

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی شاخص‌های بهره‌وری آب در تولید محصولات زراعی و باغی در غرب و مرکز استان مازندران و رتبه‌بندی دشت‌های مطالعاتی

علیرضا زارعی قورخودی^۱، علی شاهنظری^{۲*} و پرشان داداشی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۵

چکیده

محدودیت منابع آب و افزایش نیاز به آن در بخش کشاورزی سبب شده تا استفاده از راهکارهای افزایش بهره‌وری فیزیکی و بهبود بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی اجتناب‌ناپذیر باشند. در این راستا شاخص‌های بهره‌وری آب به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی در حوزه برنامه‌ریزی ملی می‌توانند موردتوجه قرار گیرند. در این پژوهش، بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی با استفاده از شاخص بهره‌وری فیزیکی آب (CPD)، شاخص ارزش ناخالص یا درآمد به ازای هر واحد حجم آب (BDP) و شاخص ارزش خالص به ازای هر واحد حجم آب (NBPD) برای اراضی تحت کشت مرکبات و شالیزارهای در غرب و مرکز استان مازندران که به‌صورت نوین (آبیاری قطره‌ای و کم‌فشار) آبیاری می‌شوند، محاسبه شد. روش مورد استفاده در پژوهش حاضر بر اساس برداشت‌های میدانی و شامل برآورد عملکرد، میزان آب مصرفی، هزینه‌های خالص و ناخالص می‌باشد. منطقه مورد مطالعه واقع در استان مازندران، به چهار دشت شامل رامسر - چالوس، نور - نوشهر، آمل - بابل و قائم‌شهر - جویبار تقسیم شد. نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی در اراضی تحت کشت مرکبات و شالیزارهای به ترتیب برای شاخص CPD، ۵/۸ و ۰/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب در هر هکتار، برای شاخص BPD، ۲۶۱ و ۱۷۵ هزار ریال بر مترمکعب در هر هکتار برای شاخص NBPD، ۲۰۹ و ۱۲۷ هزار ریال بر مترمکعب در هر هکتار می‌باشد. لذا اراضی تحت کشت مرکبات و شالیزارهای ناحیه نور - نوشهر و رامسر - چالوس بهترین عملکرد را از نظر بهره‌وری اقتصاد شاخص NBPD و ناحیه نور - نوشهر و آمل - بابل بهترین عملکرد را از نظر شاخص CPD داشته‌اند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر مدیریت آب مصرفی در مزرعه، استفاده از روش‌های نوین آبیاری و تغییر الگوی کشت با توجه به موقعیت آب و هوایی مناطق مورد بررسی می‌تواند شاخص بهره‌وری آب را افزایش داده و سبب کاهش برداشت از منابع آب گردد. همچنین، ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت تعویض ماشین‌آلات از کارافتاده و سیاست‌های تشویقی و تنبیهی نیز می‌تواند راهکار مؤثری برای افزایش بهره‌وری آب باشد.

واژه‌های کلیدی: آب مجازی، رتبه‌بندی تجمیعی، عملکرد، سود خالص و ناخالص

مقدمه

برای بهبود مدیریت آب در بخش کشاورزی به‌منظور حفظ آب، انرژی و خاک از یک‌سو و تأمین نیاز روزافزون جامعه برای تولید محصولات غذایی، فرآورده‌های دامی و محصولات کشاورزی از سوی دیگر اهمیت ویژه‌ای یافته است. بر این اساس رویکردهای مدیریتی آب تغییر می‌یابد، به‌طوری‌که به جای استفاده از حجم آب بیشتر، تکنولوژی و سیستم‌های آبیاری نوین به‌کار گرفته می‌شود. در نتیجه این تغییر رویکرد، شاهد تولید بیشتر به همراه افزایش بهره‌وری آب خواهیم بود (Chibarabada et al., 2019).

بهره‌وری آب در واقع بیانگر مقدار محصول تولیدی یا درآمد حاصله به ازای هر واحد آب مصرفی است (Kledzik et al., 2017) که شامل بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی می‌باشد و تعریف آن به ترتیب نسبت خروجی محصول کشاورزی به مقدار آب مصرفی در هر قطره و

افزایش جمعیت، تقاضا برای تولید محصولات کشاورزی و استفاده از منابع آبی موجود در جهان را به‌شدت افزایش داده است. لذا تلاش

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲- استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، شرکت مهندسی مشاور توسعه پایدار جلگه، ساری، ایران

(Email: aliponh@yahoo.com)

*نویسنده مسئول:

سود حاصل از هر واحد آب مصرفی است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶). روش‌های زیادی برای افزایش بهره‌وری آب از طریق بهبود عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی در هر دو سیستم آبیاری و دیم وجود دارد (Kassam et al., 2007). عمده‌ترین آن‌ها مشتمل بر اصلاح یا انتخاب ارقامی است که بتوانند در مقابل کم‌آبی مقاوم‌تر باشند و همچنین افزایش راندمان آبیاری که بایستی در سه سطح حوضه، مزرعه و گیاه، صرف‌نظر از کشت آبی یا دیم موردبررسی قرار گیرد (Farahza et al., 2020). بررسی اعداد و ارقام در این زمینه نشان می‌دهد با به‌کارگیری روش‌های نوین آبیاری نظیر آبیاری بارانی و قطره‌ای، بهره‌وری آب به میزان ۱/۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یافته است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶).

در طی سال‌های اخیر تحقیقات متعددی باهدف بررسی مقادیر بهره‌وری آب کشاورزی در نقاط مختلف دنیا به انجام رسیده است. بخشی از این تحقیقات بهره‌وری فیزیکی آب برای محصولات استراتژیک و غیراستراتژیک را در مناطق مختلف مبنای ارزیابی قرار داده‌اند. در بیش‌تر این تحقیقات بهره‌وری محصولاتی نظیر ذرت علوفه‌ای، گندم، چغندر قند و آفتابگردان با استفاده از شاخص‌های متعدد برآورد گردید (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶، کریمی و جلینی، ۱۳۹۶). از سویی دیگر با توجه به اینکه ارزیابی اقتصادی آب مورد استفاده در تحلیل بهره‌وری آب کشاورزی بسیار حائز اهمیت است، مطالعات متعددی در این زمینه انجام شده است. در بخشی از این تحقیقات بهره‌وری اقتصادی موازی با بهره‌وری فیزیکی موردبررسی قرار گرفته است (Kledzik et al., 2017، امینی و همکاران، ۱۳۹۹، اشرفی و قاسمیان، ۲۰۱۲، موسسه تحقیقاتی دیده‌بان آب، ۲۰۰۴، فرح‌زاد و همکاران، ۱۳۹۸، سیدان و متقی، ۱۳۹۸) و در بخش دیگری تنها به محاسبه بهره‌وری فیزیکی توجه شده است (Zwartand Bastiaanssen, 2004، بهرامی و همکاران، ۱۳۹۷، ۱۳۹۷، حقایقی‌مقدم و دهقانی‌سانج، ۱۳۹۷). در پاره‌ای دیگر از این تحقیقات کاربرد روش‌های جدید آبیاری از جمله آبیاری بارانی و قطره‌ای و تأثیر آن بر بهبود مدیریت آبیاری در مزرعه موردبررسی قرار گرفته است (دهقانی‌سانج و همکاران، ۱۳۹۱، عباسی و همکاران، ۱۳۹۶). برای نمونه روستا (۱۳۸۹) الگوی کشت دشت را با معیار دستیابی به بهره‌وری بهینه از لحاظ میزان مصرف آب و بازده اقتصادی مورد ارزیابی قرار دادند (روستا، ۱۳۸۹). همچنین، وردی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸) هزینه‌های تولید آب و قیمت فروش محصول، متوسط بهره‌وری اقتصادی آب (سود ناخالص) و سود خالص به ازای واحد آب مصرفی را بررسی نموده‌اند (وردی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج مطالعات مذکور بیانگر تأثیرات بسزای مدیریت آبیاری و هزینه در کارایی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی می‌باشد.

در استان مازندران بخش کشاورزی به دلیل داشتن ۲۰ درصد از سهم اشتغال مستقیم استان دارای جایگاه مهمی می‌باشد. وجود منابع

غنی آب‌های سطحی در استان، قابلیت بالای اراضی موجود به‌ویژه برای توسعه باغات، وجود آبندهای طبیعی که هم منابع تأمین‌کننده کشاورزی محسوب شده و هم از لحاظ گردشگری و آبی‌پروزی جایگاه خاصی در سطح استان دارند، موردتوجه خاص مسئولین کشوری می‌باشد. همچنین، با توجه به اینکه استان مازندران با تولید ۴۶ درصد از برنج کشور و ۵/۲ میلیون تن مرکبات رتبه اول را در کشور دارد (جهاد کشاورزی استان مازندران، ۱۳۹۷)، افزایش کارایی مصرف و بهبود بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در بخش کشاورزی این استان اجتناب‌ناپذیر است. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در خصوص شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی در استان مازندران و چگونگی افزایش بر اساس سوابق تحقیق که برای این پژوهش به عمل آمد، موردی برای باغات مرکبات یافت نشد و همچنین از آنجایی که تحقیقات صورت گرفته تنها به مقایسه و ارزیابی بهره‌وری فیزیکی یا اقتصادی محصولات استراتژیک و یا غیر آن بسنده نموده است، لذا در این پژوهش ابتدا وضع موجود میزان آب مصرفی و محصول تولیدی در اراضی تحت کشت شالیزاری و مرکبات که به‌صورت مدرن (کم‌فشار و قطره‌ای) آبیاری می‌شوند، در دشت‌های مطالعاتی استان اندازه‌گیری شد. سپس شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی آب برای ارائه راهکارهای مناسب جهت افزایش بهره‌وری در این دشت محاسبه شدند. متعاقباً بر اساس شاخص‌های محاسبه‌شده رتبه‌بندی و مقایسه شهرستان‌های مورد مطالعه انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

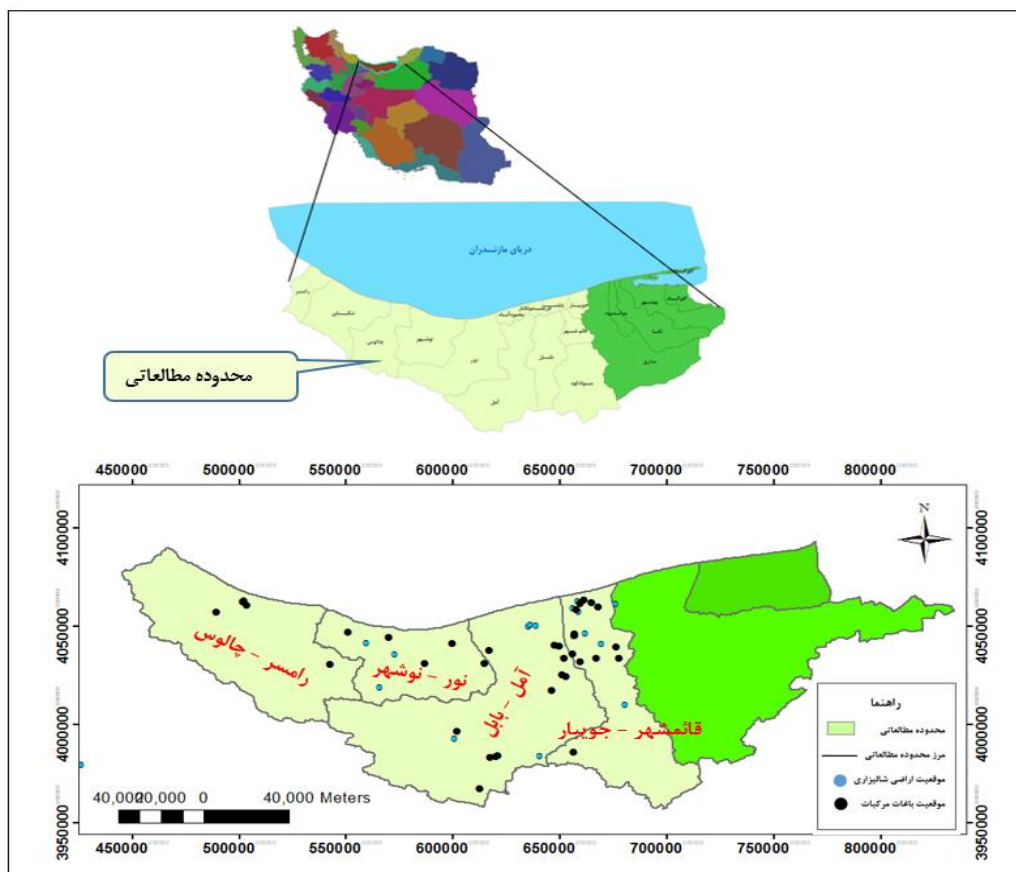
محدوده مورد مطالعه در استان مازندران واقع است. بر اساس تقسیم‌بندی انشعابات درجه سوم، کل دشت‌های استان به شش دشت مطالعاتی تقسیم شده است که از غرب به شرق، مشتمل بر رامسر-چالوس، نور - نوشهر، آمل - بابل، قائم‌شهر - جویبار، ساری - نکا و بهشهر - گلوگاه است. در پژوهش حاضر، دشت‌های رامسر - چالوس، نور - نوشهر، آمل - بابل و قائم‌شهر - جویبار موردبررسی قرار گرفت. این دشت‌ها با حفظ مرزهای هیدرولوژیکی، مسیر رودخانه‌ها و تقسیمات جغرافیایی شهرستان‌های استان شامل شهرهای رامسر، تنکابن، عباس‌آباد، چالوس، نوشهر، کلاردشت، نور، آمل، محمودآباد، فریدونکنار، بابلسر، بابل، سوادکوه شمالی، سوادکوه، جویبار، سیمرغ و قائم‌شهر می‌باشد. بر اساس اطلاعات دریافتی از سازمان جهاد کشاورزی استان، مجموع اراضی در دشت رامسر - چالوس ۶۶۰۲۲ هکتار، نور - نوشهر ۲۷۶۳۹ هکتار، آمل - بابل ۱۸۸۸۲۷ هکتار و قائم‌شهر - جویبار ۶۵۰۹۹ هکتار گزارش شده است (جهاد کشاورزی استان مازندران). همچنین، در سال زراعی ۱۳۹۷ میزان آب مصرفی کشاورزی این چهار دشت ۷۸۵،۱ میلیون مترمکعب گزارش شده

مورد مطالعه به چهار ناحیه تقسیم شد که منطبق بر مرزهای هیدرولوژیکی درجه سوم می‌باشد. به منظور بررسی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب اراضی انتخاب شدند که پروژه‌های آبیاری تحت فشار اجرا شده بود. با توجه به مساحت، اراضی شالیزاری سه دشت نور - نوشهر، آمل - بابل و قائم‌شهر - جویبار و برای باغات مرکبات همه چهار دشت انتخاب شد. برای انتخاب پروژه‌ها معیارهای ذیل در نظر گرفته شد.

است. (سند توسعه بخش کشاورزی استان مازندران، ۱۳۹۹). در همین راستا ۷۰۶ هکتار از اراضی کشاورزی استان مازندران برای پایش بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی انتخاب شده است که کشت غالب این باغات مرکبات و شالیزار می‌باشد. در شکل (۱) موقعیت دشت مطالعاتی نشان داده شده است.

جمع‌آوری و آماده‌سازی اطلاعات

این مطالعه در طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انجام شد. دشت



شکل ۱- نقشه جانمایی دشت‌های مطالعاتی و پراکنش اراضی شالیزاری و باغات مرکبات

که ۳۶۸ هکتار از اراضی شالیزاری در قالب طرح‌های تجمیعی سامانه نوین آبیاری کم‌فشار در اراضی شالیزاری و ۳۳۸ هکتار مربوط باغات مرکبات می‌باشد که به صورت قطره‌ای آبیاری می‌شوند.

اطلاعات میدانی شامل بخش‌های مختلف مانند مشخصات و سابقه بهره‌بردار، منبع تأمین آب، مشخصات ایستگاه پمپاژ سامانه نوین آبیاری، اطلاعات قطعه‌بندی و فشار، تقویم آبیاری بهره‌بردار، هزینه‌های تولید، هزینه سامانه آبیاری، هزینه آماده‌سازی زمین، هزینه کارگری، آب‌بها، عملکرد محصول و قیمت نهاده، وضعیت توپوگرافی، دبی طراحی و دبی فعلی در طول فصل آبیاری به‌طور میدانی جمع‌آوری شد. موقعیت نقطه‌ای نقاط برداشت که بر اساس مساحت

- حداکثر ۶ سال از بهره‌برداری از سیستم آبیاری آن‌ها گذشته باشد.
 - بهره‌برداران با اصول اولیه بهره‌برداری و نگهداری شبکه آبیاری تحت فشار آشنایی داشته باشند.
 - شرایط آب و هوایی دشت‌های مطالعاتی به‌خصوص از نظر دشت دمایی و سرعت باد به هم نزدیک باشد.
 - بهره‌برداران با مفاهیم برنامه آبیاری و کاربرد آن آشنایی داشته باشند.
 - سن درختان باغات مرکبات بین ۵ تا ۱۰ سال باشد.
- در مطالعه حاضر ۷۰۶ هکتار از اراضی شالیزاری و باغ مرکبات در غرب استان مازندران متعلق به ۶۲۷ کشاورز مورد بررسی قرار گرفت

از سازمان جهاد کشاورزی دریافت شد. سپس دبی طرح به صورت میدانی و با حضور کشاورز در دو بلوک آبیاری (بحرانی و یک بلوک تصادفی) با اندازه‌گیری حجم آب خروجی با استفاده از ظروف مدرج در واحد زمان به دست آمد. در مرحله بعد با توجه به آبیاری بلوک و برنامه آبیاری در طول فصل زراعی حجم آب مصرف‌شده در طول فصل زراعی محاسبه شد. در اراضی شالیزاری که به صورت کم‌فشار اجرا شده‌اند دبی در طول مسیر بحرانی و در تمامی خروجی‌ها در ۳ نوبت اندازه‌گیری شد؛ اما در باغات مرکبات که به صورت قطره‌ای اجرا شده‌اند از ۳۲ قطره‌چکان در دو بلوک دبی قطره‌چکان‌ها اندازه‌گیری شد و میانگین دبی‌های اندازه‌گیری شد و دبی کل با توجه به تعداد قطره‌چکان‌های در حال آبدهی محاسبه شد.

اراضی در دشت‌های مطالعاتی انتخاب شدند که در شکل (۱) ارائه شده است. قیمت ریالی محصولات کشاورزی برای اراضی شالیزاری و باغات مرکبات با توجه به قیمت اعلام‌شده از کشاورزان به صورت میانگین و ثابت به ترتیب ۲۳۰۰۰۰ و ۴۵۰۰۰ ریال برای هر کیلوگرم محصول در نظر گرفته شد. همچنین هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی نیز در بخش‌های مختلف اعم از سنجه‌هایی مانند هزینه آماده‌سازی زمین، هزینه نهاده‌ها (کود، سم و ...)، هزینه سامانه آبیاری، هزینه کاشت، هزینه برداشت، هزینه کارگری، هزینه حمل‌ونقل و آب‌بها محاسبه گردید.

برای تعیین حجم آب مصرفی ابتدا مشخصات طرح‌های آبیاری اجراشده شامل دفترچه طراحی، نقشه ازبیلت و مشخصات بهره‌برداران

جدول ۱- مشخصات سطح، عملکرد زراعی و حجم آب مصرفی در فصل برای اراضی شالیزاری

| دشت مطالعاتی | شهرستان | روستا | سطح (ha) | تعداد شرکا | جمع کل هزینه (1000Rial) | عملکرد محصول (ton/ha) | کل حجم آب مصرف‌شده برای یک هکتار در طول فصل آبیاری (m ³) |
|-------------------|------------|----------------|----------|------------|-------------------------|-----------------------|--|
| آمل-بابل | بندی | گریوده | ۱۰ | ۱ | ۲۳۵ | ۴/۵ | ۵۰۴۰ |
| | بابلسر | منگلاب | ۱۵ | ۲۴ | ۲۳۰ | ۵ | ۴۹۰۴ |
| | بابلسر | حاجی کلا | ۶۵ | ۱۰۳ | ۱۹۲ | ۳/۵ | ۳۳۳۶ |
| | بابلسر | پارو محله | ۵۰/۴ | ۵۵ | ۲۸۴ | ۳/۵ | ۴۸۸۵ |
| | آمل | سلور | ۹/۹ | ۱۴ | ۱۱۳ | ۴ | ۸۳۲۴ |
| | بابل | کلمدان نقیب | ۱۴ | ۱ | ۴۵۱ | ۴ | ۲۷۲۴ |
| | بابلسر | داراب‌دین | ۱۰,۳ | ۱ | ۱۷۷ | ۳/۱ | ۳۲۶۲ |
| | فریدونکنار | زاهدکلا | ۴۸ | ۵۶ | ۱۶۵ | ۳ | ۴۶۹۸ |
| | فریدونکنار | بی‌نمد | ۳۰ | ۶۳ | ۲۰۷ | ۳ | ۵۲۵۰ |
| | فریدونکنار | طولسرا | ۲۱,۴ | ۱ | ۱۵۵ | ۳/۳ | ۴۴۱۵ |
| قائم‌شهر - جویبار | جویبار | کیا محله | ۴۲/۶ | ۶۱ | ۱۹۶ | ۳/۱ | ۴۸۱۴ |
| | سیمرغ | نچارکلائی قدیم | ۱۱ | ۲۱ | ۱۷۶ | ۳/۱ | ۵۳۶۰ |
| | زیراب | امیرکلا | ۴ | ۱ | ۲۸۵ | ۳/۵ | ۹۰۷۷ |
| | قائم‌شهر | پرچی‌کلا | ۱۰ | ۱ | ۲۲۵ | ۳/۵ | ۴۹۱۹ |
| نور - نوشهر | نوشهر | انگیل | ۱۰۶/۷ | ۵۳ | ۱۰۲ | ۳/۵ | ۵۶۸۶ |

TWC حجم آب مصرف‌شده در هکتار (مترمکعب بر هکتار) است. CPD، بهره‌وری آب برحسب کیلوگرم بر مترمکعب است (عباسی و همکاران ۱۳۹۶). بدیهی است هر چه میزان CPD در یک گیاه بیشتر باشد نشان‌دهنده مصرف بهینه آب است.

شاخص بهره‌وری اقتصادی آب

مفهوم بهره‌وری اقتصادی آب این است که بهره‌بردار به ازای مقدار آبی که مصرف می‌کند، چقدر درآمد کسب می‌نماید؛ به عبارت دیگر تنها مقدار تولید نباید معیار ارزش آب مصرفی قرار گیرد، بلکه باید به ارزش گیاه علاوه بر مقدار فیزیکی آن نیز توجه نمود. در این رابطه از دو شاخص زیر استفاده می‌شود (اسماعیلی خوشمردان، ۱۳۹۶).

میزان عملکرد محصول^۱ هر مزرعه با پرسش از بهره‌برداران به دست آمد و پس از اعتبارسنجی با اطلاعات متوسط آن دشت برای محاسبات استفاده شد.

شاخص بهره‌وری فیزیکی آب (CPD^۲)

بهره‌وری فیزیکی آب از رابطه زیر تعیین می‌شود (احسانی و خالیدی، ۱۳۸۲).

$$CPD = \frac{TP}{TW_C} \quad (۱)$$

در این رابطه، TP میزان محصول تولیدشده (کیلوگرم در هکتار) و

1. Product performance
2. Crop Per Drop

جدول ۲- مشخصات سطح، عملکرد زراعی و حجم آب مصرفی در فصل برای باغات مرکبات

| دشت مطالعاتی | شهرستان | روستا | سطح (ha) | تعداد شرکا | جمع کل هزینه (1000Rial) | عملکرد محصول (ton/ha) | کل حجم آب مصرف شده برای یک هکتار در طول فصل آبیاری (m ³) |
|-----------------|----------|---------------------|----------|------------|-------------------------|-----------------------|--|
| | نشتارود | مجمع کشاورزی بهاران | ۱۲ | ۱ | ۱۴۰ | ۲۷ | ۳۸۶۰ |
| رامسر - چالوس | تنکابن | علی‌آباد | ۵ | ۱ | ۲۱۶ | ۲۲ | ۴۹۴۶ |
| | تنکابن | بند بن | ۱۰ | ۱ | ۱۸۵ | ۲۵ | ۵۲۹۸ |
| | نور | علی‌آباد | ۶ | ۱ | ۲۲۵ | ۲۵ | ۳۰۴۱ |
| نور - نوشهر | تور | چمستان | ۶/۱ | ۱ | ۱۹۴ | ۲۵ | ۴۲۹۷ |
| | نوشهر | ناصرآباد | ۳/۵ | ۱ | ۳۳۷ | ۲۹ | ۳۷۲۷ |
| | بابلسر | منگلاب | ۱۵ | ۲۲ | ۲۹۹ | ۲۳ | ۳۵۵۲ |
| | آمل | شیخ محله | ۲۱ | ۱۵ | ۲۹۵ | ۲۴ | ۳۱۸۰ |
| | بابل | میدان سر | ۱۳/۹ | ۱ | ۱۹۵ | ۲۱ | ۵۸۲۱ |
| | بابل | کلمدان نقیب | ۵ | ۱ | ۲۱۶ | ۲۵ | ۵۸۰۳ |
| | بابل | ترچیکلا | ۷/۵ | ۱ | ۲۱۷ | ۲۵/۵ | ۶۷۳۲ |
| | بابل | ارمک | ۵ | ۱ | ۲۴۰ | ۲۶ | ۸۲۴۵ |
| | آمل | نوا | ۱/۵ | ۱ | ۲۵۵ | ۲۵ | ۵۰۱۲ |
| | آمل | نوسر | ۳/۲ | ۱ | ۲۷۰ | ۲۲ | ۳۴۶۹ |
| | آمل | هفت‌تنان | ۶ | ۱ | ۱۵۵ | ۲۳ | ۲۹۷۰ |
| آمل - بابل | بابل | هلی بن | ۳/۵ | ۱ | ۲۷۴ | ۲۲ | ۳۹۳۱ |
| | آمل | نوسر | ۴/۶ | ۱ | ۲۲۷ | ۲۵ | ۲۷۴۲ |
| | بابل | آخمن | ۳/۵ | ۱ | ۲۰۵ | ۲۵ | ۴۲۲۵ |
| | بابل | بالف کلاشرقی | ۵/۳ | ۱ | ۲۱۷ | ۲۸/۵ | ۵۰۴۰ |
| | بابل | ازارسی | ۵ | ۱ | ۱۹۹ | ۲۴ | ۳۹۰۷ |
| | بابلسر | هلی‌باغ | ۷/۸ | ۱ | ۱۹۵ | ۲۵ | ۳۳۴۰ |
| | بابل | نچارکلا | ۶ | ۱ | ۱۷۰ | ۲۳ | ۲۹۸۷ |
| | بابل | کلمدان نقیب | ۸ | ۱ | ۱۵۲ | ۲۲ | ۵۸۹۲ |
| | بابلسر | ازن‌آباد | ۳/۷ | ۱ | ۲۱۹ | ۲۲/۵ | ۳۰۱۳ |
| | آمل | زارونده | ۴ | ۱ | ۱۶۸ | ۲۳ | ۵۲۹۲ |
| | قائم‌شهر | ملک خیل | ۴۳/۵ | ۱۰۶ | ۲۱۷ | ۲۵ | ۳۸۰۵ |
| | قائم‌شهر | چپی | ۴ | ۱ | ۱۸۴ | ۲۰/۵ | ۴۶۵۳ |
| | جویبار | کلاگر محله | ۸ | ۱ | ۱۸۰ | ۲۶ | ۷۷۹۹ |
| قائم‌شهر جویبار | جویبار | دونچال | ۵/۵ | ۱ | ۱۹۳ | ۲۴ | ۸۹۳۱ |
| | قائم‌شهر | ارطه | ۳/۵ | ۱ | ۱۹۵ | ۲۲/۵ | ۴۶۸۸ |
| | قائم‌شهر | دنچکلا | ۳/۷ | ۱ | ۱۷۸ | ۲۱ | ۲۸۵۳ |
| | سوادکوه | انند | ۲ | ۱ | ۲۵۰ | ۲۷ | ۲۵۶۴ |

(۱۳۸۲).

$$BPD = \frac{TR}{TW_c}$$

(۲)

در رابطه فوق TR کل درآمد حاصل از محصول به ازای هر واحد (مترمکعب) آب مصرفی است و از حاصل ضرب میزان عملکرد در

(۱) شاخص ارزش ناخالص یا درآمد به ازای هر واحد

حجم آب (BPD^۱): در این شاخص نسبت ارزش ناخالص به ازای هر واحد حجم آب مصرف شده محاسبه می‌شود (احسانی و خالدی،

1. Benefit Per Drop

به منظور تحلیل، ارزیابی و مقایسه شاخص‌های بهره‌وری آب در دشت‌های مطالعاتی از روش رتبه‌بندی تجمیعی^۳ استفاده شد. این روش که از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به‌شمار می‌رود بر اساس رتبه‌بندی گزینه‌ها و شاخص‌های تأثیرگذار با بیشترین میزان آن‌ها بکار گرفته می‌شود. از آنجایی که رتبه‌های تخصیص داده به هر یک از گزینه‌ها مبنای محاسبات قرار می‌گیرد، نیازی به استاندارد کردن آن‌ها نیست. محاسبه مجموع ارزش عددی هر گزینه با توجه به وزن هر یک از شاخص‌ها از طریق رابطه زیر محاسبه و برآورد می‌شود (پور طاهری، ۱۳۹۲).

$$V_{at} = \frac{1}{T} \sum_{k=1}^k W_k R_k(f_k(a_t)) \quad (5)$$

$$W_k \geq 0; \sum_{k=1}^k W_k = 1 \quad (6)$$

در روابط فوق W_k وزن هر شاخص و T تعداد کل گزینه‌ها و R_k نیز رتبه ترتیبی گزینه با توجه به شاخص k است. شاخص‌های رتبه‌بندی انتخاب‌شده پارامترهای عملکرد محصول، حجم آب مصرفی، CDP، BDP و NBDP می‌باشد که در محاسبات آن بایستی چند گام اساسی در نظر گرفته شود. در مرحله اول شاخص‌ها و گزینه‌ها برحسب موضوع و اولویت‌بندی تعیین شد و در گام بعدی به هر یک از شاخص‌ها وزن دهی می‌شود. سپس رتبه‌های هر یک از گزینه‌ها در تعامل با شاخص‌ها مشخص شده و در گام آخر با توجه به رابطه (۶) رتبه‌های وزنی هر یک از گزینه‌ها قابل محاسبه است (میرکتولی و همکاران، ۱۳۹۲). هر دشتی که بر اساس محاسبات بیان شده، کمترین رتبه را داشته باشد، اولویت بیشتری داشته و نسبت به سایر دشت‌ها برتری دارد.

نتایج و بحث

میزان میانگین آب مصرفی و عملکرد محصولات در جدول (۳) به تفکیک هر دشت آورده شده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از جداول در اراضی تحت کشت شالیزاری در دشت‌های مطالعاتی دشت نور - نوشهر و آمل - بابل به ترتیب با ۵۶۸۶ و ۴۵۷۴ مترمکعب بر هکتار بیشترین و کمترین حجم آب مصرف‌شده را به خود اختصاص داده‌اند. متعاقباً بررسی ارقام و اعداد مربوط به عملکرد در این دشت اگرچه روندی معکوس ندارد اما دشت نور - نوشهر، عملکرد کمتری نسبت به دشت آمل - بابل دارد. از طرفی دیگر بررسی اعداد و ارقام مربوط به عملکرد اراضی شالیزاری در مناطق مطابق با جدول (۳) نشان می‌دهد که بیشترین میزان عملکرد مربوط به دشت رامسر - چالوس با رقم ۴/۵ تن در هکتار و کمترین آن مربوط به دشت

قیمت هر کیلوگرم محصول به دست می‌آید و TWC نیز حجم آب مصرف‌شده در هکتار است؛ بنابراین BPD، بهره‌وری آب برحسب ریال بر مترمکعب است. این شاخص یکی از معایب شاخص اول یعنی بی‌توجهی به ارزش محصول تولیدی را برطرف می‌کند و برای مقایسه محصولات مختلف می‌تواند استفاده شود؛ اما در نظر نگرفتن هزینه تولید محصول از معایب این شاخص می‌باشد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

(۲) ارزش خالص به ازای هر واحد حجم آب (NBPD^۱): در این شاخص در صورت کسر، ارزش خالص گنجانده می‌شود:

$$NBPD = \frac{NB}{TWC} \quad (3)$$

در رابطه فوق (NB) ارزش خالص محصول و TWC حجم آب مصرف‌شده در هکتار است. ارزش خالص از تفاضل ارزش ناخالص و هزینه کل به دست می‌آید. NBPD برحسب ریال بر مترمکعب است. این شاخص به دلیل استفاده از ارزش خالص به جای ارزش ناخالص، مناسب‌تر از شاخص BPD است. شاخص NBPD نه تنها میزان ارزش خالص را به ازای هر واحد حجم آب مصرف‌شده تعیین می‌کند، بلکه اهمیت زیادی در برنامه‌ریزی الگو و ترکیب کشت در مناطق خشک دارد. از این طریق می‌توان منابع کمیاب آب را به کشت‌هایی که با کمترین واحد مصرف آب بالاترین سود را نصیب بهره‌برداران می‌نمایند اختصاص داد. تعیین مقدار ارزش خالص در موقعیت‌های مختلف تنها محدودیت استفاده از این شاخص می‌باشد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

آب مجازی^۲ (VW)

به منظور تولید کالا چه در بخش کشاورزی و چه در سایر بخش‌ها آب موردنیاز می‌باشد. آب مجازی، مقدار آب مصرف‌شده در فرایند تولید یک کالا یا محصول کشاورزی است که این مفهوم ابتدا توسط آلندر سال ۱۹۹۶ (Allan, 1996) برای اشاره به مقدار آب موجود و قابل دسترس در سیستم جهانی از طریق مبادله کالاهای کشاورزی ارائه شد. معادله محاسبه آب مجازی بر اساس تعریف فوق مطابق با رابطه (۵) برحسب مترمکعب بر کیلوگرم محاسبه می‌شود (Hoekstra, 2003, Shi and Zhan, 2015).

$$VW = \frac{TWC}{TP} \quad (4)$$

در این رابطه، TWC حجم آب مصرف‌شده در هکتار (مترمکعب بر هکتار) و TP میزان محصول تولیدشده (کیلوگرم در هکتار) است. رتبه‌بندی دشت‌های مطالعاتی

مرکبات در همه دشت‌ها اختلاف ناچیزی دارد ولی در مقایسه میزان عملکرد و حجم آب مصرفی، رابطه معکوسی وجود دارد چرا که نور - نوشهر با ۲۶ تن در هکتار بیشترین میزان عملکرد را داشته در حالی که با ۳۶۸۸ مترمکعب کمترین میزان حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است. در جدول (۴) میانگین هزینه‌ها، ارزش ناخالص و ارزش خالص را نشان می‌دهد و جدول (۵) نیز نشان‌دهنده بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی در تقسیم‌بندی موردنظر می‌باشد.

قائم‌شهر - جویبار است که رقم عملکرد آن، ۳/۲ تن در هکتار برآورد شده است. از مقایسه این اعداد و ارقام همچنین می‌توان به اهمیت مدیریت صحیح منابع آبی در دشت رامسر - چالوس اشاره کرد که بیشترین میزان عملکرد اراضی شالیزاری را شامل می‌شود. از طرفی دیگر مقایسه اعداد و ارقام مربوط به کل حجم آب مصرفی برای محصول مرکبات نیز نشان می‌دهد که در دشت قائم‌شهر - جویبار بیشترین میزان حجم آب مصرفی مشاهده شده و کمترین نیز متعلق به دشت نور - نوشهر است. اگرچه رقم برآوردی در محاسبات عملکرد

جدول ۳- میزان مصرف آب و عملکرد در باغات مرکبات و شالیزاری

| دشت مطالعاتی | مرکبات | | شالیزاری | |
|-------------------|--|-----------------------|--|-----------------------|
| | آب مصرف شده در هکتار در فصل آبیاری (m ³) | عملکرد محصول (ton/ha) | آب مصرف شده در هکتار در فصل آبیاری (m ³) | عملکرد محصول (ton/ha) |
| رامسر - چالوس | ۴۷۰۱ | ۲۴/۶۷ | - | - |
| نور - نوشهر | ۳۶۸۸ | ۲۶/۳۳ | ۵۶۸۶ | ۳/۵ |
| آمل - بابل | ۴۴۸۲ | ۲۳/۹۲ | ۴۵۷۴ | ۳/۸۵ |
| قائم‌شهر - جویبار | ۵۱۹۸ | ۲۳/۷۱ | ۵۵۰۵ | ۳/۲۱ |

جدول ۴- جمع هزینه‌ها و ارزش ناخالص و خالص در باغات مرکبات و شالیزاری

| دشت مطالعاتی | مرکبات | | | شالیزاری | | |
|-------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| | هزینه کل (میلیون ریال) | سود ناخالص (میلیون ریال) | سود خالص (میلیون ریال) | هزینه کل (میلیون ریال) | سود ناخالص (میلیون ریال) | سود خالص (میلیون ریال) |
| رامسر - چالوس | ۱۸۰ | ۱۱۱۰ | ۹۳۰ | - | - | - |
| نور - نوشهر | ۲۵۲ | ۱۱۸۵ | ۹۳۳ | ۱۵۲ | ۸۰۵ | ۷۰۳ |
| آمل - بابل | ۲۱۸ | ۱۰۷۶ | ۵۸۵ | ۲۴۱ | ۸۸۶ | ۶۴۴ |
| قائم‌شهر - جویبار | ۲۰۰ | ۱۰۶۷ | ۸۶۸ | ۲۰۱ | ۷۳۹ | ۵۳۸ |

می‌شود.

در جدول (۴) مقادیر جمع کل هزینه، ارزش ناخالص و ارزش خالص به تفکیک محصولات مرکبات و شالیزاری برحسب میلیون ریال ارائه شده است. مقایسه ارزش خالص محصولات مرکبات و شالیزاری نشان می‌دهد که بیشترین میزان ارزش خالص برای محصول مرکبات در دشت نور - نوشهر با رقم ۹۳۳ میلیون ریال و کمترین آن مربوط به محصولات شالیزاری قائم‌شهر - جویبار با رقم ۵۳۸ میلیون ریال است. همچنین مقایسه ارقام مربوط به ارزش خالص مربوط به مرکبات نشان می‌دهد آمل - بابل کمترین و رامسر - چالوس بیشترین میزان ارزش خالص را دارا می‌باشند. از طرفی دیگر بررسی ارزش خالص اراضی شالیزاری نیز نشان می‌دهد قائم‌شهر - جویبار و رامسر - چالوس به ترتیب کمترین و بیشترین ارزش خالص را دارند که رقمی معادل ۵۳۸ و ۸۰۰ میلیون ریال برآورد شده است. دشت نور - نوشهر به صورت میانگین با ۲۵۲ میلیون ریال برای هر مترمکعب در فصل زراعی بیشترین هزینه را در دشت مطالعاتی داشته است؛ اما به واسطه بهره‌وری بالا با ۹۳۳ میلیون ریال بر

مطابق نتایج جدول (۴) دشت آمل - بابل با ۲۴۱ میلیون ریال بر هکتار و دشت نور - نوشهر با ۱۵۲ میلیون ریال بر هکتار بیشترین و کمترین هزینه را در اراضی شالیزاری دشت مطالعاتی داشته‌اند در حالی که بیشترین ارزش خالص را دشت نور - نوشهر با ۷۰۳ میلیون ریال بر هکتار و دشت قائم‌شهر - جویبار با ۵۳۸ میلیون ریال بر هکتار کمترین ارزش خالص را داشته است. از سویی دیگر ارزیابی جدول فوق نشان می‌دهد دشت آمل - بابل بیشترین هزینه را به خود اختصاص داده است که رقمی معادل ۲۴۱ میلیون ریال است. در این دشت با صرف هزینه زیاد جهت آماده‌سازی مزارع شالیزاری، خرید نهاده به قیمت بالا و صرف هزینه هنگفت در تجهیز و یا تعمیر ایستگاه پمپاژ، می‌توان تا حد قابل توجهی کارای سیستم آبیاری را افزایش داد که متعاقباً بر میزان بهره‌وری مؤثر است و توانسته در بهبود مصرف آب شالیزاری موفق عمل کند. لازم به ذکر است در دشت رامسر - چالوس توانسته چنین روندی حاکم نبوده و با توجه به زیرساخت‌ها این دشت و سطح آگاهی بالای بهره‌برداران، با صرف هزینه کمتر علاوه بر بهبود مصرف آب محصول بیشتری تولید

نتایج مربوط به شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در دشت مورد مطالعه بیان شده است. بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده، میزان مصرف آب و عملکرد محصولات در هر دشت متفاوت می‌باشد. در جدول (۵) میزان بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب برای محصولات شالیزاری و در جدول (۶) میزان بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب برای محصولات باغ مرکبات بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده از دشت نشان داده شده است. شاخص‌های BPD و NBDP بر اساس بهره‌وری اقتصادی آب و شاخص CPD بر اساس بهره‌وری فیزیکی آب، روستاهای دشت مطالعاتی را رتبه‌بندی می‌کنند.

مترمکعب در هر فصل زراعی بیشترین سود خالص را داشته است. این در حالی است که دشت رامسر - چالوس با ۱۸۰ میلیون ریال بر هکتار کمترین هزینه را برای باغات مرکبات داشته اما این دشت با ۹۲۹٫۶ میلیون ریال بر هکتار بعد از نور-نوشهر بیشترین ارزش را به خود اختصاص داده است. در دشت مطالعاتی دشت آمل-بابل با ۸۵۸ میلیون ریال بر هکتار کم‌ترین ارزش خالص را در باغات مرکبات داشته است. در باغات مرکبات دشت نور-نوشهر با صرف هزینه بالا موفق به کاهش مصرف آب و افزایش عملکرد و در نتیجه ارزش بیشتر شده است. نکته قابل توجه در باغات مرکبات دشت رامسر - چالوس این است که کشاورزان با صرف هزینه کم اما مصرف بالایی آب توانسته‌اند سودآوری بهتری نسبت به سایرین داشته باشند.

جدول ۵- بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در اراضی شالیزاری

| دشت مطالعاتی | شهرستان | روستا | CDP (kg/m ³) | BDP (1000Rials/m ³) | NBDP (1000Rials/m ³) |
|-------------------|------------|-----------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| نور - نوشهر | نوشهر | انگیل | ۰/۶۲ | ۱۴۱/۵۸ | ۱۲۳/۶۴ |
| | بندی | گر بوده | ۰/۸۹ | ۲۰۵/۳۶ | ۱۵۸/۷۳ |
| | بابلسر | منگلاب | ۱/۰۲ | ۲۳۴/۵ | ۱۸۷/۶ |
| | بابلسر | حاجی کلا | ۱/۰۵ | ۲۴۲/۰۳ | ۱۸۴/۴۶ |
| | بابلسر | پارو محله | ۰/۷۲ | ۱۶۴/۷۹ | ۱۰۶/۶۵ |
| | آمل | سلور | ۰/۴۸ | ۱۱۰/۲۹ | ۹۶/۷۷ |
| آمل - بابل | بابل | کلمدان نقیب | ۱/۴۷ | ۳۳۷/۷۴ | ۱۷۲/۱۷ |
| | بابلسر | داراب‌دین | ۰/۹۵ | ۲۱۸/۵۸ | ۱۶۴/۳۲ |
| | فریدونکنار | زاهدکلا | ۰/۶۴ | ۱۴۶/۸۷ | ۱۱۱/۷۵ |
| | فریدونکنار | بی‌نمد | ۰/۵۷ | ۱۳۱/۴۳ | ۹۲ |
| | فریدونکنار | طول‌سرا | ۰/۷۵ | ۱۷۱/۹۱ | ۱۳۶/۸۱ |
| | جویبار | کیا محله | ۰/۶۴ | ۱۴۸/۱۱ | ۱۰۷/۴۰ |
| قائم‌شهر - جویبار | سیمرغ | نچار کلائی قدیم | ۰/۵۸ | ۱۳۳/۰۲ | ۱۰۰/۱۹ |
| | زیراب | امیرکلا | ۰/۳۹ | ۸۸/۶۹ | ۵۷/۳۹ |
| | قائم‌شهر | پرچیکلا | ۰/۷۱ | ۱۶۳/۶۵ | ۱۱۷/۹۱ |

کشاورزان رسیده است. بررسی میدانی این روستا و مزارع آن نشان می‌دهد این امر به‌موجب اجرای صحیح برنامه‌ریزی آبیاری، نگهداری صحیح از سیستم آبیاری، مدیریت صحیح هزینه‌ها و اطلاعات کافی بهره‌برداران میسر شده است. لازم به ذکر است که بهره‌برداران روستای منگلاب کم‌ترین میزان هزینه برای سیستم‌های آبیاری و هزینه‌های کارگری را در بین سایر بهره‌برداران داشته‌اند. در طرف دیگر روستای بی‌نمد در دشت آمل - بابل با توجه به بهره‌وری فیزیکی تقریباً پایین و صرف هزینه‌های بالا از نظر شاخص NBDP عملکرد مطلوبی نداشته است. همچنین بررسی‌های میدانی نشان داد که بهره‌برداران این روستا هزینه زیادی به‌منظور آماده‌سازی زمین، نهاده و کشت پرداخت می‌کنند. یکی از دلایل تأثیرگذار تفاوت بهره‌وری در مناطق مختلف را می‌توان به تفاوت ارقام کشت‌شده در اراضی شالیزاری دانست.

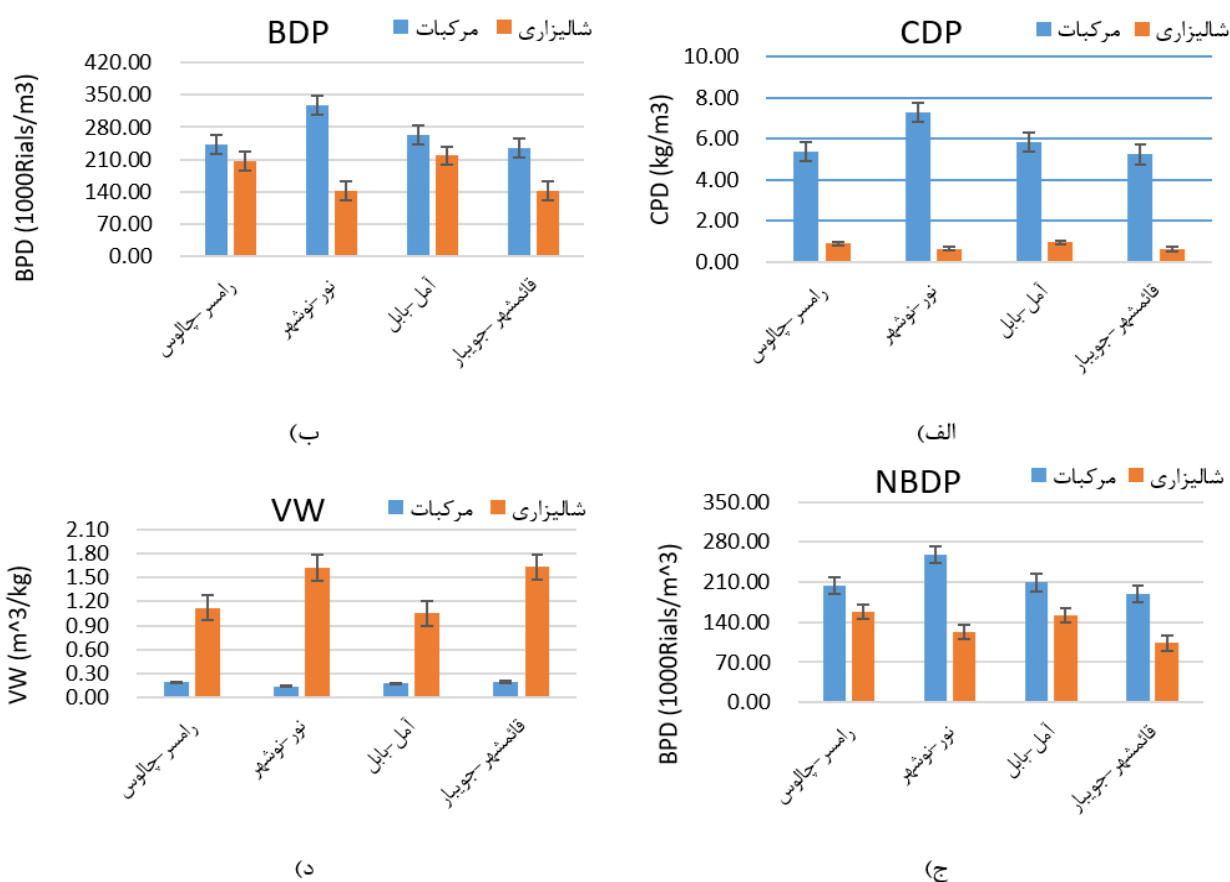
بررسی اجمالی اعداد و ارقام جدول (۵) نشان می‌دهد در اراضی شالیزاری از نظر بهره‌وری فیزیکی (CPD) روستای کلمدان نقیب با ۱/۴۷ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین بهره‌وری فیزیکی را داشته است در حالی که روستای امیرکلا در شهرستان زیراب با ۰/۳۹ کیلوگرم بر مترمکعب از این نظر بدترین عملکرد را داشته است. روستای کلمدان نقیب با ۳۳۷ هزار ریال بر مترمکعب و روستای سلور با ۱۱۰ هزار ریال بر مترمکعب به ترتیب بیشترین و کمترین ارزش ناخالص (BPD) را داشته‌اند. این در حالی است که روستای منگلاب در دشت آمل - بابل با ۱۸۷ هزار ریال بر مترمکعب بیشترین و روستای بی‌نمد با ۹۲ هزار ریال کم‌ترین ارزش خالص (NBDP) را به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان دریافت که روستای منگلاب با مدیریت صحیح هزینه‌ها و به‌کارگیری روش‌های مناسب مدیریتی با ایجاد بهره‌وری مناسب به نتیجه بهتری نسبت به سایر

جدول ۶- بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در باغات مرکبات

| دشت مطالعاتی | شهرستان | روستا | CDP (kg/m ³) | BDP (1000Rials/m ³) | NBDP (1000Rials/m ³) |
|-------------------|-------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| رامسر - چالوس | نشترود | مجمع کشاورزی بهاران | ۶/۹۹ | ۳۱۴/۷۷ | ۲۷۸/۲ |
| | تنکابن | علی‌آباد | ۴/۴۵ | ۲۰۰/۱۶ | ۱۵۶/۴۹ |
| | تنکابن | بند بن | ۴/۷۲ | ۲۱۲/۳۴ | 177.43 |
| نور - نوشهر | نور | علی‌آباد | ۸/۲۲ | ۳۶۹/۹۴ | ۲۹۵/۹۶ |
| | تور | چمستان | ۵/۸۲ | ۲۶۱/۸۱ | ۲۱۶/۶۶ |
| | نوشهر | ناصرآباد | ۷/۷۸ | ۳۵۰/۱۵ | ۲۵۹/۷۳ |
| آمل - بابل | بابلسر | منگلاب | ۶/۴۸ | ۲۹۱/۳۹ | ۲۰۷/۲۱ |
| | آمل | شیخ محله | ۷/۵۳ | ۳۸۸/۶۶ | ۲۴۶/۱۶ |
| | بابل | میدان‌سر | ۳/۶۱ | ۱۶۲/۳۴ | ۱۲۸/۸۴ |
| | بابل | کلمدان نقیب | ۴/۳۱ | ۱۹۳/۸۷ | ۱۵۶/۶۴ |
| | بابل | ترچیکلا | ۳/۷۹ | ۱۷۰/۴۵ | ۱۳۸/۲۲ |
| | بابل | ارمک | ۳/۱۵ | ۱۴۱/۹ | ۱۱۲/۸ |
| | آمل | نوا | ۴/۹۹ | ۲۲۴/۴۶ | ۱۷۳/۵۸ |
| | آمل | نوسر | ۹/۱۲ | ۴۱۰/۲۸ | ۳۲۷/۵ |
| | آمل | هفت‌تنان | ۷/۷۴ | ۳۴۸/۴۸ | ۲۹۶/۳ |
| | بابل | هلی بن | ۵/۶ | ۲۵۱/۸۴ | ۱۸۸/۸۸ |
| | آمل | نوسر | ۶/۳۴ | ۲۸۵/۳۸ | ۲۰۷/۵۵ |
| | بابل | آخن | ۵/۹۲ | ۲۶۶/۲۷ | ۲۱۷/۷۵ |
| | بابل | بالف کلاشرقی | ۵/۶۵ | ۲۵۴/۴۶ | ۲۱۱/۴۱ |
| | بابل | ازارسی | ۶/۱۴ | ۲۷۶/۴۳ | ۲۲۵/۴۹ |
| | بابلسر | هلی‌باغ | ۷/۴۹ | ۳۳۶/۸۳ | ۲۷۸/۴۴ |
| | بابل | نجارکلا | ۷/۷ | ۳۴۶/۵ | ۲۸۹/۵۹ |
| بابل | کلمدان نقیب | ۳/۷۳ | ۱۶۸/۰۲ | ۱۴۲/۲۳ | |
| بابلسر | ازن‌آباد | ۷/۴۷ | ۳۳۶/۰۴ | ۲۶۳/۳۶ | |
| آمل | زارونده | ۴/۳۵ | ۱۹۵/۵۸ | ۱۶۳/۸۳ | |
| قائم‌شهر - جویبار | قائم‌شهر | ملک خیل | ۶/۴۲ | ۲۸۸/۸۳ | ۲۳۳/۱۲ |
| | قائم‌شهر | چپی | ۴/۴۱ | ۱۹۸/۲۶ | ۱۵۸/۷۱ |
| | جویبار | کلاگر محله | ۳/۳۳ | ۱۵۰/۰۲ | ۱۲۶/۹۴ |
| | جویبار | دونچال | ۲/۶۹ | ۱۲۰/۹۳ | ۹۹/۳۲ |
| | قائم‌شهر | ارطه | ۴/۸ | ۲۱۵/۹۸ | ۱۷۴/۳۸ |
| | قائم‌شهر | دنچکلا | ۷/۳۶ | ۳۳۱/۲۳ | ۲۶۸/۸۴ |
| | سوادکوه | انند | ۷/۵۸ | ۳۴۰/۹۱ | ۲۷۰/۷۶ |

و ۱۲۰ هزار ریال بر مترمکعب در هر هکتار بیشترین و کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند؛ اما از نظر شاخص ارزش خالص (NBPD) نیز این دو روستا با ۳۲۷ و ۹۹ هزار ریال بر مترمکعب در هر هکتار بالاترین و پایین‌ترین ارزش را داشته‌اند. از طرفی دیگر از آنجایی که بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی با یکدیگر رابطه مستقیم دارند، لذا با مدیریت صحیح عوامل تأثیرگذار و افزایش بهره‌وری فیزیکی آب نظیر استفاده از برنامه آبیاری و سامانه‌های آبیاری نوین، افزایش آگاهی بهره‌برداران و مدیریت هزینه‌ها می‌توان بهره‌وری اقتصادی را افزایش داد.

از سویی دیگر بررسی نتایج جدول (۶) در اراضی تحت کشت مرکبات نیز نشان می‌دهد روستای نوسر در دشت آمل - بابل با ۹/۲ کیلوگرم بر مترمکعب در هر هکتار و روستای دونچال در دشت قائم‌شهر - جویبار با ۲/۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب در هر هکتار به ترتیب بیشترین و کم‌ترین بهره‌وری فیزیکی (CPD) را به خود اختصاص داده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود اختلاف در شاخص CPD در این مناطق بسیار زیاد بوده که این اختلاف ناشی از مصرف بالای آب در روستای دونچال می‌باشد که این مصرف بالا موجب کاهش عملکرد محصولات این روستا نیز شده است. از نظر شاخص ارزش ناخالص نیز (BPD) روستای نوسر و دونچال به ترتیب با ۴۱۰



شکل ۲- بررسی شاخ‌های بهره‌وری فیزیکی، اقتصادی و آب مجازی در محصولات شالیزاری و مرکبات (خط خطا نشانگر انحراف معیار می‌باشد)

شد. اگرچه این مسئله بر اساس نیاز آبی محصولات، روندی قابل پیش‌بینی داشته، ولی اختلاف قابل‌ملاحظه‌ای در این دشت‌های مطالعاتی قابل مشاهده است که این امر لزوم بازنگری اساسی در تغییر الگوی کشت دشت را ایجاب می‌نماید.

جدول ۷- رتبه‌بندی دشت مطالعاتی در باغات مرکبات و شالیزاری

| مرکبات | شالیزاری | دشت |
|--------|----------|-------------------|
| ۰/۷۳ | ۰/۳۶ | رامسر - چالوس |
| ۰/۲۵ | ۰/۷۵ | نور - نوشهر |
| ۰/۵۲ | ۰/۳۹ | آمل - بابل |
| ۰/۹۷ | ۰/۹۸ | قائم‌شهر - جویبار |

در جدول (۷) شاخص رتبه‌بندی دشت‌های مطالعاتی از نظر شاخص‌های سه‌گانه بهره‌وری (BPD، CPD، و NBDP) ارائه شده است. در باغات مرکبات دشت نور - نوشهر از نظر شاخص سه‌گانه ۰/۲۵ است که در رتبه اول قرار گرفته است. این امر ناشی از عملکرد بالا و حجم آب مصرفی پایین مرکبات در این دشت می‌باشد و به‌طور

بررسی اجمالی تمامی شاخص‌های بهره‌وری معرفی‌شده، نشان می‌دهد محصول مرکبات چه از لحاظ عملکرد محصول و چه از لحاظ هزینه اجرایی، برتری نسبی نسبت به محصول شالیزار دارد. بررسی اعداد و ارقام موجود در شکل (۲)، الف نشان می‌دهد که محصول مرکبات نسبت به محصول شالیزار، در تمامی دشت‌ها اختلاف قابل توجهی با محصول شالیزار دارد. چنین روندی کم‌وبیش در بررسی شاخص بهره‌وری اقتصادی ناخالص (شکل (۲)، ب) نیز قابل مشاهده است. اگرچه این رقم این تفاوت در شکل (۲)، ب، کمتر است ولی همچنان نشان‌دهنده برتری نسبی این محصول نسبت به شالیزاری است. بررسی کلی نمودار ج نیز نشان می‌دهد بهره‌وری اقتصادی خالص مرکبات همچنان نسبت به محصول شالیزار بیشتر است. از این حیث شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی ناخالص و خالص دارای مشابهت بیشتری بوده و هماهنگ‌تر به نظر می‌رسد که ناشی از تأثیرپذیری این دو شاخص بر هم است. از سویی دیگر بررسی مقادیر به‌دست‌آمده از میزان آب مجازی محصولات در دشت‌های مطالعاتی حاضر نشان می‌دهد مقدار آب مصرف‌شده در محصول شالیزاری با توجه به آماده‌سازی در مراحل رشد این گیاه، بیشتر از محصول مرکبات برآورد

در دشت‌های مطالعاتی نشان می‌دهد که نور - نوشهر برای محصول مرکبات برترین و قائم‌شهر - جویبار برای محصول شالیزاری ضعیف‌ترین عملکرد را دارا می‌باشد.

در این پژوهش محصولات کشاورزی دارای وضعیت خوب از لحاظ بهره‌وری اقتصادی و بهره‌وری فیزیکی به‌طور هم‌زمان نبوده‌اند. باغات مرکبات دارای بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی خوب و یا نسبتاً خوب نسبت به اراضی شالیزاری دارد. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد بسته به این که شاخص بهره‌وری فیزیکی یا اقتصادی آب در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری مدنظر قرار گیرد، رویکردها و الگوهای بهینه پیشنهادی کاملاً متفاوت خواهد بود و لذا باید در هر دشت هر دو شاخص مورد ارزیابی گرفته و تفاوت‌های شاخص‌ها در برنامه‌ریزی‌ها لحاظ گردد تا بتوان از یک‌سو به تخصیص عادلانه و پایدار منابع آب رسید و از سوی دیگر الگوی کشت با سودآوری بیشتر را تعیین نمود.

منابع

- احسانی، م. و خالدی، ه. ۱۳۸۲. شناخت و ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی به‌منظور تأمین امنیت آبی و غذایی کشور. یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۶۵۷-۶۷۴.
- اسماعیلی خوشمردان، ع. ۱۳۹۶. بررسی بهره‌وری آب و آسیب‌شناسی مدیریت آن در بخش کشاورزی کشور، دفتر تحقیقات و سیاست‌های بخش‌های تولیدی.
- اشراقی، ف. و قاسمیان، س. ۱۳۹۱. بررسی بهره‌وری اقتصادی مصرف آب در استان گلستان، مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۳۱۷-۳۲۲ (۳).
- امینی، ع.، پرهت، ج. سدری، محمدحسین. ۱۳۹۹. بررسی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در محصولات عمده زراعی در حوضه تلوار استان کردستان. نشریه مهندسی و مدیریت آب. ۴۸۱-۴۹۱ (۲).
- بهرامی، م.، خلیلیان، ص.، مرتضوی، س. و اسعدی، م. ۱۳۹۷. بررسی بهره‌وری فیزیکی مصرف آب کشاورزی در استان‌های منتخب ایران، مطالعه موردی: محصول گندم. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۵۱۱-۱۵۱۸ (۲۱).
- پور طاهری، م. ۱۳۹۲، کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در جغرافیا، چاپ سوم، انتشارات سمت.
- حقایقی مقدم، س. و دهقانی سانچ، ج. ۱۳۹۷. بهره‌وری آب کشاورزی در استان خراسان رضوی (وضعیت موجود، روش‌های ارتقاء، چشم‌انداز توسعه). نشریه مدیریت آب در کشاورزی. ۱-۱۰ (۲).

مستقیم بر میزان بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی آب تأثیرگذار می‌باشد. همچنین بررسی این نمودار نشان می‌دهد مناطق آمل - بابل و رامسر - چالوس با ارقامی به ترتیب معادل ۰/۵۲ و ۰/۷۳ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند و در این میان دشت قائم‌شهر - جویبار از نظر شاخص سه‌گانه به نسبت عملکرد ضعیف‌تری در اراضی تحت کشت مرکبات داشته که به دلیل مصرف بالای آب در این مناطق می‌باشد. در اراضی شالیزاری دشت آمل-بابل از نظر شاخص‌های CDP و BDP بهترین عملکرد را داشته که به دلیل هزینه‌های بالا در این دشت از نظر شاخص NBDP در رتبه دوم قرار گرفته است درحالی که دشت رامسر - چالوس از نظر شاخص‌های CDP و BDP بهترین عملکرد را داشته و به دلیل هزینه‌های بالا در این دشت از نظر شاخص NBDP در رتبه دوم قرار گرفته که به دلیل هزینه‌های پایین در این دشت بوده در رتبه اول قرار گرفته است. مناطق نور - نوشهر و قائم‌شهر - جویبار نیز از نظر شاخص‌های CDP و BDP عملکرد مشابه داشته‌اند و از لحاظ هزینه‌های انجام‌شده تفاوت بین مناطق را در شاخص NBDP رقم زده است.

نتیجه‌گیری

بررسی نتایج حاصل از CPD اراضی شالیزاری نشان می‌دهد روستای کلمدان نقیب با ۱,۴۷ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و روستای امیرکلا در شهرستان زرباب با ۰,۳۹ کیلوگرم بر مترمکعب از این نظر کمترین عملکرد را داشته است. بررسی نتایج حاصل از ارزش ناخالص BPD همین اراضی نشان می‌دهد روستای کلمدان نقیب با ۳۳۷ هزار ریال بر مترمکعب و روستای سلور با ۱۱۰ هزار ریال بر مترمکعب به ترتیب بیشترین و کمترین را داشته‌اند و بررسی ارزش خالص NBDP نیز در روستای منگلاب با ۱۸۷ هزار ریال بر مترمکعب بیشترین و روستای بی نمد با ۹۲ هزار ریال کم‌ترین میزان است. اراضی تحت کشت مرکبات نیز روستای نوسر در دشت آمل - بابل بیشترین و روستای دونچال در دشت قائم‌شهر - جویبار کم‌ترین بهره‌وری فیزیکی CPD، روستای نوسر و دونچال به ترتیب با ۴۱۰ و ۱۲۰ هزار ریال بر مترمکعب در هر هکتار بیشترین و کمترین مقادیر، روستای نوسر و دونچال ۳۲۷ و ۹۹ هزار ریال بر مترمکعب در هر هکتار بالاترین و پایین‌ترین ارزش را داشته‌اند. همچنین بررسی نتایج مربوط به مقایسه ارزش خالص محصولات مرکبات و شالیزاری نشان می‌دهد که بیشترین میزان ارزش خالص برای محصول مرکبات در دشت نور - نوشهر با رقم ۹۳۳ میلیون ریال و کمترین آن مربوط به محصولات شالیزاری قائم‌شهر - جویبار با رقم ۵۳۸ میلیون ریال و ارزش خالص اراضی شالیزاری در دشت قائم‌شهر - جویبار و رامسر - چالوس به ترتیب کمترین و بیشترین ارزش خالص را دارند که رقمی معادل ۵۳۸ و ۸۰۰ میلیون ریال برآورد شده است. همچنین رتبه‌بندی

- در حوزه آبریز زاینده‌رود مطالعه موردی: شبکه آبیاری سمت راست آبشار. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۲ (۳): ۸۸-۹۹.
- Allan, J. A. 1993. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. Priorities for water resources allocation and management. 13(4): 26.
- Kassam, A. H., Molden, D., Fereres, E. and Doorenbos, J. 2007. Water productivity: science and practice—introduction. *Irrigation Science*. 25(3): 185-188.
- Chibarabada, T. P., Modi, A. T. and Mabhaudhi, T. 2020. Options for improving water productivity: a case study of bambara groundnut and groundnut. *Physics and Chemistry of the Earth. Parts A/B/C*. 115. 102806.
- Cai, X., Rosegrant, M. W. and Ringler, C. 2003. Physical and economic efficiency of water use in the river basin: Implications for efficient water management. *Water Resources Research*. 39(1).
- FAO, 2002. Yield Response to Water: The Original FAO Water Production Function
- Farahza, M. N., Nazari, B., Akbari, M. R., Naeini, M. S. and Liaghat, A. 2020. Assessing the Physical and Economic Water Productivity of Annual Crops in Moghan Plain and Analyzing the Relationship between Physical and Economic Water Productivity. *Irrigation and Water Engineering*: 11(2): 166-179.
- Introduction, water productivity: science and practice, *irrig sci* 2007. 25:185-188.
- Hoekstra, A. Y. and Hung, P. Q. 2003. Virtual water trade. In *Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade*. 12: 1-244.
- Kloss, S., Pushpalatha, R., Kamoyo, K. J. and Schütze, N. 2012. Evaluation of crop models for simulating and optimizing deficit irrigation systems in arid and semi-arid countries under climate variability. *Water resources management*. 26(4): 997-1014.
- Kledzik, R., Kropkowski, M., Dudek, S., Kuśmierk-Tomaszewska, R. and Żarski, J. 2017. Evaluation of economic efficiency of irrigation in corn for grain production in 2005-2016. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*.
- Shi, C. and Zhan, J. 2015. An input-output table-based analysis on the virtual water by sectors with the five northwest provinces in China. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 79: 47-53.
- Zwart, S. J. and Bastiaanssen, W. G. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural water management*. 69(2): 115-133.
- حیدری، ن. و حقایقی مقدم، س. ۱۳۸۰. کارایی مصرف آب آبیاری محصولات عمده مناطق مختلف کشور. گزارش ارائه شده به معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج
- سیدان، س. و متقی، م. ۱۳۹۸. تعیین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در زراعت ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای تحت سامانه‌های آبیاری مدرن و سنتی در استان همدان. نشریه آب و توسعه پایدار. ۶ (۱): ۸-۱.
- روستا، ا. و کشاورزی، س. ۱۳۸۹. بررسی بهره‌وری آب کشاورزی در مناطق دچار خشک‌سالی مطالعه موردی (شیراز). دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار (فرصت‌ها و چالش‌های پیش رو)
- سند توسعه بخش کشاورزی استان مازندران. ۱۳۹۹. سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران در دست چاپ
- عباسی، ف.، عباسی، ن. و توکلی، ع. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی؛ چالش‌ها و چشم‌اندازها. فصلنامه آب و توسعه پایدار. ۴ (۱): ۱۴۱-۱۴۴.
- فرح‌زاد، ن.، نظری، ب.، اکبری، م.، نائینی، م. و لیاقت، ع. ۱۳۹۸. ارزیابی بهره‌وری آب فیزیکی و اقتصادی محصولات زراعی در دشت مغان و تحلیل رابطه بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران. ۱۱ (۴۲): ۱۶۶-۱۷۹.
- کریمی، م. و جلینی، م. ۱۳۹۶. بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات مهم زراعی، مطالعه موردی: دشت مشهد (یادداشت فنی). نشریه علمی آب و توسعه پایدار. ۴ (۱): ۱۳۳-۱۳۸.
- کشاورز، ع. و دهقانی سانج، ح. ۱۳۹۱. شاخص بهره‌وری آب و راهکار آتیه کشاورزی کشور. نشریه راهبرد اقتصادی. ۱ (۱): ۱۹۹-۲۳۳.
- کمسیون کشاورزی آب و صنایع غذایی، ۱۳۹۵. اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران.
- میرکتولی، ج.، مهدوی، ش. و احمدی، م. ۱۳۹۲، تحلیل و بررسی توسعه پایدار نواحی شهری با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MADM) (مطالعه موردی: شهر کاشان). مطالعات و پژوهش‌های شهری و دشت. ۵ (۱۹): ۸۳-۱۰۶.
- وردی نژاد، و.، سهرابی، م.، حیدری، ن.، عراقی‌نژاد ش. و مامن‌پوش، ع. ۱۳۸۸. بررسی عرضه و تقاضا و برآورد بهره‌وری آب کشاورزی

Evaluation of Water Productivity Indicators in the Production of Crops and Garden in the West and Center of Mazandaran Province and Ranking of Studies Plains

A. Zarei Ghorkhodi¹, A. Shahnazari^{2*} and P. Dadashi³

Received: Feb.12, 2022

Accepted: Apr.14, 2022

Abstract

Limited water resources and increasing the need for it in the agricultural sector have made the use of strategies to increase physical productivity and improve economic water efficiency in the agricultural sector inevitable. In this regard, water productivity indicators can be considered as one of the main components in the field of national planning. In this research, economic and physical productivity was calculated using Indicators Crop Per Drop (CPD), Benefit Per Drop (BPD) and Net Benefit Per Drop (NBPD) indicators for lands under citrus and paddy in the west and center of Mazandaran province, which were irrigated as a Modern (irrigation and underwater irrigation). the method used in this study is based on field visits and perceptions and including performance estimation, water consumption, net and gross costs. The study area in Mazandaran province was divided into four plains including Ramsar - Chalus, Nor - Noshahr, Amol - Babol and GhaemShahr - Joybar. The results of this study showed that the average economic and physical productivity in lands under citrus culture and paddy for CPD index, 5.8 and 0.76 kg/ m³ per hectare, for BPD index, 261 and 175, 1000 Rials/m³ per hectare for the NBPD index, 209 and 127, 1000 Rials/m³ per hectare. Therefore, citrus and paddy fields in Nor - Noshahr and Ramsar - Chalous areas have the best performance in terms of economic productivity of NBPD index and Nor - Nowshahr and Amol - Babol areas have the best performance in terms of CPD index. According to the results of the present study, water management in the field, the use of modern irrigation methods and changing the pattern of culture due to the climatic position of the studied areas can increase water productivity index and reduce harvesting from water resources. Also, creating the necessary infrastructure to replace malfunctioning machines and incentive and punitive policies can be an effective way to increase water productivity.

Keywords: Net profit and gross, Performance, Simple addition ranking, Virtual water

1- M.S.c Student of Water Resources Engineering, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2 - Professor, Department of Water Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

3- M.S.c Degree in Irrigation and Drainage, Consulting Engineers Company Tose'eh Paidar Jolgeh, Sari, Iran

(*- Corresponding Author Email: aliponh@yahoo.com)