نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۴، مرداد - شهریور ۱۳۹۹، ص. ۹۰۴-۸۹۴

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 14, Agu.-Sept. 2020, p. 894-904

مقایسه شاخص‌های بهره‌وری آب محصولات عمده زراعی در دشت اردبیل

رسول نوری خواجه بلاغ[۱]، محمدرضا خالدیان[۲*]، محمد کاوسی کلاشمی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۷

چکیده

در ایران نزدیک به ۷۰ درصد محصولات کشاورزی از طریق کشت آبی به‌دست می‌آید و سهم کشت آبی از سال ۱۳۳۹ تا به امروز در حال افزایش می‌باشد. با توجه به روند روبه رشدی که در جمعیت جهان مشاهده می‌شود و به‌منظور تأمین نیاز آبی سایر بخش‌ها، بایستی با بهبود بهره‌وری آب سهم آب بخش کشاورزی تعدیل شود. در ایران متوسط بهره‌وری نسبت به کشورهای پیشرفته دنیا از رقم پایینی برخوردار است. در دشت اردبیل نیز با توجه به کاهش منابع آب زیرزمینی و کاهش نزولات جوی نسبت به ۳۰ سال گذشته، ضرورت ایجاب می‌کند تا با بالا بردن بهره‌وری و کاهش مصرف آب مدیریت مناسبی اتخاذ شود. هدف پژوهش حاضر مقایسه شاخص‌های بهره‌وری مصرف آب برای محصولات عمده زراعی در دشت اردبیل است. در این مطالعه ابتدا حجم نمونه با استفاده از رابطه کوکران و رابطه بارتلت و همکاران مشخص شد، اطلاعات مورد نیاز با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری شد. ابتدا ۵۰ پرسشنامه بین افراد متخصص در بخش کشاورزی پخش شد. پس از اطمینان از روایی و پایایی پرسشنامه تعداد ۱۰۴۶ پرسشنامه در بین کشاورزان دشت اردبیل توزیع شد. نتایج بهره‌وری آب (شاخص CPD) نشان داد که محصول سیب‌زمینی دارای بیشترین بهره‌وری به‌میزان ۲/۹۵ کیلوگرم بر مترمکعب و محصول کلزا دارای کمترین بهره‌وری به‌میزان ۰/۶۷ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. همچنین، سیب‌زمینی (۶۰۹۳ تومان) و جو (۵۰۵ تومان) به ترتیب بیشترین و کمترین سود خالص به‌ازای هر متر مکعب آب آبیاری را دارا می‌باشند. با توجه به نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌شود که محصولات استراتژیک مانند گندم و کلزا کشت شوند تا مقدار واردات آن‌ها کاهش یابد و تمهیدات صادرات محصولاتی نظیر سیب‌زمینی فراهم و تسهیل شود.

واژه‌های کلیدی : بهره‌وری آب، آب مجازی، سود خالص

مقدمه

از چالش‌های موجود در بخش کشاورزی کم بودن میزان بهره‌وری نهاده‌ها و منابع تولیدی می‌باشد که آب از مهم‌ترین آن‌ها می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که جمعیت جهان تا سال ۲۰۲۵ به ۷/۸ میلیارد نفر خواهد رسید که فشار زیادی را بر منابع تولید مواد غذایی وارد خواهد آورد (دهقانی‌سانیچ، ۱۳۹۱). در نتیجه برای افزایش امنیت غذایی بایستی بهره‌وری نهاده‌ها از جمله آب را افزایش داد. مفهوم 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 چند سال اخیر و به دلیل کمبود این ماده ارزشمند گسترش یافته است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

بهره‌وری آب در کشورهای پیشرفته ۲/۵ تا ۳ کیلوگرم بر متر مکعب است، اما در ایران بین ۰/۸ تا ۱/۴ کیلوگرم بر مترمکعب است (ناصری و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج مطالعه‌ای در استان سیستان و بلوچستان روی گندم نشان داد که بهره‌وری آب در بازه ۰/۹۵ تا ۱/۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب است (Keykhaei and Ganjikhorramdel, 2016). سپهوند (۱۳۸۸) بهره‌وری آب گندم در غرب کشور را ۱/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام کرد. خرمیان و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی تاثیر آبیاری بارانی بر بهره‌وری آب یونجه در استان خوزستان پرداختند. نتایج نشان داد که بهره‌وری آب ۲/۱۱-۰/۴۹ کیلوگرم علوفه خشک بر متر مکعب بود. کاویانی و همکاران (۱۳۹۰) در دشت قزوین نیز بدون در نظر گرفتن نوع محصول متوسط بهره‌وری آب را ۰/۱۲ تا ۱/۳ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آوردند. حقیقتی میزان عملکرد گندم در مزرعه‌ای با سامانه آبیاری بارانی در شهرکرد را ۶۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار، حجم آب مصرفی را ۵۳۶۸ مترمکعب بر هکتار و بهره‌وری آب را ۱/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آورد (Haghighati, 2013). جمالی و همکاران (۱۳۹۷) پژوهشی روی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان و گروه پژوهشی مهندسی آب و محیط زیست پژوهشکده حوزه آبی دریای خزر، رشت
۳- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
(*- نویسنده مسئول: Email: khaledian@guilan.ac.ir)

بهره‌وری آب در شبکه آبیاری و زهکشی زرینه‌رود در حوضه دریاچه ارومیه انجام دادند. نتایج نشان داد که بهره‌وری آب برحسب کیلوگرم محصول بر مترمکعب آب از ۰/۴ برای یونجه مسن تا ۵/۱ برای چغندرقند متغیر بود. میزان بهره‌وری آب برحسب ریال بر متر مکعب آب بین ۲۷۴۰ برای یونجه مسن تا ۶۹۰۰ برای گندم متغیر بود. آن‌ها نتیجه گرفتند که در صورت محدودیت منابع آب، به لحاظ اقتصادی اولویت کشت به‌ترتیب گندم، چغندرقند و یونجه خواهد بود. نخجوانی-مقدم و همکاران (۱۳۹۶) پژوهشی را در برخی از نقاط کشور روی بهره‌وری آب گندم انجام دادند. نتایج نشان داد که بهره‌وری آب گندم در کرج ۲/۱، کرمان ۰/۴ و مشهد ۱/۹ کیلوگرم بر متر مکعب بود. نتایج پژوهشی در همدان روی گندم با روش‌های مختلف آبیاری نشان داد که بهره‌وری آب آبیاری در روش آبیاری تیپ، بارانی و جویچه‌ای به‌ترتیب برابر با ۱/۶، ۱/۱ و ۰/۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب بود (Ghadami Firouzabadi et al., 2017).

علی و همکاران طی پژوهشی سه ساله روی گندم در بنگلادش دریافتند که میزان بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری کل آب (آبیاری و بارش) به‌ترتیب برابر با ۱/۱۳ و ۱/۰۶ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد (Ali et al., 2007). فان و همکاران بهره‌وری آب در شمال‌غرب چین را برای گندم و ذرت به‌ترتیب برابر ۱/۶۸–۰/۵۷ و ۱/۲–۰/۵۴ کیلوگرم بر مترمکعب تعیین کردند (Fan et al., 2014). همچنین در پژوهشی دیگر مقدار بهره‌وری آب برای محصول پنبه ۰/۸۴ کیلوگرم بر مترمکعب بود (Çetin and Kara, 2019).

روش‌های زیادی برای بهبودی بهره‌وری آب نظیر: برنامه‌ریزی آبیاری، تحویل حجمی آب براساس تعیین نیاز آبی واقعی گیاهان، ارزش‌گذاری عادلانه آب آبیاری، کم‌آبیاری، آبیاری تکمیلی، به-کارگیری سامانه‌های نوین آبیاری، تسطیح اراضی، مدیریت مناسب در زمینه آب و خاک، اصلاح ارقام بذر و روش‌های کشت و به‌کارگیری بازدارنده‌های تبخیر اعم از خاکپوش‌های طبیعی و مصنوعی توصیه شده است (Chukalla et al., 2015; Molden et al., 2010). نتایج پژوهشی در اروگوئه روی برنج با هدف افزایش بهره‌وری آب با کاهش آب ورودی به مزرعه ضمن حفظ سطح عملکرد نشان داد که می‌توان بهره‌وری آب را بین ۲۳ تا ۶۲ درصد افزایش داد (Carracelas et al., 2019). نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که با آبیاری بهینه و حفاظت از خاک می‌توان عملکرد و بهره‌وری آب را بین ۳۰ تا ۵۰ درصد افزایش داد (Chibarabada et al., 2019).

دشت اردبیل از لحاظ اقلیمی دارای اقلیمی خشک و نیمه‌خشک و سرد می‌باشد. در این دشت فقط یک محصول در طول سال می‌توان کشت کرد، لذا انتظار می‌رود محصولاتی کشت شوند که هم از لحاظ بهره‌وری آب و هم از لحاظ اقتصادی از سطح درآمد مطلوبی برخوردار باشند تا هم مایحتاج مصرف‌کنندگان تامین شود و هم کشاورزان درآمد مناسبی داشته باشند. حال با توجه به کمبود منابع آبی، برای افزایش بهره‌وری آب بایستی با اصلاح الگوی کشت، یا مقدار آب مصرفی را کاهش دهند و یا محصولاتی کشت شوند که هم از لحاظ کمی افزایش تولید داشته باشند و هم از لحاظ اقتصادی دارای ارزش ریالی بالاتری باشند.

با توجه به مشکلات بخش کشاورزی در دشت اردبیل از جمله تسطیح نبودن اراضی، کم بودن ارزش اقتصادی آب، توزیع ناعادلانه آب، نبود برنامه‌ریزی مناسب آبیاری، مدیریت ضعیف در بخش آب و حفاظت خاک و کشاورزی سنتی و اقلیم خشک و سرد دشت اردبیل، بهبود بهره‌وری آب می‌تواند جزو اهداف مهم در این دشت به‌شمار آید. کمبود شدید منابع آبی در حال حاضر مهم‌ترین دغدغه کشاورزان در دشت اردبیل است. بایستی در این زمینه با اصلاح الگوی کشت و استفاده مناسب از منابع آبی با روش‌های جدید، مشکلات موجود در این زمینه را برطرف کرد (بی‌نام، ۱۳۹۵). با توجه به اهمیت بهره‌وری آب در کشاورزی، هدف از انجام این پژوهش تعیین بهره‌وری آب محصولات عمده زراعی در دشت اردبیل می‌باشد. با داشتن این اطلاعات می‌توان پیشنهادهای بهتری برای تخصیص بهینه اراضی و اصلاح الگوهای کشت ارائه داد که منجر به کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد و در نتیجه افزایش بهره‌وری آب شود. همچنین اراضی مستعد را می‌توان برای کشت محصولات ترجیحا استراتژیک با سود بالا اختصاص داد.

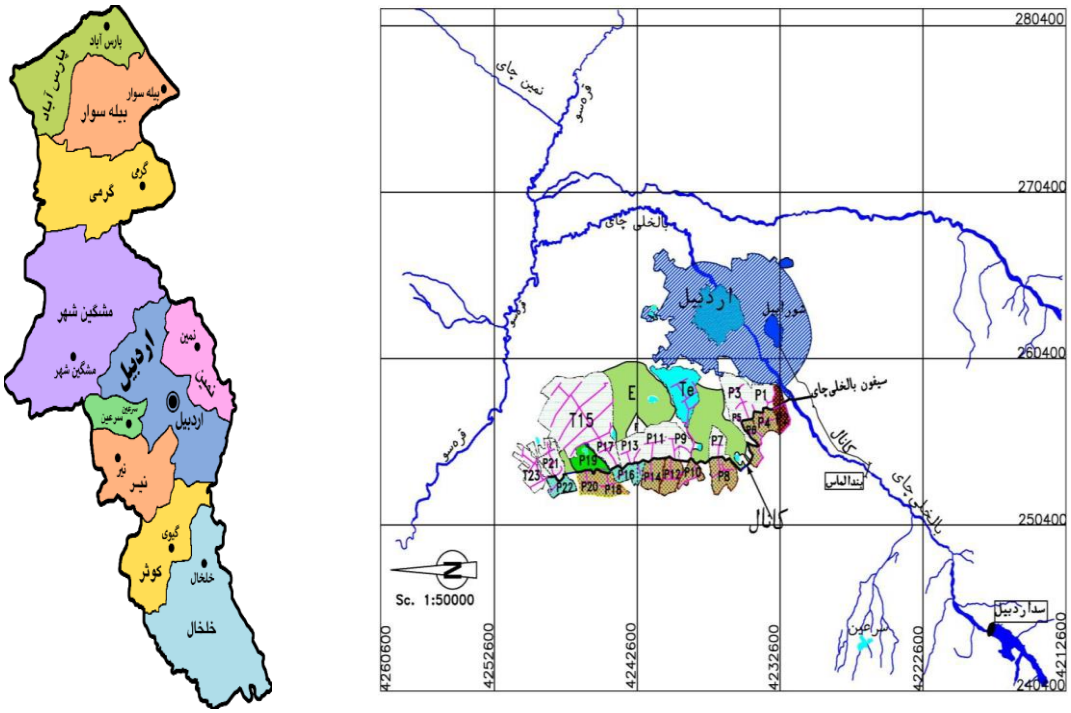
مواد وروش‌ها

این مطالعه در اراضی پایاب سد یامچی و قوریچای در دشت اردبیل انجام شد که دارای ۸۱۷۵ هکتار اراضی زیرکشت می‌باشد. منطقه مورد مطالعه با توجه به میانگین بارش سالانه (۲۵۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر) که اغلب به‌صورت برف می‌باشد دارای اقلیم سرد و خشک است. از مجموع ۸۱۷۵ هکتار اراضی حدود ۳۵/۳ درصد به کشت گندم، ۲۸/۹ درصد به کشت سیب‌زمینی، ۸/۴ درصد به کشت یونجه، ۱۸/۷ درصد به کشت جو و ۸/۶ درصد به کشت کلزا اختصاص یافته-است. شکل ۱ موقعیت این دشت را نشان می‌دهد.

دشت اردبیل دارای چهار اقلیم مدیترانه‌ای گرم، مدیترانه‌ای معتدل، کوهستانی سرد و معتدل است. این منطقه به‌عنوان یکی از مناطق سردسیر ایران و استان بین پنج تا هشت ماه از سال سرد است. بارندگی نیز در تمام فصول وجود دارد، ولی شدت آن در بهار و پاییز بیشتر است. براساس گزارش ایستگاه هواشناسی اردبیل که در ارتفاع ۱۳۷۲ متری واقع شده، بارندگی این منطقه در سال ۱۳۷۲ برابر ۳۲۷/۷ میلی‌متر گزارش شده است. این دشت دارای زمستان‌های بسیار سرد و تابستان های معتدل است. متوسط درجه حرارت آن در حدود هفت درجه سلسیوس است. وجود کوهستان‌های سبلان، طالش

و بزغوش، تاثیر بخارهای دریای خزر و بادهای سرد شمالی و وجود جنگل‌های شمال و شرق آن در میزان بارندگی و نوسان دمای دشت اردبیل بسیار مؤثر است.

برای مقایسه شاخص‌های فیزیکی بهره‌وری آب آبیاری محصولات عمده زراعی در اراضی پایاب سد یامچی و قوریچای دشت اردبیل شامل گندم، سیب‌زمینی، یونجه، جو و کلزا در اراضی پایاب سد یامچی و قوریچای اردبیل از داده‌های مقطعی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ استفاده شد. آب مصرفی کشاورزان به‌صورت حقابه مشخص شده از کانال آبیاری و سنجش شده توسط کنتورهای حجمی در نظر گرفته شده و توسط پژوهش‌گر در هنگام تکمیل پرسش‌نامه، کنترل و ثبت شده است. همچنین اطلاعات عملکرد محصولات سیب‌زمینی، گندم، کلزا و جو به‌دلیل خرید تضمینی دولت و فروش به‌صورت عمده توسط کشاورزان به‌صورت دقیق در مدیریت جهاد کشاورزی و توسط خود کشاورزان ثبت شده و از لحاظ آمار عملکردی، داده‌ها از دقت مناسبی برخوردار هستند. ابتدا حجم نمونه براساس فرمول کوکران و روش تعیین حجم بارتلت و همکاران مشخص شد (Bartlett et al., 2001). سپس روش نمونه‌گیری براساس پرسشنامه طرح شده توسط خود محقق اتخاذ شد. پرسشنامه‌ها به تعداد ۱۰۴۶ پرسشنامه (گندم=۲۹۶، سیب‌زمینی=۲۷۸، یونجه=۱۳۹، جو=۲۰۲ و کلزا=۱۳۱) بود که اطلاعات جمع‌آوری شده شامل مقدار مصرف نهاده‌ها، مقدار تولید، هزینه و ارزش تولید است. پرسشنامه مورد استفاده از لحاظ روایی و پایایی مورد تایید کارشناسان و خبرگان کشاورزی بود. نهاده‌های مورد استفاده در تصریح بهره‌وری محصولات یاد شده در دشت اردبیل شامل نفر-روز نیروی انسانی، هزینه‌ی استفاده از ماشین‌آلات، مقدار مصرف کودهای نیتروژن، فسفات، پتاسیم بر حسب کیلوگرم در هکتار، مقدار مصرف انواع سموم شیمیایی شامل علف‌کش، قارچ‌کش و حشره‌کش بر حسب لیتر در هکتار، مقدار آب مصرفی برحسب مترمکعب در هکتار و مقدار بذر مصرفی بر حسب کیلوگرم در هکتار می‌باشد. این اطلاعات براساس خوداظهاری کشاورزان جمع‌آوری شده است، ولی در مورد عوامل مهم نظیر آب مصرفی و عملکرد محصول کنترل‌های لازم انجام شده است که در بالا به آن اشاره شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS استفاده شد. در گام دوم برای تخصیص بهینه اراضی زراعی در منطقه مورد مطالعه با دو هدف بیشینه‌سازی بهره‌وری آب و کمینه‌سازی آب مجازی از نرم‌افزار لینگو و الگوی برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه استفاده شد. برخی پارامترهای مهم خاک و آب منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ و ۲ ارائه شدند.



شکل ۱- نقشه استان اردبیل و منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دشت اردبیل

شـــــرح	مشخصات
بافت خاک	لوم رسی
نفوذپذیری نهائی (میلی‌متر در ساعت)	۸
میانگین رطوبت قابل استفاده در خاک (میلی‌متر در متر)	۱۹۰
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۳۵
رطوبت ظرفیت زراعی	۳۶ درصد حجمی
رطوبت نقطه پژمردگی	۱۸ درصد حجمی
هدایت الکتریکی (dS/m)	۱/۴۴
اسیدیته	۷/۸۰
عمق خاک	بدون محدودیت عمق خاک

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی آب آبیاری در دشت اردبیل

شرح	مقدار
اسیدیته	۷/۱۸
هدایت الکتریکی (dS/m)	۱/۴۹۶
کلر (mgr/lit)	۴/۴۵
کربنات (mgr/lit)	۰
بیکربنات (mgr/lit)	۶/۳۱
سولفات (mgr/lit)	۳/۹
کلسیم (mgr/lit)	۵/۵
منیزیم (mgr/lit)	۳/۲
سدیم (mgr/lit)	۵/۴۷
کل املاح محلول (mgr/lit)	۷۴۷
S.A.R.	۲/۶۳

در این مطالعه برای محاسبه شاخص‌های مختلف مورد نیاز از روابط ۱ تا ۴ استفاده شد.

الف- عملکرد به‌ازای واحد حجم آب (CPD[1])

عملکرد به ازای واحد حجم آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب یکی از شاخص های مطرح در خصوص سنجش میزان بهره‌وری آب کشاورزی است که از رابطه ۱ قابل محاسبه است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

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

ب- سود ناخالص به‌ازای واحد مصرف آب (BPD[2])

سود ناخالص به ازای واحد حجم آب معمولا بر حسب ریال بر مترمکعب، یکی از شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی آب می‌باشد. در این شاخص میزان سود ناخالص نسبت به مقدار آب مصرف شده در نظر گرفته می شود که از رابطه ۲ قابل محاسبه است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

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

ج- سود خالص به‌ازای واحد مصرف آب (NBPD[3])

شاید بتوان گفت که یکی از بهترین شاخص‌ها برای سنجش بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی، NBPD یا سود خالص در حجم مصرف آب معمولا بر حسب ریال بر مترمکعب است. در این روش برخلاف روش قبل به‌جای در نظر گرفتن سود ناخالص در صورت کسر، میزان سود خالص در صورت قرار می‌گیرد و از رابطه ۳ قابل محاسبه است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

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

1 CPD: Crop Per Drop
2 BPD: Benefit Per Drop
3 NBPD: Net Benefit Per Drop

د- آب مجازی (VW[1])

برای تولید همه‌ی کالاها چه در بخش کشاورزی و چه در سایر بخش‌ها آب مورد نیاز است. آبی که در فرآیند تولید یک محصول کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، آب مجازی موجود در محصول است. به‌طور مثال برای تولید یک کیلوگرم غلات در شرایط آب و هوایی مناسب و پر بارش بین یک تا دو متر مکعب آب مورد نیاز است ولی برای تولید همان یک کیلوگرم محصول در شرایط آب و هوایی خشک بین سه تا پنج متر مکعب آب مورد نیاز است. معادله آب مجازی براساس تعریف بالا طبق رابطه ۴ به‌دست می‌آید و معمولا بر حسب مترمکعب بر کیلوگرم بیان می‌شود (Hoekstra, 2003, Shi and Zhan, 2015).

$$VW = \frac{\text{مقدار آب مصرف شده}}{\text{مقدار محصول تولید شده}} \quad (۴)$$

همچنین برای تعیین تخصیص بهینه اراضی و بیشینه‌سازی سود خالص به ازای هر متر مکعب آب و کمینه‌سازی آب مجازی از روابط زیر استفاده شد.

$$\text{MAX} \sum_{i=1}^{5} NBPDi\, Xi \quad \& \quad \text{MIN} \sum_{i=1}^{5} EVWi\, Xi \quad (۵)$$

St:

$$\sum_{i=1}^{5} Wi\, Xi \le TW$$

$$X_i \ge SS_i \quad \forall i=1,\ldots,5$$

$$X_i \le AP_i \quad \forall i=1,\ldots,5$$

$$\sum_{i=1}^{5} Xi \le AC$$

$NBPDi$= سود خالص به ازای واحد آب مصرفی در محصول i ام بر حسب ریال بر مترمکعب

$EVWi$= آب مجازی در محصول i ام بر حسب مترمکعب بر کیلوگرم

SS_i= سطح زیرکشت خودمصرفی محصول i ام بر حسب هکتار

AP_i= سطح پتانسیل اراضی روی کشت محصول i ام بر حسب هکتار

AC= کل سطح زیر کشت اراضی زراعی بر حسب هکتار

W_i= نیاز آبیاری محصول i ام بر حسب مترمکعب بر هکتار

TW= کل آب آبیاری تخصیص داده شده بر حسب مترمکعب

نتایج و بحث

نتایج پژوهش نشان داد که بیشترین عملکرد برای محصول سیب‌زمینی با میانگین ۳۵۳۶۸/۸ کیلوم‌گرم در هر هکتار و کمترین عملکرد برای محصول کلزا با میانگین ۲۸۲۴/۰۵ کیلوم‌گرم در هر هکتار بود. سیب‌زمینی دارای بیشترین آب مصرفی با میانگین ۱۲۰۹۱/۰۳ مترمکعب در هر هکتار و جو دارای کمترین آب مصرفی به میزان ۲۷۹۳/۷ مترمکعب در هر هکتار بود. از لحاظ درآمد و هزینه، سیب‌زمینی دارای بیشترین درآمد با میانگین ۸۷۲۹۰۰۷۶/۳۴ تومان و بیشترین هزینه با میانگین ۱۵۰۲۲۰۰۰ تومان و محصول جو دارای کمترین درآمد با میانگین ۳۳۳۱۵۴۵/۸ تومان و کمترین هزینه با میانگین ۱۹۸۴۷۵۹/۵۴ تومان به‌دست آمد. آمار توصیفی محصولات در جداول ۳ و ۴ ارائه شد.

ذبیحی‌افروز و همکاران (۱۳۹۶) در سند ملی آب، میزان نیاز آبیاری گندم را بین ۳ تا ۶ هزار مترمکعب در هکتار، سیب‌زمینی بین ۷ تا ۱۳ هزار مترمکعب در هکتار، یونجه بین ۵ تا ۸ هزار مترمکعب در هکتار، جو بین ۱۵۰۰ تا ۳۵۰۰ مترمکعب در هکتار و کلزا بین ۴ تا ۷ هزار مترمکعب در هکتار اعلام کردند که با اطلاعات استفاده شده در این پژوهش تطابق دارد. موسی‌پور گرجی و حسن‌پناه (۱۳۹۷) آب مصرفی سیب‌زمینی در دشت اردبیل را ۷ تا ۱۲ هزار مترمکعب در هکتار به‌دست آوردند که با مقادیر پژوهش حاضر مطابقت دارد. سپهوند (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای در غرب کشور آب مصرفی گندم را پنج هزار مترمکعب در هکتار و کلزا را تا ۶۵۰۰ مترمکعب در هکتار به‌دست آوردند که تفاوت آب مصرفی کلزا با مطالعه حاضر می‌تواند به‌دلیل تفاوت اقلیم، اثر سال و رقم مورد استفاده باشد. لذا می‌توان گفت که علیرغم آن‌که آب مصرفی در مطالعه حاضر به‌صورت مستقیم اندازه‌گیری نشده ولی با داده‌های منابع معتبر مطابقت دارند.

نتایج به‌دست آمده از جدول ۴ نشان داد که محصولات زراعی از لحاظ سطح زیرکشت اراضی دارای همگنی می‌باشند و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد.

نمودار هر کدام از شاخص‌های CPD، BPD، NBPD و VW در شکل‌های ۲ تا ۵ ارائه شد.

با توجه به‌نتایج به‌دست آمده از شکل ۲ مشخص شد که بالاترین بهره‌وری مربوط به محصول سیب‌زمینی به‌میزان ۲/۹۳ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. بعد از سیب‌زمینی که بالاترین میزان بهره‌وری را داشت محصولات گندم، جو، یونجه و کلزا به‌ترتیب با مقدار ۱/۱۹، ۱/۱۵، ۰/۷۵ و ۰/۶۷ کیلوگرم برمترمکعب به‌دست آمد. نتایج شکل ۳ نشان داد که بالاترین میزان سود ناخالص مربوط به محصول سیب‌زمینی با مقدار ۷۳۱۵/۲۱ تومان بر مترمکعب می‌باشد و محصولات کلزا، گندم، جو و یونجه به‌ترتیب با مقدار ۱۶۸۵/۶۸، ۱۶۰۵/۵۵، ۱۲۰۳/۹۵ و ۱۱۹۵/۳۴ تومان بر مترمکعب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. نتایج شکل ۴ نشان داد که محصول سیب‌زمینی با مقدار ۶۰۵۶/۱۲ تومان بر متر مکعب و محصولات کلزا، گندم، یونجه و جو به‌ترتیب با مقدار ۹۷۸/۳۴، ۹۴۱/۶۱، ۶۷۸/۴۲ و ۵۰۵/۴۵ در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. در انتها در شکل ۵ باز هم برتری با محصول سیب‌زمینی با مقدار ۰/۳۴ مترمکعب بر کیلوگرم به‌دست آمد و محصولات گندم، جو، یونجه و کلزا به‌ترتیب با مقدار ۰/۸۴، ۰/۸۷، ۱/۳۴ و ۱/۴۹ مترمکعب بر کیلوگرم در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. با

1- VW: Virtual Water

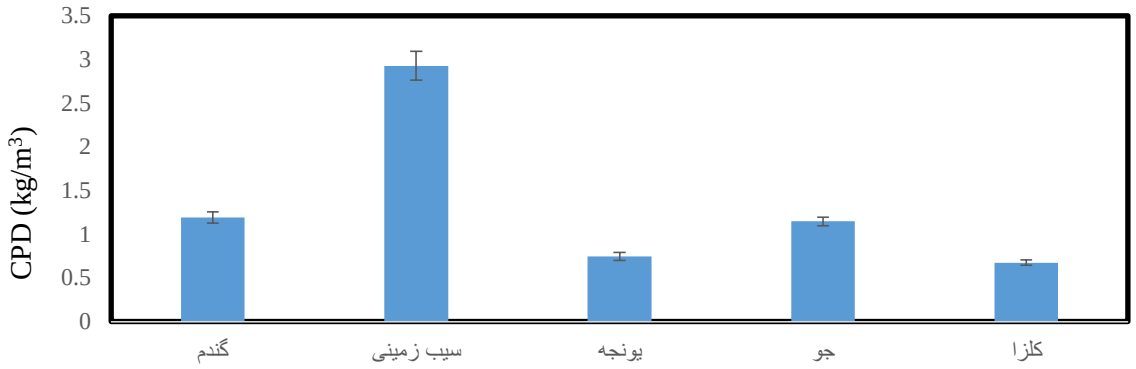
توجه به نتایج به‌دست آمده در شکل‌های ۲ تـا ۵ مشـخص شـد کـه محصول سیب‌زمینی دارای برتری محسوسی می‌باشد.

جدول ۳- میانگین درآمد، هزینه، آب مصرفی و عملکرد محصولات زراعی در هر هکتار زراعت در دشت اردبیل

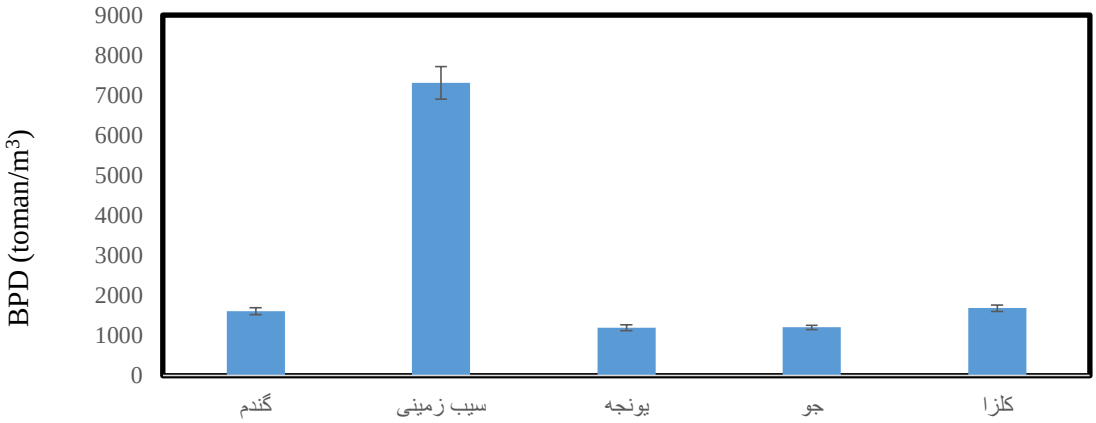
	گندم	سیب‌زمینی	یونجه	جو	کلزا
درآمد (میلیون ریال)	۷۲/۴۹	۸۷۲/۹	۸۰/۲۸	۳۳/۳۲	۷۰/۶۰
هزینه (میلیون ریال)	۳۰	۱۵۰	۳۲/۳	۱۹/۵	۲۷/۲۴
آب مصرفی (مترمکعب)	۴۶۰۴/۵۶	۱۲۰۹۱/۰۳	۶۷۸۶/۵۲	۲۷۹۳/۷	۴۲۰۵/۹
عملکرد (کیلوگرم)	۵۴۴۸/۳	۳۵۳۶۸/۸	۵۰۶۵/۹۵	۳۲۰۹/۳۳	۲۸۲۴/۰۵

جدول ٤- آمار توصیفی وسعت اراضی مورد مطالعه در دشت اردبیل بر حسب هکتار

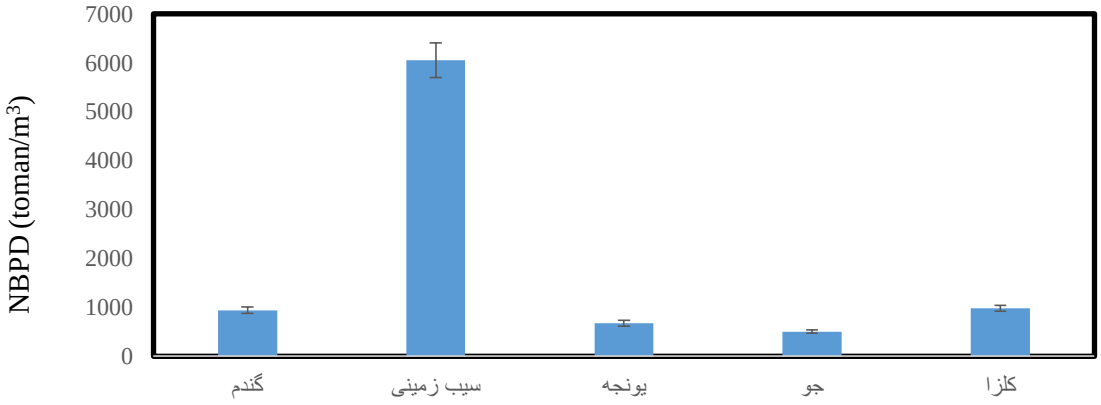
	گندم	سیب‌زمینی	یونجه	جو	کلزا
میانگین	۱/۹	۱/۶	۱	۱/۴۸	۱/۱
میانه	۱/۷	۱/۶	۱	۱/۴۲	۱/۰۷
انحراف استاندارد	۰/۴۹	۰/۴۴	۰/۱۱	۰/۴۹	۰/۲۵



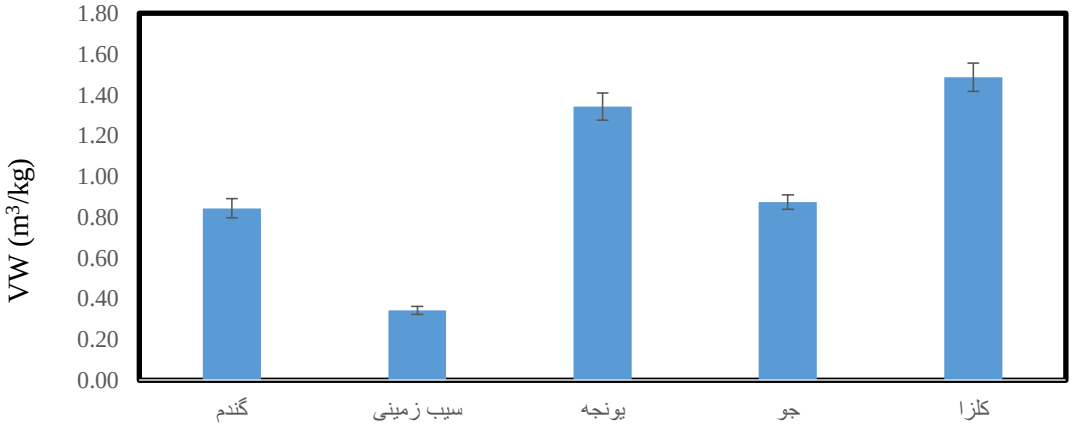
شکل ۲- عملکرد به‌ازای واحد حجم آب (CPD) برای محصولات عمده زراعی در دشت اردبیل، خط خطا بیانگر انحراف معیار است



شکل ۳- سود ناخالص به‌ازای واحد مصرف آب(BPD) برای محصولات عمده زراعی در دشت اردبیل، خط خطا بیانگر انحراف معیار است



شکل ٤- سود خالص به‌ازای واحد مصرف آب (NBPD) برای محصولات عمده زراعی در دشت اردبیل، خط خطا بیانگر انحراف معیار است



شکل ٥- آب مجازی به‌ازای عملکرد (VW) برای محصولات عمده زراعی در دشت اردبیل، خط خطا بیانگر انحراف معیار است

نخجوانی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۶) در شهرهای کرج، کرمان و مشهد بهره‌وری برای محصول گندم را بین ۰/۴ تا ۲/۱ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آوردند. همچنین سپهوند (۱۳۸۸) در مناطق غرب کشور این عدد را برای گندم ۱/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب و فان و همکاران در شمال‌غرب چین این عدد را بین ۰/۵۷ و ۱/۶۸ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آوردند (Fan et al., 2014). حیدری بهره‌وری گندم برای ایران را به‌طور میانگین ۰/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام کرد که با نتایج این مطالعه برای بهره‌وری گندم که ۱/۱۹ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمده بود هم‌خوانی دارد (Heydari, 2014). هوآنگ و همکاران در مطالعه‌ای که در کشور چین انجام دادند دریافتند که با افزایش سود کل در بهره‌وری، تقاضا برای افزایش آب افزایش می‌یابد که در نتیجه باعث کاهش منابع آبی می‌شود، راهکار آن‌ها برای جلوگیری از کاهش منابع آب، کشت کردن گندم در فصل زمستان بود که بارش برف و باران در زمستان باعث کاهش برداشت از منابع آبی می‌شود که نتایج این مطالعه با پژوهش حاضر به‌دلیل کشت در زمستان مطابقت دارد (Huang et al., 2019). سپهوند (۱۳۸۸) در غرب ایران و جمالی و همکاران (۱۳۹۷) در ارومیه بهره‌وری آب یونجه را بین ۰/۴ تا ۲/۱۱ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام کردند. همچنین غلامی و همکاران (۱۳۹۵) در دشت قزوین بهره‌وری را برای یونجه بین ۰/۲ تا ۱/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آوردند که با نتایج به‌دست آمده در این مطالعه هم‌خوانی دارد. همچنین غلامی و همکاران (۱۳۹۵) در دشت قزوین بهره‌وری آب برای محصول جو را بین ۰/۴۳ تا ۲/۵ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام کردند، همچنین الواحد و همکاران در مطالعه‌ای که در مصر انجام دادند بالاترین میزان بهره‌وری برای محصول جو را ۰/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب و پایین‌ترین میزان را ۰/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام کردند که با مقدار به‌دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد (El-Wahed et al., 2015). براساس مطالعه‌ای که قدمی فیروزآبادی

(۱۳۸۴) در دشت قهاونـد همـدان انجـام داد میـزان بهـره‌وری بـرای سیب‌زمینی را بین ۱/۴ تا ۲/۹ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آوردنـد که با مقدار به‌دست آمده برای سیب‌زمینی در این مطالعه هـم‌خـوانی دارد. هو و لی در مطالعه‌ای که در چین انجام دادند دریافتند با عملیات خاکورزی حفاظتی می‌توان حرارت خاک را پایین آورد تا شرایط رشـد سیب‌زمینی را فراهم کرد. آن‌ها با این روش موفق شدند بهره‌وری آب در سیب‌زمینی را تا ۵۰ درصد افزایش دهنـد (Hou and Li, 2019). در دشت اردبیل نیز به‌دلیل عملیات خاکورزی مناسب در پاییز و کشت زمستانه سیب‌زمینی، این محصول از بهره‌وری مناسبی در این دشـت برخوردار است. در مطالعه‌ای که رحیمیان و وزیـری (۱۳۸۷) در شـهر مشهد انجـام دادنـد، میـزان بهـره‌وری بـرای محصـول کلـزا را ۰/۶ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام کردند که با پـژوهش حاضـر دارای هـم‌خوانی بوده و مطابقت دارد. امیری و همکاران نیز دریافتنـد بـا وجـود پایین بودن بهره‌وری آب کلزا، می‌توان با تجاری‌سازی آن و بالا بردن بهره‌وری در این محصول کشاورزان را ترغیب به کشت این محصول کرد (Amiri et al., 2019).

نتایج تخصیص بهینه اراضی نسبت بـه وضـعیت کنـونی، درصـد تغییرات سود خـالص و آب مجـازی در اراضـی مـورد کشـت بعـد از تخصیص بهینه اراضی نسبت به وضعیت کنونی در جدول ۵ ارائه شد.

جدول ۵- تخصیص بهینه، سود خالص به ازای آب مصرفی و آب مجازی در اراضی کشت شده

الگوی کشت	وضعیت کنونی اراضی	تخصیص بهینه اراضی	درصد تغییرات وضعیت بهینه نسبت به وضعیت کنونی	سود ناخالص به ازای مصرف آب (NBPD)	آب مجازی (مترمکعب بر کیلوگرم)	درصد تغییرات پس از تخصیص بهینه اراضی
گندم	۳۵۰۹	۲۱۳۱	-۳۹	۹۴۱/۶۱	۰/۸۴	-۰/۶۵
سیب‌زمینی	۳۴۴۷	۳۲۷۰	-۵	۶۰۵۶/۱۲	۰/۳۴	-۰/۰۵
یونجه	۳۳۹	۳۳۹	۰	۶۷۸/۴۲	۱/۳۴	۰
جو	۸۰۰	۸۰۰	۰	۵۰۵/۴۵	۰/۸۷	۰
کلزا	۸۰	۱۶۳۵	۱۹۴۳	۹۷۸/۳۴	۱/۴۹	۰/۹۵
کل سطح زیرکشت (هکتار)	۸۱۷۵	۸۱۷۵				
کل ارزش اقتصادی آب آبیاری (ریال بر مترمکعب)	۵۴۶۱۴۳۹۳/۹	۵۷۳۳۱۱۱۷/۹	۵			

با توجه به نتایج به‌دست آمده از تحلیل روابط بهـره‌وری، در ایـن قسمت هدف استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه، بیشینه‌سازی سود خالص به ازای واحد آب مصرفی و کمینه‌سازی مقـدار آب مجازی می‌باشد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که وضعیت تخصـیص در حالت بهینه برای محصول سیب‌زمینی و گنـدم کـاهش یافـت در حالی‌که این دو محصول دارای بهـره‌وری خـوبی بودنـد. علـت ایـن کاهش قیدهایی (شامل تناسب اراضی، خود مصرفی، سطح زیرکشـت و آب مصرفی) هستند که توسط جهاد کشـاورزی شهرسـتان اردبیـل برای کشت محصولات عمده کشاورزی تعریف شده تـا از آن میـزان فراتر کشت نشود، ولی چون برای کشـاورزان سـود بیشـتری دارد در حالت کنونی بیشتر از قیدهای تعریف شده کشت می‌کننـد. امـا دلیـل افزایش سطح زیر کشت کلزا سیاست‌های اخیر کشور برای بالا بـردن تولید دانه‌های روغنی بود که هم به مصرف انسان‌ها مـی‌رسـد و هـم می‌تواند به‌عنوان خوراک دام و طیور نیز استفاده شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده برای محصولات گندم، سیب‌زمینی، یونجه، جو و کلزا در دشت اردبیل و مقایسـه‌ی ایـن نتـایج بـا سـایر مطالعات، دارای هم‌خوانی بوده که اختلاف‌های جزئی متاثر از اقلیم و شرایط محیطی می‌باشد. با توجه به اعـداد بـه‌دسـت آمـده محصـول سیب‌زمینی با میانگین ۲/۹۳ کیلوگرم بـر مترمکعـب دارای بیشـترین بهره‌وری آب می‌باشد. همچنین بعد از سیب‌زمینی، محصـول گنـدم و جو با میانگین ۱/۱۹ و ۱/۱۵ کیلوگرم بـر مترمکعـب دارای بیشـترین بهره‌وری می‌باشند. از لحاظ شاخص BPD نیز محصول سـیب‌زمینـی دارای بیشترین میزان با میـانگین ۷۳۱۵/۲۱ تومـان بـر مترمکعـب و یونجه دارای کمترین میزان با میانگین ۱۱۹۵/۳۴ تومان بر مترمکعب

به‌دست آمد. از لحاظ شاخص NBPD نیز محصول سیب‌زمینی دارای بیشترین میزان با میانگین ۶۰۵۶/۱۲ تومان بر مترمکعب و محصول جو دارای کمترین میزان با میانگین ۵۰۵/۴۵ تومان بر مترمکعب به‌دست آمد. نتایج به‌دست آمده برای آب مجازی نشان داد سیب‌زمینی دارای کمترین میزان با میانگین ۰/۳۴ مترمکعب بر کیلوگرم و محصول کلزا دارای بیشترین میزان با میانگین ۱/۴۹ مترمکعب بر کیلوگرم می‌باشد. می‌توان گفت با اینکه محصول سیب‌زمینی بیشترین میزان آب مصرفی به‌میزان ۱۲۰۹۱/۰۱ را دارد اما با توجه به عملکرد بالا دارای بیشترین بهره‌وری می‌باشد که اگر هدف الویت‌بندی محصولات کشت شده باشد سیب‌زمینی دارای اولویت اول خواهد بود. با توجه به اینکه راندمان آبیاری در دشت اردبیل بین ۲۰ تا ۴۰ درصد می‌باشد، بنابراین ضرورت دارد محصولاتی کشت شوند که دارای بیشترین بهره‌وری آب باشند تا بتوان آب مصرفی را از لحاظ عملکرد توجیه کرد. اما با توجه به سیاست‌های دولت برای کشت محصولات استراتژیک پیشنهاد می‌شود که محصول گندم و کلزا که جزو محصولات استراتژیک هستند بیشتر کشت شوند. با توجه به مشکلات ذکر شده و نیاز کشور به محصولات استراتژیک و پردرآمد به سیاست‌گزاران و مدیران اجرایی توصیه می‌شود از الگوی پیشنهادی و بهینه شده در این مطالعه استفاده نمایند. زیرا این مطالعه به‌علت پیشنهاد تخصیص بهینه اراضی باعث توزیع مناسب آب و کاهش مصرف بی‌رویه آب می‌شود که این امر باعث افزایش بهره‌وری و کاهش آب مجازی می‌شود که نتیجه این امر افزایش در سود خالص به ازای واحد آب مصرفی به وضوح خود را نشان می‌دهد.

فهرست مراجع

احسانی، م.، خالدی، ه. ۱۳۸۲. بهره وری آب کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

بی‌نام. ۱۳۹۵. مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان اردبیل.

جمالی، ر.، بشارت، س.، یاسی، م.، امیرپور دیلمی، ا. ۱۳۹۷. ارزیابی راندمان‌های آبیاری، کارآیی مصرف و به‌رهوری آب در حوضه دریاچه ارومیه(مطالعه موردی شبکه آبیاری و زهکشی زرینه‌رود). نشریه علوم آب و خاک. ۳.۲۲: ۱۱۷-۱۳۰.

خرمیان، م.، دزفولی، ا.، عصاره، ع. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر آبیاری بارانی قرقره‌ای بر عملکرد علوفه و کارایی مصرف آب یونجه در خوزستان. فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۵.۴: ۸۷-۹۷.

دهقانی‌سانیج، ح. ۱۳۹۱. عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت تحت آبیاری بارانی با سطوح مختلف شوری. مجله آبیاری و زهکشی. ۱.۶: ۴۶-۵۴.

ذبیحی‌افروز، ر.، امامی، ج.، حسینی‌ثابت، س.م.، جوافشان ویشکانی، س. ۱۳۹۶. سند ملی آب: نیاز خالص آبی گیاه. موسسه پژوهش-های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی. ۹۶۶ صفحه.

رحیمیان، م.ح.، وزیری، ژ. ۱۳۸۷. بررسی اثر کم‌آبیاری و تعیین کارآیی مصرف آب کلزا. مجله پژوهش‌های خاک. ۲.۲۲: ۲۵۵-۲۵۱.

سپهوند، م. ۱۳۸۸ . مقایسه نیاز آبی، بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آن در گندم و کلزا در غرب کشور در سالهای پر باران. مجله پژوهش آب ایران. ۴.۳: ۶۳-۶۸.

غلامی، ز.، ابراهیمیان، ح.، نوری، ح. ۱۳۹۵. بررسی بهره‌وری آب آبیاری در سیستم‌های آبیاری بارانی و سطحی (مطالعه موردی: دشت قزوین). مجله علوم و مهندسی آبیاری. ۳.۳۹: ۱۳۵-۱۴۶.

فلاحتی، ع.، سهیلی، ک.، واحدی، م. ۱۳۹۱. قیمت‌گذاری اقتصادی آب در بخش کشاورزی به روش رمزی. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی. ۲.۲۶: ۱۳۴-۱۴۰.

قدمی فیروزآبادی، ع. ۱۳۸۴. مدیریت بهره‌برداری از سیستم‌های مختلف آبیاری. مجموعه مقالات دومین کنفرانس سراسرس آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک ایران. اسفندماه، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

کاویانی، ع.، سهرابی، ت.، آراسته، پ . ۱۳۹۰. کاربرد الگوریتم SEBALدر تخمین تبخیروتعرق واقعی آب کشاورزی در دشت قزوین و مقایسه نتایج آن با داده‌های لایسیمتر. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۲.۵: ۱۶۵-۱۷۵.

موسی‌پور گرجی، ا.، حسن‌پناه، د. ۱۳۹۷. دستورالعمل فنی عوامل مدیریتی و تاثیر آنها بر مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی. گزارش پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

ناصری، ا.، عباسی، ف.، اکبری، م. ۱۳۹۶. برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۸.۶۸: ۱۷-۳۲.

نخجوانی مقدم، م.م.، قهرمان، ب.، زارعی، ق. ۱۳۹۶. تحلیل بهره‌وری آب گندم در مدیریت‌های آبیاری در برخی از مناطق ایران. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۱.۳۱: ۴۴-۵۶.

Ali M. H. Hoque M. Hassan A. and Khair A.J. 2007. Effects of deficit irrigation on yield, water productivity, and economic returns of wheat. Agricultural Water Management. 92.3: 151-161.

Amiri Z. Asgharipour M.R. Campbell D.E. and Armin M. 2019. A sustainability analysis of two rapeseed farming ecosystems in Khorramabad, Iran, based on emergy and economic analyses. Journal of Cleaner

assessment in Hamedan. Journal of Research in Agriculure. 31.2: 139-149.

Haghighati B. 2013. Report of the Promotion Plan - Improving management and optimal water consumption in the process of producing agricultural products. Agricultural and Natural Resources Research Center of Chaharmahal and Bakhtiari.

Heydari N. 2014. Water productivity in agriculture: Challenges in concepts, terms and values. Irrigation and Drainage. 63.1: 22-28.

Hoekstra A.Y. 2003. Virtual water: An introduction. In Virtual water trade: Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Water Research Report Series No. 11: 13-23. IHE Delft.

Huang J. Ridoutt B.G. Thorp K.R. Wang X. Lan K. Liao J. and Scherer L. 2019. Water-scarcity footprints and water productivities indicate unsustainable wheat production in China. Agricultural Water Management. 224: 105744.

Hou X. and Li R. 2019. Interactive effects of autumn tillage with mulching on soil temperature, productivity and water use efficiency of rainfed potato in loess plateau of China. Agricultural Water Management. 224. 105747.

Keykhaei F. and Ganjikhorramdel N. 2016. Effect of deficit irrigation in corrugation and border methods on yield and water use efficiency of wheat cv. Hamoon. Journal of Research in Agriculure. 30.1: 1-11.

Molden D. Oweis T. Steduto P. Bindraban P. Hanjra M.A. and Kijne J. 2010. Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. Agricultural Water Management. 97.4: 528-535.

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. 47-53.

Production. 226: 1051-1066.

Bartlett J.E. Kotrlik J.W. and Higgins C.C. 2001. Organizational Research: Determining Appropriate sample Size in Survey Research‖. Information Technology, Learning, and Performance Journal. 19.1: 43-50.

Carracelas G. Hornbuckle J. Rosas J. and Roel A. 2019. Irrigation management strategies to increase water productivity in Oryza sativa (rice) in Uruguay. Agricultural Water Management. 222: 161-172.

Çetin O. and Kara A. 2019. Assessment of water productivity using different drip irrigation systems for cotton. Agricultural Water Management. 223: 105693.

Chibarabada T.P. Modi A.T. and Mabhaudhi T. 2019. Options for improving water productivity: A case study of bambara groundnut and groundnut. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C. 102806.

Chukalla A.D. Krol M.S. and Hoekstra A.Y. 2015. Green and blue water footprint reduction in irrigated agriculture: effect of irrigation techniques, irrigation strategies and mulching. Hydrol. Earth Syst. Sci. 19: 4877–4891.

El-Wahed M.A. Sabagh A.E. Saneoka H. Abdelkhalek A. and Barutçular C. 2015. Sprinkler irrigation uniformity and crop water productivity of barley in arid region. Emirates Journal of Food and Agriculture. 27.10: 770-775.

Fan Y. Wang C. and Nan Z. 2014. Comparative evaluation of crop water use efficiency, economic analysis and net household profit simulation in arid Northwest China. Agricultural Water Management. 146: 335-345.

Ghadami Firouzabadi A. Chaychi M. and Seyedan. M. 2017. Effects of different irrigation systems on yield, some agronomic traits, and water productivity of different wheat genotypes and their economic

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 14, Agu.-Sept. 2020, p. 894-904

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۴، مرداد – شهریور ۱۳۹۹، ص. ۹۰۴-۸۹۴

Comparison of Water Productivity Indicators for Major Crops in Ardabil Plain

R. Nouri-Khajehbolagh[1], M. R. Khaledian[2,*], M. Kavoosi-Kalashami[3]

Recived: Jan.22, 2020 Accepted: Feb.08, 2020

Abstract

In Iran, about 70% of agricultural crops are obtained through irrigation and the share of irrigation has been increasing since 1960. Given the growing trend in the world's population and to meet the water demand of other sectors, the share of water in the agricultural sector should be adjusted by improving water productivity. In Iran, the average water productivity is lower than that of the developed countries. In Ardebil plain, due to the decrease of groundwater resources and the decrease of rainfalls over the past 30 years, it is necessary to manage the water productivity and to reduce water consumption properly. The purpose of this study was to compare water productivity indices for major crops in Ardabil plain. In this study, the sample size was determined using Cochran's and Bartlett's et al. relationships, and the required information was collected by questionnaire. At first, 50 questionnaires were distributed among experts in agriculture. After assuring the validity and reliability of the questionnaire, 1046 questionnaires were distributed among the farmers in Ardabil plain. Results of water productivity (CPD index) showed that potato crop had the highest water productivity of 2.95 kg m^{-3} and rapeseed crop had the lowest water productivity of 0.67 kg m^{-3}. Furthermore, potato (6093 Tomans) and barley (505 Tomans) had the highest and the lowest net profit per cubic meter of irrigation water, respectively. Based on the results, it is suggested that strategic crops such as wheat and rapeseed should be cultivated in order to reduce import level and facilitate the export mechanism for crops such as potatoes.

Keywords: Water productivity, Virtual water, Net benefit

1- MSc. Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan
2- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran, and Department of Water Engineering and Environment, Caspian Sea Basin Research Center
3- Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan; Rasht, Iran
(*- Corresponding Author Email: khaledian@guilan.ac.ir)