Archive of SID

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۳، خرداد - تیر ۱۳۹۸، ص. ۵۵۱-۵۴۰

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 13, Jan.-Jul. 2019, p. 540-551

بررسی اثرات سیاست‌های کاهش مصرف منابع آب بر توسعه پایدار کشاورزی در دشت قروه استان کردستان

محمدعلی اسعدی[۱]، حامد نجفی علمدارلو[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۰

چکیده

هدف این مطالعه، بررسی اثرات سیاست‌های مختلف کاهش مصرف آب (افزایش قیمت آب، سهمیه‌بندی و تلفیق این دو سیاست) بر اساس معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در راستای پایداری کشاورزی دشت قروه می‌باشد. هرکدام از این سیاست‌ها در سه سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد و برای شبیه‌سازی الگوی کشت اراضی منطقه موردمطالعه از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) استفاده شد. سپس به‌منظور محاسبه وزن شاخص‌های اصلی و زیرشاخص‌های آنها از روش AHP استفاده شد و در مرحله نهایی با استفاده از رهیافت TOPSIS سناریوهای اعمال‌شده رتبه-بندی و بهترین سناریو انتخاب گردید. نتایج تحقیق نشان داد که سناریوهای موردبررسی، موجب کاهش کل سطح زیرکشت مزرعه، سود ناخالص و کاهش مصرف آب مصرفی شده است. همچنین نتایج نشان داد که سناریوی افزایش قیمت آب برای حفظ و پایداری منابع آب منطقه نسبت به سناریوهای دیگر چندان تأثیرگذار نیست و تنها هزینه کشاورزان را افزایش داده است، اما سیاست سهمیه‌بندی و تلفیقی به‌عنوان یک سیاست مؤثر توصیه می‌شود. همچنین نتایج حاصل از وزن‌دهی شاخص‌های اقتصادی (۳۶/۷)، اجتماعی (۲۳/۲) و زیست‌محیطی (۴۰/۱) نشان داد که شاخص زیست‌محیطی دارای بیشترین اهمیت می‌باشند. از طرفی دیگر نتایج حاصل از رتبه‌بندی نشان داد که سناریوی S_7 (افزایش ۱۰ درصد قیمت آب توأم با کاهش ۱۰ درصد آب قابل دسترس) به عنوان سناریوی برتر و بهترین وضعیت پایداری در کشاورزی معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: قیمت‌گذاری آب، سهیمه‌بندی آب، برنامه‌ریزی‌ریاضی اثباتی، تحلیل سلسه مراتبی

مقدمه

کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در جهت منافع انسان بوده و کارایی بیشتر در استفاده از منابع را دارد و با محیط در توازن است (پورزند و بخشوده، ۱۳۹۱) و به عنوان یکی از محورهای اساسی رشد و توسعه، نقش مهمی در توسعه اقتصادی کشورها دارد (Gongn and Lin, 2000). امروزه مقوله توسعه پایدار، جزئی جدانشدنی از واژه‌شناسی توسعه شده و در این میان توسعه کشاورزی پیش‌شرط و نیاز ضروری توسعه اقتصادی کشور است و تا زمانی که موانع توسعه در این بخش برطرف نشود، سایر بخش‌ها ازجمله بخش صنعت به شکوفایی و صنعت دست نخواهند یافت (Sita Devi and Ponnarasi, 2009). با توجه به نقش چندجانبه کشاورزی در زندگی انسان، هم‌چنین بخش بزرگ اقتصادی و تأمین امنیت غذایی به‌خصوص در دستیابی به اهداف توسعه هزاره سوم، این بخش در کانون مباحث توسعه پایدار قرار داشته و حصول پایداری در تمامی ابعاد آن از ضروریات انکارناپذیر است (فیروزی و همکاران، ۱۳۹۵).

تعاریف متعددی از مفهوم پایداری، روش‌های دستیابی و اهداف آن از سوی محققان مختلف ارائه گردیده و موجب شده است که به تبع آن، شاخص‌ها، معیارها و روش‌های متفاوتی نیز برای سنجش میزان پایداری پیشنهاد شود. یک شاخص پایداری کشاورزی، مجموعه‌ای از سنجه های پایداری است که پایداری یک نظام کشاورزی را به شکل کمی تعیین می‌کند. دو نکته در ارتباط با کمی-کردن پایداری وجود دارد: نخست، از آنجا که پایداری ماهیتی چندبعدی دارد (Rao and Rogers, 2006)، هیچ سنجه‌ای به تنهایی نمی‌تواند پایداری را کمی کند. دوم، انتخاب سنجه‌های مناسب از میان سنجه‌های متعددی که بر پایش و اندازه‌گیری پایداری وجود دارد، همواره بحث‌برانگیز و دشوار بوده است (مهدوی دامغانی و همکاران، ۱۳۸۳). روش‌های مختلفی برای سنجش پایداری کشاورزی در ادبیات این موضوع مطرح شده‌اند، اما مرور ادبیات نشان می‌دهد، اجماع عمومی گسترده‌ای در زمینه سنجش میزان پایداری کشاورزی از طریق شاخص‌ها وجود دارد. شاخص‌ها می‌توانند آثار فعالیت‌های

۱- دانشجوی دکتری اقتصادکشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
(* - نویسنده مسئول: Email: hamed_najafi@modares.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزی را بر محیط‌زیست و ابعاد اقتصادی – اجتماعی محاسبه کنند. به عبارتی دیگر، شاخص‌ها یک جایگزین برای زمانی هستند که انجام اندازه‌گیری مستقیم امکان‌پذیر نیست. در واقع هر شاخص پایداری، مقدار عددی است که از مجموع چندین سنجه پایداری تشکیل‌شده و در قالب یک کمیت واحد، پایداری نظام کشاورزی را نشان می‌دهد (Cauwenbergh et al., 2007).

امروزه با افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه و همزمان با آن، افزایش مصرف آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب و صنعت روزبه‌روز بر نیاز و تقاضای این ماده حیاتی افزوده می شود. باتوجه به کشاورزی پایدار، حفظ منابع آب و خاک کشور و جلوگیری از آلودگی زیست‌بوم‌ها و محیط‌زیست کشور دو چندان ضرورت می‌یابد (پورزند و بخشوده، ۱۳۹۱). کمبود منابع آبی به عنوان یکی از مهمترین موانع توسعه کشاورزی، افزایش تولیدات کشاورزی و ایجاد امنیت غذایی از عوامل عدم دستیابی به توسعه پایدار است

تشدید محدودیت منابع آبی فرایندی پیچیده است که به مجموعه‌ای از مؤلفه‌های طبیعی و اجتماعی وابسته است و مجموعه تعامل این موارد به افزایش بی‌رویه مصرف آب و کاربری نامناسب آب برای مصارف مختلف منجر شده است (Molden, 2007). ازاین رو، اتخاذ راهبردهای بهینه‌سازی مصرف آب، بخصوص در شرایط کم‌آبی و خشکسالی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در زمینه سیاستگذاری، امروزه تلاش‌های زیادی برای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی صورت گرفته است. از جمله سیاست‌هایی که می‌تواند به این موضوع کمک کند، سیاست‌های قیمت‌گذاری آب (Reddy, 2009) و کاهش میزان آب قابل دسترس است. این سیاست‌ها به عنوان بخش مهمی از سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های منابع آب و مدیریت تقاضا حائز اهمیت می‌باشند (جلیل پیران، ۱۳۹۱). مدیریت مطلوب تقاضا از طریق قیمت‌گذاری می‌تواند با تأمین قسمتی از نیازهای مالی بخش آب، نقش اقتصادی آب در توسعه را پررنگ‌تر نموده و ضمن استفاده کارآتر، بهره‌وری نهاده‌های کشاورزی از جمله آب را نیز بهبود بخشد (احسانی و همکاران، ۱۳۹۱). افزون بر سیاست قیمت‌گذاری آب، سهمیه‌بندی آب آبیاری نیز راهکار دیگری است که برای جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیاست با کاهش حجم آب آبیاری دردسترس امکانپذیر می‌باشد (Caii and Rosegrant, 2004).

مطالعات متعددی به ارزیابی پایداری کشاورزی پرداخته‌اند که مضمون مشترک همه آنها، تجسم ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پایداری است. Constanta-Zoie and Turek-Rahoveanu (2010) به این نتیجه رسیدند که معیار زیست‌محیطی با ۰/۱۹۶کمترین و معیار اقتصادی با ۰/۴۹۳ بیشترین تأثیر را در پایداری کشاورزی هفت منطقه رومانی دارد. در نتایج تحقیقی دیگر Xavier et al., (2018) به بررسی مقایسه شاخص های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی برای ارزیابی پایداری کشاورزی با استفاده از مدل برنامه ریزی یک هدفه در پرتقال پرداختند. همچنین مطالعات Dantsis et al. (2010) در یونان؛ Gómez-Limón et al., (2010) برای دره‌ای در اسپانیا؛ Liu and Zhang (2013) در منطقه‌ای از چین و Sabiha et al., (2016) در شمال شرقی بنگلادش نیز به بررسی و مقایسه شاخص‌های پایداری بخش کشاورزی پرداختند.

پورزند و بخشی (۱۳۹۱) پایداری کشاورزی شهرستان‌های منتخب استان فارس را با استفاده از مدل پایداری کشاورزی و رهیافت برنامه‌ریزی توافقی مورد ارزیابی قرار دادند. در مطالعه‌ای دیگر، قزوینی و همکاران (۱۳۹۱) به ارزیابی وضعیت پایداری باغ‌های انگور شهرستان تاکستان پرداختند. در نتایج خود نشان دادند، این باغ‌ها در بعد اقتصادی وضعیت به‌نسبت پایدار، ولی در بعد حفاظت و کاربرد نهاده‌های شیمیایی و هدر رفت زیاد آب وضعیت ناپایداری دارند. داداشیان‌سرای و همکاران (۱۳۹۴) به ارزیابی پایداری مؤلفه‌های کشاورزی شهرستان‌های منتخب استان آذربایجان شرقی شامل تبریز، اهر و مراغه دریافتند. معیار زیست‌محیطی بیشترین و معیار اجتماعی کمترین تأثیر را در پایداری کشاورزی مناطق منتخب دارد. همچنین داورپناه و همکاران (۲۰۱۶) به ارزیابی پایداری کشاورزی استان اردبیل در سه معیار اصلی زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی با استفاده از رهیافت ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس پرداختند. این محققین به این نتیجه رسیدند که معیار زیست‌محیطی با وزن نسبی ۰/۴۴۳ بیشترین و معیار اجتماعی با وزن نسبی ۰/۱۶۹ کمترین تأثیر را در پایداری کشاورزی منطقه دارد. در تحقیقی دیگر، حسن‌شاهی و همکاران (۲۰۱۵) به رتبه‌بندی نظام‌های کشت مرودشت در استان فارس بر پایه سه شاخص اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پرداختند.

مدیریت پایدار منابع آب، یک فرآیند سیستماتیک برای توسعه پایدار، تخصیص و پایش منابع آبی است که برای اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیستمحیطی استفاده می‌شود. ازاین‌رو، بهبود مدیریت آب زراعی برای دستیابی به اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی کشاورزی پایدار، گامی مهم و مؤثر در مصرف بهینه آب کشاورزی محسوب می‌شود. لذا بررسی شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیستمحیطی استفاده از منابع آب برای جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب دارای اهمیت است. با توجه به اهمیت موضوع، مطالعه حاضر در مرحله اول در پی آن است که به بررسی تاثیر سیاست‌های کاهش مصرف آب (قیمتی و غیرقیمتی) بر شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و استفاده از منابع آبی در دشت قروه واقع در استان کردستان بپردازد. سپس درمرحله بعد اقدام به ارزیابی و مقایسه پایداری کشاورزی و رتبه‌بندی شاخص‌های مذکور بر حسب میزان پایداری گردیده است. به‌طورکلی، در منطقه مورد بررسی تاکنون

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعه‌ای که به طور خاص با تلفیق روش‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP[1])، روش اولویت بندی ترجیحی براساس تشابه به پاسخ‌های ایده‌آل (TOPSIS[2]) و مدل برنامه‌ریزی مثبت (PMP[3])، به بررسی توسعه پایداری کشاورزی با توجه به شاخص‌های مهم کمی در زراعت محصولات کشاورزی بپردازد، صورت نپذیرفته است.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات پیمایشی می‌باشد و از لحاظ هدف کاربردی است؛ از این رو با بکارگیری اصول، مبانی و مفروضات شاخص‌های کشاورزی پایدار بدنبال بررسی معیارهای پایداری است. این تحقیق به لحاظ محدوده زمانی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، مربوط به دشت قروه واقع در استان کردستان با مساحت ۲۴۵ کیلومترمربع انجام شده است. در گام اول با استفاده از رهیافت برنامه ریزی ریاضی و تدوین مدل PMP، شرایط الگوی کشت منطقه شبیه‌سازی شد. سپس آثار هر یکی از سیاست‌های کاهش آب (قیمتی و غیرقیمتی) بر الگوی کشت موردبررسی قرار خواهد گرفت. در نهایت برای تاثیر سیاست‌های مربوطه بر شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست-محیطی و اولویت‌بندی ابعاد پایداری کشاورزی، از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و TOPSIS استفاده شد که در ادامه توضیح داده می-شوند. به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات از بسته نرم افزاری Excel، GAMS و Super Decision استفاده شده است.

دشت قروه از جمله مناطق نیمه‌خشک کشور و یکی از دشت‌های حاصلخیز و یکی از قطب‌های کشاورزی مکانیزه استان کردستان به‌حساب می‌آید و نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی پیشرو استان ایفا می‌کند. این دشت به جهت وسعت و پتانسیل بالای آب و خاک، ناشی از شرایط زمین و آب و هوای مناسب، از اهمیت خاصی برخوردار است. این منطقه دارای درجه حرارت متوسط ۱۰-۱۳ درجه سانتی گراد، متوسط تبخیر ۲۰۰۰-۲۲۰۰ میلی متر و متوسط بارندگی سالیانه آن در حدود ۳۴۸ میلی متر و تعداد روزهای بارانی آن ۷۸ روز می باشد (سازمان آب منطقه‌ای استان کردستان، ۱۳۹۳). در شکل (۱) موقعیت آبریز و آبخوان دشت قروه نشان داده شده است.

برنامه ریزی ریاضی اثباتی (PMP)

برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی ازجمله مدل‌هایی است که برای تحلیل سیاست‌ها و حل مسائل در سطح تجمیعی مورداستفاده قرار می‌گیرد (Medellin-Azuara et al, 2010). این مدل اولین بار در سال ۱۹۹۵ توسط هوویت معرفی شد (Howitt, 1995). این مدل در تجزیه و تحلیل سیاست‌های کشاورزی مفید بوده و به طور گسترده‌ای برای واسنجی مدل‌های اقتصادی استفاده می‌شود. رویکرد PMP به طور معمول مستلزم تغییر تابع هدف با استفاده از مقادیر دوگان محدودیت‌های واسنجی است، به طوری که فعالیت‌های مشاهده شده، داده‌های سال پایه را به دست دهد (Howitt *et al.*, 2012). به طور کلی، این مدل در طی سه مرحله دنبال می‌شود:

۱. تصریح مدل برنامه‌ریزی خطی با درنظرگرفتن محدودیت‌های واسنجی و برآورد مقادیر دوگان یا قیمت‌های سایه‌ای

$$\begin{aligned} &\text{Maximise } Z = p'x - c'x \\ &\text{Subject to: } Ax \le b \quad [\lambda] \\ &x \le x^0 + \varepsilon \quad [\rho] \\ &x \ge 0 \end{aligned} \tag{۱}$$

۲. کاربرد مقادیر دوگان مدل مرحله اول برای تعیین پارامترهای تابع هدف غیرخطی (تابع هزینه غیرخطی درجه دوم)

$$C^v(x) = d'x + \frac{1}{2}x'Qx \tag{۲}$$

۳. تبیین مدل PMP واسنجی‌شده نهایی در این مرحله، با استفاده از تابع هزینه غیرخطی واسنجی‌شده در مرحله دوم و مجموعه محدودیت‌های منابع (به استثنای محدودیت واسنجی) به‌منظور تحلیل سیاست‌ها

$$\begin{aligned} &\text{Max} \quad Z = p'x - d'x - \tfrac{1}{2}x'Q\,x \\ &\text{subject to: } Ax \le b \\ &x \ge 0 \end{aligned} \tag{۳}$$

در معادلات فوق، Z مقدار تابع هدف (سود ناخالص) که بایستی حداکثر شود. A، b، x، c' و x^0 به ترتیب نشان‌دهنده ماتریس ضرایب فنی، بردار منابع موجود، سطح تولید و هزینه‌های متغیر سطح هر یکی از محصولات، سطح فعالیت مشاهده شده در سال پایه است. بردار d' و ماتریس Q، پارامترهای واسنجی شده تابع هدف غیرخطی و بردار هزینه نهایی متغیر (MC^V) مربوط به تابع هزینه است. همچنین ε، λ و ρ به ترتیب بیانگر برداری از اعداد کوچک مثبت، مقادیر دوگان محدودیت مدل (قیمت سایه‌ای) و متغیر دوگان محدودیت واسنجی است. با توجه به موضوع پژوهش و اهداف آن، محدودیت‌های این تحقیق شامل محدودیت‌های منابع آب، زمین، نیروی‌کار، ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی (کود ازت و کود فسفات) و محدودیت سموم (قارچ‌کش، علف‌کش و حشره‌کش) می‌باشد.

تاپسیس و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

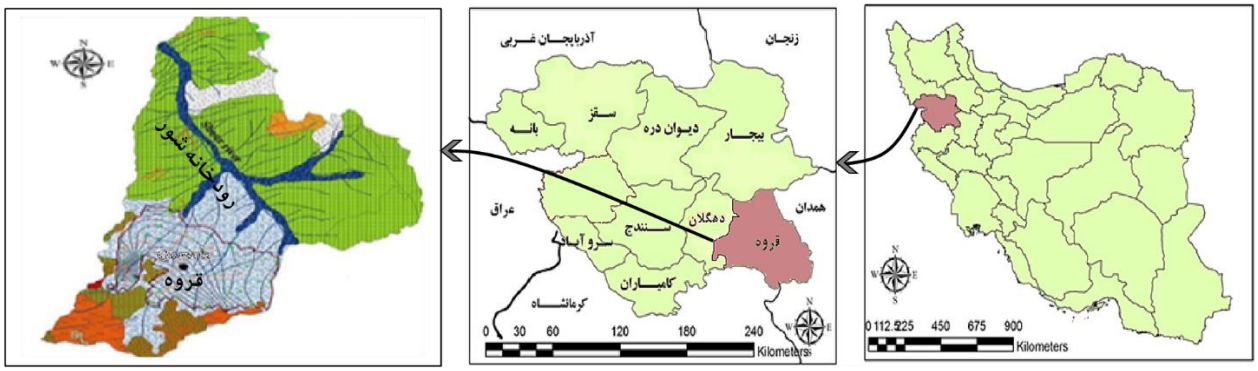
روش AHP یکی از فنون تصمیم‌گیر ی چندمعیاره است که نخستین بار در سال ۱۹۷۰ مطرح شد (Saaty, 1980). در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی وزن نسبی عناصر از طریق مقایسه زوجی هر سطح نسبت به عنصر مربوطه در سطح بالاتر تعیین می‌گردد (Saaty, 2008). در این روش برای وزن دهی معیارها و گزینه‌ها از روش مقایسه زوجی استفاده می‌شود. به‌این‌ترتیب که تصمیم‌گیرنده،

1- Analytical Hierarchy process
2- The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
3- Positive Mathematical Programming

www.SID.ir

Archive of SID

معیارها و زیر معیارهای هر معیار را فقط به‌صورت دوبه‌دو مقایسه می کند و نیازی به وزن دهی هم‌زمان همه معیارها وجود ندارد. با محاسبه وزن عناصر هر سطح نسبت به سطح بالایی خود از طریق مقایسه زوجی و درنهایت تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه محاسبه می‌گردد (مهتابی اوغانی و همکاران، ۱۳۹۲). فرآیند رتبه‌بندی و اولویت بندی گزینه‌ها در روش AHP در برگیرنده مراحلی به شرح زیر می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

ساخت سلسله مراتبی

در این مرحله هدف از تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی از عوامل و عناصر تشکیل دهنده تصمیم ترسیم می‌شود (چوبچیان و مومنی هلالی، ۱۳۹۵). فرایند تحلیل سلسله مراتبی، نیازمند شکستن مساله تصمیم با چندین شاخص به سلسله مراتبی از سطوح است. بدین منظور از درخت تصمیم استفاده می‌شود که از چهار سطح تشکیل شده است: سطح اول شامل هدف کلی از تصمیم گیری می باشد. در سطح دوم معیارهای کلی قرار دارند که تصمیم‌گیری بر اساس آنها صورت می‌گیرد. در سطح سوم زیرمعیارها قرار می‌گیرند و در آخرین سطح نیز گزینه‌های تصمیم که در این تحقیق سناریوهای کاهش آب هستند، مطرح می‌شوند (Melvin, 2012).

مقایسات زوجی

در این مرحله مقایسه‌هایی بین معیارها و زیرمعیارهای تصمیم‌گیری صورت گرفته و امتیاز آنها نسبت به یکدیگر سنجیده می شود. به بیانی دیگر، در این مرحله هر کدام از عناصر سلسله مراتب با عنصر موجود در رتبه بالاتر به صورت زوجی مقایسه می‌شود. بنابر پیشنهاد Saaty (1990)، این مقایسه زوجی می‌تواند در مقیاس بین ۱ تا ۹ انجام شود، که عدد ۱ بیان کننده اهمیت یکسان و عدد ۹ نشان دهنده بیشترین اهمیت (برتری) است که در جدول شماره (۱) نشان داده شده است. ارجحیت یک گزینه یا عامل نسبت به خودش مساوی با یک است، لذا اصل معکوس بودن یک عامل نسبت به دیگری و ارجحیت یک برای یک عامل یا گزینه نسبت به خودش، دو خاصیت اصلی ماتریس مقایسه‌ای دو به دویی در فرآیند AHP هستند. این دو خاصیت باعث می‌شود که برای مقایسه n معیار یا گزینه، تصمیم گیرنده تنها به $\frac{N(N-1)}{2}$ سوال پاسخ دهد (Melvin, 2012؛ مهتابی اوغانی و همکاران، ۱۳۹۲).

جدول ۱- طبقه‌بندی کمی و کیفی برای مقایسه زوجی شاخص‌ها

درجه اهمیت	تعریف	توضیح
۱	اهمیت یکسان	دو عنصر، اهمیت یکسانی داشته باشند.
۳	کمی مهمتر	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر نسبتا ترجیح داده می‌شود.
۵	اهمیت قوی	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر زیاد ترجیح داده می‌شود.
۷	اهمیت خیلی قوی	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر بسیار زیاد ترجیح داده می‌شود.
۹	کاملا مهم‌تر	اهمیت خیلی بیشتر یک عنصر نسبت به عنصر دیگر به طور قطعی به اثبات رسیده است.
۲،۴،۶،۸	ترجیحات بینابین	هنگامی که حالت میانه وجود دارد.
هنگامی که عنصر i و j مقایسه می‌شود، یکی از اعداد بالا به آن اختصاص می‌یابد. در مقایسه عنصر j یا i، مقدار معکوس آن عدد اختصاص می‌یابد ($x_{ji} = \frac{1}{x_{ij}}$)		

نرمال سازی و تعیین اولویت‌ها

برای بدست آوردن اولویت‌ها از مفهوم نرمال‌سازی و میانگین

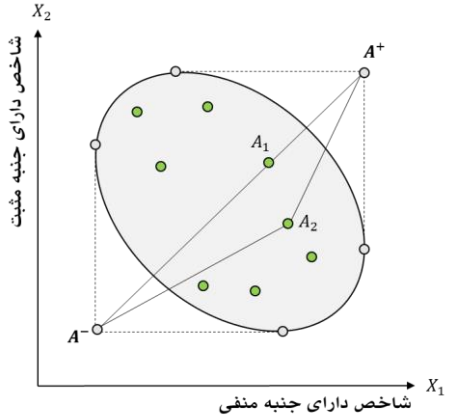
www.SID.ir

Archive of SID

موزون استفاده می‌شود. یعنی گزینه‌های مختلف را بر اساس نتایج بدست آمده از نظر هر معیار با یکدیگر مقایسه کرده و سپس توسط میانگین وزنی نرمال می‌شود، سپس اطلاعات بدست آمده از این طریق را در ماتریسی که سطر و ستون‌های آن را گزینه ها و معیارهای تصمیم گیری تشکیل می دهند مرتب کرده و با استفاده از مفهوم میانگین وزنی، وزن‌های بدست آمده برای هر کدام از معیارها را در ماتریس‌های ستونی نرمال شده قبلی ضرب کرده و نتایج حاصله را بصورت سطری با هم جمع و در نهایت این جمع را با بقیه گزینه‌ها مقایسه نموده و اولویت هر گزینه را مشخص می‌گردد (Melvin, 2012؛ قدسی‌پور،۱۳۹۱).

مدل تاپسیس

روش TOPSIS توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد و یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است (Hwang and Yoon, 1981). در این روش گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده آل اثباتی (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. فضای هدف بین دو معیار به‌عنوان نمونه در شکل (۲) نشان داده‌شده است. در اینجا A+ و A- به ترتیب، راه‌حل ایده آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی است. گزینه A1 به نسبت گزینه A2 فاصله کمتری تا راه‌حل ایده آل مثبت و فاصله بیشتری را تا راه‌حل ایده آل منفی دارد (اصغرپور، ۱۳۹۳).



شکل ۲- فاصله اقلیدسی راه حل ایده‌آل مثبت و منفی در فضای دو بعدی (مومنی و شریفی سلیم، ۱۳۹۰)

مراحل ریاضی روش تاپسیس بصورت زیر می‌باشد (Pimerol and Romero, 2011):

۱-تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری با m گزینه و n معیار (شاخص)

۲- نرمال سازی ماتریس تصمیم‌گیری

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum(X_{ij})^2}} \qquad ,i = 1,2,\dots,m, \qquad (۴)$$

j=1, 2……n

۳-به دست آوردن وزن هر یک از معیارها و ایجاد ماتریس وزنی نرمال شده: در این راستا شاخص‌های دارای اهمیت بیشتر از وزن بالاتری برخوردارند. در واقع ماتریس (v) حاصل‌ضرب مقادیر استاندارد هر شاخص در اوزان مربوط به خود می باشد.

$$Vij = Wij * ri_j \qquad (۵)$$

۴- تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت و منفی:

(۶)

$$A^+ = \{(\max Vij \,|j \in J), (\min Vij \,|j \in J')\}, \quad A^- = \{(\min Vij \,|j \in J), (\max Vij \,|j \in J')\}$$

۵- تعیین فاصله گزینه‌های ماتریس نرمال وزن‌دار از نقاط ایده آل مثبت و منفی:

(۷)

$$S_i^+ = \sqrt{\sum(V_{ij} - Vi^+)^2} \quad , \quad S_i^- = \sqrt{\sum(V_{ij} - Vi^-)^2}$$

۶- محاسبه نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \qquad (۸)$$

مقدار C_i^* بین صفر و یک است. هرچه این مقدار به یک نزدیکتر باشد راهکار به جواب ایده‌آل نزدیکتر است و راهکار بهتری می‌باشد.

۷-در پایان با استفاده از مقادیر به‌دست آمده، ضریب C_i^* را برای هر گزینه مشخص و بر اساس این ضریب، سیاست‌های بکاررفته در این تحقیق رتبه‌بندی می‌گردد. گزینه‌ای (سیاست) که C_i^* بزرگتری داشته باشد مطلوب‌تر است.

آمار و اطلاعات مورد نیاز برای انجام محاسبات و برآورد مدل از سازمان‌ها و مؤسسات ذیربط مانند سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان و سازمان آب منطقه‌ای استان کردستان برای سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ گردآوری شده است. گفتنی است که برای ساخت الگوهای موردبررسی و شبیه‌سازی سیاست‌ها از نرم‌افزار GAMS[1] (سیستم مدل‌سازی جبری تعمیم‌یافته) استفاده‌شده است.

نتایج و بحث

مبنای تعریف سناریوها

در این تحقیق به منظور حفظ و مدیریت منابع آب دشت قروه، سیاست‌های قیمتی، غیر قیمتی و تلفیقی از این دو سیاست موردبررسی قرار گرفت. با توجه به شرایط بارندگی سال‌های آینده و احتمال گسترش خشکسالی و لزوم حفاظت بیشتر منبع حیاتی آب در بلندمدت، در مطالعه حاضر سعی بر این است تا سناریوهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد برای سیاست‌های بیان‌شده اعمال و موردبررسی قرار گیرد. سناریوهای قیمتی بر اساس قیمت سایه‌ای به‌دست‌آمده در مدل لحاظ گردید. قیمت سایه‌ای نهاده آب در مدل PMP، ۳۰۹ تومان بدست

1- Generalized Algebraic Modeling System

www.SID.ir

Archive of SID

آمد. در مرحله بعد، ۱۰ درصد از قیمت سایه‌ای آب به‌عنوان آب‌بهای پرداختی توسط کشاورزان در نظر گرفته شد. لذا در این تحقیق، قیمت آب به ازای هر مترمکعب مصرف آن، پس از اعمال سناریوی ۱۰ درصد افزایش معادل ۳۱ تومان (S_1)، سناریو ۲۰ درصد معادل ۶۲ تومان (S_2) و سناریو ۳۰ درصد معادل ۹۳ تومان (S_3) در نظر گرفته شد و در هزینه‌های مصرفی در مدل لحاظ گردید. از طرفی دیگر، سیاست‌های سهمیه‌بندی (غیرقیمتی) مقدار برداشت آب عبارتند از: سناریوی (S_4) یعنی کاهش ۱۰ درصدی برداشت آب، سناریوی (S_5): کاهش ۲۰ درصد و سناریوی (S_6): کاهش ۳۰ درصدی برداشت آب. همچنین، باتوجه به اهداف و راهبردهای کشور در راستای حفظ و پایداری منابع آب، سه سناریوی دیگر برای تغییرات همزمان مربوط به کاهش مصرف آب و افزایش قیمت آن به صورت زیر در نظر گرفته‌شد تا اثرات آن در منطقه موردمطالعه بررسی گردد.

S_7: تغییرات همزمان ۱۰ درصدی افزایش قیمت آب و کاهش ۱۰ درصدی برداشت آب.

S_8: تغییرات همزمان ۲۰ درصدی افزایش قیمت آب و کاهش ۲۰ درصدی برداشت آب.

S_9: تغییرات همزمان ۳۰ درصدی افزایش قیمت آب و کاهش ۳۰ درصدی برداشت آب.

نتایج شبیه‌سازی سیاست‌ها

در این بخش به ارائه نتایج به‌دست آمده از الگوی بهینه کشت حاصل از برآورد الگوی PMP و شبیه‌سازی سناریوهای اعمال‌شده برای دشت قروه پرداخته می‌شود. نتایج مربوط به تغییرات الگوی کشت در منطقه موردمطالعه در جدول (۲) گزارش شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، با افزایش قیمت آب زیرزمینی در همه سناریوهای قیمت‌گذاری آب (S_1 تا S_3)، سطح زیرکشت محصولات سیب‌زمینی و یونجه نسبت به وضعیت موجود افزایش می‌یابد، درحالی که سطح زیرکشت محصولات گندم، جو و خیار نسبت به وضعیت موجود کاهش یافته است. همچنین اعمال این سیاست‌ها بر محصولات شبدر و اسپرس تاثیر قابل توجهی نداشته است. می‌توان گفت، باتوجه به اینکه این دو محصول در شرایط فعلی کمترین سطح زیرکشت را دارند، به نحوی که در مجموع حدود ۳ درصد زمین‌های منطقه به کشت این دو محصول اختصاص یافته است، فلذا با افزایش قیمت آب، تغییر قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشده است.

اعمال سناریوهای غیرقیمتی (S_4 تا S_6)، بیشترین تاثیر را بر محصول سیب‌زمینی داشته است، به‌گونه‌ای که سطح زیرکشت در S_4، S_5 و S_6 به ترتیب به میزان ۳/۲، ۶/۵ و ۷/۲ درصد افزایش داشته است. از طرفی دیگر، سطح زیرکشت سایر محصولات الگو کاهش‌یافته است. به گونه‌ای که در این سیاست با کاهش بیشتر آب قابل دسترس، کشاورزان تمایل بیشتری به تغییر الگوی کشت نشان می‌دهند. از دیگر نتایج جدول (۲)، نتایج مربوط به اعمال سیاست سوم، یعنی تغییر همزمان کاهش بهره‌برداری و افزایش قیمت آب (S_7 تا S_9) در بخش کشاورزی دشت قروه نشان می‌دهد، با اجرای این سیاست همانند سیاست سهمیه‌بندی آب، تنها سطح زیر کشت محصول سیب‌زمینی افزایش یافته است، به نحوی که تغییرات آن نیز نسبت به سیاست ذکر شده کمتر است. در مقابل سطح زیرکشت سایر محصولات الگو کاهش پیدا کرده است. اجرای این سیاست منجر به افزایش بیش از حد هزینه‌های تولید محصولات پرآب خواهد شد. بطور کلی در جریان بهینه‌سازی با اجرای سیاست‌های افزایش قیمت آب، کاهش آب دردسترس و تلفیقی از این دو سیاست در بیشترین حالت ممکن (۳۰ درصد)، مجموع سطح زیرکشت به‌ترتیب به مقدار ۰/۲، ۳۰/۹ و ۳۳/۲ درصد نسبت به شرایط کنونی کاهش و بصورت کشت نشده و آیش درآمده است.

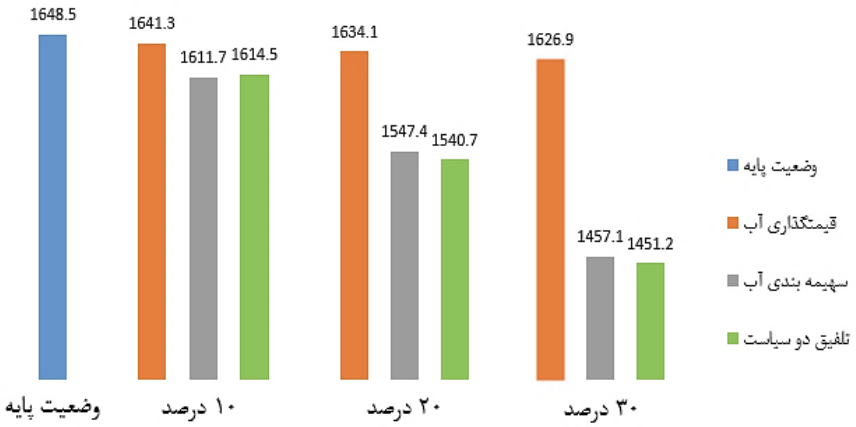
جدول ۲- نتایج حل الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی بر اساس سناریوهای مختلف (واحد: هکتار)

سناریوها	گندم آبی	جو آبی	سیب‌زمینی	یونجه	خیار	شبدر	اسپرس	سطح زیرکشت (Δ٪)
S_0	۱۲۱۰۱/۱	۱۲۱۶	۴۳۶۶	۳۵۶۰/۷	۱۴۰۲	۳۹۸/۶	۳۵۰/۱	۲۳۳۹۴/۵
S_1	۱۲۰۹۴	۱۲۱۰/۴	۴۳۷۱/۲	۳۵۶۴/۷	۱۳۹۰/۵	۴۰۰	۳۵۰/۱	۲۳۳۸۰/۹ (-۰/۰۶)
S_2	۱۲۰۸۷	۱۲۰۴/۷	۴۳۷۷/۹	۳۵۷۰/۲	۱۳۷۹	۴۰۰/۵	۳۵۱/۳	۲۳۳۷۰/۶ (-۰/۱)
S_3	۱۲۰۶۰/۶	۱۲۰۲	۴۳۸۳/۷	۳۵۷۷/۵	۱۳۶۷/۵	۴۰۱	۳۵۱/۶	۲۳۳۴۳/۹ (-۰/۲)
S_4	۱۱۱۸۷/۸	۹۲۸/۹	۴۵۰۴/۴	۲۹۸۹/۶	۱۰۰۹/۵	۲۶۸/۷	۲۵۲/۳	۲۱۱۴۱/۲ (-۹/۶)
S_5	۹۲۵۲	۷۰۷/۴	۴۶۵۰/۲	۲۶۳۲/۷	۸۸۴/۴	۱۸۱/۲	۲۰۱/۳	۱۵۵۰۸/۹ (-۲۰/۱)
S_6	۷۸۵۹/۳	۵۳۷/۱	۴۶۸۱/۵	۲۰۷۷/۱	۷۶۸/۵	۱۱۴/۷	۱۳۰/۱	۱۶۱۶۸/۳ (-۳۰/۹)
S_7	۱۱۳۷۰/۶	۹۱۱/۶	۴۴۵۲/۳	۲۹۳۹/۲	۹۹۵/۷	۲۷۰/۷	۲۶۹/۶	۲۱۲۰۹/۷ (-۹/۳)
S_8	۸۷۸۰/۷	۷۷۶/۶	۴۶۵۴/۲	۲۸۰۲/۵	۸۶۵/۲	۱۹۱/۷	۲۱۰/۴	۱۸۲۱۸/۳ (-۲۲/۱)
S_9	۷۵۲۵/۴	۴۷۲	۴۵۵۳/۳	۲۲۱۱/۶	۷۳۷/۷	۱۲۱/۵	۱۰۸/۲	۱۵۶۲۹/۷ (-۳۳/۲)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۳- مقایسه سود ناخالص مزرعه پس از اعمال سناریوهای کاهش آب (واحد: میلیارد ریال)

جدول ۳- تغییرات شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها در اثر اعمال سناریوهای کاهش آب

سناریو	بازده ناخالص [۱]	بازده اقتصادی هر مترمکعب آب [۲]	اشتغال [۳]	مصرف آب [۴]	فسفات [۵]	اوره [۵]	علف‌کش [۶]	قارچ‌کش [۶]	حشره‌کش [۶]
S_1	۱۶۴۱/۳	۷۵۸۱	۳۲/۰۳	۲۱۶۴۸۳	۱۲۵	۱۷۹/۰۲	۱/۰۴	۰/۸۸	۱/۰۶
S_2	۱۶۳۴/۱	۷۵۴۸	۳۲/۰۳	۲۱۶۴۷۵	۱۲۵/۰۱	۱۷۹/۰۱	۱/۰۴	۰/۸۸	۱/۰۶
S_3	۱۶۲۶/۹	۷۵۱۹	۳۲/۰۱	۲۱۶۳۵۲	۱۲۵	۱۷۹	۱/۰۳	۰/۸۷	۱/۰۷
S_4	۱۶۱۱/۷	۸۲۶۹	۳۲/۷۸	۱۹۴۸۹۳	۱۲۵/۳۳	۱۸۴/۰۴	۱	۰/۸۹	۱/۱۵
S_5	۱۵۴۷/۴	۸۹۳۲	۳۰/۳۶	۱۷۳۲۴۳	۱۲۱/۸	۱۷۸/۲۲	۱/۰۲	۰/۸۷	۱/۱۲
S_6	۱۴۵۷/۱	۹۶۱۲	۲۷/۸۸	۱۵۱۵۸۳	۱۱۹/۴۹	۱۷۳	۱/۰۳	۰/۸۷	۱/۱۱
S_7	۱۶۱۴/۵	۸۲۸۴	۳۲/۸۱	۱۹۴۸۹۳	۱۲۴/۵۸	۱۸۳/۶۴	۱/۰۱	۰/۸۸	۱/۱۴
S_8	۱۵۴۰/۷	۸۹۰۸	۳۰/۶	۱۷۲۹۴۸	۱۲۰/۹۴	۱۷۸/۱۱	۱/۰۲	۰/۸۷	۱/۱
S_9	۱۴۵۱/۲	۹۸۱۳	۲۷/۶۴	۱۴۸۹۸۵	۱۱۹/۵۵	۱۷۲/۶۳	۱/۰۳	۰/۸۷	۱/۱۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق (۱:میلیارد ریال، ۲: ریال بر مترمکعب، ۳: هزار مترمکعب، ۴:نفر-روز، ۵: کیلوگرم، ۶: لیتر)

در جدول (۳)، میزان تغییرات هر یک از زیرشاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در اثر اعمال سناریوهای کاهش آب نشان داده شد. درجه اهمیت هر یک از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها در هر منطقه‌ای متناسب با شرایط آن منطقه متفاوت است. بر این اساس اهداف، سیاست‌گذاری‌ها و اجرای تصمیمات نیز تحت تأثیر درجه اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها قرار می‌گیرد؛ بنابراین لازم است برای اعمال سناریوهای مختلف برای جلوگیری از برداشت بی‌رویه متناسب با اثرات اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی آن، اهمیت هر یک از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها در دشت قروه تعیین گردد. در جدول (۴) وزن نسبی و نهایی هر یک از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها نشان داده شده است. معیار زیست‌محیطی با وزن ۴۰/۱ بیشترین و شاخص اجتماعی با وزن ۲۳/۲ کمترین تاثیر را در پایداری کشاورزی منطقه مورمطالعه دارد. در واقع اهمیت بالای شاخص زیست‌محیطی، نشان‌دهنده اهمیت مباحث زیست‌محیطی و بالاخص مصرف بی‌رویه آب در این دشت است که می‌بایست در سیاست‌گذاری‌های بخش کشاورزی بخصوص در اجرای سناریوهای کاهش آب به این اثرات توجه گردد. از سوی دیگر اهمیت بالای شاخص اقتصادی، پایین بودن درآمد و سود کشاورزان است، به بیانی دیگر، در اولویت دوم ضرورت توجه به استفاده بهینه و اقتصادی منابع موجود باید صورت بگیرد.

باتوجه به نتایج بدست‌آمده در بین زیرمعیارهای شاخص زیست-محیطی، زیرمعیارهای میزان مصرف آب و کود شیمیایی ازته به‌ترتیب با وزن نسبی ۴۱/۵ و ۲۲/۱ بیشترین اهمیت و زیرمعیار سموم علف‌کش با وزن ۵/۲ و سپس زیرمعیار قارچ‌کش با وزن ۵/۶ کمترین نقش را در پایداری کشاورزی منطقه دارند. مقدار بالای شاخص مصرف آب به دلیل برداشت بی‌رویه این منبع از این دشت است، به‌طوری‌که با توجه به گسترش سطح زیرکشت آبی و تقاضا برای آن در آینده، توجه به آن نسبت به سایر شاخص‌ها ضروری است. در بین زیرمعیارهای شاخص اقتصادی نیز، زیرمعیار بازدهی ناخالص مزرعه با وزن نسبی ۷۹ بیشترین اهمیت را بر پایداری کشاورزی دارد، لذا

www.SID.ir

Archive of SID

حرکت به سمت کشاورزی پایدار با کاهش هزینه‌های تولید و سوددهی آن همراه خواهد بود. تنها زیرشاخص اجتماعی در این تحقیق، اشتغال نیروی کار مزرعه به‌عنوان مهم‌ترین شاخص اجتماعی در نظر گرفته شده است، بنابراین درجه اهمیت این شاخص با وزن ۲۳/۲ نسبت به کل شاخص‌ها محاسبه گردید. با توجه به وزن هریک از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها، وزن نرمال شده هر یک از زیرشاخص‌ها محاسبه گردید. همانطور که از جدول (۴) مشاهده می‌گردد، شاخص‌های بازده ناخالص، مصرف آب و اشتغال بیشترین اهمیت را نسبت به سایر شاخص‌ها دارا می‌باشند. از دیگر نتایج این جدول، وضعیت تمایل قطبی هر یک از زیرشاخص‌ها گزارش شده است. باتوجه به نتایج، شاخص‌های بازده ناخالص مزرعه، نسبت سود به آب مصرفی و اشتغال دارای تمایل مثبت و سایر شاخص‌ها دارای تمایل قطبی منفی می‌باشند.

جدول ٤- ارزش وزنی هر یک از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها

شاخص	ارزش وزنی شاخص(٪)	زیرشاخص‌ها	واحد اندازه‌گیری	وزن (نسبی) زیرشاخص‌ها(٪)	وزن نرمال شده زیرشاخص‌ها (٪)	تمایل قطبی
اقتصادی	۳۶/۷	بازده ناخالص مزرعه	میلیارد ریال	۷۹	۲۳/۳	+
		نسبت سود به آب مصرفی	ریال/مترمکعب	۲۱	۱۳/۴	+
اجتماعی	۲۳/۲	اشتغال مزرعه	نفر/هکتار	۲۳/۲	۲۳/۲	+
زیست‌محیطی	۴۰/۱	میزان مصرف آب	هزارمترمکعب	۴۱/۵	۱۹/۴	−
		کود فسفات	کیلوگرم/هکتار	۱۵/۹	۳/۹	−
		کود ازت	کیلوگرم/هکتار	۲۲/۱	۱۰/۵	−
		علف‌کش	لیتر/هکتار	۵/۲	۱/۷	−
		حشره‌کش	لیتر/هکتار	۹/۷	۲/۶	−
		قارچ‌کش	لیتر/هکتار	۵/۶	۲	−

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در ادامه با توجه به وزن‌های به دست آمده از جداول پیشین و داده‌های مربوط به هر شاخص، رتبه‌بندی سناریوهای اعمال‌شده با روش TOPSIS انجام گرفت. در جدول (۵)، رتبه‌بندی سناریوهای کاهش مصرف آب متناسب با اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست-محیطی و همچنین درجه اهمیت هر کدام از سناریوها ارائه شده است.

جدول ٥- رتبه بندی سناریوهای قیمتی و غیرقیمتی

سناریو	معیار همسانی (C_i^*)	رتبه
S_1	۰/۵۵۰	۳
S_2	۰/۵۴۳	٥
S_3	۰/۵۳۷	٦
S_4	۰/۶۳۳	۲
S_5	۰/۵۴۹	٤
S_6	۰/۴۲۷	۹
S_7	۰/۶۳۷	۱
S_8	۰/۴۹۷	۷
S_9	۰/۴۳۹	۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

باتوجه به مقادیر معیار همسانی، این معیار بین صفر و یک متغیر بوده و هرچه سناریوی مورد نظر به راه حل مطلوب همسان‌تر باشد، مقدار معیار همسانی آن، به عدد یک نزدیک‌تر است. همانطور که در جدول (۵) مشاهده می‌گردد، سناریوی S_7 با مقدار ۰/۶۳۷ بهترین وضعیت پایداری در کشاورزی و به عنوان سناریوی برتر و پس از آن S_4 و S_1 به ترتیب با ارزش نهایی ۰/۶۳۳ و ۰/۵۵۰ وضعیت مساعدتری نسبت به دیگر سناریوها به لحاظ پایداری دارند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف این تحقیق، بررسی آثار پایداری کشاورزی در اثر سیاست‌های کاهش مصرف منابع آب در بخش کشاورزی دشت قروه می باشد. تحلیل‌های مورد نظر به منظور تعیین الگوی کشت و اثرات کاهش منابع آب بر پایداری کشاورزی طی سه سیاست صورت پذیرفت که شامل سیاست‌های سهمیه‌بندی آب (سیاست مستقیم)، افزایش قیمت آب (سیاست غیرمستقیم) و اثرات همزمان این دو سیاست می‌باشد. هرکدام از این سیاست‌ها در سه سطح ۱۰ ،۲۰و ۳۰ درصد با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) و رهیافت حداکثر آنتروپی (ME) در محیط نرم‌افزاری GAMS مدلسازی و برآورد شد. سپس به‌منظور محاسبه وزن شاخص‌های اصلی (اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی) و زیرشاخص‌های آنها از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید و در مرحله نهایی، با استفاده از رهیافت تصمیم‌گیری گروهی TOPSIS سناریوهای اعمال‌شده رتبه‌بندی گردیدند.

نتایج تحقیق نشان داد که اعمال سیاست‌های سهمیه‌بندی آب، افزایش قیمت آب و اثرات همزمان این دو سیاست، باعث کاهش مصرف آب، کاهش مجموع سطح زیرکشت محصولات زراعی و کاهش بازده ناخالص منطقه شده است. نتایج سیاست افزایش قیمت آب نشان داد که این سیاست چندان تأثیرگذار نیست و تنها هزینه کشاورزان را افزایش می‌دهد و اثربخشی آن در صورت اتخاذ سیاست‌های تکمیلی غیرقیمتی تضمین می‌شود. همچنین در همه سناریوهای سهمیه‌بندی آب و تلفیق همزمان آن با قیمت‌گذاری آب، سطح زیرکشت تقریباً متناسب با مقدار کاهش آب قابل‌دسترس کاهش خواهد یافت و الگوی کشت به نفع محصولاتی (سیب‌زمینی) که درآمد بیشتری را به ازای هر مترمکعب آب ایجاد می‌کنند، پیش می‌رود. همچنین نتایج حاصل از وزن‌دهی شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی نشان داد که مقدار شاخص‌ها به‌ترتیب برابر ۳۶/۷، ۲۳/۲ و ۴۰/۱ می‌باشند به‌گونه‌ای که معیار زیست‌محیطی بیشترین اهمیت را در پایداری کشاورزی منطقه موردمطالعه ایفا می‌نماید. از مهمترین دلایل وضعیت مطلوب پایداری این شاخص نسبت به دو شاخص دیگر می‌توان به بالا بودن شاخص میزان مصرف آب اشاره کرد. نتایج همسانی توسط دیگر محققان از قبیل Gallego-Ayala, (2012)، اسدی و همکاران (۲۰۱۳)، داداشیان سرای و همکاران (۱۳۹۴) و داورپناه و همکاران (۱۳۹۶) گزارش شده است. نتایج حاصل از رتبه‌بندی تکنیک TOPSIS متناسب با اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و همچنین درجه اهمیت هر یک از زیرشاخص‌های آنها، سناریوهای S_7 به‌عنوان سناریوی برتر و مطلوب‌ترین حالت پایداری و سناریوی S_6، ضعیف‌ترین سناریوی پایداری کشاورزی در منطقه معرفی گردید. در این سناریوی برتر، مقدار بازده ناخالص، سطح زیرکشت و مصرف آب کل محصولات به‌ترتیب ۴/۳ ، ۹/۳ و ۱۰ درصد نسبت به وضعیت فعلی کاهش یافته است.

اعمال سناریوهای قیمتی و غیر قیمتی سبب کاهش کل سطح زیرکشت مزرعه شد که به معنی کاهش توان اشتغال‌زایی بخش کشاورزی است، لذا اتخاذ این سیاست‌ها افزون بر پیامدهای اقتصادی- زیست‌محیطی و افزایش نرخ بیکاری دارای پیامدهای اجتماعی در مناطق روستایی نیز خواهند بود. بنابراین پیشنهاد می‌شود، برای مقابله با این مشکل، استفاده از راهکارهای توسعه اشتغال‌زایی در صنایع جایگزین به‌ویژه توسعه صنایع پشتیبان بخش کشاورزی توصیه می‌گردد و باید در دستور کار برنامه‌ریزان و متولیان امر قرار بگیرد. از طرفی‌دیگر، باتوجه به اینکه سناریوهای سهمیه‌بندی و تلفیقی نسبت به سناریوی قیمت‌گذاری باعث صرفه‌جویی بیشتر در مصرف آب و در اولویت قرار گرفته‌اند، در این صورت دولت می‌تواند با راهکارهایی مانند نصب دستگاه‌های کنترل‌کننده و کنتورهای هوشمند از طریق کم کردن ساعت کار موتورهای آبی مانع از برداشت اضافی آب از چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق شود.

نتایج حاصل از وزن‌دهی شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیستمحیطی در منطقه مورمطالعه نشان داد که شاخص‌های زیست-محیطی نسبت به دو شاخص دیگر از اهمیت بیشتری برخودار است. بنابراین باید سیاست‌هایی که بیشتر مربوط به کنترل عوامل آسیب-رسان زیست‌محیطی مانند مصرف آب، کود و سموم شیمیایی است، بیشتر موردتوجه قرار گیرد.

منابع

احسانی، م.، دشتی، ق.، حیاتی، ب. قهرمان‌زاده، م . ۱۳۹۱. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید جو در شبکه آبیاری دشت قزوین. نشریه دانش آب و خاک، ۲(۱): ۲۰۰-۱۸۷.

اصغرپور، م. ج. ۱۳۹۳. تصمیم گیری چندمعیاره. دانشگاه تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

پورزند، ف.، بخشوده، م . ۱۳۹۱. ارزیابی پایداری کشاورزی استان فارس با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی توافقی. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۴(۱): ۲۶-۱.

جلیل پیران، ح. ۱۳۹۱. نقش قیمتگذاری آب در بخش کشاورزی بر تعادل منابع آب، ماهنامه بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی، ۲: ۱۲۸-۱۱۹.

چوبچیان، ش.، مومنی هلالی، ه. ۱۳۹۵. تصمیم‌گیری چند معیاره: رویکرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) و بکارگیری تحلیل (SWOT).سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی.

داداشیان سرای، م.، دشتی، ق.، حیاتی، ب.، قهرمانزاده، 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). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۵(۱): ۱۵۷-۱۴۵.

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

فیروزی، م. ع.، امان پور، س.، حصیری، آ. ۱۳۹۵. بررسی نقش کشاورزی در توسعه پایدار روستایی (نمونه موردی: بخش بردخون شهرستان دیر). جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، ۸(۲۷): ۱۲۶-۱۴۰.

قدسی پور، س، ح. ۱۳۹۱. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ،AHP تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلیتکنیک تهران).

قزوینی، م.، ویسی، ه.، مهدوی دامغانی، ع. ا.، خوشبخت، ک.، نجاتیان، م. ع. ۱۳۹۱. بررسی وضعیت پایداری باغات انگور شهرستان تاکستان با استفاده از چارچوب ارزیابی مدیریت پایدار سرزمین (FESLM) . کشاورزی بوم‌شناختی، ۲(۱): ۱۱۵-۱۰۴.

مهتابی اوغانی، م. نجفی، الف؛ و یونسی، ح. ۱۳۹۲. مقایسه دو روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: انتخاب محل دفن پسماند شهری کرج). مجله سلامت و محیط، فصلنامهی علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت-محیط ایران، ۶(۳): ۳۲-۳۴۱.

مهدوی دامغانی، ع.، کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۳. شاخص های پایداری ابزاری برای کمی‌کردن مفاهیم کشاورزی بوم شناختی. مجله علوم محیطی، ۱(۴): ۱۰-۱.

مومنی، م.، شریفی سلیم، ع.ر. ۱۳۹۰. مدل‌ها و نرم افزارهای تصمیم-گیری چند شاخصه، انتشارات سیمای دانش.

Asadi, A., Kalantari, Kh., Choobchian, Sh. 2013. Structural Analysis of Factors Affecting Agricultural Sustainability in Qazvin Province, Journal of Agricultural Science and Technology, 15: 11-22.

Caii, X.M., Rosegrant, M.W. 2004. Irrigation Technology Choices under Hydrologic Uncertainty: A Case Study from Maipo River Basin, Chile. Water Resources Research, 40.

Cauwenbergh, N., Biala, K., Bielders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Cidad, V.G., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Reijnders, J., Sauvenier, X., Valckx, J., Vanclooster, M., Der Veken, B.V., Wauters, E., Peeters, A. 2007. SAFE a hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. Agric Ecosyst Environ 120:229–242.

Constanta-Zoie, R., Turek-Rahoveanu, A, 2010. A hybrid multi-criteria method for performance evaluation of Romanian South Muntenia Region in context of sustainable agriculture. Proceedings of the International Conference on Applied Computer Science. Malta, September 15-17.

Dantsis, T., Douma, C., Giourga, C., Loumou, A., 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.

Davarpanah, Sh., Hashemi Bonab, S., Khodaverdizadeh, M. 2016. Assessment and Comparison of Sustainable Agriculture Approach Using a Combination of AHP and TOPSIS. International Academic Institute for Science and Technology, 3(9): 7-17.

Gallego-Ayala, J. 2012. Selecting irrigation water pricing alternatives using a multimethodological approach. Mathematical and Computer Modelling, 55(3): 861-883.

Gómez-Limón, J. A., Sanchez-Fernandez, G. 2010. Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. Ecological Economics, 69(5): 1062-1075.

Gongn, J., Lin, H. 2000. Sustainable development for agricultural region in China: case studies, Forest Ecology and Management 128: 27-38.

Hassanshahi, H., Iravani, H., Daneshvar Ameri, Z., Kalantari, K. 2015. Measure and comparison of economic, social and ecological sustainability of farming systems in the Marvdasht plain. Desert. 20(2): 231- 239.

Howitt, R. E., Medellín-Azuara, J., MacEwan, D., Lund, J. R. 2012. Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water

www.SID.ir

Archive of SID

Reddy, V. 2009. Water Pricing as a Demand Management Option: Potentials, Problems and Prospects. R. Maria Saleth (Ed.), Water Sector Perspective Plan for India: Potential Contributions from Demand Management in Irrigation. Strategic Analysis of National River Linking Project of India. Series 3" Ed. Rathinasamy Maria Saleth, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka. 25-46.

Saaty, T.L (1990) How to make a decision: the analytic hierarchy process. European Journal of Operational Research 48(1):9-26

Saaty, T.L, 1980, The Analytic HierachyHierarchy processProcess. New York. Mc Graw Hill.

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

Sabiha, N. E., Salim, R., Rahman, S., FayRola-Rubzen, M. 2016. Measuring environmental sustainability in agriculture: A composite environmental impact index approach. Journal of Environmental Management, 166: 84-93.

Sita Devi, K., Ponnarasi, T. 2009. An Economic Analysis of Modern Rice Production Technology and its Adoption Behaviors in Tamil Nadu, Agricultural Economics Research Review, 22 (3): 341-347.

Xavier, A., Belém Costa Freitas, M. D., Fragoso, R., Socorro Rosário, M. D. 2018. A regional composite indicator for analysing agricultural sustainability in Portugal: A goal programming approach. Ecological Indicators, 89: 84-100.

management. Environmental Modelling & Software, 38: 244-258.

Howitt, R.E. 1995. Positive Mathematical Programming; American Journal of Agricultural Economics 77: 329-342.

Hwang, C. L., Yoon, K. 1981. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications; A State-OfThe-Art Survey. New York: Springer-Verlag.

Liu, F., Zhang, H. 2013. Novel methods to assess environmental, economic, and social sustainability of main agricultural regions in China. Agronomy for Sustainable Development, 33(3), 621-633.

Medellin-Azuara, J., Harou, J., Howitt, R. 2010. Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation, Science of the Total Environment, 408: 5639–5648.

Melvin, A, 2012. Social Security Administration, Baltimore, MD, (Decision Making using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and SAS/IML®). SESUG 2012. Paper SD-04.

Molden, D. 2007. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Earthscan, London, UK.

Pimerol, J., Romero, S. 2011. Multi-Criteria Decision in Management: Principles and Practice. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Rao, N.H., Rogers, P.P. 2006. Assessment of agricultural sustainability. Current Science, 91(4): 439- 448

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 13, Jan.-Jul. 2019, p. 540-551

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۳، خرداد - تیر ۱۳۹۸، ص. ۵۵۱-۵۴۰

Investigating the Effects of Water Reduction Policies on Sustainable Development of Agricultural Sector in Ghorveh Plain of Kurdistan Province

M. A. Asaadi[1], H. Najafi Alamdarlo[2]*

Recived: Apri.22, 2019 Accepted: May.31, 2019

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of different policies (water price increase, quotation and combination of these two policies) on economic, social and environmental criteria in cope with agricultural sustainability in Qorveh plain. Each of these policies was used at three levels of 10, 20 and 30 percent. A PMP model is used to simulate the effects of these scenarios. Then, the AHP method was used to calculating the weight of the indexes and sub-indicators, and in the final stage, using the TOPSIS approach, the scenarios were ranked and the best scenario was selected. The results of the study showed that all scenarios will reduce the total cropping area, gross profit and water consumption. Also, water pricing policy is not effective and only increased the farmers' costs, but the quotation and the combined polices are recommended as effective policies. Also, the environmental index was introduced as the most important decision indicator. Therefore, S7 scenario (10% in water price increase a with 10% water quotation) was identified as the best scenario to obtaining the sustainable goals in agriculture sector.

Keywords: Water pricing Policy, Water quotas, PMP, Analytic hierarchy process

1- Ph.D. Student, Agricultural Economics Department, Tarbiat Modares University
2- Assistant Professor of Agricultural Economics Department, Tarbiat Modares University
(*- Corresponding Author Email: hamed_najafi@modares.ac.ir)

www.SID.ir