

Evaluation of Agricultural Water Productivity Indices in Major Field Crops in Mashhad Plain (Technical Note)

M. Karimi^{1*}, M. Jolaini²

1,2- Assistant professor and Associate professor, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.

*(Corresponding author Email: karimi.irri@gmail.com)

Received: 05-01-2016

Accepted: 24-11-2016

بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات مهم زراعی، مطالعه موردی: دشت مشهد (یادداشت فنی)

محمد کریمی^۱، محمد جلینی^۲

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

*(نویسنده مسئول، E-Mail: karimi.irri@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۰۴

Abstract

In this research, by studying the water productivity of agricultural crops cultivated in the Razavi Khorasan Province, strategies have been proposed to improve the crop pattern. To calculate the agricultural water productivity the CPD, BPD, and NBPD indices are used. To determine these parameters it is necessary to calculate the expenditure and income from the cultured products. The required information was obtained through interviews with experts, farmers, and the Statistical Yearbook of the agricultural sector (Razavi Khorasan Province) in the year 2013. The net water requirement for each crop was calculated using the NETWAT software and the gross water requirement, or the volume of water consumption per hectare, for each crop was determined on the basis of the average water application efficiency in farms in the Razavi Khorasan Province, which is 50.2 percent. The results showed that the priority of the culture of crops based on the CPD index is onions, tomatoes, and sugar beets. Based on the BPD and NBPD indices the priority becomes potatoes, onions, and tomatoes. Based on the results of this study, it is suggested that the crops with high water consumption and lower economic efficiency, such as alfalfa, should be removed from the cropping pattern. This will both reduce consumption and water extraction as well as guaranteeing high economic profits for the farmers.

Keywords: Index, Water productivity, Agriculture, Mashhad Plain.

چکیده

در این مقاله با بررسی بهره‌وری آب کشاورزی محصولات مهم زراعی در دشت مشهد، راهکارهایی در جهت ساماندهی الگوی زراعی ارائه شده است. برای محاسبه بهره‌وری آب کشاورزی از شاخص عملکرد به ازای واحد حجم آب (CPD)، شاخص درآمد به ازای واحد حجم آب (BPD) و شاخص بازده خالص به ازای واحد حجم آب (NBPD) استفاده شده است. جهت تعیین این شاخص‌ها نیاز به محاسبه هزینه و درآمد محصولات اصلی کشت شده بود که اطلاعات لازم با استفاده از سالنامه آماری بخش کشاورزی استان خراسان رضوی در سال ۱۳۹۲ بدست آمد. نیاز آبی خالص هر محصول با استفاده از نرم افزار NETWAT محاسبه شد و نیاز ناخالص آبی در هکتار برای هر محصول بر اساس متوسط راندمان کاربرد آب در مزارع استان خراسان رضوی که ۵۰/۲ درصد می‌باشد، محاسبه گردید. نتایج نشان داد که اولویت کشت محصولات تا رتبه سوم بر اساس شاخص CPD به ترتیب پیاز، گوجه‌فرنگی و چغندرقتند و بر اساس شاخص‌های BPD و NBPD به ترتیب سیب زمینی، پیاز و گوجه‌فرنگی می‌باشند. با توجه به نتایج این تحقیق، کشت‌های با مصرف آب بالا و بازده اقتصادی پائین مانند یونجه بایستی از الگوی کشت حذف شود. این کار هم باعث کاهش مصرف و استحصال آب شده و هم متضمن منافع اقتصادی بالا برای کشاورزان و بهره‌برداران کشاورزی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص، بهره‌وری آب، کشاورزی، دشت مشهد.

راندمان، بهره‌وری آب کشاورزی نیز ارتقاء یابد. نتایج تحقیقات در شبکه‌های اصفهان نشان داد که بهره‌وری اقتصادی آب در این شبکه‌ها حدود نصف مقدار نظیر آن در جهان است (اکبری و همکاران، ۱۳۸۲). جوان و فال سلیمان (۱۳۸۷) با مطالعه بهره‌وری آب کشاورزی در دشت بیرجند نتیجه گرفتند که کشت‌های با مصرف آب بالا و بازده اقتصادی پایین همانند چغندر قند و یونجه باید از الگوی کشت منطقه حذف و به جای آنها کشت‌هایی نظیر ذرت علوفه‌ای و با تناوب یک ساله‌ای از کشت‌های بومی مانند گندم و ارزن، که هم موجب کاهش استحصال آب و متضمن منافع اقتصادی بالا برای کشاورزان باشد، جایگزین شود. وظیفه دوست و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی بهره‌وری آب کشاورزی در مقیاس مزرعه در منطقه برخوردار اصفهان در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ نشان دادند که متوسط بهره‌وری آب کشاورزی برای محصولات چغندر قند، آفتابگردان، ذرت علوفه‌ای و گندم به ترتیب ۰/۴۱، ۰/۲۹، ۳/۰۳، ۰/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. وردی نژاد و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی و برآورد بهره‌وری آب کشاورزی در حوزه آبریز زاینده رود (شبکه آبیاری سمت راست آبشار) نتیجه گرفتند که متوسط بهره‌وری مصرف آب در شبکه برای دو سال ۸۶-۱۳۸۵ و ۸۷-۱۳۸۶ به ترتیب ۱/۲۹ و ۱/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. متوسط بهره‌وری براساس محصول پایه گندم در دو سال زراعی ذکر شده به ترتیب ۰/۵۵ و ۰/۷۷ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. براساس هزینه‌های تولید و آب و قیمت فروش محصول، متوسط بهره‌وری اقتصادی آب (سود ناخالص) و سود خالص به ازای واحد آب مصرفی برای سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به ترتیب ۱۰۶۰/۸ و ۴۱۹/۶ ریال بر مترمکعب برای سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶، ۲۳۹۲/۹ و ۶۶۶/۷ ریال بر مترمکعب محاسبه شد. بررسی و تجزیه و تحلیل شاخص‌های بدست آمده از این تحقیق نشان داد که عرضه و تقاضا در ماه‌های مختلف سال و نیز توزیع مکانی عرضه به واحدهای آبیاری از توزیع مناسبی برخوردار نمی‌باشد. روستا (۱۳۸۹) با بررسی بهره‌وری آب کشاورزی در شهرستان مرودشت نتیجه گرفت که کشت‌هایی با مصرف آب بالا و بازده اقتصادی پائین مانند چغندر قند از الگوی کشت منطقه حذف و به جای آنها کشت‌هایی نظیر خیار و ذرت علوفه‌ای و یا تناوب یکساله‌ای از کشت‌های بومی همانند گندم و جو و صیفی جاتی مانند گوجه‌فرنگی که هم باعث کاهش مصرف و استحصال آب و هم متضمن منافع اقتصادی بالا برای کشاورزان و بهره‌برداران کشاورزی باشد، جایگزین شود. بر اساس برنامه‌ریزی‌های بلندمدت تا سال ۱۴۰۴ بهره‌وری آب کشاورزی در کشور باید به حداقل ۲ کیلوگرم به ازای یک مترمکعب آب افزایش یابد (کشاورز و دهقانی سانچ، ۱۳۹۱). مقادیر بهره‌وری مصرف آب از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲، از ۰/۹۴ تا ۱/۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر و متوسط آن ۱/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب و

یکی از موثرترین راهکارهای مقابله با بحران آب و افزایش کمی و کیفی تولیدات در بخش کشاورزی توجه جدی به بهره‌وری آب و ارتقای آن با اعمال روش‌ها و سیاست‌های مناسب می‌باشد. از این رو 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. بهره‌وری آب کشاورزی (WP) شاخص مناسبی برای ارزیابی مدیریت کشاورزی به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. اختلاف در بهره‌وری آب محصولات مختلف در سطح کشور و همچنین در مقایسه با سایر کشورها با شرایط اقلیمی مشابه، نشان دهنده وجود پتانسیل برای افزایش بهره‌وری آب کشاورزی است. این مهم حتی در بین کشاورزان یک منطقه نیز که مدیریت‌های متفاوتی را اعمال می‌کنند، قابل مشاهده است. بنابراین، با توجه به نیاز بالای بخش کشاورزی به آب از یک سو و کاهش کمی و کیفی منابع آب از سوی دیگر، لازم است در جهت ارتقاء بهره‌وری آب گام‌های مؤثری برداشته شود. برای نیل به این هدف می‌بایست از طریق اجرایی نمودن نتایج تحقیقات در زمینه‌ی راهکارهای به‌نژادی و به‌زراعی و کاربرد مناسب آب آبیاری و همچنین استفاده از تجربیات بهره‌برداران پیشرو عمل نمود. با محدود شدن منابع آبی و اثرات تغییرات اقلیمی در چند دهه اخیر و همچنین افزایش نیاز بخش‌های صنعت، شرب و محیط زیست، مصرف آب در بخش کشاورزی به عنوان مصرف‌کننده اصلی منابع آب، باید به نفع سایر بخش‌ها کنترل شود. بدیهی است پایش این فرآیند نیازمند مؤلفه‌های خاص خود است. در این راستا، شاخص بهره‌وری آب به عنوان یکی از این مؤلفه‌ها در چند سال اخیر در برنامه‌ریزی‌های ملی مورد توجه قرار گرفته است. افزایش بهره‌وری، به ویژه از دیدگاه تولید به ازای واحد مصرف آب به طور مستقیم یا غیرمستقیم می‌تواند راهکار مهمی برای بهبود معیشت جوامع محلی باشد. خوشبختانه بهره‌وری مصرف آب در کشور طی ۱۰ سال گذشته روند صعودی داشته است که این روند به معنای اثربخشی فعالیت‌های انجام شده در کشور است. در مجموع، فعالیت‌های انجام شده در کشور در خصوص افزایش تولید و کاهش حجم آب مصرفی دو دلیل اصلی افزایش بهره‌وری آب در کشور بوده است. طی سال‌های اخیر تحقیقات مفیدی با هدف بازبینی و بررسی مقادیر بهره‌وری آب کشاورزی در نقاط مختلف دنیا به انجام رسیده است.

خزائی (۱۳۷۸) بر لزوم افزایش بهره‌وری آب کشاورزی تاکید و عنوان می‌کند که بهره‌وری آب کشاورزی در حال حاضر وضعیت مطلوبی نداشته و در مقایسه با بخش‌های دیگر در سطح نازلتری قرار دارد. ایشان راندمان پائین آبیاری را عاملی برای پایین ماندن بهره‌وری دانسته و عنوان نموده که لازم است ضمن افزایش

متوسط بهره‌وری مصرف آب در سال ۱۳۹۲ در کشور حدود ۱/۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴). مطالعه روی ۸۴ منبع تحقیقاتی در ۲۵ سال اخیر نشان داد بهره‌وری آب محصولات گندم، برنج، پنبه و ذرت در تمامی موارد از مقادیر گفته شده قبلی توسط FAO بیشتر است. بر اساس نتایج این تحقیق جهانی، متوسط شاخص بهره‌وری آب محصولات گندم، برنج، پنبه (تولید دانه)، پنبه (تولید وش) و ذرت به ترتیب ۱/۰۹، ۱/۰۹، ۰/۶۵، ۰/۲۳ و ۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است. دامنه شاخص بهره‌وری آب برای محصولات فوق وسیع بوده که برای گندم، برنج، پنبه (تولید دانه)، پنبه (تولید وش) و ذرت به ترتیب برابر با ۰/۶-۱/۷، ۰/۶-۱/۶، ۰/۶-۱/۶، ۰/۴۱-۰/۹۵، ۰/۳۳-۰/۱۴ و ۱/۱-۲/۷ کیلوگرم بر مترمکعب آب کاربردی بوده است. آنها تغییرات در مقدار این شاخص را به طور عمده به عوامل اقلیم، مدیریت آبیاری و مدیریت کود نسبت دادند. نتیجه بارز این

تحقیق آن بود که شاخص بهره‌وری آب به مقدار زیادی می‌تواند در صورت کاهش مقدار آب آبیاری و اعمال کم آبیاری افزایش یابد (Bastiaanssen و Zwart، ۲۰۰۴؛ Tuong، ۱۹۹۹). دهقانی سانچ و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که بهبود شیوه‌های مدیریتی آب و خاک در سال‌های اخیر سبب افزایش مقادیر WP شده است. کاربرد روش‌های جدید آبیاری از جمله آبیاری بارانی و قطره‌ای، با توجه به بهبود مدیریت آبیاری در مزرعه، WP را معمولا افزایش داده است. در ترکیه، متوسط دامنه تغییرات WP ذرت بین ۱/۶۵ تا ۲/۵ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده و بیشترین مقدار WP مربوط به تیمارهای کم آبیاری بوده است (Dagdalin و همکاران، ۲۰۰۶).

در این تحقیق سعی شده با بررسی بهره‌وری آب کشاورزی در استان خراسان رضوی در جهت ساماندهی الگوی زراعی که موجب تجدید مصرف آب می‌شود، راهکارهایی ارائه گردد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی برای محصولات مهم زراعی دشت مشهد در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفته است. برای تعیین بهره‌وری آب کشاورزی از سه شاخص CPD^۱، BPD^۲ و NBPD^۳ استفاده شد (جوان و فال سلیمان، ۱۳۸۷). شاخص CPD در واقع نسبت مقدار محصول تولید شده یا میزان عملکرد محصول (گندم، جو، ذرت و...) به حجم آب مصرف شده در هکتار است. به عبارت دیگر:

$$CPD = TP/TWc \quad (1)$$

که در آن TP مقدار محصول تولید شده یا میزان عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) و TWc حجم آب مصرف شده (مترمکعب) در هکتار بدون در نظر گرفتن بارندگی می‌باشد. مسلما هر چه این نسبت بالاتر باشد نشان دهنده ی مصرف صحیح‌تر آب است، اما نشانگر سود اقتصادی بیشتر نمی‌تواند باشد.

شاخص BPD در واقع نسبت میزان سود ناخالص (درآمد) در هر هکتار به ازای واحد حجم آب (مترمکعب در هکتار) می‌باشد. به عبارت دیگر:

$$BPD = TR/TWc \quad (2)$$

که در آن TR مقدار ارزش کل فروش محصول در هکتار (ریال) است. براساس این شاخص، سیاست مصرف آب باید به گونه‌ای باشد که میزان سود ناخالص به دست آمده در واحد آب مصرف شده بیشتر باشد. اما در این روش هزینه ی تولید محصول در نظر گرفته نمی‌شود.

بهترین شاخص برای بررسی بهره‌وری آب کشاورزی NBPD

یا سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی می‌باشد که نه تنها میزان سود خالص را به ازای واحد حجم آب مصرف شده تعیین می‌نماید، بلکه این شاخص اهمیت زیادی در برنامه ریزی الگو و ترکیب کشت در مناطق خشک مواجه با محدودیت شدید آب دارد. چرا که از این طریق می‌توان منابع کمیاب آب را به کشت‌هایی اختصاص داد که با کمترین واحد مصرف آب بالاترین سود را نصیب بهره برداران نماید.

این شاخص توسط فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$NBPD = NB/TWc \quad (3)$$

که در آن NB میزان سود خالص (ریال) در هر هکتار است. جهت تعیین شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی نیاز به محاسبه ی هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت و درآمد حاصل از فروش محصولات اصلی کشت شده، سطح زیر کشت، راندمان آبیاری (سطحی و تحت فشار) می‌باشد. مقادیر هزینه‌ها و درآمد محصولات از طریق مصاحبه با کارشناسان و کشاورزان و با استفاده از سالنامه آماری بخش کشاورزی (استان خراسان رضوی) در سال ۱۳۹۲ بدست آمد. نیاز آبی خالص هر گیاه (محصول اصلی) با استفاده از نرم افزار NETWAT در دشت مربوطه محاسبه شد. راندمان کاربرد آب در مزرعه برای هر محصول از گزارش "تحلیلی بر بازده های آبیاری در ایران" (سهراب و عباسی، ۱۳۸۸) استخراج شد. بر اساس نتایج گزارش مذکور، متوسط راندمان کاربرد آب در مزارع استان خراسان رضوی ۵۰/۲ درصد می‌باشد. با در اختیار داشتن راندمان آبیاری و نیاز خالص آبی، نیاز ناخالص آبیاری برای تولید هر کیلوگرم محصولات مختلف محاسبه گردید.

نتایج و بحث

محصول، هزینه در هکتار و ارزش ناخالص تولید در هکتار برای هر محصول با استفاده از سالنامه آماری بخش کشاورزی (استان خراسان رضوی) در سال ۱۳۹۲ تعیین و در جدول (۱) آورده شده است. بر این اساس شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی نیز محاسبه و در همان جدول (۲) ذکر شده است.

نتایج محاسبه نیاز آبی خالص محصولات مهم زراعی دشت مشهد و نیاز آبی ناخالص آن‌ها در طول فصل زراعی در جدول (۱) آمده است. عملکرد محصول، قیمت فروش هر کیلوگرم

جدول ۱- مقادیر سطح زیرکشت، عملکرد، نیاز آبی خالص و ناخالص محصولات مهم زراعی دشت مشهد در سال ۱۳۹۲ (سال مبنا)

نوع محصول	سطح زیرکشت (هکتار)	عملکرد (kg/ha)	نیاز آبی خالص (مترمکعب در هکتار)	نیاز آبی ناخالص (مترمکعب در هکتار)
گندم	۱۳۳۵۲	۲۷۱۴/۶	۲۹۹۰	۵۹۵۶/۱۸
جو	۱۲۰۲۷	۲۶۹۴/۳	۲۵۱۰	۵۰۰۰
گوجه فرنگی	۳۷۳۵	۴۱۴۰۴/۶	۸۱۱۰	۱۶۱۵۵/۳۸
یونجه	۳۶۷۳	۷۴۷۰/۷	۸۳۰۰	۱۶۵۳۳/۸۶
خریزه	۲۸۶۲	۱۶۰۶۰/۱	۵۱۰۰	۱۰۱۵۹/۳۶
سیب زمینی	۱۱۹	۳۲۰۰۸/۴	۸۸۲۰	۱۷۵۶۹/۷۲
پیاز	۱۰۰۲	۵۱۱۶۲/۷	۶۸۹۰	۱۳۷۲۵/۱۰
خیار	۹۷۱	۱۳۶۷۳/۵	۵۹۰۰	۱۱۷۵۲/۹۹
چغندر قند	۷۷۱	۳۵۸۱۹/۷	۹۱۲۰	۱۸۱۶۷/۳۳
هندوانه	۵۵	۱۹۰۱۸/۲	۵۱۸۰	۱۰۳۱۸/۷۳

جدول ۲- محاسبه شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی برای محصولات مهم زراعی دشت مشهد در سال ۱۳۹۲ (سال مبنا)

عنوان شاخص	محصول									
	گندم	جو	گوجه فرنگی	یونجه	خریزه	سیب زمینی	پیاز	خیار	چغندر قند	هندوانه
نیاز آبی ناخالص (مترمکعب در هکتار)	۵۹۵۶/۱۸	۵۰۰۰/۰۰	۱۶۱۵۵/۳۸	۱۶۵۳۳/۸۶	۱۰۱۵۹/۳۶	۱۷۵۶۹/۷۲	۱۳۷۲۵/۱۰	۱۱۷۵۲/۹۹	۱۸۱۶۷/۳۳	۱۰۳۱۸/۷۳
عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)	۲۷۱۵	۲۶۹۴	۴۱۴۰۵	۷۴۷۱	۱۶۰۶۰	۳۲۰۰۸	۵۱۱۶۳	۱۳۶۷۴	۳۵۸۲۰	۱۹۰۱۸
قیمت فروش هر کیلوگرم (ریال)	۷۷۹۵	۷۰۱۸	۴۰۰۹	۶۴۱۲	۵۱۶۳	۱۴۱۴۳	۳۳۰۳	۸۱۴۸	۱۹۴۹	۳۵۵۰
هزینه در هکتار (ریال)	۱۸۷۸۱۵۹۰	۱۶۹۲۵۹۰۰	۴۶۰۷۲۶۹۰	۲۴۲۰۶۹۹۰	۲۵۹۳۳۵۱۰	۶۹۲۲۵۳۲۰	۴۹۹۱۲۴۷۰	۵۲۴۵۸۴۹۰	۳۵۹۰۳۱۳۰	۲۵۹۳۳۵۱۰
درآمد حاصل از فروش (ریال در هکتار)	۲۱۱۶۳۴۲۵	۱۸۹۰۶۴۹۲	۱۶۵۹۹۲۶۴۵	۴۷۹۰۴۰۵۲	۸۲۹۱۷۷۸۰	۴۵۲۶۸۹۱۴۴	۱۶۸۹۹۱۳۸۹	۱۱۱۴۱۵۷۵۲	۶۹۸۱۳۱۸۰	۶۷۵۱۳۹۰۰
سود خالص در هر هکتار (ریال)	۳۲۸۱۸۳۵	۱۹۸۰۵۹۲	۱۱۹۹۱۹۹۵۵	۲۳۶۹۷۰۶۲	۵۶۹۸۴۲۷۰	۳۸۳۴۳۲۸۴۴	۱۱۹۰۷۸۹۱۹	۵۸۹۵۷۲۶۲	۳۳۹۱۰۰۵۰	۴۱۵۸۰۳۹۰
CPD	۰/۴۶	۰/۵۴	۲/۵۶	۰/۴۵	۱/۵۸	۱/۸۲	۳/۷۳	۱/۱۶	۱/۹۷	۱/۸۴
BPD	۳۵۵۳	۳۷۸۱	۱۰۲۷۵	۲۸۹۷	۸۱۶۲	۲۵۷۶۶	۱۲۳۱۳	۹۴۸۰	۳۸۴۳	۶۵۴۳
NBPD	۴۰۰	۳۹۶	۷۴۲۳	۱۴۳۳	۵۶۰۹	۲۱۸۲۶	۸۶۷۶	۵۰۱۶	۱۸۶۷	۴۰۲۹

متوسط بهره‌وری مصرف آب در سال ۱۳۹۲ در کشور حدود ۱/۱۹ کیلوگرم برمترمکعب بوده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴). با توجه به جدول (۲) ملاحظه می‌شود که بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات گندم، جو، یونجه و خیار پایین تر از متوسط کشوری می‌باشد. یعنی اگر عملکرد محصول به ازاء واحد آب مصرفی مد نظر باشد، بایستی این محصولات از الگوی کشت حذف شوند. اولویت کشت هر یک از محصولات مورد بررسی بر پایه شاخص‌های CPD، BPD و NBPD در جدول (۳) نشان داده شده است. شاخص CPD نشان دهنده مقدار تولید یا عملکرد محصول در قبال میزان آب مصرفی می‌باشد که پایین بودن مقدار این شاخص، بیانگر ناچیز بودن محصول تولید شده در ازاء آب مصرفی می‌باشد. بر اساس این شاخص پیاز، گوجه فرنگی و چغندر قند در اولویت‌های اول تا سوم برای کشت در دشت مشهد قرار می‌گیرند. شاخص BPD بالاترین ارزش ناخالص تولیدی را به ازاء واحد آب مصرفی نشان می‌دهد. بر اساس این شاخص خیار، خربزه، هندوانه، چغندر قند، جو، گندم و یونجه در اولویت‌های چهارم تا دهم برای کشت در دشت مشهد قرار می‌گیرند. شاخص NBPD که نسبت سود هر محصول را به میزان آب مصرفی نشان می‌دهد نقص

شاخص BPD را مرتفع می‌سازد. بررسی نتایج حاصل از محاسبه این شاخص ائتلاف مهمترین و با ارزش‌ترین منبع زیست محیطی را نشان می‌دهد. بر اساس شاخص NBPD نیز خیار، خربزه، هندوانه، چغندر قند، یونجه، گندم و جو در اولویت‌های چهارم تا دهم برای کشت در دشت مشهد قرار می‌گیرند.

جدول ۳- اولویت کشت هر یک از محصولات مورد بررسی بر پایه شاخص‌های معرفی شده

شاخص	CPD	BPD	NBPD
سیب زمینی	۵	۱	۱
پیاز	۱	۲	۲
گوجه فرنگی	۲	۳	۳
خیار	۷	۴	۴
خربزه	۶	۵	۵
هندوانه	۴	۶	۶
چغندر قند	۳	۷	۷
یونجه	۱۰	۱۰	۸
گندم	۹	۹	۹
جو	۸	۸	۱۰

نتیجه‌گیری

اولویت کشت محصولات تا رتبه سوم بر اساس شاخص CPD به ترتیب پیاز، گوجه فرنگی و چغندر قند و بر اساس شاخص‌های BPD و NBPD به ترتیب سیب زمینی، پیاز و گوجه فرنگی می‌باشند. با توجه به اینکه بهترین شاخص برای بررسی بهره‌وری آب کشاورزی NBPD یا سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی می‌باشد، لذا اولویت از ۱ تا ۱۰ برای کشت محصولات در دشت مشهد عبارتند از: سیب زمینی، پیاز، گوجه فرنگی، خیار، خربزه، هندوانه، چغندر قند، یونجه، گندم و جو. توصیه می‌شود، کشت‌های با مصرف آب بالا و بازده اقتصادی پایین بایستی از الگوی کشت حذف شود. این کار هم باعث کاهش مصرف و استحصال آب شده و هم متضمن منافع اقتصادی بالا برای کشاورزان و بهره‌برداران کشاورزی می‌باشد.

پی‌نوشت

- 1- Water productivity
- 2- Crop Per Drop
- 3- Benefit Per Drop
- 4- Net Benefit Per Drop

منابع

اکبری، م.، میرلطیفی، م.، مرید، س. و دروگرز، پ. ۱۳۸۲. کاربرد سنجش از دور در برآورد سودمندی آب در شبکه های آبیاری. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۴(۱۷): ۶۵-۸۲.

جوان، ج. و فال سلیمان، م. ۱۳۸۷. بحران آب و لزوم توجه به بهره‌وری آب کشاورزی در نواحی خشک (مطالعه موردی: دشت بیرجند). مجله جغرافیا و توسعه، ۱۱: ۱۱۵-۱۳۸.

خزائی، ش. ۱۳۷۸. بهره‌وری آب کشاورزی در ایران. مقالات منتخب بهره‌وری کشاورزی، انتشارات موسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصادی کشاورزی.

روستا، ا. ۱۳۸۹. بررسی بهره‌وری آب کشاورزی در مناطق دچار خشکسالی مطالعه موردی شهرستان مرودشت. مجموعه مقالات پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. سهراب، ف. و عباسی، ف. ۱۳۸۸. تحلیلی بر بازده‌های آبیاری در ایران. گزارش پژوهش نهایی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ۸۵ صفحه.

عباسی، ف.، ناصری، ا.، سهراب، ف.، باغانی، ج.، عباسی، ن. و اکبری، م. ۱۳۹۴. ارتقای بهره‌وری مصرف آب. ناشر: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۶۸ صفحه.

- cy of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in Western Turkey. *Agric. Water Manage*, 82(1-2): 63-85.
- Dehghanisani H., Oweis T. and Qureshi A.S. 2006. Agricultural water use and management in arid and semi-arid areas: Current situation and measures for improvement. *Annals of Arid Zone*, 45(3-4):355-378.
- Tuong T.P. 1999. Productive water use in rice production: opportunities and limitations. *J. Crop Prod.* 2, 241-264.
- Zwart S.J. and Bastiaanssen W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agri. Water Manage*, 69(2): 115-133.
- کشاورز، ع. و دهقانی سانچ، ح. ۱۳۹۱. شاخص بهره‌وری آب و راهکار آتیه کشاورزی کشور. فصلنامه راهبرد اقتصادی، ۱۹۹: (۱) ۲۳۳-۲۳۳.
- وردی نژاد، و، سهرابی، ت.، حیدری، ن.، عراقی نژاد، ش. و مامن پوش، ع. ۱۳۸۸. بررسی عرضه و تقاضا و برآورد بهره‌وری آب کشاورزی در حوزه آبریز زاینده‌رود (مطالعه موردی شبکه آبیاری سمت راست آبشار). *مجله آبیاری و زهکشی ایران*، ۲(۳): ۸۸-۹۹.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۳. سالنامه آماری بخش کشاورزی استان خراسان رضوی در سال ۱۳۹۲.
- وظیفه دوست، م.، علیزاده، ا.، کمالی، غ. و فیضی، م. ۱۳۸۷. افزایش بهره‌وری آب کشاورزی در مزارع تحت آبیاری منطقه برخوار اصفهان. *مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۲(۲): ۴۸۴-۴۹۵.
- Dagdelin N., Yilmaz E., Sezgin F. and Gurbuz T. 2006. Water-yield relation and water use efficien-