

تعیین ارزش اقتصادی و تابع تقاضای آب در تولید محصول یونجه در دشت

دهگلان

حامد قادرزاده^{۱*} و آزاده جزایری^۲

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۱۹

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۶

چکیده

نگاه اقتصادی به آب و بیان اهمیت و لزوم قیمت گذاری آن پیشینه طولانی در سطح جهانی دارد. این مطالعه تلاش می‌کند، ارزش اقتصادی آب مصرفی برای محصول یونجه را از نگاه بهره‌برداران و با استفاده از تابع تولید برآورد نماید. داده‌های لازم بمنظور رسیدن به اهداف مطالعه از راه مصاحبه و تکمیل پرسش‌نامه از ۱۱۰ کشاورز در دشت دهگلان برای سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ گردآوری شده است. نتایج نشان می‌دهند، پس از تخمین توابع تولید انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر و با توجه به آزمون‌های اقتصادسنجی دو تابع کاب-داگلاس و ترانسندنتال به عنوان توابع برتر شناخته شد. ارزش تولید نهایی هر متر مکعب آب بر مبنای تابع تولید کاب-داگلاس و ترانسندنتال به ترتیب برابر با ۱۶۸۹ و ۱۰۹۳ ریال می‌باشد. هزینه تمام شده هر متر مکعب آب آبیاری ۶۲۵ ریال می‌باشد. اختلاف موجود بین ارزش اقتصادی و هزینه تمام شده آب می‌تواند یکی از دلایل مصرف بیش از حد و عدم صرفه‌جویی آب در تولید محصول یونجه باشد. کشش خود قیمتی تقاضای آب برابر با ۲/۷۲- است که مبین کشش‌پذیری تقاضای این نهاد نسبت به تغییرات قیمت آب است. بنابراین، ممکن است استفاده از سیاست‌های قیمت‌گذاری، ابزار اقتصادی مناسبی در کاهش مصرف آب بشمار آید.

طبقه بندی JEI: Q1, Q11, Q12

واژه های کلیدی: ارزش اقتصادی آب، تابع تقاضای آب، کشش خود قیمتی تقاضا، دشت دهگلان

^۱- استادیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه کردستان.

^۲- کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه کردستان.

* نویسنده مسئول مقاله: r hamedar2002@uok.ac.i

پیشگفتار

آب از مهم‌ترین عوامل تولید در کشاورزی ایران است. مقدار بارندگی در کشور به گونه‌ای است که در بیش‌تر نواحی بدون توسل به آبیاری، فعالیت کشاورزی امکان‌پذیر نمی‌باشد. هم‌چنین، بخش کشاورزی نه تنها در اراضی دیم، حتی در اراضی آبی و شبکه‌های مدرن که آب کافی دریافت می‌کنند؛ عملکرد قابل قبولی در مقایسه با سایر کشورها ندارد. با توجه به اینکه کشاورزی ایران به شدت به آبیاری وابسته است؛ چنانچه نقش آب در توسعه کشور در نظر گرفته نشود؛ قطعاً امنیت غذایی کشور با مشکلات جدی مواجه خواهد شد.

امروزه جوامع بین‌المللی از اهمیت آب در راستای داشتن رشد اقتصادی پایدار در زمان حال و آینده آگاه شده‌اند. در سطح ملی سهم زیادی از سرمایه‌گذاری‌ها صرف زیرساخت‌ها و امور زیربنایی و بهبود مدیریت منابع آب می‌شود که بیانگر اهمیت بخش آب در سطح ملی است. لذا، آب نقشی مهم در اقتصاد ملی دارد که بایستی توجه شایسته‌ای به آن شود (بوهیا، ۱۹۹۸).

مهم‌ترین عامل محدودکننده بخش کشاورزی در بسیاری از نقاط جهان و از جمله ایران نهاده آب می‌باشد. کافی نبودن آب برای محصولات کشاورزی و کمبود آن در دیگر مصارف یکی از مسایل مهم اقتصادی در یک اقلیم خشک و نیمه خشک بشمار می‌رود.

استان کردستان با میانگین بارش ۵۴۰ میلی‌متر در سال یکی از مناطق خشک ایران بشمار می‌رود. میانگین حجم بارش‌های جوی استان ۱۴ میلیارد مترمکعب بوده که ۵۰ درصد از این مقدار به صورت تبخیر از دسترس خارج می‌شود. کل منابع آب تجدیدپذیر استان برابر با ۳۰۹۱ میلیون متر مکعب بوده که نزدیک به ۳۳ درصد این مقدار را آب‌های سطحی و ۶۷ درصد باقی‌مانده را آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهند (زارعی، ۱۳۹۱). بر اساس آخرین آمار موجود در مرکز آمار ایران، جمعیت استان کردستان در سال ۱۳۹۰، برابر با ۱۴۸۸۳۱۳ نفر بوده است. ۵۰/۴ درصد معادل ۷۵۱ هزار و ۵۴۷ نفر از جمعیت استان را مردان و ۴۹/۶ درصد معادل ۷۳۶ هزار و ۷۶۶ نفر را زنان تشکیل می‌دهند. در سال ۱۳۹۰ مقدار برداشت از آب‌های زیرزمینی استان ۲۳۹۰/۷۳ میلیون متر مکعب بوده که نشان‌دهنده ۳۰۰ میلیون متر مکعب کسری مخزن در آبخوان دشت‌های استان می‌باشد (زارعی، ۱۳۹۱). کل حجم آب مصرفی استان در این سال برابر با ۲۶۷۵ میلیون مترمکعب بوده است. مقدار و درصد مصرف آب در استان کردستان در جدول ۱ اریه شده است. در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹، از کل سطح زیر کشت محصولات کشاورزی استان، ۲۴۳۹۶۵ هکتار به صورت آبی و ۳۸۹۰۹۹ هکتار به صورت دیم بوده است (زارعی، ۱۳۹۱).

آبخوان دشت قروه-دهگلان اصلی‌ترین و بزرگ‌ترین منبع آبی زیرزمینی استان است که به دلیل کاهش شایان توجه سطح سفره، از سال ۱۳۸۰ به بعد، هر کدام از این دشت‌ها به‌ترتیب مواجه با

بحران، به عنوان مناطق ممنوعه معرفی شده‌اند، اما ممنوعیت اعمال شده نیز نتوانسته است در به تعادل رسانی سفره آبی دشت کارساز باشد. به گونه‌ای که با وجود اتخاذ و اجرای این سیاست، آمارها بیانگر ادامه روند افت سطح سفره‌های آبی و حتی افت کیفیت آب‌های زیرزمینی است. چون هر ساله حجم زیادی از محصولات کشاورزی در دشت قروه-دهگلان تولید می‌شود این دشت از دیدگاه اقتصاد کشاورزی استان دشتی استراتژیک است و منطقه‌ای منحصر به فرد است (قادری، ۱۳۸۸).

این دشت از دیدگاه اقتصاد کشاورزی استان، دشتی راهبردی و منطقه‌ای منحصر به فرد است و هم‌چنین، قطب تولید سه محصول راهبردی (یونجه، سیب‌زمینی و گندم) استان کردستان می‌باشد. محصولات یونجه، گندم و سیب‌زمینی به ترتیب ۶۹۸۳ هکتار، ۶۷۱۰ هکتار و ۴۵۱۶ هکتار از فعالیت‌های زراعی این دشت را به خود اختصاص داده‌اند و سه محصول عمده زراعی این دشت می‌باشند (سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان، ۱۳۹۲).

با توجه به مشکلات بحران آب و مسئله کمبود آن به عنوان یکی از مسایل محدود کننده توسعه کشاورزی در بیش‌تر کشورهای جهان، پژوهش‌های بسیاری در این زمینه و برای حل مشکلات مربوطه انجام گرفته است. این مطالعات مسایل گوناگون مربوط به آب کشاورزی را مد نظر قرار داده و سعی کرده‌اند تا راه حل عملی برای برنامه‌ریزی درست در رابطه با منابع آب در بخش کشاورزی را نشان دهند. مسئله بهره‌وری، تقاضا و قیمت‌گذاری برای آب از مسایل مهم پژوهش در بخش کشاورزی بوده و پژوهشگران بسیاری سعی کرده‌اند تا از راه مطالعه در زمینه‌های یاد شده گامی مثبت در راستای حل مسایل مربوط به بحران آب بردارند. از سوی دیگر، همراه با رشد روز افزون جمعیت، توسعه فعالیت‌های اقتصادی و بهبود سطح استانداردهای زندگی، تقاضا برای آب افزایش یافته و نیاز به سرمایه‌گذاری در راستای استحصال آب به مراتب بیش‌تر شده است. بنابراین، اعمال مدیریت تقاضای آب به عنوان رویکردی جدید در مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب ضروری بشمار می‌آید.

از این رو، همواره در مطالعات گوناگون، تلاش شده تا ارزش اقتصادی آب با استفاده از روش‌های اقتصادی برآورد شود. یکی از رایج‌ترین و ساده‌ترین روش‌های اقتصادی که تاکنون برای برآورد ارزش اقتصادی آب، مورد استفاده قرار گرفته، روش تابع تولید است. این روش در مطالعات متعددی مانند حسین زاد و همکاران (۱۳۸۶)، حسین‌زاد و سلامی (۱۳۸۳)، سلامی و محمدی‌نژاد (۱۳۸۱)، صمدی‌نژاد و سلامی (۱۳۸۰) و هانگ و همکاران (۲۰۰۶) و (۲۰۰۸) برای تعیین ارزش اقتصادی آب بکار گرفته شده است.

از آن جایی که محصول یونجه بیش‌ترین سطح زیر کشت را در منطقه دارد و نیاز آبی بالایی دارد و منطقه نیز با بحران آبی روباروست، لذا این مطالعه با هدف تعیین ارزش اقتصادی و تابع تقاضای آب در تولید یونجه صورت می‌پذیرد.

پرهیزکاری و همکاران (۲۰۱۴) به شبیه‌سازی واکنش کشاورزان به سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری مطالعه موردی شهرستان زابل پرداختند. این کار با بهره‌گیری از مدل تولید محصولات کشاورزی منطقه‌ای^۱ (SWAP) و برنامه‌ریزی ریاضی مثبت^۲ (PMP) صورت گرفت. نتایج نشان دادند که اعمال سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی آب آبیاری در شهرستان زابل منجر به کاهش مجموع سطح زیر کشت محصولات زراعی به مقدار ۹/۵۴ و ۵/۱۴ درصد و کاهش مقدار آب مصرفی به مقدار ۶/۲۳ و ۷/۰۱ درصد نسبت به سال پایه می‌شود. در پایان نیز سیاست سهمیه‌بندی آب آبیاری با توجه به صرفه‌جویی ۱۸/۹ میلیون مترمکعب آب، به عنوان راهکاری مناسب برای پایداری منابع آب شهرستان زابل پیشنهاد شد. رهنما و همکاران (۲۰۱۲) به برآورد ارزش اقتصادی آب با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی در شهرستان قوچان پرداختند. در این پژوهش بهره‌برداران به گروه بهره‌برداران (کم‌تر از ۵ هکتار) و (بیش‌تر از ۵ هکتار) تقسیم شدند که واکنش هر گروه از بهره‌برداران نماینده تحت تأثیر سه سناریوی کاهش در منابع آب (کاهش ۳۰، ۴۰ و ۷۰ درصدی برای بهره‌برداران گروه ۱ و کاهش ۱۰، ۲۵ و ۷۵ درصدی برای بهره‌برداران گروه ۲) و افزایش در قیمت آب (افزایش ۷۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصدی برای بهره‌برداران گروه ۱ و افزایش ۷۵، ۸۰ و ۱۰۰ درصدی برای بهره‌برداران گروه ۲) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج پژوهش نشان دادند که در سناریوی کاهش در منابع آب ارزش اقتصادی آب به ترتیب ۱۱۰۰، ۱۳۴۰ و ۳۱۲۰ ریال برای بهره‌برداران گروه ۱ و در بهره‌برداران گروه ۲ ارزش اقتصادی آب به ترتیب برابر ۱۰۰، ۱۲۶۰ و ۴۷۳۰ ریال بدست آمده است. همچنین، سطح زیر کشت محصولاتی مانند گندم، جو، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی نسبت به سناریوهای موجود دچار تغییرات کم‌تری شده است. بخشی و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی از روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) اثرات گوناگون کاربرد سیاست‌های قیمت‌گذاری آب و همچنین، سیاست‌های جایگزین آن (مالیات بر نهاده‌های مکمل نهاده‌ی آب و مالیات بر محصول) در دشت مشهد را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند سیاست قیمت‌گذاری آب و مالیات بر محصول در مقایسه با سیاست مالیات بر نهاده مکمل، مؤثرتر و مناسب‌تر می‌باشند. فلاحتی و همکاران (۲۰۱۱) بمنظور قیمت‌گذاری اقتصادی آب در بخش کشاورزی از روش رمزی استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان دادند که قیمت فروش

^۱ -State Wide Agricultural Production (SWAP)

^۲ - Positive Mathematical Programming (PMP)

آب در بخش کشاورزی در استان همدان کم‌تر از قیمت رمزی مربوطه است. قیمت رمزی در بخش کشاورزی به مقدار ۸۵/۶۹ ریال در هر متر مکعب بدست آمده است. هم‌چنین، نتیجه می‌شود که قیمت آب در بخش کشاورزی ۸۵/۸۴ درصد قیمت پیشنهادی رمزی است. اسدی و همکاران (۲۰۰۷) با کاربرد روش‌های برنامه‌ریزی خطی، اقتصادسنجی و اقتصادمهندسی به تعیین ارزش بازده نهایی آب آبیاری، محاسبه هزینه تمام شده آب کشاورزی، برآورد میانگین هزینه تولید یک هکتار محصولات گروه‌های مختلف بهره برداری، تعیین کشتش قیمتی تقاضای آب کشاورزی و تعیین نرخ آب به روش گاردنر در سال ۱۳۷۵ در دشت قزوین (زمین‌های زیر پوشش سد طالقان) پرداختند که نتایج حاکی از کشتش ناپذیر بودن تقاضای آب نسبت به قیمت در بیش‌تر نواحی مورد مطالعه بوده هم‌چنین، ارزش بازده نهایی آب کشاورزی بیش‌تر از آب‌بهای دریافتی در منطقه بوده و متوسط نرخ یک متر مکعب آب آبیاری در منطقه به روش گاردنر معادل ۶۵ ریال محاسبه شده است. بر اساس پژوهش یاد شده ارزش بازده نهایی یک متر مکعب آب آبیاری (قیمت سایه‌ای آب) در نواحی پنج‌گانه مورد مطالعه برای گروه‌های بهره برداری دارای زمین کوچک‌تر از ۱۰ هکتار به ترتیب ۶۵، ۱۴۸، ۱۹۰، ۲۳۰، ۱۰۲ ریال و برای گروه بهره برداران بزرگ‌تر از ۱۰ هکتار به ترتیب ۲۰۸، ۱۱۳، ۷۷، ۶۹ و ۱۲۰ ریال برآورد شده است. شجری و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی مدیریت تقاضای آب با استفاده از سیاست قیمت‌گذاری آن در نخلستان‌های جهرم پرداختند. هدف از این پژوهش تعیین کشتش قیمتی تقاضای آب و هم‌چنین، تعیین قیمت تمام شده آب و مقایسه آن با ارزش بهره‌وری نهایی آن در تولید خرما انجام گرفته است. در این مطالعه پس از تخمین تابع تولید خرما، برای محاسبه ارزش تولید نهایی آب (ارزش بهره‌وری نهایی که عبارت است از: ارزش محصولی که در نتیجه بکارگیری یک واحد اضافی نهاده مورد نظر بدست می‌آید) مقادیر میانگین تولید محصول خرما در نمونه و میانگین آب مصرفی در نخلستان‌های نمونه در فرمول ارزش تولید نهایی قرار داده شد. هم‌چنین، بر اساس تابع تولید، تولید نهایی آب و کشتش قیمتی آن در دو روش آبیاری قطره‌ای و غرقابی محاسبه شد. بهره‌وری نهایی و ارزش تولید نهایی آب در روش‌های آبیاری قطره‌ای و غرقابی به ترتیب ۰/۱۹۴ کیلوگرم و ۲۰۵/۰۶ ریال و ۰/۱۳۴ کیلوگرم و ۱۴۰/۷۳ ریال بدست آمد. هم‌چنین، هزینه هر مترمکعب آب بر مبنای نرخ بهره ۲۰ درصد ۶۷/۲۳ ریال محاسبه شد. عبدل (۲۰۱۲) به تعیین ارزش اقتصادی آب آبیاری با روش‌های تخمین تابع تولید و مدل برنامه‌ریزی خطی در دشت همدان - بهار پرداخت. هدف از این پژوهش تعیین ارزش تولید نهایی و قیمت سایه‌ای هر متر مکعب آب آبیاری با کاربرد روش‌های تخمین تابع تولید و برنامه‌ریزی خطی ساده، در محدوده مورد مطالعه صورت گرفته است. در این پژوهش توابع تولید انعطاف پذیر ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته و هم‌چنین، توابع انعطاف ناپذیر کاب--

داگلاس و ترانسندنتال تخمین زده شدند. برای انتخاب تابع برتر، توابع تخمینی مورد آزمون قرار و در نهایت، دو تابع کاب-داگلاس و ترانسندنتال به عنوان توابع برتر انتخاب شدند. بر اساس نتایج بدست آمده از تخمین توابع تولید، ارزش تولید نهایی هر متر مکعب آب بر مبنای تابع تولید کاب-داگلاس و ترانسندنتال به ترتیب برابر با ۴۴۸۶ و ۳۵۵۸ ریال می‌باشد. همچنین، نتایج بدست آمده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی نشان می‌دهد، قیمت سایه‌ای هر متر مکعب آب آبیاری در ماههای سال و گروههای تولیدی کشاورزان متغیر و در محدوده ۸۱۶ تا ۱۰۰۶۰ ریال قرار دارد. هانگ و همکاران (۲۰۰۶) در مقاله قیمت‌گذاری آب آبیاری در چین به این نتیجه رسیدند، اگر قیمت درستی برای آب تعیین شود، کشاورزان نسبت به آن به گونه کامل حساس خواهند بود. برنامه قیمت‌گذاری که در سال ۲۰۰۰ در منطقه جنوب شرقی کلونا در کانادا انجام شد، اثری معنی‌دار بر تقاضای آب در هکتار نشان داد، در حالی که برنامه سهمیه‌بندی و آموزش که در سال ۱۹۹۴ در همین منطقه اجرا شده بود اثر قابل ملاحظه‌ای روی مصرف آب نداشت. برنامه قیمت‌گذاری آب در این منطقه سبب انتقال آب به سمت محصولاتی شد که نیاز آبی کم‌تری داشتند (مرکز تحقیقات کشاورزی کانادا، ۲۰۰۶). مولی و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی با هدف افزایش بازده آبیاری از راه مدیریت تقاضای آب با اجرای روش‌های گوناگون سیاست قیمت‌گذاری نشان دادند، روش‌های گوناگون قیمت‌گذاری موجب تشویق کشاورزان به انتخاب و کشت محصولاتی با سازگاری بیش‌تر با کم آبی می‌شود، ولی سیاست قیمت‌گذاری به تنهایی ابزار معتبری برای اصلاح بازده آبیاری نمی‌باشد. مدلین آزورا و همکارانش (۲۰۱۰) در مطالعه خود بیان داشتند، ارزش اقتصادی آب کشاورزی می‌تواند به عنوان ابزاری مهم برای مدیریت آب استفاده شود. آن‌ها در مطالعه خود با استفاده از روش برنامه‌ریزی مثبت^۱ به برآورد ارزش اقتصادی آب آبیاری در حوزه آبریز ریو براوو-ریو^۲ در جنوب مکزیک پرداختند. آن‌ها میانگین ارزش اقتصادی آب از راه بیشینه‌سازی سود را معادل ۰/۴۱۳ دلار برای هر مترمکعب برآورد کردند.

بررسی منابع نشان می‌دهد، وجود وابستگی تولیدات کشاورزی به آب و محدودیت عرضه اقتصادی آن از یک سو و پایین بودن راندمان آبیاری در منطقه مورد مطالعه از سوی دیگر، استفاده بهینه از این نهاده کمیاب و مهم را ضروری می‌کند. لذا، پژوهش پیرامون ابعاد مختلف اقتصادی و مدیریتی آن، می‌تواند زمینه تخصیص مطلوب‌تر این عامل تولید در فعالیت‌های بخش کشاورزی منطقه و ایجاد انگیزه برای صرفه‌جویی و جلوگیری از هدر رفت آب و در نتیجه افزایش راندمان آبیاری را فراهم سازد. یکی از مهم‌ترین و بهترین ابزارهایی که می‌تواند در قالب مدیریت تقاضای

^۱ -Positive Mathematical Programming (PMP)

^۲ -Rio Bravo- Rio

آب به کنترل تقاضای آب، یا به عبارتی صرفه‌جویی در مصرف آب کمک کند، تعیین قیمت واقعی یا همان ارزش اقتصادی آب می‌باشد. در این راستا، این مطالعه با هدف برآورد ارزش اقتصادی آب با استفاده از تابع تولید محصول یونجه در دشت دهگلان در سال زراعی ۹۳-۹۲ انجام شد.

مواد و روش بررسی

داده‌های مورد نیاز پژوهش از راه مصاحبه و تکمیل پرسشنامه از تولیدکنندگان یونجه در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ گردآوری شد. جهت تعیین روش نمونه‌گیری مناسب برای تولیدکنندگان این محصول در منطقه مورد مطالعه به دلیل محدودیت‌هایی از جمله عدم اطلاع از واریانس جامعه و از سوی دیگر، همه کشاورزان یونجه کشت نمی‌کنند روش نمونه‌گیری تصادفی ساده سهمیه متناسب استفاده شد. بمنظور دستیابی به بیش‌ترین اندازه نمونه ممکن مقدار p و q در فرمول برابر 0.5 در نظر گرفته شد.

$$n = \frac{Npq}{(N-1)D+pq} \quad (1)$$

$$D = \frac{\beta^2}{4} = \frac{0.05^2}{4} = 0.00062 \quad (2)$$

در این جا "N" جمعیت کشاورزان یونجه‌کار، n حجم نمونه، p مقدار نسبت صفت موجود در جامعه است. q درصد افرادی که فاقد صفت در جامعه هستند و برابر 0.5 در نظر گرفته شده و d مقدار اشتباه مجاز می‌باشد. با توجه به فرمول (۱)، n برابر با ۲۱۲ نمونه تعیین شد. از آنجایی که این پژوهش با محدودیت‌هایی از جمله محدودیت زمانی، مالی و دسترسی به مزارع روبرو بوده است. از این‌رو، فقط ۱۲۰ پرسش‌نامه تکمیل شد و در نهایت، پس از حذف پرسش‌نامه‌های ناقص، داده‌های ۱۱۰ پرسش‌نامه مورد استفاده قرار گرفت. معرفی متغیرهای مورد استفاده در تابع تولید:

Y: مقدار تولید یونجه (کیلوگرم)، a: سطح زیر کشت (هکتار)، b: مقدار بذر مصرفی (کیلوگرم)، w: آب مصرفی (متر مکعب)، l: نیروی کار (نفر روز)، m: ماشین آلات (ساعت کار)، he: کود حیوانی (کیلوگرم)، ha: سم حشره کش (لیتر)، gh: سم قارچ کش (لیتر)، al: سم علف کش (لیتر)، n: کود ازت (کیلوگرم)، p: کود فسفات (کیلوگرم)، k: کود پتاس (کیلوگرم).

توابع تولید منتخب در بررسی موضوع پژوهش

برای تعیین تولیدنهایی و در نهایت ارزش تولیدنهایی نهاده آب، نیازمند تخمین تابع تولید محصول مورد نظر است. در تخمین تابع تولید می‌توان از فرم‌های گوناگونی استفاده کرد. اشکال گوناگون تابع تولید در واقع فناوری تولید و فناوری تولید نیز چگونگی ترکیب نهاده‌های گوناگون را نشان می‌دهد. اختلاف موجود در شرایط تولید و مدیریت کشاورزان موجب می‌شود که آن‌ها به شیوه‌های گوناگون نهاده‌های تولید را با هم ترکیب کنند؛ بنابراین، به تابعی نیاز است که این اختلاف را بهتر نشان دهد. در این پژوهش از توابع انعطاف‌پذیر^۱ (ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته) و انعطاف‌ناپذیر^۲ (کاب-داگلاس و ترانسدنتال) استفاده شد. مفهوم انعطاف‌پذیری در اشکال تبعی که نخستین بار به وسیله دایورت^۳ مطرح شد، عبارت است از وجود پارامترهای آزاد در یک شکل تبعی برای ارایه یک تقریب (معمولاً مرتبه دوم) از هر تابع دلخواه، به بیان دیگر، انعطاف‌پذیری به مفهوم قدرت یک تابع در ارایه تقریبی مرتبه دوم از هر تابع دلخواه پیرامون هر نقطه در دامنه تابع است (حسین‌زاد و سلامی، ۱۳۸۳).

معیارها و آزمون‌های مورد استفاده در تعیین تابع تولید برتر

پس از برآورد توابع انتخاب شده، بمنظور انتخاب بهترین شکل تابع تولید محصول یونجه از آزمون‌های نقض فروض کلاسیک و دیگر آزمون‌های اقتصادسنجی استفاده شد که از جمله این آزمون‌ها درصد معنی‌داری ضرایب، آزمون نرمال بودن باقی‌مانده‌ها، آزمون معناداری تمامی ضرایب، آزمون تورم واریانس یا (VIF) و آزمون‌های دیگر می‌باشد.

^۱ -Flexible function from

^۲ - Inflexible function from

^۳ - Diewert

بهره‌وری آب

بهره‌وری به صورت استفاده مؤثر از هر یک از منابع و امکانات برای دستیابی به اهداف ویژه تعریف می‌شود. در این پژوهش از روش تحلیل تابع تولید برای بررسی بهره‌وری متوسط و نهایی استفاده شد. بنابراین، با توجه به تابع تولید مورد نظر، بهره‌وری نهایی برای نهاده‌های تولید به صورت زیر تعریف می‌شود (جعفری و سلطانی، ۱۳۷۸).

$$Ex_i = \frac{MP_{X_i}}{AP_{X_i}} \Rightarrow MP_{X_i} = Ex_i \times AP_{X_i} \quad (3)$$

با داشتن بهره‌وری نهایی می‌توان ارزش آخرین واحد محصول در نتیجه استفاده از یک واحد اضافی نهاده را محاسبه کرد که با محاسبه آن برای نهاده آب مصرفی در واقع می‌توان به ارزش واقعی (قیمت متناسب با درآمد کشاورزان) این نهاده دست یافت. برای بدست آوردن ارزش آخرین واحد محصول بدست آمده از یک واحد اضافی آب مصرفی می‌توان در معادله ارزش تولید نهایی مقادیر میانگین نهاده و تولید را قرار داد و یا این‌که ارزش تولید نهایی تک تک افراد را محاسبه و میانگین آن‌ها را منظور کرد.

ارزش بهره‌وری نهایی آب

در این پژوهش از روش بهره‌وری نهایی نهاده بمنظور محاسبه ارزش اقتصادی آب در دشت دهگلان استفاده شده است. اساس این روش مبتنی بر مقدار نقش هر نهاده در افزایش تولید است که در متون اقتصادی از آن به عنوان بهره‌وری نهایی یاد می‌شود. در تولید محصولات گوناگون، نهاده‌ای که تولید نهایی بیش‌تری داشته باشد، نهاده با ارزش‌تر محسوب و در بازار عوامل تولید بهای بیش‌تری برای آن پرداخت می‌شود. به بیان دیگر، ارزش نهاده‌ها بر حسب سهم آن‌ها در ارزش تولید محصول تعیین می‌گردد. چنانچه بازار محصول و بازار عوامل تولید از نوع بازار رقابتی باشند، ارزش اقتصادی هر نهاده از حاصل ضرب تولید نهایی در قیمت هر واحد محصول به شرح زیر بدست می‌آید:

$$VMP_{X_i} = P_y \times MP_{X_i} = P_{X_i} \quad (4)$$

که در آن MP_{X_i} بهره‌وری نهایی نهاده X_i ، P_y قیمت محصول، VMP_{X_i} ارزش بهره‌وری نهایی نهاده X_i و P_{X_i} قیمت اقتصادی نهاده X_i می‌باشد.

مقدار VMP_{X_i} بدست آمده همان قیمت سایه‌ای یا ارزش بازده نهایی نهاده برای کشت محصول مورد نظر نیز است. ارزش بازده نهایی محاسبه شده برای یک محصول نشان می‌دهد که با افزودن هر متر مکعب آب اضافی بر جریان تولید آن محصول، درآمد کشاورزان چند ریال افزایش می‌یابد

(شجری و همکاران، ۱۳۸۸). در مقایسه ارزش بهره‌وری نهایی نهاده با قیمت بازاری آن سه فرضیه زیر وجود خواهد داشت:

- هرگاه ارزش تولید نهایی نهاده با قیمت بازاری آن برابر باشد ($Vmp_{x_i} = r_{x_i}$) از این نهاده در تولید محصول مورد نظر استفاده بهینه شده است.

- در صورتی که ($Vmp_{x_i} > r_{x_i}$) باشد، استفاده از این نهاده کمتر از حد بهینه است زیرا ارزش تولید نهایی آن بیش از قیمت بازاریش بوده و مقرون به صرفه است که از این نهاده تا جایی که شرط ($Vmp_{x_i} = r_{x_i}$) برقرار شده، خریداری کند و در تولید استفاده کند.

- اگر ($Vmp_{x_i} < r_{x_i}$) باشد، نشان‌دهنده استفاده غیر بهینه از نهاده در تولید محصول مورد نظر است زیرا ارزش هر واحد تولید نهایی این نهاده کمتر از قیمت خرید این نهاده است و در واقع کمتر از ارزش خود تولید می‌کند.

برآورد قیمت تمام شده آب

برای بدست آوردن قیمت تمام شده آب باید هزینه استحصال و انتقال هر متر مکعب آب تا مزرعه محاسبه شود. هزینه استحصال آب شامل موارد زیر است:

الف) هزینه‌های سرمایه‌گذاری شامل: هزینه‌های حفر چاه، خرید تجهیزات و موتور پمپ و متعلقات.
ب) هزینه‌های جاری سالانه شامل: نگهداری، مدیریت، سوخت، تعمیرات و ...

برای این که بتوان قیمت تمام شده هر متر مکعب آب را محاسبه کرد، باید هزینه‌های سرمایه‌گذاری (با توجه به عمر مفید ادوات و تجهیزات) به هزینه یکنواخت سالانه تبدیل شود که به این منظور از فرمول زیر (معادل یکنواخت سالانه) استفاده می‌شود (موسی‌نژاد و نجارزاده، ۱۳۷۶):

$$EUAC = P(A/P, i\%, n) - SV(A/P, i\%, n) \quad (5)$$

در معادله بالا، EUAC هزینه یکنواخت سالانه^۱، P مقدار سرمایه‌گذاری اولیه، A/P، i%، n فاکتور تبدیل هزینه یکنواخت سالانه، i نرخ بهره و n عمر مفید، SV ارزش اسقاط^۲ و A/F، i%، n فاکتور تبدیل ارزش آینده به اقساط یکنواخت می‌باشد.

^۱ - Equivalent uniform annual cost

^۲ - Salvage value

پس از محاسبه معادل یکنواخت سالانه هزینه‌های سرمایه‌گذاری می‌توان مقدار یاد شده را با هزینه‌های بهره‌برداری سالانه جمع نمود که مقدار بدست آمده برابر با هزینه سالانه مصرف آب می‌باشد. با محاسبه مقدار استحصال آب از هر حلقه چاه می‌توان از رابطه زیر هزینه هر متر مکعب آب را به دست آورد (شجری و همکاران، ۱۳۸۸):

$$(۶) \quad \text{مقدار استحصال سالانه آب} / \text{هزینه سالانه آب} = \text{هزینه هر متر مکعب آب}$$

آب‌بها

همان‌گونه که در معادلات سود، تقاضا برای نهاده‌ها و تابع تقاضا برای آب مشاهده می‌شود، قیمت نهاده‌ها در معادلات و توابع یاد شده وجود دارند. در زمینه تمامی نهاده‌ها (غیر از آب) براحتی می‌توان قیمت هر واحد از نهاده‌ها را از بازار بدست آورد، اما در مورد آب از آنجا که قیمت‌گذاری آب باید سه هدف کارایی اقتصادی، توزیع درآمد و حفظ منابع آبی برای آیندگان را در برگیرد، می‌توان به صورت زیر عمل کرد:

مهم‌ترین قیمت و به عبارتی قیمت کارا برای یک نهاده مثلاً آب، قیمتی است که برابر سهم آن نهاده در افزایش ارزش تولید باشد. از سوی دیگر چون آب کالایی عمومی است، دو نوع هزینه خصوصی^۱ و هزینه اجتماعی^۲ را در بر می‌گیرد. بنابراین:

$$(۷) \quad \text{قیمت تمام شده هر واحد آب} - \text{ارزش تولیدنهایی آب} = \text{آب‌بها}$$

این آب‌بها مناسب‌ترین قیمت برای آب کشاورزی در هر منطقه است. البته، باید هدف قیمت‌گذاری آب به گونه‌ای باشد که مدیریت مردمی کار نظارت بر دریافت آب‌بها را به عهده گیرد و آب‌بهای دریافتی صرف بهبود منابع آب منطقه شود (شجری و همکاران، ۱۳۸۸).

^۱ - Private cost

^۲ - Social cost

نتایج و بحث

ضرایب توابع تولید کاب-داگلاس و ترانسندنتال

مقایسه توابع تولید تخمینی

برای مقایسه توابع تخمینی از معیارهای ضریب تعیین و درصد معنی‌داری ضرایب، هم‌خطی در توابع تخمینی، آزمون F، آزمون d دوربین-واتسون، آزمون جاکر برا، آزمون White و آزمون RESET رمزی استفاده شد.

درصد معنی‌داری ضرایب در توابع تخمینی

ضریب تعیین و درصد معنی‌داری ضرایب در توابع تخمینی در جدول ۴ آورده شده است. بر اساس نتایج ارایه شده در جدول ۴، درصد معنی‌داری ضرایب توابع تولید ترانسلوگ و درجه دوم تعمیم‌یافته در سطح پایینی قرار دارند. موضوع دیگری که بسیار واضح است بالا بودن ضریب تعیین در توابع ترانسلوگ و درجه دوم تعمیم‌یافته می‌باشد که با وجود تعداد ضرایب معنی‌دار کم در این توابع می‌توان نتیجه گرفت، در این توابع مشکل هم‌خطی وجود دارد. این موضوع در مورد تابع لئونتیف تعمیم‌یافته نیز به وضوح مشخص است.

بررسی مشکل هم‌خطی در توابع تخمینی

در بررسی فرض استقلال متغیرهای توضیحی توابع تخمینی از روش عامل تورم واریانس (VIF) استفاده شد. هر چه مقدار آماره VIF کم‌تر باشد مقدار هم‌خطی کم‌تر می‌باشد و مقدار پیش‌بینی و دقت رگرسیونی بیش‌تر می‌باشد و اگر مقدار VIF کم‌تر از ۱۰ باشد می‌توان به این نتیجه رسید که مدل رگرسیونی فاقد هم‌خطی می‌باشد. بر اساس مقادیر محاسباتی شاخص VIF (جدول ۵، ۶ و ۷) برای توابع تولید تخمینی، در مورد توابع کاب-داگلاس و ترانسندنتال به دلیل کوچک‌تر از ۱۰ بودن مقادیر شاخص یاد شده، مشکل هم‌خطی وجود نداشته اما در توابع تخمینی دیگر، هم‌خطی مشکلی اساسی می‌باشد. همچنین، تعداد ۹ ضریب از متغیرهای تابع ترانسلوگ و ۶ ضریب از متغیرهای تابع درجه دوم تعمیم‌یافته و ۳ ضریب از متغیرهای تابع لئونتیف تعمیم‌یافته هم‌خطی حادی را نشان نمی‌دهند، اما متغیرهای دیگر نشان‌دهنده درجه هم‌خطی شدیدی می‌باشند. وجود هم‌خطی در این توابع را می‌توان به دلیل وجود جملات متقاطع از متغیرهای توضیحی در این توابع دانست. گفتنی است که ما در برآورد توابع به دنبال رفع هم‌خطی نیستیم و فقط آن را آزمون

می‌کنیم و در کل می‌توان گفت که هم‌خطی امری اجتناب‌ناپذیر است و فقط باید سعی کرد که هم‌خطی در بین متغیرهای توضیحی توابع برآوردی شدید نباشد.

آزمون F در بررسی معنی‌داری کلی توابع تخمینی

$$H_0: \beta_\gamma = \beta_\psi = \dots = \beta_k = 0 \quad (8)$$

$$H_1: \beta_\gamma = \beta_\psi = \dots = \beta_k \neq 0$$

نتایج آزمون نشان می‌دهند، در تمامی توابع تخمینی در سطح یک درصد حداقل یک ضریب غیر صفر دارند (جدول ۸).

آزمون جارک-برا در بررسی نرمال بودن جملات خطای توابع تولید تخمینی

آزمون جارک-برا با فرض‌های زیر و با درجه آزادی ۲ برای توابع تولید تخمینی انجام گرفت که نتایج این آزمون در جدول ۳-۲۲ ارائه شده است. لذا، بر اساس آزمون "جارک-برا" فرض نرمال بودن جملات خطا در تمامی توابع تولیدی پذیرفته می‌شود.

$$H_0: u_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (9)$$

$$H_1: u_i \not\sim N(0, \sigma^2)$$

آزمون دوربین-واتسون^۱ (DW) در بررسی خودهمبستگی توابع تخمینی مقدار دوربین-واتسون برای مدل‌های مورد بررسی بمنظور وجود یا عدم وجود خودهمبستگی محاسبه و نتایج نشان می‌دهند، هیچ‌کدام از توابع مورد بررسی دچار مشکل خودهمبستگی نمی‌باشند (جدول ۱۰).

$$H_0: E(u_i u_j) = 0 \quad (10)$$

$$H_1: E(u_i u_j) \neq 0$$

آزمون White در بررسی ناهمسانی واریانس توابع تخمینی

$$H_0: E(u_i^2) = \sigma^2 \quad (11)$$

$$H_1: E(u_i^2) = \sigma_i^2$$

بر مبنای آزمون وایت (جدول ۱۱) تنها تابع تخمینی درجه دوم تعمیم یافته دارای مشکل ناهمسانی واریانس در سطح ۵ درصد می باشد.

آزمون RESET رمزی در بررسی خطای تصریح توابع تخمینی در مرحله بعد برای مقایسه توابع تولید و انتخاب تابع برتر از آزمون RESET رمزی استفاده شد (جدول ۱۲). فرض این آزمون به صورت روابط زیر بیان شده است:

H_0 : تابع به درستی تصریح شده است: (۱۲)

H_1 : تابع به درستی تصریح نشده است

بر اساس آزمون رمزی تنها توابع کاب-داگلاس و ترانسندنتال از تصریحی مناسب برخوردار می باشند.

انتخاب تابع تولید برتر

با توجه به آزمون های انجام گرفته، توابع ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف تعمیم یافته افزون بر مشکل هم خطی دارای تصریحی مناسب نمی باشند. بنابراین، در برآورد ارزش اقتصادی آب مصرفی در تولید محصول نمی توان از این توابع استفاده کرد. از میان توابع تخمینی تنها دو تابع ترانسندنتال و کاب-داگلاس از برآزش بهتری نسبت به بقیه توابع برخوردار هستند. برای مقایسه این دو تابع از آزمون حداقل مربعات مقید^۱ رابطه (۱۵) استفاده شد.

تابع ترانسندنتال (رگرسیون نا مقید)

$$\begin{aligned} \ln Y = & 4/212 + 0/314 \ln b + 0/223 \ln w + 0/856 \ln m + 0/008 \ln he + 0/033 \ln ha \\ & + 0/001 b - 3/128 \times 10^{-6} w + 9/479 \times 10^{-7} he + 0/001 ha + 5/970 \times 10^{-5} n - 2/492 p \end{aligned} \quad (13)$$

تابع کاب-داگلاس (رگرسیون مقید)

$$\begin{aligned} \ln Y = & 4/65 + 0/22 \ln b + 0/29 \ln w + 0/25 \ln m + 0/002 \ln he + 0/007 \ln ha + \\ & 0/017 \ln n \end{aligned} \quad (14)$$

در آزمون کمترین مربعات مقید فرض صفر بیان می کند که دست کم یکی از ضرایب متغیرهای b, w, m, he, ha, gh و n برابر صفر می باشد.

$$F = \frac{(R_{UR}^2 - R_R^2) / K_R}{(1 - R_{UR}^2) / (n - K_{UR})} \quad (15)$$

^۱ -Restricted Least- Squares (RLS)

$$F = \frac{(9680-9677)/9}{(1-9680)/(110-17)} = 1/54 \quad (16)$$

با توجه به کوچک‌تر بودن F محاسبه شده (۱/۵۴) از مقدار $F_{(9,93)}$ جدول در سطح ۵ درصد (۱/۹۶)، تابع کاب-داگلاس بر تابع ترانسندنتال برتری دارد.

نتایج تحلیلی تابع تولید برتر (کاب-داگلاس)

از آن‌جا که تابع کاب داگلاس به عنوان تابع برتر انتخاب شد لذا، نتایج آن مبنای تحلیل پژوهش قرار گرفت. با توجه به علامت و معنی‌داری ضرایب متغیرهای بذر، آب، ماشین‌آلات، کود حیوانی، سم حشره‌کش و کود ازت انتظار می‌رود با افزایش مصرف این نهاده‌ها مقدار تولید افزایش یابد. ضرایب یاد شده با توجه به شکل تابع تولید، بیانگر کشش‌های جزئی تولید نیز است. بر این اساس، ۱ درصد افزایش در مقدار استفاده از ماشین‌آلات مشروط بر ثابت بودن دیگر عوامل، حدود ۰/۲۵ درصد افزایش در تولید را به همراه خواهد داشت. با ۱ درصد افزایش در به‌کارگیری نهاده‌های بذر، آب، کود حیوانی، سم حشره‌کش و کود ازت مشروط بر ثابت بودن دیگر عوامل، مقدار محصول تولیدی به ترتیب ۰/۲۲، ۰/۲۹، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۷ و ۰/۰۱۷ درصد افزایش خواهد یافت. در این پژوهش اثر متغیرهای سم قارچ‌کش و کود فسفات از نقطه نظر آماری معنی‌دار نشد.

مجموع ضرایب برآورد شده با توجه به شکل تابع تولید بیان‌گر بازدهی نزولی نسبت به مقیاس است. با توجه به این‌که مجموع ضرایب معنی‌دار مدل معادل ۰/۷۸۶ برآورد شده است، لذا بازدهی نسبت به مقیاس بهره‌برداران نزولی است. به بیان دیگر، با توجه به این‌که متغیر وابسته، مقدار تولید در واحد سطح است بنابراین، در صورت افزایش تمام نهاده‌ها به مقدار ۱۰۰ درصد بدون افزایش سطح زیر کشت مقدار تولید در واحد سطح حدود ۷۸ درصد افزایش خواهد یافت. ضریب تعیین بدست آمده برای مدل ۰/۷۷ بدست آمد که می‌توان گفت که ۷۷ درصد از تغییرات مقدار تولید به وسیله متغیرهای به کار برده شده در مدل توضیح داده شده است. هم‌چنین، آماره F بر معنی‌داری رگرسیون صورت پذیرفته، تأکید می‌کند. در تابع کاب داگلاس کشش عوامل تولید همان ضریب‌های متغیرهای مستقل است. بیش‌ترین کشش مربوط به نهاده آب است و ماشین‌آلات پس از آب دارای بالاترین کشش است پس از ماشین‌آلات، نهاده‌های بذر، سم حشره‌کش، کود ازت و کود حیوانی در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

محاسبه ارزش اقتصادی آب با کاربرد تابع تولید ترانسندنتال

با کاربرد تابع ترانسندنتال (رابطه ۱۳)، تابع تولیدنهایی نهاده آب از راه مشتق‌گیری از تابع تولید ترانسندنتال به صورت رابطه ۲۴ استخراج شد:

$$MPw = (0.223 w^{-1} - 3/128 \times 10^{-6}) Y \quad (17)$$

باجای‌گذاری مقادیر میانگین مجهولات در رابطه ۱۷، مقدار تولیدنهایی نهاده آب برابر با ۰/۲۲ کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه شد. مقدار تولیدنهایی محاسبه شده نشان می‌دهد که به ازای هر متر مکعب آب اضافی، ۲۲۰ گرم به تولید یونجه افزوده می‌شود. با ضرب این مقدار در میانگین قیمت محصول که بر اساس داده‌های پرسش‌نامه های تکمیلی برابر با ۴۹۷۰ ریال می‌باشد، ارزش تولیدنهایی هر واحد آب مصرفی در تولید یونجه دشت دهگلان برابر با ۱۰۹۳ ریال است. ارزش بازده نهایی محاسبه شده برای این محصول نشان می‌دهد که با افزودن هر متر مکعب آب اضافی بر جریان تولید یونجه، درآمد کشاورزان ۱۰۹۳ ریال افزایش می‌یابد. هم‌چنین، کشتش تولیدی نهاده آب به صورت رابطه ۱۸ محاسبه و مقدار آن برابر با ۰/۲۰ بدست آمد.

$$EPw = 0.223 - 3/128 \times 10^{-6} w \quad (18)$$

محاسبه ارزش اقتصادی آب با کاربرد تابع تولید کاب-داگلاس: برای محاسبه ارزش اقتصادی هر واحد آب مصرفی در تولید محصول یونجه منطقه با کاربرد تابع تولید کاب-داگلاس، تابع تولید نهایی نهاده آب از تابع کاب‌داگلاس (رابطه ۱۴) به صورت رابطه (۱۹) استخراج شد.

$$MP = 0.29 w^{-1} Y \quad (19)$$

با جای‌گذاری مجهولات در رابطه ۱۹ مقدار تولیدنهایی آب در تولید محصول یونجه با کاربرد تابع تولید کاب-داگلاس برابر با ۰/۳۴ بدست آمد. مقدار تولیدنهایی محاسبه شده نشان می‌دهد که به ازای هر متر مکعب آب اضافی، ۳۴۰ گرم به تولید یونجه افزوده می‌شود. برای محاسبه ارزش اقتصادی هر واحد آب مصرفی این مقدار در قیمت هر واحد محصول (۴۹۷۰ ریال) ضرب شد که با مقدار ۱۶۸۹ ریال بدست آمد. ارزش بازده‌نهایی محاسبه شده برای این محصول نشان می‌دهد که با افزودن هر متر مکعب آب اضافی بر جریان تولید یونجه، درآمد کشاورزان ۱۶۸۹ ریال افزایش می‌یابد. همان‌گونه که گفته شد کشتش تولیدی نهاده آب در تابع کاب-داگلاس نیز برابر است با ضریب متغیر آب در این تابع که برابر با ۰/۲۹ می‌باشد.

تحلیل بهره‌وری نهاده آب بر مبنای توابع انتخابی

برای مزارع مورد بررسی کمینه، بیشینه و میانگین بهره‌وری متوسط نهاده آب، به ترتیب برابر با ۰/۲۶، ۴/۱۲ و ۱/۱ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد. بر اساس جدول ۱۳ میانگین بهره‌وری نهایی نهاده آب، بر مبنای تابع ترانسندنتال برابر با ۰/۲۲ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد؛ این عدد بدین مفهوم است که به ازای یک واحد اضافی از نهاده آب مقدار تولید به اندازه ۰/۲۲ کیلوگرم افزوده می‌شود. در تابع کاب-داگلاس این مقدار برابر با ۰/۳۴ کیلوگرم بر متر مکعب است.

مفهوم کشت تولید نسبت به نهاده آب عبارت است از درصد تغییر در تولید در نتیجه یک درصد تغییر در مصرف آب با ثابت بودن سایر شرایط است. کشت تولید در تابع ترانسندنتال بستگی به مقدار مصرف آب دارد و این تابع توانایی نشان دادن هر سه ناحیه تولیدی را دارا می‌باشد در حالی که در تابع کاب-داگلاس کشت تولیدی ثابت بوده و این تابع تنها یک ناحیه تولیدی را نشان می‌دهد. همان گونه که اشاره شد، بر مبنای تابع ترانسندنتال، میانگین کشت تولیدی نهاده آب ۰/۲۰ و بر مبنای تابع کاب-داگلاس مقدار این شاخص برابر با ۰/۲۹ بدست آمد.

با توجه به مقادیر محاسبه شده بهره‌وری نهایی، بهره‌وری متوسط و کشت تولیدی نهاده آب بر مبنای توابع ترانسندنتال و کاب-داگلاس (جدول ۱۳ و ۱۴)، ۶۳/۶۳ درصد از تولیدکنندگان در ناحیه دوم تولید عمل می‌کنند یعنی از نهاده آب به اندازه بهینه استفاده می‌کنند. بر اساس تابع کاب-داگلاس از آنجایی که میانگین بهره‌وری متوسط و نهایی برای آب مصرفی به ترتیب ۱/۱۷ و ۰/۳۴ است در حالی که مقادیر بیش‌ترین بهره‌وری نهایی و میانگین آب در نمونه منتخب به ترتیب برابر با ۴/۱۱۲ و ۱۴/۲۲ می‌باشد. همان گونه که گفته شد میانگین بهره‌وری مقدار ستانده به ازای واحد نهاده را نشان می‌دهد و پایین بودن مقدار آن استفاده بیش از حد نهاده در مقابل مقدار کم‌تر تولید را نشان می‌دهد که برای افزایش آن یا باید سطح تولید را به ازای مصرف هر واحد نهاده افزایش داد یا مقدار مصرف نهاده را در سطح معینی از تولید کاهش داد. تحلیل بهره‌وری سایر نهاده‌ها بر مبنای توابع انتخابی با استفاده از تابع تولید بدست آمده، می‌توان تولید نهایی (MP) و میانگین تولید (AP) نهاده‌های دخیل داده شده در تابع تولید را استخراج کرد، سپس از تقسیم MP به AP کشت‌های تولیدی هر یک از نهاده‌ها را استخراج کرد. نتایج در جدول ۱۵ آمده است.

همان گونه که از نتایج جدول (۱۵) گویاست، بر اساس تابع ترانسندنتال کشت تولید نهاده‌های سم حشره‌کش، کود ازت و کود فسفات کوچک‌تر از صفر است در نتیجه کشاورزان از این نهاده‌ها به صورت اقتصادی استفاده نمی‌کنند. کشت تولید نهاده‌های ماشین‌آلات و کود حیوانی بین صفر و یک می‌باشد بنابراین، کشاورزان این منطقه تنها این دو نهاده را به صورت بهینه مصرف می‌کنند. در مورد بذر مصرفی با توجه به این که کشت تولید بزرگ‌تر از یک بدست آمده است و بیانگر واقع شدن مصرف آن در ناحیه نخست تولید می‌باشد، لذا، کشاورزان اگر از این نهاده به مقدار بیش‌تری استفاده کنند می‌توانند بر مقدار تولید محصول خود بیفزایند (جدول ۱۵). بر اساس تابع کاب-داگلاس همان گونه که پیش‌تر گفته شد کشت عوامل تولید همان ضریب‌های متغیرهای مستقل است. در بین عوامل تولیدی، نهاده‌ی ماشین‌آلات بیش‌ترین بهره‌وری را در بین دیگر نهاده‌ها نشان می‌دهد (جدول ۱۶).

محاسبه هزینه استحصال آب آبیاری

هزینه‌های ثابت برای چاه‌های برقی، مطابق جدول ۱۷ از طریق مصاحبه با شرکت‌های مرتبط با حفر و فروش تجهیزات چاه‌های کشاورزی گردآوری شد و هزینه‌های متغیر آن‌ها (جدول ۱۸) نیز از راه میانگین‌گیری از داده‌های پرسش‌نامه‌های تکمیلی تعیین شد.

با توجه به جداول یاد شده مجموع میانگین هزینه‌های متغیر و ثابت سالانه برای چاه‌های برقی برابر با ۸۹۷۱۰۱۰۰ ریال خواهد بود. میانگین آب استحصالی برای چاه برقی برابر با ۱۴۳۴۱۹/۸ متر مکعب در سال می‌باشد. بنابراین، هزینه تمام شده استحصال هر متر مکعب آب در چاه‌های برقی برابر با ۶۲۵ ریال می‌باشد.

تابع تقاضای آب در تولید یونجه با استفاده از روش بیشینه‌سازی سود.

همان‌گونه که پیش‌تر توضیح داده شد، تابع تقاضای آب را می‌توان از راه بیشینه کردن تابع سود

بدست آورد که براین اساس تابع زیر بدست آمد:

$$D_w = \left(\frac{y}{4.650} \right)^{0.214} \left(\frac{0.22}{\Gamma_b} \right)^{0.214} \left(\frac{0.29}{\Gamma_w} \right)^{0.214} \left(\frac{0.25}{\Gamma_m} \right)^{0.214} \left(\frac{0.002}{\Gamma_{he}} \right)^{0.214} \left(\frac{0.007}{\Gamma_{ha}} \right)^{0.214} \left(\frac{0.007}{\Gamma_n} \right)^{0.214} \left(\frac{0.017}{\Gamma_n} \right)^{0.214} \quad (20)$$

در این تابع D_w مقدار تقاضای آب در تولید یونجه، y مقدار تولید یونجه، Γ_b قیمت بذر، Γ_w قیمت آب، Γ_m قیمت ماشین‌آلات، Γ_{he} قیمت کود حیوانی، Γ_{ha} قیمت سم حشره‌کش و Γ_n قیمت کود ازت می‌باشد.

همان‌گونه که از تابع تقاضای آب مشخص است، مقدار تقاضای آب با قیمت بذر، قیمت آب، قیمت ماشین‌آلات، قیمت کود حیوانی، قیمت سم حشره‌کش، قیمت کود ازت رابطه عکس دارد. به این معنا که با تغییر قیمت این عوامل، تقاضای آب در جهت عکس تغییر می‌کند.

محاسبه کشش خودقیمتی تقاضای آب

ابتدا با جایگزینی ارزش تولید نهایی آب (به جای هزینه تمام شده آب) و سپس با احتساب هزینه هر متر مکعب آب، کشش قیمتی تقاضای آب محاسبه می‌شود.

$$E_{x_1} = \frac{\partial x_1}{\partial p_{x_1}} \cdot \frac{p_{x_1}}{x_1} = \frac{-\beta_1 p q}{r_1 x_1} = \frac{-0.29 \times 4970 \times 11204.55}{1689 \times 9470} = -1.009 \quad (21)$$

$$E_{x_2} = \frac{\partial x_2}{\partial p_{x_2}} \cdot \frac{p_{x_2}}{x_2} = \frac{-\beta_2 p q}{r_2 x_2} = \frac{-0.29 \times 4970 \times 11204.55}{625 \times 9470} = -2.72 \quad (22)$$

بنابراین، در قیمتی برابر ارزش تولید نهایی و هزینه تمام شده آب، کشتش قیمتی تقاضا برای آب به ترتیب ۱/۰۰۹ - و ۲/۷۲ - بدست آمد که این نشان می‌دهد تقاضا برای آب کشتش‌پذیر می‌باشد به بیان دیگر با یک درصد افزایش قیمت آب، تقاضای آب به ترتیب ۱/۰۰۹ و ۲/۷۲ درصد کاهش می‌یابد. بنابراین، با توجه به کشتش‌پذیر بودن تقاضای آب می‌توان از سیاست‌های قیمت‌گذاری درست و به جا، برای کنترل مصرف بیش از حد آب در تولید این محصول جلوگیری کرد.

محاسبه کشتش خودقیمتی تقاضای دیگر نهاده‌ها

همان‌گونه که کشتش خودقیمتی آب به دست آمد، کشتش خودقیمتی سایر نهاده‌ها نیز محاسبه شد که نتایج آن در جدول زیر آمده است. بر اساس نتایج جدول نهاده‌های بذر، ماشین‌آلات و کود حیوانی کشتش‌ناپذیر و نهاده‌های سم حشره‌کش و کود ازت کشتش‌پذیر می‌باشند، به این معنی که با یک درصد افزایش قیمت آن‌ها تقاضا برای سم حشره‌کش و کود ازت به ترتیب ۱/۱۹ و ۱/۱۲ درصد کاهش می‌یابد که این نتایج بر اساس انتظار است زیرا کشاورزی ایران بیش‌تر کود محور و سم محور می‌باشد (جدول ۱۹).

قیمت آب

مناسب‌ترین قیمت (قیمت کالا) برای آب، برابر با سهم آب در جریان تولید (ارزش تولید نهایی آب) می‌باشد، اما از آن‌جا که آب کالایی عمومی است، هزینه خصوصی و هزینه اجتماعی دارد و لذا در قیمت‌گذاری آب باید این دو هزینه منظور شود. بنابراین، مناسب‌ترین قیمت برای آب برابر با ارزش تولید نهایی آب منهای قیمت تمام شده آب است:

$$(۲۳) \quad ۱۰۶۴ = ۱۶۸۹ - ۶۲۵ = \text{قیمت آب}$$

از آن‌جایی که $(Vmp_{x_1} > r_{x_1})$ است، استفاده از این نهاده کم‌تر از حد بهینه است، زیرا ارزش تولید نهایی آن بیش از قیمت بازاری آن است و مقرون به صرفه است که از این نهاده تا جایی که ارزش بهره‌وری نهایی آن با قیمت بازاری آن برابر باشد خریداری کند و در تولید استفاده کند. مقدار اختلاف بین قیمت واقعی و بازاری آب در تولید یونجه ۱۰۶۴ ریال است. این اختلاف قیمتی می‌تواند مبلغ مناسبی برای شروع اجرای سیاست‌های قیمت‌گذاری باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به نتایج بدست آمده از تخمین توابع تولید و آزمون‌های انجام گرفته برای انتخاب تابع برتر، توابع ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته افزون بر مشکل هم‌خطی دارای تصریحی مناسب نبودند. بنابراین، در برآورد ارزش اقتصادی آب مصرفی در تولید محصول نمی‌توان از این توابع استفاده کرد. از میان توابع تخمینی تنها دو تابع ترانسندنتال و کاب-داگلاس از برازش بهتری نسبت به بقیه توابع برخوردار بودند. برای مقایسه این دو تابع از آزمون حداقل مربعات مقید استفاده شد که در نهایت تابع کاب-داگلاس به عنوان تابع برتر انتخاب شد. بررسی تابع تولید یونجه در دشت دهگلان نشان می‌دهد که متغیر آب بیش‌ترین مقدار تأثیر را بر تولید این محصول دارد زیرا ضریب برآورد شده برای متغیر آب در تابع تولید ۰/۲۹ است و بالا بودن این ضریب، اهمیت نهاده آب در تولید یونجه را نشان می‌دهد. همچنین، بررسی تابع تولید یونجه در دشت دهگلان نشان می‌دهد با توجه به علامت و معنی‌داری ضرایب متغیرهای بذر، ماشین‌آلات، کود حیوانی، سم حشره‌کش و کود ازت انتظار می‌رود با افزایش مصرف این نهاده‌ها مقدار تولید افزایش یابد. ضرایب یاد شده با توجه به شکل تابع تولید، بیانگر کشش‌های جزئی تولید نیز است. بر این اساس، ۱ درصد افزایش در مقدار استفاده از ماشین‌آلات مشروط بر ثابت بودن دیگر عوامل، نزدیک به ۰/۲۵ درصد افزایش در تولید را به همراه خواهد داشت. با ۱ درصد افزایش در به‌کارگیری نهاده‌های بذر، کود حیوانی، سم حشره‌کش و کود ازت مشروط بر ثابت بودن سایر عوامل، مقدار محصول تولیدی به ترتیب ۰/۲۲، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۷ و ۰/۰۱۷ درصد افزایش خواهد یافت. با کاربرد تابع ترانسندنتال و کاب داگلاس مقدار تولید نهایی نهاده آب و ارزش تولید نهایی هر واحد آب مصرفی محاسبه شد. مقدار تولید نهایی نهاده آب بر اساس تابع ترانسندنتال و کاب-داگلاس به ترتیب برابر با ۰/۲۲ و ۰/۳۴ بدست آمد که نشان می‌دهد به ازای هر متر مکعب آب اضافی، به ترتیب ۲۲۰ و ۳۴۰ گرم به تولید یونجه اضافه می‌شود. با ضرب این مقادیر در میانگین قیمت محصول ارزش تولید نهایی بدست می‌آید که به ترتیب برابر با ۱۰۹۳ و ۱۶۸۹ ریال می‌باشد. بر اساس تابع ترانسندنتال کشش تولید نهاده‌های سم حشره‌کش، کود ازت و کود فسفات کوچک‌تر از صفر است در نتیجه کشاورزان از این نهاده‌ها به صورت اقتصادی استفاده نمی‌کنند. کشش تولید نهاده‌های ماشین‌آلات و کود حیوانی بین صفر و یک می‌باشد بنابراین، کشاورزان این منطقه تنها این دو نهاده را به صورت بهینه مصرف می‌کنند. در مورد بذر مصرفی با توجه به این که کشش تولید بزرگ‌تر از یک بدست آمده است و بیان‌گر واقع شدن مصرف آن در ناحیه نخست تولید می‌باشد، لذا، کشاورزان اگر از این نهاده به مقدار بیش‌تری استفاده کنند می‌توانند بر مقدار تولید محصول خود بیفزایند. بر اساس تابع کاب-داگلاس همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد کشش عوامل تولید همان ضریب‌های متغیرهای

مستقل است. در بین عوامل تولیدی، نهاده ماشین‌آلات بیش‌ترین بهره‌وری را در بین دیگر نهاده‌ها نشان می‌دهد. ارزش اقتصادی آب برای یونجه برابر با ۱۶۸۹ ریال به ازای هر متر مکعب به دست آمد. این درحالی است که هزینه استحصال هر متر مکعب آب ۶۲۵ ریال می‌باشد. از مقایسه این اعداد می‌توان نتیجه گرفت که بین هزینه استحصال آب با ارزش اقتصادی آب اختلاف وجود دارد. همین مسئله یکی از دلایل مصرف بیش از حد آب در تولید محصول یونجه و عدم صرفه‌جویی در مصرف آن می‌باشد. عدم مصرف بهینه آب منجر به راندمان بسیار پایین آب شده که موجب می‌شود کشاورزان در فصل‌های آبیاری محصول با کمبود آب روبه‌رو شوند. بنابراین، هزینه استحصال آب به هیچ‌عنوان کارایی، صرفه‌جویی در مصرف آب و در نهایت بهره‌وری بالا را به همراه نخواهد داشت. مقدار آب مصرف شده برای تولید محصول با قیمت نهاده آب رابطه منفی دارد؛ یعنی افزایش قیمت آب بر کاهش مصرف آب تأثیر معنی‌داری داشته و با افزایش قیمت آب مقدار مصرف آب برای این محصول کاهش می‌یابد. کشش خود قیمتی تقاضای آب برابر ۲/۷۲- می‌باشد که بیان‌گر حساسیت و کشش‌پذیری بالای کشاورزان به تغییرات قیمت این نهاده می‌باشد. به بیان دیگر، افزایش ۱ درصدی قیمت آب منجر به کاهش ۲/۷۲ درصدی تقاضای این نهاده می‌شود. بنابراین، استفاده از سیاست‌های قیمت‌گذاری، ابزار اقتصادی مناسبی در کاهش مصرف آب می‌باشد. نهاده‌های بذر، ماشین‌آلات و کود حیوانی کشش‌ناپذیر و نهاده‌های سم حشره‌کش و کود ازت کشش‌پذیر می‌باشند، به این معنی که با یک درصد افزایش قیمت آن‌ها تقاضا برای سم حشره‌کش و کود ازت به ترتیب ۱/۱۹ و ۱/۱۲ درصد کاهش می‌یابد. آب‌بها نیز در منطقه مورد مطالعه ۱۰۶۴ ریال به دست آمد. این آب‌بها مناسب‌ترین قیمت برای آب کشاورزی در هر منطقه است. البته، باید هدف قیمت‌گذاری آب به گونه‌ای باشد که مدیریت مردمی کار نظارت بر دریافت آب‌بها را به عهده گیرد و آب‌بهای دریافتی صرف بهبود منابع آب منطقه شود.

۱- با توجه به این که ارزش تولید نهایی آب بیش از هزینه استحصال آب می‌باشد، برداشتی بیش‌تر از این منبع در صورت عدم اصلاح قیمت آب کشاورزی صورت خواهد گرفت. از این‌رو، قیمت‌گذاری آب بایستی بر اساس ارزش اقتصادی آب انجام شود. البته، از آن‌جا که آب یکی از نهاده‌های اصلی در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد، اجرای سیاست قیمت‌گذاری بر اساس ارزش اقتصادی آب بایستی در طول زمان و به‌صورت تدریجی صورت گیرد.

۲- با پرداخت مابه‌التفاوت قیمت هر متر مکعب آب ذخیره شده به کشاورزان، بمنظور بالا بردن راندمان آبیاری، برای یونجه‌کاران ایجاد انگیزه نمود و آن‌ها را به سمت کم مصرف نمودن آب هدایت کرد.

- ۳- بایستی توجه گردد که نرخ‌گذاری آب بر اساس ارزش اقتصادی آب به تنهایی کافی نیست و باید عایدات بدست آمده از گردآوری آب‌بها از کشاورزان، برای بهبود منابع آب بخش کشاورزی و مدیریت طرح آبرسانی به صورت کارا مورد استفاده قرار گیرد.
- ۴- با توجه به پایین بودن بهره‌وری متوسط و نهایی برای منطقه مورد مطالعه، می‌توان از راه افزایش بهره‌وری، تولید را افزایش داد.
- ۵- آگاه کردن کشاورزان از پیامدهای برخاسته از برداشت بی‌رویه آب به وسیله تقویت نظام آموزش و ترویج و استفاده از رسانه‌های گروهی.
- ۶- هم‌چنین، بمنظور جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب که به‌عنوان یکی از نهاده‌های اصلی در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد، آب سهمیه‌بندی شود.

References

- Abdol A. (2012). Determining the economic value of irrigation water with procedures Estimated production function and linear programming model: case study province of hamedan, Hamedan-bahar plain, Master's thesis Agricultural Economics, University of Kurdistan.
- Asadi H. Soltani Gh. & Torkamani J. (2007). Agricultural water pricing in Iran (case study in the lands Below dam taleghan) Agricultural Economics and Development, Year 16, Number 58.
- Bakhshi A. Daneshvar kakhaki M. & Moghadasi R. (2011). To examine the use of positive mathematical programming models In order to analyze the effects of alternative pricing policies in Mashhad plain water Journal of Agricultural Economics and Development (Agricultural Science and Technology), 25 (3):294-284
- Bouhia H. (1998). Water in the economy: integrating water resources into national economic planning. Harvard University.
- Hossein zad J. and Salami H. (2004). The estimated economic value inputs of water, land and family labor in the production of sugar beet. A collection of articles Third Conference of the Agricultural Economics Iran, Researches Institute of Planning and Agricultural Economics Pages 561-547.
- Huang. Q., Rozelle, S. & Howitt, R. (2006). Irrigation Water Pricing Policy in China. American Agricultural Economics Association Annual Meeting.
- Jafari A.M. & Soltani Gh. (1999). Increasing water productivity agriculture (case study province of hamedan) Articles selected agricultural productivity, Institute Publications Researches Planning and Agricultural Economics, pages 99-87.
- Kurdistan Regional Water Authority Company. (2011). Report Groundwater sources Plain Dehgolan Studies Office of Water Resources in Kurdistan.

- Medellin-Azuara, J., Harou, J. J., & Howitt R.E. (2010). Estimating economic value of agricultural water under changing condition and the effects of spatial aggregation. *Journal of Science of the Total Environmental*, 408: 5639-5648.
- Molle F., Venot J. P. & Youssef Hassan, A. (2008). Irrigation in the Jordan valley: Are water pricing policies overly optimistic? *Agricultural Water Management*, 95(4): 427-438.
- Parhizkari A. Sabouhi M. Ahmadpour M. & Badia barzin H. (2014). simulation Farmers reaction to The pricing policy And irrigation water rationing (Case study: the city of Zabol) *Journal of Agricultural Economics and Development* 28 (2): 176-164
- Shajari Sh. Barikani A. & Amjadi A. (2009). Water demand management with the use of water pricing policy In the palm groves jahrom (case study Palm Shahani) *Agricultural Economics and Development*, Year 16, Issue 65, Pages 72-55.
- Zareii M. (2012). Comparative Analysis Influence of procedure of surface irrigation and sprinkler on performance Agricultural fields in province of Kurdistan (plains Qorveh and Dehgulan), a master's thesis Agricultural Economics, University of Kurdistan.

پیوست‌ها

جدول ۱- وضعیت منابع آب استان کردستان.

مقدار	متغیر
۵	تعداد حوزه‌های آبریز اصلی
۵۴۰	میانگین نزولات جوی (میلی متر)
۱۴	میانگین حجم بارش‌های جوی سالانه (میلیارد متر مکعب)
۵۰	مقدار تبخیر و تعرق سالانه (درصد)
۳۰۹۱	مقدار پتانسیل منابع تجدیدشونده (میلیون متر مکعب)
۲۱۷۵	سهم آب‌های زیرزمینی از منابع تجدیدپذیر (میلیون متر مکعب)
۱۰۱۶	سهم آب‌های سطحی از منابع تجدیدپذیر (میلیون متر مکعب)
۴	تعداد رودخانه‌های مهم
۶	تعداد کل دشت‌های استان
۳	تعداد دشت‌های ممنوعه و ممنوعه بحرانی

منبع: ماهنامه آب (۱۳۹۰).

جدول ۲- مقدار و درصد مصرف آب در استان کردستان (میلیون مترمکعب).

نوع مصرف	مقدار برداشت	درصد برداشت
کشاورزی	۸۶۴	۸۱/۴۳
صنعت	۴۱	۳/۸۶
شرب و بهداشت	۱۵۶	۱۴/۷۱
جمع کل	۱۰۶۱	۱۰۰

منبع: شرکت آب منطقه‌ای کردستان (۱۳۹۰).

جدول ۳- ضرایب توابع تولید کاب-داگلاس و ترانسدنتال.

نوع ضرایب	پارامتر	پارامتر	کاب-داگلاس	قدر مطلق t	ترانسدنتال	قدر مطلق t
مقدار ثابت	C	عرض از مبدا	۴/۶۵۰ ^{***}	۲۱/۴۷۰	۴/۲۱۲ ^{***}	۱۴/۱۹۱
	B _b	بذر مصرفی (kg)	۰/۲۲ ^{**}	۲/۶۳۵	۰/۳۱۴ ^{***}	۴/۸۶۲
	B _w	آب مصرفی (m ³)	۰/۲۹ ^{***}	۳/۷۵	۰/۲۲۳ ^{***}	۳/۴۵۶
	B _m	ماشین آلات (hr)	۰/۲۵ ^{***}	۳/۱۷۴	۰/۸۵۶ ^{***}	۱۲/۰۰۵
	B _{he}	کود حیوانی (kg)	۰/۰۰۲ [°]	۱/۷۶۴	۰/۰۰۸ [°]	۱/۶۳۹
	B _{ha}	سم حشره کش (lit)	۰/۰۰۷ [°]	۱/۶۲۰	۰/۰۳۳ [°]	۱/۷۱۲
	B _{gh}	سم قارچ کش (lit)	۰/۰۰۴	۰/۳۱۷	۰/۰۰۶	۰/۱۶۰
	B _n	کود از ته (kg)	۰/۰۱۷ [°]	۱/۹۶۲	۰/۰۰۵	۰/۴۰۱
	B _p	کود فسفات (kg)	۰/۰۰۲	۰/۲۳۶	۰/۰۰۷	۰/۷۰۸
	ضرایب خطی	γ _b	بذر مصرفی (kg)			۰/۰۰۱ ^{***}
γ _w		آب مصرفی (m ³)			۰ [°]	۲/۴۲۷
γ _m		ماشین آلات (hr)			-۳/۱۲۸×۱۰ ^{-۱۰}	۰/۱۴۱
γ _{he}		کود حیوانی (kg)			-۷/۹۰۸×۱۰ ^{-۵}	۲/۰۷۰
γ _{ha}		سم حشره کش (lit)			۹/۴۷۹×۱۰ ^{-۷}	۲/۵۴۶
γ _{gh}		سم قارچ کش (lit)			۰/۰۰۱ ^{***}	۰/۷۰۵
γ _n		کود از ته (kg)			-۰/۰۰۲	۱/۹۷۹
γ _p		کود فسفات (kg)			۵/۹۷۰×۱۰ ^{-۵}	۱/۷۲۵
					-۲/۴۹۲ [°]	

منبع: یافته‌های پژوهش، علایم ***، ** و * به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح یک، پنج و ده درصد می‌باشد.

جدول ۴- درصد معنی داری ضرایب در توابع تخمینی.

متغیر	کاب- داگلاس	ترانسندنتال	ترانسلوگ	درجه دوم تعمیم یافته	لئونتیف تعمیم یافته
درصد معنی داری ضرایب	۷۸ (۷ از ۹)	۷۰ (۱۲ از ۱۷)	۳۸ (۱۷ از ۴۵)	۳۸ (۱۷ از ۴۵)	۴۹ (۱۸ از ۳۷)
R^2	۰/۷۷	۰/۸۰	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۸
\bar{R}^2	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۷

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۵- عامل تورم واریانس (VIF) ضرایب تابع تولید کاب- داگلاس.

پارامتر	β_b	β_w	β_m	β_{he}	β_{ha}	β_{gh}	β_n	β_p
VIF	۲/۶۷۴	۱/۲۱۰	۲/۵۶۸	۱/۲۵۹	۲/۰۲۶	۱/۲۰۷	۱/۴۴۴	۱/۴۰۱

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۶- عامل تورم واریانس (VIF) ضرایب تابع ترانسندنتال.

پارامتر	VIF	پارامتر	VIF
B_b	۸/۹۱۹	γ_b	۵/۷۲۱
B_w	۱/۲۳۷	γ_w	۹/۵۸۸
B_m	۷/۱۴۷	γ_m	۵/۳۰۳
B_{he}	۲/۱۸۷	γ_{he}	۲/۳۴۳
B_{ha}	۵/۹۴۸	γ_{ha}	۳/۱۸۷
B_{gh}	۴/۳۲۲	γ_{gh}	۱/۴۸۹
B_n	۲/۵۴۱	γ_n	۳/۳۰۴
B_p	۱/۸۹۵	γ_p	۲/۱۵۶

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۷- عامل تورم واریانس (VIF) ضرایب توابع تولید ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف تعمیم یافته.

لئونتیف تعمیم یافته	درجه دوم تعمیم یافته	ترانسلوگ	پارامتر	لئونتیف تعمیم یافته	درجه دوم تعمیم یافته	ترانسلوگ	پارامتر
۱۶۲/۹۳۴	۲۶۷/۹۵۲	۲/۴۴۲	B _{b.p}	۲۷۴/۶۲۳	۸۴/۵۵۱	۲/۱۱۸	B _b
۷۵۷/۲۶۷	۱۰۵/۴۶۹		B _{w.m}	۱۶/۵۳۶	۹/۸۷۲	۱۰۴/۲۷۹	B _w
۶۳/۵۰۰	۳۷/۴۱۴	۴۱۶/۳۵۳	B _{w.he}	۲۹۰/۷۸۲	۸۶/۶۱۱	۴۴۳/۲۷۸	B _m
۱۱۳/۱۴۳	۴۱/۰۳۴	۳۳۲/۶۴۷	B _{w.ha}	۲۸/۴۱۱	۴۴/۶۵۳	۱۳۰/۴۹۷	B _{he}
۳/۵۶۷	۱۴/۵۵۳	۳۶۴/۴۱۵	B _{w.gh}	۵۰/۶۵۰	۱۵/۴۴۱	۴۶۷/۵۵۷	B _{ha}
۵۹/۰۱۸	۷۱/۵۸۵	۷۲۷/۸۷۳	B _{w.n}	۶۰/۵۷۶	۵۵/۴۸۷	۳۸۹/۱۸۸	B _{gh}
۳۷/۲۴۴	۴۰/۶۳۸	۲۱۸/۰۱۴	B _{w.p}	۸۱/۱۷۱	۴۰/۱۱۵	۱/۶۹۰	B _n
۷۲/۶۸۲	۷۵/۴۹۹	۱۴۶/۷۴۷	B _{m.he}	۸۸/۸۰۸	۱۶/۸۶۹	۵۵۵/۳۰۶	B _p
۱/۷۷۲	۳/۴۹۲	۱/۲۸۶	B _{m.ha}	-	۲/۴۱۸	۴۴۱/۶۰۴	B _{b.b}
۹۳۷/۲۴۱	۱/۳۶۸	۱۵۴/۲۸۹	B _{m.gh}	-	۵۳/۴۱۷	۹۳۴/۰۵۹	B _{w.w}
۲۰۵/۱۹۷	۳۱۷/۷۲۹	۲/۱۶۶	B _{m.n}	-	۵۱۹/۵۴۰	۶۱۸/۰۹۵	B _{m.m}
۱۷۴/۴۵۲	۱/۲۸۷	۱/۸۶۸	B _{m.p}	-	۹۴/۶۷۸	۱۳۹/۴۸۴	B _{he.he}
۲۰۷/۲۶۷	۳۶۱/۰۳۰	۳۸/۳۷۸	B _{he.ha}	-	۱۰۸/۰۰۸	۶۵/۳۷۳	B _{ha.ha}
۶۶/۱۵۶	۱۰۵/۲۴۴	۱۰/۸۴۴	B _{he.gh}	-	۳۲/۳۹۹	۲۷/۲۱۷	B _{gh.gh}
۷۳/۴۱۷	۱۱۰/۷۱۵	۳۲۳/۴۱۹	B _{he.n}	-	۶۶۷/۶۴۳	۷۰/۳۶۸	B _{n.n}
۹۱/۲۵۹	۶۹۶/۰۹۲	۴۰/۵۵۸	B _{he.p}	-	۵۴۶/۹۳۰	۷۸/۳۷۵	B _{p.p}
۵۴/۲۷۵	۱۸۶/۶۳۷	۳۲/۰۶۹	B _{ha.gh}	۶۵۰/۶۲۵	۱/۲۳۴	۶۴۲/۲۲۹	B _{b.w}
۶۴/۳۳۱	۲۶۳/۳۹۵	۱۲۱/۹۴۸	B _{ha.n}	۹۹/۲۳۰			B _{b.m}
۷۱/۱۴۴	۳۰/۴۴۹	۳۹/۱۸۰	B _{ha.p}	۶۹۶/۱۶۲	۶۷۹/۱۰۶	۳/۱۱۸	B _{b.he}
۶/۸۱۹	۹۲/۴۶۸	۲۹/۸۰۸	B _{gh.n}	۶۵۹/۴۰۷	۵۸۲/۹۸۶	۱/۳۹۹	B _{bha}
۵۶/۰۷۶	۲۹۰/۱۵۵	۵۱/۶۲۶	B _{gh.p}	۶۲/۱۳۰	۴۱/۴۳۹	۲/۵۲۹	B _{ha}
۹۴/۵۳۳	۷۰/۱۴۴	۱۲۵/۹۹۳	B _{n.p}	۸۶۲/۹۵۵	۳۵۴/۸۹۰	۲۹۸/۷۳۵	B _{gh}

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۸- آزمون F در بررسی معنی داری کلی توابع تخمینی.

لئونتیف تعمیم یافته	درجه دوم تعمیم یافته	ترانسلوگ	ترانسندنتال	کاب-داگلاس	تابع متغیر
۱۶۵/۱۴***	۱۸۱/۵۲***	۷۲/۶۸***	۱۷۷/۱۳***	۳۴۲/۹۴***	آماره آزمون F
(۳۶ و ۷۳)	(۴۴ و ۶۵)	و ۶۵) (۴۴)	(۱۷ و ۹۳)	(۹ و ۱۰۱)	درجه آزادی (df)

منبع: یافته‌های پژوهش، *** معنی داری در سطح یک درصد

جدول ۹- آزمون جاک- برا در بررسی نرمال بودن جملات خطای توابع تولید تخمینی.

لئونتیف تعمیم یافته	درجه دوم تعمیم یافته	ترانسلوگ	ترانسندنتال	کاب- داگلاس	تابع متغیر
۱/۲۳	۱/۵۸	۱/۷۵	۰/۴۳	۰/۵۳	آماره آزمون (JB)
۰/۶۱	۰/۵۵	۰/۴۶	۰/۸۸	۰/۹۴	احتمال تأیید فرض صفر

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۰: آزمون d دوربین-واتسون در بررسی خودهمبستگی توابع تخمینی.

لئونتیف تعمیم یافته	درجه دوم تعمیم یافته	ترانسلوگ	ترانسندنتال	کاب-داگلاس	تابع متغیر
۲/۲۹	۲/۰۴	۲/۲۹	۲/۱۴	۲/۱۲	آماره آزمون (D.W)
۳۶	۴۴	۴۴	۱۷	۹	درجه آزادی (df)

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۱- آزمون وایت در بررسی ناهمسانی واریانس توابع تخمینی.

متغیر	تابع	کاب-داگلاس	ترانسندنتال	ترانسلوگ	درجه دوم	لئونتیف
					تعمیم یافته	تعمیم یافته
آماره آزمون (χ^2)		۶/۲۵	۱۲/۶۵	۴۳/۷۴	۷۱/۲۴**	۵۴/۳۳
احتمال تأیید فرض صفر		۰/۷۳	۰/۹۲	۰/۷۱	۰/۰۴	۰/۴۵
درجه آزادی (df)		۹	۱۷	۴۴	۴۴	۳۶

منبع: یافته‌های پژوهش، ** معنی‌داری در سطح پنج درصد

جدول ۱۲- آزمون RESET رمزی در بررسی خطای تصریح توابع تخمینی.

متغیر	تابع	کاب--داگلاس	ترانسندنتال	ترانسلوگ	درجه دوم	لئونتیف
					تعمیم یافته	تعمیم یافته
آماره آزمون (F)		۰/۶۹	۰/۷۸	۲/۲۳**	۱/۶۳**	۵/۳۷***
احتمال تأیید فرض صفر		۰/۳۸	۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، علایم **،***، و * به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح یک، پنج و ده درصد می‌باشد.

جدول ۱۳- شاخص‌های بهره‌وری آب در تولید یونجه بر مبنای تابع ترانسندنتال.

		(kg/m^2) (Mp)	بهره‌وری نهایی		
۳/۹۲	بیشینه				
-۰/۰۱۶	کمینه				
۰/۲۲	میانگین				
		اول	ناحیه تولیدی		
۰/۹۵	بیشینه				
-۰/۰۶	کمینه				
۰/۲۰	میانگین				
۲۹	تعداد (مزرعه)				
۲۶/۳۶	درصد				
۷۰	تعداد (مزرعه)				
۶۳/۶۳	درصد				
۱۱	تعداد (مزرعه)				
۷/۲۷	درصد				

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۴- شاخص‌های بهره‌وری آب در تولید یونجه بر مبنای تابع کاب-داگلاس.

		(kg/m^2) (Mp)	بهره‌وری نهایی
۴/۱۱	بیشینه		
۰/۰۷۷	کمینه		
۰/۳۴	میانگین		
۰/۲۹			
دوم			

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۵- تولید نهایی، میانگین تولید و کشش تولید نهاده‌های یونجه بر مبنای تابع ترانسندنتال.

کشش تولید	تولید نهایی	میانگین تولید	نهاده‌ها
۱/۵۰	۳۲/۴۹	۲۱/۶۳	بذر
۰/۷۵	۰/۲۲	۰/۲۸۹	ماشین آلات
۰/۴۲۷	۱۰/۳۱۱	۲۴/۱۲	کود حیوانی
-۸/۳۳	-۱/۵۰	۰/۱۸	سم حشره کش
-۰/۰۵۶۵	-۰/۰۰۴۲۳	۰/۰۷۴۷	کود ازت
-۶/۵	-۰/۰۱۳	۰/۰۰۲	کود فسفات

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۶- تولید نهایی، میانگین تولید و کشتش تولید نهاده‌های یونجه بر مبنای تابع آب-
داگلاسی.

کشش تولید	تولید نهایی	میانگین تولید	نهاده‌ها
۰/۲۲	۳۲/۴۳	۱۴۷/۴۲	بذر
۰/۲۵	۷۵/۷۰۵	۳۰۲/۸۲	ماشین آلات
۰/۰۰۲	۰/۰۰۲۸	۱/۴	کود حیوانی
۰/۰۰۷	۶۰/۳۳	۸۶۱۸/۸۸	سم حشره‌کش
۰/۰۱۷	۱/۳۱	۷۷/۲۷	کود ازت

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۷- برآورد هزینه‌های ثابت در استحصال آب به وسیله پمپ‌های برقی (۱۰ ریال).

شرح	هزینه	ارزش اسقاط	طول عمر	هزینه یکنواخت سالانه
حفر چاه (۱۰۰ متر)	۱۲۰۰۰۰۰	۰	۲۰	۲۲۴۱۶۰۰
لوله جدار	۱۶۰۰۰۰	۰	۱۵	۳۱۴۲۴۰
پمپ شناور	۳۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	۱۰	۶۴۶۲۵۰
کابل و ترانس امتیاز و تابلوی برق	۲۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰۰	۱۵	۳۸۴۶۰۰۰
لوله ۶ اینچ	۱۵۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰	۱۵	۲۹۱۳۲۰
اتصالات نصب	۵۰۰۰۰۰	۰	۱۵	۹۸۲۰۰
کل	۳۸۶۰۰۰۰۰	-	-	۷۴۳۷۶۱۰

منبع: مصاحبه با شرکت‌های مرتبط با حفر و فروش تجهیزات چاههای کشاورزی

جدول ۱۸- شرح هزینه‌های متغیر استحصال آب به صورت پمپاژ برقی (۱۰ ریال).

شرح	بیشینه	کمینه	میانگین	انحراف معیار
هزینه تعمیرات	۲۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۶۵۷۰۰۰	۶۸۳۵۱۰
هزینه برق	۳۵۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰	۸۷۶۴۰۰	۶۳۲۸۴۱
کل	-	-	۱۵۳۳۴۰۰	-

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۹- کشت خود قیمتی سایر نهاده‌ها.

کشت خود قیمتی	نهاده‌ها
-۰/۸۴	بذر
-۰/۱۹۸	ماشین‌آلات
-۰/۰۰۶	کود حیوانی
-۱/۱۹	سم حشره‌کش
-۱/۱۲	کود ازت

منبع: یافته‌های پژوهش

