظیمی فرد، س.، زارع مهرجردی، م.، مهرابی بشرآبادی، ح. (۱۳۹۲). بررسی پایداری منابع آب در شهرستان قوچان: رویکرد برنامه ریزی ریاضی کسری. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۳۳(۳): ۱۱-۱.

۲۲. علیپور، ا.، داوری، ک.، موسوی، م.، صبوحی، م.، ایزدی، ع. (۱۳۹۸). تعیین الگوی کشت بهینه با هدف پایداری آب زیرزمینی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳(۳۳): ۵۱۸-۵۰۷.

۲۳. حامد قادرزاده ، مهین کریمی. (۱۳۹۷). اثرات سیاست سهمیه‌بندی آب بر مصرف آب‌های زیرزمینی در دشت قروه-دهگلان، فصلنامه اقتصاد کشاورزی. ۱۲ (٤): ۹۸-۷۳.

۲٤. کریمی راد، ا.، ابراهیمی، ک.، عراقی نژاد، ش. (۱۳۹۸). ارزیابی پایداری توسعه آب زیرزمینی در سفره چندلایه (مطالعه موردی: آبخوان استان گلستان). مجله علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، ۹(٤)، ۱۳۲-۱٤۵.

۲۵. موسوی، ن.، قرقانی، ف. (۱۳۸۸). محاسبه شاخص‌های پایداری آب کشاورزی توسط مدل برنامه ریزی کسری (مطالعه موردی شهرستان مرودشت). مجله اقتصاد کشاورزی، ۳(۳): ۱٦۰-۱٤۳.

26. Chaturvedi, M.C. (2001). Sustainable development of India's waters: some policy issues, Water Policy, 3: 297–320.

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

www.SID.ir

Archive of SID

28. Donati, M., Bodini, D., Arfini, F., Zezza, A. (2013) An integrated PMP model to assess the development of agro-energy crops and the effect on water requirements. Bio-based and Applied Economics 2(3), 301-321.
29. Ghasempour, R., Nazari, M. A., Ebrahimi, M., Ahmadi, M. H., & Hadiyanto, H. (2019). Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Approach for Selecting Solar Plants Site and Technology: A Review. International Journal of Renewable Energy Development, 8(1).
30. Howitt, R.E. (1995). Positive mathematical programming. American Journal of Agricultural Economics, 77: 329-342.
31. La Sala, P., & Contò, F. (2019). Sustainable use of water resources in Italy in the perspective of the CAP 2021-2027. In CAP 2021+: balanced development among the dimensions of rural sustainability (Vol. 1, pp. 32-34).
32. Lara, p., Stancu-Minasian, I. (1999). Fractional Programming: A tool for the assessment of sustainability. Agricultural Systems, 69: 131-141.
33. Pacini, C., Wossink, A., Giesen, G., Vazzana, C., Huirne, R. (2003). Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. Journal ofAgriculture, Ecosystems and Environment, 95(1): 273-288.
34. Sayraudeau, S., van der Werf, H.M.G. (2005). Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. Journal ofAgriculture, Ecosystems and Environment, 107: 1-19.
35. Sun, Sh., Wang, Y., Liu, J., Cai, H., Wu, P., Geng, Q., Xu, L. (2016). Sustainability assessment of regional water resources under the DPSIR framework. Journal of Hydrology, 532: 140-148.
36. Joe, E., Khan, S. (2005). A multi-objective optimization approach to water management. Journal of Environmental Management, 77: 269–277.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Water Pricing Policy and Water Quota on Water Resources Sustainability in Golestan Province

A. Rezaee [1*], R. Joolaie, and A. Keramatzadeh

Assistant Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Management, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural resources.
arezaee@gau.ac.ir

Associate Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Management, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural resources.
joolaie@gau.ac.ir

Assistant Professor of Agricultural Economics,Faculty of Agricultural Management, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural resources.
alikeramatzadeh@gau.ac.ir

Abstract

Sustainability of water resources has the most important role in the sustainability of agricultural systems. In this study, positive mathematical programming was applied in 2018-19 to evaluate the sustainability of water resources and to determine the cropping pattern in Golestan province based on water demand management policies, i.e. water price increase by 50% and 100%, and reducing water quota by 10% and 20%. First, according to water price increases and water quota policy scenarios, the cropping pattern was evaluated in this area. Then, by using the sustainability indicators such as gross margin (GM), water consumption, economic efficiency, and labor efficiency the sustainability of water resources was calculated. Based on water price increases by 50% and 100%, water consumption and GM decrease by, respectively, (2.72% and 5.44%) and (5.06% and 9.99%). Also, based on water quota policy of 10% and 20% reduction, water consumption and GM decrease by, respectively, (8.9% and 11.56%) and (0.54% and 1.75%). In addition, GM per unit of water in agricultural sector decreases by 2.41% and 4.81% in response to to water price increase by 50% and 100%, respectively, and in case of 10% and 20% reductiion in water quota policy, it increases by, respectively, 9.17% and 11.09%. Water price increase by 50% and 100% and water quota reduction by 10% and 20%, increase water labor efficiency by, respectively, (0.78% and 1.6%) and (2.6% and 5.8%). Based on the result, if the government is going to increase water sustainability by using demand management policies, the water quota policy is more efficient. Also, the government should support farmers by direct payments to compensate for their lost profits.It is also recommended that irrigation methods with high efficiency be employed.

Keywords: Water demand management, Gross Margin, Employment Efficiency

[1] - Corresponding author: Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Management, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural resources.
[*]- Received: January 2020, and Accepted: June 2020

www.SID.ir