مقاله کامل علمی- پژوهشی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و هفتم، شماره سوم، ۱۳۹۹
۱۸۱-۱۹۵
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2020.16861.3219

نقش فاکتور قیمت در مدیریت آب حوضه آبریز گرگان‌رود– قره‌سو

شهرزاد میرکریمی[۱]، *حمید امیرنژاد[۲] و رامتین جولایی[۳]

[۱]دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،
[۲]دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،
[۳]دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰٤/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۰۷

چکیده

سابقه و هدف: محدودیت آب از مهم‌ترین عوامل بازدارنده‌ی تولید محصولات کشاورزی به‌شمار می‌رود و انجام پژوهش در راستای مدیریت پایدار منابع آب و انتخاب یک راهبرد مناسب برای استفاده از این نهاده امری ضروری است. یکی از کارآمدترین ابزارهای مدیریت تقاضا که به تنظیم الگوی مصرف آب در بخش کشاورزی منجر می‌شود، اصلاح نظام قیمت‌گذاری مبتنی بر ارزش اقتصادی آب است. ویژگی‌های هر منطقه ازلحاظ میزان آب قابل‌دسترس، نوع منابع آبی، نوع فعالیت‌ها و محصولات کشت‌شده موجب می‌شود که واکنش کشاورزان نیز در قبال تغییرات قیمتی در مناطق مختلف یکسان نباشد. در این مطالعه جهت مدیریت بهینه منابع آب حوضه آبریز مشترک گرگان‌رود– قره‌سو به برآورد تابع تقاضای کلی آب آبیاری این حوضه پرداخته می‌شود. مدیریت حوضه‌های مشترک به‌علت وجود ذی‌نفعان متعدد با اهداف و مطلوبیت‌های مختلف، یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریت منابع آبی است که به‌دلیل بُعد گسترده آن کم‌تر موردتوجه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها: بدین‌منظور با استفاده از داده‌های سری زمانی (۱۳۹٤-۱۳۷۸) و کاربرد روش بهینه‌یابی، ابتدا مدل خطی تابع تقاضای آب آبیاری برای هریک از استان‌های ذینفع (گلستان، سمنان و خراسان شمالی) برآورد می‌گردد. سپس، با لحاظ‌نمودن مقادیر واقعی سایر عوامل تأثیرگذار بر تقاضا (به‌غیراز فاکتور قیمت) در مدل، تابع تقاضای کوتاه‌مدت آب برای هریک از استان‌ها استخراج و در پایان، از طریق جمع افقی توابع استخراج شده، تابع تقاضای تجمیعی آب کل حوضه موردمطالعه تخمین زده می‌شود.

یافته‌ها: نتایج برآورد تابع تقاضای آب کشاورزی هریک از استان‌ها نشان می‌دهد که بین قیمت آب کشاورزی و مقدار مصرف آن رابطه منفی و معنی‌دار وجود دارد؛ به‌طوری‌که اگر قیمت آب در هر استان یک درصد افزایش یابد، مقدار تقاضای آب از سوی زارعین به‌طور میانگین در استان گلستان ۰/۱۷ درصد، در استان سمنان ۰/۳۳ درصد و در استان

* مسئول مکاتبه: hamidamirnejad@yahoo.com

خراسان شمالی نیز ۰/۲٦ درصد کاهش می‌یابد. به‌طور مشابه، نتایج تابع تقاضای تجمیعی آب حوضه نیز بیان رابطه معکوس بین قیمت آب و مقدار تقاضای آن در بخش کشاورزی است؛ به‌طوری‌که اگر قیمت آب حوضه گرگان‌رود- قره‌سو یک درصد افزایش یابد، مقدار تقاضای آب توسط استان‌های ذی‌نفع به‌طور میانگین ۰/٤۹ درصد کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری: به‌منظور بررسی واکنش زارعین منطقه به تغییر قیمت آب آبیاری، کشش قیمتی تقاضا محاسبه شد. با توجه به این‌که کشش محاسبه‌شده کوچک‌تر از یک است؛ بنابراین سیاست‌های قیمتی نمی‌توانند به‌تنهایی عامل مهمی در کنترل مصرف نا بهینه این منبع باارزش باشد. در این میان برگزاری کلاس‌های ترویجی در راستای فرهنگ‌سازی و افزایش آگاهی کشاورزان در خصوص این‌که آب نهاده‌ای ارزشمند و کالایی اقتصادی است، می‌تواند در جهت تغییر الگوی کشت، انطباق روش آبیاری با شرایط آب، خاک و نیاز واقعی گیاه و بهبود بازده آبیاری مؤثر واقع شود.

واژه‌های کلیدی: تابع تقاضای تجمیعی آب، حوضه آبریز گرگان‌رود- قره‌سو، کشش قیمتی تقاضا، مدیریت منابع آبی

مقدمه

در دهه گذشته با توجه به رشد افزون تقاضا و محدودیت منابع طبیعی، آب تبدیل به کالایی استراتژیک شده به‌طوری‌که این کالا نه‌تنها دارای اهمیت اقتصادی و اجتماعی است بلکه اهمیت امنیتی یافته و پیش‌بینی می‌شود که طی سال‌های آتی عامل اصلی برخی مناقشات و تضادهای منطقه‌ای و بین‌المللی گردد (۲۷). در این میان، مدیریت آب در حوضه‌های مشترک[1] پیچیده‌تر از حوضه‌های غیرمشترک است. حوضه مشترک به حوضه‌ای اطلاق می‌شود که در آن، ذی‌نفعان اغلب توسط چند مرز مانند شهر یا استان در سطح ملی و یا چند کشور در سطح بین‌المللی محدود می‌شوند. تاکنون، بیش از ۲۷٦ حوضه مشترک بین‌المللی در دنیا شناخته شده که ۱٤۷ کشور در آن‌ها باهم اشتراک دارند (۱۲).

حوضه‌های مشترک نیازمند همکاری‌های مشترکند، به‌گونه‌ای که عدم تأمین پایداری این حوضه‌ها مانع از کارایی کارآمد این منابع حیاتی و در معرض خطر گرفتن پایداری آن‌ها برای نسل‌های آینده می‌شود (۲۱ و ۳۱). منشأ مناقشات در مدیریت حوضه‌های مشترک را عمدتاً می‌توان وجود نوعی عدم تقارن در اطلاعات، قدرت و یا موقعیت دانست (۱۳). نمونه‌ای از چنین اختلافاتی مابین کشورهای سوریه، عراق و ترکیه بر سر رودخانه‌های دجله و فرات و کشورهای هند و پاکستان بر سر رودخانه‌ی گنگ وجود دارد (۲٦). در ایران نیز طی سال‌های اخیر عوامل متعددی ازجمله کاهش ریزش‌های جوی، توزیع نامناسب بارش، تبخیروتعرق فراوان ناشی از افزایش متوسط درجه حرارت، نامنظم بودن جریان آب در سال‌ها یا فصول مختلف، به‌همراه دخالت عوامل انسان‌ساختی مانند سدسازی، افزایش شدید فعالیت‌های کشاورزی، برداشت بی‌رویه و غیراصولی از آب‌های سطحی سبب بروز مخاطره محیط زیستی جبران‌ناپذیر شده و حوضه‌های مشترک داخلی را با بحران کم‌آبی مواجه نموده است (۹، ۱۰ و ۳٦). حوضه گرگان‌رود- قره‌سو با مساحت ۱۲۹۳۵ کیلومترمربع ازجمله حوضه‌های مشترک داخلی است که بخش قابل‌توجهی از آن در استان گلستان (۸٤ درصد) و بخش کوچکی نیز در استان‌های خراسان شمالی (۱۰ درصد) و سمنان (٦ درصد) واقع است (۲۲ و ۲۳).

1- Transboundary

ازجمله سیاست‌های قابل‌اجرا در بخش کشاورزی جهت مدیریت مطلوب تقاضا، سیاست قیمت‌گذاری منابع آب است. با افزایش قیمت هر واحد آب، هزینه نهایی استفاده از آب افزایش یافته و درنتیجه تقاضا برای آن کاهش می‌یابد (٦). طرفداران قیمت‌گذاری معتقدند که این سیاست به‌طور معنی‌داری وضعیت عملیات مدیریت آب را بهبود می‌بخشد و ضمن تأمین بخشی از هزینه‌های خدمات آب، از طریق تأثیر در رفتار مصرف‌کنندگان، امکان استفاده منطقی از آب را فراهم می‌کند (۲۸). نقش دیگر قیمت آب ایجاد انگیزه برای صرفه‌جویی در مصرف آب و جلوگیری از اسراف یا اتلاف آن است، زیرا ارزان بودن آب باعث زیاده‌روی در مصرف آب می‌شود و انگیزه را برای حفاظت و استفاده اقتصادی تضعیف می‌کند (۱۷).

آب در مصارف کشاورزی به‌عنوان یک نهاده مورداستفاده قرار می‌گیرد و روش‌های اندازه‌گیری تقاضای آن را می‌توان به دو روش پارامتری و ناپارامتری دسته‌بندی نمود (۳۳). در داخل کشور بهلولوند (۲۰۰٦)، بوستانی و محمدی (۲۰۰۷)، پاکروان و بشرآبادی (۲۰۱۰)، اسلامی و همکاران (۲۰۱۳)، دهقان‌پور و شیخ زین‌الدین (۲۰۱۳)، جلیلی کامجو و خوش‌اخلاق (۲۰۱٦) و پیری و حیدری (۲۰۱۸) با استفاده از روش تابع تولید (۷، ۸، ۲٤، ۱۵، ۱۱، ۱٦ و ۲۵)؛ علی‌احمدی و همکاران (۲۰۱۸) از روش تابع هزینه ترانسلوگ (۳)؛ تهامی‌پور و همکاران (۲۰۰٦) از روش برنامه‌ریزی خطی (۳۲)؛ خوش‌اخلاق و همکاران (۲۰۱۲) از روش بررسی عملکرد و رفتار کشاورزان (۱۹)؛ به برآورد تابع تقاضای آب کشاورزی پرداختند. هم‌چنین در خارج کشور نیز آل‌کیونابت و جوهانستون (۱۹۸۵)، توز و همکاران (۲۰۱۵)، آمیسیگو و همکاران (۲۰۱۵)، ماهتسن و همکاران (۲۰۱۵)، توماسکیوایز و همکاران (۲۰۱٦) و سان و همکاران (۲۰۱۸) از جمله پژوهشگرانی بودند که تابع تقاضای بخش کشاورزی را بررسی نمودند (۲، ۵، ۲۰، ۳٤ و ۳۵).

بررسی پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که روش برنامه‌ریزی خطی و روش تابع تولید (تابع سود- تابع هزینه) از رایج‌ترین روش‌ها جهت برآورد تابع تقاضای آب کشاورزی محسوب می‌شود. لازم به ذکر است روش تابع تولید از دقت بیش‌تری نسبت به روش برنامه‌ریزی خطی برخوردار است (٤). مزیت دیگر این روش، بررسی قوانین اقتصادی تولید، مانند قانون بازده نزولی است که در روش برنامه‌ریزی خطی رعایت نمی‌شود. علاوه بر این، جمع‌بندی مطالعات فوق بیانگر آن است که بین قیمت و مقدار آب آبیاری رابطه منفی وجود دارد اما قدرمطلق کشش قیمتی آب بسته به نوع منطقه می‌تواند بزرگ‌تر از یک و یا کوچک‌تر از آن باشد.

سؤال‌های پژوهش عبارتند از:

۱. آیا زارعین استان‌های گلستان، سمنان و خراسان شمالی نسبت به تغییرات قیمت آب حوضه گرگان‌رود- قره‌سو واکنش زیادی نشان می‌دهند؟

۲. آیا افزایش قیمت نهاده آب، مقدار تقاضای آن را از سوی ذی‌نفعان حوضه گرگان‌رود- قره‌سو در بخش کشاورزی کاهش می‌دهد؟

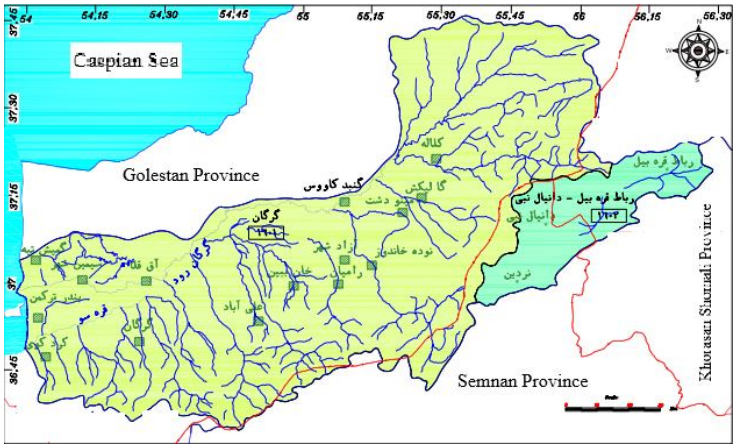
فرضیه پژوهش نیز عبارت است از:

تقاضا برای نهاده آب در بخش کشاورزی استان‌های گلستان، سمنان و خراسان شمالی کم کشش است.

مواد و روش‌ها

براساس تقسیمات کشوری در پایان سال ۱۳۹٤، شهرستان‌های اطراف حوضه گرگان‌رود-قره‌سو شامل آزادشهر، آق‌قلا، بندرترکمن، رامیان، علی‌آباد، کردکوی، کلاله، گرگان، گنبدکاووس و مینودشت در استان گلستان، جاجرم و مانه و سملقان در استان خراسان

شمالی و شاهرود در استان سمنان می‌باشد (۲۹). بیش‌ترین سطح زیرکشت اطراف حوضه به شهرستان آق‌قلا و کم‌ترین سطح زیرکشت به شهرستان شاهرود به‌ترتیب با ۱۲۵,٤۱۲ و ۹۰۲۲ هکتار تعلق دارد. با توجه به این موضوع که به‌طور نسبی درصد قابل‌توجهی از منابع آب حوضه گرگان‌رود- قره‌سو (۸۱ درصد) صرف مقاصد کشاورزی می‌گردد (۲۲)؛ مطالعه حاضر به بررسی آب مورد تقاضای بخش کشاورزی سه استان ذی‌نفع در این حوضه می‌پردازد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز گرگان‌رود-قره‌سو.

Figure 1. Geographical location of Gorganrud-Gharesu Basin.

منظور از تقاضای آب، مقدار آبی است که استفاده‌کنندگان منابع آب در یک قیمت مشخص حاضر به بهره‌برداری از آن هستند. برای به‌دست آوردن تابع تقاضای آب در بخش کشاورزی یعنی زمانی که آب به‌عنوان یک کالای واسطه‌ای است دو روش کلی وجود دارد:

۱) روش بهینه‌سازی: این روش به این صورت است که ابتدا، هدف یا اهدافی را که به‌صورت حداکثر یا حداقل‌سازی هستند در نظر گرفته و با توجه به محدودیت‌هایی که می‌تواند جنبه فنی یا کرداری، قانونی، تراز حسابداری و غیره داشته باشد، اهداف موردنظر را تأمین نمایند. روش بهینه‌سازی خود شامل دو روش برنامه‌ریزی خطی و روش تابع تولید می‌شود. برای استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی لازم است که هم تابع هدف و هم قیدها به‌صورت خطی عنوان شده باشد. یکی از محدودیت‌های منظورشده در این برنامه، محدودیت موجودی منابع آب است. بعد از تشکیل تابع هدف و محدودیت‌ها، می‌توان برنامه را حل نمود و سپس تحلیل حساسیت را برای آن انجام داد. در روش تابع تولید، همانند تقاضا برای هر نهاده، می‌توان از برآورد تابع تولید زمانی که نهاده آب یکی از نهاده‌های ملحوظ در فرآیند تولید است، استفاده نمود (٤).

۲) روش بررسی عملکرد بنگاه‌های مشغول در فعالیت‌های کشاورزی: در این روش تابع تقاضا در قالب کردارهای معمول استخراج می‌گردد. با توجه به چنین دیدی، در صورت افزایش قیمت آب، سه نوع عکس‌العمل می‌تواند از جانب کشاورز تحقق یابد. الف) بدون تغییر در الگوی کشت، از اتلاف آب که به شکل‌های مختلف در بخش کشاورزی رخ می‌دهد، کاسته می‌شود تا هزینه پرداختی آن کاهش یابد. ب) تغییر نوع الگوی کشت به کاشت محصولاتی که به

آب کم‌تری احتیاج دارند. در این صورت، ضمن آن‌که کشاورز درآمد مناسبی به‌دست می‌آورد، هزینه خود را نیز در پرداخت آب‌بها کاهش داده است. ج) عدم استفاده از بخشی از زمین‌های کشاورزی به‌علت عدم صرفه‌های اقتصادی. هر سه عکس‌العمل ذکرشده بر کاهش مقدار آب استفاده‌شده در بخش کشاورزی با افزایش قیمت آب دلالت دارد (٤ و ١٩). اگرچه در روش‌های پارامتری همواره نگرانی خطای تصریح مدل وجود دارد؛ بااین‌حال روش بررسی عملکرد از پشتوانه نظری برخوردار نبوده و قابل‌اعتماد نیست (٤).

بدین‌منظور در این مطالعه روش پارامتری تابع سود مورداستفاده و تابع تقاضای آب برآورد می‌گردد. با توجه به مطالب فوق می‌توان تابع تقاضای بخش کشاورزی را با استفاده از روش بهینه‌سازی به‌صورت رابطه ١ معرفی نمود (١٨).

$$Q_W^D = a_0 + a_1 P_W + a_2 P_Y + \sum_{i=3}^{n} a_i P_X + U \qquad (١)$$

که در آن، Q_W^D تقاضای آب بخش کشاورزی، P_W قیمت آب آبیاری، P_Y قیمت محصول کشاورزی و P_X قیمت نهاده X را نشان می‌دهد. هم‌چنین، U جز اخلال است که نماینده سایر عوامل تأثیرگذار بر تقاضای آب (همانند مهاجرت از روستا به شهر، تغییرات فنی در بخش کشاورزی و متغیرهای محیط‌زیستی مثل ویژگی‌های خاک، آب‌وهوا) است که در این مطالعه حذف شدند.

قیمت آب (P_W): این‌گونه انتظار می‌رود که با افزایش قیمت آب، تقاضای برای این نهاده کاهش یابد. قیمت محصول کشاورزی (P_Y): قیمت محصول رابطه با مقدار تقاضای آب دارد، زیرا زارعین با توجه به شرایط بازار محصولات، برنامه کشت خود را تنظیم می‌کنند. قیمت نهاده‌های بخش کشاورزی (P_X): دستمزد نیروی کار (P_N)، قیمت ماشین‌آلات (P_M)، قیمت بذر (P_B)، قیمت کود (P_K) و قیمت سم (P_S) و قیمت زمین کشاورزی (P_Z) به‌عنوان نهاده‌های تولید بر تقاضای آب در بخش کشاورزی مؤثر است. به‌طورکلی، نهاده‌های مذکور در جوامع و شرایط مختلف رابطه جانشینی یا مکملی با تقاضای آب را دارا خواهند بود (١٨).

در این مطالعه با استفاده از داده‌های سری زمانی (١٣٩٤-١٣٧٦) به برآورد تابع تقاضای آب بخش کشاورزی سه استان گلستان، سمنان و خراسان شمالی پرداخته شد. با توجه به این‌که بخش حداکثری زمین‌های اطراف حوضه (٩٧ درصد) را زمین‌های زراعی پوشش داده و سهم باغات بسیار ناچیز می‌باشد (٢٢)؛ بدین‌منظور ابتدا محصولات زراعی عمده در هر استان که از آب حوضه موردمطالعه استفاده می‌کنند مشخص گردید. سپس، اطلاعات موردنیاز این پژوهش در خصوص ارزش محصول تولیدی، هزینه نهاده‌های آب، نیروی کار، ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی، سموم دفع آفات، بذر و زمین به تفکیک هر محصول از بانک هزینه تولید محصولات زراعی وزارت جهاد کشاورزی استخراج شد.

مقدار تقاضای آب (Q_W^D): مقدار آب مصرفی در بخش زراعی هر استان طی سال‌های مذکور برحسب مترمکعب در نظر گرفته شد. بدین‌منظور، ابتدا به کمک نرم‌افزار نت‌وات[1] نیاز خالص آبی محصولات زراعی نام‌برده در هر استان مشخص شد. سپس با داشتن متوسط راندمان آبیاری در استان‌های گلستان، سمنان، خراسان شمالی (به‌ترتیب ٥٣/٥، ٣٩/٦، ٥٣/٧ درصد) (١) و سطح زیرکشت هر محصول در منطقه موردمطالعه، کل حجم آب مصرف‌شده در هرسال محاسبه گردید. قیمت آب (P_W): با تقسیم پرداختی کشاورزان بابت اجاره سالانه حقابه برای هر هکتار از محصولات بر حجم آب مصرفی هر محصول، قیمت بازاری یک مترمکعب آب برای هر محصول به‌دست آمد. سپس با میانگین‌گیری محصولات مختلف، قیمت

1- Netwat

بازاری یک مترمکعب سالانه آب بخش کشاورزی در هر استان به‌عنوان قیمت برحسب ده ریال محاسبه شد. قیمت ماشین‌آلات (P_M): قیمت یک ساعت کار تراکتور به‌صورت متوسط سالانه برحسب ده ریال استفاده آمد. قیمت بذر (P_B): با داشتن بذر مصرفی هر هکتار از محصولات زراعی منتخب در هر استان، هزینه‌ی پرداختی و سطح زیرکشت هر محصول، متوسط وزنی قیمت یک کیلو بذر مصرفی محصولات کشاورزی در یک هکتار به‌صورت سالانه برحسب ده ریال به‌دست آمد. قیمت کود (P_K) و سم (P_S): متوسط ارزش یک کیلو نهاده‌های کود و سم برحسب ده ریال در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است در این مطالعه میانگین قیمت کودهای فسفاته، ازته و پتاسه با عنوان متغیر قیمت کود شیمیایی و میانگین قیمت سموم دفع آفات علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش به‌عنوان متغیر قیمت سم در نظر گرفته شدند. قیمت زمین (P_Z): با میانگین‌گیری هزینه پرداختی برای هر هکتار زمین محصولات مختلف، متوسط قیمت زمین در یک هکتار به‌صورت سالانه برحسب ده ریال به‌دست آمد. قیمت نیروی کار (P_N): برای محاسبه این متغیر ابتدا تعداد نفر نیروی کار مصرفی در هر هکتار از محصولات مختلف در هر استان در مراحل آماده‌سازی، کاشت، داشت و برداشت مشخص و با توجه به هزینه غیرماشینی انجام شده و میانگین‌گیری، متوسط دستمزد نیروی‌کار برای یک هکتار محصولات مختلف به‌صورت سالانه بر حسب ده ریال به محاسبه شد. ارزش محصول (P_Y): از ارزش ستانده بخش کشاورزی هر استان استفاده شد.

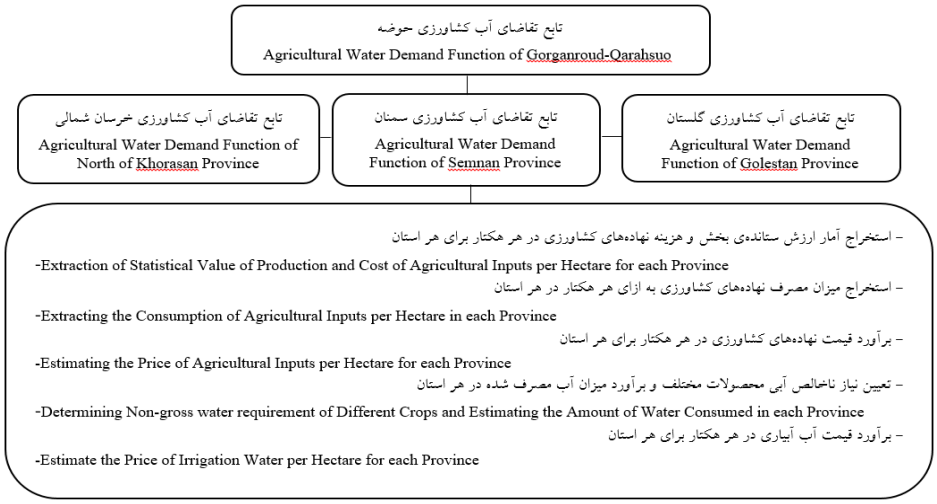
لازم به ذکر است همه اطلاعات مربوط به هزینه واقعی شدند. پس از جمع‌آوری داده‌های فوق، به کمک نرم‌افزار ایویوز[1] انواع تابع تقاضای آب (خطی ساده- خطی لگاریتمی یک‌طرفه- خطی لگاریتمی دوطرفه) با لحاظ‌نمودن متغیرهای نام برده برای هر استان تخمین زده شد. با توجه به این‌که متغیر وابسته مدل‌های نام برده مشابه نیستند معیار ضریب تعیین[2] به‌طور مستقیم نمی‌تواند مبنای مقایسه قرار گیرد. با این‌حال مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده[3]، تعداد و درصد ضرایب معنی‌دار بر اساس آماره t و معنی‌داری کلی رگرسیون بر اساس آزمون F، مطابقت و سازگاری علائم پارامترها و کشش با تئوری مورد بررسی قرار گرفت. هم‌چنین، فروض مدل نرمال کلاسیک رگرسیون خطی شامل عدم هم‌خطی (بررسی ارتباط دو به دو بین متغیرهای توضیحی[4])، عدم وجود ناهمسانی واریانس (آزمون‌های گلچسر[5] و بروش‌پاگان[6])، عدم وجود خودهمبستگی (آزمون دوربین- واتسون[7])، بررسی نرمال‌بودن اجزای اخلال (آزمون ژارک‌برا[8]) و تورش تصریح (آزمون رمزی[9]) انجام شد و در نهایت مدل رگرسیون خطی ساده برای هرسه استان بهترین مدل انتخاب شدند. سپس به‌منظور درک بهتر نتایج حاصله، کشش قیمتی آب (E_W) برای هر استان از رابطه ۲ محاسبه شده است. کشش قیمتی تقاضای آب نشان می‌دهد به‌ازای یک درصد تغییر در قیمت آب، مقدار تقاضای برای آن چقدر تغییر می‌کند (درصورتی‌که سایر عوامل مؤثر بر تقاضا ثابت باشد).

$$E_W = \frac{dQ_W}{dP_W}.\frac{P_W}{Q_W} \qquad (۲)$$

شکل ۲ فلوچارت پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

1- EViews

2- R-squared
3- Adjusted R-squared
4- Correlation
5- Glejser
6- Breusch-Pagan-Godfrey
7- Durbin-Watson
8- Jarque-Bera
9- Ramsey Reset



شکل ۲- نمودار مراحل اجرایی تحقیق.

Figure 2. Flow Chart of Research Process.

نتایج و بحث

الف. تابع تقاضای آب بخش کشاورزی استان گلستان (G): نتایج اولیه بیانگر وجود هم‌خطی در مدل داشت؛ بدین‌منظور، به‌دلیل وجود همبستگی بالا (۰/۹۵) بین دو متغیر قیمت کود و سم، متغیری تحت عنوان $P_{K/S}$ در مدل لحاظ شد که از تقسیم داده‌های مربوط به قیمت کود بر قیمت سم به‌دست آمد. به همین ترتیب، متغیری تحت عنوان $P_{N/M}$ نیز در نظر گرفته شد که از تقسیم داده‌های مربوط به دستمزد نیروی کار بر قیمت ماشین‌آلات به‌دست آمد. قیمت آب، نسبت قیمت کود به سم و ارزش تولید از عوامل مؤثر بر مقدار آب آبیاری مورد تقاضای بخش کشاورزی استان گلستان است (جدول ۱). بر این اساس تابع تقاضای بخش کشاورزی این استان را می‌توان به‌صورت رابطه ۳ نوشت:

$$Q_W^K(G) = 1920000000 - 3262551P_W(G) + 10516.3P_Y(G) - 6896.1P_{\frac{K}{S}} \quad (۳)$$

جدول ۱- نتایج مدل تقاضای آب بخش کشاورزی استان گلستان.

Table 1. Results of Water Demand Model of Golestan Province.

احتمال معنی‌داری Prob.	آماره t t-Statistic	ضرایب Coefficient	متغیر Variable		
0.0000	56.99	1.92E+09	عرض از مبدأ C		
0.0479	-0.73	-3262551	قیمت آب P_W		
0.0073	3.28	10516.34	ارزش ستانده P_Y		
0.0763	-1.96	-6896.08	نسبت قیمت کود به قیمت سم $P_{K/S}$		
ضریب تعیین	R-Squared	0.88	میانگین متغیر وابسته	Mean dependent var	2.08E+09
ضریب تعیین تعدیل‌شده	Adjusted R-Squared	0.84	انحراف معیار متغیر وابسته	S.D. dependent Var	2.19E+08
مجموع مربعات رگرسیون	S.E. of regression	88150076	معیار اطلاعاتی آکائیک	Akaike info criterion	39.68
مجموع مربعات باقیمانده	Sum squared resid	8.55E+	معیار شوارتز	Schwartz criterion	39.92
نسبت درست‌نمایی	Log likelihood	-312.42	معیار حنان-کوئین	Hannan-Quinn criter	39.69
آماره F	F-statistic	20.44	آماره دوربین-واتسون	Durbin-Watson stat	1.91
احتمال معنی‌داری آماره F	Prob(F-statistic)	0.000047			

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Reference: Research Finding

همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد قیمت آب آبیاری در سطح پنج درصد معنی‌دار و مطابق با تئوری دارای علامت منفی است. نسبت قیمت کود به قیمت سم نیز مکمل نهاده آب می‌باشد. در مقابل با افزایش ارزش تولید، تقاضا برای آب افزایش می‌یابد. واضح است با افزایش ارزش محصول، تمایل کشاورزان برای کسب سود افزایش، در نتیجه تقاضا برای نهاده آب در جهت افزایش سطح تولید بیش‌تر می‌شود.

علاوه بر این مطابق با جدول ۱ معیار نیکویی برازش (R^2) تعدیل‌شده نشان می‌دهد تغییرات متغیرهای توضیحی مذکور ۸٤ درصد تغییر در مقدار تقاضای آب را توضیح می‌دهند. لازم به ذکر است مقدار حد بالا (d_L) و حد پایین (d_U) آماره دوربین واتسون برای ۱٦ نمونه و ۳ متغیر توضیحی به‌ترتیب ۱/۷۲۸ و ۰/۸۵۷ است که عدم خودهمبستگی را نشان می‌دهد. هم‌چنین، آماره F مدل برابر با ۲۰/٤٤ به‌دست‌آمده است که از مقدار آماره $F_{3,12}$ جدول در سطح ۰/۰۱ که برابر با ۵/۷٤ است، بیش‌تر است. حال با ثابت در نظر گرفتن سایر متغیرهای تأثیرگذار بر مقدار تقاضای آب کشاورزی یا قرار دادن مقادیر واقعی متغیرهای توضیحی مدل (غیر از نهاده آب) در سال ۱۳۹٤، فرم نهایی تابع تقاضای آب بخش کشاورزی استان گلستان به‌صورت یک تابع بین مقدار آب و قیمت آب (تابع تقاضای کوتاه‌مدت) را می‌توان به‌صورت رابطه ٤ نوشت:

$$Q_W^K(G) = 1053842576865 - 3262551P_W(G) \quad (٤)$$

با توجه به رابطه ۲ و ٤، کشش قیمتی میانگین آب کشاورزی استان گلستان در قیمت P_W=47 (ده ریال) و مقدار آب $Q_{W,1394}^K = 2570924220$ (مترمکعب) برابر با ۰/۱۷- درصد محاسبه شد که نشان می‌دهد یک درصد افزایش قیمت، ۰/۱۷ درصد به‌طور متوسط مقدار تقاضای آب آبیاری را در هر هکتار کاهش می‌دهد.

ب. تابع تقاضای آب بخش کشاورزی استان سمنان (S): نتایج اولیه بیانگر وجود هم‌خطی در مدل داشت؛ بدین‌منظور به‌دلیل وجود همبستگی ۸۹ و ۹۱ درصدی به‌ترتیب بین دو متغیر قیمت کود با سم و دستمزد نیروی کار با قیمت ماشین‌آلات، دو متغیر تحت عنوان $P_{K/S}$ و $P_{N/M}$ در مدل لحاظ شد. نتایج نشان می‌دهد قیمت آب، نسبت دستمزد نیروی کار به ماشین‌آلات و ارزش تولید از عوامل مؤثر بر مقدار آب آبیاری موردتقاضا در استان سمنان است (جدول ۲). بر این اساس، تابع تقاضای بخش کشاورزی این استان را می‌توان به‌صورت رابطه ۵ نوشت:

$$Q_W(S) = 12465821 - 31628.3P_W(S) + 4324.5P_Y(S) - 21.6P_{\frac{N}{M}}(S) \quad (۵)$$

جدول ۲- نتایج مدل تقاضای آب بخش کشاورزی استان سمنان.

Table 2. Results of Water Demand Model of Semnan Province.

احتمال معنی‌داری Prob.	آماره t t-Statistic	ضرایب Coefficient	متغیر Variable
0.0000	100.05	12465821	عرض از مبدأ C
0.0135	-2.94	-31628.3	قیمت آب P_W
0.0005	-4.89	-21.6	نسبت قیمت نیروی‌کار به ماشین‌آلات $P_{N/M}$
0.0014	4.23	4324.5	ارزش ستانده P_Y

ضریب تعیین	R-Squared	0.9	میانگین متغیر وابسته	Mean dependent var	11382968
ضریب تعیین تعدیل‌شده	Adjusted R-Squared	0.88	انحراف معیار متغیر وابسته	S.D. dependent Var	830963
مجموع مربعات رگرسیون	S.E. of regression	279523.8	معیار اطلاعاتی آکائیک	Akaike info criterion	28.17
مجموع مربعات باقیمانده	Sum squared resid	8.95E+1	معیار شوارتز	Schwartz criterion	28.41
نسبت درست‌نمایی	Log likelihood	-220.36	معیار حنان-کوئین	Hannan-Quinn criter	28.18
آماره F	F-statistic	30.39	آماره دوربین-واتسون	Durbin-Watson stat	1.7
احتمال معنی‌داری آماره F	Prob(F-statistic)	0.000007			

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Reference: Research Finding

همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد قیمت آب آبیاری در سطح پنج درصد معنی‌دار و مطابق با تئوری دارای علامت منفی است. نسبت دستمزد نیروی‌کار به قیمت ماشین‌آلات و ارزش محصول در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشند. واضح است با افزایش ارزش محصول، تمایل کشاورزان برای کسب سود افزایش، در نتیجه تقاضا برای نهاده آب در جهت افزایش سطح تولید بیش‌تر می‌شود. هم‌چنین، معیار نیکویی برازش (R^2) تعدیل‌شده نشان می‌دهد تغییرات متغیرهای توضیحی مذکور ۸۸ درصد تغییر در مقدار آب را توضیح می‌دهند. مقدار آماره دوربین واتسون مدل در ناحیه عدم خودهمبستگی واقع شده است. مقدار $F_{3,12}$ جدول نیز در سطح ۰/۰۱ برابر با ۵/۷٤ می‌باشد که نشان می‌دهد مدل رگرسیون معنی‌دار است. حال با ثابت در نظر گرفتن سایر متغیرهای تأثیرگذار بر مقدار تقاضای آب کشاورزی یا قراردادن مقادیر واقعی متغیرهای توضیحی مدل (غیر از نهاده آب) در سال ۱۳۹٤، فرم نهایی تابع تقاضای آب بخش کشاورزی استان سمنان به‌صورت یک تابع بین مقدار آب و قیمت آب (تابع تقاضای کوتاه‌مدت) را می‌توان به‌صورت رابطه ٦ نوشت:

$$Q_W^K(S) = 19623153340 - 31628P_W(S) \qquad (٦)$$

با توجه به رابطه ۲ و ٦، کشش قیمتی میانگین آب کشاورزی استان سمنان در قیمت $P_{W,1394}$=75 (ده ریال) و مقدار آب $Q_{W,1394}^K = 11066011$ (مترمکعب) برابر با ۰/۳۳- درصد محاسبه شد که نشان می‌دهد یک درصد افزایش قیمت، ۰/۳۳ درصد به‌طور متوسط مقدار تقاضای آب آبیاری را در هر هکتار کاهش می‌دهد.

ج. تابع تقاضای آب بخش کشاورزی استان خراسان شمالی (KH): نتایج اولیه بیانگر وجود هم‌خطی در مدل داشت؛ بدین‌منظور به‌دلیل وجود همبستگی ۸۹ و ۹۱ درصدی به‌ترتیب بین دو متغیر قیمت کود با سم و دستمزد نیروی‌کار با قیمت

ماشین‌آلات، دو متغیر تحت عنوان $P_{K/S}$ و $P_{N/M}$ در مدل لحاظ شد. نتایج نشان می‌دهد قیمت آب، ارزش تولید و ارزش زمین از عوامل مؤثر بر مقدار آب آبیاری مورد تقاضا در استان خراسان شمالی است (جدول ۳). بر این اساس، تابع تقاضای بخش کشاورزی این استان را می‌توان به‌صورت رابطه ۷ نوشت:

$$Q_W^K(KH) = 14466739 - 45324.34P_W(KH) + 122361P_Z(KH) + 11268P_Y(KH) \quad (۷)$$

جدول ۳- نتایج مدل تقاضای آب بخش کشاورزی استان خراسان شمالی.

Table 3. Results of Water Demand Model of Khorasan Shomali Province.

متغیر Variable	ضرایب Coefficient	آماره t t-Statistic	احتمال معنی‌داری Prob.
عرض از مبدأ C	14466739	14.59	0.0000
قیمت آب P_W	-45324.34	-1.85	0.0915
قیمت زمین P_Z	122361	5.77	0.0001
ارزش تولید P_Y	11268	2.53	0.0281

ضریب تعیین	R-Squared	0.89	میانگین متغیر وابسته	Mean dependent var	16160554
ضریب تعیین تعدیل‌شده	Adjusted R-Squared	0.86	انحراف معیار متغیر وابسته	S.D. dependent Var	3078746
مجموع مربعات رگرسیون	S.E. of regression	1165117	معیار اطلاعاتی آکائیک	Akaike info criterion	31.02
مجموع مربعات باقیمانده	Sum squared resid	1.49E+1	معیار شوارتز	Schwartz criterion	31.27
نسبت درست‌نمایی	Log likelihood	-243.19	معیار حنان-کوئین	Hannan-Quinn criter	31.04
آماره F	F-statistic	23.43	آماره دوربین-واتسون	Durbin-Watson stat	1.79
احتمال معنی‌داری آماره F	Prob(F-statistic)	0.000025			

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Reference: Research Finding

همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد قیمت آب آبیاری در سطح ده درصد معنی‌دار و مطابق با تئوری دارای علامت منفی است. متغیر ارزش محصول و ارزش زمین جانشین نهاده آب می‌باشند. اگرچه عموماً با افزایش قیمت زمین، تمایل برای تغییر کاربری و فروش آن افزایش و به‌دنبال آن با کاهش سطح زیرکشت، تقاضا برای آب کاهش می‌یابد؛ اما علامت مثبت P_Z را این‌گونه می‌توان توجیه کرد که در راستای افزایش قیمت زمین، کشاورزان سعی می‌کنند با افزایش سطح تولید، هزینه‌های ثابت مربوط به خرید یا اجاره زمین را پوشش دهند، بنابراین تقاضا برای آب افزایش می‌یابد. علاوه بر این معیار نیکویی برازش (R^2) تعدیل‌شده نشان می‌دهد تغییرات متغیرهای توضیحی مذکور ۸۶ درصد تغییر در مقدار تقاضای آب را توضیح می‌دهند. لازم به ذکر است مقدار آماره دوربین واتسون مدل در ناحیه عدم خودهمبستگی واقع شده است. مقدار $F_{4,12}$ جدول نیز در سطح ۰/۰۱ برابر با ۵/۷۴ است که نشان می‌دهد مدل رگرسیون معنی‌دار است. حال با ثابت در نظر گرفتن سایر متغیرهای تأثیرگذار بر مقدار تقاضای آب کشاورزی یا قراردادن مقادیر واقعی متغیرهای توضیحی مدل (غیر از نهاده آب) در سال ۱۳۹۴، فرم نهایی تابع تقاضای آب بخش کشاورزی استان خراسان شمالی به‌صورت یک تابع بین مقدار آب و قیمت آب (تابع تقاضای کوتاه‌مدت) را می‌توان به‌صورت رابطه ۸ نوشت:

$$Q_W^K(KH) = 95273803447 - 45324.34P_W(KH) \quad (۸)$$

با توجه به رابطه‌ی ۲ و ۸ کشش قیمتی میانگین آب کشاورزی استان خراسان شمالی در قیمت $P_{W,1394}$=37 (ده ریال) و مقدار آب $Q_{W,1394}^{K} = 27282462$ (مترمکعب) برابر با ۰/۲٦- درصد محاسبه شد که نشان می‌دهد یک درصد افزایش قیمت، ۰/۲٦ درصد به‌طور متوسط مقدار تقاضای آب آبیاری را کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری کلی

قبل از اتخاذ هرگونه نتیجه‌گیری کلی، شایان‌ذکر است که برای دریافت نتیجه مناسب از مدل‌های رگرسیونی با داده‌های سری زمانی بهتر است حجم نمونه حداقل ۳۰ عدد باشد (١٤). نتایج نشان داد اگرچه کم بودن تعداد مشاهدات منجر به کاهش درجه آزادی و حذف یا ترکیب برخی از متغیرها جهت رفع مشکل هم‌خطی می‌شود، بااین‌حال هر سه مدل رگرسیونی معنی‌دار و فروض مدل کلاسیک رگرسیون خطی را تأمین می‌نمایند. علاوه بر این، مطابق با تئوری، قیمت آب کشاورزی در هر استان با مقدار تقاضای آن رابطه معکوس دارد. به‌طوری‌که در استان‌های گلستان، سمنان و خراسان شمالی به‌ترتیب یک درصد افزایش در قیمت آب، به‌طور متوسط منجر به کاهش ۰/۱۷، ۰/۳۳ و ۰/۲٦ درصدی در مقدار آب موردتقاضا می‌شود. بی‌کشش بودن آب کشاورزی هر سه استان نشان از واکنش‌پذیری اندک کشاورزان به تغییرات قیمتی دارد. نکته قابل‌تأمل تأثیر معنی‌دار قیمت نهاده‌های نیروی کار و ماشین‌آلات بر مقدار آب موردتقاضا است. در این راستا، مکمل بودن نسبت دستمزد نیروی کار به قیمت ماشین‌آلات با قیمت آب نشان می‌دهد افزایش تقاضای آب از سوی کشاورزان منجر به افزایش فعالیت کشاورزی و اشتغال نیروی کار می‌گردد؛ بنابراین چنان‌چه افزایش قیمت آب این حوضه غیراصولی باشد منجر به افزایش بیکاری در بخش زراعت استان موردنظر خواهد شد. هم‌چنین، با توجه به این‌که هدف از مطالعه حاضر برآورد تابع تقاضای کلی آب بخش کشاورزی حوضه گرگان‌رود- قره‌سو است، می‌توان تابع تقاضای کلی این حوضه را از جمع افقی تقاضای استان‌های ذی‌نفع به‌دست آورد:

$$Q_W = 1168739533652 - 3339503.64P_W \quad (۹)$$

تابع تقاضای تجمیعی آب حوضه گرگان‌رود- قره‌سو (رابطه ۹) نشان می‌دهد درصورتی‌که قیمت آب صفر باشد، مقدار تقاضای آب توسط استان‌های گلستان، سمنان و خراسان شمالی در بخش زراعی به‌طور متوسط ۱۱٦۹ میلیارد مترمکعب خواهد بود. هم‌چنین، درصورتی‌که قیمت آب ده ریال افزایش یابد، مقدار تقاضای آب توسط استان‌های ذی‌نفع ۳/۳٤ میلیون مترمکعب کاهش می‌یابد. به‌عبارت بهتر، با توجه به رابطه ۲ و ۹، کشش قیمتی میانگین آب کشاورزی حوضه گرگان‌رود- قره‌سو در قیمت P_W=54 (ده ریال) و مقدار آب Q_W=368145500 (مترمکعب) برابر با ۰/٤۹ محاسبه شد که نشان می‌دهد یک درصد افزایش قیمت، ۰/٤۹ درصد مقدار تقاضای آب آبیاری این حوضه را کاهش می‌دهد. جدول ٤ تغییر در مقدار تقاضای آب حوضه را نسبت به تغییرات قیمتی نشان می‌دهد.

جدول ٤- واکنش کشاورزان منطقه نسبت به تغییرات قیمتی.

Table 4. Farmers Reaction to Price Changes.

تغییر در قیمت آب Change in Price of Water	+20%	+40%	+60%	+80%	+100%
تغییر در مقدار آب موردتقاضا Change in Demand of Water	-9.8%	-19.6%	-29.4%	-39.2%	-49%

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Reference: Research Finding

با توجه به این‌که افزایش قیمت آب عموماً به‌صورت پلکانی رخ می‌دهد، جدول ٤ نشان می‌دهد در صورتی مقدار مصرف آب حدوداً به نصف تقلیل می‌یابد که قیمت آب حوضه تا دو برابر افزایش یابد (۱۰۸ تومان به‌ازای هر مترمکعب)، نظر به این‌که کشش قیمتی تابع تقاضای کل حوضه و هریک از استان‌های ذی‌نفع کوچک‌تر از یک (بی‌کشش) است، به‌طورکلی سیاست‌های قیمتی نمی‌توانند به‌تنهایی عامل مهمی در کنترل مصرف غیربهینه این نهاده باارزش باشد. نتیجه به‌دست‌آمده با برخی از مطالعات پیشین هماهنگی دارد. بهلولوند (۲۰۰٦) به برآورد تابع تقاضای آب کشاورزی در منطقه مجن پرداخت. نتایج بیانگر رابطه منفی و معنی‌دار بین قیمت آب و مقدار تقاضای آن بود. وی کشش تقاضای آب کشاورزی دشت مجن را ۰/۲۵٦- درصد محاسبه نمود (۷). تهامی‌پور و همکاران (۲۰۰٦) متوسط قیمت سایه‌ای برای آب با شوری‌های مختلف برای دشت‌های زرند و سیریز را به‌ترتیب ٤٦٤٥ و ۲٦۱۹ ریال به‌ازای هر مترمکعب محاسبه نمودند. کشش قیمتی تقاضای آب برای هرکدام از این دشت‌ها به‌ترتیب ۰/۲٤- و ۰/٤۳- به‌دست آمد که نشان داد تقاضای آب در دشت سیریز نسبت به دشت زرند کشش‌پذیرتر است ولی درعین‌حال برای هر دو دشت تقاضای آب بی‌کشش می‌باشد (۳۲). جلیلی کامجو و خوش‌اخلاق (۲۰۱٦) در مطالعه خود با استفاده از روش تابع تولید، تابع تقاضای بخش کشاورزی حوضه آبخیز زاینده‌رود را برآورد نمودند. نتایج نشان داد بین قیمت و مقدار آب رابطه منفی وجود دارد (۱٦). پیری و حیدری (۲۰۱۸) به برآورد تابع تقاضا و ارزش اقتصادی آب در تولید سورگوم علوفه‌ای در منطقه سیستان در سال ۹٤ پرداختند. در این مطالعه توابع انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر مورداستفاده قرار گرفت. بر اساس نتایج، تابع تولید کاب‌داگلاس به‌عنوان تابع برتر انتخاب شد. در پایان ارزش اقتصادی آب ٤۵۰ ریال به‌ازای هر مترمکعب محاسبه شد (۲۵).

نظر به این‌که کشش قیمتی تابع تقاضای کل حوضه و هریک از استان‌های ذی‌نفع کوچک‌تر از یک (بی‌کشش) است به‌طورکلی سیاست‌های قیمتی نمی‌توانند به‌تنهایی عامل مهمی در کنترل مصرف غیربهینه این نهاده باارزش باشد. بنابراین، برگزاری کلاس‌های ترویجی در راستای فرهنگ‌سازی و افزایش آگاهی کشاورزان در خصوص این‌که آب نهاده‌ای ارزشمند و کالایی اقتصادی است، می‌تواند در جهت تغییر الگوی کشت، انطباق روش آبیاری با شرایط آب، خاک و نیاز واقعی گیاه و بهبود بازده آبیاری مؤثر واقع شود. هم‌چنین، می‌توان در اتخاذ سیاست‌های قیمت‌گذاری به‌گونه‌ای عمل کرد که از طریق متأثر کردن سایر نهاده‌ها غیر از آب، تقاضای آب را کنترل نمود.

منابع

1. Abbasi, F., Sohrab, F., and Abbasi, N. 2015. Evaluation of irrigation efficiencies in Iran. J. Irrig. Drain. Struc. Engin. Res. 17: 67. 113-128. (In Persian)
2. AL.Qunaibet, M.H., and Johnston, R.S. 1896. Municipal demand for water homological issues and empirical results. Water Resource. Res. 21: 4. 433-439.
3. Aliahmadi, N., Moradi, E., and Hoseini, S.M. 2018. Application of the cost-translog technique for estimating the wheat demand demand function of the Sistan region. J. Water Soil Cons. 25: 4. 331-338. (In Persian)
4. Amirnejad, H. 2012. Natural Resources Economics. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. Press, 372p. (In Persian)
5. Amisigo Barnabas, A., McCluskey, A., and Swanson, R. 2016. Modelling impact of climate change on water resources and agriculture demand in the Volta Basin and other basin systems in Ghana, Sustainability. 7: 6. 6657-6975.
6. Bagheri, A., Nikooie, A., Khodadad Kashi, F., and Shokatfadaei, M. 2017. Evaluation of water pricing policy on sustainability and conservation of aquifer: Study of north Mahyar Aquifer in Zayandehrood basin. J. Agric. Econ. Dev. 31: 2. 105-120. (In Persian)
7. Bohlolvand, A. 2006. Determination of demand estimation and the role of water market in water allocation and pricing (Case study: Mojen plain in Shahroud region). M.S. thesis in economic. Department of economics. School of economics and political sciences. Shahid Beheshti University. (In Persian)
8. Bostani, F., and mohammadi, H. 2007. Studying productivity of and demand for water in Sugar Beet production in Eqlid district. J. Sugar Beet. 23: 2. 185-196. (In Persian)
9. Daneshi, A., Vafakhah, M., and Panahi, M. 2017. Evaluation of Urmia lake crisis management solutions with an emphasis on maximum participation of farmers (Case study: Simineroud watershed). J. Range Water. Manage. 70: 2. 299-314. (In Persian)
10. Danesh-Yazdi, M., Abrishamchi, A., and Tajrishy, M. 2014. Conflict resolution of water resources allocations using the game theoretic approach: The case of Orumieh river basin. J. Water Wastewater. 2: 48-57. (In Persian)
11. Dehghanpour, H., and Sheykhzeinodin, A. 2013. Determining the economic valuation of agricultural water in Ardakan- Yazd plain of Yazd province. J. Agric. Econ. Dev. 21: 82. 45-68. (In Persian)
12. De Stefano, L., Duncan, J., Dinar, S.K., Stahl, K., Strzepek, A., and Wolf, T. 2012. Climate change and the institutional resilience of international river basins. J. Peace Res. 49: 1. 193-209.
13. Espey, M., and Towfique, B. 2004. International bilateral water treaty formation. Water Resources Research. 4, W05S05. doi: 10.1029/2003WR002534.
14. Gujrati, D., Basic Econometrics. Abrishami, H. 2011. Tehran: University of Tehran Press (Utp). (Translate in Persian)
16. Islami, I., Mehrabi, A., Zehtabian, GH.R., and Ghorbani, M. 2013. Estimation of agricultural water demand of Pomegranate in Charkhab village of Yazd. J. Range Water. Manage. (Iran. J. Natur. Resour.). 66: 1. 17-26. (In Persian)
17. Jalili Kamju, S.P., and Khoshakhlagh, R. 2016. Using the game theory in optimal allocation of water in Zayandehrud. J. Iran Appl. Econ. 5: 18. 53-80. (In Persian)
18. Keramatzadeh, A., Chizari, A., and Mirzaei, A. 2006. Determining the economic value of irrigation water through: Optimal cropping pattern for integrated farm and horticulture. J. Econ. Agric. Dev. 14: 54. 35-60.
19. Khoshakhlagh, R. 1977. Forecasting the value of water rights: A case study of New Mexico. PhD Presentation. The University of New Mexico.
20. Khoshakhlagh, R., Sajadi, M., Rajabi, M., and Khashei, M. 2012. Evaluate of aggregate demand water (Isfahan case study). Natural Economic Resources. 1: 1. 1-19. (In Persian)

21.Mahtsente, T., Assefa, M., and Melesse Zemadim, B. 2016. Runoff estimation and water demand analysis for Holetta river, Awash Subbasin, Ethiopia Using SWAT and Cropwat Models, Landscape Dynamics. Soils and Hydrological Processes in Varied Climates. Pp: 113-140.
22.Mianabadi, H., Mostert, E., Zarghami, M., and Van De Giesa, N. 2014a. A new bankruptcy method for conflict resolution in water resource allocation. J. Environ. Manage. 144: 1. 152-159.
23.Ministry of Energy. Department of Water and Wine. 2013-2015. Studies on the modernization of the comprehensive plan water of the country in the Aras, Urmia, Talesh-Bandar Anzali Wetland, Big Sefidrud, Sefidrud-Haraz, Haraz-Gharesu, Gorganrud and Atrak basins. Pp: 38-47.
24.Mousavi Nadoushani, S.S., Alimohammadi, S., Ahani, A., Behrouz, M., and Mousavi, S.M. 2018. Bivariate drought frequency analysis in Gharesoo-Gorganrud basin by using copulas. J. Water Soil Cons. 25: 4. 71-91. (In Persian)
25.Pakravan, M.R., and Mehrabi Boshrabadi, H. 2009. Determining economic value and demand function of water in producing Sugar beet in Kerman. Iran. Water Res. J. .4: 6. 83-90. (In Persian)
26.Piri, H., and Heidari, M. 2018. Estimated demand and economic value of water in production of forage Sorghum in Sistan. J. Agric. Econ. Res. 10: 38. 121-134. (In Persian)
27.Pourspahi Samiyan, H., and Kerachian, R. 2011. Water allocation in common rivers: application of game theory. Sixth National Congress on Civil Engineering. Semnan University. Iran. (In Persian)
28.Roozbahani, R., Schreider, S., and Abbasi, B. 2015. Optimal water allocation through a multi-objective compromise between environmental, Social and Economic Preferences. Environmental Modelling and Software. 64: 18-30.
29.Shajari, Sh., Barikani, E., and Amjadi, A. 2009. Water demand management by water pricing policy in Date Palm gardens in Jahrom. 17: 65. 55-72. (In Persian)
30.Statistical Centre of Iran. 2015. Statistical yearbook of Golestan province. Chapter 1 (land and climate). Available at: www.Amar.org.
31.Sun, T., Huang, Q., and Wang, J. 2018. Estimation of irrigation water demand and economic returns of water in Zhangye basin. J. Water. 10: 19. 1-21.
32.Swain, A. 2015. Water wars. In: International encyclopedia of the social and behavioral sciences. 2nd edn, Vol. 25. Wright. J.D. (ed.). Elsevier, Oxford. Pp: 443-447.
33.Tahami Pour, M., Karbasi A., and Daneshvar Kakhki, M. 2006. Water demand in agricultural sector (case study: Pistachio farmers of Zarand city. Agric. Sci. Technol. J. 20: 1. 116-122. (In Persian)
34.Tahami Pour, M., and Yazdani, S. 2016. The role of economic instruments in integrated water resources management: A case study of irrigation water pricing system in western waters basins of Iran. Iran. J. Agric. Econ. Dev. Res. 2-27: 2. 545-556. (In Persian)
35.Thevs, N., Haiyan, P., Ahmedjan, R., Zerbe, S., and Abdusalih, N. 2015. Water Allocation and Water Consumption of Irrigated Agriculture and Natural Vegetation in the Aksu-Tarim river basin, Xinjiang, China, J. Arid Environ. 100p.
36.Tomaszkiewicz, M., Abou Najm, M., Zurayk, R., and El-Fadel., M. 2016. Dew as an adaptation measure to meet water demand in Agriculture and reforestation, Agricultural and Forest Meteorology. 232: 411-421.
37.Zarghami, M., and Safari, N. 2013. Optimum water allocation for agricultural section of Zarrinehrud river by Non-Symmetric Nash modeling. J. Agric. Econ. 7: 2. 107-125. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Research Full Paper

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 27(3), 2020
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2020.16861.3219

The Role of Price Factor in Water Management of *Gorganrud-Gharesu* Basin

Sh. Mirkarimi[1], *H. Amirnejad[2] and R. Joolaie[3]

[1]Ph.D. Student, Dept. of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources,
[2]Associate Prof., Dept. of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources,
[3]Associate Prof., Dept. of Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 07.04.2019; Accepted: 12.28.2019

Abstract

Background and Objectives: Water limitation is one of the most preventing factor of Agricultural production, so it is essential to study sustainable management of water resources and choosing an optimal strategy for the best use of this input. One of the most effective demand management tools that regulates water consumption patterns in the agricultural sector is the reform of the pricing system based on the economic value of water. The characteristics of each region in terms of availability of water, type of water resources, types of activities and cultivated products make that the farmers' reaction to price changes in the different regions not be the same. In this study, in order to the optimally manage of water resources in *Gorganrud-Gharesu* basin, the total demand function of irrigation water for this transboundary basin is estimated. The management of a transboundary basin due to the existing of multiple stakeholders with different objectives and utilities, is one of the most important challenges of water resources management which has received little attention due to its wide dimension.

Materials and Methods: For this purpose, by applying the time series data (1999-2015) and the application of optimization method, first, the linear model of irrigation water demand function for each of the beneficiary provinces (Golestan, Semnan and Khorasan Shomali) are estimated in the form of routine actions. Then, by considering the actual values of other factors affecting demand (other than the price factor) in the model, the short-term water demand function for each province is extracted; and finally, through the horizontal summation of the extracted functions, the aggregate demand function of the total water of the basin is estimated.

Results: The results of the estimation of agricultural water demand function of each province indicate that there is a negative and significant relationship between agricultural water price and its consumption, so if the price of water in each province increases by 1%, the amount of water demand in Golestan, Semnan and Khorasan Shomali provinces is decreased by 0.17%, 0.33% and 0.26%, respectively. Similarly, the results of aggregate water demand function also confirm the inverse relationship between water price and the amount of water demand in the agricultural sector; so if the price of water in the region increases by one percent, the water demand of the beneficiary provinces is reduced by 0.49% on average.

Conclusion: In order to investigate the reaction of farmers in the area to changes the price of irrigation water, the price elasticity of demand was calculated. Given that the calculated elasticity is smaller than one, so pricing policies cannot alone be an important factor in controlling the excessive use of this valuable resource. In this way, holding promotional classes in order to raise awareness of the farmers about the fact that water is valuable and economic commodities can be effective in changing the cropping pattern, adapting the irrigation method to the conditions of water, soil and plant's actual requirements and improving irrigation efficiency.

Keywords: Aggregate Water Demand Function, Demand price elasticity, *Gorganrud-Gharesu* Basin, Water Resource Management

* Corresponding Author; Email: hamidamirnejad@yahoo.com