Archive of SID.ir

رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست
شاپا الکترونیکی: ۰۲۸۰-۲۹۸۱
Homepage: https://nawee.gonbad.ac.ir
دانشگاه گنبد کاووس
دوره دوم، شماره دوم

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

**Mojtaba Mandehgari Kohan[1], Mehdi Zakerinia [2*], Hossein Dehghan[3]**

[1]Graduated MSc Student, University of Agriculture science and natural resources of Gorgan
[2]Associate Professor, University of Agriculture science and natural resources of Gorgan
Author's
[3]Senior 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 (NBPD) 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

© The Author(s). Publisher: Gonbad Kavous University.
DOI: https://doi.org/10.22034/nawee.2024.431235.1058



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Gonbad Kavous University
Volume 2, Issue 2
Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment
Online ISSN: 2981-0280
Homepage: https://nawee.gonbad.ac.ir

# 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[1]، مهدی ذاکری نیا[2*]، حسین دهقان[3]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ،
[2] دانشیار، گروه مهندسی آب ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[3]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، لزوما 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 نهایتا 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 به‌دست آمده، مشخص شد که میانگین شاخص CPD برحسب وزن تر، BPD و NPBD به‌ترتیب در روستای شاهکوه سفلی، ۷/۵۴ (کیلوگرم برمترمکعب)، ۱۲۴۲۵، ۱۰۴۲۷ (تومان بر متـرمکـعب) و در روستای محمدآبادگرگان، به‌ترتیب ۰/۴۱ (کیلوگرم برمترمکعب)، 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؛ ذاکری‌نیا، 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)، ۲۰۲-۱۸۴.
https://doi.org/10.22034/nawee.2024.431235.1058

ناشر: دانشگاه گنبد کاووس. © نویسندگان



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



**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 می‌باشد (Gabbari et al.,2010؛ جنگی مرینی و امیدی‌نجق‌آبادی، ۱۳۹۰). ورود دولت‌ها به ساخت شبکه‌های 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. سیستم‌های سنتی مدیریت آب، مانند سیستم میراب، قرن‌هاست که در برخی مناطق مورد استفاده قرار می‌گیرد، در حالی که شبکه‌های مدرن‌سازی شده در برخی مناطق برای بهبود توزیع و بهره‌وری آب معرفی شده‌اند (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 سیستم‌ها معمولاً برای توزیع آب در زمین‌های کشاورزی به کانال‌ها و خندق‌های تغذیه‌کننده 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، سیستم‌های سنتی اغلب با چالش‌های مربوط به زوال زیرساخت، تخصیص ناکارآمد آب و نگهداری ناکافی مواجه هستند که منجر به راندمان مصرف آب پایین می‌شود (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 سال‌های اخیر، تلاش‌هایی برای نوسازی سیستم‌های آبیاری و بهبود کارایی مصرف آب در شیوه‌های کشاورزی صورت گرفته است. هدف این طرح‌های نوسازی جایگزینی یا ارتقای زیرساخت‌های سنتی با فناوری‌های کارآمدتر، مانند خطوط لوله تحت فشار، سیستم‌های آبیاری بارانی یا قطره‌ای، و دستگاه‌های 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



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شاخص‌های رایج مورد استفاده، عملکرد محصول در هر تحویل (CPD) است که عملکرد محصول به‌دست‌آمده در واحد حجم آب تحویلی برای آبیاری را اندازه‌گیری می‌کند. CPD بینشی در مورد اثربخشی استفاده از آب در تولید کشاورزی ارائه می دهد. علاوه بر CPD، شاخص‌های 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 سیستم‌های آبیاری سنتی و مدرن در ایران را با استفاده از شاخص‌های CPD، BPD و NBPD تجزیه و تحلیل کرد. نتایج آن‌ها نشان داد که سیستم‌های مدرن‌شده از نظر کارایی مصرف آب و صرفه اقتصادی بهتر از سیستم‌های سنتی عمل می‌کنند و بر اهمیت اتخاذ شیوه‌های آبیاری کارآمد تأکید می‌کنند. اهمیت کارایی مصرف آب در شیوه‌های کشاورزی، به‌ویژه در مناطقی با شبکه‌های آبیاری سنتی که تحت سیستم میراب مدیریت می‌شوند، بر همگان واضح است. اما مطالعات نشان داده‌اند که نوسازی سیستم‌های آبیاری می‌تواند منجر به بهره‌وری بالاتر مصرف آب، افزایش بهره‌وری 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، تاثیر 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 بخش‌های کشاورزی موثر باشد. از این رو هدف این پژوهش مقایسه بهره‌وری 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 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 استراباد جنوبی بشمار می رود. بیشتر چشمه‌ها در حاشیه و اطراف آن واقع شده‌اند که عمده‌ترین آنها بدین شرحند: استیل سر، پشت گرد کوه، زله وان، سنگ بن، شلیار، اردیج، 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 آسیاب‌های آبی زیادی را در جوانب آن برای آرد کردن گندم ایجاد کنند.

با مقایسه شاخص‌های CPD، BPD و NBPD بین روستاهای شاهکوه سفلی و محمدآباد، تأثیر سیستم‌های مدیریت آبیاری سنتی و نوسازی شده بر کارایی مصرف آب و صرفه‌جویی 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 روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۷ در روستای شاهکوه سفلی و محمدآباد گرگان از روستاهای تابع شهرستان گرگان صورت پذیرفت. به منظور جمع آوری داده‌ها مورد نیاز برای انجام پژوهش حاضر دو روش اسنادی و میدانی مورد استفاده قرار گرفت. از روش اسنادی برای جمع‌آوری اطلاعات جهت تدوین اهداف، تعیین جامعه آماری، تبیین روش تحقیق و تدوین کلیات و پیشینه تحقیق استفاده گردید که با مطالعه کتب،پایان نامه‌ها، طرح‌های تحقیقاتی، مقالات، آمار نامه‌ها، 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



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

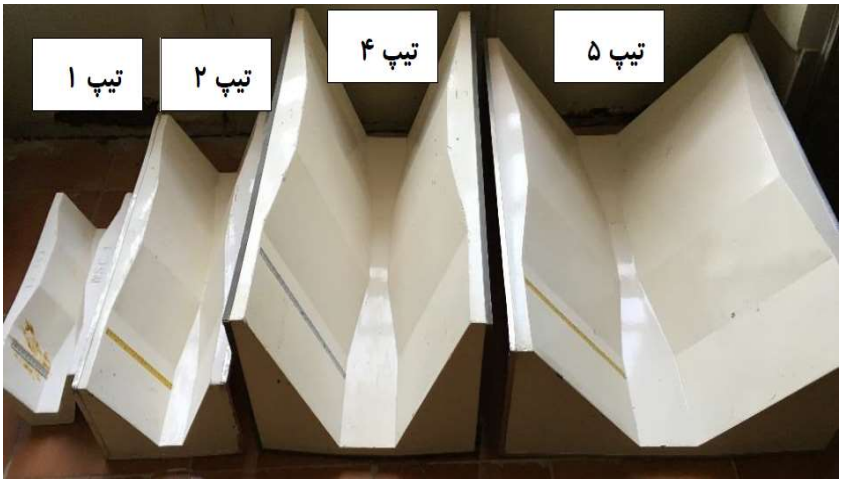


هر کشت، میزان درآمد و...بود که در روستاهای مذکور پر شد. برای تهیه پرسشنامه، فرمول‌بندی سوالات به صورت مکتوب و دقیق، با هدف ایجاد راهبردی روشن جهت دستیابی به پاسخ سوالات صورت گرفت.

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 اندازه گیری دبی در چشمه ها 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 فلوم نسبتا 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.

**جدول۱ - رابطه دبی- اشل و ضریب رگرسیون برای هر یک از تیپ‌های فلوم wsc**

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




**شکل ۱- تیپ و اندازه‌های مختلف ۴ نوع wsc فلوم**

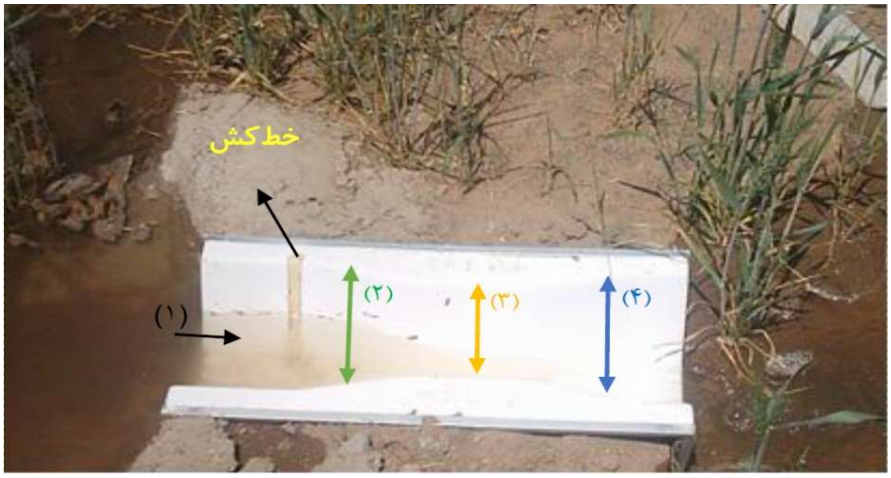
Wsc فلوم از ۴ مقطع شامل مقطع ورودی بالادست، بخش منقبض شـــده قبل از بخش تنگ گلویی، و بخش واگرا و منبسط شونده‌ی پایین دست تشکیل شده است (شکل ۲).



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir






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

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

$$Q = K \times A \times L = \frac{\pi}{4} K D^2 L \qquad (۲)$$

در رابطه فوق Q= بده A= سطح مقطع لوله، L= فاصله افقی رانش آب ، D= قطر لوله آبده

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

**شکل ۳- نمای کلی و در حین کار دستگاه مولینه**



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



## شاخص‌های بهره‌وری آب در کشاورزی

-عملکرد به ازای واحد حجم آب CPD[4]

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.

$$CPD = \frac{\text{مقدار محصول تولید شده}}{\text{مقدار آب مصرف شده}} \qquad (۳)$$

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 CPDمقایسه 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 طورکلی 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).

BPD[5]-سود نا خالص به ازای واحد حجم آب

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

$$BPD = \frac{\text{سود ناخالص}}{\text{مقدار آب مصرف شده}} \qquad (۴)$$

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 نسبتا ساده بوده اما در این روش مقدار هزینه صرف شده جهت تولید محصول در نظر گرفته نمی‌شود و یا به عبارتی دیگر سود نا خالص 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 مبنا برای محاسبات و توجه به میزان تورم، استهلاک، تغییرات قیمت محصول و مواردی از این دست حائز اهمیت است (احسانی و خالدی،۱۳۸۲).

NBPD[6]-سود خالص به ازای واحد حجم آب

شاید بتوان گفت که یکی از بهترین شاخص‌ها برای سنجش بهره‌وری آب کشاورزیNBPD، 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:

$$NBPD = \frac{\text{سود خالص}}{\text{آب مقدار مصرف شده}} \qquad (۵)$$

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 بهره-وری آب، عملکرد به ازای حجم آب (CPD)، درآمد به ازای

[4]CPD(Crop per drop)
[5]BPD(Benefit per drop)
[6]NBPD(Net benefit per drop)



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



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 اندازه گیری شده چشمه های روستای شاهکوه سفلی در تابستان سال ۱۳۹۷ را نشان می دهد که 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 روبار مقدار ۱/۳۱ لیتر در ثانیه است. منبع آبی روستای محمدآباد نیز فاضلاب تصفیه شده شهری گرگان بوده است.

**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 جغرافیای | | اسم چشمه | تاریخ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8/11 | پارشال فلوم تیپ ۴ | بالا دست چشمه اصلی | 14/5 | 2302 | 4049347 | 270361 | استلسر اصلی | 1397/4/27 |
| 3/2 | پارشال فلوم تیپ۲ | بالا دست چشمه اصلی | 14 | 2291 | 4049465 | 270374 | اردیج | 1397/4/27 |
| 2/64 | پارشال فلوم تیپ۲ | بالا دست چشمه اصلی | 12 | 2329 | 4049272 | 270538 | هفت چشمه | 1397/4/27 |
| 6/62 | پارشال فلوم تیپ ۲ | بالا دست چشمه اصلی | 17 | 2456 | 4048404 | 269479 | شلیار | 1397/4/29 |
| 2/0003 | پارشال فلوم تیپ ۲ | در بالا دست چشمه اصلی | 10/8 | 2524 | 4047111 | 269915 | سنگ بن | 1397/4/29 |
| 4/12 | پارشال فلوم تیپ ۲ | بالا دست چشمه اصلی | 14/2 | 2871 | 4045477 | 268618 | زلوان | 1397/4/29 |
| 4/51 | پارشال فلوم تیپ۲ | چشمه اصلی بالا دست | 14/7 | 2103 | 4050743 | 268173 | چشمه سر | 1397/5/1 |
| 3/96 | پارشال فلوم تیپ۲ | بالادست چشمه اصلی | 14 | 2420 | 4048861 | 271985 | گرم تخته | 1397/5/2 |
| 1/31 | پارشال فلوم تیپ ۲ | بالادست چشمه اصلی | 9/2 | 2075 | 4051468 | 270842 | چشمه روبار | 1397/5/2 |
| 1/63 | پارشال فلوم تیپ ۲ | بالا دست چشمه اصلی | 10 | 2046 | 4051533 | 270324 | گرم چشمه | 1397/5/2 |
| 12/79 | پارشال فلوم تیپ ۴ | وسط دست چشمه اصلی | 18 | 1902 | 4052334 | 265233 | چشمه اصلی تنگه (برزنده) | 1397/5/2 |

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



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



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 | کدو،لوبیا | 200000 | 100000 | 100000 | 300000 | 0 | 700000 |
| وهاب دهقان | لوبیا،کدو | 200000 | 200000 | 100000 | 200000 | 2000000 | 2700000 |
| حاج بابا حسام | لوبیاچیتی،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 | 1902000 |

ماخذ: یافته‌های میدانی

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 به‌ترتیب 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، لایروبی انهار 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 شیمیای، کودپاشی شیمیایی (ماشینی و غیرماشینی، آبیاری و سایر هزینه‌های مربوط به کاشت می‌باشد که زمین مربوط به ذوالفقار حسام



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



(کدو، لوبیا، سیب‌زمینی، 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 هزینه‌های داشت شامل آب بها، آبیاری، حق میراب، کود شیمایی، وجین کردن، تنک کردن، سمپاشی، و سایر هزینه‌های داشت که در این مرحله زمین مربوط حبیب‌الله حسام، (سیب‌زمینی 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 هزینه‌های برداشت شامل درو یا برداشت که به صورت (ماشینی و غیرماشینی)، جمع‌آوری و حمل در مزرعه، بسته‌بندی، حمل به انبار و مرکز خرید، و بارگیری می‌باشد و سایر هزینه‌های مربوط به برداشت (ماشینی و غیرماشینی)، که زمین مربوط به مهدی حسام، (سیب‌زمینی، جو و گندم) با (۴۰۰۰۰۰) هزار تومان بیشترین هزینه و و زمین مربوط به امین حسام و عبدالله کابوسی، ... (لوبیا چیتی و...) با (۲۰۰۰۰۰)هزار تومان کمترین هزینه را در این مرحله دارا می‌باشد.

## 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 می‌باشد. در جدول (۵) در به دست آوردن ارزش ناخالص تولید محصولات زراعی در یک هکتار، لحاظ شده است و با تفاضل با هزینه‌های تولید، سود خالص محاسبه گردید.

**جدول۵- 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،سیب‌زمینی،کلم،لوبیا | ۱۵۰۰۰ | ۳۶۵۰۰۰۰ | ۲۹۹۷۰۰۰۰ | ۳۶۳۲۰۰۰۰ |
| قدم علی کابوسی | سیب‌زمینی،گندم | ۶۰۰۰ | ۴۰۹۰۰۰۰ | ۷۷۴۰۰۰۰ | ۳۶۵۰۰۰۰ |
| رجبعلی کابوسی | گندم، جو،لوبیا | ۳۰۰۰ | ۱۵۰۰۰۰۰ | ۵۰۴۳۰۰۰ | ۳۵۴۳۰۰۰ |
| سیدرسول حسینی‌علی | سیب‌زمینی | ۸۰۰۰ | ۱۲۵۰۰۰۰ | ۱۰۲۴۸۰۰۰ | ۸۹۹۸۰۰۰ |
| بخش علی دهقان | گندم، سیب‌زمینی،کدو | ۳۰۰۰۰ | ۱۲۰۰۰۰۰ | ۴۵۸۱۰۰۰۰ | ۴۴۶۱۰۰۰۰ |
| سید خلیل میر احمدی | گندم | ۱۰۰۰ | ۱۱۲۰۰۰۰ | ۱۳۰۰۰۰۰ | ۱۸۰۰۰۰ |
| مهدی حسام | سیب‌زمینی،جو،گندم | ۷۰۰۰ | ۱۲۰۰۰۰۰ | ۸۴۲۸۰۰۰ | ۷۲۲۸۰۰۰ |
| حبیب الله حسام | سیب‌زمینی،لوبیا چیتی | ۱۵۰۰۰ | ۳۶۵۰۰۰۰ | ۲۹۹۵۵۰۰۰ | ۲۶۳۰۵۰۰۰ |
| امین حسام | سیب‌زمینی | ۴۰۰۰ | ۳۲۰۰۰۰۰ | ۵۱۲۴۰۰۰ | ۱۹۲۴۰۰۰ |
| علی‌اصغر علی‌دوست | جو،گندم | ۳۰۰۰ | ۸۰۰۰۰۰ | ۳۴۹۵۰۰۰ | ۲۶۹۵۰۰۰ |
| حسین دهقان | کدو،لوبیا | ۵۰۰۰ | ۷۰۰۰۰۰ | ۸۵۰۰۰۰۰ | ۷۸۰۰۰۰۰ |
| وهاب دهقان | لوبیا،کدو | ۸۰۰۰ | ۲۷۰۰۰۰۰ | ۱۳۶۰۰۰۰۰ | ۱۰۹۰۰۰۰۰ |
| حاج بابا حسام | لوبیا چیتی،کدو | ۸۰۰۰ | ۸۵۰۰۰۰ | ۱۳۶۰۰۰۰۰ | ۱۲۷۵۰۰۰۰ |
| ذبی الله کابوسی | کدو | ۲۰۰۰ | ۸۲۰۰۰۰ | ۳۶۰۰۰۰۰ | ۲۷۸۰۰۰۰ |
| عبدالله کابوسی | لوبیاچیتی | ۸۰۰ | ۱۸۰۰۰۰۰ | ۲۱۷۱۲۰۰ | ۳۷۱۲۰۰ |
| میانگین کل | میانگین | ۷۷۲۰ | ۱۹۰۲۰۰۰ | ۱۲۵۷۲۲۸۰ | ۱۰۶۷۰۲۸۰ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به داده های جدول ۵، بیشترین و کمترین ارزش ناخالص تولید محصول به ترتیب مربوط به زمین ذوالفقار حسام (کدو، سیب‌زمینی،کلم و لوبیا) با (۳۹۹۶۰۰۰۰) تومان و محصول مربوط به زمین امین حسام،(سیب‌زمینی) با (۱۱۵۲۹۰۰)تومان را دارا می‌باشد و همچنین محصول مربوط به زمین بخش علی دهقان(گندم،سیب زمینی،کدو)



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



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

## شاخص بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات زراعی

با توجه به داده‌های جداول ۴ و ۵، و با دخالت دادن میزان آب مصرفی برای آبیاری محصولات‌مختلف زراعی، شاخص‌های 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 شاخص‌های بهره‌وری آب پرداخته شده است.

**جدول ۷-شاخص‌های 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 مترمکعب) | NBPD (تومان بر متر مکعب) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ذوالفقار حسام | کدو،سیب‌زمینی،کلم،لوبیا | ۱۵۰۰۰ | ۳۶۵۰۰۰۰۰ | ۲۹۹۷۰۰۰۰ | ۳۶۳۲۰۰۰۰ | ۷/۰۵ | ۱۴۴۳۳ | ۱۲۶۷۵ |
| قدم علی کابوسی | سیب‌زمینی،گندم | ۶۰۰۰ | ۴۰۹۰۰۰۰ | ۷۷۴۰۰۰۰ | ۳۶۵۰۰۰۰ | ۲/۳۰ | ۳۰۳۷ | ۱۴۳۲ |
| رجبعلی کابوسی | گندم، جو،لوبیا | ۳۰۰۰ | ۱۵۰۰۰۰۰ | ۵۰۴۳۰۰۰ | ۳۵۴۳۰۰۰ | ۲/۰۳ | ۳۵۳۷ | ۲۴۸۵ |
| سید رسول حسینی‌علی | سیب‌زمینی | ۸۰۰۰ | ۱۲۵۰۰۰۰ | ۱۰۲۴۸۰۰۰ | ۸۹۹۸۰۰۰ | ۳۳/۵۲ | ۵۴۳۳۶ | ۴۷۶۹۹ |
| بخش علی دهقان | گندم، سیب‌زمینی،کدو | ۳۰۰۰۰ | ۱۲۰۰۰۰۰ | ۴۵۸۱۰۰۰۰ | ۴۴۶۱۰۰۰۰ | ۱۸/۶ | ۲۹۴۵۶ | ۲۸۶۸۴ |
| سید خلیل میراحمدی | گندم | ۱۰۰۰ | ۱۱۲۰۰۰۰ | ۱۳۰۰۰۰۰ | ۱۸۰۰۰۰ | ۲/۰۷ | ۳۰۰۹ | ۴۱۷ |
| مهدی حسام | سیب‌زمینی،جو،گندم | ۷۰۰۰ | ۱۲۰۰۰۰۰ | ۸۴۲۸۰۰۰ | ۷۲۲۸۰۰۰ | ۴/۲۹ | ۵۳۳۰ | ۴۵۷۱ |
| حبیب الله حسام | سیب‌زمینی،لوبیاچیتی | ۱۵۰۰۰ | ۳۶۵۰۰۰۰ | ۲۹۹۵۵۰۰۰ | ۲۶۳۰۵۰۰۰ | ۸/۳۰ | ۱۷۰۵۱ | ۱۴۹۷۳ |
| امین حسام | سیب‌زمینی | ۴۰۰۰ | ۳۲۰۰۰۰۰ | ۵۱۲۴۰۰۰ | ۱۹۲۴۰۰۰ | ۵/۹۵ | ۸۲۳۷ | ۳۰۹۳ |
| علی اصغر علی‌دوست | جو،گندم | ۳۰۰۰ | ۸۰۰۰۰۰ | ۳۴۹۵۰۰۰ | ۲۶۹۵۰۰۰ | ۱۱/۴۳ | ۱۶۴۵۵ | ۱۲۶۸۸ |
| حسین دهقان | کدو،لوبیا | ۵۰۰۰ | ۷۰۰۰۰۰ | ۸۵۰۰۰۰۰ | ۷۸۰۰۰۰۰ | ۱/۲۲ | ۲۱۰۸ | ۱۹۳۵ |
| وهاب دهقان | لوبیا،کدو | ۸۰۰۰ | ۲۷۰۰۰۰۰ | ۱۳۶۰۰۰۰۰ | ۱۰۹۰۰۰۰۰ | ۳/۸۰ | ۶۶۳۳ | ۵۳۱۶ |
| حاج بابا حسام | لوبیاچیتی، کدو | ۸۰۰۰ | ۸۵۰۰۰۰ | ۱۳۶۰۰۰۰۰ | ۱۲۷۵۰۰۰۰ | ۱۱/۳۶ | ۲۰۵۴۴ | ۱۹۳۶۰ |
| ذبی الله کابوسی | کدو | ۲۰۰۰ | ۸۲۰۰۰۰ | ۳۶۰۰۰۰۰ | ۲۷۸۰۰۰۰ | ۰/۸۵ | ۱۵۷۲ | ۱۲۱۴ |
| عبدالله کابوسی | لوبیاچیتی | ۸۰۰ | ۱۸۰۰۰۰۰ | ۲۱۷۱۲۰۰ | ۳۷۱۲۰۰ | ۰/۳۳ | ۶۴۶ | ۱۱۰ |
| میانگین کل | میانگین | ۷۷۲۰ | ۱۹۰۲۰۰۰ | ۱۲۵۷۲۲۸۰ | ۱۰۶۷۰۲۸۰ | 7/54 | ۱۲۴۲۵ | ۱۰۴۳۷ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

## شاخص CPD

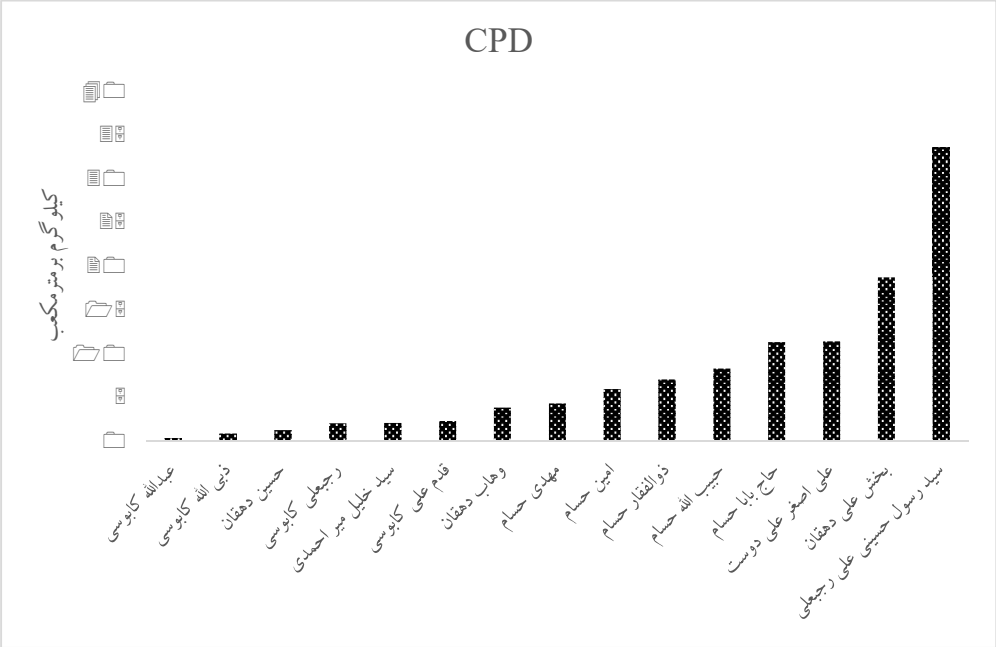
شاخص CPD(نسبت عملکرد به حجم آب مصرفی) که بیانگر بهره‌وری فیزیکی می‌باشد، پایین بودن عملکرد محصول در قبال میزان آب مصرفی باعث ناچیز بودن نسبت محصول تولید شده به مقدار آب مصرفی می‌باشد (شکل ۴)، مقدار بهره‌وری فیزیکی را در محصولات نشان می‌دهد.



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir






**شکل ۴- بهره‌وری فیزیکی آب در محصولات روستای شاهکوه**

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)، علی‌اصغر علی‌دوست (۱۱/۴۳)، حاج‌بابا حسام(۱۱/۲۶)، حبیب‌الله حسام (۸/۳۰)، ذالفقار 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 می شود. اما در این تحقیق به دلیل پرسشنامه‌ای بودن، ما از میزان وزن محصول قابل 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 بهره وری اقتصادی، پارامتر مناسب تری برای مقایسه با مراجع دیگر خواهد بود.

## شاخص BPD

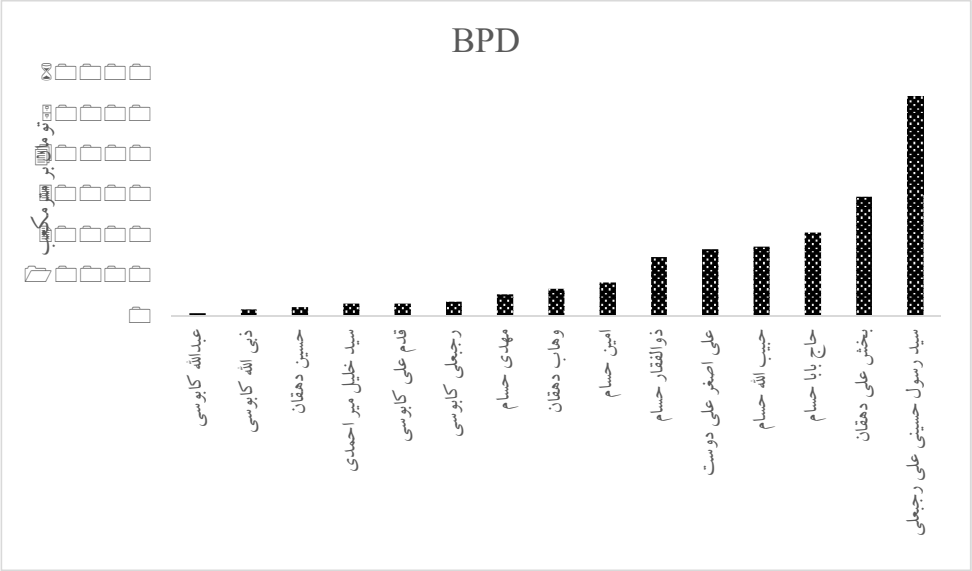
با توجه به اقتصادی بودن این شاخص، می‌توان از آن برای مقایسه محصولات مختلف نیز استفاده نمود.بنابراین از این جهت در تحلیل‌های اقتصادی بر شاخص CPD برتری دارد. بهره‌وری اقتصادی آب بر اساس این شاخص در شکل ۵ نشان داده شده است.



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



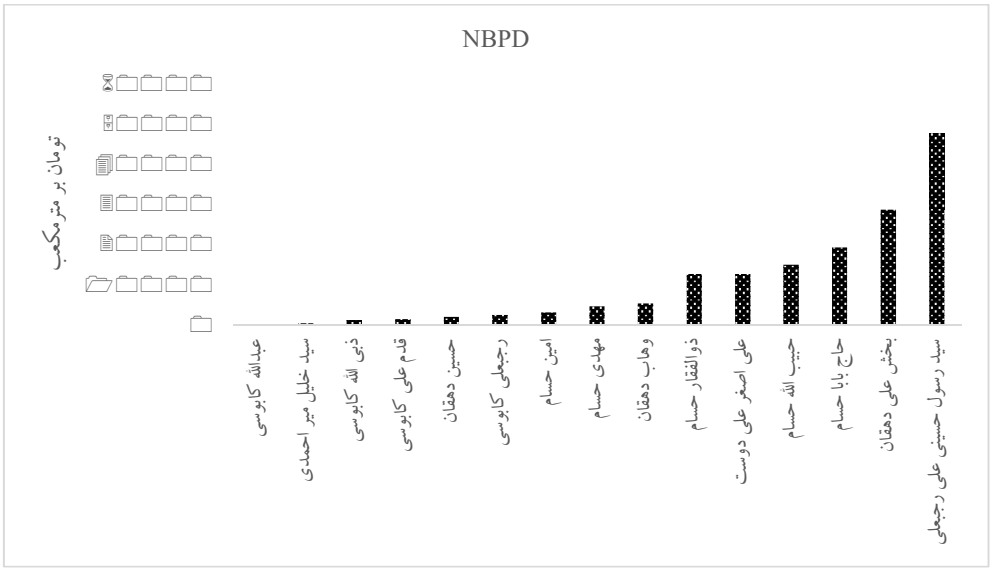



**شکل ۵-بهره‌وری اقتصادی آب بر اساس شاخص BPD**

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 علی‌دوست (۱۶۴۵۵)، ذالفقار حسام(۱۴۴۳۳)، ....تومان بیان می‌کند.

## 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.




**شکل ۶- بهره‌وری اقتصادی آب بر اساس شاخص NBPD**

بررسی نتایج حاصل از محاسبه این شاخص اتلاف مهمترین و با ارزش‌ترین منبع زیست محیطی را نشان می‌دهد که به ازای یک مترمکعب (۱۰۰۰ لیتر) آب مصرفی به‌ترتیب برای محصولات مربوط به



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



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.

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.

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 | ۶۰۰۰۰۰ | ۴۲۰۰۰۰۰ | ۱۵۰۰۰۰۰ | ۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ |
| حسین حمزه‌ای | برنج | ۶۰۰۰۰۰ | ۴۲۰۰۰۰۰ | ۱۵۰۰۰۰۰ | ۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ |
| حاج اکبر اتراچالی | برنج | ۶۰۰۰۰۰ | ۴۲۰۰۰۰۰ | ۱۵۰۰۰۰۰ | ۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ |
| سید احمد حسینی | برنج | ۶۰۰۰۰۰ | ۴۲۰۰۰۰۰ | ۱۵۰۰۰۰۰ | ۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ |
| عسکر مازندرانی | برنج | ۶۰۰۰۰۰ | ۴۲۰۰۰۰۰ | ۱۵۰۰۰۰۰ | ۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ |
| مسلم شاهکوه محلی | برنج | ۶۰۰۰۰۰ | ۴۲۰۰۰۰۰ | ۱۵۰۰۰۰۰ | ۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ |
| حسن علیپور | برنج | ۶۰۰۰۰۰ | ۴۲۰۰۰۰۰ | ۱۵۰۰۰۰۰ | ۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

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)، نشان دهنده عملکرد محصول برحسب کیلوگرم،ارزش ناخالص تولید و سود خالص تولید برحسب (تومان) در هریک 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.

جدول۹- 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 | ۷۱۰۰۰۰۰ | ۱۰۱۰۶۵۰۰ | ۳۰۰۶۵۰۰ |
| حسین حمزه‌ای | برنج | ۶۰۰۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ | ۲۵۰۹۲۰۰۰ | ۱۷۹۹۲۰۰۰ |
| حاج اکبر اترا چالی | برنج | ۱۰۰۰۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ | ۴۱۸۲۰۰۰۰ | ۳۴۷۲۰۰۰۰ |
| سید احمد حسینی | برنج | ۳۰۰۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ | ۱۲۵۴۶۰۰۰ | ۵۴۴۶۰۰۰ |
| عسکر مازندرانی | برنج | ۲۰۰۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ | ۸۳۶۴۰۰۰ | ۱۲۶۴۰۰۰ |
| مسلم شاهکوه محلی | برنج | ۲۰۰۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ | ۸۳۶۴۰۰۰ | ۱۲۶۴۰۰۰ |
| حسن علیپور | برنج | ۳۰۰۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ | ۱۲۵۴۶۰۰۰ | ۵۴۴۶۰۰۰ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



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)تومان‌می‌باشد. همچنین محصول برنج‌مربوط به زمین حاج اکبر اتراچالی‌با (۳۴۷۲۰۰۰۰)تومان بیشترین سود خالص و محصول برنج مربوط به زمین سید احمد 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 محمد آباد گرگان

جدول ۱۰- شاخص‌های بهره‌وری آب در روستای محمد اباد گرگان در سال ۱۳۹۷

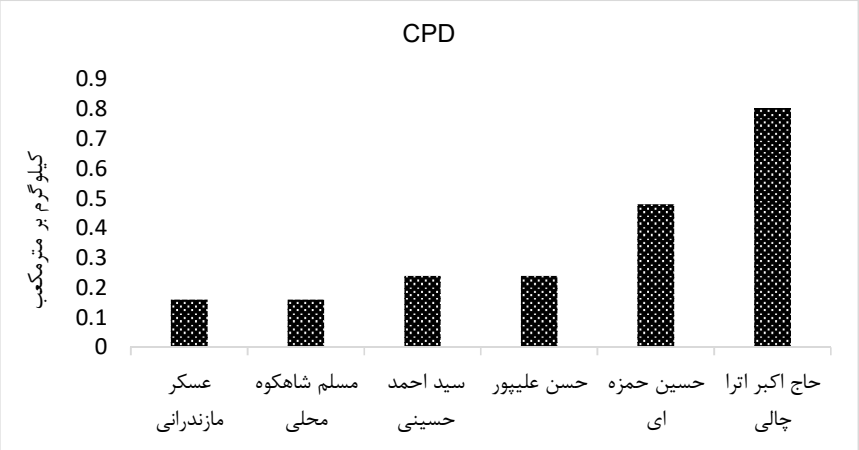
| اسم کشاورز | محصول | عملکرد (کیلوگرم) | جمع کلیه‌زینه‌ها (تومان) | سود نا خالص (تومان) | سود خالص (تومان) | CPD (کیلوگرم‌بر متر مکعب) | BPD (تومان بر ...) | NBPD (تومان بر ...) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| میانگین کل | میانگین | ۴۳۳۳ | ۷۱۰۰۰۰۰ | ۱۸۱۲۲۰۰۰ | ۱۱۰۲۲۰۰۰ | ۰/۳۴ | ۱۵۱۰/۱۶ | ۹۱۸/۵ |
| 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 | ۰/۲۴ | ۱۰۴۵/۵ | ۴۵۳/۸ |
| عسکر مازندرانی | برنج | ۲۰۰۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ | ۸۳۶۴۰۰۰ | ۱۲۶۴۰۰۰ | ۰/۱۶ | ۶۹۷ | ۱۰۵/۳ |
| مسلم شاهکوه‌محلی | برنج | ۲۰۰۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ | ۸۳۶۴۰۰۰ | ۱۲۶۴۰۰۰ | ۰/۱۶ | ۶۹۷ | ۱۰۵/۳ |
| حسن علیپور | برنج | ۵۰۰ | ۷۱۰۰۰۰۰ | ۱۲۵۴۶۰۰۰ | ۵۴۴۶۰۰۰ | ۰/۲۴ | ۱۰۴۵/۵ | ۴۵۳/۸ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

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 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.

**شاخص CPD**




**شکل ۷- بهره‌وری فیزیکی آب در شلتوک برنج اراضی روستای محمد آباد در سال ۱۳۹۷**



Archive of SID.ir

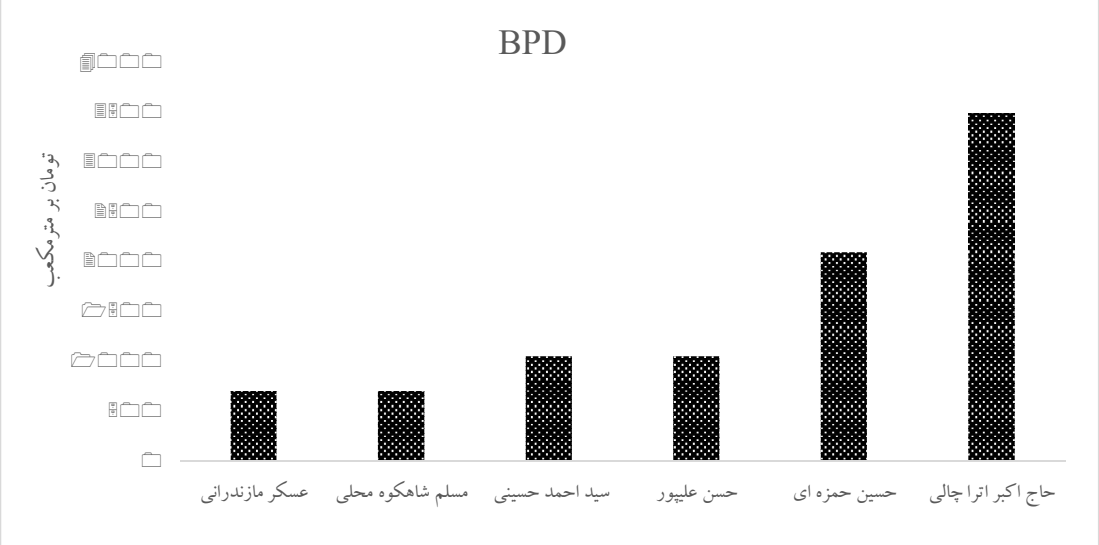
Archive of SID.ir



شاخص CPD با توجه به عملکرد محصول بر میزان آب مصرفی به دست آمده است که محصول برنج مربوط به زمین حاج اکبر اتراچالی 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 اتراچالی (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 بر مترمکعب آب می‌باشد. بهره وری 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.




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

شاخص BPD بالاترین ارزش ناخالص تولیدی را به ازای هر مترمکعب آب به‌ترتیب برای محصولات مربوط به زمین حاج اکبر اتراچالی(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 BPD برابر با ۱۵۱۰ تومان بر مترمکعب آب بوده است.

### شاخص NBPD

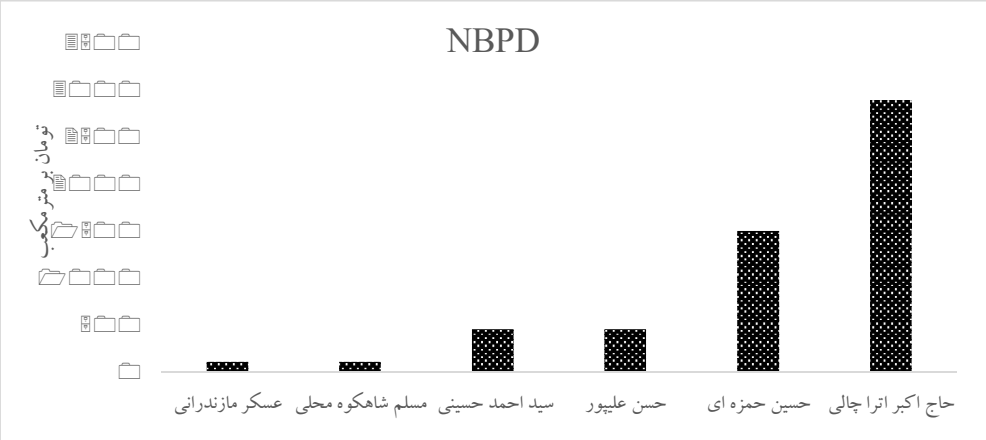
شاخص NBPD نسبت سود هر محصول را به میزان آب مصرف شده نشان می‌دهد. مقدار این شاخص برای محصولات برای زمین‌های مختلف، در شکل ۹، آورده شده است.



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir






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

بررسی نتایج حاصل از محاسبه این شاخص اتلاف مهمترین و با ارزش‌ترین منبع زیست محیطی را نشان می‌دهد که به ازای یک مترمکعب (۱۰۰۰ لیتر) آب مصرفی به ترتیب برای محصولات برحسب زمین، حاج‌اکبر اتراچالی (۲۸۹۳)، حسین حمزه‌ای (۱۴۹۹)، حسن علیپور(۴۵۳)، سیداحمد 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.

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



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



## نتیجه گیری

نتایج برآورد بهای تمام شده محصولات کشاورزی نشان می دهد 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 می دهد 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 اتراچالی (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 بخشیده 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.



Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



## 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.




Archive of SID.ir