

مقاله علمی - پژوهشی

مقایسه شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی محصولات عمده زراعی در شهرستان‌های استان مازندران

رسول نوری خواجه‌بلاغ^۱ و علی شاهنظری^{۲*}

چکیده

در جهان امروز، مشکلات مربوط به کشاورزی، امنیت غذایی، منابع آب و بهره‌وری به‌عنوان چالش‌های اساسی برای جوامع بین‌المللی مطرح شده‌اند. آب به‌عنوان یکی از عوامل اساسی در کشاورزی و تولید غذا اهمیت ویژه‌ای دارد. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی محصولات عمده زراعی در شهرستان‌های (۲۲) استان مازندران با استفاده از داده‌های مقطعی ۱۴۰۱-۰۲ و تکمیل ۲۵۰۰ پرسشنامه با استفاده از روش خبرگان توسط محقق انجام گردید. طبق نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد، بالاترین میزان بهره‌وری آب در محصول گندم در شهرستان آمل برابر با ۱/۹ کیلوگرم بر مترمکعب، در محصول جو در شهرستان قائم‌شهر برابر با ۲/۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب، در محصول شلتوک در شهرستان بهشهر برابر با ۰/۹۲ کیلوگرم بر مترمکعب، در محصول کلزا در شهرستان بابل و قائم‌شهر برابر با ۰/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب، در محصول یونجه در شهرستان چالوس برابر با ۰/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب و در محصول شبدر در شهرستان رامسر برابر با ۱/۸۹ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است. همچنین بالاترین سود ناخالص و خالص اقتصادی در محصول برنج در شهرستان بهشهر به‌ترتیب برابر با ۷۸۵۴۶ و ۷۳۰۶۲ ریال بر مترمکعب و کمترین میزان این شاخص‌ها در محصول یونجه در شهرستان چالوس به‌ترتیب برابر با ۶۴۹۵ و ۴۰۲۰ ریال بر مترمکعب به دست آمد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان به سیاست‌گذاران پیشنهاد نمود تا در مناطق شرق و مرکز استان مازندران محصولاتی مانند گندم، جو، کلزا و شلتوک (بیشتر در مرکز مثل شهرستان‌های آمل و بابل) کشت‌شده و در غرب استان مازندران محصولات آب‌بری مثل یونجه و شبدر کشت گردد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، سود خالص، سود ناخالص، شبدر، گندم

مقدمه

مواجهه شده‌اند. این کمبود آب به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تأثیرات قابل توجهی بر تولید محصولات کشاورزی و به‌تبع آن، امنیت غذایی دارد. همچنین، امنیت غذایی به دلیل رشد جمعیت جهانی و تغییر الگوهای تغذیه با چالش‌های جدی روبرو است. نیاز به تولید بیشتر محصولات کشاورزی برای تأمین نیازهای غذایی جامعه، در مواجهه با محدودیت‌های منابع آب‌وخاک، منجر به استفاده نامتعادل از این منابع شده و می‌تواند بهره‌وری را کاهش داده و حتی به تخریب محیط‌زیست منجر شود. در این شرایط، کشاورزی پایدار و بهره‌وری بهینه از منابع، امری ضروری است (De Pinto et al., 2020). خشک‌سالی و کم‌آبی در ایران یک پدیده اقلیمی حقیقی است و با توجه به افزایش روزافزون نیازهای متفاوت به منابع آب، این مسئله در سال‌های آتی نیز به‌شدت

در جهان امروز، مشکلات مربوط به کشاورزی، امنیت غذایی، منابع آب و بهره‌وری به‌عنوان چالش‌های اساسی برای جوامع بین‌المللی مطرح شده‌اند. آب به‌عنوان یکی از عوامل اساسی در کشاورزی و تولید غذا اهمیت ویژه‌ای دارد. با افزایش جمعیت جهانی و تغییر الگوهای مصرف آب، منابع آبی با تهدیدات جدی

^۱ دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

^۲ استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران (* نویسنده مسئول: Aliponh@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۹

طبیعی و ظرفیت تولیدی استان را نیز تهدید می‌کنند؛ بنابراین، تحلیل دقیق وضعیت موجود و اجرای راهکارهای اصلاحی امری ضروری است تا بهره‌وری محصولات زراعی در مازندران بهبود یابد و توسعه پایدار این بخش تحقق یابد. محصول برنج بعد از گندم، دومین محصول مهم و راهبردی کشور و جهان، از اهمیت ویژه‌ای در تأمین امنیت غذایی و تغذیه برخوردار بوده و تقریباً غذای نیمی از مردم جهان را به خود اختصاص می‌دهد (Shah et al., 2020). گندم با توجه به سازگاری بالا و تنوع از لحاظ فرآورده‌های حاصله از مهم‌ترین محصولات غذایی در جهان به شمار می‌رود (اسکندری و عالی‌زاده، ۱۳۹۷). جو یکی از نخستین گیاهانی هست که در کشاورزی دنیای قدیم به‌عنوان مواد غذایی شناسایی شده که طی فرآیندهای مکرر گزینش توسط کشاورزان در مناطق مختلف دنیا تکامل یافته است. طبق برخی گزارش‌ها شده، این گیاه زراعی از نظر تولید بعد از گندم، رتبه دوم در ایران و بعد از برنج و ذرت، رتبه چهارم در دنیا را به خود اختصاص داده است (پورابوقداره و نقی‌پور، ۱۴۰۱). یونجه و شبدر نیز یکی از گیاهان علوفه‌ای مهم می‌باشد که به دلیل توجه کم کشاورزان و برداشت‌های مکرر علوفه‌ای از لحاظ تولید بذر با مشکل مواجه است که این امر می‌تواند از بابت تأمین تغذیه دام در آینده مشکلات زیادی را ایجاد کند (Bakheit et al, 2012). کلزا به‌عنوان سومین گیاه روغنی مهم جهان شناخته شده و ویژگی‌های خاص این گیاه از جمله کیفیت روغن بالا، مقاومت به شرایط نامساعد آب و هوایی و شوری، قابلیت بالا برای رقابت با علف‌های هرز و ارزش تناوبی زیاد باعث شده است که در سطح وسیعی از مزارع جهان به‌ویژه ایران و مناطق شمالی کشور از جمله مازندران به‌عنوان کشت دوم مورد کشت قرار گیرد (متولی و یاسور، ۱۳۹۸). در مطالعه‌ای که نوری خواجه‌بلاغ و همکاران (۱۳۹۹)، برای ارزیابی بهره‌وری فیزیکی در دشت اردبیل روی محصولات زراعی انجام دادند دریافتند که محصول گندم و جو با ۱/۱۹ و ۱/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب بالاترین میزان بهره‌وری و محصول یونجه و کلزا با میزان ۰/۷۵ و ۰/۶۷ رتبه‌های بعد را به خود اختصاص داده بودند. رضایی و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای که با هدف ارزیابی شاخص‌های بهره‌وری در استان‌های شمالی کشور (گیلان و مازندران) روی محصول برنج انجام دادند دریافتند که میزان بهره‌وری فیزیکی در گیلان و مازندران به ترتیب برابر با ۰/۸۸ و

تشدید خواهد شد. همچنین طبق آمار منتشر شده در سال ۱۳۹۶، میانگین بارندگی درازمدت کشور در حدود ۲۴۳ میلی‌متر (یک‌سوم میانگین جهانی) بوده که در مقابل پتانسیل تبخیر در کشور حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر در سال (سه برابر متوسط جهانی) است. با توجه به مساحت کشور ایران حجم کل منابع آب ناشی از بارش در حدود ۴۰۳ میلیارد مترمکعب برآورد شده است که نزدیک به ۷۰ درصد آن از طریق تبخیر از دسترس خارج می‌شود. حجم منابع آبی که در دسترس بوده و تجدیدپذیر است چیزی در حدود ۱۰۰ میلیارد مترمکعب است که حدود ۷۰ درصد آن در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، اما بزرگ‌ترین مشکل در بخش کشاورزی ایران این است که بهره‌وری آب در کشورهای پیشرفته دنیا ۲/۵ تا ۳ کیلوگرم بر مترمکعب بوده اما در ایران این متوسط بین ۰/۸ تا ۱/۴ کیلوگرم بر مترمکعب است (ناصری و همکاران، ۱۳۹۶). در چنین شرایطی یکی از راهکارهای مؤثر و عملی استفاده بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب است. در این میان، مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی که بخش عمده‌ای از مصارف آب در ایران و جهان را نیز شامل می‌شود، می‌تواند بسیار مؤثر و راهگشا باشد. بدیهی است که برای دستیابی به این مهم، شناسایی شاخص‌های اصلی مدیریت مصرف آب و تعیین این شاخص به روش‌های مناسب است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵). بهره‌وری پایین در محصولات عمده زراعی شهرستان‌های استان مازندران یکی از چالش‌های اساسی در توسعه پایدار بخش کشاورزی این منطقه است. مازندران، به‌عنوان یکی از قطب‌های اصلی تولید محصولات کشاورزی در ایران، نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی کشور ایفا می‌کند. با این حال، بهره‌وری ناکافی در تولیدات زراعی می‌تواند به کاهش بازده اقتصادی، از دست رفتن فرصت‌های درآمدی کشاورزان و افزایش فشار بر منابع طبیعی منجر شود. یکی از دلایل اصلی این چالش، مدیریت ناکارآمد منابع آب و استفاده نامناسب از تکنولوژی‌های نوین کشاورزی است. همچنین، عدم دسترسی به نهاده‌های کیفی و کاهش حاصلخیزی خاک نیز به این مشکل دامن زده است. تغییرات اقلیمی، نظیر تغییر الگوی بارش و افزایش دما، تأثیرات منفی بر تولیدات زراعی داشته و ضرورت استفاده از روش‌های بهینه‌سازی تولید را دوچندان کرده است. این مسائل اهمیت ویژه‌ای دارند، چراکه در صورت تداوم، نه تنها معیشت کشاورزان را به خطر می‌اندازند، بلکه پایداری اکوسیستم‌های

مقدار را دارد. میزان شاخص CPD برای محصول ذرت علوفه‌ای و برنج با ۴/۲۸ و ۰/۰۴ کیلوگرم بر مترمکعب به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقادیر را داراست. میزان شاخص BPD با ۶۱۶۹۱ و ۱۰۳۷۱ ریال بر مترمکعب برای محصولات گوجه‌فرنگی و برنج به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقادیر را دارند. میزان شاخص NBPD به ترتیب برای بادام‌زمینی و جو با مقادیر ۳۱۷۰۷ و ۴۵۹۹ ریال بر مترمکعب حداکثر و حداقل شاخص بهره‌وری اقتصادی را دارند. در مطالعه‌ای دیگر ذوالفقاری و همکاران (۱۴۰۱) میزان سود ناخالص برای محصول برنج در روش آبیاری غرقابی را ۸۲۷۰۴ ریال بر مترمکعب اعلام کردند. در مطالعه‌ای دیگر امینی و همکاران (۱۳۹۹)، با هدف بررسی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در محصولات عمده زراعی در حوضه تلوار استان کردستان انجام دادند که نتایج آن‌ها نشان داد میزان بهره‌وری فیزیکی، سود ناخالص و سود خالص محصول یونجه و شبدر به ترتیب برابر ۰/۸۴ و ۰/۴۳ کیلوگرم بر مترمکعب، ۷۱۹۳ و ۴۱۵۲ ریال بر مترمکعب و ۵۴۹۴ و ۳۱۹۰ ریال بر مترمکعب است

با توجه به مطالب ذکر شده در بالا جهت داشتن کشاورزی مناسب، بهتر است بحث‌های مربوط به شاخص بهره‌وری آب موردتوجه قرار گیرد. مصرف آب در کشاورزی باید به نحوی باشد که بهره‌وری را بالا و افزایش سود اقتصادی را تضمین کند. کمبود منابع آب در بسیاری از مناطق جهان یک چالش مهم است. هدف مطالعه حاضر بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب و اقتصادی محصولات عمده زراعی در تمامی شهرستان‌های استان مازندران، نوآوری‌های قابل‌توجهی را در مقایسه با سایر پژوهش‌ها ارائه می‌دهد. برخلاف مطالعات قبلی که عمدتاً به بررسی این شاخص‌ها در مقیاس‌های کوچک‌تر یا تنها در برخی مناطق خاص پرداخته‌اند، این تحقیق تمام شهرستان‌های استان را در بر گرفته و به یک تحلیل جامع و منسجم دست خواهد یافت. همچنین، این مطالعه با تمرکز بر هم‌زمانی و تطبیق داده‌های مربوط به بهره‌وری آب و اقتصادی، به ارائه راهکارهایی مؤثر برای بهینه‌سازی مصرف منابع و افزایش بازدهی کشاورزی در سطح استانی کمک می‌کند. این رویکرد جامع و سیستماتیک به‌ویژه در شرایطی که تغییرات اقلیمی و محدودیت منابع آب به چالش‌های اساسی تبدیل شده‌اند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۰/۹۹ کیلوگرم بر مترمکعب است. در پژوهشی که در شهر همدان انجام شد، تأثیر سه نوع سامانه آبیاری، یعنی آبیاری بارانی، آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و آبیاری جویچه‌ای، بر رقم‌های مختلف گندم موردبخت و بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تفاوت معناداری در اعداد به‌دست‌آمده از نظر عملکرد مشاهده نشده است، اما میزان بهره‌وری مصرف آب آبیاری در هریک از سامانه‌های آبیاری متفاوت بوده است. به این ترتیب، مقدار بهره‌وری مصرف آب آبیاری در سامانه آبیاری تیپ ۱/۶ کیلوگرم، در سامانه آبیاری بارانی ۱/۱ کیلوگرم و در سامانه آبیاری جویچه‌ای ۰/۶۹ کیلوگرم به ازای هر واحد آب مصرفی به دست آمد. این نتایج نشان می‌دهد که روش آبیاری قطره‌ای نواری بهره‌وری مصرف آب بیشتری نسبت به دو سامانه دیگر دارد. در مجموع، این تحقیق نشان داد که در شرایط مختلف سامانه‌های آبیاری ممکن است تأثیرات متفاوتی روی مصرف آب و عملکرد محصول داشته باشند، اما در این تحقیق، تفاوت‌های معنی‌داری در اعداد عملکرد مشاهده نشد (قدیمی‌فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۶).

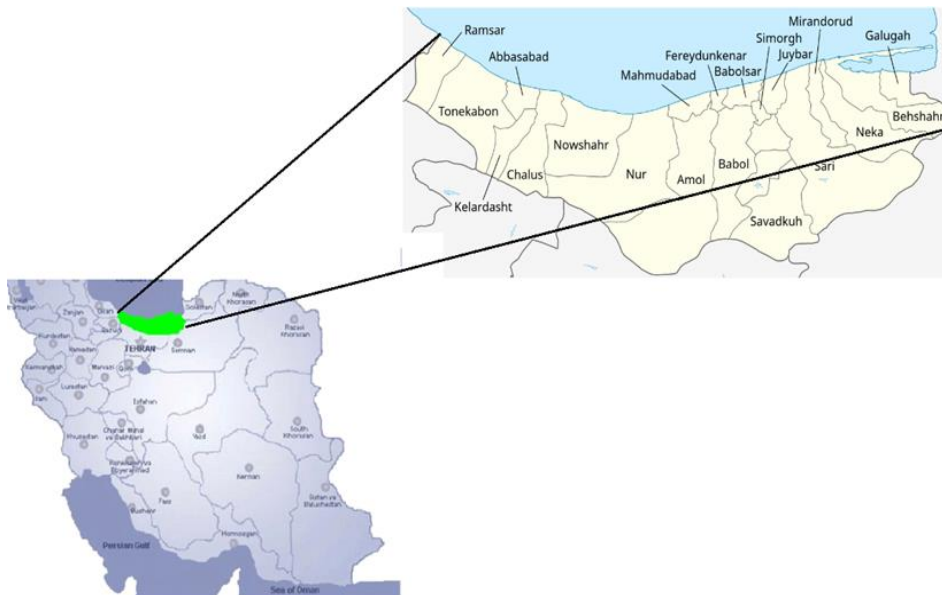
نخجوانی مقدم و همکاران (۱۳۹۶)، طی مطالعه‌ای که در برخی از استان‌های کشور انجام دادند تا بهره‌وری آب در تولید محصول گندم را موردبررسی قرار دهند، دریافتند که میزان بهره‌وری آب در کشت گندم برای سه شهرستان کرج ۲/۱، شهرستان کرمان ۰/۴ و شهرستان مشهد ۱/۹ به دست آمد. در مطالعه‌ای که با هدف بررسی عملکرد و بهره‌وری محصول جو در کشور اتیوپی انجام شد دریافتند که بهره‌وری آب در این محصول بین ۲/۰۱ تا ۲/۹۵ کیلوگرم بر مترمکعب است (Ararssa et al., 2019). در مطالعه‌ای دیگر که روی محصول کلزا برای ارزیابی بهره‌وری آب در ایالت نیومکزیکو صورت گرفت، نتایج حاصله نشان داد میزان بهره‌وری برای این محصول بین ۰/۳۴ تا ۸/۰ کیلوگرم بر مترمکعب است (Jäger et al., 2022). در مطالعه‌ای که اخوان گیگلو و همکاران (۱۴۰۲)، با هدف بررسی محتوای آب مجازی و شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در محصولات زراعی در دشت مغان استان اردبیل روی محصولات عمده زراعی انجام دادند دریافتند که محتوای آب مجازی برای محصول برنج با ۲۶/۷۲ مترمکعب بر کیلوگرم بیشترین مقدار و برای محصول ذرت علوفه‌ای با ۰/۳ مترمکعب بر کیلوگرم کمترین

مواد و روش محدوده مطالعاتی

استان مازندران با دارا بودن ۲۲ شهرستان در شمال کشور و با وسعتی معادل $۲۳۷۵۶/۴$ کیلومترمربع حدود $۱/۴۶$ درصد از مساحت کشور ایران را در بردارد (شکل ۱). دریای خزر در شمال، استان‌های تهران، سمنان، البرز و قزوین در جنوب و استان‌های گیلان و گلستان به ترتیب در غرب و شرق این استان قرار دارند. مازندران از لحاظ طبیعی به سه قسمت اصلی کوهستانی در جنوب، میان‌بند در وسط و جلگه‌ای در شمال تقسیم می‌شود. شیب ناهمواری‌های آن از غرب به شرق به موازات دریای خزر است. رشته‌کوه البرز با رودهای کوچک و بزرگی که در امتداد شمالی - جنوبی آن جریان دارند، به سه منطقه غربی، مرکزی و شرقی تقسیم شده است (شاهنظری و همکاران، ۱۴۰۲).

این مطالعه در استان مازندران صورت گرفت که دارای ۴۷۶ هزار هکتار اراضی زیر کشت است. منطقه مورد مطالعه با توجه به میانگین بارش سالانه (حدود ۶۰۰ میلی‌متر) که اغلب به صورت باران است دارای اقلیم معتدل و مرطوب است. برای بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب محصولات گندم، برنج، یونجه، شبدر، جو و کلزا در اراضی زراعی استان مازندران از داده‌های مقطعی

سال زراعی ۰۲-۱۴۰۱ و اطلاعات میدانی مربوط به ۲۵۰۰ کشاورز در سطح شهرستان‌های این استان، شامل مقدار مصرف نهاده‌ها، مقدار تولید، هزینه و درآمد تولید استفاده شد. این سری اطلاعات در قالب پرسشنامه محقق ساخته و مشابه طرح هزینه‌ی تولید وزارت جهاد کشاورزی از ۲۲ شهرستان استان مازندران توسط محقق پخش و جمع‌آوری شد. نهاده‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر شامل نفر-روز نیروی انسانی، هزینه‌ی استفاده از ماشین‌آلات، مقدار مصرف کودهای نیتروژن، فسفات، پتاسیم برحسب کیلوگرم در هکتار، مقدار مصرف انواع سموم شیمیایی شامل علف‌کش، قارچ‌کش و حشره‌کش برحسب لیتر در هکتار، مقدار آب مصرفی برحسب مترمکعب در هکتار و مقدار بذر مصرفی برحسب کیلوگرم در هکتار است. ابتدا ۱۰۰ پرسشنامه تکمیل شده و پایایی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت و بعد از تأیید روایی و پایایی پرسشنامه‌ها مابقی پرسشنامه‌ها توزیع و تکمیل شدند. لازم به ذکر است در شهرستان‌های بررسی شده محصولات عمده زراعی در نظر گرفته شده است که برخی از محصولات در برخی شهرستان‌ها جزو محصولات عمده زراعی نبوده و با توجه به میزان سطح زیر کشت هر کدام از محصولات، اراضی عمده زراعی شهرستان‌ها متفاوت است. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS مورد آنالیز و تحلیل قرار گرفتند.



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه در کشور ایران

برای به دست آوردن شاخص‌های بهره‌وری آب نیاز به داشتن اطلاعات مربوط به عملکرد و مصرف آب در واحد هکتار بود که نتایج آن در جدول ۱ ارائه گردیده است. لازم به ذکر است طبق نتایج به دست آمده از این جدول بیشترین میزان مصرف آب در کل استان مازندران مربوط به محصول شبدر با میانگین ۱۱۳۹۸ مترمکعب در هکتار و کمترین میزان مصرف آب نیز مربوط به محصول کلزا با میانگین ۱۵۴۷ مترمکعب در هکتار بود. پس از بررسی پارامترهای مورد مطالعه، نتایج به دست آمده برای بهره‌وری فیزیکی آب در شهرستان‌های استان مازندران در جدول ۲ به تفکیک ارائه شد. نتایج به دست آمده نشان داد که شهرستان آمل و قائم‌شهر با مقدار ۱/۹ و ۱/۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین میزان بهره‌وری و شهرستان‌های کلاردشت و جویبار با مقدار ۰/۶۳ و ۰/۹۳ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین میزان بهره‌وری را در محصول گندم به خود اختصاص داده‌اند. لازم به ذکر است میزان بهره‌وری آب در محصول گندم در کل استان برابر با ۱/۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. در محصول جو بالاترین مقدار بهره‌وری در شهرستان‌های قائم‌شهر و چالوس به میزان ۲/۳۳ و ۲/۰۶ کیلوگرم بر مترمکعب و پایین‌ترین مقدار در شهرستان‌های نور و نوشهر به میزان ۰/۹ و ۱/۰۵ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد که میزان این شاخص در کل استان مازندران برابر با ۱/۴۷ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمده است. نتایج به دست آمده برای محصول شلتوک نشان داد که بیشترین میزان بهره‌وری در شهرستان‌های بهشهر، بابل و سیمرغ به ترتیب برابر با ۰/۹۲، ۰/۸۷ و ۰/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین میزان بهره‌وری در این محصول مربوط به شهرستان‌های نوشهر و عباس‌آباد به ترتیب برابر با ۰/۵۸ و ۰/۶ کیلوگرم بر مترمکعب است، همچنین طبق نتایج به دست آمده میزان بهره‌وری محصول شلتوک در کل استان برابر با ۰/۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب است. لازم به ذکر است باینکه شهرستان بهشهر از لحاظ میزان آب سطحی وضعیت خوبی نسبت به شهرستان‌های آمل و بابل ندارد اما در این شهرستان با استفاده روش‌های مدیریتی صحیح در نحوه کشت و نوع آبیاری، شاهد افزایش شاخص بهره‌وری آب در این شهرستان بوده‌ایم.

برای افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی ابتدا می‌بایست نهاده‌های کمیاب را شناسایی کرده و در ادامه برنامه‌ریزی و تحقیقات در جهت ارتقای بهره‌وری آن عامل یا عوامل کمیاب صورت گیرد. در ایران نیز به دلیل محدود بودن منابع آب شیرین برنامه‌ریزی‌ها و تحقیقات بایستی در جهت افزایش بهره‌وری آب باشد. بایستی توجه داشت که واژه بهره‌وری با گسترش انقلاب صنعتی و برای افزایش سودمندی حاصل از نیروی کار، سرمایه و مواردی از این دست گسترش یافت ولی اصطلاح بهره‌وری آب در چندساله اخیر و به دلیل کمبود این ماده ارزشمند گسترش یافته است (نوری خواجه بلاغ و همکاران، ۱۳۹۹).

الف- عملکرد به‌ازای واحد حجم آب (CPD^1):

CPD یا محصول در قطره یکی از شاخص‌های مطرح در خصوص سنجش میزان بهره‌وری آب کشاورزی است (نوری خواجه بلاغ و همکاران، ۱۳۹۹).

ب- سود ناخالص به‌ازای واحد مصرف آب (BPD^2):

اگر قدم را کمی جلوتر از CPD بگذاریم به BPD و یا میزان سود ناخالص به‌ازای واحد حجم آب خواهیم رسید. در این شاخص میزان سود ناخالص نسبت به مقدار آب مصرف شده در نظر گرفته می‌شود (نوری خواجه بلاغ و همکاران، ۱۳۹۹).

ج- سود خالص به‌ازای واحد مصرف آب ($NBPD^3$):

شاید بتوان گفت که یکی از بهترین شاخص‌ها برای سنجش بهره‌وری آب کشاورزی، $NBPD$ یا سود خالص در حجم مصرف آب است. در این روش برخلاف روش قبل به‌جای در نظر گرفتن سود ناخالص در صورت کسر، میزان سود خالص در صورت قرار می‌گیرد (نوری خواجه بلاغ و همکاران، ۱۳۹۹).

$$CPD = \frac{\text{مقدار محصول تولید شده}}{\text{مقدار آب مصرف شده}} \quad (۱)$$

$$BPD = \frac{\text{سود ناخالص}}{\text{مقدار آب مصرف شده}} \quad (۲)$$

$$NBPD = \frac{\text{سود خالص}}{\text{مقدار آب مصرف شده}} \quad (۳)$$

نتایج و بحث

³- Net Benfit Per Drop

1- Crop Per Drop

2- Benfit Per Drop

جدول ۱- شاخص عملکرد و آب مصرفی در تولید محصولات عمده زراعی در شهرستان‌های استان مازندران

شهرستان	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)						مصرف آب (مترمکعب در هکتار)					
	گندم	جو	شلتوک	کلزا	یونجه	شبدر	گندم	جو	شلتوک	کلزا	یونجه	شبدر
امل	۳۳۶۵/۹	۳۳۸۶/۵	۶۲۱۷/۶	۱۵۲۳/۹	۵۰۷۵/۴	۰	۳۰۹۳	۲۲۵۶	۸۴۲۶	۴۹۵۰	۹۱۸۴	۰
بابل	۲۹۱۹/۹	۰	۶۹۵۱/۱	۲۲۸۵/۷	۴۹۷۷/۷	۹۸۸۶/۱	۳۱۰۰	۰	۸۰۰۰	۵۱۰۰	۹۲۰۰	۱۱۲۰۰
بابلسر	۴۰۴۷	۰	۶۴۷۷/۱	۰	۰	۱۴۰۰۵/۶	۲۹۵۰	۰	۸۳۰۰	۰	۰	۱۱۴۰۰
بهشهر	۴۴۱۲/۲	۳۷۵۵/۵	۷۷۲۹/۷	۲۱۳۴/۳	۴۳۹۶/۱	۰	۳۰۹۳	۲۲۵۶	۸۴۲۶	۴۹۵۵	۹۱۴۸	۰
تنکابن	۰	۰	۵۱۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸۴۰۰	۰	۰	۰
جویبار	۲۴۵۲/۱	۳۲۱۱	۵۹۹۰/۳	۱۶۷۸/۳	۰	۰	۲۶۵۰	۱۷۲۰	۸۲۵۰	۴۸۰۰	۰	۰
چالوس	۰	۳۷۱۰/۸	۵۱۵۱/۷	۰	۷۹۲۴/۲	۷۱۹۴/۱	۰	۱۸۰۰	۸۴۵۰	۰	۹۱۵۰	۱۰۷۰۰
رامسر	۳۰۷۷/۹	۳۲۵۲/۹	۵۴۸۱/۸	۰	۵۸۵۸/۷	۲۴۹۵۳/۴	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۸۴۲۶	۰	۹۳۲۰	۱۳۲۰۰
ساری	۳۶۳۹/۹	۱۵۳۴/۶	۵۷۲۳/۲	۱۲۳۸/۲	۷۰۴۰/۴	۷۷۳۷/۳	۲۷۵۰	۱۹۰۰	۸۲۷۰	۴۹۵۰	۹۸۵۰	۹۶۵۰
سوادکوه و سوادکوه شمالی	۰	۰	۵۱۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸۴۰۰	۰	۰	۰
سیمرغ	۵۰۵۷/۸	۰	۷۳۸۴	۰	۰	۰	۳۴۰۰	۰	۸۵۰۰	۰	۰	۰
عباس‌آباد	۰	۰	۴۹۹۶/۴	۰	۰	۰	۰	۰	۸۳۵۰	۰	۰	۰
فریدونکنار	۰	۰	۶۲۲۰/۳	۰	۰	۱۸۹۹۳/۶	۰	۰	۸۴۵۰	۰	۰	۱۲۳۰۰
قائم‌شهر	۵۳۸۷/۳	۴۳۱۲/۳	۶۲۴۴/۵	۱۷۱۶	۰	۱۱۸۴۶/۳	۲۹۵۰	۱۸۵۰	۸۴۳۰	۳۷۸۰	۰	۱۰۷۳۰
گلوگاه	۳۸۳۶/۳	۰	۵۸۰۱	۱۵۷۰	۷۷۴۱/۲	۹۵۷۳	۳۳۲۰	۰	۸۳۵۰	۴۷۵۰	۹۳۵۰	۱۱۰۰۰
محمودآباد	۰	۰	۵۵۴۵/۳	۰	۰	۱۱۶۰۲	۰	۰	۸۴۰۰	۰	۰	۱۱۲۰۰
میاندرد	۳۱۶۸/۵	۰	۶۸۶۲/۴	۱۲۷۶/۵	۰	۱۶۵۸۶/۳	۳۰۰۰	۰	۸۵۰۰	۳۴۲۰	۰	۱۲۵۰۰
نکا	۴۰۸۹/۷	۲۵۷۷/۶	۶۵۳۶	۷۷۱/۳	۰	۱۴۱۱۳/۷	۳۰۵۰	۲۱۵۰	۸۲۰۰	۴۹۰۰	۰	۱۱۵۰۰
نور	۳۸۲۹	۲۰۳۸/۷	۵۴۹۲	۱۲۷۶/۷	۰	۵۴۲۸/۸	۳۱۵۰	۲۳۵۰	۸۳۶۰	۴۸۵۰	۹۰۰۰	۰
نوشهر	۳۱۰۲	۲۳۷۶/۵	۴۸۵۸/۴	۰	۴۷۹۱	۰	۳۰۰۰	۲۰۵۰	۸۳۰۰	۰	۹۲۵۰	۰
کلاردشت	۱۹۴۶	۳۲۹۱	۰	۰	۷۷۲۶/۷	۰	۲۸۵۰	۱۹۵۰	۰	۸۸۵۰	۰	۰
مازندران	۳۶۲۲	۳۰۴۰/۷۷	۵۹۹۵/۶۷	۱۵۴۷	۶۰۹۶	۱۳۳۱۷/۴۲	۳۰۴۵	۲۰۷۳	۸۳۸۰	۴۶۴۶	۹۲۷۹	۱۱۳۹۸

جدول ۲- بهره‌وری محصولات عمده زراعی در شهرستان‌های استان مازندران در مقایسه برابر با آن در کل استان مازندران (واحد: کیلوگرم بر مترمکعب)

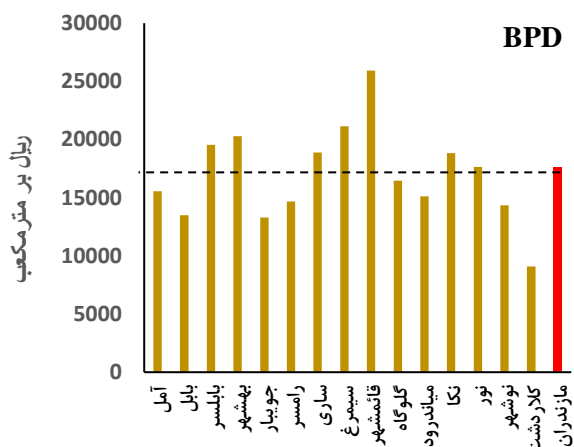
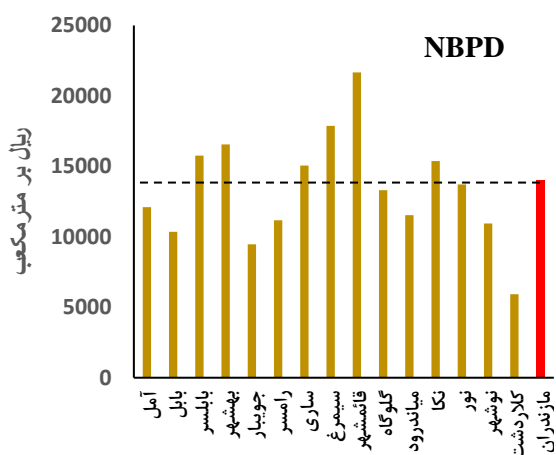
شبه‌در	یونجه	کلزا	شلتوک	جو	گندم	محصول شهرستان
-	۰/۵۵	۰/۳۱	۰/۷۴	۱/۵	۱/۹	آمل
۰/۸۸	۰/۵۴	۰/۴۵	۰/۸۷	-	۰/۹۴	بابل
۱/۲۳	-	-	۰/۷۸	-	۱/۳۷	بابلسر
-	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۹۲	۱/۶۶	۱/۴۳	بهشهر
-	-	-	۰/۶۱	-	-	تنکابن
-	-	۰/۳۵	۰/۷۳	۱/۸۷	۰/۹۳	جویبار
۰/۶۷	۰/۸۷	-	۰/۶۱	۲/۰۶	-	چالوس
۱/۸۹	۰/۶۳	-	۰/۶۵	۱/۶۳	۱/۰۳	رامسر
۰/۸۰	۰/۷۱	۰/۲۵	۰/۶۹	۰/۸۱	۱/۳۲	ساری
-	-	-	۰/۶۱	-	-	سوادکوه و سوادکوه‌شمالی
-	-	-	۰/۸۷	-	۱/۴۹	سیمرغ
-	-	-	۰/۶	-	-	عباس‌آباد
۱/۵۴	-	-	۰/۷۴	-	-	فریدونکنار
۱/۱۰	-	۰/۴۵	۰/۷۴	۲/۳۳	۱/۸۳	قائم‌شهر
۰/۸۷	۰/۸۳	۰/۳۳	۰/۶۹	-	۱/۱۶	گلوگاه
۱/۰۴	-	-	۰/۶۶	-	-	محمودآباد
۱/۳۳	-	۰/۳۷	۰/۸۱	-	۱/۰۶	میاندروذ
۱/۲۳	-	۰/۱۶	۰/۸	۱/۲۰	۱/۳۴	نکا
-	۰/۶	۰/۲۶	۰/۶۶	۰/۸۷	۱/۲۲	نور
-	۰/۵۲	-	۰/۵۹	۱/۱۶	۱/۰۳	نوشهر
-	۰/۸۷	-	-	۱/۶۹	۰/۶۸	کلاردشت
۱/۱۷	۰/۶۶	۰/۳۳	۰/۷۲	۱/۴۷	۱/۱۹	مازندران

شهرستان بابل و قائم‌شهر به میزان ۰/۴۵ و ۰/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب، در محصول یونجه مربوط به شهرستان‌های چالوس و کلاردشت به میزان ۰/۸۴ و ۰/۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب و در محصول شبدر مربوط به شهرستان‌های رامسر و فریدونکنار به میزان ۱/۸۹ و ۱/۵۴ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین میزان بهره‌وری در محصول کلزا مربوط به شهرستان‌های نکا و ساری به میزان ۰/۱۶ و ۰/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب، در محصول یونجه مربوط به شهرستان‌های بهشهر و نوشهر به میزان ۰/۴۸ و ۰/۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب و در محصول شبدر مربوط به شهرستان‌های چالوس و ساری به میزان ۰/۶۷ و ۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب است. نتایج میزان بهره‌وری آب برای کل استان مازندران در سه محصول کلزا، یونجه و شبدر به ترتیب برابر با ۰/۳۳، ۰/۶۶ و ۱/۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. نتایج این مطالعه در ارزیابی بهره‌وری

بنابراین علی‌رغم بالا بودن بهره‌وری در این شهرستان، با توجه به پایین بودن پتانسیل آب سطحی (سند توسعه آب استان مازندران، ۱۴۰۱) در این شهرستان کشت محصول برنج در این شهرستان توصیه نمی‌گردد و پیشنهاد می‌شود گندم و جو در این شهرستان جایگزین محصول برنج گردند. نتایج به‌دست‌آمده برای محصول شلتوک در این مطالعه با نتایج مطالعه رضایی و همکاران (۱۴۰۰) که با هدف ارزیابی شاخص‌های بهره‌وری در استان‌های شمالی کشور (گیلان و مازندران)، روی محصول برنج انجام دادند و میزان بهره‌وری فیزیکی در استان‌های گیلان و مازندران را به ترتیب برابر با ۰/۸۸ و ۰/۹۹ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آوردند هم‌خوانی داشت و اختلاف معنی‌داری نداشت. در ادامه محصولات کلزا، یونجه و شبدر نیز مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج حاصله نشان داد بیشترین میزان بهره‌وری در محصول کلزا مربوط به

(۱۴۰۲)، میزان شاخص سود ناخالص و سود خالص برای محصول گندم را به ترتیب ۴۲۱۱۴ و ۴۶۷۲ ریال بر مترمکعب در دشت مغان استان اردبیل به دست آوردند که به دلیل عملکرد بالای محصول میزان سود ناخالص بالا بوده اما با توجه به هزینه بالا به دلیل استفاده از سیستم‌های تحت فشار اعم از آبیاری سنتریپوت و بارانی و مصرف بالای آب در این دشت میزان سود خالص پایین‌تر از مطالعه حاضر بوده است.

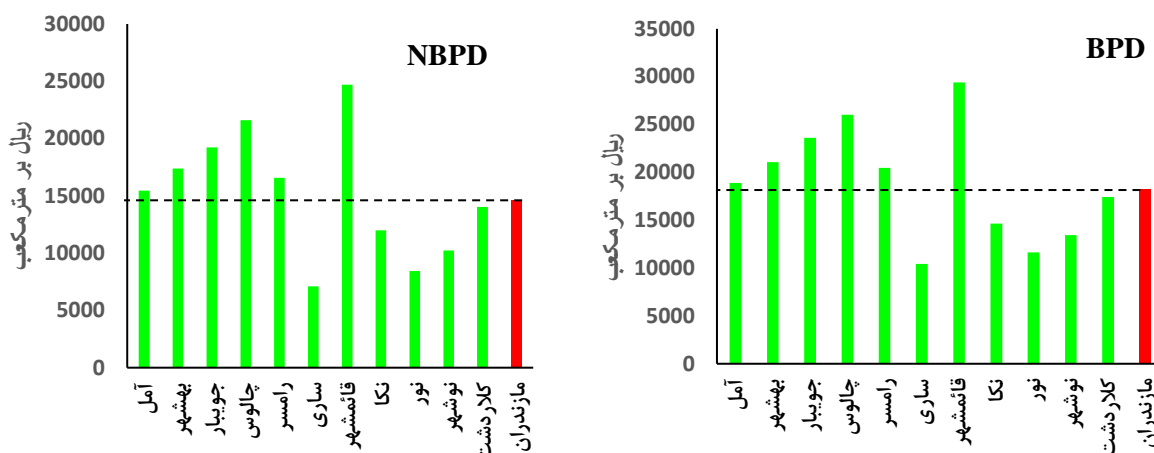
ضعیف‌تری نسبت به سایر شهرستان و میانگین کل استان داشته‌اند. در مطالعه‌ای که نوری خواجه‌بلاغ و همکاران (۱۳۹۹)، با هدف بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب محصولات عمده زراعی در دشت اردبیل انجام دادند میزان سود ناخالص و سود خالص را برای محصول گندم به ترتیب برابر با ۱۶۰۵۵ و ۹۴۱۶ ریال بر مترمکعب اعلام کردند که تا حدود با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. علت اختلاف جزئی می‌تواند از تفاوت اقلیم دو منطقه نشأت گرفته باشد. همچنین در مطالعه‌ای دیگر اخوان گیگلو و همکاران



شکل ۳- میانگین سود ناخالص (BPD) و سود ناخالص (NBPD) در محصول گندم در شهرستان‌های استان مازندران

استان کمی پایین‌تر بود در بخش سود خالص نسبت به کل استان تا حدودی وضعیت به‌تری دارد که این امر نشان می‌دهد میزان هزینه در این شهرستان پایین‌تر از سایر شهرستان‌ها است. در مطالعه‌ای که نوری خواجه‌بلاغ و همکاران (۱۳۹۹) با هدف ارزیابی شاخص‌های بهره‌وری آب در دشت اردبیل انجام دادند میزان سود ناخالص و سود خالص در محصول جو را ۱۲۰۳۹ و ۵۰۴۵ ریال بر مترمکعب به دست آوردند که اختلاف جزئی با مطالعه حاضر دارد. همچنین در مطالعه‌ای دیگر امینی و همکاران (۱۳۹۹)، میزان شاخص سود ناخالص و سود خالص را برای محصول جو به ترتیب برابر با ۱۳۳۵۷ و ۱۰۹۸۰ ریال بر مترمکعب به دست آوردند که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد.

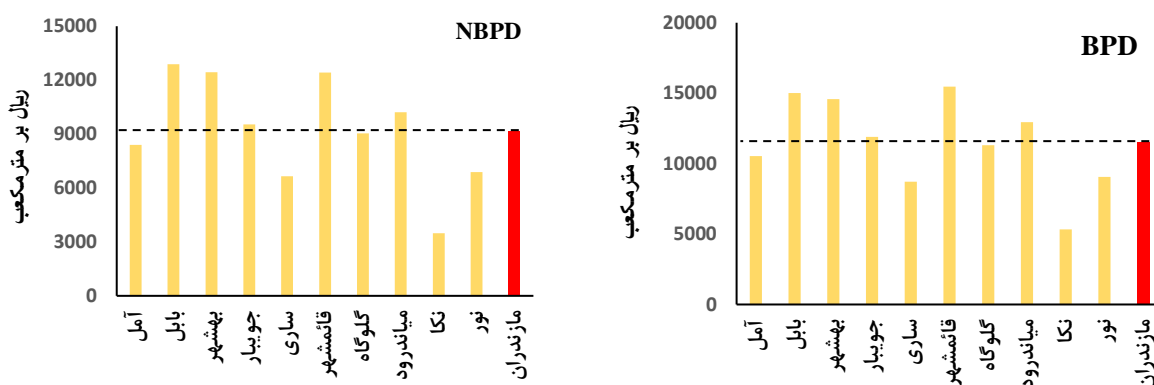
نتایج به‌دست‌آمده (شکل ۴) در بررسی محصول جو در سطح شهرستان‌های استان مازندران نشان داد که بیشترین میزان سود ناخالص و خالص این محصول در شهرستان قائم‌شهر به ترتیب برابر با ۲۹۳۹۱ و ۲۴۷۱۷ ریال بر مترمکعب و کمترین میزان این شاخص‌ها در شهرستان ساری به ترتیب برابر با ۱۰۴۴۵ و ۷۱۰۳ ریال بر مترمکعب بوده است. همچنین میانگین کل استان مازندران برای سود ناخالص برابر با ۱۸۲۸۳ ریال بر مترمکعب و سود خالص برابر با ۱۴۶۰۶ ریال بر مترمکعب بوده است که طبق این نتایج مشخص گردید شهرستان‌های قائم‌شهر، چالوس، جویبار، بهنشهر، رامسر و آمل وضعیتی بهتر از میانگین کل استان مازندران داشته و از لحاظ ظرفیت تولید به‌مراتب بهتر از سایر شهرستان‌ها می‌باشند. همچنین شهرستان نکا که در شاخص سود ناخالص نسبت به کل



شکل ۴- میانگین سود ناخالص (BPD) و سود ناخالص (NBPD) در محصول جو در شهرستان‌های استان مازندران

از لحاظ ظرفیت تولید به مراتب بهتر از سایر شهرستان‌ها می‌باشند. در مطالعه‌ای که اخوان گیگلو و همکاران (۱۴۰۲) با هدف ارزیابی شاخص‌های بهره‌وری آب در دشت مغان استان اردبیل انجام دادند میزان سود خالص و ناخالص را برای محصول کلزا به ترتیب برابر با ۲۶۶۸۹ و ۱۲۳۵۶ ریال بر مترمکعب اعلام کردند که با نتایج حاضر اختلاف جزئی داشته و تا حدودی هم‌خوانی دارند. همچنین نوری و همکاران (۱۳۹۹)، در مطالعه‌ای دیگر میزان سود ناخالص و خالص را برای محصول کلزا به ترتیب برابر ۱۶۸۵۶ و ۹۷۸۳ به دست آوردند که نتایج کار آن‌ها نیز با مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد.

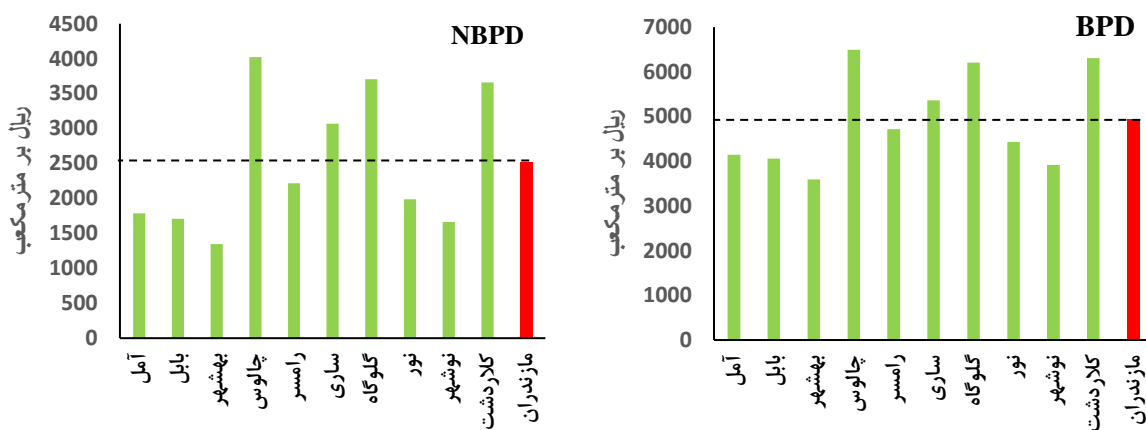
نتایج به‌دست‌آمده (شکل ۵) در بررسی محصول کلزا در سطح شهرستان‌های استان مازندران نشان داد که بیشترین میزان سود ناخالص و خالص این محصول در شهرستان قائم‌شهر و بابل به ترتیب برابر با ۱۵۴۷۱ و ۱۲۸۸۱ ریال بر مترمکعب و کمترین میزان این شاخص‌ها در شهرستان نکا به ترتیب برابر با ۵۳۳۴ و ۳۴۸۸ ریال بر مترمکعب بوده است. همچنین میانگین کل استان مازندران برای سود ناخالص برابر با ۱۱۵۱۹ ریال بر مترمکعب و سود خالص برابر با ۹۱۲۸ ریال بر مترمکعب بوده است که طبق این نتایج مشخص گردید شهرستان‌های قائم‌شهر، بابل، بهشهر، میانرود و جویبار وضعیتی بهتر از میانگین کل استان مازندران داشته و



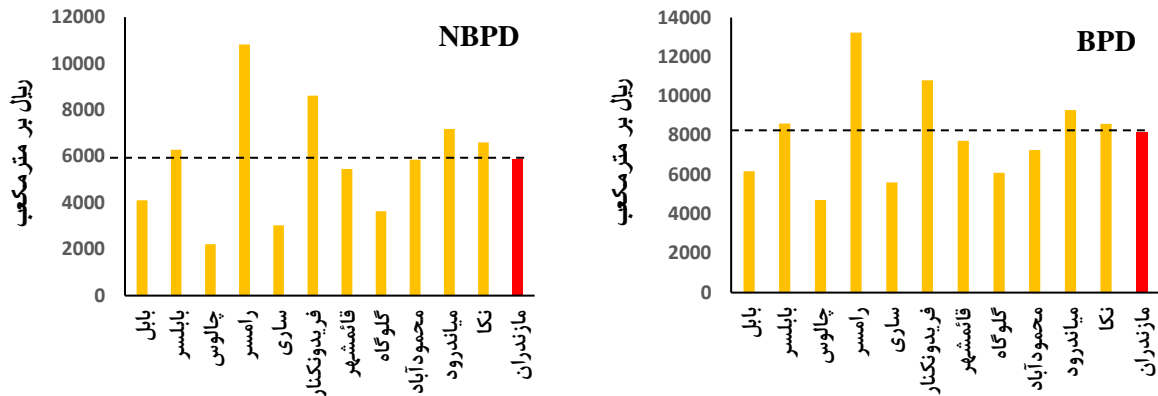
شکل ۵- میانگین سود ناخالص (BPD) و سود ناخالص (NBPD) در محصول کلزا در شهرستان‌های استان مازندران

مشخص گردید شهرستان‌های رامسر، فریدونکنار، میاندوود، نکا، بابلسر، قائم‌شهر و محمودآباد وضعیت بهتری از میانگین کل استان مازندران داشته و از لحاظ ظرفیت تولید به مراتب بهتر از سایر شهرستان‌ها می‌باشند. در مطالعه‌ای که امینی و همکاران (۱۳۹۹)، با هدف ارزیابی شاخص‌های بهره‌وری آب در حوضه تلوار استان کردستان انجام دادند میزان شاخص سود ناخالص و سود خالص را برای محصول یونجه به ترتیب برابر با ۷۱۹۳ و ۵۴۹۴ ریال بر مترمکعب و برای محصول شبدر میزان این شاخص‌ها را به ترتیب برابر با ۴۱۵۲ و ۳۱۹۰ ریال بر مترمکعب به دست آوردند که نتایج به‌دست‌آمده برای محصول یونجه با مطالعه حاضر هم‌خوانی داشته ولی محصول شبدر در استان مازندران به مراتب وضعیت بهتری از لحاظ سود ناخالص و خالص داشته که این امر می‌تواند متأثر از عملکرد خوب این محصول در استان مازندران به دلیل شرایط آب و هوایی باشد. همچنین در مطالعه‌ای دیگر نوری خواجه‌بلاغ و همکاران (۱۳۹۹)، در راستای بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب در محصولات عمده زراعی دشت اردبیل میزان سود ناخالص و سود خالص را برای محصول یونجه به ترتیب برابر با ۱۱۹۵۳ و ۶۷۸۴ ریال بر مترمکعب به دست آوردند که تا حدودی با نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه هم‌خوانی دارد.

نتایج به‌دست‌آمده (شکل ۶) در بررسی محصول یونجه در سطح شهرستان‌های استان مازندران نشان داد که بیشترین میزان سود ناخالص و خالص این محصول در شهرستان چالوس به ترتیب برابر با ۶۴۹۵ و ۴۰۲۰ ریال بر مترمکعب و کمترین میزان این شاخص‌ها در شهرستان بهشهر به ترتیب برابر با ۳۵۹۰ و ۱۳۴۵ ریال بر مترمکعب بوده است. همچنین میانگین کل استان مازندران برای سود ناخالص برابر با ۴۹۲۷ ریال بر مترمکعب و سود خالص برابر با ۲۵۲۱ ریال بر مترمکعب بوده است که طبق این نتایج مشخص گردید شهرستان‌های چالوس، کلاردشت، گلوگاه، ساری، رامسر و نور وضعیت بهتری از میانگین کل استان مازندران داشته و از لحاظ ظرفیت تولید به مراتب بهتر از سایر شهرستان‌ها می‌باشند. نتایج به‌دست‌آمده (شکل ۷) در بررسی محصول شبدر در سطح شهرستان‌های استان مازندران نشان داد که بیشترین میزان سود ناخالص و خالص این محصول در شهرستان رامسر به ترتیب برابر با ۱۳۲۳۳ و ۱۰۸۲۵ ریال بر مترمکعب و کمترین میزان این شاخص‌ها در شهرستان نور به ترتیب برابر با ۴۷۰۶ و ۲۲۲۱ ریال بر مترمکعب بوده است. همچنین میانگین کل استان مازندران برای سود ناخالص برابر با ۸۱۷۹ ریال بر مترمکعب و سود خالص برابر با ۵۸۹۸ ریال بر مترمکعب بوده است که طبق این نتایج



شکل ۶- میانگین سود ناخالص (BPD) و سود ناخالص (NBDP) در محصول یونجه در شهرستان‌های استان مازندران



شکل ۷- میانگین سود ناخالص (BPD) و سود ناخالص (NBPD) در محصول شبدر در شهرستان‌های استان مازندران

نتیجه‌گیری

این مطالعه به بررسی بهره‌وری آب و شاخص‌های اقتصادی محصولات عمده زراعی در ۲۲ شهرستان استان مازندران پرداخته است. نتایج کلی نشان می‌دهد که بهره‌وری آب در محصولات مورد بررسی متفاوت بوده و تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند نوع محصول، شرایط آب و هوایی و روش‌های مدیریتی قرار دارد. به طوری که مشخص گردید محصولاتی مثل جو، گندم و شبدر از بهره‌وری بالاتری نسبت به سایر محصولات از جمله شلتوک و کلزا برخوردار هستند. طبق نتایج به دست آمده مشخص گردید بالاترین میزان بهره‌وری آب در محصول گندم در شهرستان آمل برابر با ۱/۹ کیلوگرم بر مترمکعب، در محصول جو در شهرستان قائم‌شهر برابر با ۲/۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب، در محصول شلتوک در شهرستان بهشهر برابر با ۰/۹۲ کیلوگرم بر مترمکعب، در محصول کلزا در شهرستان بابل و قائم‌شهر برابر با ۰/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب، در محصول یونجه در شهرستان چالوس برابر با ۰/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب و در محصول شبدر در شهرستان رامسر برابر با ۱/۸۹ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است. همچنین بالاترین سود ناخالص و خالص اقتصادی در محصول برنج در شهرستان بهشهر به ترتیب برابر با ۷۸۵۴۶ و ۷۳۰۶۲ ریال بر مترمکعب و کمترین میزان این شاخص‌ها در محصول یونجه در شهرستان چالوس به ترتیب برابر با ۶۴۹۵ و ۴۰۲۰ ریال بر مترمکعب به دست آمد. با توجه به نتایج مطالعه، محصولاتی مانند کلزا و شلتوک دارای بهره‌وری آب پایین‌تری نسبت به گندم، جو و شبدر بوده‌اند، پیشنهاد می‌شود که با استفاده از سیستم‌های آبیاری مدرن مانند آبیاری

قطره‌ای و افزایش دانش کشاورزان در زمینه مدیریت بهینه آب، عملکرد این محصولات را بهبود بخشند. علاوه بر این، اصلاح الگوهای کشت برای تناسب بیشتر با اقلیم هر شهرستان و معرفی گونه‌های مقاوم به کم‌آبی می‌تواند به افزایش بهره‌وری در این محصولات کمک کند. همچنین پیشنهاد می‌شود که در آینده تحقیقات بیشتری بر روی تأثیر تغییرات اقلیمی و تنش‌های ناشی از خشکسالی بر بهره‌وری آب و شاخص‌های اقتصادی محصولات زراعی انجام شود. در این راستا، تحلیل تطبیقی بین دوره‌های مختلف آبیاری و اثرات آن‌ها بر بازده محصولات مختلف می‌تواند به شناسایی بهترین شیوه‌های مدیریت منابع آب و افزایش بازده اقتصادی محصولات در شرایط مختلف آب و هوایی کمک کند.

منابع

- آخوان گیگلو، ک،، خیری، م،، احمدپری، ه،، عباسی، س،، کلاته، ف. ۱۴۰۲. بررسی محتوای آب مجازی و شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در محصولات زراعی (مطالعه موردی: شبکه‌ی آبیاری دشت مغان، استان اردبیل). مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک. ۳(۳): ۲۹۵-۲۷۷.
- اسکندری، ح و عالی‌زاده امرایی، ا. ۱۳۹۷. تأثیر الگوی کشت و آبیاری شیاری یک‌درمیان بر بهره‌وری آب و زمین در کشت مخلوط گندم و شبدر. پژوهش آب در کشاورزی. ۳۲(۲): ۱۷۹-۱۸۶.
- امینی، ع،، پرهت، ج،، سدری، م. ح. ۱۳۹۹. بررسی بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در محصولات عمده زراعی در

- حوضه تلوار استان کردستان. مهندسی و مدیریت آبخیز. ۱۱۲(۲): ۴۹۱-۴۸۱.
- پورابوقدره، ع و نقی‌پور، ف. ۱۴۰۱. مروری بر ابعاد تغذیه‌ای و تکنولوژیکی دانه جو. بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات. ۱(۴): ۵۵۱-۵۳۵.
- ذوالفقاری، پ، هزارجریبی، ا، اسدی، ا، امیری، ا. ۱۴۰۱. ارزیابی بهره‌وری فیزیکی-اقتصادی آب در روش‌های مختلف کاشت و آبیاری برنج رقم فجر در استان گلستان. پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب). ۳۶(۴(ب)): ۳۹۱-۴۰۴.
- رضایی، گ، خالدیان، م، کاوسی کلاشمی، م و رضایی، مجتبی. ۱۴۰۰. ارزیابی شاخص‌های بهره‌وری آب در استان‌های عمده تولیدکننده برنج در ایران. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۵(۳): ۶۳۴-۶۴۴.
- شاهنظری، ع، دریکنده، د، جعفری صیادی، ف، کیخا، م، آلاشتی، م، صادقی، س. ۱۴۰۲. بررسی تطبیقی-مقایسه‌ای الگوهای کشت جهت توسعه بخش کشاورزی استان مازندران. مدیریت آب و آبیاری. ۱۳(۱): ۱۸۷-۱۷۱.
- عباسی، ف، ف. سهراب و ن. عباسی. ۱۳۹۵. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. مجله تحقیقات مهندسی سازه-های آبیاری و زهکشی. ۶۷(۱۱): ۱۲۸-۱۱۳.
- قدمی فیروزآبادی، ع، چاپچی، م، سیدان، س. ۱۳۹۶. اثر سامانه‌های آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب سه ژنوتیپ گندم و ارزیابی اقتصادی آن‌ها در همدان. پژوهش آب در کشاورزی. ۳۱(۲): ۱۴۹-۱۳۹.
- متولی، ع و یاسور، ص. ۱۳۹۸. مقایسه روند شاخص‌های انرژی و میزان تولید گاز گلخانه‌ای CO₂ در تولید کلزای آبی و دیم در شمال ایران. مجله علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۱(۳۶): ۸۸-۱۰۲.
- ناصری، ا، عباسی، ف. و اکبری، م. ۱۳۹۶. برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۶۸(۱۸): ۳۲-۱۷.
- نخجوانی مقدم، م. م، قهرمان، ب، زارعی، ق. ۱۳۹۶. تحلیل بهره‌وری آب گندم در مدیریت‌های آبیاری در برخی از مناطق ایران. پژوهش آب در کشاورزی ۳۱(۱): ۵۷-۴۳.
- نوری خواجه‌بلاغ، ر، خالدیان، م، کاوسی کلاشمی، م. ۱۳۹۹. مقایسه شاخص‌های بهره‌وری آب محصولات عمده زراعی در دشت اردبیل. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۱۴(۳): ۸۹۴-۹۰۴.
- De Pinto, A., Cenacchi, N., Kwon, H. Y., Koo, J. and Dunston, S. 2020. Climate smart agriculture and global food-crop production. PLoS One. 15(4): e0231764
- Ararssa, A. A., Gebremariam, A. G., Mulat, W. L. and Mekonnen, M. M. 2019. Effects of irrigation management on yield and water productivity of Barley *Hordeum vulgare* in the upper Blue Nile basin: case study in northern Gondar. *Water conservation science and engineering*. 4: 113-121.
- Jäger, T., Mokos, A., Prasianakis, N. I. and Leyer, S. 2022. first_page settings Order Article Reprints Open Access Article Pore-Level Multiphase Simulations of Realistic Distillation Membranes for Water Desalination. *Membranes*.
- Bakheit, B.R., Ali, M.A., and Helmy, A.A. 2012. The influence of temperature, genotype and genotype × temperature interaction on seed yield of berseem clover. *Asian. J. Crop. Sci.* 4: 63-71
- Shah, F., Z. Khan, A. Iqbal, M. Turan and M. Olgun. 2020. Recent Advances in Grain Crops Research. Intech Open Publications. London, UK.

Comparison Of Physical And Economic Productivity Indicators Of Major Agricultural Crops In The Counties Of Mazandaran Province

R. Nouri khajebelagh¹ and A. Shahnazari^{*2}

Abstract

In today's world, issues related to agriculture, food security, water resources, and productivity have emerged as fundamental challenges for international communities. Water, as a critical factor in agriculture and food production, holds particular importance. This study aims to evaluate the physical and economic productivity indicators of major agricultural crops across 22 counties in Mazandaran Province using cross-sectional data from 2023-2024 and 2,500 completed questionnaires, gathered through the expert method. The results indicate that the highest water productivity was observed in wheat production in Amol County, with 1.9 kg/m³, barley in Qaemshahr County with 2.33 kg/m³, rice in Behshahr County with 0.92 kg/m³, canola in Babol and Qaemshahr counties with 0.45 kg/m³, alfalfa in Chalous County with 0.87 kg/m³, and clover in Ramsar County with 1.89 kg/m³. Additionally, the highest gross and net economic profits per cubic meter of water was recorded for rice in Behshahr County, with 78,546 and 73,062 rials per cubic meter, respectively, while the lowest values were observed for alfalfa in Chalous County, with 6,495 and 4,020 rials per cubic meter, respectively. Based on these findings, it is recommended to policymakers that in the eastern and central regions of Mazandaran Province, crops such as wheat, barley, canola, and rice (especially in central areas like Amol and Babol) be cultivated, while in the western regions of the province, water-intensive crops such as alfalfa and clover should be prioritized for cultivation.

Keywords: BPD, Clover, NBPD, Water productivity, Wheat

¹ - Ph. D student, Water Engineering Department, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

² - Professor Water Engineering Department, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran (*- Corresponding Author Email: aliponh@yahoo.com)

Received: 29 Aug 2024

Accepted: 10 Oct 2024