

بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید پرتقال در شهرستان قائم‌شهر

حسین ابراهیم‌نژاد، علی کرامت‌زاده^۱، فرشید اشراقی و اعظم رضایی

دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

hosein.ebr1396@gmail.com

استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

alikeramatzadeh@gau.ac.ir

استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

f_eshraghi@yahoo.com

استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

azam.rezaee12@gmail.com

دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۰ و پذیرش: آذر ۱۴۰۰

چکیده

یکی از مهم‌ترین مسائل بخش کشاورزی پایین بودن بهره‌وری نهاده‌ها به‌ویژه آب است. در این مطالعه علاوه بر تعیین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب، عوامل مؤثر بر بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید پرتقال در شهرستان قائم‌شهر استان مازندران نیز بررسی شد. در راستای اهداف تحقیق، از شاخص‌های عملکرد به ازای مترمکعب آب آبیاری (CPD)، درآمد ناخالص به ازای مترمکعب آب آبیاری (BPD) و درآمد خالص (سود) به ازای مترمکعب آب آبیاری (NBPD) استفاده شد. همچنین برای بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب از تحلیل‌های رگرسیونی بهره گرفته شد، اطلاعات لازم در این پژوهش نیز از طریق تکمیل ۱۶۲ پرسشنامه از باغداران شهرستان قائم‌شهر در استان مازندران در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ گردآوری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Eviews7 انجام پذیرفت. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که برای پرتقال شهرستان قائم‌شهر، شاخص CPD معادل ۶/۹ کیلوگرم بر مترمکعب، شاخص BPD معادل ۴۷۵۰۰ ریال بر مترمکعب و شاخص NBPD در سه نرخ بهره ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصد به‌ترتیب معادل ۲۹۰۰۰، ۲۸۰۰۰ و ۲۶۶۰۰ ریال بر مترمکعب است. دبی چاه، روزهای استفاده از چاه، مدت‌زمان صرف شده برای آبیاری، تعداد دفعات آبیاری، سن درختان، فاصله درختان، سن باروری درختان، هزینه سم و هزینه کود از عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب می‌باشند. در بین متغیرهای مذکور متغیر مدت زمان صرف شده برای آبیاری از طریق تأثیر بر میزان آب آبیاری، بیشترین تأثیر را بر بهره‌وری فیزیکی آب داشته است. با توجه به تأثیر منفی متغیرهای دبی چاه، تعداد دفعات آبیاری و مدت زمان صرف شده برای آبیاری بر بهره‌وری اقتصادی آب، پیشنهاد می‌گردد آبیاری متناسب با نیاز درختان و با روشی صورت گیرد که حجم آب کمتری مصرف شود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد به ازای حجم آب، هزینه تولید، درآمد ناخالص، درآمد خالص، تحلیل رگرسیونی

مقدمه

یکی از بارزترین محدودیت‌های موجود در تولید محصولات کشاورزی، تأمین آب است (ارسلان بد، ۱۳۹۳). اهمیت این نهاد در کشور به دلایل محدودیت منابع آب از یک سو و پایین بودن میزان راندمان آبیاری و از بین رفتن بخش زیادی از منابع آب از طرف دیگر دوچندان است. نهاد آب بر روی تولید محصولات کشاورزی، درآمد خالص و ناخالص کشاورزان و بازدهی بخش کشاورزی مؤثر است (جوان و فال سلیمان، ۱۳۸۷). بهبود بهره‌وری آب کشاورزی یکی از مهم‌ترین موضوعاتی است که در سال‌های اخیر مورد توجه جدی مجامع علمی مرتبط با آبیاری و کشاورزی قرار گرفته است. افزایش بهره‌وری آب می‌تواند راهکار مهمی برای بهبود معیشت تولیدکنندگان محصولات کشاورزی باشد (کریمی و جلینی، ۱۳۹۶).

اختلاف زیاد در بهره‌وری آب محصولات مختلف در سطح کشور (گندم، ۰/۵۴، جو، ۰/۹۱ و سیب-زمینی ۱/۶۲، کیلوگرم بر مترمکعب (بیات و بابازاده، ۲۰۱۴)، کلزا ۰/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب (کریمی و جلینی، ۱۳۹۶)، گوجه‌فرنگی ۲/۸ کیلوگرم بر مترمکعب) (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۷) و همچنین در مقایسه با سایر کشورها (سورگم در آمریکا معادل ۵/۴۹ کیلوگرم بر مترمکعب (محمودزاده و اواد، ۲۰۱۸)، ذرت در هلند بین ۱/۱ الی ۲/۷ کیلوگرم بر مترمکعب (ذووارت و باستینسن، ۲۰۰۴) میانگین غلات (گندم، ذرت و برنج) در چین ۱/۱۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب (کاو و همکاران، ۲۰۱۵) نشان‌دهنده وجود پتانسیل استفاده بهینه از منابع آب و افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی است.

هدف کلی در مدیریت تقاضای آب و بهره‌برداری آن در کشاورزی، افزایش بهره‌وری آب است. موضوع ارتقا بهره‌وری آب در تولید مواد غذایی از مسائل اساسی در کشورهای مختلف جهان و به‌ویژه کشورهای کم‌آب نظیر ایران است. ارتقاء بهره‌وری آب می‌تواند از دو طریق مستقیم (از طریق افزایش عملکرد محصول، کاهش مصرف

آب یا تلفیقی از هر دو) و غیرمستقیم (کاهش ضایعات، افزایش مکانیزاسیون و ...) انجام شود (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶). اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های بهره‌وری آب در بخش کشاورزی ایران به دلیل محدودیت کمی و کیفی این نهاد ارزشمند از جایگاه خاصی برخوردار است (زمانی و همکاران، ۱۳۹۳)؛ بنابراین محاسبه بهره‌وری آب و ارزیابی عوامل مؤثر بر آن می‌تواند راهکارهای مناسبی را برای مدیران واحدهای تولیدی و برنامه‌ریزان کلان اقتصادی ارائه نماید (عبادی و همکاران، ۱۳۹۴).

استان مازندران تا سال ۱۳۹۵ با سطح زیر کشت ۱۱۰ هزار هکتار مرکبات در حدود ۳۹ درصد از کل سطح زیر کشت مرکبات کشور را تشکیل می‌دهد. میزان تولید کل مرکبات استان مازندران نیز با ۱/۸ میلیون تن در حدود ۴۱ درصد کل تولید مرکبات کشور را شامل می‌شود. شهرستان قائم‌شهر نیز با ۱۵ هزار هکتار در حدود ۱۲ درصد از کل سطح زیر کشت مرکبات استان مازندران را به خود اختصاص داده است. میزان تولید مرکبات در این شهر ۲۲۰ هزار تن است که حدود ۱۳ درصد از کل تولید مرکبات استان مازندران است. پرتقال تامسون حدود ۹۵ درصد از کل سطح زیر کشت مرکبات این شهرستان را شامل می‌شود (سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران، ۱۳۹۷).

در ارتباط با بهره‌وری آب در ایران و سایر کشورها مطالعات متعددی انجام شده است. در داخل کشور زید علی و همکاران (۱۳۸۱)، روستا (۱۳۸۹)، محمدپور هنگروانی و ارسلان بد (۱۳۹۵)، کریمی و جلینی (۱۳۹۶)، علیزاده دیزج و ابراهیمیان (۱۳۹۶) و بهرامی و همکاران (۱۳۹۷) تنها به بررسی بهره‌وری آب در تولیدات محصولات زراعی پرداخته‌اند و عوامل مؤثر بر بهره‌وری را مورد مطالعه قرار نداده‌اند. اکرمی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از مدل رگرسیونی نشان دادند که عواملی نظیر سن کشت، دفعات آبیاری، میزان کود نیترات و ماشین‌آلات کشاورزی بر بهره‌وری آب در تولید نیشکر در استان خوزستان تأثیر معنی‌داری دارند. سلیمی و امیری (۱۳۹۳) به بررسی بهره‌وری اقتصادی آب و کود نیتروژن در تولید

چای با روش آبیاری بارانی در استان گیلان پرداخته‌اند. رجایی و کتابیان (۱۳۹۲) با استفاده از روش تخمین تابع تولید به بررسی بهره‌وری عوامل تولید در کاشت محصول زیتون شهرستان طارم پرداخته‌اند. علی حوری (۱۳۹۶) با بررسی بهره‌وری آب در تولید نخیلات کشور بیان می‌کند میزان بهره‌وری آب در تولید نخیلات کشور پایین و در حدود ۰/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب است. عباسی و همکاران (۱۳۹۹) با اندازه‌گیری میدانی آب کاربردی تاکستان‌های استان‌های مختلف کشور تحت سامانه‌های مختلف آبیاری (سطحی و قطره‌ای)، میانگین بهره‌وری فیزیکی آب ۲/۶۳ کیلوگرم انگور به ازای هر مترمکعب محاسبه نمودند. ملارضا قصاب و همکاران (۱۳۹۹) ضمن محاسبه بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید محصولات زراعی (گندم، ذرت، کاهو، پیاز، هویج، فلفل، بادمجان، کلم) و باغی (پرتقال، لیموشیرین، لیموترش، نارنگی، نارنج، گریپ‌فروت) شهرستان دزفول به بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب پرداخته‌اند. در این مطالعه بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی محصول پرتقال به ترتیب معادل ۱/۸۲ کیلوگرم و ۳۰ هزار ریال بر مترمکعب محاسبه گردید. نتایج تحلیل رگرسیون نیز نشان داد که متغیرهای نوع محصول، سن، سابقه و تحسیلات کشاورز، سطح زیر کشت، داشتن شغل غیر کشاورزی، نوع منبع آب و روش آبیاری بر بهره‌وری فیزیکی و متغیرهای سن و سابقه کشاورز، شغل غیر کشاورزی، بافت خاک و نوع منبع آب بر بهره‌وری اقتصادی آب مؤثرند. نوآوری مطالعه حاضر نسبت به مطالعات مشابه انجام‌شده در داخل کشور، علاوه بر منطقه مورد مطالعه در نحوه محاسبه هزینه و درآمد یکنواخت سالیانه بر اساس روابط اقتصاد مهندسی و برآورد فرم‌های تابعی مختلف و انتخاب فرم برتر جهت بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری است.

در خارج از کشور بلومی و ماتوسی (۲۰۰۶) به بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب آبیاری محصول خرما در کشور تانزانیا پرداخته و بیان می‌کنند میانگین بهره‌وری آب آبیاری معادل ۰/۱۸۵ کیلوگرم بر مترمکعب است و

مهم‌ترین عامل مؤثر بر بهره‌وری آب آبیاری نیز میزان شوری آب است. گراسیا و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی بهره‌وری آب و واکنش درختان مرکبات ۱۱ ساله به کم-آبیاری در اسپانیا پرداخته و بیان می‌کنند با صرفه‌جویی آب تا ۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار، عملکرد بین ۱۰ تا ۱۲ درصد کاهش ولی بهره‌وری آب ۲۴ درصد افزایش می‌یابد. اوباسی و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی عواملی نظیر سن، تحسیلات، اندازه مزرعه، اندازه خانوار و میزان کود مصرفی بر بهره‌وری آب در نیجریه پرداخته و بیان می‌کنند-سن بر بهره‌وری آب اثر منفی دارد. غراب و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی بهره‌وری آب هلو و زیتون در جنوب تونس پرداخته و بیان می‌کنند بهره‌وری آب در تولید هلو در سنین مختلف درختان بین ۱/۹ الی ۴/۱ کیلوگرم بر مترمکعب است. سان و همکاران (۲۰۱۷) بهره‌وری آب محصولات کشاورزی چین را در سطح مزرعه و منطقه به ترتیب معادل ۰/۸۵ و ۰/۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه کرده و بیان می‌کنند بهره‌وری آب بالاترین حساسیت را به رطوبت نسبی و سرعت باد در بین متغیرهای اقلیمی و به راندمان آبیاری در بین متغیرهای کشاورزی دارد. ساتوس (۲۰۱۸) به بررسی بهره‌وری آب در تولید محصول زیتون در جنوب کشور پرتغال در سه سیستم آبیاری کامل، آبیاری ۷۰ درصد و آبیاری ۵۰ درصد پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد بهره‌وری فیزیکی آب در تولید محصول زیتون در شرایط آبیاری کامل معادل ۱/۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب است ولی در شرایط آبیاری ۷۰ و ۵۰ درصد به ترتیب ۲/۲۲ و ۱/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب است که آبیاری ۷۰ درصد بالاترین بهره‌وری فیزیکی آب را داشته است.

نتایج بررسی مطالعات انجام‌شده مرتبط با بهره‌وری آب محصولات کشاورزی نشان می‌دهد بهره‌وری فیزیکی و به‌ویژه اقتصادی آب در تولید محصولات مختلف به منطقه مورد مطالعه و سال انجام تحقیق بستگی دارد. اکثر مطالعات (ذووارت و باستینسن؛ کاو و همکاران، ۲۰۱۵؛ محمودزاده و اوآد، ۲۰۱۸ و شیرمحمدی و همکاران، ۲۰۲۱) تنها به بررسی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب محصولات

شاخص عملکرد به ازای واحد حجم آب آبیاری (CPD)^۱ شاخص CPD یا محصول تولیدی به ازای واحد آب یکی از شاخص‌های مطرح در خصوص سنجش مقدار بهره‌وری آب در بخش کشاورزی است. این شاخص در واقع نسبت میزان محصول تولیدشده، به حجم آب آبیاری است (رابطه ۱)، لذا هرچه این شاخص بیشتر باشد معرف بهره‌وری بالا و مصرف مناسب‌تر آب است (بیات و بابازاده، ۲۰۱۴).

$$CPD = \frac{Q}{W} = \frac{\text{مقدار محصول تولیدی}}{\text{مقدار آب آبیاری}} \quad (1)$$

در رابطه (۱) Q میزان محصول تولیدی بر حسب کیلوگرم در هکتار است، W میزان آب آبیاری بر حسب مترمکعب در هکتار است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). در این مطالعه جهت محاسبه آب آبیاری (W) از رابطه (۲) استفاده گردید:

$$W = N.T.R.3600/1000 \quad (2)$$

در این رابطه:

N تعداد دفعات آبیاری، T زمان صرف شده برای آبیاری هر هکتار (ساعت) و R دبی منبع آبیاری (مترمکعب بر ثانیه) است. شاخص CPD را برای یک یا چند محصول و حتی کل تولیدات بخش کشاورزی می‌توان بکار گرفت اما باید دقت کرد که هر اندازه تنوع محصولات بیشتر گردد میزان خطا در CPD نیز بیشتر خواهد شد که این موضوع به الگوی کشت، نوع واریته‌ها و عوامل دیگر بستگی دارد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

اگر شاخص CPD برای یک رقم بخصوص از محصولی مورد استفاده قرار بگیرد دقت مناسبی خواهد داشت لیکن اگر تعداد محصولات زیاد باشد و یا این که CPD برای دو منطقه با الگوی کشت ناهمسان مورد استفاده و مقایسه قرار گیرد دقت کمی خواهد داشت؛ بنابراین اگر قرار باشد شاخص CPD محصولی در دو منطقه باهم مقایسه گردد این مقایسه هنگامی مناسب است که غیر از آب آبیاری سایر عوامل تولید نیز برابر باشند (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

زراعی یک ساله پرداخته‌اند. به دلیل پیچیده بودن محاسبات تعیین سود اقتصادی سالیانه محصولات چندساله و باغی، مطالعات کمتری در زمینه بهره‌وری اقتصادی آب محصولات چندساله و باغی انجام شده است. همچنین مطالعات معدودی عوامل مؤثر بر بهره‌وری به‌ویژه بهره‌وری اقتصادی محصولات باغی را مد نظر قرار داده‌اند. همچنین تاکنون هیچ مطالعه‌ای بر روی بهره‌وری آب پرتقال استان مازندران نیز انجام نشده است. لذا با عنایت به بالا بودن اهمیت موضوع بهره‌وری آب در کشاورزی ایران و استان مازندران این سؤالات مطرح می‌گردد که میزان بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید پرتقال در شهرستان قائم‌شهر به چه میزان است؟ و چه عواملی بر روی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید محصول پرتقال اثر معنی داری دارند؟ بر این اساس در این پژوهش ابتدا به محاسبه بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید پرتقال شهرستان قائم‌شهر پرداخته و سپس عوامل مؤثر بر بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

روش تحقیق

به‌طورکلی جهت محاسبه بهره‌وری آب دو روش پارامتری و ناپارامتری توسط اقتصاددانان پیشنهاد می‌گردد. در روش پارامتری، ابتدا تابع تولید یا تابع سود محصول موردنظر برآورد و سپس بهره‌وری عوامل تولید نظیر آب تعیین می‌شود ولی در روش ناپارامتری با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی، روش داده-ستانده و روش محاسبه شاخص، بهره‌وری آب محاسبه می‌گردد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۷). در این مطالعه جهت برآورد بهره‌وری آب در محصول پرتقال از سه شاخص، عملکرد به ازای واحد حجم آب آبیاری (CPD)، درآمد ناخالص به ازای واحد حجم آب آبیاری (BPD) و درآمد خالص (سود) به ازای حجم آب آبیاری (NBPD) استفاده شده است که جزء روش‌های ناپارامتری محسوب می‌شوند.

¹ Crop per Drop

شاخص درآمد ناخالص به ازای واحد حجم آب آبیاری (BPD)^۱

این شاخص یکی از شاخص‌های محاسبه بهره‌وری اقتصادی است که به مفهوم کسب درآمد ناخالص بیشتر به ازای واحد حجم آب آبیاری است. این شاخص بر مبنای ریال بر مترمکعب یا به شکل کلی‌تر واحد پول به ازای هر واحد حجم آب محاسبه می‌گردد. در این شاخص میزان درآمد ناخالص نسبت به مقدار آب آبیاری در نظر گرفته می‌شود (بیات و بابازاده، ۲۰۱۴) (رابطه ۳):

$$BPD = \frac{\text{درآمد ناخالص}}{\text{مقدار آب آبیاری}} = \frac{TR}{W} \quad (۳)$$

بر اساس شاخص BPD سیاست مصرف آب بایستی به شکلی باشد که میزان درآمد ناخالص به دست آمده از واحد حجم آب آبیاری در سطح بالایی باشد. در این شاخص میزان درآمد ناخالص (TR) از حاصل ضرب میزان محصول تولیدی در قیمت محصول محاسبه می‌گردد. این روش نیز همانند شاخص CPD دارای مزایا و معایبی است. برآورد این شاخص تقریباً ساده بوده اما در این روش مقدار هزینه صرف شده برای تولید محصول در نظر گرفته نمی‌شود و یا به عبارت دیگر به جای درآمد خالص (سود)، درآمد ناخالص در نظر گرفته می‌شود که این مسئله یکی از نقاط ضعف این روش است. در مجموع می‌توان گفت که شاخص BPD یک شاخص ناقص برای انجام مطالعات بوده و شاخص NBPD نوع اصلاح شده آن است. مشخص است که در زمان محاسبه و تفسیر شاخص‌های اقتصادی بهره‌وری توجه به سال پایه جهت محاسبات و توجه به میزان تورم، استهلاک، تغییرات قیمت محصول و مواردی از این دست دارای اهمیت است.

شاخص درآمد خالص (سود) به ازای واحد حجم آب آبیاری (NBPD)^۲

یکی از بهترین شاخص‌ها برای محاسبه میزان بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی شاخص

NBPD یا درآمد خالص (سود) به ازای هر واحد آب آبیاری است. در این روش برخلاف روش قبل به جای در نظر گرفتن درآمد ناخالص در صورت کسر، میزان درآمد خالص (سود) در صورت کسر جای می‌گیرد. درآمد خالص پس از کسر هزینه‌ها از درآمد ناخالص محاسبه می‌شود. با توجه به اینکه جهت محاسبه هزینه‌ها علاوه بر هزینه‌های جاری هزینه ثابت نیز لحاظ می‌شود لذا جهت محاسبه معادل یکنواخت هزینه‌ها از نرخ‌های بهره ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصد استفاده گردیده است. بر این اساس شاخص NBPD در نرخ‌های بهره مختلف محاسبه می‌گردد، لذا اگر هدف بهبود بهره‌وری اقتصادی آب باشد، می‌توان گفت که این روش برای سنجش بهره‌وری آب کشاورزی، روش مناسبی است لیکن مشکل اساسی در تهیه این شاخص تعیین میزان درآمد خالص در موقعیت‌های متفاوت است (رابطه ۴):

$$NBPD = \frac{\pi}{W} = \frac{\text{درآمد خالص (سود)}}{\text{مقدار آب آبیاری}} \quad (۴)$$

در این شاخص درآمد خالص (سود) (π) از طریق کسر هزینه‌های تولید از درآمد ناخالص محاسبه می‌گردد. هزینه‌های تولید محصول پرتقال شامل هزینه‌های جاری و هزینه‌های ثابت است. هزینه‌های ثابت مانند هزینه خرید زمین، آماده‌سازی زمین، اجرای سیستم آبیاری، خرید ماشین‌آلات کشاورزی و احداث چاه آب و هزینه‌های جاری شامل بیل‌زنی پای درختان، هرس، جمع‌آوری سرشاخه‌ها، لایروبی نهر، آبیاری با چاه، کودهای شیمیایی، کود حیوانی، چیدن و جمع‌آوری محصول است. هزینه‌های ثابت نیز به دو گروه هزینه‌های با عمر مفید نامحدود و عمر مفید مشخص تقسیم می‌شوند که به ترتیب با استفاده از روابط اقتصاد مهندسی (۵) و (۶) در سه نرخ بهره ۱۰، ۱۲ و ۱۵ به معادل یکنواخت سالیانه تبدیل و با هزینه‌های جاری جمع می‌گردد (اسکونژاد، ۱۳۷۹).

$$A = P \cdot i \quad (۵)$$

در این رابطه:

A هزینه یکنواخت سالیانه، P هزینه‌های ثابت با عمر

^۲ Net Benefit per Drop

^۱ Benefit per Drop

نامحدود و i نرخ بهره است.

$$A = \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} * P \quad (6)$$

در این رابطه:

A هزینه یکنواخت سالیانه، P هزینه‌های ثابت با عمر مفید مشخص، r نرخ بهره و n عمر مفید است. نرخ‌های بهره بیانگر نرخ بهره تسهیلات اعطایی بانک‌ها به بخش‌های مختلف به‌ویژه بخش کشاورزی است؛ که در این مطالعه سه نرخ بهره ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصد، نرخ بهره تسهیلات اعطایی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت به بخش

فرم خطی (۷)

خطی - لگاریتمی (۸)

لگاریتمی - خطی (۹)

لگاریتمی دو سویه (۱۰)

کشاورزی است.

در این مطالعه جهت بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب از مدل رگرسیون چند متغیره استفاده می‌گردد. مدل رگرسیون چند متغیره حالت تعمیم‌یافته مدل رگرسیون تک متغیره است که با در نظر گرفتن بیش از یک متغیر مستقل ایجاد می‌گردد. در این مطالعه فرم‌های مختلف تابعی نظیر خطی، خطی - لگاریتمی، لگاریتمی - خطی و لگاریتمی دو سویه استفاده شده است که فرم کلی آن‌ها به صورت روابط (۷) الی (۱۰) است:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon_i$$

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(X_1) + \dots + \beta_p \text{Log}(X_p) + \varepsilon_i$$

$$\text{Log}(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon_i$$

$$\text{Log}(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(X_1) + \dots + \beta_p \text{Log}(X_p) + \varepsilon_i$$

در این روابط:

Y_i متغیر وابسته، X_i متغیر مستقل، β پارامتر تخمینی، Log لگاریتم طبیعی و ε_i جز اخلاص را نشان می‌دهد.

در این مطالعه متغیر وابسته بهره‌وری فیزیکی آب (شاخص CPD) و بهره‌وری اقتصادی آب شاخص‌های (BPD و NBPD) است. متغیرهای مستقل نیز شامل سطح تحصیلات (X_1)، تعداد افراد تحت تکفل (X_2)، نیروی کار خانوادگی (X_3)، سابقه کشاورزی (X_4)، داشتن شغل غیر کشاورزی (X_5)، درآمد سایر مشاغل (X_6)، عضویت در تعاونی تولید (X_7)، دبی چاه آب (X_8)، روزهای استفاده از چاه (X_9)، سن درختان (X_{10})، سن باروری درختان (X_{11})، مدت‌زمان صرف شده جهت آبیاری (X_{12})، تعداد دفعات آبیاری (X_{13})، نوع سوخت (X_{14})، فاصله ردیف درختان (X_{15})، فاصله درختان در ردیف (X_{16})، هزینه کود (X_{17})، هزینه سم (X_{18}) و هزینه سیستم آبیاری (X_{19}) می‌باشند.

بعد از تخمین فرم‌های مختلف تابعی، جهت انتخاب مدل برتر علاوه بر ضریب تعیین (R^2)، ضریب تعیین تعدیل‌شده و تعداد متغیرهای معنی‌دار از آزمون‌های

JA و JA دیویدسون - مک کینون^۱ نیز استفاده گردید. آزمون‌های J و JA آزمون‌هایی هستند که جهت مقایسه مدل‌های نامتداخل به کار می‌رود (دوران، ۱۹۹۳).

آمار و اطلاعات به‌کاررفته در این مطالعه داده‌های مقطعی مربوط به سال ۹۸-۱۳۹۷ در منطقه مطالعاتی شهرستان قائم‌شهر استان مازندران است. جامعه آماری این مطالعه، تولیدکنندگان پرتقال در شهرستان قائم‌شهر واقع در استان مازندران می‌باشند. به علت پراکندگی دهستان‌ها و اختلاف سطح زیر کشت و شرایط آب و هوایی دهستان‌های مختلف شهرستان قائم‌شهر و همچنین داشتن نمونه از مناطق مختلف، از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای تصادفی استفاده شد. برای تعیین حجم نمونه در روش نمونه‌گیری طبقه‌ای تصادفی، از رابطه (۱۱) استفاده گردید (ارقامی و همکاران، ۱۳۸۰):

$$n = \frac{\sum_{i=1}^L \frac{N_i^2 \sigma_i^2}{w_i}}{N^2 D + \sum_{i=1}^L N_i \sigma_i^2} \quad D = \frac{B^2}{4} \quad (11)$$

که N_i حجم طبقه i ام، σ_i^2 واریانس سطح زیر کشت در طبقه i ام، B کران خطا (معادل ۱۰ درصد خطا) و w_i

¹ Davidson-Mackinnon J and JA Test

لازم از طریق تکمیل ۱۶۲ پرسشنامه در چهار دهستان شهرستان قائم‌شهر به صورت تصادفی از بین تولیدکنندگان پرتقال هر دهستان در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ جمع‌آوری گردید.

کسری از تعداد مشاهدات است که به طبقه نام اختصاص داده شده است. حجم جامعه آماری مورد مطالعه برابر با ۱۷۱۰۰ بهره‌بردار است (جهاد کشاورزی شهرستان قائم‌شهر، ۱۳۹۷). بنابراین اندازه نمونه مطابق جدول (۱) برابر با ۱۶۲ بهره‌بردار محاسبه گردید که آمار و اطلاعات

جدول ۱- جامعه آماری و حجم نمونه تولیدکنندگان پرتقال شهرستان قائم‌شهر

نام دهستان	تعداد روستا	سطح باغ (هکتار)	تعداد بهره‌بردار	سهم هر طبقه	حجم نمونه
مرکز بالا تجن	۵۱	۷۴۷۴	۶۶۰۰	۰.۳۸	۶۲
کوهساران	۲۲	۳۵۸۲	۳۶۰۰	۰.۲۱	۳۴
علی‌آباد	۲۸	۳۳۳۹	۵۵۰۰	۰.۳۳	۵۲
نوکنده‌کا	۲۵	۱۱۳۳	۱۴۰۰	۰.۰۸	۱۴
جمع	۱۲۶	۱۵۵۱۸	۱۷۱۰۰	۱	۱۶۲

ماخذ: جهاد کشاورزی شهرستان قائم‌شهر، ۱۳۹۷ و مرکز آمار ایران، ۱۳۹۷

نتایج و بحث

می‌گردد میانگین عملکرد محصول پرتقال در این شهرستان معادل ۳۶/۸ تن در هکتار است. میانگین درآمد ناخالص هر هکتار محصول پرتقال نیز حدود ۲۶۵ میلیون ریال است که با محاسبه هزینه تولید در سه نرخ بهره ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصد میانگین درآمد خالص هر هکتار به ترتیب معادل ۱۵۵، ۱۴۹ و ۱۳۹ میلیون ریال محاسبه گردید.

نتایج این مطالعه شامل محاسبه هزینه و درآمد خالص و ناخالص، بهره‌وری فیزیکی آب (شاخص CPD)، بهره‌وری اقتصادی (شاخص‌های BPD و NBPD) و بررسی عوامل مؤثر بر میزان بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب محصول پرتقال در شهرستان قائم‌شهر استان مازندران است.

نتایج بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب

نتایج بهره‌وری فیزیکی آب (شاخص CPD) و بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص‌های BPD و NBPD) در جدول (۳) ارائه گردیده است.

نتایج هزینه و درآمد خالص و ناخالص محصول پرتقال

نتایج هزینه و درآمد خالص و ناخالص محصول پرتقال شهرستان قائم‌شهر استان مازندران در جدول (۲) ارائه شده است. همان‌گونه که در این جدول ملاحظه

جدول ۲- میانگین تولید، آب آبیاری، هزینه، درآمد ناخالص و درآمد خالص هر هکتار پرتقال شهرستان قائم‌شهر

شاخص	واحد	میانگین	حداقل	حداکثر
میزان تولید (عملکرد)	کیلوگرم در هکتار	۳۶۸۵۳	۱۴۰۰۰	۵۳۳۳۳
آب آبیاری	مترمکعب	۷۱۹۸	۱۱۱۱	۵۴۰۰۰
نرخ بهره ۱۰ درصد	میلیون ریال	۱۰۹/۸	۲۶/۹	۲۸۳/۱
نرخ بهره ۱۲ درصد	میلیون ریال	۱۱۵/۹	۲۸/۳	۳۲۹/۹
نرخ بهره ۱۵ درصد	میلیون ریال	۱۲۵/۱	۳۰/۴	۴۰۰/۱
درآمد ناخالص	میلیون ریال	۲۶۴/۱	۷۳/۳	۷۰۰/۰
نرخ بهره ۱۰ درصد	میلیون ریال	۱۵۵/۱	-۶۵/۷	۴۷۵/۱
نرخ بهره ۱۲ درصد	میلیون ریال	۱۴۹/۱	-۷۴/۱	۴۶۷/۰
نرخ بهره ۱۵ درصد	میلیون ریال	۱۳۹/۸	-۱۴۴/۳	۴۵۴/۷

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۳- نتایج بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید محصول پرتقال شهرستان قائم‌شهر

نوع بهره‌وری	شاخص	واحد	میانگین	حداقل	حداکثر
بهره‌وری فیزیکی آب	CPD	(kg/m ³)	۶.۹۳	۱.۴۸	۳۶.۷۴
بهره‌وری اقتصادی آب	BPD	(ریال/m ³)	۴۷۵۰۰	۱۱۱۱۰	۱۷۷۱۵۰
	NBPD (نرخ بهره ۱۰ درصد)	(ریال/m ³)	۲۹۰۰۰	۲۴۲۶	۱۰۴۰۶۷
	NBPD (نرخ بهره ۱۲ درصد)	(ریال/m ³)	۲۸۰۰۰	۱۹۳۲	۱۰۲۰۵۸
	NBPD (نرخ بهره ۱۵ درصد)	(ریال/m ³)	۲۶۶۰۰	۶۷۷	۹۹۰۴۳

مأخذ: محاسبات تحقیق

محصول پرتقال در سه نرخ بهره ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصد محاسبه گردیده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد میانگین آن در نرخ‌های بهره ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصد به ترتیب معادل ۲۹۰۰۰، ۲۸۰۰۰ و ۲۶۶۰۰ ریال به ازای هر مترمکعب است. این نتایج همچنین نشان می‌دهد هرچه که نرخ بهره افزایش می‌یابد به علت افزایش هزینه یکنواخت سالیانه، هزینه کل تولید افزایش یافته و بهره‌وری اقتصادی آب کاهش می‌یابد.

نتایج بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری فیزیکی آب

در این مطالعه جهت بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری فیزیکی آب از مدل‌های مختلف رگرسیونی استفاده شده است. جهت انتخاب مدل برتر رگرسیونی علاوه بر آماره R^2 ، R^2 تعدیل شده و تعداد ضرایب معنی‌دار از آزمون‌های J و JA نیز استفاده شده است که نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است.

همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد میانگین بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی برای محصول پرتقال شهرستان قائم‌شهر معادل ۶/۹ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمده است. این به معنی آن است که به‌طور متوسط در ازای استفاده هر مترمکعب آب معادل ۶/۹ کیلوگرم محصول پرتقال در شهرستان قائم‌شهر تولید شده است. همچنین طبق نتایج به دست آمده کمترین میزان بهره‌وری فیزیکی در بین باغداران ۱/۴۸ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب و بالاترین میزان بهره‌وری فیزیکی معادل ۳۶/۷ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب بوده است. این اختلاف به دلیل اختلاف در آب آبیاری و تولید پرتقال باغداران منطقه است. برخی از باغداران به دلیل وجود بارندگی کافی آب کمتری استفاده می‌نمایند.

نتایج شاخص BPD نشان می‌دهد که میانگین بهره‌وری اقتصادی آب (درآمد ناخالص به ازای هر واحد آب مصرفی) معادل ۴۷۵۰۰ ریال به ازای هر مترمکعب است. مطابق جدول شماره (۳) نتایج شاخص NBPD برای

جدول ۴- مقایسه مدل‌های مختلف بهره‌وری فیزیکی جهت انتخاب فرم برتر

بهره‌وری فیزیکی آب (CPD)	R^2	R^2 تعدیل شده	F	تعداد ضرایب معنی‌دار
لگاریتمی	۰/۷۹	۰/۷۸	۱۲۰/۰۲	۵
لگاریتمی - خطی	۰/۷۶	۰/۷۵	۹۹/۰۴	۵
خطی - لگاریتمی	۰/۷۸	۰/۷۲	۷۳/۰۶	۴
خطی	۰/۶۴	۰/۶۳	۴۶/۸	۴

مأخذ: محاسبات تحقیق

(مدل‌های متداخل) دو مدل لگاریتمی و خطی - لگاریتمی انتخاب می‌گردد. جهت مقایسه بین مدل‌های لگاریتمی و خطی - لگاریتمی (مدل‌های غیرمتداخل) از آزمون J استفاده گردید که نتایج آن در جدول (۵) ارائه شده است.

همان‌گونه که در جدول (۴) ملاحظه می‌گردد با توجه به آماره R^2 تعدیل شده و تعداد ضرایب معنی‌دار از بین چهار مدل لگاریتمی، لگاریتمی - خطی، خطی - لگاریتمی و خطی در بین مدل‌های با متغیر وابسته یکسان

جدول ۵- نتایج آزمون J جهت انتخاب شکل مناسب برای بهره‌وری فیزیکی آب (شاخص CPD)

فرضیه صفر	فرضیه جایگزین	سطح معنی‌داری آزمون J	نتیجه آزمون
پذیرش شکل خطی- لگاریتمی	پذیرش شکل لگاریتمی	۰/۰۰	رد فرضیه صفر
پذیرش شکل لگاریتمی	پذیرش شکل خطی- لگاریتمی	۰/۰۶۱	پذیرش فرضیه صفر

مأخذ: محاسبات تحقیق

مدل بهره‌وری فیزیکی (شاخص CPD) معادل ۰/۳۹ محاسبه شد که چون بالاتر از ۰/۰۵ است بنابراین مدل مشکل ناهمسانی واریانس ندارد. از عامل افزایش واریانس (VIF) نیز جهت بررسی عدم وجود هم‌خطی در این مطالعه استفاده گردید. با توجه به پایین بودن میزان VIF مشکل هم‌خطی نیز در این مدل مشاهده نشد. نتایج بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری فیزیکی آب (شاخص CPD) در جدول (۶) ارائه شده است.

همان‌گونه که در جدول (۵) ملاحظه می‌گردد سطح معنی‌داری آزمون J بالاتر از ۰/۰۵ به دست آمد که موجب می‌شود فرض H_0 مبنی بر پذیرش مدل لگاریتمی را نتوان رد کرد. بر این اساس مدل لگاریتمی به‌عنوان مدل برتر برای بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری فیزیکی آب (شاخص CPD) انتخاب شد. برای بررسی آزمون‌های نقض فروض رگرسیون کلاسیک از آزمون وایت (White) جهت بررسی ناهمسانی واریانس استفاده شد که سطح معنی‌داری (Prob) آن برای

جدول ۶- نتایج مدل لگاریتمی بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری فیزیکی آب (شاخص CPD)

متغیر	توضیحات	ضرایب	آماره t	سطح معنی‌داری
C	عرض از مبدأ	۸/۰۳	۱۸/۳	۰/۰۰۰
X8	دبی چاه	-۰/۹۸***	-۲۱/۸	۰/۰۰۰
X9	تعداد روز استفاده از چاه در سال	-۰/۱۱*	-۱/۹۰	۰/۰۶۰
X12	زمان صرف شده جهت هر نوبت آبیاری	-۱/۰۷***	-۱۱/۴	۰/۰۰۰
X13	تعداد دفعات آبیاری	-۱/۰۰۲***	-۱۳/۵	۰/۰۰۰
X18	هزینه سم	-۰/۱۲***	۳/۵	۰/۰۰۱۰

$R^2 = 0.79$ Adjusted $R^2 = 0.78$ $F = 120.08$ prob $F = 0$ $DW = 1.52$

منبع: یافته‌های تحقیق *، ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪

مدت زمان صرف شده جهت آبیاری، بهره‌وری فیزیکی آب ۱/۰۷ درصد کاهش پیدا می‌کند، ضریب متغیر تعداد دفعات آبیاری معادل ۱/۰۰۲- است که بیان می‌دارد به ازای افزایش یک درصدی در تعداد دفعات آبیاری ۱/۰۰۲ درصد از شاخص بهره‌وری فیزیکی آب کاسته می‌شود. ضریب هزینه سم نیز معادل ۰/۱۲ است که بیان می‌کند اگر هزینه خرید سموم یک درصد افزایش یابد بهره‌وری فیزیکی آب محصول نیز ۰/۱۲ درصد افزایش می‌یابد.

میزان R^2 تعدیل شده برابر با ۰/۷۸ نیز بیانگر آن است که ۷۸ درصد از تغییرات بهره‌وری فیزیکی آب ناشی از متغیرهای معنی‌داری است که در مدل لحاظ شده است، به عبارت دیگر متغیرهای دبی چاه، مدت زمان صرف شده

همان‌گونه که در جدول (۶) ملاحظه می‌گردد از بین متغیرهای مورد بررسی برای بهره‌وری فیزیکی آب تعداد چهار متغیر (دبی چاه، مدت زمان صرف شده جهت هر نوبت آبیاری، تعداد دفعات آبیاری و هزینه سم) در سطح یک درصد معنی‌دار شدند. این مهم بیانگر آن است که این عوامل با ضریب اطمینان ۹۹ درصد بر روی بهره‌وری فیزیکی آب تأثیرگذار می‌باشند. مقدار ضریب متغیر دبی چاه معادل ۰/۹۸ است که بیان می‌کند به ازای یک درصد افزایش در دبی چاه بهره‌وری فیزیکی آب محصول به اندازه ۰/۹۸ درصد کاهش پیدا می‌کند، ضریب متغیر مدت‌زمان صرف شده جهت هر نوبت آبیاری معادل ۱/۰۷- است که نشان می‌دهد به ازای افزایش یک درصدی

گرفت. نتایج برآورد مدل‌های مختلف جهت بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی در جدول (۷) ارائه شده است. همان‌گونه که در جدول (۷) ملاحظه می‌گردد با توجه به آماره R^2 تعدیل شده و تعداد متغیرهای معنی‌دار از بین چهار مدل لگاریتمی، لگاریتمی-خطی، خطی-لگاریتمی و خطی در بین مدل‌های با متغیر وابسته یکسان دو مدل لگاریتمی و خطی-لگاریتمی انتخاب می‌گردد. جهت مقایسه بین این دو مدل در هر حالت از آزمون J استفاده گردید که نتایج آن در جدول (۸) ارائه شده است.

جهت آبیاری، تعداد دفعات آبیاری و هزینه سم ۷۸ درصد از تغییرات بهره‌وری فیزیکی آب را توضیح می‌دهند. بیشترین و کمترین تأثیر نیز به ترتیب مربوط به متغیرهای مدت زمان صرف شده جهت آبیاری و دبی چاه است.

نتایج بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی آب

جهت بررسی بهره‌وری اقتصادی آب از دو شاخص BPD و NBPD استفاده شد. شاخص NBPD نیز در سه نرخ بهره ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصد مورد بررسی قرار

جدول ۷- مدل‌های مختلف برآوردی جهت بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی آب

تعداد ضرایب معنی‌دار	F	R^2 تعدیل شده	R^2	مدل‌های برآوردی	شاخص بهره‌وری اقتصادی
۷	۴۵/۱	۰/۶۸	۰/۷۰	لگاریتمی	BPD
۸	۴۱/۹	۰/۶۷	۰/۶۸	لگاریتمی - خطی	
۸	۳۳/۱	۰/۶۴	۰/۶۶	خطی - لگاریتمی	
۹	۳۰	۰/۶۱	۰/۶۳	خطی	
۹	۳۶/۹	۰/۶۶	۰/۶۸	لگاریتمی	NBPD10 در نرخ بهره ۱۰ درصد
۸	۳۹/۳	۰/۶۵	۰/۶۷	لگاریتمی - خطی	
۹	۳۱/۰۲	۰/۶۲	۰/۶۴	خطی - لگاریتمی	
۸	۲۹/۷	۰/۶۱	۰/۶۳	خطی	
۹	۳۵/۳	۰/۶۵	۰/۶۷	لگاریتمی	NBPD12 در نرخ بهره ۱۲ درصد
۸	۲۷/۶	۰/۶۲۳	۰/۶۵	لگاریتمی - خطی	
۹	۳۰/۲	۰/۶۲۰۲	۰/۶۴	خطی - لگاریتمی	
۸	۲۹/۱	۰/۶۱	۰/۶۳	خطی	
۹	۳۱/۹	۰/۶۳	۰/۶۵	لگاریتمی	NBPD15 در نرخ بهره ۱۵ درصد
۹	۲۳/۴	۰/۶۰۵	۰/۶۳	لگاریتمی - خطی	
۹	۲۸/۷	۰/۶۰۷	۰/۶۳	خطی - لگاریتمی	
۹	۲۵/۶	۰/۶۰۴	۰/۶۳	خطی	

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۸- نتایج آزمون J جهت انتخاب فرم برتر در بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی

نتیجه آزمون	سطح معنی‌داری آزمون J	فرضیه جایگزین	فرضیه صفر	شاخص بهره‌وری اقتصادی
رد فرضیه صفر	۰/۰۰	پذیرش شکل لگاریتمی	پذیرش شکل خطی - لگاریتمی	BPD
پذیرش فرضیه صفر	۰/۱۸	پذیرش شکل خطی - لگاریتمی	پذیرش شکل لگاریتمی	
رد فرضیه صفر	۰/۰۰	پذیرش شکل لگاریتمی	پذیرش شکل خطی-لگاریتمی	NBPD10 در نرخ بهره ۱۰ درصد
پذیرش فرضیه صفر	۰/۰۹۹	پذیرش شکل خطی - لگاریتمی	پذیرش شکل لگاریتمی	
رد فرضیه صفر	۰/۰۰۱۴	پذیرش شکل لگاریتمی	پذیرش شکل خطی - لگاریتمی	NBPD12 در نرخ بهره ۱۲ درصد
پذیرش فرضیه صفر	۰/۱۹	پذیرش شکل خطی - لگاریتمی	پذیرش شکل لگاریتمی	
رد فرضیه صفر	۰/۰۰	پذیرش شکل لگاریتمی	پذیرش شکل خطی - لگاریتمی	NBPD15 در نرخ بهره ۱۵ درصد
پذیرش فرضیه صفر	۰/۶۱	پذیرش شکل خطی - لگاریتمی	پذیرش شکل لگاریتمی	

مأخذ: محاسبات تحقیق

نشده. نتایج بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی آب در جداول (۹) و (۱۰) ارائه شده است.

نتایج بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص BPD) در جدول (۹) ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد از بین متغیرهای مورد بررسی تعداد هفت متغیر در سطح یک درصد بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص BPD) تأثیر معنی‌داری دارند. متغیرهای تعداد روزهای استفاده از چاه، فاصله درختان، هزینه کود مصرفی و هزینه سم مصرفی که باعث افزایش عملکرد محصول می‌گردند تأثیر مثبت و معنی‌دار بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص BPD) دارند. متغیرهای دبی چاه آب، مدت زمان صرف شده جهت آبیاری و تعداد دفعات آبیاری نیز به علت افزایش میزان مصرف آب تأثیر منفی و معنی‌داری بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص BPD) دارند. متغیر سن باروری درختان نیز به علت اینکه با افزایش سن درختان عملکرد کاهش می‌یابد تأثیر منفی بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص BPD) دارد.

همان‌گونه که در جدول (۸) ملاحظه می‌گردد در تمام مدل‌های فوق برای فرض H_0 مبنی بر پذیرش مدل لگاریتمی، سطح معنی‌داری آزمون J بالاتر از ۰/۰۵ به دست آمد که موجب می‌شود فرض H_0 رد نشود. بر این اساس مدل لگاریتمی به‌عنوان مدل برتر برای بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی در حالت‌های مختلف انتخاب گردید. برای بررسی آزمون‌های نقض فروض رگرسیون کلاسیک از آزمون وایت (White) جهت بررسی ناهمسانی واریانس استفاده شد که سطح معنی‌داری (Prob) آن برای مدل بهره‌وری اقتصادی شاخص BPD معادل ۰/۰۵۸، شاخص NBPD در نرخ بهره ۱۰ درصد معادل ۰/۲۹، شاخص NBPD در نرخ بهره ۱۲ درصد معادل ۰/۲۶ و شاخص NBPD در نرخ بهره ۱۵ درصد معادل ۰/۲۲ محاسبه شد. چون بالاتر از ۰/۰۵ است بنابراین هیچ‌یک از مدل‌های مورد بررسی مشکل ناهمسانی واریانس ندارد. از عامل افزایش واریانس (VIF) نیز جهت بررسی عدم وجود هم‌خطی در این مطالعه استفاده گردید. با توجه به پایین بودن میزان VIF مشکل هم‌خطی نیز در این مدل‌ها مشاهده

جدول ۹- نتایج مدل لگاریتمی بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص BPD)

متغیر	توضیحات	ضرایب	آماره t	سطح معنی‌داری
C	عرض از مبدأ	۴/۵۱	۷/۴	۰/۰۰۰
Log(X8)	دبی چاه	-۰/۸۳***	-۱۴/۰	۰/۰۰۰
Log(X9)	تعداد روزهای استفاده از چاه	۰/۳۶۶***	۴/۷	۰/۰۰۰
Log(X11)	سن باروری درخت	-۰/۱۷**	-۱/۲	۰/۲۴۰
Log(X12)	زمان صرف شده جهت آبیاری	-۰/۷۳***	-۵/۹	۰/۰۰۰
Log(X13)	تعداد دفعات آبیاری	-۰/۸۷***	-۹/۰	۰/۰۰۰
Log(X16)	فاصله درختان	۰/۶۷***	۳/۶	۰/۰۰۰
Log(X17)	هزینه کود مصرفی	۰/۲۰۳***	۳/۱	۰/۰۰۲
Log(X18)	هزینه سم مصرفی	۰/۳۳***	۴/۴	۰/۰۰۰
	prob F = 0	F = 45.1	Adjusted R ² = 0.68	R ² = 0.70
	DW = 1.99			

مأخذ: یافته‌های تحقیق

* و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪

(شاخص BPD) ۰/۳۶۶ درصد افزایش می‌یابد، ضریب متغیر مدت زمان صرف شده جهت آبیاری ۰/۷۲-، تعداد دفعات آبیاری ۰/۸۷- و فاصله درختان ۰/۶۷ است. ضریب کود و سم مصرفی نیز به ترتیب معادل ۰/۲۰۳ و ۰/۳۳ است که نشان‌دهنده افزایش ۰/۲۰۳ و ۰/۳۳ درصدی بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص BPD) در برابر افزایش یک

میزان ضریب متغیر دبی چاه معادل ۰/۸۳- است که بیان می‌کند با افزایش یک درصدی در میزان دبی چاه بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص BPD) معادل ۰/۸۳ درصد کاهش می‌یابد. ضریب متغیر تعداد روزهای استفاده از چاه ۰/۳۶۶ است که نشان می‌دهد در مقابل افزایش یک درصدی در روزهای استفاده از چاه بهره‌وری اقتصادی آب

درصدی هزینه خرید کود و سم است. میزان R^2 تعدیل شده برابر با ۰/۶۸ نیز بیانگر آن است که ۶۸ درصد تغییرات بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص BPD) ناشی از متغیرهای معنی‌داری است که در مدل لحاظ شده است، به عبارت دیگر متغیرهای دبی چاه آب، تعداد روزهای استفاده از چاه، مدت‌زمان صرف شده جهت آبیاری، تعداد دفعات آبیاری، فاصله درختان، هزینه کود و سم مصرفی ۶۸ درصد تغییرات بهره‌وری اقتصادی آب شاخص BPD را توضیح می‌دهند.

نتایج بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص NBPD) در نرخ‌های بهره ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصد در جدول (۱۰) ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد از بین متغیرهای مورد بررسی تعداد هشت متغیر در سطح یک و پنج درصد بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص NBPD) با نرخ بهره ۱۰ درصد تأثیر معنی‌داری دارند. متغیرهای تعداد روزهای استفاده از چاه، سن باروری درختان، فاصله درختان، هزینه کود مصرفی و هزینه سم مصرفی که باعث افزایش عملکرد محصول می‌گردد تأثیر مثبت و معنی‌دار بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص

NBPD) با نرخ بهره ۱۰ درصد) دارند. متغیرهای دبی چاه آب، مدت‌زمان صرف شده جهت آبیاری و تعداد دفعات آبیاری نیز به علت افزایش میزان مصرف آب تأثیر منفی و معنی‌داری بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص NBPD) با نرخ بهره ۱۰ درصد) دارند. متغیر سن باروری درختان نیز به علت اینکه با افزایش سن درختان عملکرد کاهش می‌یابد لذا تأثیر منفی بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص NBPD) با نرخ بهره ۱۰ درصد دارد.

نتایج جدول (۱۰) همچنین نشان می‌دهد که از بین متغیرهای مورد بررسی تعداد هشت متغیر در سطح یک و پنج درصد بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص NBPD) با نرخ بهره ۱۲ درصد تأثیر معنی‌داری دارند.

متغیرهای تعداد روزهای استفاده از چاه، فاصله درختان، هزینه کود مصرفی و هزینه سم مصرفی تأثیر مثبت و متغیرهای دبی چاه آب، سن باروری درختان، مدت‌زمان صرف شده جهت آبیاری و تعداد دفعات آبیاری تأثیر منفی بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص NBPD) با نرخ بهره ۱۲ درصد دارند.

جدول ۱۰- نتایج مدل لگاریتمی بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص NBPD) در نرخ‌های بهره مختلف

نرخ بهره	متغیر	توضیحات	ضرایب	آماره t	سطح معنی‌داری
۱۰ درصد	C	عرض از مبدأ	۳/۹۴	۵/۹۰	/۰۰۰
	Log(X8)	دبی چاه	-۰/۸۳***	-۱۲/۸	/۰۰۰
	Log(X9)	تعداد روزهای استفاده از چاه	۰/۴۲***	۵/۰۶	/۰۰۰
	Log(X10)	سن درختان	۰/۱۶*	۱/۷	/۰۰۸۲
	Log(X11)	سن باروری درختان	-۰/۴۵***	-۲/۰۲	/۰۰۴۴
	Log(X12)	زمان صرف شده جهت آبیاری	-۰/۶۹***	-۵/۱۲	/۰۰۰
	Log(X13)	تعداد دفعات آبیاری	-۰/۸۷***	-۸/۲	/۰۰۰
	Log(X16)	فاصله درختان	۰/۷۹***	۳/۹	/۰۰۰
	Log(X17)	هزینه کود مصرفی	۰/۲۴***	۳/۴	/۰۰۰
	Log(X18)	هزینه سم مصرفی	۰/۲۸***	۳/۴	/۰۰۰
R ² = 0.68		Adjusted R ² = 0.66	F = 36.9	prob F = 0	
۱۲ درصد	C	عرض از مبدأ	۳/۸۰	۵/۵	/۰۰۰
	Log(X8)	دبی چاه	-۰/۸۳***	-۱۲/۴	/۰۰۰
	Log(X9)	تعداد روزهای استفاده از چاه	۰/۴۳***	۵/۰	/۰۰۰
	Log(X10)	سن درختان	۰/۱۸*	۱/۸	/۰۰۶۹
	Log(X11)	سن باروری درختان	-۰/۴۷**	-۲/۰	/۰۰۴۰
	Log(X12)	زمان صرف شده جهت آبیاری	-۰/۶۷***	-۴/۸	/۰۰۰
	Log(X13)	تعداد دفعات آبیاری	-۰/۸۷***	-۷/۹	/۰۰۰
	Log(X16)	فاصله درختان	۰/۸۱	۳/۹	/۰۰۰
	Log(X17)	هزینه کود مصرفی	۰/۲۵	۳/۵	/۰۰۰
	Log(X18)	هزینه سم مصرفی	۰/۲۶	۳/۲	/۰۰۲
R ² = 0.67		Adjusted R ² = 0.65	F = 35.3	prob F = 0	
۱۵ درصد	C	عرض از مبدأ	۳/۵۶	۴/۸	/۰۰۰
	Log(X8)	دبی چاه	-۰/۸۳***	-۱۱/۶	/۰۰۰
	Log(X9)	تعداد روزهای استفاده از چاه	۰/۴۵***	۴/۹	/۰۰۰
	Log(X10)	سن درختان	۰/۲۱**	۱/۹	/۰۰۵۰
	Log(X11)	سن باروری درختان	-۰/۵۲**	-۲/۱	/۰۰۳۶
	Log(X12)	زمان صرف شده جهت آبیاری	-۰/۶۳***	-۴/۲	/۰۰۰
	Log(X13)	تعداد دفعات آبیاری	-۰/۸۷***	-۷/۳	/۰۰۰
	Log(X16)	فاصله درختان	۰/۸۶***	۳/۸	/۰۰۰
	Log(X17)	هزینه کود مصرفی	۰/۲۷***	۳/۵	/۰۰۰
	Log(X18)	هزینه سم مصرفی	۰/۲۴***	۲/۷	/۰۰۰۷
R ² = 0.65		Adjusted R ² = 0.63	F = 31.9	prob F = 0	

*، **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪

مأخذ: یافته‌های تحقیق

منفی بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص NBPD) با نرخ بهره ۱۵ درصد دارند.

نتایج بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص NBPD) در نرخ‌های بهره مختلف نشان می‌دهد که با افزایش نرخ بهره متغیر سن درختان به علت کاهش هزینه یکنواخت سالیانه تأثیر مثبت و معنی‌داری بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص NBPD) دارد. نتایج نشان می‌دهد با افزایش یک درصدی در سن درختان بهره‌وری

نتایج جدول (۱۰) همچنین نشان می‌دهد که از بین متغیرهای مورد بررسی تعداد نه متغیر در سطح یک و پنج درصد بر روی بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص NBPD) با نرخ بهره ۱۵ درصد تأثیر معنی‌داری دارند. متغیرهای تعداد روزهای استفاده از چاه، سن درختان، فاصله درختان، هزینه کود مصرفی و هزینه سم مصرفی تأثیر مثبت و متغیرهای دبی چاه آب، سن باروری درختان، مدت زمان صرف شده جهت آبیاری و تعداد دفعات آبیاری تأثیر

اقتصادی آب (شاخص NBPD) با نرخ بهره ۱۵ درصد به میزان ۰/۲۱ درصد افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه میزان بهره‌وری فیزیکی (CPD) محصول پرتقال در شهرستان قائم‌شهر به طور میانگین معادل ۶/۹ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب محاسبه گردید. نتایج نشان می‌دهد بهره‌وری فیزیکی محصول پرتقال در شهرستان قائم‌شهر بیشتر از بهره‌وری فیزیکی محصول پرتقال در شهرستان دزفول (۱/۸۲ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب) بر اساس مطالعه ملارضا قصاب و همکاران (۱۳۹۹) است. بهره‌وری اقتصادی نیز با دو شاخص BPD و NBPD محاسبه شد که نتایج شاخص BPD نشان می‌دهد که تولیدکنندگان پرتقال شهرستان قائم‌شهر به طور میانگین به ازای هر مترمکعب آب معادل ۴۷۵۰۰ ریال درآمد ناخالص به دست می‌آورند. بهره‌وری اقتصادی محصول پرتقال در شهرستان قائم‌شهر نیز بیشتر از بهره‌وری اقتصادی محصول پرتقال در شهرستان دزفول (۴۵/۹ هزار ریال به ازای هر مترمکعب) بر اساس مطالعه ملارضا قصاب و همکاران (۱۳۹۹) است. نتایج شاخص NBPD نیز بیان می‌کند که در سه نرخ بهره ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصد به ترتیب معادل ۲۹۰۰۰، ۲۸۰۰۰ و ۲۶۶۰۰ ریال درآمد خالص نصیب تولیدکنندگان پرتقال شهرستان قائم‌شهر می‌گردد. همچنین این نتایج بیان‌گر آن است که با افزایش نرخ بهره تسهیلات اعطایی به بخش کشاورزی به علت افزایش هزینه یکنواخت سالیانه و به تبع آن افزایش هزینه کل تولید، بهره‌وری اقتصادی آب کاهش می‌یابد.

بررسی نتایج عوامل تأثیرگذار بر روی بهره‌وری فیزیکی آب نشان داد که چهار متغیر، تعداد دفعات آبیاری، مدت زمان صرف شده جهت آبیاری، تعداد روزهای استفاده از چاه و دبی چاه تأثیر منفی بر روی بهره‌وری فیزیکی آب (شاخص CPD) دارند. این بدان معنی است که بایستی از نهاده آب و استفاده از آن در آبیاری درختان پرتقال به‌طور بهینه و موردنیاز درخت استفاده شود به‌عبارت‌دیگر از

آبیاری با روش‌های سنتی پرهیز گردد و از روش‌های آبیاری نوین استفاده گردد، چون استفاده بیش از اندازه از این نهاده در روند تولید تأثیر منفی بر بهره‌وری آب دارد. این نتیجه با نتایج کرمی و همکاران (۱۳۸۸)، ملارضا قصاب و همکاران (۱۳۹۹)، محمدپور هنگروانی و ارسالان بد (۱۳۹۴) و سان و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. اما متغیر سم مصرفی اثر مثبت بر بهره‌وری آب دارد که نشان می‌دهد هر چه بیشتر در روند تولید برای جلوگیری از آفات و بیماری‌هایی که موجب کاهش عملکرد محصول در واحد سطح می‌شوند از سموم شیمیایی مناسب استفاده گردد، موجب بهبود عملکرد در بهره‌وری فیزیکی محصول پرتقال می‌گردد.

نتایج بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی آب (شاخص BPD) نشان داد که متغیرهای تعداد دفعات آبیاری، مدت زمان صرف شده جهت آبیاری و دبی چاه تأثیر منفی بر بهره‌وری اقتصادی آب دارد که بیان می‌دارد با افزایش این متغیرها میزان آب مصرفی افزایش یافته ولی تأثیر زیادی بر افزایش عملکرد نداشته است، لذا به علت افزایش هزینه تولید باعث کاهش بهره‌وری اقتصادی آب می‌گردد که نشان‌دهنده استفاده غیربهینه از منابع آب در تولید این محصولات است. متغیرهای هزینه کود و هزینه سموم شیمیایی نیز دارای ضرایب مثبت هستند، بدین معنی که هر اندازه بیشتر و مناسب‌تر از سموم و کودهای شیمیایی در مراحل کاشت و داشت و برداشت محصول استفاده گردد، عملکرد محصول افزایش یافته و موجب افزایش درآمد ناخالص می‌گردد که بر بهره‌وری اقتصادی تأثیر مثبت دارد. این نتیجه با نتایج اوباسی و همکاران (۲۰۱۳) و رحمان و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. ضریب مثبت متغیر روزهای استفاده از چاه آب نیز حاکی از آن است که هرچه تعداد روزهای استفاده از چاه آب جهت آبیاری باغات بیشتر باشد طول دوره آبیاری افزایش یافته و باعث می‌شود نیاز آبی محصول در تمام دوره تولید تأمین شود، لذا باعث افزایش بهره‌وری اقتصادی آب می‌گردد.

نتایج بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری اقتصادی

اقتصادی آب پیشنهاد می‌شود که باغداران به صورت بهینه از این دو نهاده در روند کاشت، داشت و برداشت محصول پرتقال استفاده کنند، زیرا استفاده بجا و اصولی از این نهاده‌ها موجب افزایش تولید و در نهایت افزایش درآمد ناخالص باغدار می‌گردد.

با توجه به تأثیر منفی دبی چاه، تعداد دفعات آبیاری و مدت زمان آبیاری بر بهره‌وری اقتصادی آب، پیشنهاد می‌گردد آبیاری درختان توسط باغداران متناسب با نیاز درخت باشد، زیرا آبیاری بیش از اندازه و نیاز درختان سبب تأثیر منفی بر عملکرد نهایی محصول و کیفیت آن می‌شود و همچنین مصرف آب را افزایش می‌دهد که باعث کاهش بهره‌وری اقتصادی آب می‌گردد.

با توجه به اینکه با افزایش نرخ بهره میزان بهره‌وری اقتصادی آب کاهش می‌یابد پیشنهاد می‌گردد تسهیلات ارزان قیمت از سوی دولت در اختیار باغداران قرار گیرد تا با نصب تجهیزات آبیاری نوین و به‌کارگیری آن میزان بهره‌وری اقتصادی آب افزایش یابد.

با عنایت به مهم بودن آب و کمبود این نهاده ارزشمند و نیز توجه به موضوع امنیت غذایی جهت افزایش آگاهی باغداران و مسئولان امر، تکرار مطالعات میدانی در سایر مناطق توصیه می‌گردد.

آب (شاخص NBPD) در سه نرخ بهره مختلف ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصد نیز نشان می‌دهد که متغیرهای تعداد دفعات آبیاری، مدت زمان آبیاری و دبی چاه تأثیر منفی بر بهره‌وری اقتصادی آب دارد. استفاده بیش از اندازه از این سه متغیر علاوه بر افزایش میزان آب مصرفی سبب می‌شود هزینه استفاده از چاه آب جهت استخراج آب از منابع زیرزمینی افزایش یابد، در نتیجه هزینه کل افزایش می‌گردد که تأثیر منفی در بهره‌وری اقتصادی آب می‌گذارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که متغیر سن درختان بر بهره‌وری اقتصادی آب تأثیر مثبت دارد و با افزایش نرخ بهره میزان اثرگذاری آن بیشتر می‌شود. این مهم نشان‌دهنده آن است که هرچه سن درخت بیشتر باشد محصول بیشتری به دست می‌آید و درآمد ناخالص کشاورز افزایش می‌یابد. ضریب منفی سن باروری درختان نیز بیان می‌کند که هر چه زمان باروری درخت بیشتر به طول بیانجامد، کشاورز در زمان دیرتری به سود لازم از فروش محصولات خود می‌رسد و لذا بر بهره‌وری اقتصادی آب تأثیر منفی دارد. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه پیشنهادهای زیر در راستای افزایش بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در تولید محصول پرتقال ارائه می‌گردد:

با توجه به نتایج حاصل شده از تحقیق و تأثیر مثبت ضرایب دو متغیر کود و سم در بهبود بهره‌وری

فهرست منابع

۱. احسانی، م. و خالدی، ه. ۱۳۸۲. بهره‌وری آب کشاورزی، نشریه کمیته آبیاری و زهکشی. شماره ۸۲: ۱۰۹.
۲. ارقامی، ن، سنجر، ر و بزرگ نیا، ا، (۱۳۸۰). مقدمه‌ای بر بررسی‌های نمونه‌ای. (تألیف: شیفر، مندنهال و آوت) چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۳. اسکونژاد، م. م. ۱۳۷۹. اقتصاد مهندسی یا ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی. چاپ سیزدهم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
۴. اکرمی، ا. ح؛ حیاتی، ب؛ احسانی، م؛ عادل‌ساردویی، م. و رضایی، س. (۱۳۸۸). عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب در کشت نیشکر (مطالعه موردی: کشت و صنعت امام خمینی). دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۵ و ۶ اسفند ۱۳۸۸: ۱۲۳-۱۳۳.
۵. بهرامی، م، خلیلیان، ص، مرتضوی، س. ا. و اسعدی، م. ع. ۱۳۹۷. بررسی بهره‌وری فیزیکی مصرف آب کشاورزی در استان‌های منتخب ایران. مطالعه موردی محصول گندم. نشریه آبیاری و زهکشی ایران.

شماره ۱۵۱۸: ۶-۱۵۱۱.

۶. جوان، ج. و فال سلیمان، م. ۱۳۸۷. بحران آب و لزوم توجه به بهره‌وری آب کشاورزی در نواحی خشک. مطالعه موردی دشت بیرجند. جغرافیا و توسعه. شماره ۱۱: ۱۱۵-۱۳۸.
۷. رجایی، ی. و کتابیان، ش. ۱۳۹۲. تخمین تابع تولید و بررسی بهره‌وری عوامل تولید محصول زیتون استان زنجان. مطالعه موردی شهرستان طارم. فصلنامه اقتصاد کاربردی. سال چهارم: ۳۵-۲۵.
۸. روستا، ا. ۱۳۸۹. بررسی بهره‌وری آب کشاورزی در مناطق دچار خشکسالی مطالعه موردی شهرستان مرودشت. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، ۲۷ و ۲۸ بهمن ۱۳۸۹: ۱-۵.
۹. زید علی، س.، خالدی، ه. و خلقى، م. ۱۳۸۱. بررسی وضعیت بهره‌وری آب در شبکه آبیاری و زهکشی مغان. یازدهمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۴۳۲-۴۱۹.
۱۰. زمانی، ا.، مرتضوی، س. و بلالی، ح. ۱۳۹۳. بررسی بهره‌وری اقتصادی آب در محصولات مختلف زراعی در دشت بهار. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ب. جلد ۲۸. شماره ۱: ۶۱-۵۱.
۱۱. عبادی، ه.، سرجاز، م. و غلامی سفیدکوهی، م. ع. ۱۳۹۴. تعیین عمق‌های آستانه‌ای آب آبیاری برای تولید مرکبات در مناطق مرطوب ایران. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. جلد ۹، شماره ۶: ۹۱۸-۹۲۶.
۱۲. عباسی، ف.؛ ناصری، ا.؛ رضوانی، م. و همکاران (۱۳۹۹). ارزیابی آب کاربردی و بهره‌وری آب در تاکستان‌های کشور. تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، ۲۱ (۸۰): ۱۴۸-۱۳۳.
۱۳. عزیزاده دیزج، ا. و ابراهیمیان، ح. ۱۳۹۶. بررسی اثر آبیاری تکمیلی و تاریخ کاشت بر بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب مصرفی گیاهان گندم و جو در شرایط دیم ارومیه. نشریه زراعت دیم ایران. دوره ۶. شماره ۲. اسفند ۱۳۹۶.
۱۴. علی حوری، م. (۱۳۹۶). مسائل و چالش‌های افزایش بهره‌وری آب در نخیلات کشور. نشریه علمی - ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی، ۶(۲): ۹۷-۱۱۰.
۱۵. کریمی، م. و جلینی، م. ۱۳۹۶. بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات مهم زراعی، مطالعه موردی: دشت مشهد (یادداشت فنی). نشریه آب و توسعه پایدار. سال چهارم. شماره ۱: ۱۳۳-۱۳۸.
۱۶. محمدپورهنگروانی، م. و ارسلان بد، م. ر. ۱۳۹۵. بررسی و برآورد بهره‌وری اقتصادی آب در کشاورزی (مطالعه‌ی موردی گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی در شهرستان ارومیه). کنفرانس بین‌المللی توسعه با محوریت کشاورزی، محیط زیست و گردشگری، ۲۵ و ۲۶ شهریور ۱۳۹۴، تبریز: ۱-۱۴.
۱۷. ملارضا قصاب، ف.؛ عبدشاهی، ع. و مرزبان، ا. (۱۳۹۹). تعیین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب کشاورزی: مطالعه موردی شهرستان دزفول. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۲۱ (۳): ۷۲-۴۹.
18. Bayat, M. A., and Babazadeh, H. 2014. Evaluation of Water Use Productivity Indicators in the Main Agricultural Products of Iran. *Journal of Water Sciences Research*. 6. 1:17-29.
19. Belloumi, M. and Matoussi, M. S. 2006. Date yield and water productivity in Nefzaoua Oases of Tunisia: a comparative analysis. *New Medit*, 2: 52-60.
20. Cao, X.; Wang, Y.; Wu, P. and Zhao, X. (2015). Water productivity evaluation for grain crops in irrigated regions of China, *Ecological Indicators*, 55: 107-117.
21. Doran, H. (1993). Testing nonnested models. *American Journal of Agricultural Economics*, February: 95-103.
22. García-Tejero, I.; Romero-Vicente, R.; Jiménez-Bocanegra, J.A.; Martínez-García, G.; Durán-Zuazo, V.H. and Muriel-Fernández, J.L. 2010. Response of citrus trees to deficit

- irrigation during different phenological periods in relation to yield, fruit quality, and water productivity, *Agricultural Water Management*, 97 (5): 689-699.
23. Ghrab, M., Masmoudi, M.M. and Ben Mechlia, N. (2017). Water productivity in fruit trees orchards under water scarcity. *Acta Hort.* 1150, 317-322.
Doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1150.45
24. Mahmoodzadeh Varzi, M., and OAD, R. (2018). Sorghum-Sudangrass water Productivity under subsurface drip irrigation. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com).
25. Obasi, P., Henri, A., Ukewuihe, I.S., and Chidiebere, N.M. (2013). Factors Affecting Agricultural Productivity among Arable Crop Farmers in Imo State, Nigeria, *American journal of experimental agriculture*. 3(2): 443-454.
26. Santos, F. L. (2018). Olive Water Use, Crop Coefficient, Yield, and Water Productivity under Two Deficit Irrigation Strategies. *Agronomy*, 8, 89.
Doi: 10.3390/agronomy8060089.
27. Shirmohammadi, Z.; Akbarkhani, A. and Afshin, A. (2021). Investigation of Economic Analysis of Water Productivity in the Most Important Crops of Torbat-e-Jam Plain. *Singapore Journal of Scientific Research*, 11: 23-30.
28. Sun, S.; Zhang, C. F.; Li, X.; Zhou, T.; Wang, Y.; Wu, P. and Cai, H. (2017). Sensitivity of crop water productivity to the variation of agricultural and climatic factors: A study of Hetao irrigation district, China, *Journal of Cleaner Production*, 142 (4): 2562-2569.
29. Zwart, S. J. and Bastiaanssen, W. G. M. (2004). Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize, *Agricultural Water Management*, 69 (2): 115-133.

Investigating the Factors Affecting the Physical and Economic Productivity of Water in Production of Orange in Ghaemshahr County, Iran

H. Ebarhimnezhad, A. Keramatzadeh ¹, F. Eshraghi, and A. Rezaei

M.Sc. Student, Dept. of Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. hosein.ebr1396@gmail.com

Assistant Prof., Dept. of Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. alikeramatzadeh@gau.ac.ir

Assistant Prof., Dept. of Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. f_eshraghi@yahoo.com

Assistant Prof., Dept. of Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. azam.rezaee12@gmail.com

Received: May 2021, and Accepted: November 2021

Abstract

One of the important problems in the agricultural sector of Iran is the low productivity of inputs, especially water. In this study, in addition to determining the physical and economic productivity of water, the factors affecting these productivities in the production of orange in Ghaemshahr County of Mazandaran Province were also investigated. For these purposes, three indexes of water use productivity including crop per drop (CPD), Gross benefit per drop (BPD), and net benefit per drop (NBPD) were used. Also, regression analysis was used to investigate the factors affecting water productivity. Necessary information was collected by completing 162 questionnaires from gardeners in the study area in 2018-19. Data analysis was also performed using Eviews7 software. The results of the analysis of water productivity indices showed that the average CPD index for orange was 6.9 kg /m³, BPD index was 47500 Rials and NBPD at three interest rates of 10%, 12%, and 15% was 29000, 28000, and 26600 Rials, respectively. Well's discharge rate, days when wells were used, time spent for irrigation, the number of irrigations, age of trees, the distance between the trees, age of trees, cost of pesticide, and cost of fertilizer were the factors affecting water productivity. Among the mentioned variables, the variable of "time spent for irrigation" had the greatest effect on the physical water productivity, through the effect on the amount of irrigation water. Due to the negative effect of well discharge rate, the number of irrigations, and time spent on irrigation on the economic productivity of water, it is recommended to irrigate the orange trees in accordance with their needs and in a way that less water is applied.

Keywords: Crop per Drop, Production Cost, Gross Income, Net Income, Regression Analysis

¹ - Corresponding author: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.