دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

# قیمت‌گذاری منابع آب زیرزمینی دشت همدان - بهار با استفاده از رهیافت اقتصاد سنجی فضایی

**سید محسن سیدان[۱] و علی قدمی فیروزآبادی[۲]**

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی وترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران، (نویسنده مسوول: seyedan1969@gmail.com)
۲- استادیار پژوهشی بخش فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۱۳

**چکیده**

**در دهه‌های اخیر در دشت همدان - بهار به دلیل کاهش سطح سفره آب زیرزمینی، اتخاذ راهکار مدیریتی مناسب جهت بهره‌برداری بهینه از این منبع اهمیت فراوانی یافته است. در این رابطه مسئله اصلی ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب است. در ایجاد این تعادل، ارزش اقتصادی آب مانند قیمت هر نهاده‌ی دیگر نقش تعیین کننده‌ی بر عهده دارد. به همین دلیل قیمت‌گذاری آب به عنوان یک روش غیر مستقیم برای استفاده کارا و پایدار از آب در بخش کشاورزی توصیه شده است. در این راستا هدف این پژوهش برآورد ارزش اقتصادی آب با استفاده از رهیافت اقتصاد سنجی فضایی است. این تحقیق با در نظر گرفتن این موضوع که چاه‌های کشاورزی با سایر چاه‌های مجاور از نظر منابع آب زیرزمینی ارتباط دارد، تلاش دارد به این سؤال پاسخ دهد که عامل مجاورت تا چه حد تابع تقاضای آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ضریب همبستگی حاصل از تخمین توابع نشان داد، که کاربرد رگرسیون فضایی نسبت به روش رگرسیون کلاسیک برتری دارد. اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق به صورت میدانی و با تکمیل پرسشنامه از کشاورزان در سال ۱۳۹۵ جمع آوری شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که قیمت واقعی آب در تولید سیب زمینی برای هر متر مکعب ۲۰۴۰ ریال است. بنابراین برای ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب می توان از شکاف قیمت واقعی آب و قیمتی پرداختی توسط کشاورزان جهت اعمال سیاست قیمت‌گذاری آب در منطقه استفاده کرد.**

**واژهای کلیدی: آب، ارزش اقتصادی، اقتصاد سنجی فضایی، دشت همدان- بهار، سیب زمینی**

## مقدمه

در دهه‌های اخیر به دلایل بهره‌برداری غیر اصولی از منابع آب زیرزمینی، خشکسالی و عدم رعایت اصول حفاظت در بهره‌برداری از منابع آبی کشور موجب شده تا نهاده آب به عنوان مهمترین عامل محدودکننده توسعه در بخش کشاورزی مطرح شود. از طرف دیگر تقاضای آب به دلیل افزایش جمعیت و استانداردهای زندگی، روند رو به افزایش به خود گرفته است. در نتیجه، رقابت بین بخش‌های اقتصادی شدیدتر شده و روش‌های تخصیص آب در حال شکل گرفتن است (۱).

پیش‌بینی‌های صورت گرفته توسط سازمان ملل، نشان‌دهنده آن است که محدودیت منابع آب تا سال۲۰۵۰ میلادی اصلی‌ترین موضوع مورد بحث جهانی است (۳). این وضعیت برای ایران که در کمربند خشکی آب و هوایی قرار گرفته حادتر است. کشور ایران با متوسط بارندگی۲۵۰ میلی‌متر در مقایسه با ۷۵۰ میلی‌متر متوسط جهانی در سطح پایین‌تری قرار دارد. از طرف دیگر پراکندگی زمانی و مکانی ریزش‌های جوی و نامتناسب بودن آن با نیازهای کشاورزی مشکل را حادتر می‌کند (۲). در این شرایط برداشت بیش از حد مجاز از سفره‌های آب زیرزمینی باعث خسارت جبران ناپذیری به این منابع شده است (۱۹).

استان همدان از جمله استان‌های است که با محدودیت منابع آبی مواجه است. در حدود۸۰ درصد نیاز آبی استان همدان از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود (۶). دشت همدان- بهار بخشی از حوضه قره‌چای است، که در سال‌های اخیر منابع آب زیرزمینی آن به شدت مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. روند کلی هیدروگراف آن بر اساس اطلاعات سال‌های گذشته نزولی و نشانگر بروز افت مداوم و کاهش ذخائر مخازن آن می‌باشد(۲۵). میزان افت متوسط آبخوان این دشت بین سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۸۱ برابر ۱۷/۵ متر و متوسط افت سالیانه معادل ۰/۹۳ متر گزارش شده است (۲). در سال آبی ۱۳۹۴ میزان تغذیه خالص آب این دشت برابر با ۲۶۹ میلیون متر مکعب و میزان برداشت ۲۹۵ میلیون متر مکعب برآورد شده است. درنتیجه، میزان اختلاف ۲۶ میلیون متر مکعب بوده که این امر باعث کاهش ۵۵ میلی‌متری تراز سفره آب زیرزمینی شده است (۶).

همانطور که اشاره شد پدیده عدم تعادل منابع آبی، چه در بعد محلی و ملی و چه در بعد جهانی، ناشی از محدودیت طبیعی آن و بخش دیگر، متأثر از اقدامات و فعالیت‌های اقتصادی بشر است که در قالب استفاده غیراقتصادی از این منبع ارزشمند ظاهر می‌شود (۱۱). در واقع با تغییر در مدیریت منابع آب و حرکت از مدیریت برمبنای عرضه به مدیریت بر مبنای تقاضا و اصلاح نظام قیمت‌گذاری مبتنی بر ارزش اقتصادی آب، می‌توان بر مشکلات و چالش‌های موجود فائق آمد (۸). در مدیریت تقاضای آب، نظام قیمت‌گذاری در تبیین آن به عنوان کالایی اقتصادی و با ارزش، بهترین راه نیل به مصرف مناسب و مشوقی برای ذخیره و حفاظت از آن می‌باشد. از طرفی اگر آب قیمت واقعی خود را نداشته باشد، می‌تواند منجر به سرمایه‌گذاری اندک، حفاظت ضعیف و اتلاف آب شود (۱۲). از این رو قیمت‌گذاری آب به عنوان ابزار مناسب مدیریتی جهت ایجاد سازگاری بین فعالیت‌های بهره‌برداران از آب با اهداف و استراتژی‌های توسعه ملی مطرح می‌باشد. با توجه به این موضوع مطالعات بسیاری پیرامون این مسئله در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.12.4 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.258 ]

شوکت فدایی و همکاران (۲۹) در سال ۱۳۹۶، در دشت مهیار شمالی واقع در حوضه آبخیز زاینده‌رود به تحلیل و ارزیابی تأثیر سیاست قیمت‌گذاری آب پرداخته‌اند. برای این منظور، از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) به شکل پویای گسترش یافته استفاده کردند. آنان نتیجه گرفتند که منظور نمودن سیاست قیمت‌گذاری منابع آب زیرزمینی با تغییر الگوی کشت در جهت محدودتر شدن درصد کشت محصولات با آبیاری غرقابی و در نتیجه تعدیل روند بهره‌برداری بی‌رویه از منابع کمیاب آب، می‌تواند متغیرهای هیدرولوژیکی اعم از بیلان آب زیرزمینی، ضخامت لایه اشباع آبخوان و سطح ایستایی آبخوان در سطح قابل ملاحظه‌ای بهبود یابند. همینطور اشاره کردند که به دلیل تأثیر منفی افزایش قیمت آب بر منافع اقتصادی در بخش کشاورزی منطقه، ضروری است سیاست قیمت‌گذاری آب به گونه‌ای اعمال گردد که علاوه بر بهبود پایداری کشاورزی و حفظ منابع حیاتی آب، منافع اقتصادی و اجتماعی بخش نیز دچار نوسان زیادی نگردد. فلاحتی و همکاران (۱۳) در سال ۱۳۹۱ و به روش رمزی قیمت آب را در بخش کشاورزی استان همدان برآورد نموده‌اند. با توجه به نتایج این پژوهش قیمت آب در بخش کشاورزی ۹۵ درصد قیمت پیشنهادی در این تحقیق است. قیمت آب برای هر مترمکعب ۸۵ ریال محاسبه شده است. پرهیزکاری و همکاران (۲۴) از یک مدلسازی اقتصادی برای شبیه‌سازی پاسخ کشاورزان شهرستان زابل نسبت به سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری در سال ۱۳۹۳ استفاده کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داده که اعمال سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری منجر به کاهش سطح زیرکشت محصولات زراعی به ترتیب به میزان ۵۴/۹ و ۱۴/۵ درصد و کاهش میزان آب مصرفی به ترتیب به میزان ۲۳/۶ و ۱/۷ درصد نسبت به سال پایه می‌شود. در پایان نیز، سیاست سهمیه‌بندی آب آبیاری با توجه به صرفه‌جویی ۹/۱۸ میلیون مترمکعب آب، به عنوان راهکاری مناسب برای پایداری منابع آب پیشنهاد شده است. وحدت ادب و بلالی (۳۱) در سال ۱۳۹۴ از طریق مدل‌سازی ریاضی به بررسی تأثیر برخی سناریوهای سیاستی شامل قیمت‌گذاری آب آبیاری و اعطای تسهیلات مالی دولت بر پذیرش روش‌های نوین آبیاری توسط کشاورزان استان همدان پرداختند. نتایج نشان داد که سیاست افزایش قیمت آب آبیاری باعث افزایش گرایش به پذیرش تکنولوژی آبیاری تحت فشار می‌گردد. همچنین اعطای تسهیلات مالی و کاهش نرخ سود تسهیلات، تأثیر معنی‌داری بر پذیرش تکنولوژی آبیاری تحت فشار دارد. چیذری و همکاران (۱۱) در سال ۱۳۸۴ با مطالعه‌ی در زیر سد بارزوی شیروان استان خراسان شمالی، با ارایه یک الگوی برنامه‌ریزی آرمانی ارزش اقتصادی آب را تعیین کرده‌اند. در این تحقیق بیشترین و کمترین ارزش اقتصادی آب در ماه‌های مهر و فروردین به ترتیب ۲۲۷۷ و ۵۶ ریال برآورد شده است. حسین‌زاده و همکاران (۱۵) در سال ۱۳۸۶ در دشت مراغه – بناب، ارزش آب را در تولید گندم و پیاز به ازای هر متر مکعب به ترتیب ۲۴۸ و۲۹۱ ریال برآورد کرده‌اند. کرامت زاده و همکاران (۲۰) در سال ۱۳۸۵ با مطالعه‌ی در زیر سد بارزوی شیروان استان خراسان شمالی، از تکنیک برنامه ریزی خطی برای تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی استفاده کردند. آنها در فعالیت تلفیقی زراعت و باغداری، ارزش اقتصادی آب را در ماه‌های فروردین، تیر، شهریور و آبان به ترتیب ۸۸۰، ۴۷۰، ۴۷۴ و ۵۹۵ ریال برآورد نمودند. مطالعه پاکروان و بشرآبادی (۲۳) نشان داده که قیمت واقعی آب در تولید چغندرقند ۲۹۲ ریال است. بلالی (۹) پژوهشی را به منظور تحلیل آثار قیمت‌گذاری آب بر حفظ منابع آبی دشت همدان – بهار در سال ۱۳۸۹ انجام داده است. وی قیمت آب را در دامنه صفر تا ۱۵۰۰ ریال بررسی کرده است. نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش قیمت آب به ۱۵۰۰ ریال برای هر متر مکعب، بیلان حجم آب آبخوان دشت مثبت خواهد شد.

مور و میکائیل (۲۱) در سال ۱۹۹۹ و در آمریکا با استفاده از تابع تولید درجه دو، ضمن برآورد تابع تقاضای آب قیمت سایه‌ای هر واحد آب را ۶۸/۷ دلار محاسبه کرده‌اند. روگرز و همکاران (۲۶) در سال ۲۰۰۲ به بررسی سیاست قیمت‌گذاری منابع آب زیرزمینی در فرانسه پرداختند. آنان معتقدند که سیاست قیمت‌گذاری می‌تواند به حفاظت و پایداری منابع آبی کمک نماید. آنان نتیجه گرفتند که اگر قیمت منابع آبی بیانگر ارزش واقعی آن باشد، مصرف آن در بین مصرف کنندگان بهینه شده، و منابع آبی در مصارف با ارزش استفاده می‌شود. هانگ و همکاران (۱۸) در سال ۲۰۰۶ در تحقیقی با موضوع قیمت‌گذاری آب آبیاری در چین به این نتیجه رسیدند که اگر قیمت صحیحی برای آب تعیین شود، کشاورزان نسبت به آن حساس خواهند شد. سینگ (۳۰) در سال ۲۰۰۷ در مطالعه‌ی با عنوان قیمت‌گذاری منطقی آب در گجرات هند، ابزاری برای بهبود کارایی استفاده از آب در بخش کشاورزی، نشان داد که شکاف بزرگی میان قیمت و ارزش آب آبیاری وجود دارد و افزایش قابل ملاحظه‌ای در قیمت آب نیاز است تا عرضه و تقاضا آب متعادل شود. هاویت و همکاران (۱۷) در سال ۲۰۱۲ به منظور بررسی مدل‌های اقتصادی و تحلیل سیاست‌های کاربردی در زمینه مدیریت منابع آب در کالیفرنیا، از مدل برنامه‌ریزی مثبت (PMP)[1] و تابع تولید با کشش جانشینی ثابت (CES)[2] استفاده کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که با بکارگیری سیاست‌های قیمت‌گذاری و همزمان با انعطاف بیشتر بازار آب می‌توان زیان‌های درآمدی حاصل از خشکسالی را تا ۳۰ درصد کاهش داد. نالاسیگا و همکاران (۲۲) در سال ۲۰۱۳ با استفاده از روش اقتصاد مهندسی در دهلی‌نو هزینه‌های استخراج آب را محاسبه کردند. نتیجه این تحقیق مشخص نمود که در نظر گرفتن ارزش پایین برای آب زیرزمینی منجر به کاهش کمیت و کیفیت آن می‌شود. مطالعه آنان در ارزشگذاری اقتصادی از آب به ارزش خدمات ناشی از این منبع کمک کرده و برآوردی جهت جلوگیری از خسارت وارد به آن ارائه کردند. آنها پیشنهاد کردند که این محاسبات می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری و اقدامات حقوقی، فنی و سازمانی باشد.

وجه تشابه در تمام مطالعات قبلی، این است که شکاف بزرگی میان قیمت پرداختی توسط کشاورزان و ارزش

1- Positive Mathematical Programming

2- Constant Elasticity of Substitution

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.12.4 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.258 ]

اقتصادی آب در بخش کشاورزی وجود دارد. لذا به جهت ایجاد تعادل در عرضه و تقاضای آب لازم است قیمت آب افزایش یابد.

یکی از راه‌های ارزشگذاری قیمت آب، استفاده از تابع تولید است. در این روش از جمله مسائل بسیار مهم و اساسی، برآورد دقیق و مناسب رابطه میان متغیر وابسته و متغیرهای مستقل است. در این رابطه مقادیر و ارزش‌های نهایی نهاده‌ها به شدت متأثر از شکل تابع انتخاب شده توسط محقق هستند(۱۰). علی‌رغم اهمیت انتخاب یک شکل مناسب از توابع، بسیاری از محققان بدون توجه به آن، اقدام به برآورد تابع تولید کرده و به سایر اشکال توابع بی‌توجه هستند. اهمیت انتخاب شکل مناسب یک تابع، زمانی دوچندان می‌شود که ضرایب و کشش‌های مورد استفاده در آن، مبنای سیاستگذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها قرار گیرد (۱۶). از آنجا که بکارگیری اینگونه سیاست‌ها منجر به تغییر رفاه کشاورزان می‌شود، لذا استفاده از تابع رفاه اجتماعی برای تعیین قیمت واقعی آب مناسبتر است. در این پژوهش از تابع سود که معرف رفاه اجتماعی کشاورزان در تعیین قیمت آب استفاده شده است. از آنجا که داده‌های مورد استفاده در این مطالعه می‌تواند بعد مکانی داشته باشد؛ لذا در مبانی نظری اقتصاد سنجی بر این موضوع تأکید می‌شود که در صورت خود همبستگی و یا ناهمسانی فضایی میان رفتار و تصمیم تولیدکنندگان، لازم است بجای استفاده از رگرسیون کلاسیک از مدل‌های رگرسیون فضایی استفاده شود (۷). در این راستا، در سال ۱۳۹۵ و در دشت همدان- بهار ارزش اقتصادی آب بر اساس مدل رفاه اجتماعی برآورد و اثرات مجاورت از طریق تکنیک اقتصاد سنجی فضایی به این مدل اضافه شده است. این تکنیک در واقع نوآوری این پژوهش محسوب می‌شود.

## مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز دشت همدان – بهار با وسعت ۲۴۵۹ کیلومتر مربع در دامنه شمالی ارتفاعات الوند واقع شده است. وسعت این دشت با ۸۸۰ کیلومتر مربع از جمله دشت‌های ممنوعه استان محسوب می‌شود (۵). محدوده دشت همدان- بهار بین طول شرقی ″۴۸ ′۴۸ °۴۸ ،۱۷ تا ″۴۸ ′۴۸ °۴۸ ،۳۳ و عرض شمالی ″۳۴ ′۳۴ °۳۴ ،۴۹ تا ″۳۵ ′۳۵ °۳۵ ،۰۲ قرار گرفته است. در این دشت بخش مرکزی از شهرستان همدان و بخش‌های لالجین، صالح آباد و مرکزی از شهرستان بهار قرار دارد. در اکثر مناطق این دشت رودخانه دائمی وجود ندارد و آبهای سطحی به دلیل پایین بودن متوسط بارندگی و عدم تناسب زمانی نقش محدودی در تأمین آب بخش کشاورزی این منطقه ایفا می‌کند. بنابراین منابع آب زیرزمینی مهمترین منبع تأمین کننده آب کشاورزی در این منطقه است. بیش از ۸۰ درصد آب مورد نیاز بخش کشاورزی و ۵۰ درصد آب شرب شهری از منابع آب زیرزمینی این دشت تأمین می‌شود (۴). شکل (۱) محدوده دشت مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت دشت همدان – بهار
Figure 1. Plain map of Hammedan – Bahar

در این منطقه محصول سیب‌زمینی بیش از ۵۷ درصد سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. جدول (۱) محصولات زراعی و سهم آنها را از اراضی آبی دشت همدان – بهار نشان می‌دهد. با توجه به اینکه محصول سیب زمینی بیشترین مصرف آب را در واحد سطح دارد و سهم بالای از اراضی زراعی دشت را به خود اختصاص داده است (قدمی و سیدان،۱۳۹۰)، لذا داده‌های مورد نیاز این پژوهش بر مبنای اطلاعات جمع آوری از این محصول در سطح بهره‌برداران منطقه انجام گرفته است.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.12.4 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.258 ]

جدول ۱- محصولات عمده زراعی در دشت بهار – همدان

Table 1. Agricultural major products in Plain of Hammedan - Bahar

| محصول | درصد کشت |
|---|---|
| سیب زمینی | ۵۷/۴ |
| گندم و جو | ۲۰/۵ |
| نباتات علوفه‌ای | ۱۶/۱ |
| صیفی | ۳/۶ |
| چغندرقند | ۱ |
| حبوبات | ۰/۳ |
| ذرت دانه ای | ۰/۳ |
| سایر محصولات | ۰/۸ |
| جمع | ۱۰۰ |

مأخذ: سازمان جهاد کشاورزی استان همدان،۱۳۹۳

روش تحقیق حاضر، از نوع تحلیلی است. داده‌های پژوهش به روش میدانی و برای تبیین موضوع به روش کتابخانه‌ای جمع آوری شده است. جامعه آماری، مجموعه بهره‌برداران چاه‌های کشاورزی در دشت همدان – بهار است. به منظور پوشش بهتر منطقه و در نظر گرفتن ناهمگنی در میان کشاورزان، تعیین نمونه از تمامی دهستان‌های دشت همدان – بهار به روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای نسبتی[۱] انجام گرفته است. رابطه (۱) چگونگی تعیین تعداد نمونه را نشان می‌دهد.

$$n=\frac{N\times t^2\times s^2}{N\times d^2+t^2\times s^2} \qquad (۱)$$

در رابطه (۱) : n تعداد نمونه مورد نیاز، N تعداد چاه مورد بهره‌برداری در منطقه، t آماره t استیودنت، S واریانس نمونه اولیه، d خطای مورد نظر در برآورد را نشان می‌دهد. در این راستا تعداد ۳۰ پرسشنامه انتخاب و واریانس میزان عمق چاه (سطح ایستابی آب)، ۰/۲۹ محاسبه شد. به این ترتیب با توجه به رابطه (۲) تعداد ۱۲۱ چاه انتخاب شد.

$$n=\frac{۲۱۴۳\times(۱/۹۶)^۲\times(۰/۲۹)^۲}{۲۱۴۳\times(۰/۰۵)^۲+(۱/۹۶)^۲\times(۰/۲۹)^۲}=۱۲۱ \qquad (۲)$$

پس از حذف روستاهای که صرفاً دارای کشت دیم هستند، از سایر روستاهای هر دهستان بر اساس چاه‌های موجود و به نسبت کل نمونه تعداد چاه مورد مطالعه بصورت کاملاً تصادفی مشخص شدند. سپس با مراجعه به بهره‌برداران این چاه‌ها سؤالاتی در خصوص ویژگی‌های چاه و اطلاعات زراعی پرسیده شده است.

در این مطالعه لازم است ارتباط میان عملکرد محصول و آب مصرفی از طریق تابع تولید برازش شود. فرم کلی تابع تولید در این پژوهش به صورت رابطه (۳) است (۳۲):

$$Y=f(X_1,X_2,...,X_6) \qquad (۳)$$

در رابطه شماره (۳) :Y تولید محصول (کیلو گرم) و $X_۱$ الی $X_۶$ به ترتیب میزان مصرف آب (مترمکعب)، کود شیمیایی (کیلوگرم)، کود حیوانی (کیلوگرم)، بذر (کیلوگرم)، نیروی کار (روز– نفر) و سموم شیمیایی (کیلوگرم) در هکتار است. برای انتخاب فرم برتر دو نوع تابع تولید از نوع توابع انعطاف‌پذیر[۲] و انعطاف‌ناپذیر[۳]، شامل توابع کاب داگلاس[۴] و درجه دوم تعمیم یافته[۵] برآورد شد. سپس برای انتخاب الگوی برتر از آزمون‌ها مناسبی، از جمله آزمون (F) آزمون نسبت درست‌نمایی (LR) و آزمون نرمالیته توزیع جملات اخلال استفاده شده است.

همانطور که اشاره شد یکی از متغیرها در رابطه شماره (۳) میزان آب مصرف شده در مزارع است. برای این منظور و محاسبه این متغیر از رابطه (۴) استفاده شده است.

$$W=3.6L.H.D \qquad (۴)$$

در رابطه (۴)، W: میزان آبکشی بر حسب متر مکعب در سال،L: دبی لحظه‌ای (لیتر در ثانیه)، H: ساعات آبکشی، D: تعداد روزهای آبکشی در طول سال است.

در برآورد تابع تولید در صورت مکان‌مندی داده‌ها و وجود خودهمبستگی[۶] و یا نا همسانی فضایی[۷] روش حداقل مربعات معمولی باعث اریب در نتایج خواهد شد. لذا برای انتخاب فرم مناسب، تابع تولید با اشکال مختلف در قالب ساختار الگوی رگرسیون فضایی تخمین و از میان آنها مناسب‌ترین فرم انتخاب شده است. تصریح فضایی مدل (۳) به صورت روابط (۵) و (۶) است:

$$Y=C+\rho.WY+\beta_1X_1+...+\beta_jX_j+e \qquad (۵)$$

$$Y=C+\beta_1X_1+...+\beta_jX_j+e$$
$$e=\lambda.w.e+u \qquad (۶)$$

مدل‌های (۵) و (۶) به ترتیب مدل وقفه فضایی[۸] و مدل خطای فضایی[۹] را نشان می‌دهند (۷). در این روش لازم است تا ماتریس مجاورت تشکیل شده و آن را در مدل منظور کرد. برای این منظور ماتریس مجاورت بر اساس عنصر فاصله تعریف شده است. در این روش مشاهداتی که به هم نزدیک‌تر هستند نسبت به آنهایی که از هم دورتر هستند، باید منعکس کننده وابستگی فضایی بالاتری باشند. معنی‌دار بودن ضریب $\rho$ و $\lambda$ نشان‌دهنده وجود وابستگی فضایی میان مشاهدات است. برای تعیین وجود همبستگی فضایی از آماره‌ی I موران و جهت انتخاب بهترین فرم مدل فضایی از آزمون LM استفاده می‌شود(۷). پس از برازش دو مدل (۵) و (۶) و انتخاب بهترین مدل می‌توان تابع سود را تشکیل داد. رابطه شماره (۷) این تابع را نشان می‌دهد (۳۳):

$$\pi=(P_y\times Y)\quad C=(P_y\times Y)\quad (C_f\quad \sum_{i=1}^{n}r_i x_i) \qquad (۷)$$

1- Ratio stratified random sampling
2- Flexible Functional Form
3- Inflexible Functional Form
4- Cobb-Douglass Functional Form
5- Generelized Functional Form
6- Spatial Autoreggressive
7- Spatial Heterogenity
8- Spatial Autoregressive Model (SAR)
9- Spatial Error Model (SEM)

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.12.4 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.258 ]

در رابطه (۷)، $\pi$ : نشان‌دهنده سود، Y: تولید سیب‌زمینی، $P_y$ قیمت بازاری برای Y، A: ضریب فناوری، Xها: عوامل تولید، C: هزینه ثابت، و $r_i$ : قیمت هر واحد از نهاده ها می‌باشد. با استفاده از رابطه (۷) و مساوی صفر قرار دادن شرط اول حداکثر سازی (FOC)، میتوان مقدار بهینه استفاده از عوامل تولید را محاسبه کرد. رابطه (۸) این موضوع را نشان می‌دهد (۱۵).

$$\frac{\partial \pi}{\partial x_i} = P_y \times \frac{\partial Y}{\partial x_i} - r_i = 0 \qquad (۸)$$

در واقع این مقادیر بهینه، مقادیری است که به ازای آن رفاه اجتماعی بهره‌برداران حداکثر می‌شود. با استفاده از شرط اول حداکثرسازی نهاده‌ها، کشش قیمتی تقاضای آب از رابطه (۹) محاسبه شده است (۱۵):

$$E_{XW} = -\frac{\partial X_W}{\partial r_W} . \frac{r_w}{X_W} \qquad (۹)$$

در رابطه (۹)، $\partial X_w$: تغییرات مصرف آب، $\partial r_w$: تغییرات قیمت آب، $r_w$ : قیمت آب و $X_w$ میزان مصرف آب را نشان می‌دهد.

در رابطه (۷) به منظور محاسبه هزینه استخراج آب، از مجموع هزینه‌های متغیر و ثابت بهره‌برداری از چاه استفاده شده است. هزینه ثابت (سرمایه‌گذاری) شامل حفر و تجهیزات چاه، خرید و نصب موتور پمپ و متعلقات آن و شبکه انتقال آب است. هزینه متغیر (بهره‌برداری) شامل نگهداری، مدیریت، سوخت و تعمیرات، حمل و نقل، نظارت است. برای تبدیل هزینه‌های سرمایه‌گذاری به هزینه یکنواخت سالانه، از رابطه (۱۰) استفاده شده است (۳۳):

$$ACS = P(A/P,i,n) - S.V(A/F,i,n) \qquad (۱۰)$$

در رابطه (۱۰)، ACS: هزینه یکنواخت سالانه، P: ارزش فعلی هزینه‌های سرمایه‌گذاری، $(A/P,i,n)$: ضریب تبدیل ارزش فعلی هزینه سرمایه‌گذاری به یکنواخت سالانه، S.V: ارزش اسقاط تجهیزات و دستگاه‌ها و $(A/F,i,n)$: ضریب تبدیل ارزش آینده اسقاط به یکنواخت سالانه می‌باشد. پس از محاسبه معدل یکنواخت سالانه هزینه‌های سرمایه‌گذاری می‌توان مقدار مذکور را با هزینه‌های بهره‌برداری سالانه جمع نمود. مجموع این دو برابر با هزینه سالانه مصرف آب می‌باشد. به این ترتیب با محاسبه میزان استحصال آب از هر حلقه چاه می‌توان از رابطه (۱۱) هزینه هر متر مکعب آب را به دست آورد:

$$\text{هزینه هر متر مکعب آب} = \frac{\text{هزینه سالانه آب}}{\text{میزان استحصال سالانه آب}} \qquad (۱۱)$$

## نتایج و بحث

در دشت همدان – بهار بر اساس روش نمونه‌گیری اشاره شده تعداد ۱۲۱ چاه مورد مطالعه قرار گرفته است. بر اساس اطلاعات مستخرج از پرسش نامه‌ها، اندازه زمین کشاورزان در حوزه این چاه‌ها از حداقل ۰/۵ تا حداکثر ۱۰۵ هکتار قرار دارد. به منظور تخمین تابع تولید ابتدا باید مناسبترین فرم تبعی مدل تعیین شود. بدین منظور دو نوع تابع تولید از نوع توابع انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر، شامل توابع کاب‌داگلاس و درجه دوم تعمیم‌یافته برای بیان رابطه بین عوامل تولید و مقدار تولید سیب‌زمینی برآورد شدند. بر اساس آماره ضریب تعیین، هر دو فرم تابع از نظر قدرت توضیح‌دهندگی مناسب است. همچنین معنی‌داری آماره F در هر یک از مدل‌ها بیانگر معنی‌داری کل رگرسیون می‌باشد. بنابر این برای دستیابی به بهترین مدل و کاهش خطای تصریح سعی شد از میان دو الگو برآورد شده، برترین آن انتخاب شود. برای این منظور از آماره LR و آزمون نرمالیته توزیع جملات اخلال استفاده شد. نتایج این دو آزمون در جداول (۲) و (۳) نشان داده شده است. بر اساس آماره LR، در سطح اطمینان یک درصد برتری تابع کاب‌داگلاس نسبت به تابع درجه دوم تعمیم‌یافته رد شد. همینطور از نظر نرمال بودن توزیع جملات اخلال، نتایج نشان می دهد تابع درجه دوم تعمیم‌یافته نسبت به تابع کاب‌داگلاس برتر است.

جدول ۲- مقایسه توابع کاب- داگلاس و درجه دوم تعمیم‌یافته (آزمون نسبت درستنمایی)
Table 2. Comparison of Cobb-Douglas and generalized quadratic functions (likelihood ratio test)

| تابع | مقدار تابع درستنایی | تعداد پارامترها | LR | مقدار بحرانی LR $(\alpha = 0.01)$ |
|---|---|---|---|---|
| کاب- داگلاس | ۳/۴ | ۶ | ۱۵/۵ | ۱۰/۵ |
| درجه دوم تعمیم یافته | ۱۴/۵ | ۱۹ | | |

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول ۳- مقایسه کاب – داگلاس و درجه دوم تعمیم یافته (ضرایب برآورد شده و آزمون نرمالیته)
Table 3. Comparison of Cobb-Douglas and generalized quadratic (estimated coefficients and normality test)

| نام تابع | تعداد کل ضرایب | تعداد ضرایب معنی دار | مقدار آماره جارک برا | سطح احتمال |
|---|---|---|---|---|
| کاب داگلاس | ۷ | ۶ | ۳/۴۷ | (۰/۱۷) |
| درجه دوم تعمیم یافته | ۲۸ | ۱۹ | ۴۴/۷ | (۰/۰۰) |

مأخذ: یافته های تحقیق

نتایج حاصل از برآورد تابع تولید کاب‌داگلاس و درجه دوم تعمیم‌یافته در جدول (۴) نشان داده شده است. متغیرهای استفاده شده در این توابع عبارتند از آب، کود شیمیایی، کود حیوانی، بذر، نیروی کار و سموم شیمیایی که به ترتیب با علائم W, Fe, An, S, L, Po نشان داده شده است.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.12.4 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.258 ]

جدول ۴- ضرایب تابع تولید کاب داگلاس و درجه دوم تعمیم یافته در محصول سیب زمینی

Table 4. The coefficients of the Cobb-Douglas production function and generalized quadratic function for potato crop

| متغیر | کاب داگلاس | درجه دوم تعمیم یافته | متغیر | کاب داگلاس | درجه دوم تعمیم یافته |
|---|---|---|---|---|---|
| C | ۲/۳$^{***}$ | ۱/۲$^{ns}$ | $\gamma_{WAn}$ | - | -۰/۰۰۰۰۷۱$^{ns}$ |
| $\beta_{W}$ | ۰/۳۴$^{**}$ | ۰/۳۳$^{***}$ | $\gamma_{WS}$ | - | ۰/۵$^{***}$ |
| $\beta_{Fe}$ | ۰/۰۴$^{***}$ | ۰/۰۰۱$^{***}$ | $\gamma_{WL}$ | - | ۰/۰۰۳$^{ns}$ |
| $\beta_{An}$ | ۰/۲۲$^{***}$ | ۰/۷۴$^{ns}$ | $\gamma_{Wpo}$ | - | ۰/۰۰۵$^{ns}$ |
| $\beta_{S}$ | ۰/۰۶$^{*}$ | ۰/۱۳$^{***}$ | $\gamma_{FeAn}$ | - | -۰/۰۰۶۲$^{*}$ |
| $\beta_{L}$ | ۰/۳۴$^{***}$ | ۰/۰۰۱۷$^{**}$ | $\gamma_{FeS}$ | - | ۰/۰۰۶$^{ns}$ |
| $\beta_{po}$ | ۰/۱۳$^{ns}$ | ۰/۳$^{**}$ | $\gamma_{FeL}$ | - | -۰/۰۰۰۰۴۳$^{***}$ |
| $\gamma_{WW}$ | - | ۰/۰۰۳۲۲۶$^{***}$ | $\gamma_{FePO}$ | - | ۰/۰۰۰۰۸$^{ns}$ |
| $\gamma_{FeFe}$ | - | ۰/۰۰۰۰۰۰۱$^{ns}$ | $\gamma_{AnS}$ | - | ۰/۰۰۴۵$^{ns}$ |
| $\gamma_{AnAn}$ | - | -۰/۰۰۰۰۱۵$^{**}$ | $\gamma_{AnL}$ | - | ۰/۰۰۰۸$^{*}$ |
| $\gamma_{SS}$ | - | ۰/۰۰۰۴$^{**}$ | $\gamma_{AnPO}$ | - | -۰/۵۲$^{**}$ |
| $\gamma_{LL}$ | - | ۰/۰۱۳$^{***}$ | $\gamma_{SL}$ | - | -۰/۰۱۵$^{**}$ |
| $\gamma_{popo}$ | - | ۰/۰۵۱$^{*}$ | $\gamma_{SPO}$ | - | -۰/۷۸۵۶$^{***}$ |
| $\gamma_{WFe}$ | - | ۰/۰۰۰۰۴$^{***}$ | $\gamma_{LPO}$ | - | ۰/۰۰۰۰۴۵$^{***}$ |
| F | ۹۸/۸$^{**}$ | ۱۲۴/۳$^{***}$ | D.W | ۱/۹ | ۲/۱ |
| $R^2$ | ۰/۷۵ | ۰/۸۲ | $\overline{R}^2$ | ۰/۷۴ | ۰/۸۱ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق، *، ** و ***: به ترتیب نمایانگر معنی‌دار بودن در سطح ۱۰،۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری و D.W مقدار آماره دوربین واتسون را نشان می‌دهد.

برای بررسی اثر مجاورت در تابع تولید، مدل (۵) و (۶) به صورت مدل‌های مقطعی وقفه فضایی (SAR) وخطای فضایی (SEM) برآورد شده است. لازم به توضیح است که در تحلیل‌های فضایی از ماتریس وزنی مجاورت مزارع استفاده شده است. نتایج برآورد توابع فضایی در جدول (۵) نشان داده شده است. آماره‌ی I موران برابر با ۰/۴۵ است. این آماره مثبت است، و گویای آن است که خود همبستگی فضایی مثبت در میان داده‌ها وجود دارد. مقایسه آزمون LM در فرم‌های مختلف مدل‌های فضایی نشان می‌دهد که مدل وقفه فضایی بهتر است. ضریب $\rho$ در مدل وقفه فضایی، مثبت و از نظر آماری در سطح ۹۰ درصد اطمینان معنی‌دار است. این ضریب نشان می‌دهد که اثر مجاورت تأثیر مثبتی بر تولید مزارع دارد. متغیرهای موجود در مدل وقفه فضایی ۸۷ درصد تغییرات تولید سیب‌زمینی را توضیح می‌دهد. بالا بودن ضریب تعیین به خوبی برازش مدل اشاره می‌کند.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.12.4 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.258 ]

جدول ۵– ضرایب مدل های مقطعی فضایی در قالب تابع درجه دوم تعمیم یافته

Table 5. Parameters of spatial cross-sectional models in the framework of generalized quadratic function

| متغیر | OLS | وقفه فضایی | خطای فضایی | متغیر | OLS | وقفه فضایی | خطای فضایی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | ۱/۰۲ ns | ۱/۶۲ ns | ۱/۸۲ ns | $\gamma_{WAn}$ | -۰/۰۰۰۰۷۱ ns | -۰/۰۰۲۱۷۶ ns | -۰/۰۰۲۱۵۶ ns |
| $\beta_W$ | ۰/۳۳*** | ۰/۸۹*** | ۰/۷۱*** | $\gamma_{WS}$ | ۰/۵*** | ۰/۴۶*** | ۰/۵۳*** |
| $\beta_{Fe}$ | ۰/۰۰۱*** | ۰/۰۵۱*** | ۰/۰۴۱*** | $\gamma_{WL}$ | ۰/۰۰۳ns | ۰/۰۲۷ns | ۰/۰۳۴ ns |
| $\beta_{An}$ | ۰/۷۴ ns | ۰/۹ ns | ۰/۸ ns | $\gamma_{Wpo}$ | ۰/۰۰۵ns | ۰/۰۰۶ns | ۰/۰۰۴۵ns |
| $\beta_S$ | ۰/۱۳*** | ۰/۴۵*** | ۰/۴۱*** | $\gamma_{FeAn}$ | -۰/۰۰۶۲* | -۰/۰۰۵۲* | -۰/۰۰۶۵* |
| $\beta_L$ | ۰/۰۰۱۷** | ۰/۰۳** | ۰/۰۲۳** | $\gamma_{FeS}$ | ۰/۰۰۶ ns | ۰/۰۰۷ns | ۰/۰۰۶ns |
| $\beta_{po}$ | ۰/۳** | ۰/۵۴** | ۰/۴۳** | $\gamma_{FeL}$ | -۰/۰۰۰۰۴۳*** | -۰/۰۰۰۰۵۳*** | -۰/۰۰۰۰۶۵*** |
| $\beta_{ww}$ | ۰/۰۰۳۲۲۶*** | ۰/۰۴۵*** | ۰/۰۵۶*** | $\gamma_{FePO}$ | ۰/۰۰۰۰۸ns | ۰/۰۰۰۰۹ns | ۰/۰۰۰۰۷ns |
| $\gamma_{fefe}$ | ۰/۰۰۰۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۰۳۴۲ | ۰/۰۰۰۰۲۶۷ | $\gamma_{AnS}$ | ۰/۰۰۴۵ns | ۰/۰۰۹۸ns | ۰/۰۰۷۶ns |
| $\gamma_{AnAn}$ | -۰/۰۰۰۰۱۵** | -۰/۰۰۰۲۸۷** | -۰/۰۰۰۲۱۳** | $\gamma_{AnL}$ | ۰/۰۰۰۸* | ۰/۰۰۰۹* | ۰/۰۰۰۷۸* |
| $\gamma_{SS}$ | ۰/۰۰۰۴** | ۰/۰۰۳۸** | ۰/۰۰۳۴** | $\gamma_{AnPO}$ | -۰/۵۲** | -۰/۹۲** | -۰/۸۲** |
| $\gamma_{LL}$ | ۰/۰۱۳*** | ۰/۰۱۷*** | ۰/۰۱۵*** | $\gamma_{SL}$ | -۰/۰۱۵** | -۰/۰۴۵** | -۰/۰۳۵** |
| $\gamma_{popo}$ | ۰/۰۵۱* | ۰/۰۴۶* | ۰/۰۴۱* | $\gamma_{SPO}$ | -۰/۷۸۵۶*** | -۰/۹*** | -۰/۸*** |
| $\gamma_{WFe}$ | ۰/۰۰۰۴*** | ۰/۰۰۱۲۶*** | ۰/۰۰۱۸۷*** | $\gamma_{LPO}$ | ۰/۰۰۰۰۴۵*** | ۰/۰۰۰۰۶*** | ۰/۰۰۰۰۵*** |
| $\rho$ | – | ۰/۲^^(۱/۹۳) | – | $\lambda$ | – | – | ۰/۲۸(۱/۵) |
| Moran's I | ۰/۴۵^ | – | – | – | – | – | – |
| $R^2$ | ۰/۸۲ | ۰/۸۷ | ۰/۸۶ | – | – | – | – |
| AIC | ۷۹/۹ | ۸۱/۱ | ۷۸/۲ | SC | ۹۲/۷ | ۹۶/۲ | ۹۰/۸ |
| LM(SAR) | – | – | ۰/۰۱۶^^^ | LM(SEM) | – | – | ۰/۲۰۶ns |

مأخذ: یافته‌های تحقیق، *، ** و ***: به ترتیب نمایانگر معنی دار بودن در سطح ۱۰،۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری و مقادیر داخل پرانتز در مدل OLS آماره t و در مدل‌های فضایی آماره Z، و در آزمون LM مقدار احتمال است).

به منظور محاسبه هزینه هر متر مکعب آب، از مجموع هزینه‌های متغیر و ثابت متوسط استحصال آب استفاده شده است. جدول (۶) اطلاعات مربوط به هزینه ثابت (سرمایه‌گذاری) و هزینه متغیر (بهره‌برداری) را نشان می‌دهد.

جدول ۶– هزینه استخراج آب از چاه

Table 6. The cost of extracting water from the well

| نوع هزینه | هزینه یکنواخت سالانه (میلیون ریال) | هزینه هر متر مکعب آب (ریال/ متر مکعب) |
|---|---|---|
| هزینه سالانه یکنواخت حفر چاه و تجهیزات | ۳۲۰ | ۵۰۸ |
| هزینه سالانه یکنواخت خرید موتور پمپ و نصب آن | ۲۲ | ۳۵ |
| هزینه سالانه یکنواخت انتقال آب | ۱۲ | ۱۹ |
| هزینه‌های جاری سالانه (تعمیرات، نگهداری،آب بها و ...) | ۵۵ | ۸۷ |
| کل هزینه سالانه | ۴۰۹ | ۶۴۹ |

مأخذ: یافته های تحقیق

کل هزینه ثابت و متغیر استحصال آب از چاه چاه به ترتیب برابر با ۳۵۴ و ۵۵ میلیون ریال است. بنابر این هزینه کل بهره‌برداری آب از چاه ۴۰۹ میلیون ریال برآورد شده است.

با توجه به داده‌های میدانی، از هر حلقه چاه به طور متوسط سالانه ۶۳۰۰۰۰ متر مکعب آب استخراج می‌شود. بدین ترتیب متوسط هزینه آب ۶۵۰ ریال محاسبه شده است.

برای تعیین قیمت واقعی آب می توان از ارزش بازدهی نهایی استفاده کرد. برای این منظور لازم است، بهره‌وری نهایی آب را با استفاده از معادله (۱۲) محاسبه نمود:

(۱۲)

$$MP_W = \frac{\partial Q}{\partial W} = 0.89 + 0.00001041W - 0.000126Fe - 0.002176An + 0.013S + 0.08L - 0.006PO = 0.105$$

در این رابطه $MP_w$ تولید نهایی آب، $W$ میزان مصرف آب بر حسب متر مکعب در هکتار و $Q$ مقدار تولید سیب زمینی بر حسب کیلو گرم در هکتار است. این شاخص نشان می‌دهد که در ازای استفاده از آخرین واحد مصرف آب، ۱۰۵ گرم به محصول اضافه می‌شود. با توجه به رقابتی بودن بازار محصول و بازار عوامل تولید، ارزش بازدهی نهایی هر نهاده از حاصل ضرب تولید کرانه‌ای آن در قیمت هر واحد محصول به دست می‌آید. رابطه (۱۳) ارزش بازدهی نهاده آب را نشان می‌دهد.

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.12.4 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.258 ]

(۱۳)
$$VMR_W = P_y \times MR_W = P_y(\frac{\partial Q}{\partial W}) = P_w \Rightarrow VMR_W = 2040$$

در این رابطه $MP_w$ تولید کرانه‌ای نهاده آب، $P_y$ قیمت محصول و $VMP_w$ ارزش تولید کرانه‌ای (ارزش بازدهی آب) و $P_w$ قیمت هر واحد آب است. مقدار ارزش بازده نهایی آب نشان می‌دهد که آخرین واحد مصرف آب ۲۰۴۰ ریال به درآمد کشاورز اضافه می‌کند. به این ترتیب ارزش تولید نهایی آب بیش از هزینه هر واحد از آن (۶۵۰ ریال در هر متر مکعب) است. بنابراین کشاورزان برای کسب حداکثر سود از این نهاده کمیاب تا اندازه‌ی استفاده می‌کنند که ارزش بهره وری نهایی آب با هزینه آن برابر شود.

در جدول (۷) کشش، بهره‌وری نهایی و متوسط عوامل تولید سیب‌زمینی نشان داده شده است. مقدار کشش تولید آب نشان می‌دهد که یک درصد افزایش در مصرف آب منجر به افزایش ۰/۰۴۲ درصدی در تولید می‌شود. بهره وری متوسط به معنی تولید متوسط هر واحد نهاده متغیر است. بنابراین مصرف هر متر مکعب از آب منجر به تولید ۲/۵ کیلوگرم سیب‌زمینی می‌شود.

قرار گرفتن کشش‌های به دست آمده در هر یک از سه ناحیه تولیدی معرف میزان منطقی بودن مصرف آن نهاده است. در جدول (۸) میزان منطقی مصرف نهاده‌ها مشخص شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود از نهاده‌های بذر، نیروی کار و سموم شیمیایی در حد بهینه و از نهاده کود شیمیایی و کود حیوانی بیشتر از حد بهینه استفاده می‌شود. مقدار کشش تولید آب به دلیل کوچک و نزدیک به صفر بودن آن، می‌توان اظهار کرد که از این نهاده در مرز ناحیه دوم وسوم تولید استفاده می‌شود. لذا از این عامل نیز در حد بهینه استفاده نمی‌شود.

جدول ۷- تولید نهایی، تولید متوسط و کشش تولید نهاده‌های تولید سیب‌زمینی

Table 7. Marginal production, Average production and product elasticity of Potato production inputs

| نهاده | تولید متوسط | تولید نهایی | کشش تولید |
|---|---|---|---|
| آب | ۲/۵ | ۰/۱۰۵ | ۰/۰۴۲ |
| کود شیمیایی | ۵۱/۱ | -۳۲/۱ | -۰/۶۳ |
| کود حیوانی | ۱۸/۲ | -۱۰/۳ | -۰/۵۷ |
| بذر | ۰/۴۳ | ۰/۳۲ | ۰/۷۴ |
| نیروی کار | ۲۹/۲ | ۱۷/۵ | ۰/۶۰ |
| سموم شیمیایی | ۰/۳۸ | ۰/۳۲ | ۰/۸۴ |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۸- میزان منطقی بودن مصرف نهاده‌های مختلف در تولید سیب‌زمینی

Table 8. The rationality of consumption of different inputs in potato production

| شرح | کشش تولید | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | آب | کود شیمیایی | کود حیوانی | بذر | نیروی کار | سموم شیمیایی |
| مقدار برآورد شده | ۰/۰۴۲ | -۰/۶۳ | -۰/۵۷ | ۰/۷۴ | ۰/۶۰ | ۰/۸۴ |
| ناحیه تولید | دوم | سوم | سوم | دوم | دوم | دوم |
| میزان مصرف | غیر منطقی | غیر منطقی | غیر منطقی | منطقی | منطقی | منطقی |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با مشتق‌گیری از رابطه (۷) نسبت به آب، مقدار مصرف بهینه اقتصادی حاصل می‌شود.

(۱۵)
$$\frac{\partial \pi}{\partial X_W} = P_y.\frac{\partial Y}{\partial X_W} - r_W = 0 \Rightarrow 6000\times(0.0000104W + 0.0398) - 649 = 0 \Rightarrow$$
$$W = \frac{649 - (0.0398\times 6000)}{(0.0000104\times 6000)} = 6564$$

در رابطه (۱۵): $p_y$ قیمت هر کیلوگرم سیب‌زمینی، $\frac{\partial Y}{\partial X_W}$ تولید نهایی آب و $r_W$ قیمت تمام شده هر مترمکعب آب می‌باشد. محاسبات بالا نشان می‌دهد که مقدار بهینه اقتصادی مصرف آب ۶۵۶۴ متر مکعب است.

بر اساس رابطه (۱۵) می‌توان کشش خود قیمتی تقاضای آب ($EX_w$) را بصورت زیر محاسبه کرد:

(۱۶)
$$EX_W = -\frac{\partial X_W}{\partial r_W}.\frac{r_W}{X_W} \Rightarrow$$
$$EX_W = -\frac{1}{0.0000104\times 6000}\times\frac{649}{6564} = -1.58$$

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.12.4 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.258 ]

بنابراین کشش قیمتی تقاضا آب برابر با ۱/۵۸- می‌باشد. این شاخص نشان می‌دهد تقاضای آب کشش پذیر است. یعنی با یک درصد افزایش قیمت آب، تقاضای آن ۱/۵۸ درصد کاهش می‌یابد. مقدار این کشش نشان می‌دهد که سیاست های قیمتی می‌تواند عامل مهمی در کنترل مصرف این نهاده با ارزش باشد.

اصلاح نظام قیمت‌گذاری مبتنی بر ارزش اقتصادی آب در بخش کشاورزی، یک ابزار سیاسی جهت افزایش کارایی آب، کاهش تقاضای آب، مدیریت سیستم‌های آبیاری و بازگشت هزینه‌ها می‌باشد. مطالعات انجام شده در کشور در دامنه زمانی (۱۳۹۴-۱۳۷۶) بر نقش افزایش قیمت نهاده آب بر کاهش مصرف و کند شدن فرایند تخلیه آبهای زیرزمینی تأکید دارند (اسدی (۸)، زارع مهرجردی (۳۴)، حسین‌زاده (۱۶) و شجری (۲۸)). مطالعات آنها نشان داده که افزایش قیمت آب در بخش کشاورزی منجر به رعایت الگوی کشت بهینه نیز گردیده است. در این مطالعه مشخص شد که کشش قیمتی تقاضا آب برابر با ۱/۵۸ است. این شاخص نشان دهنده کشش پذیری آب است. یعنی با یک درصد افزایش قیمت آب، تقاضای آن ۱/۵۸ درصد کاهش می‌یابد. بنابراین سیاست‌های قیمتی می‌تواند عامل مهمی در کنترل مصرف این نهاده با ارزش باشد. این یافته با نتایج حاصل از تحقیق یانگ (۳۳) و اسکریکانگاست و همکاران (۲۷) با وجود تفاوت در مقدار اما مبنی بر با کشش بودن آب یکسان است. البته پاکروان و همکاران (۲۳) در نتایج تحقیقاتی خود نشان دادند که تقاضای آب بی‌کشش است، لذا به دلیل پایین بودن کشش قیمتی آب، سیستم قیمت‌گذاری آب را به عنوان ابزاری کنترل مصرف، کارا ارزیابی نمی‌کنند. با این حال وی تأکید می‌کند که در صورت تعیین نرخ عادلانه برای آب و تعقیب سیاست‌های تکمیلی غیر قیمتی مانند تعیین حد بهینه مصرف آب برای تولید محصولات، می‌توان انتظار کاهش مصرف آب را داشت. در این پژوهش قیمت واقعی آب در تولید سیب‌زمینی برای هر متر مکعب ۲۰۴۰ ریال برآورد شده است، که از قیمت تمام شده آن (۶۵۰ ریال) بیشتر است. بنابراین آب بهای پرداخت شده توسط کشاورزان بسیار کمتر از ارزش تولید نهایی آن می‌باشد. پرداخت بهای کم برای نهاده کمیابی مثل آب می‌تواند باعث عدم صرفه‌جویی در مصرف این نهاده شود. نتایج حاصل از سایر مطالعات تأکید بر اختلاف بین قیمت واقعی آب و آب بها پرداختی توسط کشاورزان دارد. نتایج این تحقیق همانند مطالعه اسکریکانگاست (۲۷)، پاکروان و بشر آبادی (۲۳)، حسین زاده و همکاران (۱۵) و جوانشاه و همکارانش (۱۴) تأئید می‌کند که عمده مشکل ناشی از بهره‌برداری بی رویه از آب‌های زیرزمینی اختلاف قیمت پرداختی آب با ارزش اقتصادی آن است. لذا پیشنهاد می‌شود که شکاف قیمتی محاسبه شده، مبنایی برای اعمال سیاست‌های قیمت‌گذاری آب برای کنترل مصرف بی‌رویه از این نهاده قرار گیرد. با این حال مقایسه تطبیقی مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که سیاست افزایش قیمت آب در بخش کشاورزی سیاستی ناکافی است و اثر بخشی آن در صورت اتخاذ سیاست‌های تکمیلی غیرقیمتی تضمین می‌شود. از این نظر توأم با افزایش قیمت آب در بخش کشاورزی، اقداماتی همچون سرمایه‌گذاری در بهبود فناوری‌های آب‌اندوز، اصلاح قوانین مربوط به بخش آب، آموزش و ترویج، تعیین الگوی مناسب توزیع آب، تعیین الگوی کشت بهینه توصیه شده است.

## منابع


1. Afzali, A. and K. Shahedi. 2014. Investigation on trend of groundwater quantity- quality variation in amol-babol plain, Journal Watershed Management Research,10: 144-156 (In Persian).
2. Anonymous. 2004. Annual report of the office of water hamedan province regional water company, (In Persian).
3. Anonymous. 2007. Report continues hydrogeological study and the plains of the piezometric network. Department of Water Resources Studies and Research, Tehran Regional Water Company.(In Persian).
4. Anonymous. 2009. Annual report of groundwater resources of hamadan - bahar plain, studies company water resources hamadan. Shares Company Regional Water Hamadan province. (In Persian).
5. Anonymous. 2008. Id villages in hamadan province (Township lalegin section). Statistics and Information Office, (In Persian).
6. Anonymous. 2013. Report hamedan-bahar plain water balance. Hamedan Province Regional Water Company, (In Persian).
7. Anselin, L. 2005. Exploring spatial data with geoda: A workbook, University of Illiois, Urbana-Champaign Urbana, IL 61801.
8. Asadi, H. 1997. Agricultural water pricing in iran: A case study of land is under taleghan. Master of Science Thesis, (In Persian).
9. Balali, H. 2011. Effect of price policies and agricultural on groundwater resources conservation: A case study of Bahar plain. PhD Thesis of Agricultural Economics, College of Agriculture. Tarbiat Modarres University, 192 pp (In Persian).
10. Chalfant J.A. 1984. Comparison of alternative functional forms with application to agricultural input data. American Journal of Agricultural Economics, 66: 216-220.
11. Chizari, A.M., A.S. Sharzei, and G.H. Kramtzadeh. 2005. Determine the economic value of water with goal programming approach. Economic Research Journal, 66: 39-71 (In Persian).


[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.12.4 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.258 ]

12. Dearden, P. 1998. Reflections on seminar: DFID Seminar on demand assessment in the water and sanitation sector-facilitated by professor Dale Whittington and Jennifer Davis, DFID, London, pp: 55-67.
13. Falahati, A., K. Soheil and M. Vahedi. 2012. Economic pricing of water in agricultural sector by coding method. Agriculture Economics and Development, (In Persian).
14. Jvanshah , A., F. Salehi and M. Abdollahi Ezzatabadi. 2004. Prioritization of irrigation methods and providing the most economical processes in order to optimize the use of agricultural water resources in pistachio gardens of Kerman province. Pistachio Research Institute's Research Project, (In Persian).
15. Hoseinzadeh, J., H. Salami and S.K. Sadr. 2007. The estimated economic value of water in crop production using flexible production functions (A Case study: Plain Maragheh - Bonab), Agricultural Science, 17(2): 1-14 (In Persian).
16. Hoseinzadeh, J. 2008. The role of price policies on agricultural water demand management. Third of Iran Water Resources Management Conference. Tabriz University. Department of Engineering, (In Persian).
17. Howitt,R., J. Medellin-Azuara, D. MacEwan and R. Lund. 2012. Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. Science of the Environmental Modelling and Softwre, 38: 244-258.
18. Huang, Q., S. Rozelle and R. Howitt. 2006. Irrigation water pricing in China. American Agricultural Economics Association Annual Meeting.
19. Kalirad, Z., A. Malekian and A. Motamedvaziri, 2013. Determining of groundwater resources distribution pattern (case study: Alashtar Basin, Lorestan Province). Journal Watershed Management Research.144-156.57-69 (In Persian).
20. Kramtzadeh, A., A.M. Chizari and A. Mirzayi. 2007. Determine the economic value of agricultural water using the optimum cropping pattern, combining agriculture and horticulture. Agricultural Economics and Development, 14(54): 35-60 (In Persian).
21. Moore, G and R. Michael. 1999. Estimating irrigator ability to pay for reclamation water Land. Economics, 75: 562-578.
22. Nallathiga, R., K. Sri Bala Kameswari and P. Ram Babu. 2013. Economic valuation of natural resource damages: An application to ground water mining in NCT-Delhi. IWRA (India) Journal, 2(1): 3-12.
23. Pakravan, M.R. and H. Mehrabi basharabadi. 2011. Determine the economic value of water and demand for water for sugar beet production in Kerman province. Iran Water Research Journal, 4(6): 83-90. (In Persian).
24. Parhizkar, A., M. Sabouhi Saboni, M. Ahmadpour and H. Badi Barzin. 2015. Simulation of farmers' response to pricing and water pricing policies (case study: Zabol city). Economics and Agricultural Development Studies. Volume 28, Issue 2 (In Persian).
25. Rahmani, A., and M. Sdehi. 2009. Predict changes in the subterranean water level in hamedan - bahar plain with a time series model. Water and Sewage Publication, 51(4): 42-49 (In Persian).
26. Rogrers, P., R.D. Silva and R. Bhatia. 2002. Water is an economic good: How to use price to promoteequity, efficiency and sustainability. Water Policy, 4: 1-17.
27. Schrecongost, A., J. Staatz, B. Diallo and M. Yade. 2004. Water pricing as tool for itegrated water resource mnagement:A synthesis of key issues for rural weet Africa. Bureau for Economic Growth. Agriculture and Trade. Number, 73.
28. Shajari, S.H. and GH.R .Torkamani. 2007. The proportion of multi-criteria decision-simulation in order to evaluation of irrigation water demand. A case study Doroodzan watershed in Fars province. Mashhad: Sixth conference of agricultural economics. (In Persian).
29. Shaukat Fadai, M., F. Khodadadh Kashi, A. Nikoii and A. Bagheri. 2017. Evaluation of water pricing policy on aquifer sustainability and conservation: North Mahyar aquifer study in Zayandeh Basin. Economics and Agricultural Development Studies. (In Persian).
30. Sing, K. 2007. Rational pricing of water as an instrument of improving water use efficiency in the agricultural sector: A case study in gujarat, India. International Journal of Water Resources Development,23:679-690.
31. Vhdat Adab, R. and H. Bilali. 2017. The impact of irrigation water pricing policies and government financial assistance on the acceptance of pressure irrigation technology: A case study in Hamadan province. Economics and Agricultural Development Studies. (In Persian).
32. Whister, D. 1999. An introduction guide to Shazam, Available online at: www. Shazam. econ.ubc.ca.
33. Young, A. 2005. Determining the economic value of water: Concepts and methods. Resource for the future. Washington DC, USA.
34. Zare Mehrjardi, M. 2007. Valuation of groundwater in the agricultural sector: A case study of Kerman. PhD thesis of Agricultural Economics. College of Agriculture. Tarbiat Modarres University. 180 pp (In Persian).

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.12.4 ]
[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.258 ]

# Pricing of Groundwater Resources of Hamadan-Bahar Plain using Spatial Econometric Approach

**Seyed Mohsen Seyedan[1] and Ali Ghadami Firozabadi[2]**

1- Research Assistant Professor of Economic, Social and Extension Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran (Corresponding Author: seyedan1969@gmail.com)

2- Research Assistant Professor of Economic, Social and Extension Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran

Received: May 13, 2016 Accepted: December 4, 2017

## Abstract

In recent years, with excessive extraction of groundwater resources, Hamedan-Bahar-plain's ground water level dropped severely. So it is important to apply appropriate management strategy for the optimal utilization of this resource. In the economic management of water resources, the main issue is a balance between supply and demand for water. In creating this balance, an important role is the economic value of water, like the prices of other inputs are. For this reason, to keep the sustainability of water resources in agriculture, water pricing method is used as an indirect method. The aim of this study was to estimate the economic value of water using spatial econometric approach. Because of the relationship between farms and groundwater resources, this study tried to answer the question of how this relationship affects the welfare of farmers. By accepting this issue, the use of spatial econometric approach is recommended. The correlation coefficient of the estimate showed that the use of spatial regression is superior to the classical regression model. The required data in this study were collected through field research and a questionnaire to farmers in 2016. The results show that the real price of water in potato production is 2040 rials per cubic meter. Therefore, controlling water consumption and balancing of supply and demand for water can be generated from the existing price gap for water pricing policies.

**Keyword**: Economic value, Hamadan- Bahar plain, Potato, Special Econometrics, Water

[ Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.12.4 ]

[ DOI: 10.29252/jwmr.9.17.258 ]