اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۲۷، شمارهٔ ۱۰۸، زمستان ۱۳۹۸

DOI: 10.30490/aead.2020.273052.1035

ارزیابی پایداری سیاست‌های قیمت‌گذاری آب کشاورزی با استفاده از شاخص ترکیبی: مطالعهٔ موردی استان قزوین

پروانه نصیری[۱]، سعید یزدانی[۲]، رضا مقدسی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۲۶

چکیده

یکی از وظایف دشوار سیاست‌گذاران انتخاب بین مجموعه سناریوهایی است که برای دریافت تعرفه آب در اجرای سیاست قیمت‌گذاری آب کشاورزی، از لحاظ اجرایی و قانونی امکان‌پذیر باشند. هدف تحقیق حاضر بررسی نتایج بالقوه ابزارهای مختلف قیمت‌گذاری آب (هکتاری، حجمی و تعرفه دوقسمتی) و اثرات آنها بر پایداری اراضی آبی با در نظر گرفتن ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بود. بدین منظور، با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

۲. نویسندهٔ مسئول و استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران.
(syazdani@ut.ac.ir)

۳. دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

اثباتی، رفتار کشاورزان در مواجهه با ابزارهای مختلف قیمت‌گذاری آب کشاورزی شبیه‌سازی شد و محاسبهٔ شاخص ترکیبی برای اندازه‌گیری پایداری اجرای هر ابزار قیمت‌گذاری به کمک روش تحلیل سلسله‌مراتبی صورت گرفت. داده‌های مورد نیاز از طریق نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای با تکمیل ۱۲۰ پرسشنامه از کشاورزان زیر پوشش شبکه آبیاری دشت قزوین و همچنین، با بهره‌گیری از نظرات و تجارب کارشناسی و داده‌های اسنادی جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که اجرای ابزارهای سیاست قیمت‌گذاری مورد بررسی دارای اثرات منفی بر شاخص‌های پایداری اقتصادی (سودآوری) و اجتماعی (اشتغال) است و تنها بر شاخص‌های زیست‌محیطی تأثیر مثبت دارد؛ مصرف آب در روش قیمت‌گذاری هکتاری افزایش و در روش‌های حجمی و تعرفه دوقسمتی کاهش می‌یابد؛ همچنین، در روش قیمت‌گذاری تعرفه دوقسمتی، شاخص کل پایداری از سایر سناریوهای مورد بررسی بالاتر بوده، که بیانگر کارآیی این روش برای رسیدن به پایداری است و به بیشترین کاهش مصرف آب می‌انجامد. از این‌رو، اجرای سیاست قیمت‌گذاری تعرفه دوقسمتی و نیز اتخاذ سیاست‌های جایگزین در راستای پایداری کامل و جبران اثرات منفی این سیاست پیشنهاد شده است.

طبقه‌بندی JEL : C61, D04, Q01, Q15

کلیدواژه‌ها: *شاخص‌های ترکیبی، پایداری، ابزارهای قیمت‌گذاری آب کشاورزی، برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، قزوین (استان).*

مقدمه

کشاورزی همواره نسبت به سایر بخش‌های اقتصاد ارتباط نزدیک‌تری با محیط زیست داشته است (۴۳)، چراکه با وجود افزایش هر ساله جمعیت و به تبع آن، افزایش تقاضا برای مواد غذایی، حفظ و پایداری منابع طبیعی تولیدکننده مواد غذایی ضروری است. پایداری کشاورزی از این نظر حائز اهمیت است که هم به‌گونه‌ای چشمگیر بر محیط زیست پیرامون

خود تأثیر می‌گذارد و هم از تغییرات محیط زیست تأثیر می‌پذیرد. افزون بر این، کشاورزی منبع اصلی معیشت کشورهای در حال توسعه به‌شمار می‌رود (۴۹).

ارزیابی پایداری، ابزاری است که می‌تواند به تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران کمک کند تا تصمیم بگیرند که در تلاش برای ایجاد جامعه پایدار، چه اقداماتی را باید و چه اقداماتی را نباید انجام دهند (۱۳). در هر مطالعه‌ای در حوزه کشاورزی پایدار، این پرسش به ذهن می‌آید که چگونه پایداری کشاورزی ارزیابی می‌شود (۲۵). طبق مفهوم کشاورزی پایدار، کشاورزی زمانی پایدار است که از لحاظ فنی امکان‌پذیر، از نظر اقتصادی موجه، از نظر سیاسی مناسب، از جنبه مدیریتی اجراشدنی، از دیدگاه اجتماعی پذیرفتنی، از نظر بوم‌شناختی مناسب و به لحاظ محیطی سازگار باشد، که این پایداری به‌طور اعم سه بعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی را دربرمی‌گیرد. در واقع، یکی از محاسن طرح توسعه پایدار همین مکمل دانستن ابعاد مختلف توسعه است و از این‌روست که رویکرد کل‌گرایانه در توسعه پایدار، نگرش یکپارچه به همه عوامل اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی را طلب می‌کند (۴).

در سال‌های اخیر، پدید آمدن شکاف بین قیمت واقعی آب کشاورزی و قیمتی که کشاورزان به‌عنوان آب‌بها پرداخت می‌کنند، سبب مصرف بی‌رویه آب آبیاری در استان قزوین شده است. در واقع، پرداخت بهای کم برای نهاده آب توسط کشاورزان به‌ویژه در سال‌های اخیر، مصرف بی‌رویه آب و کاهش راندمان آن را در پی داشته است (۱۴). از این‌رو، در مطالعهٔ حاضر، شاخص‌های مدیریت پایدار منابع آب با ملاحظات زیست‌بومی، اقتصادی و اجتماعی در ارزیابی سیاست‌های قیمت‌گذاری آب در شبکه آبیاری دشت قزوین مورد محاسبه قرار می‌گیرد تا از این رهگذر، در راستای اجرای صحیح سیاست‌های لازم، بتوان مبنایی مناسب برای همسوسازی و هماهنگی سیاست دستگاه‌های مختلف کشور در سطح خرد و کلان فراهم کرد.

در بیشتر مطالعات پیشین در زمینهٔ پایداری در داخل کشور (۱، ۶، ۲۶، ۳۳، ۳۹، ۴۷، ۶۱)، پژوهشگران به محاسبه شاخص‌های پایداری با روش‌های مختلف پرداخته و سناریوهای

مختلف صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌های زیست‌محیطی و اثر هر کدام بر شاخص پایداری را بررسی کرده‌اند. در چند مطالعه (۳، ۱۲، ۴۱، ۶۰)، شاخص پایداری در سناریوهای مختلف مؤثر بر مصرف آب، با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی کسری، محاسبه شده است. همچنین، برخی از مطالعات (۵، ۷، ۸، ۲۷، ۳۶، ۴۲، ۴۴، ۴۸، ۵۰، ۵۷ و ۵۸) تأثیر اجرای سیاست‌های قیمت‌گذاری را با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی مورد بررسی قرار داده‌اند. اما تاکنون اثر اجرای سیاست‌های قیمت‌گذاری آب بر پایداری با محاسبه شاخص ترکیبی که تمام ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را دربرمی‌گیرد، در هیچ پژوهشی بررسی نشده است.

پاره‌ای از پژوهش‌ها (۱۰، ۱۱، ۲۰،۲۲، ۳۱، ۵۴، ۵۵) به بررسی تأثیر سیاست‌های مختلف قیمت‌گذاری آب بر پایداری پرداخته و هر کدام اثرات چندبعدی قیمت‌گذاری آب را با معرفی اجرای شاخص‌های مناسب سیاستی به‌طور جداگانه آزمون کرده‌اند. اما آنچه در این راستا اهمیت دارد، آزمودن همزمان تأثیر این شاخص‌ها بر تمام ابعاد شاخص پایداری از جمله ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است. از این‌رو، استفاده از شاخص ترکیبی پایداری برای بررسی پایداری حائز اهمیت است، که البته برخی مطالعات آن را مد نظر قرار داده‌اند (۹، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۴، ۳۷، ۳۸، ۵۳).

به‌طور کلی، با توجه به پژوهش‌های صورت‌گرفته در داخل کشور، می‌توان گفت که نخست، در ادبیات اقتصاد کشاورزی ایران، به سیاست‌های قیمت‌گذاری آب به‌تفکیک روش‌های مختلف معرفی‌شده برای آن کمتر پرداخته شده است؛ و بیشتر مطالعات، سناریوهای افزایش قیمت آب به‌طور معمول را بررسی کرده و سیاست‌های مختلف قیمت‌گذاری آب از جمله حجمی، مساحت، و تعرفه دوقسمتی را به‌طور خاص در قالب یک گزینه سیاستی و تأثیر آن بر پایداری را مورد ارزیابی قرار نداده‌اند. دیگر آنکه در بین این مطالعات، اثرات سیاست‌های مختلف قیمت‌گذاری بر سطح زیر کشت و سودآوری و در نهایت، اثر آن بر مصرف آب، کودها و سموم از نظر زیست‌محیطی و اشتغال نیروی کار از بعد اجتماعی ارزیابی شده است. ولی در پژوهش‌های پیشین، بررسی اثرات این روش‌ها بر ابعاد اقتصادی، اجتماعی و

زیست‌محیطی به‌طور همزمان مشاهده نمی‌شود. از سوی دیگر، در پژوهش‌های صورت‌گرفته در داخل و خارج کشور، بهترین رهیافت برای ارزیابی سیاست‌ها روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی و حداکثر آنتروپی معرفی شده است. در مقایسه رهیافت‌های مورد استفاده در مطالعات داخلی و خارجی مشاهده می‌شود که برخلاف مطالعات داخلی، در تحقیقات خارجی، به ملاحظه ابعاد مختلف پایداری در ارزیابی سیاست‌های قیمت‌گذاری پرداخته شده است. به دیگر سخن، در مطالعات خارجی، در کنار اثرات اقتصادی، به اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی سیاست‌های کشاورزی برای بررسی پایداری به‌صورت یک شاخص ترکیبی توجه شده است، نکته‌ای که به‌تازگی در مطالعات داخلی هم دیده می‌شود. در مطالعهٔ حاضر نیز با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی و حداکثر آنتروپی، اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی سیاست‌های مختلف قیمت‌گذاری آب کشاورزی برای محاسبه شاخص ترکیبی پایداری کشاورزی پیش‌بینی شده است.

در برنامه‌های توسعه اقتصادی- اجتماعی جمهوری اسلامی ایران و همچنین، سند چشم‌انداز بیست‌ساله کشور، تأکید زیادی بر حفظ محیط زیست به‌مثابه زیربنا و نقطه تمرکز فعالیت‌های کشاورزی شده و همچنین، بر اجرای سیاست‌های توسعه پایدار در زمینه حفاظت، نگهداری و استفاده بهینه از منابع آب کمیاب تأکید شده است. استان قزوین، با بهره‌مندی از ۴۸۹ هزار هکتار اراضی کشاورزی و کمتر از یک درصد خاک کشور، بیش از ۳/۵ درصد از تولید بخش کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده و سالانه قادر به تولید چهار میلیون تن محصولات زراعی، باغی و دامی است، که خود بیانگر اهمیت دشت قزوین در ایجاد امنیت غذایی استان و کشور است (۳۲). این استان در زمره مناطقی از کشور است که طی سال‌های اخیر، با کمبود منابع آب‌های سطحی و افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی مواجه شده است. سهم تخلیه بخش کشاورزی از آبخوان‌های این استان در حدود ۱۳۵۳ میلیون مترمکعب است، که حدود ۸۵۸ میلیون مترمکعب آن در بخش زراعی برای تولید محصولات عمده‌ای چون گندم، جو، ذرت علوفه‌ای، گوجه‌فرنگی، چغندرقند، کلزا و یونجه استفاده می‌شود (۴۵). با

توجه به کمیابی فزاینده منابع آب، انتخاب ابزارهای علمی مناسب برای ارزیابی سیاست‌های بخش آب در شرایط پیچیده از چالش‌های عمده در راستای اصلاح این سیاست‌ها برای رسیدن به اهداف مدیریت پایدار منابع آب به‌شمار می‌رود که از آن میان، نقش ابزارهای اقتصادی قابل توجه است. یکی از سازوکارهای مهم و مؤثر که از سوی مجامع مختلف بین‌المللی برای مصرف پایدار منابع آب معرفی شده، قیمت‌گذاری آب است، که از سیاست‌های عمومی توسعه، درجه محدودیت منابع آب و اهداف ویژه مدیریت منابع آب و شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جوامع تأثیر می‌پذیرد.

روش تحقیق

چارچوب روش تحقیق برای انتخاب و ارزیابی سناریوهای مختلف قیمت‌گذاری آب مبتنی است بر: انتخاب سناریوهای بالقوه که بر اساس معیارهای قیمت‌گذاری، قوانین موجود و شرایط فنی حاکم بر منطقه قابل اجراست؛ توسعه مدل‌های قیمت‌گذاری آب آبیاری اثباتی برای شبیه‌سازی رفتار کشاورزان در مواجهه با سناریوهای مختلف قیمتی؛ انتخاب ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و برآورد آنها برای هر کدام از سناریوهای معرفی‌شده؛ انتخاب بهترین سناریوی قیمتی معرفی‌شده با استفاده از روش AHP؛ و بررسی دلایل انتخاب منطقه مورد مطالعه و جامعه آماری مورد استفاده در مطالعهٔ حاضر. از این‌رو، ابتدا ابزارهای سیاست قیمت‌گذاری آب کشاورزی (هکتاری یا مساحت، حجمی و تعرفه دوقسمتی) با توجه به قوانین موجود، حاکمیت دولتی بر منابع آب سطحی و زیرزمینی موجود در شبکه و شرایط فنی منطقه موردمطالعه تعیین شد (۳۵، ۴۰، ۵۵). در این ابزارهای سیاست قیمت‌گذاری آب کشاورزی، معیارهای قیمت‌گذاری بر اساس هزینهٔ تمام‌شده، ارزش اقتصادی آب و ارزش باقی‌ماندهٔ آب در نظر گرفته شد. معیار هزینهٔ تمام‌شدهٔ آب در دو سناریو با در نظر گرفتن هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری و مجموع هزینه‌های سرمایه‌ای و بهره‌برداری و نگهداری محاسبه شد، بدین ترتیب که در روش هکتاری، این هزینه‌های سالانه بر سطح زمین زراعی

منطقه مورد مطالعه تقسیم شد؛ برای محاسبه هزینه آب در سیاست قیمت‌گذاری حجمی، هزینه‌های سالانه بهره‌برداری و نگهداری و مجموع هزینه‌های سرمایه‌ای و بهره‌برداری و نگهداری بر متوسط حجم آب شبکه تقسیم شد؛ و برای محاسبه هزینه آب در سیاست تعرفه دوقسمتی، برای جزء ثابت، هزینه‌های سرمایه‌ای شبکه آبیاری دشت قزوین بر سطح زیرکشت زراعی و برای جزء متغیر، هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری سالانه سد و شبکه آبیاری دشت قزوین بر متوسط حجم آب سالانه تقسیم شد.

در معیار ارزش اقتصادی آب، هزینه آب در سیاست قیمت‌گذاری مساحت، در دو سناریوی حداقل بر اساس قیمت سایه‌ای آب در تابستان و حداکثر قیمت سایه‌ای آب در پاییز و متوسط نیاز آبی محصولات زراعی عمده منطقه مورد مطالعه محاسبه شد. در خصوص سیاست قیمت‌گذاری حجمی، دو سناریوی حداقل و حداکثر بر اساس قیمت سایه‌ای آب در فصول تابستان و پاییز (که بر اساس برنامه‌ریزی خطی حاصل شده) منظور شده است.

در ارزش باقی‌ماندهٔ آب، هزینه آب در سیاست قیمت‌گذاری مساحت، در دو سناریوی متوسط کل و بر اساس محصولات محاسبه شد، بدین ترتیب که در سناریوی مبتنی بر محصولات، قیمت آب بر مبنای ارزش آب هر هکتار محصولات مختلف (جدول ۲) و در سناریوی مبتنی بر متوسط کل، متوسط ارزش آب هر هکتار بر مبنای متوسط وزنی ارزش آب محصولات زراعی بر اساس درصد سطح زیر کشت هر محصول محاسبه شد. در سیاست قیمت‌گذاری حجمی، دو سناریوی متوسط کل و مبتنی بر محصولات در نظر گرفته شد. سناریوی مبتنی بر محصولات بر اساس ارزش‌های جدول ۲ استخراج شد و محاسبهٔ سناریوی متوسط کل بر اساس متوسط وزنی محصولات با در نظر گرفتن درصد سطح زیر کشت محصولات صورت گرفت.

در شبیه‌سازی رفتار کشاورزان، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی استفاده شد. ساختار این الگو بر اساس تلفیقی از الگوی مورد استفاده در مطالعات صورت‌گرفته در این خصوص است (۱۷، ۲۰، ۲۲، ۲۸، ۳۴، ۵۱). طی سال‌های اخیر، تلاش‌های زیادی برای ترکیب روش‌های

اقتصادسنجی و برنامه‌ریزی به روش مناسب صورت پذیرفته که دستاورد آن ارائه الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی به‌همراه شیوهٔ حداکثر آنتروپی است. این الگو به‌طور خلاصه به‌صورت زیر است:

$$max\ TGM = \sum_i \sum_t x_{it}(p_{it}y_{it} - c_{it}) \quad (۱)$$

Subject to:

$$\sum_i \sum_t (x_{it}) \leq \sum_i \sum_t (x_{it}^0) \quad (۲)$$

$$\sum_i (x_{it}) \leq \sum_i (x_{it}^0)(1 + \varepsilon_1) \quad (۳)$$

$$x_{it} \leq x_{it}^0(1 + \varepsilon_2) \quad (۴)$$

$$\varepsilon_2 > \varepsilon_1 \quad (۵)$$

$$x_{it} \geq 0 \quad (۶)$$

در تابع هدف، p قیمت فعالیت i ام با فناوری tام، y عملکرد فعالیت i ام با فناوری tام، c هزینه متغیر فعالیت i ام با فناوری tام و x متغیر تصمیم یا فعالیت تولیدی است. در محدودیت‌ها، رابطه (۲) مربوط به کل زمین آبی در دسترس منطقه مورد مطالعه است، که x_{it}^0 فعالیت‌های تولیدی با فناوری‌های مورد نظر در منطقه را نشان می‌دهد. رابطه (۳) نشان‌دهندهٔ سایر محدودیت‌ها برای کل فعالیت‌ها در منطقه مورد مطالعه است، که ε_1 یک مقدار مثبت کوچک را بیان می‌کند. رابطه (۴) محدودیت‌های مربوط به هر نوع فعالیت را نشان می‌دهد، و ε_2 مقدار مثبت کوچک دیگری است که باید در رابطه (۵) صدق کند. در محدودیت‌های کالیبراسیون (که سطح فعالیت‌ها را به سطوح مشاهده‌شدهٔ دورهٔ پایه مقید می‌کند)، مقادیر دوگان مربوط به این محدودیت‌ها که بیانگر قیمت سایه‌ای محصولات تولیدشده است، محاسبه می‌شود. اما در این روش، محاسبات بر مبنای متوسط‌های منطقه صورت می‌گیرد و رفتار واقعی کشاورزان در ارزیابی سیاست‌ها بروز نمی‌کند، از این‌رو، در مطالعهٔ حاضر، از روش POLS[1] استفاده شد. در

1. Probablistic OLS

این روش، با شناسایی توابع عملکرد خوش‌فرمی که رفتار واقعی کشاورزان را توضیح می‌دهند، آثار سیاست‌های مختلف بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها بررسی می‌شود- در این ارتباط، انواع فرم‌های تابع عملکرد برای هر کدام از محصولات از طریق روش POLS برآورد شد. علت برآورد توابع از این روش آن است که علاوه بر رفع نقص روش OLS، بر نقص الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی و نیز برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی ارائه‌شده توسط‌هاویت (۲۹، ۳۰) در ارتباط با استفاده از متوسط‌ها غلبه می‌کند و ضمن گروه‌بندی کشاورزان، با شناسایی و معرفی توابع تولید و عملکردی که رفتار واقعی تک تک کشاورزان را با بازسازی همه مشاهدات برای سال پایه شبیه‌سازی می‌کند، نتایج بهتری را برای سیاست‌گذاری ارائه می‌دهد. به‌دلیل قابلیت این روش برای غلبه بر نقص‌های برخی از روش‌های متداول الگوهای اقتصادسنجی در ارتباط با درجه آزادی و نیز برآورد علامت صحیح پارامترها که منجر به اثبات قانون بازده نزولی می‌شود، از آن در مطالعات متعدد استفاده شده است که از آن جمله، می‌توان به برآورد توابع درجه سوم مقعر مبتنی بر قانون بازده نزولی برای پانزده محصول زراعی (۳۴)، تخمین پارامترهای توابع تولید درجه دوم برای سی محصول (۲۸) و تخمین پارامترهای توابع تولید درجه سوم مقعر برای بیست محصول (۵۱) اشاره کرد.

روش POLS همان روش OLS است که تحت رهیافت حداکثر آنتروپی[1] با توزیع احتمالاتی و میانگین انتظاری[2] صورت می‌پذیرد. در این روش، برای حداکثرسازی تابع هدف شانن[3] با استفاده از احتمالات، نقاط حمایتی[4] در نظر گرفته‌شده برای تخمین پارامترهای مدل اقتصادی، بیشترین اطلاعات ایجاد می‌شود (۵۲). در روش POLS، با جانشین‌سازی تابع مجذور مجموع جمله خطا برای هر مدل اقتصادی (خطی، درجه دوم، درجه سوم و...) و در نتیجه، حداقل‌سازی آن تحت رویکرد حداکثر آنتروپی در تابع هدف شانن با در نظر گرفتن

1. Maximum Entropy (ME)
2. Expected Value (EV)
3. Shanon
4. support points

محدودیت‌های ساختاری، شرایط مرتبه اول و نیز توابع احتمالاتی با نقاط حمایتی، پارامترهای توابع مختلف را در مواقع بد وضعیت[1] که تعداد پارامترهای یک مدل بیش از تعداد مشاهدات آماری است، مشکلات مربوط به ناصحیح بودن علائم پارامترها وجود دارد و پارامترها ذاتاً غیرخطی هستند، به بهترین نحو برآورد می‌کند. مدل کلی روش POLS به‌صورت زیر است:

(۷)

$$MAX\ H(B_0,\dots,B_k) = -P_{B_{011}}Log(P_{B_{011}}) - \dots - P_{B_{01m}}Log(P_{B_{01m}}) - \dots - P_{B_{11}}Log(P_{B_{11}}) - \dots - P_{B_{1m}}Log(P_{B_{1m}}) - \dots - P_{B_{k1}}Log(P_{B_{k1}}) - P_{B_{km}}Log(P_{B_{km}}) - \sum_{i=1}^{n} U_i^2$$

که در آن، B نشانگر پارامترهای مدل و P نشانگر سطح احتمال است. در رابطه بالا که یک تابع مقعر است، شکل کلی توزیع احتمالاتی ضرایب را در ارتباط با نقاط حمایتی نشان می‌دهد. جمله آخر رابطه (۷) مجموع مجذور جمله خطاست که می‌تواند هر نوع شکل تابعی را شامل شود. شرایط مرتبه اول این تابع با فرم خاص آن با توجه به تعداد مشاهدات آماری باید به‌صورت محدودیت به مدل تحمیل شود تا با پشتیبانی نقاط کمکی، تخمین پارامترها حول و حوش علائم پارامترها صورت پذیرد.

تابع تولید برای بررسی باید متناسب با ساختار فناورانه در بخش کشاورزی انتخاب شود. بر اساس ملاک‌های اولیه یک مدل خوب به عقیده جاج، ملاک‌های انتخاب شکل تابع مناسب تابع تولید از بین توابع تولید انعطاف‌پذیر[2] عبارت‌اند از: ۱) تعداد متغیرهای توصیفی، ۲) خوبی برازش، ۳) سازگاری با نظریه و موافقت علامت ضرایب با نظریه، ۴) قدرت تعمیم‌دهی و

1. LL-posed situation

۲. توابع انعطاف‌پذیر توابعی هستند که می‌توانند ناحیه سوم تولید را نیز نشان دهند و اثرات متقابل نهاده‌ها در تولید در نظر گیرند. این توابع شامل توابع درجه دوم تعمیم‌یافته، لئونتیف تعمیم‌یافته، ترانسلوگ و درجه سوم است.

پیش‌بینی (مقایسه پیش‌بینی با واقعیت و تجارب) (۲۳). از این‌رو، شکل تابع برآوردی «تابع تولید درجه سوم» است که محدودیت‌های اعمالی بر الگو به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

(۸)

$$B_0 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{t=1}^{p}(B_{it}X_{it}+B_{jt}X_{jt}^2+B_{kt}X_{kt}^2+X_{it}X_{jt}\pm u_t) = Y_{it} \qquad i \neq j \neq k$$

$$B_{11}P_{B_{11}}\left(\frac{Y_{it}}{X_{it}}\right)+ \ldots + B_{1m}P_{B_{1m}}\left(\frac{Y_{it}}{X_{it}}\right) = B_1$$

$$B_{21}P_{B_{21}}\left(\frac{Y_{it}}{X_{it}^2}\right)+ \ldots + B_{2m}P_{B_{2m}}\left(\frac{Y_{it}}{X_{it}^2}\right) = B_2$$

....

$$B_kP_{B_{k1}}\left(\frac{Y_{it}}{X_{it}^k}\right)+ \ldots + B_kP_{B_{km}}\left(\frac{Y_{it}}{X_{it}^k}\right) = B_k$$

در این روابط،i محصولات معمول کشت شده در منطقه مورد بررسی شامل گندم، جو، یونجه، ذرت علوفه‌ای، چغندرقند، گوجه‌فرنگی و کلزا، t فناوری‌های مورداستفاده در منطقه شامل غرقابی، بارانی و تیپ است. البته در خصوص کشت یونجه، از آبیاری تیپ، کشت چغندرقند از آبیاری بارانی و تیپ، و کشت گوجه‌فرنگی، از آبیاری بارانی در منطقه استفاده نمی‌شود؛ از این‌رو، متغیرهای تصمیم از ۲۱ به هفده متغیر کاهش می‌یابد. در نهایت، جمع احتمالات مربوط به نقاط کمکی پارامترها باید برابر با یک باشد. بنابراین، برای آنکه چنین شرایطی برقرار باشد، محدودیت‌های زیر بر الگو اعمال شدند:

(۹)

$$P_{B_{01}} + \ldots + P_{B_{0m}} = 1$$

$$P_{B_{11}} + \ldots + P_{B_{1m}} = 1$$

... ...

$$P_{B_{k1}} + \ldots + P_{B_{km}} = 1$$

در ارزیابی پایداری، از گردآوری و شناخت شاخص‌های بالقوه و مناسب استفاده شده است. انتخاب شاخص‌های اولیه می‌تواند بر اساس چارچوب‌های مختلف توسعه‌یافته در مطالعات پیشین یا بر پایه توسعه چارچوب مفهومی محقق‌محور باشد (۴۶). در مطالعهٔ حاضر، از چارچوب سلسله‌مراتبی ارزیابی پایداری نظام‌های زراعی و محیط زیست[1] استفاده شد که بر اصول، معیارها، شاخص‌ها و مقادیر مرجع است و ون کاونبرگ و همکاران (۵۶) در سال ۲۰۰۷ آن را طراحی کرده‌اند و این رویکرد کالاها و خدمات فراهم‌شده توسط زیست‌بوم‌های کشاورزی را در نظر می‌گیرد.

قوت و ضعف نهایی شاخص ترکیبی به‌گونه‌ای گسترده برآمده از کیفیت شاخص‌ها و متغیرهایی است که در پایین‌ترین سطح در چارچوب مفهومی قرار می‌گیرند. در بعد اقتصادی چارچوب SAFE، معیارهایی چون تضمین درآمد کشاورزان، حداقل‌سازی وابستگی به یارانه‌ها و حداقل‌سازی تأثیر مخاطره با شاخص‌های درآمد کشاورزان، سهم کشاورزی از تولید ناخالص داخلی و نواحی زیر پوشش بیمه معرفی شده است. در مطالعهٔ حاضر، با توجه به تأثیری که سناریوها بر معیارها و شاخص‌ها می‌گذارند، در بعد اقتصادی، از معیار تضمین درآمد کشاورزان با شاخص بازده برنامه‌ای در هکتار و معیار حداقل‌سازی میزان هزینه‌ها با شاخص هزینه آب در هکتار استفاده شده و همچنین، در بعد اجتماعی، میزان اشتغال و توزیع درآمد از این طریق مطرح است که معیار بهینه‌سازی شرایط کاری با شاخص میزان اشتغال در هکتار به‌منظور بررسی پایداری لحاظ می‌شود؛ و بعد زیست‌محیطی پایداری نیز تابع منابع زیست‌شناختی، دامنه محل سکونت، کیفیت خاک، مقدار آب مصرفی، انرژی ذخیره‌شده و مانند اینهاست. از این‌رو، معیارهایی که در ارزیابی سیاست‌های قیمت‌گذاری آب آبیاری دستخوش تغییر شده و بر پایداری تأثیر می‌گذارند، عبارت‌اند از: معیار حداقل‌سازی مصرف آب با شاخص میزان آب مورد نیاز آبیاری در هر هکتار و معیار حفظ کیفیت شیمیایی خاک با

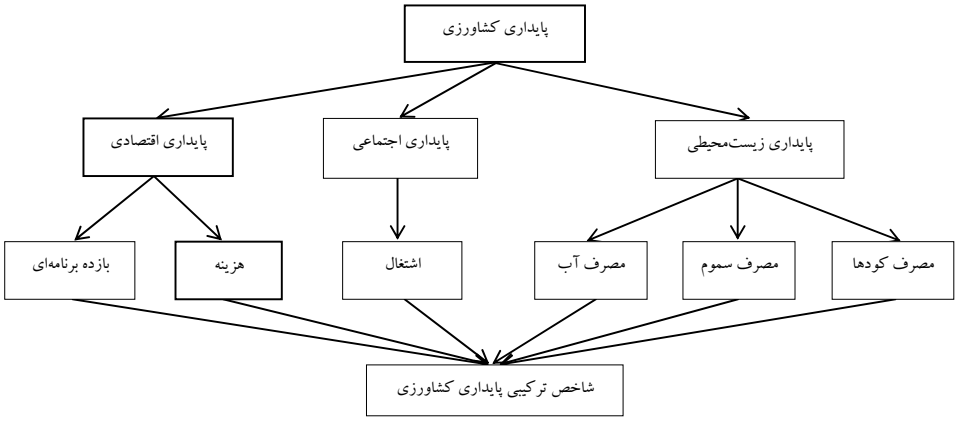
1. Sustainability Assessment of Farming Systems and Environment (SAFE) hierarchical framework

شاخص‌های مصرف کودهای ازت و فسفات در هکتار و مصرف سموم (علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها) در هکتار.

برای محاسبه پایداری سناریوهای مختلف قیمت‌گذاری آب کشاورزی در منطقه مورد مطالعه، از آنجا که اهمیت شاخص‌های انتخابی یکسان نیست، لازم است برای آنها وزن‌های مناسب در نظر گرفته شود، که بهترین روش وزن‌دهی استفاده از پانل متخصصان است. با توجه به نظرات پانل متخصصان بر مبنای معیارهای مهم انتخاب شاخص، مانند معیارهای «قابل اندازه‌گیری[1]»، «از لحاظ علمی، مناسب[2]»، «متناسب با سیاست‌های پایداری[3]»، «حساس به تغییرات[4]» و «از لحاظ اقتصادی و زمانی، مقرون به‌صرفه[5]» (برای جمع‌آوری اطلاعات)، شاخص‌ها به‌ترتیب اولویت، تناسب و قابلیت سنجش، تعیین می‌شوند.

به‌منظور ارائه شاخص وزنی مناسب بر اساس اهمیت نسبی شاخص‌ها برای ارزیابی پایداری در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شد (۱۹، ۲۱). این روش در مواردی که تعداد شاخص‌ها زیاد نباشند، دارای پشتوانه نظری بسیار قوی است و از این‌رو، در مطالعهٔ حاضر، از آن استفاده شده است. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی شامل چهار مرحله اساسی است؛ چنانچه این مراحل در قالب دو مرحلهٔ کلی طراحی سلسله‌مراتب و ارزیابی طبقه‌بندی شوند، مرحلهٔ اول «طراحی و ساختن نمودار مسئله» است که در آن، معمولاً به‌ترتیب هدف، معیارها (و در صورت وجود، زیرمعیارها) و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند و مراحل بعدی در قالب مرحلهٔ دوم یعنی، «ارزیابی» قرار می گیرند (۲). در مطالعهٔ حاضر، هدف، معیارها و زیرمعیارها به‌ترتیب شکل ۱ تعیین شدند.

1. measurable
2. scientifically sound
3. policy relevant
4. sensetive to changes
5. economically viable/ affordable



شکل ۱. ساختار بررسی پایداری کشاورزی در روش‌های مختلف قیمت‌گذاری آب کشاورزی

بر اساس روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به هر کدام از عناصر سطح بالاتر به‌صورت زوجی مقایسه و وزن آنها محاسبه می‌شود، که بدان وزن نسبی می‌گویند. روش‌های مختلفی برای محاسبه وزن نسبی بر اساس ماتریس مقایسه زوجی وجود دارد که مهم‌ترین آنها روش‌های حداقل مربعات[1]، حداقل مربعات لگاریتمی[2]، بردار ویژه[3] و روش‌های تقریبی[4] است که با توجه به دقیق‌تر بودن روش بردار ویژه، مطالعهٔ حاضر از این روش بهره گرفته است. سپس، با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌شود. وزن معیارها بازتابی از اهمیت آنها در تعیین هدف بوده و وزن هر سناریو نسبت به معیارها سهم آن سناریو در معیار مربوط است (۲). از این‌رو، وزن نهایی هر سناریو از مجموع حاصل‌ضرب وزن هر معیار در وزن سناریوی آن معیار به‌دست می‌آید که بر اساس آن، سناریوهای مختلف قیمت‌گذاری آب کشاورزی اولویت‌بندی می‌شوند.

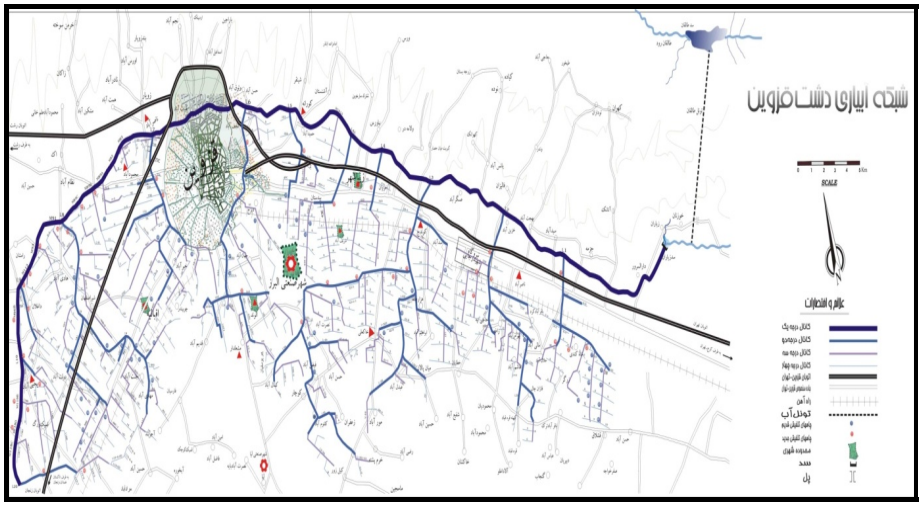
1. least squares method
2. logarithmic least squares method
3. eigen vector method
4. approximation methods

$$CIIA_{total} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} W_j \qquad i = 1,2,\dots,m$$

$$\sum_{i=1}^{m} a_{ij} = 1 \qquad \sum_{j=1}^{n} W_j = 1 \qquad j = 1,2,\dots,n$$

در روابط بالا، a_{ij} بیانگر میزان اهمیت نسبی گزینه i به ازای معیار j است.

از آنجا که تمرکز عمده تحقیق حاضر بر مسائل پایداری کشاورزی در ارزیابی سیاست‌های مختلف قیمت‌گذاری آب بوده و نیز بر پایهٔ نتایج بررسی‌های آماری، بخش کشاورزی ۹۱ درصد مصرف آب در دشت قزوین را به خود اختصاص داده است، با توجه به ظرفیت‌ها و توان‌های فراوان بخش کشاورزی در استان قزوین و اهمیت راهبردی دشت قزوین از لحاظ موقعیت جغرافیایی (نزدیکی به پایتخت) و نیز آسیب‌پذیری بیشتر کشاورزان شبکهٔ آبیاری این دشت در مقابل مسئله بیکاری و تصمیم به مهاجرت به شهرهای تهران و کرج (دارای تمرکز جمعیتی و فعالیت‌های صنعتی بالا)، این منطقه به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است. بدین ترتیب، اراضی زیر پوشش شبکه آبیاری دشت قزوین انتخاب شد. از جمله دلایل انتخاب این شبکه اعمال تعرفه‌های قانونی آب و قدمت آن بوده که البته با توجه به پایان عمر مفید آن، با مشکلات فراوان در زمینه بهره‌برداری روبه‌روست. همچنین، وجود امکانات فنی و نهادی مناسب در شبکه برای تخصیص بهینه منابع آب و اجرای سیاست‌های قیمت‌گذاری آب (از جمله تحویل آب بر مبنای حجم به نسبت میراب‌ها، زیرساختارها و ابزارهای اندازه‌گیری مناسب) پیش‌نیاز تخصیص و قیمت‌گذاری آب و وجود تشکل‌های آب‌بران است (۵۹). نمای کلی شبکه آبیاری دشت قزوین و اراضی زیر پوشش آن در شکل ۲ آمده است.



شکل ۲. نمای کلی شبکه آبیاری دشت قزوین و اراضی زیر پوشش آن

برای بررسی رفتار کشاورزان، جامعه آماری تحقیق حاضر دربرگیرندهٔ کشاورزانی است که در محدوده‌های زراعی منتهی به کانال‌های درجه دو شبکه آبیاری دشت قزوین به فعالیت کشاورزی می‌پردازند. این جامعه آماری شامل ۸۷ روستا و پنج شهرستان (آبیک، بوئین‌زهرا، تاکستان، قزوین و البرز)است. با توجه به خصوصیات جامعه آماری مورد مطالعه و نیازهای تحقیق، از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دومرحله‌ای[1] استفاده شد. تعیین خوشه اصلی بر مبنای فاصله از محل آبگیر صورت گرفت که از میان تعداد آبادی‌های موجود در آن نواحی، در مجموع، بیست آبادی نمونه به‌طور تصادفی و در این آبادی‌ها هم با استفاده از رابطهٔ کوکران، به‌طور تصادفی ۱۲۰ کشاورز انتخاب شدند. تعداد ۱۲۰ پرسشنامه از این کشاورزان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ جمع‌آوری شده، که ویژگی‌های کلی آنها در جدول ۱ آمده است.

1. two-stage cluster sampling

جدول ۱. ویژگی‌های کلی بهره‌برداران نمونه در منطقه مورد مطالعه

ویژگی	میانگین	حداکثر	حداقل	واریانس	انحراف معیار
سطح زیر کشت (هکتار)	۲۲/۹	۱۰۰	۲	۷۰۳/۲۶	۲۶/۵۲
تجربهٔ کشاورز (سال)	۱۹/۱۲	۵۵	۳	۲۲۲/۷۳	۱۴/۹۲۴
اندازه خانوار (نفر)	۵/۹	۱۲	۱	۴/۴۴	۲/۱۰۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج و بحث

بر مبنای آنچه پیش‌تر گفته شد، سناریوهای قیمت‌گذاری آب در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب جدول ۲ است.

جدول ۲. سناریوهای سیاست‌های قیمت‌گذاری آب در دشت قزوین (تومان)

سناریوها (روش های قیمت‌گذاری آب)			متوسط کل
هکتاری (هر هکتار)	وضع موجود (هر مترمکعب)	سد	۵۶,۵
		چاه	۱۱۳
	هزینه تمام‌شده	هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری	۹۸۶۱۴۰
		کل هزینه‌ها	۴۴۶۰۹۳۲
	ارزش اقتصادی آب	حداقل	۲۴۷۹۱۲۹
		حداکثر	۳۵۱۸۲۵۷
		متوسط	۱۱۵۲۰۹۲
	ارزش مانده آب (توانایی پرداخت)	محصولات	گندم: ۲۷۷۳۰۵۱
			جو: ۱۳۷۱۸۳۵
			چغندرقند: ۹۱۸۹۵۱۰
			کلزا: ۱۸۴۱۲۴۵
			ذرت علوفه‌ای: ۵۷۰۹۸۹۶
			یونجه: ۹۶۲۵۶۸۹
			گوجه‌فرنگی: ۱۱۶۷۳۲۰۱
حجمی (هر متر مکعب)	هزینه تمام‌شده	هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری	۳۰۹
		کل هزینه‌ها	۱۳۹۶
	ارزش اقتصادی آب	حداقل	۷۷۳
		حداکثر	۱۱۰۱
		متوسط	۳۶۱۱
	ارزش مانده آب (توانایی پرداخت)	محصولات	گندم: ۳۴۶,۶
			جو: ۲۱۱,۱
			چغندرقند: ۶۱۲,۶
			کلزا: ۲۶۳
			ذرت‌علوفه‌ای: ۴۷۵,۸
			یونجه: ۵۶۶,۶
			گوجه‌فرنگی: ۸۶۴,۷
دوقسمتی تعرفه	هزینه تمام‌شده	هزینه‌های سرمایه‌ای (هر هکتار)	۳۴۷۴۷۹۲
		هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری (هر مترمکعب)	۳۰۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

به‌منظور شبیه‌سازی رفتار کشاورزان، محصولات اصلی کشت‌شده در اراضی زیر پوشش شبکه آبیاری دشت قزوین شامل گندم، جو، کلزا، ذرت علوفه‌ای، چغندرقند، گوجه‌فرنگی و یونجه به‌عنوان متغیرهای تصمیم انتخاب شده، که وضعیت عملکرد، قیمت، درآمد، هزینه‌های تولید و نیاز آبی آنها در جدول ۳ آمده است. چنان‌که ملاحظه می‌شود، عملکرد بالای محصولات زراعی مورد مطالعه مربوط به چغندرقند، ذرت علوفه‌ای و گوجه‌فرنگی و عملکرد پایین مربوط به کلزا، جو و گندم است. بیشترین مصرف سم علف‌کش در کشت چغندرقند، ذرت علوفه‌ای و گندم و بیشترین مصرف سم حشره‌کش در کشت چغندرقند، یونجه و کلزاست. محصولات چغندرقند، ذرت علوفه‌ای و گندم در کود فسفاته، محصولات ذرت علوفه‌ای، چغندرقند و گندم در کود ازته، محصولات ذرت علوفه‌ای، گندم و گوجه‌فرنگی در کود سرک و محصولات گوجه‌فرنگی و کلزا در ریزمغذی‌ها بیشترین مصرف را دارند. بیشترین اشتغال در کشت محصولات گوجه‌فرنگی، یونجه و چغندرقند ایجاد می‌شود و مقدار مصرف آب محصولات یونجه، چغندرقند، گوجه‌فرنگی و ذرت علوفه‌ای بیش از ده هزار مترمکعب در هکتار بوده و بیشترین بازده برنامه‌ای مربوط به محصولات گوجه‌فرنگی، چغندرقند، یونجه و ذرت علوفه‌ای است که بیش از پنج میلیون تومان در هکتار بازده ایجاد می‌کنند. بررسی محصولات با به‌کارگیری فناوری‌های آبیاری تحت فشار (بارانی و تیپ) نشان می‌دهد که با اجرای این نوع فناوری‌ها، مصرف آب، کودها و سموم کاهش می‌یابد. همچنین، هزینه‌های تولید کاهش یافته، بازده برنامه‌ای به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد، به‌گونه‌ای که راندمان آبیاری در آبیاری غرقابی از ۳۵ به هفتاد درصد در آبیاری بارانی و نود درصد در آبیاری تیپ ارتقا می‌یابد. ولی اجرای آبیاری تحت فشار با هزینه اولیه قابل ملاحظه‌ای همراه است، که بخش عمده‌ای از آن به‌صورت تسهیلات بلاعوض از طرف سازمان جهاد کشاورزی (دولت) در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد.

جدول ۳. مقادیر متوسط تولید و میزان مصرف نهاده‌ها در کشت محصولات عمده منطقه در وضع موجود

نوع محصول	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بذر (کیلوگرم در هکتار)	سموم مصرف شده (کیلوگرم در هکتار)		
			علف‌کش	حشره‌کش	قارچ‌کش
گندم غرقابی	۵۱۳۳	۲۷۵,۲۴	۱,۲۹۳۸	۰,۶۲۶۸	۰
گندم بارانی	۵۰۸۲	۲۷۵,۲۴	۰,۹۷۰۴	۰,۴۷۰۱	۰
گندم تیپ	۶۱۶۰	۱۳۷,۶	۰	۰,۳۱۳۴	۰
جو غرقابی	۴۳۸۲	۲۴۴,۹۸	۰,۸۷۰۳	۰,۳۲۲۶	۰
جو بارانی	۴۳۳۸	۲۴۴,۹۸	۰,۶۵۲۷	۰,۲۴۲	۰
جو تیپ	۵۲۵۸	۱۲۲,۵	۰	۰,۱۶۱۳	۰
کلزا غرقابی	۲۴۰۰	۸,۳۳	۰,۴۶۱۵	۲	۰
کلزا بارانی	۲۳۷۶	۸,۳۳	۰,۳۴۶۱	۱,۵	۰
کلزا تیپ	۲۸۸۰	۴,۲	۰	۱	۰
ذرت علوفه‌ای غرقابی	۵۱۴۴۳	۳۴,۴۹	۱,۷۵۵۳	۰	۰
ذرت علوفه‌ای بارانی	۵۰۴۱۴	۳۴,۴۹	۱,۳۱۶۵	۰	۰
ذرت علوفه‌ای تیپ	۶۱۷۳۲	۱۷,۲	۰	۰	۰
گوجه‌فرنگی غرقابی	۴۸۳۱۷	۰,۵۸	۰	۱,۸۲۵۴	۰,۷۴۶
گوجه‌فرنگی تیپ	۵۷۹۸۰	۰,۳	۰	۰,۹۱۲۷	۰,۳۷۳
چغندرقند غرقابی	۵۴۱۰۹	۲,۹	۲,۰۵۴۵	۴,۱۳۳۳	۰
یونجه غرقابی	۱۷۶۷۲	۴۳,۸۳	۰	۲,۱۱۹۲	۰
یونجه بارانی	۲۱۲۰۶	۴۳,۸۳	۰	۱,۵۸۹۴	۰

ادامهٔ جدول ۳.

نوع محصول	کود شیمیایی (کیلوگرم در هکتار)				ماشین‌آلات (ساعت در هکتار)	نیروی کار (نفر-روز کار در هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	بازده برنامه‌ای (تومان در هکتار)
	فسفاته	ازته	سرک	ریزمغذی				
گندم غرقابی	۱۲۷٫۵	۲۲۴٫۵	۲۵۰٫۲۴	۰٫۵۱	۷۸۰	۱۴٫۷	۸۰۰۰	۲۳۲۱۰۵۱
گندم بارانی	۹۵٫۶۳	۱۶۸٫۴۱	۱۸۷٫۶۸	۰٫۳۸	۵۸۵٫۰۰	۱۱	۴۰۰۰	۲۷۹۹۳۰۶
گندم تیپ	۶۳٫۷۶	۱۱۲٫۲۷	۱۲۵٫۱۲	۰٫۲۶	۳۹۰	۷٫۳	۳۱۱۱	۴۱۱۰۵۶۴
جو غرقابی	۱۰۷٫۵	۲۰۲٫۴	۱۰۲٫۷	۰	۷۲۰	۷٫۲	۶۵۰۰	۱۰۰۴۵۸۵
جو بارانی	۸۰٫۶۰	۱۵۱٫۷۹	۷۷٫۰۳	۰	۵۴۰	۵٫۴	۳۲۵۰	۱۴۰۶۰۲۹
جو تیپ	۵۳٫۷۴	۱۰۱٫۲۰	۵۱٫۳۵	۰	۳۶۰	۳٫۶	۲۵۲۸	۲۲۹۳۰۱۲
کلزا غرقابی	۸۴٫۶۱	۱۷۳٫۱	۱۳۸٫۹	۳٫۲۲	۱۲۸۵	۲٫۷	۷۰۰۰	۱۴۴۵۷۴۵
کلزا بارانی	۶۳٫۴۶	۱۲۹٫۸۰	۱۰۴٫۱۸	۲٫۴۲	۹۶۴	۲	۳۵۰۰	۱۸۶۷۲۸۳
کلزا تیپ	۴۲٫۳۱	۸۶٫۵۴	۶۹٫۴۵	۱٫۶۱	۶۴۳	۱٫۴	۲۷۲۲	۲۸۸۷۱۶۸
ذرت علوفه‌ای غرقابی	۱۳۳٫۱	۳۱۴٫۳	۴۱۴٫۷	۱٫۰۶	۸۶۹	۹٫۸	۱۲۰۰۰	۵۰۳۱۸۹۶
ذرت علوفه‌ای بارانی	۹۹٫۸۴	۲۳۵٫۷۶	۳۱۱٫۰۳	۰٫۸۰	۶۵۲	۷٫۴	۶۰۰۰	۵۶۱۴۶۳۰
ذرت علوفه‌ای تیپ	۶۶٫۵۶	۱۵۷٫۱۷	۲۰۷٫۳۵	۰٫۵۳	۴۳۵	۴٫۹	۴۶۶۷	۷۹۸۳۲۵۶
گوجه‌فرنگی غرقابی	۱۲۳	۰	۲۷۳٫۸	۴٫۱۲	۹۷۶	۱۱۶٫۸	۱۳۵۰۰	۱۰۹۱۰۴۵۱
گوجه‌فرنگی تیپ	۶۱٫۵۱	۰	۱۳۶٫۹۰	۲٫۰۶	۴۸۸	۵۸٫۴	۵۲۵۰	۱۷۶۳۶۷۷۳
چغندرقند غرقابی	۱۴۹٫۷	۲۲۴٫۵	۳٫۳۳	۰٫۷۳	۱۳۵۰	۲۳٫۸	۱۵۰۰۰	۸۳۴۲۰۱۰
یونجه غرقابی	۱۰۲٫۹	۱۲۹٫۴	۱۰۴٫۱۷	۰٫۸۳	۸۸۲	۳۰٫۸	۱۷۰۰۰	۸۶۶۵۱۸۹
یونجه بارانی	۷۷٫۲۰	۹۷٫۰۸	۷۸٫۱۳	۰٫۶۲	۶۶۲	۲۳٫۱	۸۵۰۰	۱۲۴۱۰۴۷۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق؛ جهاد کشاورزی قزوین (۳۲)

به‌منظور اولویت‌بندی سناریوهای سیاست قیمت‌گذاری آب که در جدول ۲ معرفی شده، ابتدا مدل‌های شبیه‌سازی PMP با کالیبراسیون تابع تولید روش POLS تشکیل شده است که بر اساس آن، واکنش کشاورزان منطقه در هر کدام از سناریوها در خصوص مصرف آب، سموم، کودها، نیروی کار و... محاسبه شد و بر اساس نتایج این محاسبه، ماتریس تصمیم تعیین شد. البته در ماتریس تصمیم، ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در ارتباط با سیاست‌های مختلف قیمت‌گذاری آب تجمیع شده که بدین منظور، از میانگین وزنی

محصولات کشت‌شده به تناسب فناوری آبیاری مورد استفاده در منطقه استفاده شده، که نتایج آن در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴. ماتریس شاخص‌های مورد استفاده برای رتبه‌بندی سیاست‌های قیمت‌گذاری آب

ردیف	سناریوهای قیمت‌گذاری آب	شاخص‌های زیست‌محیطی			شاخص اجتماعی	شاخص‌های اقتصادی	
		مصرف آب	مصرف سموم	مصرف کودها	اشتغال	هزینه	بازده برنامه‌ای
		مترمکعب در هکتار	لیتر در هکتار	کیلوگرم در هکتار	نفر روز کار در هکتار	تومان در هکتار	تومان در هکتار
۰	تعرفه موجود	۵۷۸۴	۱/۳۳	۴۵۸	۹/۰۱	۳۷۹۵۸۰۰	۳۵۰۳۰۲۹
۱	هکتاری (هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری)	۸۵۵۷	۱/۳	۴۲۳	۸/۱۷	۳۸۳۳۰۰۱	۳۲۸۵۲۵۳
۲	هکتاری (هزینه‌های کل)	۷۷۳۹	۰/۷۸	۱۵۲	۷/۰۳	۶۱۱۹۵۸۸	۳۰۸۷۵۰۵
۳	هکتاری (حداقل ارزش اقتصادی)	۷۹۹۱	۰/۸۹	۱۸۴	۶/۷۸	۵۷۵۴۴۰۴	۲۲۵۰۵۲۵
۴	هکتاری (حداکثر ارزش اقتصادی)	۶۲۲۸	۰/۷۵	۱۲۰	۶/۵۱	۶۷۲۸۷۳۹	۱۰۵۳۱۳۳
۵	هکتاری (توانایی پرداخت متوسط)	۷۸۵۱	۱/۲	۲۷۱	۷/۸	۶۰۶۵۸۲۹	۳۳۲۷۶۲۷
۶	هکتاری (توانایی پرداخت محصولات)	۸۴۱۹	۱/۲۷	۲۷۷	۷/۷۹	۷۳۰۶۵۲۷	۲۴۸۰۴۰۸
۷	حجمی (هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری)	۴۹۰۹	۱/۱۸	۲۷۱	۷/۹۱	۴۱۲۳۵۷۲	۳۰۹۷۰۷۴
۸	حجمی (هزینه‌های کل)	۳۸۱۲	۰/۷۷	۱۵۷	۷/۰۲	۵۳۲۴۹۴۱	۲۹۱۷۸۸۸
۹	حجمی (حداقل ارزش اقتصادی)	۳۲۵۶	۰/۶۵	۱۷۶	۷/۹۵	۳۹۱۱۶۷۳	۲۱۷۰۴۰۴
۱۰	حجمی (حداکثر ارزش اقتصادی)	۳۳۹۶	۰/۵	۱۶۸	۷/۴۹	۳۹۱۳۰۵۹	۲۲۵۹۵۵۸
۱۱	حجمی (توانایی پرداخت متوسط)	۴۹۹۹	۱/۲۷	۲۷۶	۷/۷۱	۴۱۶۰۰۶۹	۳۱۷۸۷۰۲
۱۲	حجمی (توانایی پرداخت محصولات)	۴۷۱۱	۰/۹۸	۲۷۶	۷/۶۸	۴۶۴۲۸۳۹	۲۷۲۱۲۶۲
۱۳	تعرفه دوقسمتی (هزینه‌های کل)	۳۳۹۹	۰/۵۳	۱۹۲	۷/۶۷	۴۵۳۴۵۴۵	۲۱۵۲۷۰۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در این جدول، ملاحظه می‌شود که سیزده سناریوی سیاست‌های قیمت‌گذاری آب کشاورزی با تعرفه وضع موجود- از طریق شش شاخصی که در قسمت قبل توضیح داده شده- برای بررسی ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که در روش قیمت‌گذاری هکتاری، علی‌رغم افزایش هزینه‌ها و کاهش بازده برنامه‌ای و اشتغال، افزایش مصرف آب اتفاق می‌افتد. ولی در روش‌های قیمت‌گذاری حجمی و تعرفه دوقسمتی با افزایش هزینه و کاهش بازده برنامه‌ای و اشتغال کاهش مصرف آب به‌طور قابل ملاحظه‌ای در مصرف آب صورت می‌گیرد.

بر اساس این داده‌ها در خصوص هر شاخص (بازده برنامه‌ای، هزینه، اشتغال، مصرف آب، مصرف سموم و مصرف کودها)، یک ماتریس ۱۴ در ۱۴ از تعرفه موجود و سناریوهای مختلف سیاست‌های قیمت‌گذاری آب کشاورزی تشکیل و نرمال شد. برای نرمال‌سازی ماتریس داده‌ها و تعیین وزن گزینه‌ها بر مبنای هر کدام از شاخص‌ها، لازم است وزن معیارها در سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تعیین شود. بدین منظور، پرسشنامه سلسله‌مراتبی مربوط به وزن‌دهی شاخص‌های سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تهیه و نظرات کارشناسان خبره بر پایه طیف لیکرت پنج‌گزینه‌ای جمع‌آوری شد. بعد از تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی و نرمال‌سازی آنها، وزن‌های مربوط به هر شاخص محاسبه شده، که نتایج آن در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵. نتایج وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها به روش AHP

معیارها	اقتصادی		اجتماعی	زیست‌محیطی		
وزن محاسبه‌شده	۰/۴۴		۰/۰۸	۰/۴۸		
زیرمعیارها	بازده برنامه‌ای	هزینه	اشتغال	مصرف آب	مصرف کودها	مصرف سموم
وزن محاسبه‌شده	۰/۶۷	۰/۳۳	۱	۰/۷۵	۰/۱۹	۰/۰۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس جدول بالا، از نظر کارشناسان، اهمیت بعد زیست‌محیطی تقریباً برابر با بعد اقتصادی و حتی بیش از آن بوده و اهمیت بعد اجتماعی کمتر از این دو بعد است؛ همچنین، در بین زیرشاخص‌های اقتصادی، اهمیت بازده برنامه‌ای دوبرابر هزینه‌هاست و در بین زیرشاخص‌های زیست‌محیطی، مصرف آب به‌مراتب اهمیت بیشتری نسبت به دو معیار دیگر دارد. بر اساس میانگین مقادیر نرمال‌شده، وزن هر گزینه در ارتباط با شاخص‌ها تعیین شده، که نتایج آن در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶. نتایج وزن‌دهی گزینه‌ها در ارتباط با شاخص‌ها به روش AHP

ردیف	سناریوهای قیمت‌گذاری آب	شاخص‌های زیست‌محیطی			شاخص اجتماعی	شاخص‌های اقتصادی	
		مصرف آب	مصرف سموم	مصرف کودها	اشتغال	هزینه	بازده برنامه‌ای
۰	تعرفه موجود	۰/۰۷۴	۰/۰۹۶	۰/۱۱۹	۰/۰۳۹	۰/۰۴۴	۰/۰۶۲
۱	هکتاری (هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری)	۰/۱۱۰	۰/۱۰۰	۰/۱۱۰	۰/۰۷۳	۰/۰۵۲	۰/۰۹۲
۲	هکتاری (هزینه‌های کل)	۰/۰۵۱	۰/۰۳۴	۰/۰۲۶	۰/۰۴۷	۰/۰۳۳	۰/۰۴۴
۳	هکتاری (حداقل ارزش اقتصادی)	۰/۰۵۴	۰/۰۴۱	۰/۰۳۴	۰/۰۵۰	۰/۰۴۶	۰/۰۳۲
۴	هکتاری (حداکثر ارزش اقتصادی)	۰/۰۴۷	۰/۰۳۱	۰/۰۱۸	۰/۰۴۴	۰/۰۴۳	۰/۰۱۰
۵	هکتاری (توانایی پرداخت متوسط)	۰/۱۰۱	۰/۰۹۹	۰/۰۹۱	۰/۰۹۲	۰/۰۸۳	۰/۰۸۶
۶	هکتاری (توانایی پرداخت محصولات)	۰/۱۱۶	۰/۱۰۹	۰/۱۰۱	۰/۰۹۵	۰/۱۰۰	۰/۰۶۴
۷	حجمی (هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری)	۰/۰۹۱	۰/۱۲۴	۰/۱۲۷	۰/۱۰۱	۰/۰۷۸	۰/۱۶۶
۸	حجمی (هزینه‌های کل)	۰/۰۵۶	۰/۰۵۷	۰/۰۴۲	۰/۰۷۳	۰/۰۷۳	۰/۰۹۷
۹	حجمی (حداقل ارزش اقتصادی)	۰/۰۴۵	۰/۰۴۸	۰/۰۴۶	۰/۰۵۵	۰/۰۴۵	۰/۰۵۶
۱۰	حجمی (حداکثر ارزش اقتصادی)	۰/۰۳۸	۰/۰۳۳	۰/۰۲۶	۰/۰۴۷	۰/۰۳۸	۰/۰۴۷
۱۱	حجمی (توانایی پرداخت متوسط)	۰/۰۷۴	۰/۱۰۰	۰/۱۱۰	۰/۰۷۵	۰/۲۰۸	۰/۰۸۹
۱۲	حجمی (توانایی پرداخت محصولات)	۰/۰۷۲	۰/۰۷۹	۰/۱۰۹	۰/۰۷۸	۰/۰۶۵	۰/۰۷۰
۱۳	تعرفه دوقسمتی (هزینه‌های کل)	۰/۱۴۴	۰/۱۴۵	۰/۱۵۹	۰/۱۷۱	۰/۱۳۵	۰/۱۴۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به وزن‌های محاسبه‌شده و ماتریس نرمال‌شده، شاخص ترکیبی کل و به‌تفکیک ابعاد مختلف پایداری محاسبه شده، که نتایج آن در جدول ۷ آمده است. قبل از اولویت‌بندی سناریوهای مختلف قیمت‌گذاری آب کشاورزی، بررسی شاخص‌های ابعاد مختلف پایداری

نشان می‌دهد که در این سناریوها، با افزایش قیمت آب، شاخص‌های اقتصادی بازده برنامه‌ای و شاخص اجتماعی اشتغال نسبت به سناریوی تعرفه وضع موجود کاهش و شاخص هزینه در بعد اقتصادی افزایش می‌یابد، که تمام آنها از نتایج منفی اعمال این سناریوهای قیمت‌گذاری به‌شمار می‌رود.

جدول ۷. نتایج محاسبهٔ شاخص ترکیبی کل به‌تفکیک ابعاد پایداری

سناریو	سناریوهای قیمت گذاری آب	شاخص‌های ترکیبی			
		اقتصادی	اجتماعی	زیست‌محیطی	کل
۰	تعرفه موجود	۰/۴۴۰	۰/۱۱۳	۰/۲۷۷	۰/۸۳۰
۱	هکتاری (هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری)	۰/۳۷۲	۰/۱۰۲	۰/۲۵۷	۰/۷۳۱
۲	هکتاری (هزینه‌های کل)	۰/۳۲۵	۰/۰۸۸	۰/۲۲۰	۰/۶۳۳
۳	هکتاری (حداقل ارزش اقتصادی)	۰/۲۷۸	۰/۰۸۵	۰/۲۲۴	۰/۵۸۷
۴	هکتاری (حداکثر ارزش اقتصادی)	۰/۲۱۸	۰/۰۸۲	۰/۲۱۶	۰/۵۱۵
۵	هکتاری (توانایی پرداخت متوسط)	۰/۳۴۳	۰/۰۹۸	۰/۲۵۱	۰/۶۹۲
۶	هکتاری (توانایی پرداخت محصولات)	۰/۳۴۲	۰/۰۹۷	۰/۲۶۰	۰/۶۹۹
۷	حجمی (هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری)	۰/۴۲۹	۰/۰۹۹	۰/۳۰۷	۰/۸۳۵
۸	حجمی (هزینه‌های کل)	۰/۳۸۲	۰/۰۸۸	۰/۲۸۵	۰/۷۵۵
۹	حجمی (حداقل ارزش اقتصادی)	۰/۳۷۸	۰/۰۹۹	۰/۲۸۲	۰/۷۵۹
۱۰	حجمی (حداکثر ارزش اقتصادی)	۰/۳۸۶	۰/۰۹۴	۰/۲۷۶	۰/۷۵۶
۱۱	حجمی (توانایی پرداخت متوسط)	۰/۴۱۹	۰/۰۹۷	۰/۳۱۲	۰/۸۲۷
۱۲	حجمی (توانایی پرداخت محصولات)	۰/۴۳۱	۰/۰۹۶	۰/۲۸۷	۰/۸۱۴
۱۳	تعرفه دوقسمتی (هزینه‌های کل)	۰/۳۶۹	۰/۰۹۶	۰/۴۲۷	۰/۸۹۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

کشاورزان در واکنش به سیاست قیمت‌گذاری آب برای بهبود راهبردهای خود به سمت فناوری‌های جدید آبیاری هدایت می‌شوند. این تغییرات، شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی کشاورزی منطقه را بدتر می‌کند. همان‌گونه که در جدول ۷ ملاحظه می‌شود، شاخص‌های پایداری اقتصادی و اجتماعی در سناریوهای مختلف قیمت‌گذاری کاهش می‌یابد

و در اجرای سیاست‌های قیمت‌گذاری حجمی و تعرفه دوقسمتی، شاخص‌های زیست‌محیطی افزایش می‌یابد. ولی اجرای سیاست قیمت‌گذاری هکتاری علی‌رغم افزایش قیمت آب، شاخص ترکیبی زیست‌محیطی را نسبت به وضعیت موجود کاهش می‌دهد، چراکه در این سیاست، قیمت آب به‌صورت تعرفه‌ای که هیچ ربطی به مصرف آب ندارد، تعیین می‌شود؛ این عمل فقط منجر به افزایش هزینه تولید و کاهش بازدهی شده و روی مصرف آب تأثیری ندارد و البته در بعضی سناریوها نیز منجر به افزایش مصرف آب می‌شود. از این‌رو، این ابزار اقتصادی نه‌تنها پایداری اقتصادی را کاهش می‌دهد، بلکه به کاهش پایداری زیست‌محیطی هم می‌انجامد.

در روش‌هایی که قیمت آب بر اساس حجم آب مصرفی دریافت می‌شود (قیمت‌گذاری حجمی و تعرفه دوقسمتی)، نسبت به قیمت‌گذاری هکتاری، شاخص پایداری اقتصادی کمتر کاهش می‌یابد. علت این است که در روش‌های قیمت‌گذاری حجمی و تعرفه دوقسمتی، ناکارآیی اقتصادی در نتیجهٔ تغییر الگوی کشت محصولات، به سمت محصولاتی که فناوری آبیاری آنها آب‌اندوز است، حداقل می‌شود؛ ولی در روش قیمت‌گذاری هکتاری، قیمت آب به‌صورت تعرفه ثابت از کشاورزان به دستگاه دولتی متولی آب منتقل می‌شود و اثر کاهش مصرف آب را به‌دنبال ندارد و منجر به بهبود شاخص پایداری زیست‌محیطی نمی‌شود، زیرا قیمت آب به‌طور مستقیم از میزان مصرف آب دریافت نمی‌شود، بلکه به‌صورت مقدار ثابت در هر هکتار است و فقط هزینه‌های تولید محصولات را افزایش می‌دهد و بنابراین، اثر آن فقط به‌صورت قابل توجیه نبودن کشت محصولات، خود را نشان می‌دهد و تأثیری در مصرف آب نخواهد داشت. به همین ترتیب، در سناریوهای سیاست‌های قیمت‌گذاری آب، پایداری اجتماعی در زمین‌های آبی منطقه مورد مطالعه به‌دلیل کاهش نیروی کار مورد استفاده در آبیاری محصولات و تغییر الگوی کشت محصولات منطقه، کاهش می‌یابد. به‌طور کلی، می‌توان گفت که شاخص ترکیبی کل پایداری در تمام سناریوهای سیاست قیمت‌گذاری کاهش یافته و فقط در قیمت‌گذاری تعرفه دوقسمتی و حجمی با معیار هزینه‌های نگهداری و

بهره‌برداری نسبت به تعرفه وضع موجود افزایش یافته است. علت آن عبارت است از اینکه در این روش قیمت‌گذاری، با توجه به قیمت بالای آب، کشاورز با انتخاب کشت محصولات با فناوری آبیاری تحت فشار مصرف آب را پایین می‌آورد؛ و از سوی دیگر، مصرف آب به سمت کشت محصولاتی با بازدهی بالا هدایت می‌شود و از این‌رو، محصولات با بازدهی پایین از الگوی کشت خارج می‌شوند. از آنجا که محصولات با بازدهی بالا مثل گوجه‌فرنگی عموماً نیروی کار بیشتری استفاده می‌کنند، نسبت به سایر روش‌های قیمت‌گذاری، اشتغال نیز افزایش می‌یابد، که نشان‌دهندهٔ تأمین ابعاد مختلف پایداری با بهره‌گیری از این روش نسبت به سایر روش‌ها در بخش کشاورزی است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعهٔ حاضر، به‌منظور شبیه‌سازی رفتار کشاورزان منطقه، علی‌رغم بهره‌گیری اکثر مطالعات از روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی هاویت (۲۹، ۳۰)، از روش POLS استفاده شد (۵، ۷، ۸، ۲۷، ۳۶، ۴۲، ۴۴، ۴۸، ۵۰، ۵۷ و ۵۸)، زیرا در روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، با استفاده از مشاهدات برای ایجاد واکنش کشاورز، یک برنامه‌ریزی خطی ایجاد می‌شود و برآورد تابع تولید بر اساس مقادیر متوسط واکنش کشاورزان منطقه صورت می‌گیرد، که این تابع تولید نمی‌تواند نماینده رفتار کشاورزان منطقه باشد؛ ولی در روش POLS، تابع تولید با استفاده از مشاهدات تک‌تک کشاورزان برآورد می‌شود و از این‌رو، این تابع برآوردشده نماینده کشاورزان منطقه مورد مطالعه است. از سوی دیگر، در این روش، محدودیت‌های روش OLS هم وجود ندارد، بدین ترتیب که در تابع تولید برآوردی، تمام نهاده‌های مورد استفاده توسط کشاورز لحاظ می‌شود، که خود موجب پایین بودن درجه آزادی و زیر سؤال رفتن روش OLS خواهد شد؛ و در مواردی که این مشکل وجود نداشت، تابع برآوردی تابع مقعر خوش‌فرمی که قانون بازده نزولی را توضیح دهد، نبود. برای جبران این مشکلات، تابع تولید از روش POLS برآورد شد که در این روش، می‌توان به‌منظور برآورد تابع تولید مقعر، علامت‌های صحیح را

به مدل تحمیل کرد. بر پایهٔ آنچه از شبیه‌سازی رفتار کشاورزان منطقه با مدل PMP حاصل شد، محصولاتی که سطح زیر کشت عمده منطقه را شامل می‌شود، مانند گندم، کلزا، ذرت علوفه‌ای غرقابی و بارانی و جو با هر فناوری آبیاری، حذف می‌شود. این مسئله با سیاست‌های اقتصاد مقاومتی مبنی بر حفظ تولید محصولات راهبردی برای تأمین امنیت غذایی منطقه منافات دارد. از این‌رو، برای حمایت از تولید محصولاتی که به‌دلیل بازدهی پایین از الگوی کشت کشاورزان منطقه حذف شده و همچنین، در راستای حفظ درآمد کشاورزان و جلوگیری از کاهش اشتغال کشاورزان، پیشنهاد می‌شود که با اتخاذ سیاست‌های جایگزین از جمله قیمت‌های تضمینی، بیمه محصولات کشاورزی، پرداخت‌های مستقیم به کشاورزان، توزیع بذرهای اصلاح‌شده با عملکرد بالا و مقاوم به کم‌آبی و ایجاد صنایع تبدیلی و صنایع کوچک مکمل در منطقه، اثرات منفی این سیاست جبران شود.

برای یکپارچه‌سازی اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی سیاست‌های مختلف قیمت‌گذاری آب کشاورزی، محاسبهٔ شاخص ترکیبی با بهره‌گیری از یک چارچوب چندروشی برای انتخاب سیاست‌های مختلف قیمت‌گذاری آب آبیاری صورت گرفت، که البته بر اساس قوانین و مقررات حاکم و زیرساخت‌های فنی موجود در منطقه مجاز شمرده می‌شود. برای انتخاب سناریوهای مختلف سیاست‌های قیمت‌گذاری آب نیز از همین شاخص ترکیبی استفاده شد، که حسن آن در نظر گرفتن همزمان ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در ارزیابی اثرات سیاست‌ها بر کشاورزی منطقه مورد مطالعه است. نتایج مطالعه نشان داد که پایداری سیاست‌های قیمت‌گذاری حجمی و تعرفه دوقسمتی نسبت به سیاست‌های قیمت‌گذاری هکتاری بالاتر است و مصرف آب و دیگر نهاده‌های زیست‌محیطی مثل سموم و کودها را مدیریت کرده و کاهش می‌دهد و از سوی دیگر، این سیاست‌ها بر پایداری اقتصادی و اجتماعی اثر منفی دارد. در بین سناریوهای سیاست قیمت‌گذاری آب، شاخص پایداری کل سیاست تعرفه دوقسمتی از سایر سیاست‌های قیمت‌گذاری بالاتر است؛ یعنی، اجرای این روش در بخش کشاورزی منطقه به ایجاد پایداری می‌انجامد. بنابراین، از آنجا که سوابق قانونی

اجرای سیاست تعرفهٔ دوقیمتی وجود دارد (مواد ۳۳ و ۳۴ قانون توزیع عادلانه آب و ماده ۶۳ قانون تنظیم بخشی از مقررات دولتی با عناوین آب‌بها و حق اشتراک)، برای رسیدن به پایداری کشاورزی و به‌ویژه مدیریت مصرف آب با توجه به کمبود شدید منابع آب دشت قزوین، توصیه می‌شود که این روش قیمت‌گذاری اجرا شود. البته باید توجه داشت که شاخص پایداری کل سیاست قیمت‌گذاری تعرفه دو قسمتی ۰/۸۹۲ است و با عدد یک یعنی، پایداری کامل فاصله دارد. از این‌رو، نیاز است که برای رسیدن به پایداری، سایر تدابیر و سیاست‌های مقتضی از جمله سیاست محدودیت تخصیص اتخاذ شود. سیاست تعرفه بلوکی[1] که یکی از سیاست‌های قیمت‌گذاری آب کشاورزی است، این قابلیت را دارد که سیاست محدودیت تخصیص آب را اعمال کند؛ بدین منظور، بلوک‌های حجمی آب تعیین می‌شود، که هر بلوک قیمت‌های مربوط به خود را دارد. در مطالعهٔ حاضر، با توجه به محدودیت‌های قانونی و اجرایی برای اعمال سیاست تعرفهٔ بلوکی در منطقه، بررسی این روش انجام نشد؛ از این‌رو، توصیه می‌شود که مطالعات دیگری در این خصوص صورت گیرد.

منابع

1. Arabiyoon, A., Kalantari, Kh., Asadi, A. and Shabanali Fami, H. (2009). Measuring the sustainability level of wheat cropping system in Fars province and determining the affecting factors. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal,* 5(2): 17-29. (Persian)
2. Ataei, M. (2009). Multi-criteria decision making. Shahrood, Iran: Shahrood University Press. (Persian)
3. Azimifard, S., Zare Mehrjardi, M. and Mehrabi Boshrabadi, H. (2013). Sustainability of water resources in Qouchan County: fractional programming approach. *Agricultural Science and Sustainable Production, 23*(3): 1-11. (Persian)
4. Badri, S.A. and Rokneddin Eftekhari, A.R. (2003). Sustainability assessment. *Geographical Researches,* 18(2): 9-34. (Persian)
5. Bagheri, A., Nikouei, A.R., Khodadad Kashi, F. and Shokat Fadaei, M. (2017). Evaluation of water pricing policy on aquifer stability and

1. block rate pricing

preservation: study of northern Mahyar Plain Aquifer in Zayandeh-Roud Basin. *Economics and Agricultural Development*, 31(2): 105-120. (Persian)

6. Bagheri, M., Mohammadi, H., Nouri, G.R. and Mir, B. (2014). Determinants of sustainable use of water resources: the case of Kohgilouyeh and Boyerahmad province. *Environmental Science and Technology,* 15(1): 51-64. (Persian)
7. Bakhshi, A., Daneshvar Kakhki, M. and Moghaddasi, R. (2011). An application of positive mathematical programming model to analyze the effects of alternative policies on water pricing in Mashhad Plain. *Agricultural Economics and Development,* 25(3): 284-294. (Persian)
8. Balali, H., Ahmadian, M. and Khalilian, S. (2010). Analysis of water pricing infraction on groundwater balance in agricultural sector. *Agricultural Economics and Development,* 2(24): 185- 194. (Persian)
9. Bartolini, F., Gallerani, V., Raggi, M. and Viaggi, D. (2010). Water management and irrigated agriculture in Italy: multicriteria analysis of alternative policy scenarios. *Water Policy,*12(1): 135-147.
10. Berbel, J. and Gomez-Limon, J.A. (2000). The impact of water-pricing policy in Spain: an analysis of three irrigated areas. *Agriculture Water Management,* 43: 219-238.
11. Berbel, J., Viaggi, D. and Manos, B. (2009). Estimating demand for irrigation water in European Mediterranean countries through MCDM models. *Water Policy,* 11(3): 348-361.
12. Borimnejad, V. and Yazdani, S. (2004). Sustainability analysis in water resources management in agricultural sector using fractional programming, case study: Kerman province. *Pajouhesh & Sazandegi [Research and Construction], 63*: 2-16. (Persian)
13. Devuyst, D. (2001). How green is the city? Sustainability assessment and the management of urban environments. New York: Columbia University Press.
14. Ehsani, M., Hayati, B., Dashti, G., Ghahremanzadeh, M. and Hosseinzad J. (2011). Water economic value estimation in barley production at Qazvin plaim irrigation network. *Water and Soil Science,* 22(1): 187-200. (Persian)
15. Fragoso, R. and Marques, C. (2013). The economic impact of alternative water pricing policies in Alentejo region (CEFAGE-UE Working Paper 2013/02).
16. Franco-Crespo, C. and Sumpsi J.M. (2017). The impact of pricing policies on irrigation water for agro-food farms in Ecuador. *Sustainability,* 9: 1-18.

17. Gallego-Ayala, J. (2012). Selecting the irrigation water pricing alternatives using a multimethodological approach. *Mathematical and Computer Modelling,* 55: 861-883.
18. Gallego-Ayala, J. and Juizo, D. (2012). Performance evaluation of river basin organizations to implement integrated water resources management using composite indexes. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C,* 50-52: 205-216.
19. Gallego-Ayala, J., Gomez-Limon, J.A. and Arriaza, M. (2011). Irrigation water pricing instruments: a sustainability assessment. *Spanish Journal of Agricultural Research,* 9(4): 981-999.
20. Gallego-Ayala, J. and Gómez-Limón, J.A. (2009). Analysis of policy instruments for control of nitrate pollution in irrigated agriculture in Castillay León, Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(1): 24-40.
21. Gómez-Limón, J.A. and Atance, I. (2004). Identification of public objectives related to agricultural sector support. *Policy Model,* 26(8-9): 1045-1071.
22. Gómez-Limón, J.A. and Riesgo, L. (2004). Irrigation water pricing: differential impacts on irrigated farms. *Agricultural Economics,* 31(1): 47-66.
23. Gujarati, D. (1995). Basic econometrics (3rd Ed., Vol. I). Translated byAbrishami, H., Tehran, Iran: Tehran University Press. (Persian)
24. Giupponi, C. (2007). Decision support systems for implementing the European Water Framework Directive: the MULINO approach. *Environment Model Software,* 22(2): 248-258.
25. Hayati, D., Ranjbar, Z. and Karami, E. (2012). Biodiversity, biofuels, agroforestry and conversation agriculture (Chapter: Measuring the agricultural sustainability) (Ed.) E. Lichtfouse. Pp 73-100. DOI: 10.1007/978-90-481-9513-8_2.
26. Hayati, D. and Karami, E. (1999). Factors influencing sustainable agricultural knowledge and sustainability of farming systems: a case study in Fars province. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources,* 3(2): 21-34. (Persian)
27. Hezareh, R. (2013). A study on the economic, social and environmental impacts in irrigation water pricing using multicriteria approach in Qazvin Plain. MSc. Thesis. Tehran, Iran: Tarbiat Modares University Press. (Persian)
28. Hosseinpour Talebi, S. (2016). An economic study on rice cropping pattern in Mazandaran province with an emphasis on ratoon planting: the application of PMP in the case of Amol County. MSc. Thesis.

Tehran, Iran: Department of Agricultural Economics and Development, Tehran University Press. (Persian)
29. Howitt, R.E. 1995. Positive mathematical programing. *American Journal of Agricultural Economics*, 77: 329-342.
30. Howitt, R.E., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D. and Lund, J.R. (2012). Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. *Environmental Modeling and Software*, 38: 244-258.
31. Iglesias, E. and Blanco, M. (2008). New directions in water resources management: the role of water-pricing policies. *Water Resource Research*, 44: 406-417.
32. Agriculture - Jahad of Qazvin (2014). Data and statistics of agricultural sector. Qazvin: Agriculture – Jahad, Depatment of Planning and Economic Affairs. (Persian)
33. Jamali Moghaddam, E., Yazdani, S., Salami, H. and Peykani, G.R. (2017). Measurement of sustainability of farmers of Kamin plains in Fars province: comparison of PCA and AHP methods. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research,* 48(3): 23-33. (Persian)
34. Jamali Moghaddam, E. (2016). Assessment of economic and environmental sustainability of the agricultural sector in Fars province. MSc. Thesis. Tehran, Iran: Department of Agricultural Economics and Development, Tehran University Press. (Persian)
35. Johanson, R.C., Tsur, Y., Roe, T.L., Doukkali, R. and Dinar, A. (2002). Pricing the irrigation water: a review of theory and practice. *Water Policy*, 4(2): 173-199.
36. Kavousi Akbaripour, Z. (2013). The selection of irrigation water pricing alternative using an integrated positive mathematical programming and multicriteria decision-making approach. MSc. Thesis. Zabol, Iran: Zabol University Press. (Persian)
37. Mamitimin, Y., Feike, T., Seifert, I. and Doluschitz, R. (2015). Irrigation in the Tarim Basin, China: farmers' response to changes in water pricing practics. *Environment Earth Science,* 73: 559-569.
38. Medellin-Azuara J., Howitt, R. and Harou, J. (2012). Predicting the farmer responses to water pricing, rationing and subsidies assuming profit maximizing investment in irrigation technology. *Agricultural Water Management*, 108: 73.
39. Mohammadi, Y., Iravani, H. and Kalantari, Kh. (2014). Assessing the sustainability of rice production in Iran using composite index: a practical methodology. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 45(1): 79-90. (Persian)

40. Molle, F. and Berkoff, J. (2007). Water pricing in irrigation: mapping the debate in the light of experience. In: Molle, F. and Berkoff, J. (Eds) Irrigation water pricing: the gap between theory and practice. Wallingford, UK: CABI. 21-93.
41. Mousavi, S. and Gharghani, F. (2009). Calculating the agricultural water sustainability indexes by fractional programming model: the case study in Marvdasht. *Agricultural Economics,* 3(3): 143-160. (Persian)
42. Mozaffari, M.M. (2016). Determination of the appropriate policy programming to conservation of water resources in Qazvin Plain. *Water and Soil Resources Conservation,* 5(2): 29-45. (Persian)
43. OECD (2001). Environmental indicators for agriculture: methods and results (Vol. 3). Paris: OECD.
44. Parhizkari, A., Sabouhi, M., Ahmadpour, M. and Badi Barzin, H. (2014). Simulation of farmers' response to irrigation water pricing and rationing policies (case study: Zabol County). *Agricultural Economics and Development,* 28(2): 164-176. (Persian)
45. Parhizkari, A. and Sabouhi, M. (2013). Simulationof farmers' response to reducing available water policy. *Water and Irrigation Management,* 3(2): 59-74. (Persian)
46. Pinter, L., Hardi, P., Martinuzzi, A. and Hall, J. (2012). Bellagio STAMP: Principles for sustainability assessment and measurement. *Ecological Indicators*, 17: 20-28.
47. Pourzand, F. and Bakhshoudeh, M. (2012). Evaluating the agricultural sustainability of Fars province with compromise programming approach. *Agricultural Economic Research,* 4(1): 1-26. (Persian)
48. Rahnama, A., Kohansal, M. and Dourandish, A. (2013). Estimating the economic value of water using positive mathematical programming in Qouchan County. *Agricultural Economics,* 6(4): 127-146. (Persian)
49. Rao, N.H. and Rogers, P.P. (2006). Assessment of agricultural sustainability. *Current Science,* 91(4): 439-448.
50. Sabouhi, S. and Azadegan, A. (2014). Irrigation water pricing: the case study of Mashhad-Chenaran Plain, *Agricultural Economics and Development*, 28(2): 185-196. (Persian)
51. Shankayi, R. (2016). A study on the impacts of the governmental policies on cropping pattern in different utilization systems in Tehran province. MSc. Thesis. Tehran, Iran: Department of Agricultural Economics and Development, Tehran University Press. (Persian)
52. Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27: 379-423.
53. Senthilkumar, M.T., Lubbers, M.H., de Ridder, N., Bindraban, P.S., Thiyagarajan, T.M. and Giller, K.E. (2011). Policies to support

economic and environmental goals at farm and regional scales: Outcomes for rice farmers in Southern India depend on their resource endowment. *Agricultural System,* 104: 82-93.

54. Speelman, S., Buysse, J., Farolfi, S., Frija, A., D'Haese, D. and D'Haese, L. (2009). Estimating the impacts of water pricing on smallholder irrigators in North West Province, South Africa. *Agricultural Water Management*, 96: 1560-1566.
55. Tsur, Y. and Dinar, A. (1997). The relative efficiency and mplementation costs of alternative methods for pricing irrigation water. *The World Bank Economic Review,* 11(2): 243-262.
56. Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Bielders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Cidad, V., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Reijnders, J., Sauvenier, X., Valckx, J., Vanclooster, M., Van der Veken, B., Wauters, E. and Peeters, A. (2007). SAFE— a hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Ecosystem Environment,* 120(2-4): 229-242.
57. Varela-Ortega, C., Sumpsi, J.M., Garrido, A., Blanco, M. and Iglesias, E. (1998). Water pricing policies, public decision making and farmers' response: implications for water policy. *Agricultural Economics*, 19: 193-202.
58. Vaziri, A., Vakilpour, M. and Mortazavi, S. (2016). The effects of economic pricing of irrigation water on cropping pattern in the Dehgolan Plain. *Agricultural Economics Research,* 8(31): 81-100. (Persian)
59. Water Research Institute (2008). A study on unofficial agricultural water market in a region as a pilot: final report. Iran's Water Resources Management Company. (Persian)
60. Yazdani, S., Mohamadian, F., Taheri, O. and Kalhori, S. (2016). Defining the sustainability indicators and improving the productivity of resources production in cropping pattern in Mahidasht Plain, Kermanshah province: fractional programming approach. *Agricultural Economics,* 10(1): 115-136. (Persian)
61. Zamani, O., Sabouhi Sabouni. M. and Nader, H. (2010). Determining the cropping pattern corresponding sustainable agriculture using multi-objective Fuzzy fractional programming: a case of Piranshahar County. *Agricultural Science and Sustainable Production,* 20(4): 101-112. (Persian)