



Comparison of Productivity and Efficiency of Irrigation Water Consumption in Lands with Traditional Network under Mirab Management and Integrated and Renovated Lands

Mojtaba Mandehgari Kohan¹, Mehdi Zakerinia^{2*}, Hossein Dehghan³

¹Graduated MSc Student, University of Agriculture science and natural resources of Gorgan

²Associate Professor, University of Agriculture science and natural resources of Gorgan

Author's

³Senior Expert, Regional Water Company of Golestan Province

Received: 01.11.2023; Accepted:31.01.2024

Abstract

Traditional water distribution with Mirab is effective to a certain extent in the fair distribution of water, but it has limitations in terms of efficiency and productivity. While in modern networks, it is possible to try to optimize the allocation and distribution of water by using advanced technology and infrastructure. Of course, the implementation of a modern irrigation network, despite the high cost of its implementation, does not necessarily mean that it will be successful in the assigned operation, and its performance should be evaluated and analyzed by experts in this matter. Therefore, in this research, the comparison of water consumption efficiency in two villages of Shahkoh Sefali Gorgan with traditional irrigation network (under the management of Mirab) and Mohammad Abad village of Gorgan with renovated irrigation network and integrated lands has been done. The required data in this section included a questionnaire and field measurements of water flow in the network, and finally with the help of these data, the water productivity in the fields was calculated. Productivity indicators, including performance per water volume unit (CPD), and economic productivity indicators, including gross profit per water volume unit (BPD) and net profit per water volume unit (NPBD) were calculated. The average CPD index in terms of fresh weight, BPD and NPBD in the village of Shahkoh Sofli, 7.54 (kilogram of wet matter per cubic meter), 12425, 10427 (tomans per cubic meter) and in the village of Mohammad Abadgargan, respectively 0.41 (kilogram of dry matter per cubic meter), 1510, 918 (tomans per cubic meter) has been obtained. Therefore, in the village of Shahkoh Sofeli, despite the traditional network of water distribution management, more economic productivity has been achieved.

Keywords: Water use efficiency, Irrigation networks, Traditional irrigation, Integrated lands, Economic efficiency.

¹ Corresponding author, E-mail : mzakerinia@gmail.com

Cite this article: Mojtaba Mandehgari Kohan, Mehdi Zakerinia, Hossein Dehghan. (2024). Comparison of productivity and efficiency of irrigation water consumption in lands with traditional network under mirab management and integrated and renovated lands. *Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment*, 3(1), 184-202. <https://doi.org/10.22034/nawee.2024.431235.1058>





مقایسه بهره‌وری و راندمان مصرف آب آبیاری در اراضی با شبکه آبیاری سنتی تحت مدیریت میراب و اراضی یکپارچه و نوسازی شده

مجتبی مانده‌گاری کهن^۱، مهدی ذاکری نیا^۲، حسین دهقان^۳

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲ دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۳ کارشناس ارشد، شرکت آب منطقه ای استان گلستان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۱

چکیده

بررسی های تاریخی نشان می دهد که توزیع آب سنتی با میراب تا حدی در توزیع عادلانه آب موثر بوده است اما از نظر کارایی و بهره وری دارای محدودیت هایی بوده است در حالی که در شبکه های مدرن می توان با بکارگیری فناوری و زیرساخت های پیشرفته برای بهینه سازی تخصیص و توزیع آب تلاش نمود و به طور بالقوه بهره وری کشاورزی و بهره وری مصرف آب را افزایش داد. البته اجرای شبکه آبیاری مدرن با وجود هزینه بسیار زیاد برای اجرای آن، لزوماً به معنی موفق بودن آن در عملیات محوله نبوده و می بایست عملکرد آن توسط متخصصان این امر مورد ارزیابی و تحلیل قرار گیرد. از این رو در این پژوهش به مقایسه بهره‌وری مصرف آب در دو روستای شاهکوه سفلی گرگان با شبکه آبیاری سنتی (تحت مدیریت میراب) و روستای محمدآباد گرگان با شبکه آبیاری نوسازی شده و اراضی یکپارچه شده، پرداخته شده است. داده‌های مورد نیاز در این بخش، شامل پرسشنامه و اندازه‌گیری‌های میدانی دبی آب در شبکه بود که نهایتاً به کمک این داده‌ها، بهره‌وری آب در مزارع محاسبه گردید. شاخص‌های بهره‌وری، شامل عملکرد به ازای واحد حجم آب (CPD)، و شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی شامل، سود ناخالص به ازای واحد حجم آب (BPD) و سود خالص به ازای واحد حجم آب (NBPD)، محاسبه گردید. براساس نتایج به دست آمده، مشخص شد که میانگین شاخص CPD برحسب وزن تر، BPD و NPBD به ترتیب در روستای شاهکوه سفلی، ۷/۵۴ (کیلوگرم بر مترمکعب)، ۱۲۴۲۵، ۱۰۴۲۷ (تومان بر مترمکعب) و در روستای محمدآباد گرگان، به ترتیب ۰/۴۱ (کیلوگرم بر مترمکعب)، ۱۵۱۰، ۹۱۸ (تومان بر مترمکعب) بدست آمده است. بنابراین علی رغم انتظار، در روستای شاهکوه سفلی، با وجود شبکه سنتی مدیریت توزیع آب، بهره‌وری بیشتری حاصل شده است.

کلمات کلیدی: بهره وری مصرف آب، شبکه های آبیاری، آبیاری سنتی، اراضی یکپارچه، بهره وری اقتصادی

*نویسنده مسئول: Email: mzakerinia@gmail.com

استناد: مانده‌گاری کهن، مجتبی؛ ذاکری نیا، مهدی؛ دهقان، حسین (۱۴۰۳). مقایسه بهره‌وری و راندمان مصرف آب آبیاری در اراضی با شبکه آبیاری

سنتی تحت مدیریت میراب و اراضی یکپارچه و نوسازی شده. رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست، ۳ (۱)، ۱۸۴-۲۰۲.

<https://doi.org/10.22034/nawee.2024.431235.1058>



ناشر: دانشگاه گنبد کاووس. © نویسندگان

مقدمه

کمبود آب یک چالش حیاتی است که بخش های کشاورزی در سراسر جهان با آن مواجه هستند و بر بهره وری و کارایی مصرف آب تأثیر می گذارد. در ایران مناطق خشک و نیمه خشک، بیش از سه چهارم مساحت ایران را به خود اختصاص داده است و کشور با محدودیت منابع آب شیرین روبرو می باشد (Gabbari et al., 2010)؛ جنگی مرینی و امیدنی نجق آبادی، (۱۳۹۰). ورود دولت ها به ساخت شبکه های آبیاری، نوید بخش رشد و توسعه سریع کشاورزی در کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران بود. در مناطقی که منابع آب محدود است، استفاده بهینه از آب در کشاورزی برای اطمینان از تولید مواد غذایی پایدار بسیار مهم است. سیستم های سنتی مدیریت آب، مانند سیستم میراب، قرن هاست که در برخی مناطق مورد استفاده قرار می گیرد، در حالی که شبکه های مدرن سازی شده در برخی مناطق برای بهبود توزیع و بهره وری آب معرفی شده اند (Amejo et al., 2018). سیستم میراب، شکلی سنتی از مدیریت آب، متکی به شبکه ای از متصدیان آب محلی به نام میراب است که بر اساس هنجارها و آداب و رسوم تعیین شده، آب را بین کشاورزان تخصیص و توزیع می کنند (Hussainzada et al., 2023). این سیستم از لحاظ تاریخی در تضمین دسترسی عادلانه به آب موثر بوده است اما ممکن است از نظر کارایی و بهره وری دارای محدودیت هایی باشد. از سوی دیگر، شبکه های مدرن از فناوری و زیرساخت های پیشرفته برای بهینه سازی تخصیص و توزیع آب استفاده می کنند که به طور بالقوه بهره وری کشاورزی و بهره وری مصرف آب را افزایش می دهد (Hanjra et al., 2009). استفاده بهینه از آب در شیوه های کشاورزی برای تولید پایدار غذا و حفظ منابع آب بسیار مهم است. در بسیاری از مناطق از جمله ایران، راندمان سیستم های آبیاری نسبتاً پایین است که منجر به مصرف بیهوده آب و کاهش بهره وری کشاورزی می شود. ارتقای عملکرد شبکه های آبیاری و بهبود مدیریت و نگهداری آنها از گام های اساسی در جهت بهینه سازی بهره وری مصرف آب در کشاورزی است (Rahimzadeh and Rostami, 2015). سیستم های سنتی اغلب به دلیل زیرساخت های قدیمی، نگهداری ناکافی و شیوه های توزیع آب بهینه از

ناکارآمدی رنج می برند. سیستم های آبیاری سنتی از دیرباز در نقاط مختلف جهان از جمله ایران مورد استفاده قرار گرفته است. این سیستم ها معمولاً برای توزیع آب در زمین های کشاورزی به کانال ها و خندق های تغذیه کننده گرانشی متکی هستند. مدیریت این سیستم ها اغلب تحت ساختارهای سنتی حاکمیتی مانند سیستم میراب در ایران سازماندهی می شود. سیستم میراب مستلزم یک رویکرد سلسله مراتبی برای توزیع آب است که حقوق و مسئولیت های آب به مدیران محلی آب موسوم به میراب ها واگذار می شود. با این حال، سیستم های سنتی اغلب با چالش های مربوط به زوال زیرساخت، تخصیص ناکارآمد آب و نگهداری ناکافی مواجه هستند که منجر به راندمان مصرف آب پایین می شود (Goes et al., 2016). رحیم زاده و رستمی (۱۳۹۴) کارایی توزیع آب و عملکرد محصول را در یک سیستم آبیاری سنتی در ایران بررسی کردند. آنها دریافتند که شیوه های ناکارآمد توزیع آب منجر به بهره وری پایین محصول می شود و بهبودهایی را در مدیریت آب و زیرساخت ها برای افزایش کارایی مصرف آب توصیه می کنند. در سال های اخیر، تلاش هایی برای نوسازی سیستم های آبیاری و بهبود کارایی مصرف آب در شیوه های کشاورزی صورت گرفته است. هدف این طرح های نوسازی جایگزینی یا ارتقای زیرساخت های سنتی با فناوری های کارآمدتر، مانند خطوط لوله تحت فشار، سیستم های آبیاری بارانی یا قطره ای، و دستگاه های نظارت بر آب در زمان واقعی است. چنین مداخلاتی می تواند تلفات آب ناشی از تبخیر، نشت و رواناب را به میزان قابل توجهی کاهش دهد و منجر به بهبود راندمان مصرف آب و بازده بیشتر محصول شود (Saatsaz 2020). محمدی و همکاران (۲۰۱۸) مطالعه ای را در ایران به منظور مقایسه کارایی سیستم های آبیاری سنتی و مدرن انجام داد. آنها دریافتند که سیستم های مدرنیزه شده، مانند آبیاری قطره ای، در مقایسه با سیستم های سنتی، بازده مصرف آب، عملکرد محصول و بهره وری آب بالاتری را به دست می آورند. این یافته ها اهمیت ارتقاء شبکه های آبیاری را برای ارتقای مدیریت آب کشاورزی نشان می دهد.

برای ارزیابی کارایی مصرف آب در کشاورزی از شاخص ها و پارامترهای مختلفی استفاده می شود. یکی از

زیرساخت های ارتقا یافته از جمله خطوط لوله تحت فشار، سیستم های آبیاری بارانی یا قطره ای و دستگاه های نظارت بر آب است. این بهبودها امکان کنترل بهتر بر توزیع آب، کاهش تلفات از طریق تبخیر، نشت و رواناب را فراهم می کند. شاهکوه سفلی از توابع بخش مرکزی شهرستان گرگان و دهستان استرآباد جنوبی بشمار می رود. بیشتر چشمه ها در حاشیه و اطراف آن واقع شده اند که عمده ترین آنها بدین شرحند: استیل سر، پشت گرد کوه، زله وان، سنگ بن، شلیار، اردیچ، گنگ چشمه و چشمه جیکا کش. وجود نکا رود هم که از حاشیه نزدیک به روستا با جهت شرقی- غربی جریان دارد، سبب شده در گذشته آسیاب های آبی زیادی را در جوانب آن برای آرد کردن گندم ایجاد کنند.

با مقایسه شاخص های CPD، BPD و NBPD بین روستاهای شاهکوه سفلی و محمدآباد، تأثیر سیستم های مدیریت آبیاری سنتی و نوسازی شده بر کارایی مصرف آب و صرفه جویی اقتصادی مشخص شد. هدف این تحقیق کمک به دانش موجود در زمینه مدیریت آب و شیوه های کشاورزی در ایران با تاکید بر اهمیت سیستم های آبیاری کارآمد است. این یافته ها پیامدهای عملی برای سیاست گذاران، مدیران منابع آب و کشاورزان خواهد داشت، زیرا می توانند به اطلاع رسانی فرآیندهای تصمیم گیری مربوط به سرمایه گذاری های زیرساختی آب و استراتژی های مدیریت آب کمک کنند.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۷ در روستای شاهکوه سفلی و محمدآباد گرگان از روستاهای تابع شهرستان گرگان صورت پذیرفت. به منظور جمع آوری داده ها مورد نیاز برای انجام پژوهش حاضر دو روش اسنادی و میدانی مورد استفاده قرار گرفت. از روش اسنادی برای جمع آوری اطلاعات جهت تدوین اهداف، تعیین جامعه آماری، تبیین روش تحقیق و تدوین کلیات و پیشینه تحقیق استفاده گردید که با مطالعه کتب، پایان نامه ها، طرح های تحقیقاتی، مقالات، آمار نامه ها، گزارشات رسمی و ... صورت پذیرفت. ابزار اصلی در روش میدانی، پرسشنامه هایی شامل اطلاعات متعدد از جمله اسامی و سن کشاورزان، اراضی تحت تملک، نحوه مدیریت توزیع آب، کشت رایج سالانه، میزان محصول

شاخص های رایج مورد استفاده، عملکرد محصول در هر تحویل (CPD) است که عملکرد محصول به دست آمده در واحد حجم آب تحویلی برای آبیاری را اندازه گیری می کند. CPD بینشی در مورد اثربخشی استفاده از آب در تولید کشاورزی ارائه می دهد. علاوه بر CPD، شاخص های کارایی اقتصادی برای ارزیابی قابلیت مالی مصرف آب کشاورزی بسیار مهم هستند. سود ناخالص در واحد حجم آب (BPD) ارزش بازار محصول برداشت شده و هزینه های مربوط به آن را برای ارزیابی سودآوری تولید محصول در نظر می گیرد. سود خالص به ازای واحد حجم آب (NBPD) شامل عوامل اضافی مانند هزینه های نیروی کار، هزینه های انرژی و سایر هزینه های عملیاتی می شود که ارزیابی جامع تری از کارایی اقتصادی ارائه می دهد. خالدیان و همکاران. (۲۰۱۷) کارایی مصرف آب سیستم های آبیاری سنتی و مدرن در ایران را با استفاده از شاخص های CPD، BPD و NBPD تجزیه و تحلیل کرد. نتایج آن ها نشان داد که سیستم های مدرن شده از نظر کارایی مصرف آب و صرفه اقتصادی بهتر از سیستم های سنتی عمل می کنند و بر اهمیت اتخاذ شیوه های آبیاری کارآمد تأکید می کنند. اهمیت کارایی مصرف آب در شیوه های کشاورزی، به ویژه در مناطقی با شبکه های آبیاری سنتی که تحت سیستم میراب مدیریت می شوند، بر همگان واضح است. اما مطالعات نشان داده اند که نوسازی سیستم های آبیاری می تواند منجر به بهره وری بالاتر مصرف آب، افزایش بهره وری محصول و بهبود عملکرد اقتصادی شود. شاخص هایی مانند CPD، BPD و NBPD ابزارهای ارزشمندی برای ارزیابی کارایی مصرف آب و ارزیابی سودآوری شیوه های کشاورزی بوده اند.

با توجه به پایین بودن راندمان آبیاری در کشور، تأثیر نحوه مدیریت منابع آبی در شبکه های فرعی مصرف آب با هدف بررسی عملکرد هیدرولیکی شبکه و نیز نحوه نگهداری از آن می تواند، در الگو سازی این مهم در سایر بخش های کشاورزی موثر باشد. از این رو هدف این پژوهش مقایسه بهره وری مصرف آب در دو روستای شاهکوه سفلی گرگان با شبکه آبیاری سنتی تحت مدیریت میراب و روستای محمدآباد گرگان که شامل اراضی یکپارچه سازی و نوسازی شده انجام شده است. اراضی یکپارچه این روستا مجهز به

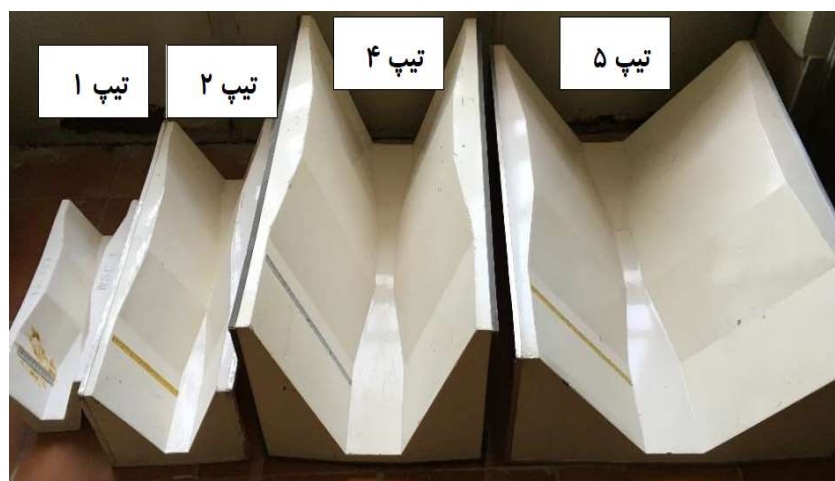
فلوم نسبتاً شبیه به پارشال فلوم است که برای اندازه‌گیری دبی لحظه‌ای در نهرهای کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع فلوم ذوزنقه‌ای در زمینه‌ی آبیاری مزارع، توسط موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در قالب ۵ تیپ مختلف تولید گردیده و مزایای نسبت به فلوم‌های مستطیلی دارد. از قبیل این که محدوده‌ی دبی بزرگتری را شامل می‌شود، مطابقت بیشتری به مقطع نهرها دارد و رسوبات آزادانه اجازه عبور از آن را دارند. در این تحقیق از پارشال تیپ ۳ استفاده نگردید.

هر کشت، میزان درآمد و... بود که در روستاهای مذکور پر شد. برای تهیه پرسشنامه، فرمول‌بندی سوالات به صورت مکتوب و دقیق، با هدف ایجاد راهبردی روشن جهت دستیابی به پاسخ سوالات صورت گرفت.

برای اندازه‌گیری جریان آب از سازه‌های اندازه‌گیری گوناگونی استفاده می‌شود که از جمله متداول‌ترین آنها می‌توان به سریز، مولینه، پارشال فلوم و خط‌کش جت اشاره نمود. برای اندازه‌گیری دبی در چشمه‌ها و مزارع از فلوم‌های اندازه‌گیری شامل پارشال فلوم (۲)، کات روت (۵) و (۴) و فلوم (۲W.S.C)، استفاده قرار شد (شکل ۱). WSC

جدول ۱ - رابطه دبی - اشل و ضریب رگرسیون برای هر یک از تیپ‌های فلوم WSC

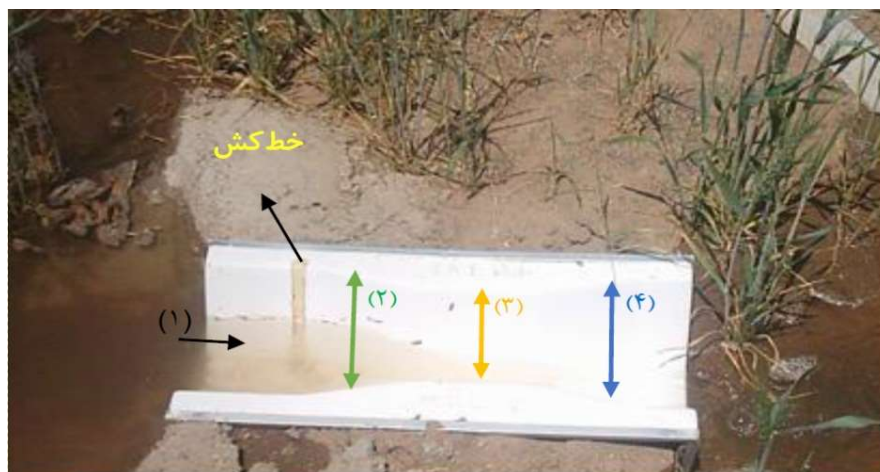
محدوده دبی (لیتر برثانیه)	رابطه دبی اشل	تیپ فلوم
۲/۵-۰/۱	$Q=0.0037.H^{2.646}$	تیپ ۱
۳/۵-۰/۲	$Q=0.00374.H^{2.64}$	تیپ ۲
۹-۰/۵	$Q=0.00372.H^{2.63}$	تیپ ۴
۷۰-۵	$Q=0.0232.H^{2.196}$	تیپ ۵



شکل ۱- تیپ و اندازه‌های مختلف ۴ نوع WSC فلوم

واگرا و منبسط شونده‌ی پایین دست تشکیل شده است (شکل ۲).

WSC فلوم از ۴ مقطع شامل مقطع ورودی بالادست، بخش منقبض شده قبل از بخش تنگ گلوبی، و بخش



شکل ۲- مقاطع مختلف WSC فلوم و نحوه‌ی قرارگیری آن در یک نهر آب

یابد، در این حالت با قرائت طول خط‌کش یعنی فاصله افقی پرتاب آب و با دانستن قطر لوله آبد، بده با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Q = K \times A \times L = \frac{\pi}{4} KD^2 L \quad (2)$$

در رابطه فوق Q = بده A = سطح مقطع لوله، L =

فاصله افقی رانش آب، D = قطر لوله آبد

برای اندازه‌گیری سرعت جریان آب، از سرعت‌سنج (مولینه) پروانه ای استفاده شده است (حرکت پروانه آنها حول یک محور افقی است)

برای اندازه‌گیری دبی عبوری از فلوم کافی است، پس از مدتی زمانی که سطح آب عبوری ثابت گردید، ارتفاع آب داخل فلوم (h) از طریق خط کش موجود بر حسب سانتی‌متر قرائت شده و بسته به تیپ فلوم با استفاده از روابط دبی-اشل در جدول (۱) میزان دبی محاسبه می‌شود. در روش دبی-اشل، با بکارگیری یک گونیای فلزی یا چوبی که بازوی کوتاه آن دارای طول ثابت یک فوت یا ۱۲ اینچ (۳۰/۴۸ سانتی‌متر) و بازوی بلند آن ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر بود، عمل اندازه‌گیری انجام شد. بدین منظور بازوی بلند گونیا بر روی لوله افقی مماس کرده و آن را آنقدر به جلو و عقب می‌رانیم تا نوک بازوی کوتاه با سطح رانش آب تماس



شکل ۳- نمای کلی و در حین کار دستگاه مولینه

شاخص‌های بهره‌وری آب در کشاورزی

-عملکرد به ازای واحد حجم آب CPD

CPD یا محصول در قطره یکی از شاخص‌های مطرح در خصوص سنجش میزان بهره‌وری آب کشاورزی است. این شاخص در واقع نسبت مقدار محصول تولید شده، نسبت به حجم آب مصرف شده است، بنابراین هرچه این نسبت بیشتر باشد نشان‌دهنده مصرف صحیح‌تر آب است.

$$CPD = \frac{\text{مقدار محصول تولید شده}}{\text{مقدار آب مصرف شده}} \quad (3)$$

در رابطه ۳ کسر می‌تواند مقدار محصول خشک، تر و یا جزئی از محصول باشد که به مصرف می‌رسد (مانند دانه و ریشه و غیره) مخرج کسر آب مصرف شده است. مقدار آب مصرف شده باید آب تحویلی به شبکه، آب تحویلی به مزرعه، آب تحویلی به گیاه و یا حتی تبخیر و تعرق باشد هنگام مقایسه شاخص‌ها باید موارد زیر توجه کرد:

محاسبه و تامین اعداد اولیه برای محاسبه این شاخص راحت می‌باشد و اگر چنانچه منظور از استفاده CPD مقایسه یک رقم خاص از یک محصول باشد دقت خوبی خواهد داشت اما اگر تعداد محصولات زیاد باشد و بخواهیم CPD دو منطقه را که دارای الگو کشت برابر نیستند باهم مقایسه کنیم دقت کمی خواهد داشت در عمل ممکن است CPD یک محصول زیاد باشد ولی این امر دلیل بر سود اقتصادی بیشتر نمی‌باشد. به طور کلی اگر قرار باشد CPD محصولی در دو منطقه باهم مقایسه شود، این قیاس زمانی معنا دارد که بجز آب مصرفی، سایر عوامل تولید یکسان باشد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

^۵BPD-سود ناخالص به ازای واحد حجم آب

در این شاخص میزان سود ناخالص نسبت به مقدار آب مصرف شده در نظر گرفته می‌شود:

$$BPD = \frac{\text{سود ناخالص}}{\text{مقدار آب مصرف شده}} \quad (4)$$

رابطه ۴ بر اساس "ریال بر متر مکعب" و یا به صورت کلی تر "واحد حجم آب/ واحد پول" بیان می‌شود.

بر مبنای شاخص BPD سیاست مصرف آب باید به گونه‌ای باشد که مقدار سود ناخالص به دست آمده از واحد

حجم آب مصرف شده بیشتر باشد. این روش نیز همانند CPD دارای مزایا و معایبی است. محاسبه این شاخص نسبتاً ساده بوده اما در این روش مقدار هزینه صرف شده جهت تولید محصول در نظر گرفته نمی‌شود و یا به عبارتی دیگر سود ناخالص در نظر گرفته می‌شود و نه سود خالص و این مسئله یکی از نقاط ضعف این روش است. به طور کلی می‌توان گفت که شاخص BPD یک شاخص ناقص برای انجام مطالعات بوده و شاخص NBPD نوع اصلاح شده آن می‌باشد. بدیهی است که هنگام محاسبه و تفسیر شاخص‌های مالی بهره‌وری توجه به سال مینا برای محاسبات و توجه به میزان تورم، استهلاک، تغییرات قیمت محصول و مواردی از این دست حائز اهمیت است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

^۶NBPD-سود خالص به ازای واحد حجم آب

شاید بتوان گفت که یکی از بهترین شاخص‌ها برای سنجش بهره‌وری آب کشاورزی NBPD، یا سود خالص به ازای حجم آب مصرفی است. در این روش به جای در نظر گرفتن سود ناخالص در صورت کسر، میزان سود خالص در صورت قرار می‌گیرد، بنابراین اگر منظور ما افزایش بهره‌وری مصرف آب از منظر اقتصادی باشد، می‌توان گفت که این روش برای سنجش بهره‌وری آب کشاورزی، روشی مناسب است ولی مشکل اساسی در تهیه این شاخص تعیین مقدار سود خالص در موقعیت‌های مختلف می‌باشد:

$$NBPD = \frac{\text{سود خالص}}{\text{آب مقدار مصرف شده}} \quad (5)$$

بر اساس رابطه ۵ هر محصولی که با مصرف مقدار کمتری آب بتواند سود خالص بیشتری فراهم کند برای کشت و کار بهتر است. در عمل ممکن است بر اساس شاخص NBPD صرفه اقتصادی، استفاده از آب در بخش صنعت، دامپروری و غیره است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

در این مطالعه بررسی بهره‌وری اقتصادی آب در محصولات عمده‌ی زراعی (سیب‌زمینی، کدو، گندم، جو، لوبیا، کلم) در روستای شاهکوه سفلی و برنج در روستای محمدآباد صورت گرفته است می‌باشد. از شاخص‌های بهره‌وری آب، عملکرد به ازای حجم آب (CPD)، درآمد به ازای

⁴CPD(Crop per drop)

⁵BPD(Benefit per drop)

⁶NBPD(Net benefit per drop)

مختصات جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، موقعیت اندازه گیری نسبت به چشمه، نوع فلوم جزئی استفاده شده و دبی های مربوطه را نشان می دهد. بیشترین دبی اندازه گیری شده مربوط به چشمه تنگه (برزنده) با مقدار ۱۲/۷۹ لیتر در ثانیه و کمترین دبی اندازه گیری شده مربوط به چشمه روبرا مقدار ۱/۳۱ لیتر در ثانیه است. منبع آبی روستای محمدآباد نیز فاضلاب تصفیه شده شهری گرگان بوده است.

واحد حجم آب، (BPD) و بازده خالص به ازای واحد حجم آب (NBPD) جهت برآورد بهره‌وری آب در این محصولات، استفاده شده است.

نتیجه‌گیری و بحث

اندازه‌گیری دبی‌های چشمه‌ها و کانال‌ها جدول ۲ دبی اندازه‌گیری شده چشمه های روستای شاهکوه سفلی در تابستان سال ۱۳۹۷ را نشان می دهد که

جدول ۲- دبی‌های اندازه‌گیری شده در دو روستا در سال ۱۳۹۷

دبی (لیتر بر ثانیه)	نوع فلوم اندازه گیری شده	مکان اندازه‌گیری شده نسبت به چشمه	ارتفاع اندازه‌گیری شده توسط پارشال فلوم (سانتی متر)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	مختصات جغرافیایی	اسم چشمه	تاریخ
8/11	پارشال فلوم تیپ ۴	بالا دست چشمه اصلی	14/5	2302	270361	استلسر اصلی	1397/4/27
3/2	پارشال فلوم تیپ ۲	بالا دست چشمه اصلی	14	2291	270374	اردیچ	1397/4/27
2/64	پارشال فلوم تیپ ۲	بالا دست چشمه اصلی	12	2329	270538	هفت چشمه	1397/4/27
6/62	پارشال فلوم تیپ ۲	بالا دست چشمه اصلی	17	2456	269479	شلیار	1397/4/29
2/0003	پارشال فلوم تیپ ۲	در بالا دست چشمه اصلی	10/8	2524	269915	سنگ بن	1397/4/29
4/12	پارشال فلوم تیپ ۲	بالا دست چشمه اصلی	14/2	2871	268618	زلوان	1397/4/29
4/51	پارشال فلوم تیپ ۲	بالا دست چشمه اصلی	14/7	2103	268173	چشمه سر	1397/5/1
3/96	پارشال فلوم تیپ ۲	بالادست چشمه اصلی	14	2420	271985	گرم تخته	1397/5/2
1/31	پارشال فلوم تیپ ۲	بالادست چشمه اصلی	9/2	2075	270842	چشمه روبرا	1397/5/2
1/63	پارشال فلوم تیپ ۲	بالا دست چشمه اصلی	10	2046	270324	گرم چشمه	1397/5/2
12/79	پارشال فلوم تیپ ۴	وسط دست چشمه اصلی	18	1902	265233	چشمه اصلی تنگه (برزنده)	1397/5/2

مرحله‌ی قبل از کاشت (آماده‌سازی زمین)، مرحله کاشت، مرحله داشت، مرحله برداشت و هزینه‌های مربوط به زمین در جدول (۴) آورده شده است.

هزینه تولید محصولات زراعی

برای محاسبه شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات عمده ی زراعی ابتدا هزینه‌ی تولید محصولات عمده‌ی زراعی در پنج مرحله‌ی جداگانه شامل هزینه‌های

جدول ۴- هزینه تولید محصولات زراعی روستای شاهکوه سفلی در سال ۱۳۹۷

اسم کشاورز	گیاه	هزینه آماده‌سازی زمین (تومان در هکتار)	هزینه کاشت (تومان در هکتار)	هزینه داشت (تومان در هکتار)	هزینه برداشت (تومان در هکتار)	هزینه زمین (تومان در هکتار)	هزینه کل (تومان در هکتار)
ذوالفقار حسام	کدو، سیب‌زمینی، کلم، لوبیا	300000	800000	350000	200000	2000000	3650000
قدم علی کابوسی	سیب زمینی، گندم	200000	390000	200000	300000	3000000	4090000
رجبعلی کابوسی	گندم، جو، لوبیا	400000	300000	450000	350000	0	1500000
سید رسول حسینی علی	سیب زمینی	250000	300000	450000	250000	0	1250000
بخش علی دهقان	گندم، سیب‌زمینی، کدو	200000	300000	400000	300000	0	1200000
سید خلیل میراحمدی	گندم	200000	300000	320000	300000	0	1120000
مهدی حسام	سیب‌زمینی، جو، گندم	200000	200000	400000	400000	0	1200000
حبیب الله حسام	سیب‌زمینی، لوبیا چیتی	200000	650000	500000	300000	2000000	3650000
امین حسام	سیب زمینی	200000	500000	300000	200000	2000000	3200000
علی اصغر علی دوست	جو، گندم	200000	100000	200000	300000	0	800000
حسین دهقان وهاب دهقان	کدو، لوبیا	200000	100000	100000	300000	0	700000
حاج بابا حسام	لوبیا، کدو	200000	200000	100000	200000	2000000	2700000
ذبی الله کابوسی	لوبیا چیتی، کدو	200000	250000	200000	200000	0	850000
ذبی الله کابوسی	کدو	200000	200000	120000	300000	0	820000
عبدالله کابوسی	لوبیا چیتی	200000	300000	100000	200000	1000000	1800000
میانگین کل	میانگین	3350000	4890000	4190000	4100000	12000000	19020000

ماخذ: یافته‌های میدانی

لایروبی آنها و سایر عملیات می‌باشد. زمین مربوط به رجبعلی کابوسی (گندم، جو، لوبیا) با (۴۰۰۰۰۰) تومان بیشترین هزینه و زمین مربوط به امین حسام و غیره... (گندم و چند تا از پارامترها) با (۲۰۰۰۰۰) تومان دارای کمترین هزینه در این مرحله می‌باشند. در مرحله کاشت، متوسط هزینه کاشت شامل خرید کود حیوانی، حمل کود حیوانی، کودپاشی کود حیوانی (ماشینی و غیرماشینی)، خرید کود شیمیایی، حمل کود شیمیایی، کودپاشی شیمیایی (ماشینی و غیرماشینی، آبیاری و سایر هزینه‌های مربوط به کاشت می‌باشد که زمین مربوط به ذوالفقار حسام

نتایج هزینه تولید محصولات زراعی در جدول (۴)، نشان می‌دهد که در کل بیشترین هزینه تولید یک هکتار از محصولات مورد بررسی مربوط به زمین قدم علی کابوسی (سیب زمینی، گندم) و سپس به ترتیب مربوط به زمین ذوالفقار حسام، حبیب الله حسام (کدو، لوبیا، سیب‌زمینی، کلم)، (سیب‌زمینی، لوبیا) اختصاص می‌یابد. همچنین متوسط هزینه تولید یک هکتار محصولات کشاورزی در مراحل مختلف کشت، در مرحله آماده‌سازی زمین، که شامل هزینه‌های مربوط به شخم (ماشینی و غیرماشینی)، دیسک (ماشینی و غیرماشینی)، کرت‌بندی و مرزکشی،

غیرماشینی)، که زمین مربوط به مهدی حسام، (سیب زمینی، جو و گندم) با (۴۰۰۰۰۰) هزار تومان بیشترین هزینه و زمین مربوط به امین حسام و عبدالله کابوسی، ... (لوبیا چیتی و...) با (۲۰۰۰۰۰) هزار تومان کمترین هزینه را در این مرحله دارا می باشد.

۸-۴- ارزش ناخالص تولید محصولات زراعی

جدول (۵)، نشان دهنده عملکرد محصول برحسب کیلوگرم، ارزش ناخالص تولید و سود خالص تولید برحسب (تومان) در هر یک از محصولات عمده زراعی در روستای شاهکوه سفلی می باشد. در جدول (۵) در به دست آوردن ارزش ناخالص تولید محصولات زراعی در یک هکتار، لحاظ شده است و با تفاضل با هزینه های تولید، سود خالص محاسبه گردید.

(کدو، لوبیا، سیب زمینی، کلم) با (۸۰۰۰۰۰) هزار تومان بیشترین هزینه و زمین مربوط به علی اصغر علی دوست و حسین دهقان، (گندم و جو)، (حسین دهقان) با (۱۰۰۰۰۰) کمترین هزینه را دارند. در مرحله داشت که متوسط هزینه های داشت شامل آب بها، آبیاری، حق میراب، کود شیمیایی، وجین کردن، تنک کردن، سمپاشی، و سایر هزینه های داشت که در این مرحله زمین مربوط حبیب الله حسام، (سیب زمینی و لوبیا چیتی) با (۵۰۰۰۰۰) هزار تومان بیشترین هزینه و زمین مربوط به حسین دهقان، وهاب دهقان، عبدالله کابوسی، (لوبیا چیتی و...) با (۱۰۰۰۰۰) هزار تومان کمترین هزینه را دارد. در مرحله برداشت که متوسط هزینه های برداشت شامل درو یا برداشت که به صورت (ماشینی و غیرماشینی)، جمع آوری و حمل در مزرعه، بسته بندی، حمل به انبار و مرکز خرید، و بارگیری می باشد و سایر هزینه های مربوط به برداشت (ماشینی و

جدول ۵- ارزش ناخالص تولید محصولات زراعی در سال ۱۳۹۷

اسم کشاورز	گیاه	عملکرد (کیلوگرم)	هزینه کل (تومان)	درآمد ناخالص (تومان)	درآمد خالص (تومان)
ذوالفقار حسام	کدو، سیب زمینی، کلم، لوبیا	۱۵۰۰۰	۳۶۵۰۰۰۰	۲۹۹۷۰۰۰۰	۳۶۳۲۰۰۰۰
قدم علی کابوسی	سیب زمینی، گندم	۶۰۰۰	۴۰۹۰۰۰۰	۷۷۴۰۰۰۰	۳۶۵۰۰۰۰
رجبعلی کابوسی	گندم، جو، لوبیا	۳۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۵۰۴۳۰۰۰۰	۳۵۴۳۰۰۰۰
سیدرسول حسینی علی	سیب زمینی	۸۰۰۰	۱۲۵۰۰۰۰	۱۰۲۴۸۰۰۰۰	۸۹۹۸۰۰۰۰
بخش علی دهقان	گندم، سیب زمینی، کدو	۳۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰	۴۵۸۱۰۰۰۰	۴۴۶۱۰۰۰۰
سید خلیل میر احمدی	گندم	۱۰۰۰	۱۱۲۰۰۰۰	۱۳۰۰۰۰۰۰	۱۸۰۰۰۰۰۰
مهدی حسام	سیب زمینی، جو، گندم	۷۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰	۸۴۲۸۰۰۰۰	۷۲۲۸۰۰۰۰
حبیب الله حسام	سیب زمینی، لوبیا چیتی	۱۵۰۰۰	۳۶۵۰۰۰۰	۲۹۹۵۵۰۰۰	۲۶۳۰۵۰۰۰۰
امین حسام	سیب زمینی	۴۰۰۰	۳۲۰۰۰۰۰	۵۱۲۴۰۰۰۰	۱۹۲۴۰۰۰۰
علی اصغر علی دوست	جو، گندم	۳۰۰۰	۸۰۰۰۰۰۰	۳۴۹۵۰۰۰۰	۲۶۹۵۰۰۰۰
حسین دهقان	کدو، لوبیا	۵۰۰۰	۷۰۰۰۰۰۰	۸۵۰۰۰۰۰۰	۷۸۰۰۰۰۰۰
وهاب دهقان	لوبیا، کدو	۸۰۰۰	۲۷۰۰۰۰۰	۱۳۶۰۰۰۰۰	۱۰۹۰۰۰۰۰۰
حاج بابا حسام	لوبیا چیتی، کدو	۸۰۰۰	۸۵۰۰۰۰۰	۱۳۶۰۰۰۰۰	۱۲۷۵۰۰۰۰۰
ذبی الله کابوسی	کدو	۲۰۰۰	۸۲۰۰۰۰۰	۳۶۰۰۰۰۰۰	۲۷۸۰۰۰۰۰۰
عبدالله کابوسی	لوبیا چیتی	۸۰۰	۱۸۰۰۰۰۰	۲۱۷۱۲۰۰۰	۳۷۱۲۰۰۰۰
میانگین کل	میانگین	۷۷۲۰	۱۹۰۲۰۰۰	۱۲۵۷۲۲۸۰	۱۰۶۷۰۲۸۰

ماخذ: یافته های تحقیق

تومان و محصول مربوط به زمین امین حسام، (سیب زمینی) با (۱۱۵۲۹۰۰) تومان را دارا می باشد و همچنین محصول مربوط به زمین بخش علی دهقان (گندم، سیب زمینی، کدو)

با توجه به داده های جدول ۵، بیشترین و کمترین ارزش ناخالص تولید محصول به ترتیب مربوط به زمین ذوالفقار حسام (کدو، سیب زمینی، کلم و لوبیا) با (۳۹۹۶۰۰۰۰)

با (۴۴۶۱۰۰۰۰) تومان بیشترین سود خالص و محصول سیب زمینی مربوط به زمین سید خلیل میر احمدی با (۱۸۰۰۰۰) تومان کمترین سود خالص را در بین محصولات عمده زراعی در روستای شاهکوه سفلی ایجاد می کنند.

مصرفی برای آبیاری محصولات مختلف زراعی، شاخص های بهره‌وری آب کشاورزی محاسبه شد و نتایج آن در جدول ۷ ارائه شده است. در جدول (۷)، با توجه به عملکرد محصول (کیلوگرم)، میزان آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)، ارزش محصول و سود خالص محصول، به محاسبه‌ی شاخص های بهره‌وری آب پرداخته شده است.

شاخص بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات زراعی

با توجه به داده‌های جداول ۴ و ۵، و با دخالت دادن میزان آب

جدول ۷- شاخص های بهره‌وری آب در محصولات عمده زراعی در روستای شاهکوه سال ۱۳۹۷

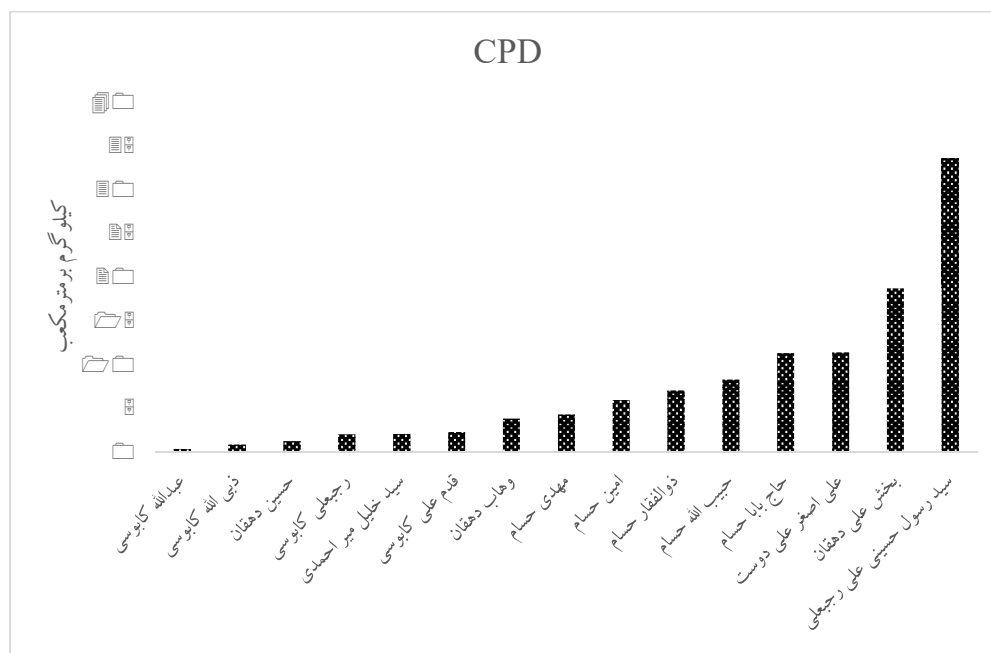
اسم کشاورز	محصول	عملکرد (کیلوگرم)	جمع کل هزینه‌ها (تومان)	سود نا خالص (تومان)	سود خالص (تومان)	CPD (کیلوگرم بر متر مکعب)	BPD (تومان بر متر مکعب)	NBPD (تومان بر متر مکعب)
ذوالفقار حسام	کدو، سیب زمینی، کلم، لوبیا	۱۵۰۰۰	۳۶۵۰۰۰۰	۲۹۹۷۰۰۰۰	۳۶۳۲۰۰۰۰	۷/۰۵	۱۴۴۳۳	۱۲۶۷۵
قدم علی کابوسی	سیب زمینی، گندم	۶۰۰۰	۴۰۹۰۰۰۰	۷۷۴۰۰۰۰	۳۶۵۰۰۰۰	۲/۳۰	۳۰۳۷	۱۴۳۲
رجبعلی کابوسی	گندم، جو، لوبیا	۳۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۵۰۴۲۰۰۰۰	۳۵۴۳۰۰۰۰	۲/۰۳	۳۵۳۷	۲۴۸۵
سید رسول حسینی علی	سیب زمینی	۸۰۰۰	۱۲۵۰۰۰۰	۱۰۲۴۸۰۰۰۰	۸۹۹۸۰۰۰۰	۳۳/۵۲	۵۴۳۳۶	۴۷۶۹۹
بخش علی دهقان	گندم، سیب زمینی، کدو	۳۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰	۴۵۸۱۰۰۰۰	۴۴۶۱۰۰۰۰	۱۸/۶	۲۹۴۵۶	۲۸۶۸۴
سید خلیل میراحمدی	گندم	۱۰۰۰	۱۱۲۰۰۰۰	۱۳۰۰۰۰۰۰	۱۸۰۰۰۰۰	۲/۰۷	۳۰۰۹	۴۱۷
مهدی حسام حبیب الله حسام	سیب زمینی، جو، گندم	۷۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰	۸۴۲۸۰۰۰۰	۷۲۲۸۰۰۰۰	۴/۲۹	۵۳۳۰	۴۵۷۱
حسین امین علی اصغر علی دوست حسین دهقان وهاب دهقان حاج بابا حسام ذبی الله کابوسی عبدالله کابوسی میانگین کل	سیب زمینی، لوبیا، چیتی	۱۵۰۰۰	۳۶۵۰۰۰۰	۲۹۹۵۵۰۰۰۰	۲۶۳۰۵۰۰۰۰	۸/۳۰	۱۷۰۵۱	۱۴۹۷۳
	سیب زمینی	۴۰۰۰	۳۲۰۰۰۰۰	۵۱۲۴۰۰۰۰	۱۹۲۴۰۰۰۰	۵/۹۵	۸۲۳۷	۳۰۹۳
	جو، گندم	۳۰۰۰	۸۰۰۰۰۰۰	۳۴۹۵۰۰۰۰	۲۶۹۵۰۰۰۰	۱۱/۴۳	۱۶۴۵۵	۱۲۶۸۸
	کدو، لوبیا	۵۰۰۰	۷۰۰۰۰۰۰	۸۵۰۰۰۰۰۰	۷۸۰۰۰۰۰۰	۱/۲۲	۲۱۰۸	۱۹۳۵
	لوبیا، کدو	۸۰۰۰	۲۷۰۰۰۰۰	۱۳۶۰۰۰۰۰	۱۰۹۰۰۰۰۰۰	۳/۸۰	۶۶۳۳	۵۳۱۶
	لوبیا، چیتی، کدو	۸۰۰۰	۸۵۰۰۰۰۰	۱۳۶۰۰۰۰۰	۱۲۷۵۰۰۰۰	۱۱/۳۶	۲۰۵۴۴	۱۹۳۶۰
	کدو	۲۰۰۰	۸۲۰۰۰۰۰	۳۶۰۰۰۰۰۰	۲۷۸۰۰۰۰۰	۰/۸۵	۱۵۷۲	۱۲۱۴
	لوبیا، چیتی	۸۰۰	۱۸۰۰۰۰۰	۲۱۷۱۲۰۰۰	۳۷۱۲۰۰۰	۰/۳۳	۶۴۶	۱۱۰
	میانگین	۷۷۲۰	۱۹۰۲۰۰۰	۱۲۵۷۲۲۸۰	۱۰۶۷۰۲۸۰	7/54	۱۲۴۲۵	۱۰۴۳۷

ماخذ: یافته‌های تحقیق

شاخص CPD

شاخص CPD (نسبت عملکرد به حجم آب مصرفی) که بیانگر بهره‌وری فیزیکی می باشد، پایین بودن عملکرد

محصول در قبال میزان آب مصرفی باعث ناچیز بودن نسبت محصول تولید شده به مقدار آب مصرفی می باشد (شکل ۴)، مقدار بهره‌وری فیزیکی را در محصولات نشان می دهد.



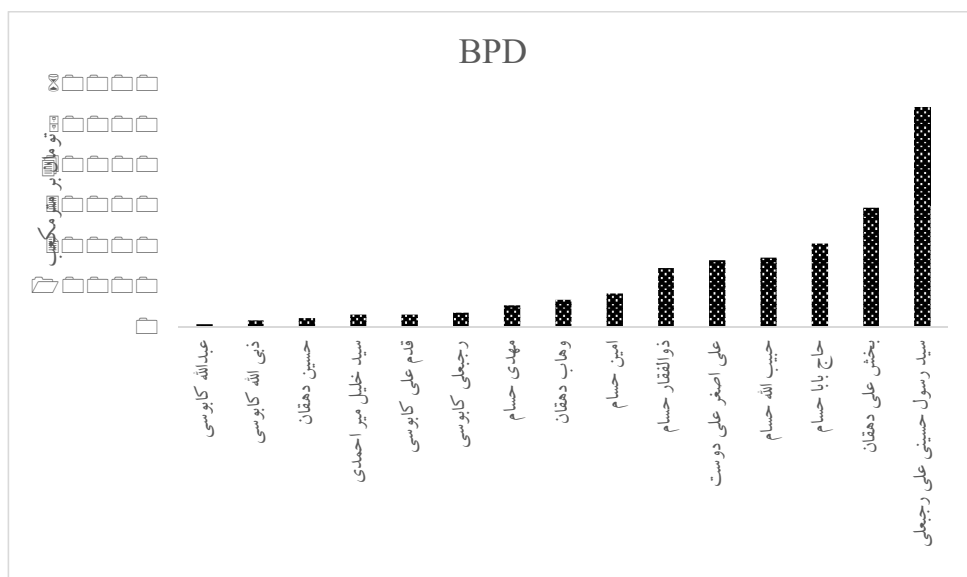
شکل ۴- بهره‌وری فیزیکی آب در محصولات روستای شاهکوه

عرضه به بازار مانند سیب زمینی، گندم، کدو، ... استفاده کرده‌ایم. بنابراین ارقام محور عمودی ممکن است در مواردی مانند کدو، سیب زمینی و... چندین برابر ماده خشک ارائه شده در مقالات مشابه باشد. از این رو استفاده از شاخص بهره‌وری اقتصادی، پارامتر مناسب‌تری برای مقایسه با مراجع دیگر خواهد بود.

شاخص BPD

با توجه به اقتصادی بودن این شاخص، می‌توان از آن برای مقایسه محصولات مختلف نیز استفاده نمود. بنابراین از این جهت در تحلیل‌های اقتصادی بر شاخص CPD برتری دارد. بهره‌وری اقتصادی آب بر اساس این شاخص در شکل ۵ نشان داده شده است.

شاخص CPD با توجه به عملکرد محصول بر میزان آب مصرفی به دست آمده است که محصولات مربوط به زمین سیدرسول حسینی با (۳۳/۵) بیشترین میزان CPD و محصولات مربوط به زمین عبدالله کابوسی با (۰/۳۳) کمترین مقدار CPD را دارند. در حالت کلی، CPD محصولات به ترتیب از بیشترین به کمترین مقدار برحسب زمین شخص، بخش علی دهقان (۱۸/۶۸)، علی اصغر علی دوست (۱۱/۴۳)، حاج بابا حسام (۱۱/۲۶)، حبیب‌الله حسام (۸/۳۰)، ذوالفقار حسام (۷/۰۵) و... کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. شایان ذکر است معمولاً برای بیان کارایی مصرف آب و بقیه شاخص‌های از میزان ماده خشک شده در دمای ۷۵ درجه نسبت به حجم آب مصرفی بر حسب مترمکعب استفاده می‌شود. اما در این تحقیق به دلیل پرسشنامه‌ای بودن، ما از میزان وزن محصول قابل

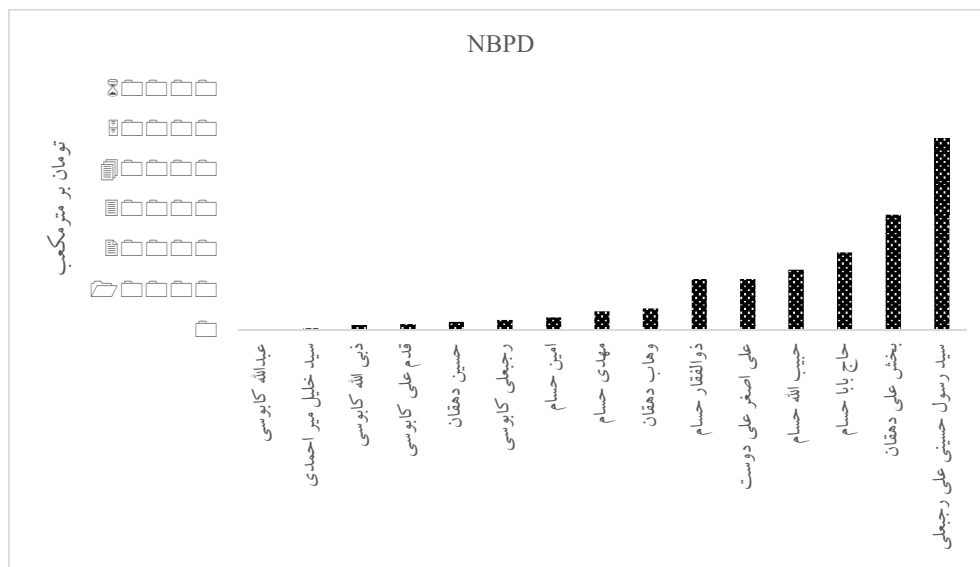


شکل ۵- بهره‌وری اقتصادی آب بر اساس شاخص BPD

شاخص NBPD

شاخص NBPD نسبت سود هر محصول را به میزان آب مصرفی شده نشان می‌دهد. مقدار این شاخص برای محصولات مورد بررسی، در شکل ۶ ارائه شده است.

شاخص BPD بالاترین ارزش ناخالص تولیدی را به ازای هر مترمکعب آب به ترتیب برای محصولات مربوط به سیدرسول حسینی (۵۴۳۲۶)، بخش علی دهقان (۲۹۴۵۶)، حاج بابا حسام (۲۰۵۴۴)، حبیب‌الله حسام (۱۷۰۵۱)، علی- اصغر علی دوست (۱۶۴۵۵)، ذالفقار حسام (۱۴۴۳۳)، ...تومان بیان می‌کند.



شکل ۶- بهره‌وری اقتصادی آب بر اساس شاخص NBPD

نشان می‌دهد که به ازای یک مترمکعب (۱۰۰۰ لیتر) آب مصرفی به ترتیب برای محصولات مربوط به

بررسی نتایج حاصل از محاسبه این شاخص اتلاف مهمترین و با ارزش‌ترین منبع زیست محیطی را

هزینه تولید محصول برنج در روستای محمد آباد
گرگان

برای محاسبه‌ی شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصول برنج به تفکیک زمین افراد ابتدا هزینه‌های تولید محصول برنج در پنج مرحله‌ی جداگانه شامل هزینه‌های مرحله‌ی قبل از کاشت (آماده‌سازی زمین)، مرحله کاشت، مرحله داشت، مرحله برداشت و هزینه‌های مربوط به زمین در جدول ۸ آورده شده است.

زمین سیدرسول حسینی (۴۷۶۹۹)، بخش علی دهقان (۲۸۶۸۴)، حاج بابا حسام (۱۹۲۶۰)، حبیب‌الله حسام (۱۴۹۷۳)، علی‌اصغر علی‌دوست (۱۲۶۸۸)، تومان سود خالص در تولید به دست می‌آید. این نمودار و نمودارهایی که نسبت درآمد به آب مصرفی را بیان می‌کنند کامل‌ترند هم از لحاظ عدم محدودیت خشک کردن یا به‌کارگیری ماده خشک هم از لحاظ پرداختن به درآمد کشاورز به حجم آب مصرفی می‌باشد.

جدول ۸- هزینه تولید محصول برنج ۱۳۹۷ در روستای محمد آباد

اسم کشاورز	محصول	هزینه آماده‌سازی زمین (تومان در هکتار)	هزینه کاشت (تومان در هکتار)	هزینه داشت (تومان در هکتار)	هزینه برداشت (تومان در هکتار)	هزینه زمین (تومان در هکتار)	هزینه کل (تومان در هکتار)
میانگین کل	میانگین	۶۰۰۰۰	۴۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	۰	۷۱۰۰۰۰
حسین حمزه‌ای	برنج	۶۰۰۰۰	۴۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	۰	۷۱۰۰۰۰
حاج اکبر اتراچالی	برنج	۶۰۰۰۰	۴۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	۰	۷۱۰۰۰۰
سید احمد حسینی	برنج	۶۰۰۰۰	۴۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	۰	۷۱۰۰۰۰
عسکر مازندرانی	برنج	۶۰۰۰۰	۴۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	۰	۷۱۰۰۰۰
مسلم شاهکوه محلی	برنج	۶۰۰۰۰	۴۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	۰	۷۱۰۰۰۰
حسن علیپور	برنج	۶۰۰۰۰	۴۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	۰	۷۱۰۰۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۹)، نشان دهنده عملکرد محصول برحسب کیلوگرم ارزش ناخالص تولید و سود خالص تولید برحسب (تومان) در هر یک محصولات برنج در زمین‌های مختلف در روستای محمدآباد گرگان می‌باشد. در جدول (۹) در به بدست آوردن ارزش ناخالص تولید محصول برنج در یک هکتار، در نظر گرفته شده و با تفاضل با هزینه‌های تولید مندرج در جدول ۸، سود خالص تولید نیز به دست آمد.

به دلیل یکپارچه سازی اراضی و انجام عملیات متمرکز کاشت و داشت و برداشت، هزینه‌های تولید محصول برنج در زمین‌های مختلف مورد بررسی در روستای محمدآباد گرگان برابر بوده و هیچ اختلافی باهم ندارند. ارزش ناخالص تولید محصول شلتوک برنج در روستای محمد آباد

جدول ۹- ارزش ناخالص محصول برنج در روستای محمد آباد در سال ۱۳۹۷

اسم کشاورز	محصول	عملکرد (کیلوگرم)	هزینه کل (تومان)	سود ناخالص (تومان)	سود خالص (تومان)
میانگین کل	میانگین	۳۳۳۳/۳۳	۷۱۰۰۰۰	۱۰۱۰۶۵۰۰	۳۰۰۶۵۰۰
حسین حمزه‌ای	برنج	۶۰۰۰	۷۱۰۰۰۰	۲۵۰۹۲۰۰۰	۱۷۹۹۲۰۰۰
حاج اکبر اترا چالی	برنج	۱۰۰۰۰	۷۱۰۰۰۰	۴۱۸۲۰۰۰۰	۳۴۷۲۰۰۰۰
سید احمد حسینی	برنج	۳۰۰۰	۷۱۰۰۰۰	۱۲۵۴۶۰۰۰	۵۴۴۶۰۰۰
عسکر مازندرانی	برنج	۲۰۰۰	۷۱۰۰۰۰	۸۳۶۴۰۰۰	۱۲۶۴۰۰۰
مسلم شاهکوه محلی	برنج	۲۰۰۰	۷۱۰۰۰۰	۸۳۶۴۰۰۰	۱۲۶۴۰۰۰
حسن علیپور	برنج	۳۰۰۰	۷۱۰۰۰۰	۱۲۵۴۶۰۰۰	۵۴۴۶۰۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

حسینی و حسن علیپور با (۵۴۴۶۰۰۰) تومان کمترین سود خالص را در بین محصولات مختلف برنج در روستای محمدآباد گرگان ایجاد می‌کنند. شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات برنج در زمین‌های مختلف روستای محمدآباد گرگان

در جدول (۹)، بیشترین و کمترین ارزش ناخالص تولید به ترتیب مربوط به محصول شلتوک برنج مربوط به زمین حاج اکبر اترا چالی با (۴۱۸۲۰۰۰۰) تومان و محصول برنج مربوط به مسلم شاهکوه محلی و عسکر مازندرانی با (۸۳۶۴۰۰۰) تومان می‌باشد. همچنین محصول برنج مربوط به زمین حاج اکبر اتراچالی با (۳۴۷۲۰۰۰۰) تومان بیشترین سود خالص و محصول برنج مربوط به زمین سید احمد

جدول ۱۰- شاخص‌های بهره‌وری آب در روستای محمدآباد گرگان در سال ۱۳۹۷

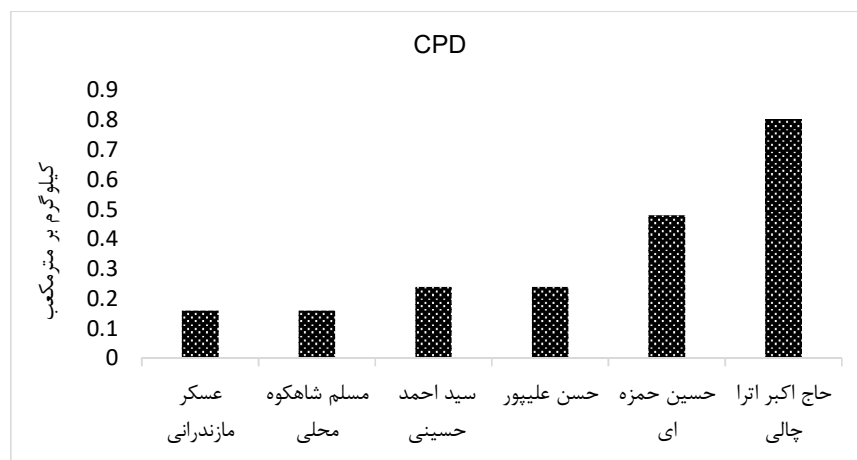
اسم کشاورز	محصول	عملکرد (کیلوگرم)	کل هزینه‌ها (تومان)	جمع	سود ناخالص (تومان)	سود خالص (تومان)	متن مکعب (کیلوگرم/متر)	CPD	BPD (تومان بر)	NBPD (تومان بر)
میانگین کل	میانگین	۴۳۳۳	۷۱۰۰۰۰۰		۱۸۱۲۲۰۰۰	۱۱۰۲۲۰۰۰	۰/۳۴	۱۵۱۰/۱۶	۹۱۸/۵	
حسین حمزه‌ای	برنج	۲۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰		۲۵۰۹۲۰۰۰	۱۷۹۹۲۰۰۰	۰/۴۸	۲۰۹۱	۱۴۹۹/۳	
حاج اکبر اترا چالی	برنج	۵۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰		۴۱۸۲۰۰۰۰	۳۴۷۲۰۰۰۰	۰/۸	۳۴۸۵	۲۸۹۳/۳	
سید احمد حسینی	برنج	۳۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰		۱۲۵۴۶۰۰۰	۵۴۴۶۰۰۰	۰/۳۴	۱۰۴۵/۵	۴۵۳/۸	
عسکر مازندرانی	برنج	۲۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰		۸۳۶۴۰۰۰	۱۲۶۴۰۰۰	۰/۱۶	۶۹۷	۱۰۵/۳	
مسلم شاهکوه محلی	برنج	۲۰۰۰	۷۱۰۰۰۰۰		۸۳۶۴۰۰۰	۱۲۶۴۰۰۰	۰/۱۶	۶۹۷	۱۰۵/۳	
حسن علیپور	برنج	۵۰۰	۷۱۰۰۰۰۰		۱۲۵۴۶۰۰۰	۵۴۴۶۰۰۰	۰/۳۴	۱۰۴۵/۵	۴۵۳/۸	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

شاخص CPD که بیانگر بهره‌وری فیزیکی می‌باشد، پایین بودن عملکرد محصول در قبال میزان آب مصرفی باعث ناچیز بودن نسبت محصول تولید شده به مقدار آب مصرفی می‌باشد. شکل ۷، مقدار بهره‌وری فیزیکی برنج را در اراضی محمدآباد نشان می‌دهد.

در جدول (۱۰)، با توجه به عملکرد محصول (کیلوگرم)، میزان آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)، ارزش محصول و سود خالص محصول، به محاسبه‌ی شاخص‌های بهره‌وری آب پرداخته شده است.

شاخص CPD



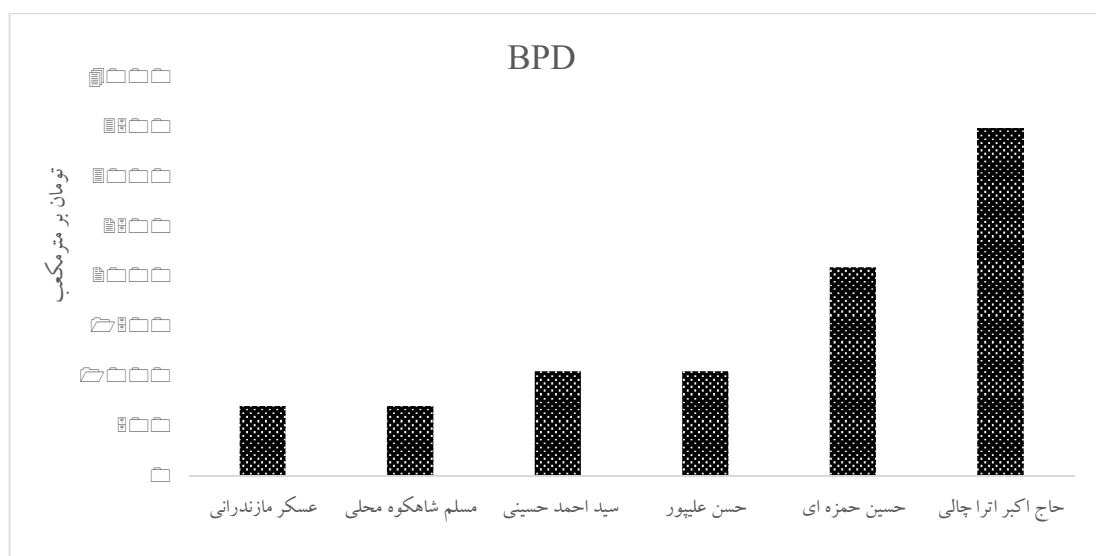
شکل ۷- بهره‌وری فیزیکی آب در شلتوک برنج اراضی روستای محمدآباد در سال ۱۳۹۷

بر مترمکعب آب می‌باشد. بهره‌وری پایین کشت برنج با نتایج تحقیق خالدیان و همکاران (۲۰۱۷) در توافق بوده است.

شاخص BPD

شاخص اقتصادی سودناخالص به ازای مصرف آب در تحلیل‌های اقتصادی بر شاخص CPD برتری دارد. بهره‌وری اقتصادی آب بر اساس این شاخص در شکل ۸ نشان داده شده است.

شاخص CPD با توجه به عملکرد محصول بر میزان آب مصرفی به دست آمده است که محصول برنج مربوط به زمین حاج اکبر اترچالی با (۰/۸۰) بیشترین میزان CPD و محصول مربوط به زمین عسکر مازندرانی با (۰/۱۶) کمترین مقدار CPD را دارند. در حالت کلی، CPD محصولات مربوط به زمین به ترتیب از بیشترین به کمترین مقدار، حاج اکبر اترچالی (۰/۸۰)، حسین حمزه‌ای (۰/۴۸)، حسن علیپور (۰/۲۴)، سید احمد حسینی (۰/۲۴)، مسلم شاهکوه محلی (۰/۱۶)، عسکر مازندرانی (۰/۱۶) کیلو گرم بر مترمکعب می‌باشد. میانگین بهره‌وری فیزیکی آب در شلتوک برنج اراضی روستای محمدآباد ۰/۳۴ کیلوگرم



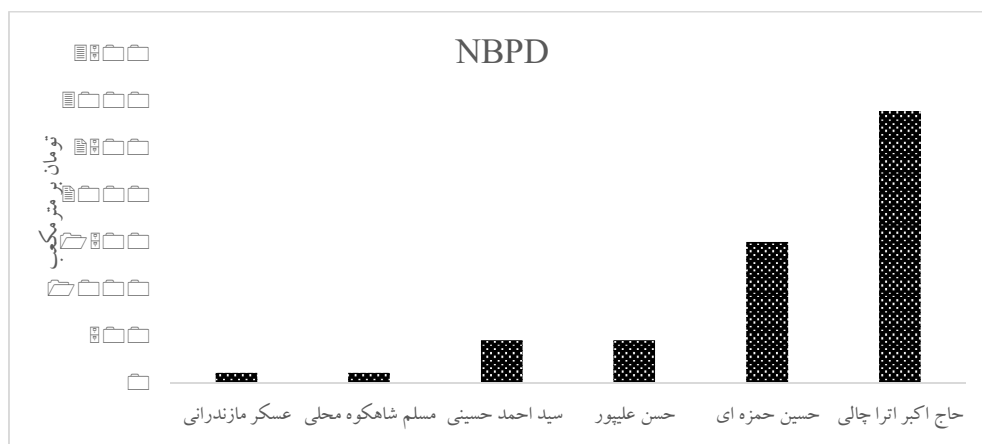
شکل ۸- بهره‌وری اقتصادی آب برای شلتوک در روستای محمدآباد بر اساس شاخص BPD در سال ۱۳۹۷

BPD برابر با ۱۵۱۰ تومان بر مترمکعب آب بوده است.

شاخص NBPD

شاخص NBPD نسبت سود هر محصول را به میزان آب مصرف شده نشان می‌دهد. مقدار این شاخص برای محصولات برای زمین‌های مختلف، در شکل ۹، آورده شده است.

شاخص BPD بالاترین ارزش ناخالص تولیدی را به ازای هر مترمکعب آب به ترتیب برای محصولات مربوط به زمین حاج اکبر اترچالی (۳۴۸۵)، حسین حمزه‌ای (۲۰۹۱)، حسن علیپور ۱۰۴۵، سید احمد حسینی (۱۰۴۵/۵)، مسلم شاهکوه محلی (۶۹۷)، عسکر مازندرانی (۶۹۷)، برحسب تومان بر مترمکعب بیان می‌کند. میانگین بهره‌وری اقتصادی آب برای شلتوک در روستای محمدآباد بر اساس شاخص



شکل ۹- بهره‌وری اقتصادی آب برای شلتوک در روستای محمدآباد بر اساس شاخص NBPD در سال ۱۳۹۷

راندمان انتقال آب

داده های اندازه گیری شده دبی بعد از چشمه و در سر زمین های زراعی در مقاطع مختلف در جدول ۱۱ ارائه شده است. در روستای شاهکوه سفلی با کانالهای عمده خاکی به طور میانگین، راندمان انتقال آب برابر ۵۸/۵۱ درصد می-باشد. اما میانگین راندمان انتقال آب در روستای محمدآباد با کانالهای بتنی برابر ۷۳/۵ درصد محاسبه گردید. مسافت-های طی شده آب در کانالهای خاکی روستای شاهکوه هنگام اندازه‌گیری راندمان انتقال آب برابر نبوده و برای هر کدام از چشمه‌ها مسافت‌ها متفاوت می‌باشد.

بررسی نتایج حاصل از محاسبه این شاخص اتلاف مهمترین و با ارزش ترین منبع زیست محیطی را نشان می‌دهد که به ازای یک مترمکعب (۱۰۰۰ لیتر) آب مصرفی به ترتیب برای محصولات بر حسب زمین، حاج اکبر اترآچالی (۲۸۹۳)، حسین حمزه‌ای (۱۴۹۹)، حسن علیپور (۴۵۳)، سید احمد حسینی (۴۵۳/۸)، مسلم شاهکوه محلی (۱۰۵/۳)، عسکر مازندرانی (۱۰۵/۳) تومان، سود خالص در تولید به دست می‌آید. میانگین بهره‌وری اقتصادی بر اساس شاخص NBPD (۹۱۸/۵) توان بر مترمکعب می‌باشد.

جدول ۱۱- اندازه‌گیری راندمان انتقال آب چشمه‌های روستای شاهکوه سفلی در سال ۱۳۹۷

اسم چشمه	مختصات جغرافیای	ارتفاع از سطح دریا (متر)	دبی (لیتر بر ثانیه)	حجم انتقال (لیتر)	راندمان انتقال
استیل سر اصلی	4049347 270361	2302	8/1197	701/5421	58/6
اردیچ	4049465 270374	2291	3/2	276/48	35/8
هفت چشمه	4049272 270538	2329	2/64	228/096	46/71
شلیار	4048404 269479	2456	6/62	571/968	89/1
سنگ بن	4047111 269915	2524	2/0003	172/8259	58/82
زلوان	4045477 268618	2871	4/12	355/968	69/9
چشمه سر	4050743 268173	2103	4/51	389/664	90/9
گرم تخته	4048861 271985	2420	3/96	342/144	85/6
چشمه روبار	4051468 270842	2075	1/31	113/184	30/67
گرم چشمه	4051533 270324	2046	1/63	140/832	42/94
چشمه اصلی تنگه (برزنده)	4052334 265233	1902	12/79	1105/056	34/6

نتیجه گیری

نتایج برآورد بهای تمام شده محصولات کشاورزی نشان می‌دهد که بیشترین هزینه تولید در هکتار در بین محصولات مورد بررسی متعلق به زمین علی کابوسی (سیب زمینی، گندم) و پس از آن اراضی ذوالفقار حسام و حبیب الله حسام (کدو، لوبیا، سیب زمینی، کلم) و (سیب زمینی) است. لوبیا، بیشترین هزینه در مراحل پیش کاشت (آماده سازی زمین) متعلق به زمین رضاعلی کبوسی (گندم، جو، لوبیا) و کمترین هزینه متعلق به امین حسام و ... می باشد. در مرحله کاشت بیشترین هزینه تولید متعلق به زمین ذوالفقار حسام و زمین های علی اصغر علیدوست و حسین دهقان کمترین هزینه را دارند. در مرحله رشد، بیشترین هزینه تولید متعلق به زمین حبیب الله حسام (لوبیا چشم سیاه، سیب زمینی) و اراضی حسین دهقان، وهاب دهقان و عبدالله کبوسی کمترین هزینه را دارند. در مرحله برداشت بیشترین هزینه تولید متعلق به زمین مهدی حسام و اراضی امین حسام و عبدالله کبوسی کمترین هزینه را دارند. از نظر ارزش تولید ناخالص، زمین ذوالفقار حسام و زمین امین حسام به ترتیب کمترین و بیشترین ارزش تولید را دارند. همچنین در بین عمده محصولات کشاورزی روستای شاهکوه سفلی، زمین ذوالفقار حسام بیشترین سود خالص و اراضی امین حسام و عبدالله کابوسی کمترین سود خالص را به ازای هر واحد آب مصرفی دارند. شاخص های بهره وری آب برای زیرمحصول برنج شلتوک در روستای محمدآباد گرگان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که اراضی سید رسول حسینی (۵/۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب) بیشترین عملکرد و اراضی عبدالله کابوسی کمترین عملکرد (۰/۳۳ کیلوگرم در متر مکعب) را دارند. بیشترین و کمترین ارزش تولید ناخالص به ازای هر واحد آب مصرفی (BPD) به ترتیب مربوط به زمین سید رسول حسینی (۵۴ هزار و ۳۲۶ تومان در متر مکعب) و اراضی عبدالله کابوسی (۶۴۶ تومان در متر مکعب) است. به همین ترتیب بیشترین و کمترین سود خالص به ازای هر واحد آب مصرفی (NBPD) به ترتیب مربوط به زمین سید رسول حسینی (۴۷۶۹۹ تومان در مترمکعب) و زمین عبدالله کابوسی (۱۱۰ تومان

در متر مکعب) است. در مورد تولید برنج شلتوک در اراضی افراد روستای محمدآباد گرگان، نتایج نشان می‌دهد که تفاوتی در تمامی پارامترهای هزینه تولید در بین پارامترهای مورد بررسی وجود ندارد. بیشترین ارزش تولید ناخالص محصول برنج مربوط به زمین حاج اکبر اترچالی (۴۱ میلیون و ۸۲۰ هزار تومان) و کمترین ارزش تولید ناخالص مربوط به زمین است.

بر اساس نتایج می‌توان چند پیشنهاد برای بهبود عملکرد و بهره‌وری کشاورزی ارائه کرد:

۱. تغییر در ساختار کشت: بررسی امکان تنوع‌بخشی در محصولات کشاورزی با توجه به هزینه تولید و ارزش تولید ناخالص می‌تواند بهبود قابل توجهی در سودآوری داشته باشد. برای مثال، کاشت محصولات با هزینه تولید کمتر و ارزش تولید بالاتر می‌تواند مزیت داشته باشد.

۲. بهینه‌سازی مراحل پیش کاشت: توجه به هزینه‌های پیش کاشت و امکان افزایش بهره‌وری در این مرحله می‌تواند کاهش هزینه تولید کلی داشته باشد. استفاده از روش‌های بهبود خاک و مدیریت منابع آب در زمین‌های مختلف می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری شود.

۳. بهبود مراحل کاشت و رشد: ارائه روش‌ها و فناوری‌های بهتر در مراحل کاشت و رشد می‌تواند عملکرد محصولات را بهبود بخشد و هزینه تولید را کاهش دهد. مانند استفاده از روش‌های آبیاری هوشمند، کنترل آفات و بیماری‌ها و بهینه‌سازی مصرف مواد شیمیایی.

۴. ارتقاء بهره‌وری آب: مدیریت بهینه منابع آب و استفاده از روش‌ها و فناوری‌های کاهش مصرف آب می‌تواند بهبود قابل توجهی در بهره‌وری آب و کاهش هزینه‌های مربوط به آب در کشاورزی به همراه داشته باشد.

۵. توسعه بازار و بازاریابی: ایجاد روابط قوی‌تر با بازارهای محلی و بین‌المللی و ترویج و بازاریابی مناسب محصولات کشاورزی می‌تواند ارزش تولید را افزایش داده و سودآوری را بهبود بخشد.

۶. آموزش و آگاهی‌بخشی: آموزش کشاورزان در زمینه بهترین روش‌ها و فناوری‌های کشاورزی، مدیریت منابع طبیعی و استفاده بهینه از منابع، می‌تواند بهبود قابل توجهی در عملکرد و بهره‌وری کشاورزی به همراه داشته باشد.

منابع

1. Rahimzadeh, A., and Rostami, R. (2015). Assessing Water Distribution Efficiency and Crop Yield in a Traditional Irrigation System. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 8(4), 536-541.
2. Mohammadi, H., Karami, A., and Ghahraman, B. (2018). A Comparative Study of Water Productivity in Traditional and Modern Irrigation Systems. *Water Resources Management*, 32(3), 1191-1204.
3. Khaledian, M. R., Arshad, M., Ghoreishi, M. S., and Mousavi, S. F. (2017). Water Use Efficiency in Traditional and Modernized Irrigation Systems: A Case Study in Iran. *Water*, 9(10), 809.
4. Saatsaz, M. (2020). A historical investigation on water resources management in Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 22, 1749-1785.
5. Goes, B. J. M., Howarth, S. E., Wardlaw, R. B., Hancock, I. R., and Parajuli, U. N. (2016). Integrated water resources management in an insecure river basin: a case study of Helmand River Basin, Afghanistan. *International Journal of water resources Development*, 32(1), 3-25.
6. Mengistu, K. T. (2009). Watershed hydrological responses to changes in land use and land cover, and management practices at Hare Watershed, Ethiopia.
7. Hussainzada, W., Cabrera, J. S., Samim, A. T., and Lee, H. S. (2023). Water resource management for improved crop cultivation and productivity with hydraulic engineering solution in arid northern Afghanistan. *Applied Water Science*, 13(2), 41.
8. Hanjra, M. A., Ferede, T., and Gutta, D. G. (2009). Pathways to breaking the poverty trap in Ethiopia: Investments in agricultural water, education, and markets. *Agricultural Water Management*, 96(11), 1596-1604.
9. Amejo, A. G., Gebere, Y. M., Kassa, H., and Tana, T. (2018). Agricultural productivity, land use and draught animal power formula derived from mixed crop-livestock systems in Southwestern Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 13(42), 2362-2381.