

## برآورد شاخص‌های کارایی مصرف آب کشاورزی در شبکه آبیاری گتوند

بهنام شجاعی<sup>۱\*</sup>، ستار کاظمی<sup>۱</sup>، افشین سرکهکی<sup>۱</sup>، علی عصاره<sup>۲</sup>

(۱) دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

(۲) گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

\*نویسنده مسئول: [sattar.kazemi.in@gmail.com](mailto:sattar.kazemi.in@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۰

### چکیده

در این پژوهش کارایی مصرف آب با دو شاخص عملکرد به ازای هر واحد آب مصرفی (CPD) و درآمد ناخالص به ازای هر واحد آب مصرفی برای محصولات الگوی کشت موجود شبکه آبیاری گتوند در شمال استان خوزستان، با استفاده از داده‌های واقعی الگوی کشت و با برآورد نیاز آبی در چهار سناریوی مختلف برای تحقق راندمان آبیاری، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، بیشترین مقدار شاخص CPD مربوط به محصولات هویج و چغندر قند بود. کمترین مقادیر CPD مربوط به محصولات کنجد و آفتابگردان به دست آمد. همینطور بیشترین مقدار شاخص BPD به ترتیب به محصولات توت‌فرنگی و بامیه اختصاص یافت. کمترین مقادیر BPD به ترتیب متعلق به محصولات زیتون و آفتابگردان بود. همچنین متوسط شاخص CPD شبکه آبیاری گتوند برای سناریوهای تحقق راندمان آبیاری ۳۰، ۳۵، ۴۲ و ۵۴ درصد، به ترتیب برابر ۰/۹۲، ۱/۰۸، ۱/۴۴، ۱/۸۵ کیلوگرم در مترمکعب آب بدست آمد. مقادیر متوسط شاخص BPD شبکه آبیاری گتوند برای سناریوهای تحقق راندمان آبیاری ۳۰، ۳۵، ۴۲ و ۵۴ درصد، به ترتیب برابر ۳۴۶۹۹، ۴۰۴۸۲، ۵۳۳۲۶ و ۶۸۵۶۳ ریال در مترمکعب آب مصرفی بود. مطابق داده‌های موجود، مقدار متوسط درآمد در واحد سطح برای الگوی کشت منطقه برابر ۴۵۱/۶ میلیون ریال در هر هکتار حاصل گردید.

کلمات کلیدی: گتوند، کارایی مصرف آب، نیاز آبی، ارزیابی عملکرد شبکه آبیاری.

## مقدمه

کارایی مصرف آب کشاورزی و شاخص‌های ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری، همواره مورد توجه کارشناسان، مدیران بهره‌برداری و متولیان آب و کشاورزی بوده است. اما به دلیل اهمیت هر شاخص نزد کاربران و کارشناسان، توافق بر سر شاخص‌ها، برای ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری اختلاف نظر وجود داشته است. اما تعدادی از شاخص‌ها، اغلب از سوی کلیه صاحب نظران مورد توجه بوده است. شاخص‌های میزان تولید محصول به ازای هر واحد آبی Crop Per Drop که به اختصار آن را (CPD) می‌گویند یکی از مهمترین شاخص‌های مصرف آب در کشاورزی است که به عنوان یک شاخص پایه و مهم از دید اقتصاد خرد و کلان و همچنین امنیت غذایی مورد توجه قرار گرفته است. در کنار شاخص CPD، شاخص درآمد ناخالص به ازای هر واحد آب مصرفی (BPD) و درآمد خالص به ازای هر واحد آب (NBPD) مورد توجه کشاورزان و صاحب نظرانی است که جنبه اقتصادی تولید را مورد توجه قرار می‌دهند. پژوهش‌های گسترده‌ای در سالیان اخیر در خصوص شاخص‌های فوق‌الذکر در کشور انجام شده است. حیدری (۲۰۱۱) مقدار شاخص CPD را برای شبکه‌های آبیاری کرمان، گلستان و خوزستان به ترتیب، ۰/۴۵، ۱/۴۳ و ۱/۱۳ گزارش نمود. آبسالان و همکاران (۱۳۸۹) با اندازه‌گیری دبی ورودی و خروجی ۱۴ مزرعه در شبکه آبیاری حمیدیه در غرب استان خوزستان، مقدار کارایی مصرف آب کشاورزی در شبکه حمیدیه را بین مقدار نازل ۰/۱ تا ۱/۲ و مقدار متوسط آن را ۰/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش نمودند. پیرمرادی و همکاران (۱۳۹۸)، مقدار شاخص CPD برای شبکه آبیاری حمیدیه با مساحت حدود ۵۹۲۴ هکتار، را تقریباً بین ۱/۲ تا ۲ کیلوگرم بر مترمکعب برای پنج سال زراعی مختلف (از سال ۱۳۸۸ تا سال ۱۳۹۲) محاسبه نمود. ایشان مقدار BPD برای شبکه آبیاری مذکور را بین ۴۲۲۱ تا ۸۳۱۲ ریال در مترمکعب به‌دست آورد. اصولاً افزایش مقدار BPD و NBPD در سال‌های متوالی را صرفاً نمی‌توان ناشی از بهبود وضعیت کشت دانست، زیرا تورم در آن دخالت دارد و برای قضاوت در این خصوص باید قیمت‌ها و درآمدها را به سال پایه تنزیل نمود. مامن پوش و همکاران (۱۳۸۰)، میزان کارایی مصرف آب گندم در برخی مزارع استان اصفهان را بین ۰/۳۴ تا ۰/۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آورد. نادریان‌فر و دهقان (۱۳۹۹)، کارایی مصرف آب کشاورزی در اراضی پنج روستای شهرستان زابل را بین ۰/۶۴ تا ۰/۸۷ برای مزارعی با عملکرد ضعیف و بین ۱/۰۱ تا ۱/۲۱ کیلوگرم در مترمکعب برای مزارع با عملکرد قوی بدست آورد. این تحقیق با هدف برآورد شاخص‌های کارایی مصرف آب کشاورزی در شبکه آبیاری گتوند انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش برای محصولات الگوی کشت محدوده شبکه آبیاری و زهکشی گتوند واقع در شمال شرق استان خوزستان انجام شد. داده‌های مساحت زیر کشت هر محصول برای سال‌های زراعی ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ از معاونت شبکه‌های آبیاری و زهکشی سازمان آب و برق خوزستان اخذ گردید. حجم آب مورد نیاز محصولات الگوی کشت شبکه آبیاری گتوند با استفاده از داده‌های نیاز آبی سند ملی آب و یا محاسبات نیاز آبی توسط مشاورین طرح‌های توسعه شبکه‌های آبیاری در منطقه برآورد گردید. روش محاسبه نیاز آبی در سند ملی آب، روش پنمن- مونتیت و دیگر مراجع، روش برآورد نیاز آبی نشریه شماره ۵۶ فائو می‌باشد. از آنجایی که مشخصات و شرایط گیاهی و نیاز خالص آبی برخی گیاهان زراعی، باغی یا سبزی و صیفی الگوی کشت منطقه مورد مطالعه در سند ملی آب وجود نداشت، لذا نیاز آبی آنها با استناد به مرجع مطالعات شبکه‌های آبیاری و زهکشی محدوده طرح برآورد گردید و برای برخی محصولات، نیاز آبی خالص محصول مشابه جایگزین شد. مقادیر عملکرد محصولات زراعی منطقه با استفاده از داده‌های دریافتی از معاونت حفاظت و بهره‌برداری سازمان آب و برق و مستند به این فرض که این داده‌ها مبنای عملکرد متوسط مورد توافق با سازمان کشاورزی منطقه برای محاسبه آب بهاء در منطقه است، مورد استفاده قرار گرفت. جدول (۱) محصولات الگوی کشت، مساحت، نیاز آبی خالص، میانگین عملکرد هر محصول، قیمت محصولات در شبکه آبیاری گتوند و آب بهاء هر یک از محصولات زراعی، برای سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ را برای هر یک از محصولات نشان می‌دهد. از آنجایی که مقادیر راندمان شبکه آبیاری و زهکشی گتوند و دیگر شبکه‌های آبیاری همواره مورد مناقشه است و از سوی دیگر اندازه‌گیری مستندی از راندمان آبیاری توزیع آب در سطح شبکه آبیاری و همچنین راندمان کاربرد آب برای محصولات زراعی و باغی وجود ندارد، بنابراین برای برآورد نیاز آبی ناخالص آب آبیاری سناریوهای محتمل به شرح ذیل تعریف گردید. سناریو راندمان آبیاری ۳۰ درصد، مستند به برآورد راندمان آبیاری مشابه برآورد شده در شبکه آبیاری دز در شمال استان خوزستان که دارای شبکه آبیاری مشابه به شبکه آبیاری گتوند است.

سناریو راندمان آبیاری ۳۵ درصد، به عنوان راندمان آبیاری شبکه آبیاری، سناریو راندمان آبیاری ۴۲ درصد با فرض تحقق راندمان آبیاری هدف سند ملی آب کشور، سناریو راندمان آبیاری ۵۴ درصد با فرض تحقق راندمان آبیاری مورد نظر برای طراحی شبکه آبیاری گتوند. جدول (۲)، به ترتیب نیاز ناخالص آب آبیاری محصولات الگوی کشت شبکه آبیاری گتوند برای هر راندمان در سناریوهای مفروض را برای هر یک از محصولات الگوی کشت را نشان می‌دهد. برای مقایسه کارایی مصرف آب شاخص‌های ذیل محاسبه شد: مقدار تولید محصول به ازای هر واحد آب، حسب کیلوگرم در مترمکعب آب (CPD). مقدار درآمد هر کیلوگرم محصول به ازای هر واحد آب، حسب ریال در متر مکعب آب (BPD). مقادیر CPD با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$CPD = \frac{W}{V} \quad \text{رابطه ۱:}$$

که در آن: CPD، شاخص کارایی مصرف آب کشاورزی، حسب کیلوگرم بر مترمکعب، W: عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب و V: مقدار آب مصرفی حسب مترمکعب در هر هکتار. مقدار شاخص درآمد محصول (BPD) از رابطه (۲) محاسبه شد:

$$BPD = \frac{B}{V} \quad \text{رابطه ۲:}$$

که در آن: BPD: مقدار درآمد به ازای هر واحد آب مصرفی برای هر محصول، حسب ریال در مترمکعب آب مصرفی، B: درآمد محصول در واحد هکتار و V: مقدار حجم آب مصرفی ناخالص محصول در هر هکتار برای هر محصول می‌باشد. مقدار متوسط شاخص‌های فوق برای الگوی کشت شبکه آبیاری گتوند، بصورت وزنی از روابط (۳ و ۴) محاسبه شد:

$$NCPD = \frac{\text{متوسط عملکرد محصول}}{\text{متوسط مصرف آب در هکتار}} \quad \text{رابطه ۳:}$$

$$NBPD = \frac{\text{درآمد متوسط محصولات}}{\text{متوسط مصرف آب در هکتار}} \quad \text{رابطه ۴:}$$

که در آنها: NCPD: شاخص متوسط کارایی مصرف آب کشاورزی شبکه آبیاری، حسب کیلوگرم در مترمکعب آب و NBPD: شاخص متوسط درآمد شبکه آبیاری به ازای هر واحد آب مصرفی، ریال در متر مکعب می‌باشد.

جدول ۱: محصولات الگوی کشت، مساحت، نیاز آبی خالص، عملکرد و قیمت محصولات در شبکه آبیاری گتوند

نام محصول	مساحت تحت کشت (هکتار)	نیاز آبی خالص (متر مکعب در هکتار)	میانگین عملکرد (تن در هکتار)	قیمت محصول (ریال در هر کیلوگرم)	آب بهاء (ریال در هکتار)
گندم	۶۰۰	۳۵۲۲	۳/۶۳	۱۳۰۰۰	۴۰۱۸۵
جو	۵۵۲	۳۵۲۲	۲/۳۹	۶۷۸۰	۱۳۷۹۴
ذرت	۱۰۶۲	۵۰۹۶	۴/۹۶	۳۵۲۵۰	۱۰۲۹۶
ماش	۷۳۸	۶۹۶۰	۰/۹۴	۱۶۷۰۰۰	۶۷۸۰
نخود و باقلا	۴۱	۲۳۹۰	۵/۶۹	۳۹۶۶۷	۲۸۳۲۰
لوبیا	۱۶۳	۵۳۱۲	۶/۰۴	۶۲۴۲۲	۲۱۲۹۳
سبزی	۵۰	۳۱۴۲	۱۶/۹۴	۱۶۰۰۰	۲۵۸۷۶
فلفل	۱۸	۳۱۴۲	۸/۸۸	۱۵۰۰۰	۱۲۷۲۰
کاهو	۱۰۰	۳۱۴۲	۲۹/۰۴	۱۱۴۰۰	۳۱۶۱۲
کرفس	۱۰۰	۳۱۴۲	۱۲/۵۰	۱۱۴۰۰	۱۳۶۰۶
کلم	۱۰۶	۳۱۴۲	۲۳/۷۸	۱۱۴۰۰	۲۵۸۷۹
سیر	۵	۲۵۵۱	۱۰/۹۹	۶۶۲۱۴	۸۵۵۶۸
پیاز	۲۷۲	۲۸۲۰	۳۱/۰۸	۲۳۲۳۸	۷۶۸۴۰
سیب‌زمینی	۵۱۴	۲۴۳۰	۲۰/۲۳	۳۴۲۱۴	۸۵۴۶۸

ادامه جدول ۱: محصولات الگوی کشت، مساحت، نیاز آبی خالص، عملکرد و قیمت محصولات در شبکه آبیاری گتوند

نام محصول	مساحت تحت کشت (هکتار)	نیاز آبی خالص (متر مکعب در هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	قیمت محصول (ریال در هر کیلوگرم)	آب بهاء (ریال در هکتار)
خیار	۷	۴۸۸۳	۱۶/۰۱	۳۴۱۳۰	۳۳۵۷۶
هندوانه	۵۰۰	۵۶۳۰	۲۴/۵۷	۲۲۸۰۱	۲۹۸۴۷
خرزبه	۲۰۳	۵۶۳	۱۶/۳۴	۳۳۶۰۳	۲۹۲۵۶۱
بادمجان	۱۲۰	۴۱۸۹	۲۹/۳۰	۲۴۷۴۱	۵۱۹۱۴
کدو	۷۵	۴۱۸۹	۱۵/۳۷	۲۱۱۸۸	۲۳۳۲۸
بامیه	۲	۵۶۳۰	۱۰/۰۶	۱۶۲۰۰۰	۸۶۸۴۱
گوجه	۱۰	۵۳۹۵	۳۵/۰۹	۲۷۱۶۷	۵۳۰۱۶
شلغم	۴۵	۱۸۷۷	۱۶/۷۲	۱۵۵۰۰	۴۱۴۲۳
هویج	۴۵۴	۱۹۸۷	۳۰/۲۳	۱۰۰۰۰	۴۵۶۳۷
یونجه	۸۳۵	۱۲۹۰۱	۱۲/۳۵	۳۰۷۷۶	۸۸۳۶
شبدر	۳	۷۹۷۴	۱۴/۶۹	۱۰۸۱۷	۵۹۸۰
ذرت علوفه‌ای	۱۰۶۲	۵۰۹۶	۳۷/۷۹	۹۷۷۱	۲۱۷۳۵
سودانگراس	۱۸	۶۹۴۴	۶۰/۰۲	۹۷۷۱	۲۵۳۳۶
کنجد	۸	۶۷۹۴	۰/۶۷	۲۵۰۰۰۰	۷۳۵۵
زیتون	۱۲	۱۰۸۱۵	۱/۹۵	۷۵۰۰۰	۴۰۵۷
سویا	۱	۱۰۸۹۰	۱/۳۳	۱۵۲۵۶۶	۵۶۰۴
آفتابگردان بزرگ	۰	۵۴۵۰	۰/۵۰	۱۹۲۳۱۹	۵۲۹۳
کلزا	۱۰۴۱	۲۵۳۶	۱/۶۴	۲۲۰۰۰۰	۴۲۶۹۹
توت‌فرنگی	۲۱	۳۲۰۰	۶	۲۵۵۶۲۵	۱۴۳۷۸۹
گل فصلی (شاخه‌ای)	۱۱	۹۹۴۵	۶۰	۱۴۱۰۸	۲۵۵۳۵
گل رز (شاخه‌ای)	۱۲	۹۹۴۵	۷۰	۱۵۳۹۰	۳۲۴۹۸
برنج	۱۱۷	۹۵۱۰	۲/۲۰	۳۵۰۰۰۰	۲۴۲۹۰
کشت پلاستیکی	۹۵۸	۵۳۹۶	۲۹/۸۳	۲۹۴۲۵	۴۸۸۰۹
نخیلات	۱۳	۱۷۷۷۱	۳/۷۳	۱۱۰۵۰۰	۶۹۵۸
چغندر قند	۴۰۵	۵۴۲۱	۶۰/۰۰	۱۵۷۳۳	۵۲۲۴۰
باغات میوه (مرکبات)	۱۰۵	۹۹۴۵	۵/۳۳	۶۳۶۳۹	۱۰۲۳۹
جمع	۱۵۷۵۹				

## نتایج و بحث

نتایج ارائه شده در جدول (۱) نشان می‌دهد که عمده مساحت الگوی کشت شبکه آبیاری گتوند (حدود ۷۰ درصد)، به محصولات گندم، ذرت، کلزا، هندوانه و محصولات زیر پلاستیک اختصاص دارد. نخیلات، یونجه و زیتون، برنج، گل فصلی و باغات مرکبات بیشترین نیاز آبی را به خود اختصاص داده‌اند. متوسط نیاز آبی خالص الگوی کشت ۴۶۲۳ مترمکعب در هکتار برآورد شد؛ که مشخص می‌نماید، صرف نظر از راندمان آبیاری، الگوی کشت متداول شبکه آبیاری الگوی چندان پر مصرفی نمی‌باشد. اما واقعیت این است که راندمان‌های آبیاری منطقه با مقدار راندمان‌های قابل دسترس و طراحی شبکه (راندمان ۵۴٪) فاصله زیادی دارد. زیرا اولاً شبکه آبیاری دارای قدمت زیادی است و بخش عمده‌ای از کانال‌ها و تاسیسات آبیاری آن نیاز به بازسازی دارد تا هم نشت کانال‌ها کاهش یابد و هم امکان مدیریت توزیع آب در شبکه افزایش یابد. از سوی دیگر

کاهش سطوح مالکیت‌های آبیاری، نیز مزید بر علت است تا امکان آبیاری برنامه‌ریزی شده و گردش آب در بین کشاورزان در زمان‌های متناسب با آبیاری به سختی قابل برنامه‌ریزی باشد. لذا ممکن است برخی مناطق و کشت‌ها دچار کم آبیاری شده و برخی محصولات و مناطق بیش آبیاری داشته باشند. جدول (۲) مقادیر CPD محصولات کشاورزی الگوی کشت برای چهار سناریوی راندمان آبیاری مفروض و جدول (۳)، مقادیر شاخص BPD محصولات الگوی کشت را نشان می‌دهد. جدول (۴)، مقادیر محاسبه شده NCPD و NBPD برای شبکه آبیاری گتوند تحت الگوی کشت موجود را برای چهار سناریو راندمان آبیاری نشان می‌دهد.

جدول ۲: نیاز ناخالص آبیاری محصولات الگوی کشت (مترمکعب در هکتار) سناریوهای مفروض برای راندمان‌های آبیاری

نام محصول	نیاز ناخالص آب آبیاری محصولات آبیاری برای راندمان آبیاری مفروض				مقادیر CPD محصولات			
	٪۳۰	٪۳۵	٪۴۲	٪۵۴	٪۳۰	٪۳۵	٪۴۲	٪۵۴
گندم	۱۱۷۴۰	۱۰۰۶۳	۸۳۸۶	۶۵۲۲	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۴۳	۰/۵۶
جو	۱۱۷۴۰	۱۰۰۶۳	۸۳۸۶	۶۵۲۲	۰/۲۰	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۷
ذرت	۱۶۹۸۷	۱۴۵۶۰	۱۲۱۳۳	۹۴۳۷	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۴۱	۰/۵۳
ماش	۲۳۲۰۰	۱۹۸۸۶	۱۶۵۷۱	۱۲۸۸۹	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۷
نخود و باقلا	۷۹۶۷	۶۸۲۹	۵۶۹۰	۴۴۲۶	۰/۷۱	۰/۸۳	۱/۰۰	۱/۲۹
لوبیا	۱۷۷۰۷	۱۵۱۷۷	۱۲۶۴۸	۹۸۳۷	۰/۳۴	۰/۴۰	۰/۴۸	۰/۶۱
سبزی	۱۰۴۷۳	۸۹۷۷	۷۴۸۱	۵۸۱۹	۱/۶۲	۱/۸۹	۲/۲۶	۲/۹۱
فلفل	۱۰۴۷۳	۸۹۷۷	۷۴۸۱	۵۸۱۹	۰/۸۵	۰/۹۹	۱/۱۹	۱/۵۳
کاهو	۱۰۴۷۳	۸۹۷۷	۷۴۸۱	۵۸۱۹	۲/۷۷	۳/۲۴	۳/۸۸	۴/۹۹
کرفس	۱۰۴۷۳	۸۹۷۷	۷۴۸۱	۵۸۱۹	۱/۱۹	۱/۳۹	۱/۶۷	۲/۱۵
کلم	۱۰۴۷۳	۸۹۷۷	۷۴۸۱	۵۸۱۹	۲/۲۷	۲/۶۵	۳/۱۸	۴/۰۹
سیر	۸۵۰۳	۷۲۸۹	۶۰۷۴	۴۷۲۴	۱/۲۹	۱/۵۱	۱/۸۱	۲/۳۳
پیاز	۹۴۰۰	۸۰۵۷	۶۷۱۴	۵۲۲۲	۳/۳۱	۳/۸۶	۴/۶۳	۵/۹۵
سیب زمینی	۸۱۰۰	۶۹۴۳	۵۷۸۶	۴۵۰۰	۲/۵۰	۲/۹۱	۳/۵۰	۴/۵۰
خیار	۱۶۲۷۷	۱۳۹۵۱	۱۱۶۲۶	۹۰۴۳	۰/۹۸	۱/۱۵	۱/۳۸	۱/۷۷
هنداونه	۱۸۷۶۷	۱۶۰۸۶	۱۳۴۰۵	۱۰۴۲۶	۱/۳۱	۱/۵۳	۱/۸۳	۲/۳۶
خریزه	۱۸۷۶۷	۱۶۰۸۶	۱۳۴۰	۱۰۴۳	۰/۸۷	۱/۰۲	۱۲/۱۹	۱۵/۶۷
بادمجان	۱۳۹۶۳	۱۱۹۶۹	۹۹۷۴	۷۷۵۷	۲/۱۰	۲/۴۵	۲/۹۴	۳/۷۸
کدو	۱۳۹۶۳	۱۱۹۶۹	۹۹۷۴	۷۷۵۷	۱/۱۰	۱/۲۸	۱/۵۴	۱/۹۸
بامیه	۱۸۷۶۷	۱۶۰۸۶	۱۳۴۰۵	۱۰۴۲۶	۰/۵۴	۰/۶۳	۰/۷۵	۰/۹۶
گوجه	۱۷۹۸۳	۱۵۴۱۴	۱۲۸۴۵	۹۹۹۱	۱/۹۵	۲/۲۸	۲/۷۳	۳/۵۱
شلغم	۶۲۵۷	۵۳۶۳	۴۴۶۹	۳۴۷۶	۲/۶۷	۳/۱۲	۳/۷۴	۴/۸۱
هویج	۶۶۲۳	۵۶۷۷	۴۷۳۱	۳۶۸۰	۴/۵۶	۵/۳۲	۶/۳۹	۸/۲۱
یونجه	۴۳۰۰۳	۳۶۸۶۰	۳۰۷۱۷	۲۳۸۹۱	۰/۲۹	۰/۳۳	۰/۴۰	۰/۵۲
شیدر	۲۶۵۸۰	۲۲۷۸۳	۱۸۹۸۶	۱۴۷۶۷	۰/۵۵	۰/۶۴	۰/۷۷	۱/۰۰
ذرت علوفه‌ای	۱۶۹۸۷	۱۴۵۶۰	۱۲۱۳۳	۹۴۳۷	۲/۲۲	۲/۶۰	۳/۱۱	۴/۰۰
سودانگراس	۲۳۱۴۷	۱۹۸۴۰	۱۶۵۲۳	۱۲۸۵۹	۲/۵۹	۳/۰۳	۳/۶۳	۴/۶۷
کنجد	۲۲۶۴۷	۱۹۴۱۱	۱۶۱۷۶	۱۲۵۸۱	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۵
زیتون	۳۶۰۵۰	۳۰۹۰۰	۲۵۷۵۰	۲۰۰۲۸	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۰

ادامه جدول ۲: نیاز ناخالص آبیاری محصولات الگوی کشت (متر مکعب در هکتار) برای راندمان های آبیاری

CPD محصولات				نیاز ناخالص آب آبیاری محصولات آبیاری برای راندمان				نام محصول
برای راندمان های آبیاری مفروض				آبیاری مفروض				
۵۴٪	۴۲٪	۳۵٪	۳۰٪	۵۴٪	۴۲٪	۳۵٪	۳۰٪	
۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۲۰۱۶۷	۲۵۹۲۹	۳۱۱۱۴	۳۶۳۰۰	سویا
۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۱۰۰۹۳	۱۲۹۷۶	۱۵۵۷۱	۱۸۳۶۷	آفتابگردان بزرگ
۰/۳۵	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۱۹	۴۶۹۶	۶۰۳۸	۷۲۴۶	۸۴۵۳	کلزا
۱/۰۱	۰/۷۹	۰/۶۶	۰/۵۶	۵۹۲۶	۷۶۱۹	۹۱۴۳	۱۰۶۶۷	توت فرنگی
۳/۲۶	۲/۵۳	۲/۱۱	۱/۸۱	۱۸۴۱۷	۲۳۶۷۹	۲۸۴۱۴	۳۳۱۵۰	گل فصلی (شاخه‌ای)
۳/۸۰	۲/۹۶	۲/۴۶	۲/۱۱	۱۸۴۱۷	۲۳۶۷۹	۲۸۴۱۴	۳۳۱۵۰	گل رز (شاخه‌ای)
۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۷	۱۷۶۱۱	۲۲۶۴۳	۲۷۱۷۱	۳۱۷۰۰	برنج
۲/۹۹	۲/۳۲	۱/۹۴	۱/۶۶	۹۹۹۱	۱۲۸۴۵	۱۵۴۱۴	۱۷۹۸۳	کشت پلاستیکی
۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۶	۳۲۹۰۹	۴۲۳۱۲	۵۰۷۷۴	۵۹۲۳۷	نخیلات
۵/۹۸	۴/۶۵	۳/۸۷	۳/۳۲	۱۰۰۳۹	۱۲۹۰۷	۱۵۴۸۹	۱۸۰۷۰	چغندر قند
۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۶	۱۸۴۱۷	۲۳۶۷۹	۲۸۴۱۴	۳۳۱۵۰	باغات میوه (مرکبات)
۱/۸۵	۱/۴۴	۱/۰۸	۰/۹۲	۸۴۴۲	۱۰۸۵۴	۱۳۲۱۱	۱۵۴۱۳	میانگین

جدول ۳: درآمد محصول (میلیون ریال در هکتار) و مقادیر BPD برای راندمان های آبیاری

نام محصول	مقادیر BPD (ریال در متر مکعب)				درآمد محصول (میلیون ریال در هکتار)
	راندمان				
	۵۴٪	۴۲٪	۳۵٪	۳۰٪	
گندم	۷۲۳۳۳	۵۶۲۵۹	۴۶۸۸۲	۴۰۱۸۵	۴۷۱/۸
جو	۲۴۸۲۸	۱۹۳۱۱	۱۶۰۹۲	۱۳۷۹۴	۱۶۱/۹
ذرت	۱۸۵۳۳	۱۴۴۱۴	۱۲۰۱۲	۱۰۲۹۶	۱۷۴/۹
ماش	۱۲۲۰۴	۹۴۹۲	۷۹۱۰	۶۷۸۰	۱۵۷/۳
نخود و باقلا	۵۰۹۷۶	۳۹۶۴۸	۳۳۰۴۰	۲۸۳۲۰	۲۲۵/۶
لوبیا	۳۸۳۲۷	۲۹۸۱۰	۲۴۸۴۲	۲۱۲۹۳	۳۷۷/۰
سبزی	۴۶۵۷۷	۳۶۲۲۷	۳۰۱۸۹	۲۵۸۷۶	۲۷۱/۰
فلفل	۲۲۸۹۶	۱۷۸۰۸	۱۴۸۴۰	۱۲۷۲۰	۱۳۳/۲
کاهو	۵۶۹۰۲	۴۴۲۵۷	۳۶۸۸۱	۳۱۶۱۲	۳۳۱/۱
کرفس	۲۴۴۹۱	۱۹۰۴۸	۱۵۸۷۴	۱۳۶۰۶	۱۴۲/۵
کلم	۴۶۵۸۳	۳۶۲۳۱	۳۰۱۹۲	۲۵۸۷۹	۲۷۱/۰
سیر	۱۵۴۰۲۲	۱۱۹۷۹۵	۹۹۸۲۹	۸۵۵۶۸	۷۲۷/۶
پیاز	۱۳۸۳۱۲	۱۰۷۵۷۶	۸۹۶۴۶	۷۶۸۴۰	۷۲۲/۳
سیب زمینی	۱۵۳۸۴۳	۱۱۹۶۵۵	۹۹۷۱۳	۸۵۴۶۸	۶۹۲/۳
خیار	۶۰۴۳۷	۴۷۰۰۷	۳۹۱۷۲	۳۳۵۷۶	۵۴۶/۵
هنداونه	۵۳۷۲۴	۴۱۷۸۵	۳۴۸۲۱	۲۹۸۴۷	۵۶۰/۱
خریزه	۵۲۶۶۱۰	۴۰۹۵۸۵	۳۴۱۳۲	۲۹۲۵۶	۵۴۹/۰
بادمجان	۹۳۴۴۶	۷۲۶۸۰	۶۰۵۶۷	۵۱۹۱۴	۷۲۴/۹
کدو	۴۱۹۹۰	۳۲۶۵۹	۲۷۲۱۶	۲۳۳۲۸	۳۲۵/۷
بامیه	۱۵۶۳۱۴	۱۲۱۵۷۷	۱۰۱۳۱۴	۸۶۸۴۱	۱۶۲۹/۷
گوجه	۹۵۴۲۹	۷۴۲۲۲	۶۱۸۵۲	۵۳۰۱۶	۹۵۳/۴
شلغم	۷۴۵۶۱	۵۷۹۹۲	۴۸۳۲۶	۴۱۴۲۳	۲۵۹/۲
هویج	۸۲۱۴۷	۶۳۸۹۲	۵۳۲۴۳	۴۵۶۳۷	۳۰۲/۳

ادامه جدول ۳: درآمد محصول ( میلیون ریال در هکتار) و مقادیر IPD برای راندمان‌های آبیاری

مقادیر درآمد به ازای هر متر مکعب آب				درآمد محصول ( میلیون ریال در هکتار)	نام محصول
مصرفی محصولات الگوی کشت (ریال در متر مکعب)					
راندمان ۵۴٪	راندمان ۴۲٪	راندمان ۳۵٪	راندمان ۳۰٪		
۱۵۹۰۴	۱۲۳۷۰	۱۰۳۰۸	۸۸۳۶	۳۸۰/۰	یونجه
۱۰۷۶۳	۸۳۷۱	۶۹۷۶	۵۹۸۰	۱۵۸/۹	شیدر
۱۳۲۳۸	۱۰۲۹۶	۸۵۸۰	۷۳۵۵	۱۶۶/۶	کنجد
۷۳۰۲	۵۶۸۰	۴۷۲۳	۴۰۵۷	۱۴۶/۳	زیتون
۱۰۰۸۷	۷۸۴۵	۶۵۳۸	۵۶۰۴	۲۰۳/۴	سویا
۹۵۲۸	۷۴۱۰	۶۱۷۵	۵۲۹۳	۹۶/۲	آفتابگردان بزرگ
۷۶۸۵۸	۵۹۷۷۹	۴۹۸۱۶	۴۲۶۹۹	۳۶۰/۹	کلزا
۲۵۸۸۲۰	۲۰۱۳۰۵	۱۶۷۷۵۴	۱۴۳۷۸۹	۱۵۳۳/۸	توت‌فرنگی
۴۵۹۶۳	۳۵۷۴۹	۲۹۷۹۱	۲۵۵۳۵	۸۴۶/۵	گل فصلی (شاخه‌ای)
۵۸۴۹۶	۴۵۴۹۷	۳۷۹۱۴	۳۲۴۹۸	۱۰۷۷/۳	گل رز (شاخه‌ای)
۴۳۷۲۲	۳۴۰۰۶	۲۸۳۳۹	۲۴۲۹۰	۷۷۰/۰	برنج
۸۷۸۵۶	۶۸۳۳۲	۵۶۹۴۴	۴۸۸۰۹	۸۷۷/۷	کشت پلاستیکی
۱۲۵۲۴	۹۷۴۱	۸۱۱۸	۶۹۵۸	۴۱۲/۲	نخیلات
۹۴۰۳۲	۷۳۱۳۶	۶۰۹۴۷	۵۲۲۴۰	۹۴۴/۰	چغندر قند
۱۸۴۲۹	۱۴۳۳۴	۱۱۹۴۵	۱۰۲۳۹	۳۳۹/۴	باغات میوه (مرکبات)
۶۸۵۶۳	۵۳۳۲۶	۴۰۴۸۲	۳۴۶۹۹	۴۵۱/۶	میانگین

جدول ۴: مقادیر میانگین مصرف آب و شاخص‌های مصرف آب کشاورزی در شبکه آبیاری گتوند

راندمان‌های آبیاری مفروض				شاخص
۵۴٪	۴۲٪	۳۵٪	۳۰٪	
۸۴۴۲	۱۰۸۵۴	۱۳۲۱۱	۱۵۴۱۳	میانگین نیاز آبی ناخالص الگوی (متر مکعب در هکتار)
۱/۸۵	۱/۴۴	۱/۰۸	۰/۹۲	میانگین CPD الگوی کشت شبکه آبیاری گتوند (NCPD)
۶۸۵۶۳	۵۳۳۲۶	۴۰۴۸۲	۳۴۶۹۹	میانگین درآمد به ازای هر واحد آب (NBPD) مصرفی
	۴۵۱			متوسط درآمد شبکه ( میلیون ریال در هکتار)

به دست آمدن مقدار CPD برابر با ۰/۹۲ و ۱/۰۸ در شبکه آبیاری برای راندمان‌های ۳۰ و ۳۵ درصد بیش از آنکه ناشی از ترکیب الگوی کشت نامناسب باشد، ناشی از راندمان پائین آبیاری است، زیرا که نیاز خالص آب آبیاری کمتر از ۶۶۲۳ مترمکعب در هکتار است، در صورتیکه راندمان شبکه آبیاری به ۵۴ درصد طراحی شبکه برسد، دستیابی به CPD ۱/۸۵ قابل قبول و مطلوب خواهد بود. نتایج نشان می‌دهد که در شرایط حاضر مقدار متوسط درآمد در هکتار برای محصولات کشاورزی حدود ۴۵۱ میلیون ریال برآورد شده است که این نشان از عدم مطلوبیت درآمد برای کشاورزان است. زیرا بخشی



از این درآمد صرف هزینه‌های کشاورزی است که در حالت خوش‌بینانه ۳۰ درصد هزینه‌های کاشت، درآمد خالص هر هکتار به حدود ۳۱۵ میلیون تخمین زده می‌شود. حال اگر هر کشاورز دارای مالکیت ۵ هکتار باشد، متوسط درآمد سالانه آنها به ۱۳۵۰ میلیون ریال محدود می‌گردد، که با توجه به ریسک کشاورزی نمی‌توان آن را چندان مطلوب تلقی نمود. همچنین درآمد محصولات الگوی کشت به ازای هر مترمکعب آب، در بهترین و بدترین سناریوهای راندمان آبیاری به ترتیب کمتر از ۷۰ و ۳۵ هزار ریال است.

### نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که شرایط کارایی مصرف آب شبکه آبیاری گتوند برای رسیدن به شرایط مطلوب باید در دو زمینه راندمان آبیاری و ترکیب الگوی کشت ارتقاء یابد. درخصوص راندمان آبیاری در دو بخش ساختار فیزیکی و مدیریتی نیاز به اصلاح است. قطعاً امکان ارتقاء با سرمایه‌گذاری و بهبود زیر ساختارهای تاسیساتی و تعمیر و نگهداری از یک سو و آموزش و ارتقاء سطح مدیریتی کارکنان و مدیران شبکه آبیاری از سوی دیگر میسر است. اما محدودیت‌هایی همچون، ابعاد و مساحت مالکیت‌های زراعی، کشت محصولات الگوی کشت در سطوح پراکنده و قطعات کوچک، شرایط را برای ارتقاء مدیریت توزیع آب در شبکه بغرنج می‌نماید. بهبود ترکیب الگوی کشت زراعی و باغی منطقه نیز عمدتاً خارج از اختیار دستگاه‌های اجرایی و حتی سازمان کشاورزی است و تابع شرایط بازار، مقدار آب قابل دسترس، ریسک پذیری کشاورزان و پارامترهای رقابت پذیری بازار و شرایط اقلیمی است. شایان ذکر است که در پژوهش مذکور، الگوی کشت نیشکر به دلیل شرایط خاص خود به عنوان یک کشت مستقل از شبکه آبیاری گتوند، عدم مشخص بودن درآمد و مدیریت مستقل توزیع آب آن در کشت و صنعت نیشکر لحاظ نگردید. همچنین به دلیل عدم مشخص بودن مصرف آب سایر مصرف‌کنندگان شبکه آبیاری مثل پرورش ماهی و مصارف صنعت و شرب، امکان بررسی مستقل راندمان آبیاری برای کل شبکه وجود نداشت. لذا پیشنهاد این پژوهش، گردآوری داده‌های کامل، پایش کامل داده‌ها و بررسی میدانی داده‌ها برای تدقیق مقادیر شاخص‌های کارایی مصرف آب در شبکه آبیاری گتوند است.

### تقدیر و تشکر

از مدیریت محترم شبکه آبیاری گتوند، معاونت شبکه‌های آبیاری و معاونت حفاظت و بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری برای در اختیار گذاشتن داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز سپاسگزاریم.

## منابع

- آبسالان، ش.، کریمی، م.، حیدری، ن.، دهقان، ا.، عباسی، ف. و رحیمیان، م.ح. (۱۳۸۹). تعیین و ارزیابی کارایی مصرف آب در اراضی شور پایین دست حوضه آبریز کرخه. گزارش پژوهشی شماره ۸۹/۱۲۶۷، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۷۴ ص، کرج، ایران.
- پیرمرادی، م.، عصاره، ع. و اسدی لور، م. (۱۳۹۸). بررسی کارایی مصرف آب در تولید محصولات کشاورزی در شبکه‌های آبیاری و زهکشی استان خوزستان (مطالعه موردی شبکه آبیاری و زهکشی کرخه شمالی). فصلنامه علمی تخصصی آب، دوره ۷، شماره ۳، آذر ۹۸. ص ۲۱۴-۲۲۶.
- مامن پوش، ع.، عباسی، ف. و موسوی، س. ف. (۱۳۸۰). ارزیابی بازده کاربرد آب در روش‌های آبیاری سطحی در برخی از مزارع استان اصفهان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد دوم، شماره ۹، ص ۴۳-۵۸.
- نادریان‌فر، م. و دهقان، ه. (۱۳۹۹). تعیین کارایی مصرف آب (WUE) محصولات گندم و جو در اراضی زراعی دشت سیستان، تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک، دوره دوم، شماره اول، شهریور، ص ۱-۹.
- Heydari, N. 2011.** Determination and evaluation of water use efficiency of some major crops under farmers management in Iran. *Journal of Water and Irrigation Management*, 2 (1), pp: 43-57.

## Estimation of indicators of efficiency of agricultural water consumption in irrigation network

Behnam Shujaei<sup>1</sup>, Sattar Kazemi<sup>1</sup>, Afshin Sarkaheki<sup>1</sup>, Ali assareh<sup>2</sup>

- 1) PhD student, Department of Water Sciences and Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
- 2) Department of Water Sciences and Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

\*Correspondence author: sattar.kazemi.in@gmail.com

Received Data: 2023. 07. 01

Accepted Data: 2023. 10.07

### Abstract

In this research, the efficiency of water consumption with two performance indicators per unit of water consumption (CPD) and gross income per unit of water consumption for the crops of the existing cultivation pattern of the Gatund irrigation network in the north of Khuzestan province, using the actual data of the cultivation pattern and with the estimation of water requirement in four different scenarios to achieve irrigation efficiency was investigated. The results showed that the highest value of CPD index was related to carrot and sugar beet products. The lowest CPD values were obtained for sesame and sunflower products. Also, the highest amount of BPD index was assigned to strawberry and okra products, respectively. The lowest BPD values were attributed to olive and sunflower products, respectively. Also, the average CPD index of Gatund irrigation network for the scenarios of achieving irrigation efficiency of 30, 35, 42 and 54% was obtained as 0.92, 1.08, 1.44, and 1.85 kg per cubic meter of water, respectively. The average values of BPD index of Gatund irrigation network for the scenarios of achieving irrigation efficiency of 30, 35, 42 and 54% were 34,699, 40,482, 53,326 and 68,563 rials per cubic meter of consumed water, respectively. According to the available data, the average amount of income per surface unit for the cultivation pattern of the region was equal to 451.6 million rials per hectare.

**Key words:** Ground water, efficiency, water demand, evaluation, irrigation.