

**"مقاله پژوهشی"****از زیبایی عملکرد مدیریت بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری  
(مطالعه موردی: شبکه آبیاری دوستی-خراسان رضوی)****حسن ساقی<sup>۱</sup>, رضا جاوید صباغیان<sup>۲</sup> و مصطفی رمضانی‌قدم<sup>۳</sup>**

۱- دانشیار و عضو هیات علمی، گروه عمران دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران (نویسنده مسؤول: h.saghi@hsu.ac.ir)

۲- استادیار و عضو هیات علمی گروه عمران دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۳- کارشناس ارشد عمران، مدیریت ساخت گروه عمران، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۱۶

صفحه: ۲۵۱ تا ۲۵۹

**چکیده**

در این مقاله، تأثیر بهره‌وری آب کشاورزی جهت بهینه یابی الگوی کشت در شبکه آبیاری سد دوستی مورد بررسی قرار گرفته است. بدین‌منظور، میزان هزینه و درآمد ناشی از فروش محصولات کشاورزی و نیاز آبی این محصولات، به عنوان پارامترهای اصلی مورد استفاده قرار گرفت. در این راستا، محدوده موردمطالعه (شبکه آبیاری سد دوستی) به لحاظ سردهاهاهای آبگیر، بافت اجتماعی، محدوده فعلی تشکل‌های آببران به شش ناحیه تقسیم گردید و شاخص بهره‌وری با توجه به بررسی‌های میدانی برای همه نواحی تعیین شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد با اعمال طرح پیشنهادی، درآمد در کل محدوده مطالعاتی به میزان ۲۰ درصد افزایش می‌یابد و سیستم آبیاری منطقه بهینه خواهد شد. همچنین نیاز آبی سالانه و نیاز آبی تأمین نشده هر ناحیه از محدوده مطالعاتی با توجه به منابع آبی موجود و نیز براساس استفاده از تابع مدل WEAP محاسبه گردید و درنتیجه راندمان آبیاری افزایش و نیاز آبی محصولات کشاورزی تا افق طرح (سال ۲۰۳۰) کاهش یافت. نتایج حاصل از این پژوهش در محدوده مطالعاتی، می‌تواند رویکرد مدیریتی مناسبی را جهت اتخاذ تصمیم‌گیری‌های آتی برای سیاست‌گذاران و ذی‌مدخلان حوزه آب در این محدوده فراهم نماید.

**واژه‌های کلیدی:** درآمد، ساماندهی کشت، محصولات کشاورزی، مدل WEAP، نیاز آبی کشاورزی**مقدمه**

حدود ۹۲٪ برداشت آب از منابع سطحی و زیرزمینی را شامل می‌شود و بخش مهمی از اقتصاد بهویژه اقتصاد روستایی وابسته به تولید محصولات کشاورزی است، در حالی که این بخش فقط در ۱۰٪ از تولید ناخالص ملی مشارکت دارد (۵). همچنین، راندمان مصرف آب کشاورزی نیز که به عنوان عاملی مؤثر در تولیدات کشاورزی محسوب می‌گردد، در ایران پایین است (۶). بنابراین بهینه نمودن مصارف آبی در بخش کشاورزی به عنوان یکی از گران‌بهترین نهادهای محصولات کشاورزی و بهره‌وری آب با توجه به محدودیت منابع آب در تأمین نیازهای آبی کشاورزی حائز اهمیت است. بهبود بهره‌وری می‌تواند تولیدات کشاورزی و درآمدها را افزایش داده و بر تولید ناخالص ملی نیز اثریخشی مشبت داشته باشد. در سالیان اخیر، با توجه به سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه در حوزه آب بهویژه ساخت مخازن آبی و سدها و حتی شبکه‌های آبیاری و زهکشی و رضایت‌بخش نبودن عملکرد طرح‌های مدیریت منابع آب جهت افزایش بهره‌وری، پژوهش‌های مختلفی در زمینه استفاده بهینه از منابع آب در حوزه کشاورزی و ارائه راهکارهای مطلوب مدیریتی در این مقوله در سطح ملی و بین‌المللی انجام گردیده است. در این زمینه و بر مبنای رویکرد استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نیز سنجش از دور برای پایش اطلاعات و جمع‌آوری داده‌ها، در سال ۲۰۲۰، کارتیکیان و همکاران با استفاده از سامانه سنجش از دور به جمع‌آوری اطلاعات در خصوص رشد و عملکرد محصولات کشاورزی، و نیز برآورد تلفات آبی محصولات بهمنظور ارائه رهیافتی مناسب برای مدیریت مؤثر کشاورزی پرداختند (۷). همچنین در سال‌های

آب به عنوان یکی از ارزشمندترین منابع طبیعی به شمار می‌آید که نقش مهمی را در توسعه پایدار همه‌جانبه ایفا می‌نماید. از یک سو منابع آبی در تأمین نیازهای مختلف مشتمل بر نیازهای شرب، کشاورزی، صنعتی و زیست‌محیطی دارای محدودیت کمی و کیفی می‌باشند. از سویی دیگر، طی ۶۰ سال گذشته، تقاضای جهانی برای تأمین آب شیرین به‌دلیل رشد جمعیت و رشد اقتصادی افزایش یافته است (۱). در این راستا، پیش‌بینی می‌شود تقاضای آب تا سال ۲۰۵۰ بیش از ۴۰٪ رشد خواهد داشت و تقریباً دو سوم جمعیت جهان تا سال ۲۰۲۵ با شرایط بحرانی تنش آبی روبه رو خواهد شد (۳،۲). در میان افزایش تقاضای آب به مصارف مختلف آبی، مصارف کشاورزی به‌منظور توسعه پایدار کشاورزی و تولید مواد غذایی جمعیت درحال رشد جهان، مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کنند و در افزایش تنش آبی به گونه‌ای قابل ملاحظه تأثیرگذارند.

در سراسر جهان، تقاضای مربوط به مصارف آب کشاورزی تقریباً ۷۰٪ کل برداشت منابع آبی را شامل می‌شود. در این میان، در نواحی با وضعیت اقلیمی خشک و نیمه‌خشک که با محدودیت کمی و کیفی منابع آبی مواجه می‌باشند، و سامانه‌های کشاورزی در آن‌ها وابسته به آبیاری می‌باشند، تقاضای آب برای آبیاری به صورتی قابل ملاحظه افزایش خواهد یافت. یکی از این مناطق در جهان، کشور ایران است که دارای محدودیت منابع آب می‌باشد و در عین حال بخش مهمی از اقتصاد آن مبتنی بر تولیدات کشاورزی است (۴). بررسی‌های تحقیقاتی نشان می‌دهد بخش کشاورزی در ایران

کشاورزی را در تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی حوضه رودخانه زرد، به عنوان یکی از منابع اصلی تأمین آب موردنیاز در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار دادند (۱۶). ژانو و همکاران در سال ۲۰۱۸ بر مبنای شیوه‌سازی هیدرولوژیکی، اثرات منابع آب‌های زیرزمینی کم‌عمق را در افزایش بهره‌وری آبیاری کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تحلیل و ارزیابی نمودند (۱۷). همچنین، با توجه به محدودیت‌های منابع آب‌های زیرزمینی، استفاده از سامانه‌های آب باران نیز در سالیان اخیر مورد توجه قرار گرفته است. در سال ۲۰۲۰ با کوئن و همکاران این رویکرد را به عنوان گزینه‌ای مناسب در تأمین آب بخش کشاورزی مورد بررسی قرار دادند (۱۸). استفاده مناسب از شبکه زهکشی، یکی دیگر از روش‌های مؤثر جهت افزایش راندمان آبیاری است که توسط محققان مختلفی همچون خلیلی واودره و همکاران مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۹). آن‌ها در تحقیقات خود، اولویت‌بندی مکانی زهکشی زیرزمینی در محدوده پروژه آبیاری و زهکشی البرز را با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار داده‌اند. در این میان، اثر پارامترهای مختلفی همچون انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی بر عرضه و تقاضای آب آبیاری و تولیدات کشاورزی نیز توسط برخی از محققین همچون پرهیزکار و مظفری مورد بررسی قرار گرفته است (۲۰). آن‌ها در تحقیقات خود، با استفاده از داده‌های سری زمانی و مدل شبیه‌سازی *RCM-PRECIS*، اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای را بر روی دما و بارش تحت سناریوهای مختلف و در ادامه، میزان تأثیرگذاری این متغیرها بر عملکرد محصولات منتخب را مورد بررسی قرار داده‌اند. درنهایت، میزان تغییرات به وجود آمده در عرضه و تقاضای آب آبیاری و تولیدات بخش کشاورزی در حوضه‌های آبخیز استان فزوین را بررسی نمودند. در راستای مدیریت بهره‌وری آب، کشاورزان تمایل به افزایش بهره‌وری در مقیاس مزرعه برای کاهش و به حداقل رساندن هزینه‌های آب و نیز تولید درآمد بیشتر را دارند. از دیدگاه مدیران آبیاری و ذی‌نفعان، بهره‌وری آب در مقیاس سامانه حائز اهمیت است، درحالی‌که در نگرش سیاست‌گذاران به حدکثر رساندن استفاده بهینه از آب قبل دسترس به عنوان موضوعی مهم تلقی می‌گردد. برای جلوگیری از اثرات منفی بحران آب در بلندمدت یکی از رویکردهای مؤثر مقابله با بحران، افزایش کمّی و کیفی تولیدات در بخش کشاورزی و توجه جدی به بهره‌وری آب و ارتقاء آن با اعمال روش‌ها و اتخاذ سیاست‌های مناسب است. از این‌رو، بهره‌وری آب کشاورزی بهویژه بهره‌وری اقتصادی آب، یکی از مهم‌ترین موضوعاتی است که در سال‌های اخیر مورد توجه جدی مجتمع علمی مرتبط با آبیاری و کشاورزی و پژوهش‌گران مربوطه قرار گرفته است. بهره‌وری آب کشاورزی شاخص مناسبی برای ارزیابی مدیریت کشاورزی بهخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. در این راستا، زوارت و باستیانسن در سال ۲۰۰۴، تحقیق نمودند که شاخص بهره‌وری آب عمده‌ای با عوامل اقلیمی، مدیریت آبیاری و مدیریت درآمد و سود نسبت می‌باشد و این شاخص می‌تواند در صورت کاهش مقدار آب آبیاری و اعمال کم آبیاری افزایش یابد (۲۱). استفاده از

اخیر، در زمینه استفاده از روش‌های هوشمند به‌منظور بهینه‌سازی تخصیص آب کشاورزی مطالعات خوب و ارزشمندی صورت گرفته است. در این راستا، لی و همکاران در سال ۲۰۲۰، اثرات تخصیص مناسب منابع آب برای آبیاری محصولات کشاورزی را بر روی پایداری کشاورزی در شرایط کم‌بود آب مورد بررسی قرار دادند (۸). از سوی دیگر در سال ۲۰۲۰، با استفاده از سامانه‌های آبیاری هوشمند، تخصیص عواملی همچون نفوذ و هدرفت آب در مسیرهای انتقال آب توسط پژوهش‌گرانی همچون تاکور و همکاران مورد بررسی قرار گرفت (۹). همچنین تالاویا و همکاران در سال ۲۰۲۰، با استفاده از روش‌های هوش مصنوعی، راندمان آبیاری کشاورزی را در شرایط استفاده از نهاده‌های سوم دفع آفات و علف‌کش‌ها بهینه نمودند (۱۰).

در زمینه روش‌های جایگزین تأمین آب و استفاده از روش‌های نوین مدیریت ارزش در بخش کشاورزی نیز در سال‌های اخیر مطالعات ارزشمندی صورت گرفته است. در این راستا، استفاده از پساب خانگی، که از آن با عنوان آب خاکستری نام برده می‌شود، در سال ۲۰۲۰ به عنوان یکی از گزینه‌های جایگزین تأمین نیازهای آبی آبیاری در بخش کشاورزی توسط گورگیج و همکاران مورد مطالعه قرار گرفت (۱۱). در زمینه مدیریت بهینه شبکه‌های آبیاری و زهکشی در ایران، کبیری و رضوی در سال ۲۰۰۵، در تحقیقات خود با انجام یک مطالعه مهندسی ارزش در مرحله بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری کشاورزی در عمل نگرش غیرسازهای را در زمینه بهره‌وری اقتصادی آب مورد بررسی و تحلیل قرار دادند (۱۲). در پژوهشی دیگر، گالیوتا و همکاران در سال ۲۰۲۰ براساس مفاهیم مهندسی ارزش، اهمیت سامانه اطلاعات و پایگاه داده‌ها را در مدیریت مؤثر منابع آب در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار دادند و در این زمینه اثرات اقتصادی استفاده از انواع روش‌های نوین آبیاری را در افزایش نسبت درآمد به هزینه کشاورزان تحقیق کردند (۱۳).

علیرغم مطالعات بسیاری که توسط محققین و نیز کشاورزان در جهت استفاده از روش‌های مناسب کشاورزی به‌منظور استفاده بهینه از منابع آب موجود به عمل آمده است، با توجه به افزایش جمعیت و افزایش نیاز به محصولات کشاورزی، استفاده از روش‌های کشاورزی که مبتنی بر عدم استفاده از آب در کشاورزی است، امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در این راستا، در سال ۲۰۲۰ دینیس و همکاران به انجام پژوهش در زمینه تغییر رویکرد از کشاورزی آبی به دین در محدوده مطالعاتی آبخوان اولگالالا پرداختند و اثرات اقتصادی این نوع نگرش را در منطقه مورد بررسی و تحلیل قرار دادند (۱۴). همچنین، تاکاتسوکا و همکاران در سال ۲۰۲۰ به بررسی میزان ارزش آب مصرفی در بخش کشاورزی در ایالت کالیفرنیا پرداختند (۱۵).

از طرفی، استحصال بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، تأثیرات جبران‌ناپذیری بر روی آن به دنبال خواهد داشت. بنابراین برخی از محققین به بررسی تأثیرات کشاورزی بر روی آب‌های زیرزمینی در محدوده مطالعه خود پرداختند. ژانگ و همکاران در سال ۲۰۲۰ اثرات کاهش آبیاری

تشکل‌های آببران و توجه به اولویت‌های آنان در الگوی کشت صورت گرفته است تا بدین وسیله راهکار مناسبی برای ارتقاء بهره‌وری آب ارائه گردد. همچنین، در این پژوهش بررسی نیاز آبی کشاورزی در سال‌های آتی با استفاده از مدل مدیریت منابع و مصارف آب (WEAP) به طور همزمان با تحلیل بهره‌وری اقتصادی صورت پذیرفته است که در نهایت قدرت تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری مدیران را افزایش خواهد داد و انعطاف‌پذیری این مطالعات را برای مدل‌سازی و پیاده‌سازی در سایر حوضه‌های آبریز امکان‌پذیر خواهد گردانید.

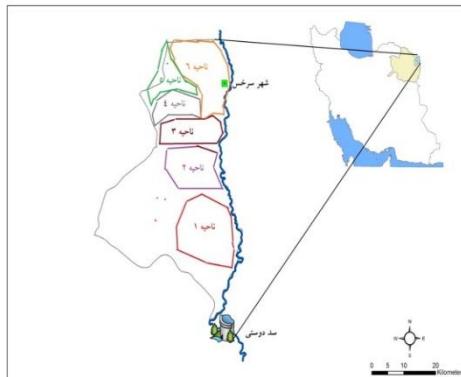
بهره‌وری آب یک نیاز و یک گام اولیه است و هرگز نمی‌تواند پایان یک پایش محسوب شود و خود، آغاز یک فعالیت گسترده است. بنابراین لازم است به واسطه اهمیت جبران کمبود آب در بخش‌های مختلف با افزایش راندمان آبیاری، مطالعات و پژوهش‌های کاربردی بیشتری صورت پذیرفته و نقشه بهره‌وری آب می‌تواند ارائه کننده اطلاعات بنیادین خوبی جهت تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های آتی در حوزه آب باشد.

#### معرفی محدوده مطالعاتی

شبکه آبیاری سد دوستی در شمال‌شرقی ایران قرار دارد که در حال حاضر با کمبود و عدم توزیع و تخصیص مناسب آب کشاورزی مواجه است. تخصیص آب به کشاورزان این محدوده با توجه به ظرفیت سالانه مخزن سد خاکی دوستی در بالادست محدوده و شرایط آبی آبخوان در پایین دست سد انجام می‌شود. در حال حاضر، عدم قطعیت دسترسی به تمامی آب مورد نیاز سامانه‌های کشاورزی به یک مسئله چالش‌برانگیز برای شبکه آبیاری سد دوستی تبدیل شده است. با خشکسالی‌های چند سال اخیر، ظرفیت مخزن سد دوستی کاهش یافته است و تراز آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی نیز افت کرده است. بهمین دلیل آب تخصیص یافته به کشاورزی منطقه نیز کاهش یافته است و درآمد کشاورزان محدوده را نیز تحت تأثیر قرار داده است. در تحلیل حاضر، به تحلیل مسئله مدیریت تقاضای آب در منطقه مطالعاتی از طریق بهبود بهره‌وری آب پرداخته شده است و با تعیین شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی آب، افزایش درآمد کشاورزان از طریق ساماندهی کشت‌های مهم منطقه صورت گرفته است. با توجه به فعالیت تشکل‌های آببران در منطقه، کل محدوده مطالعاتی به شش ناحیه جهت تحلیل و بررسی بهتر مسئله تقسیم شده است و شاخص‌های بهره‌وری برای هر یک از نواحی به تفکیک تعیین گردیده است. در ناحیه ۱ محدوده مطالعاتی تعویضی آببران سنگر، در ناحیه ۲ منطقه تعویضی نوروزآباد، در ناحیه ۳ محدوده تعویضی انقلاب، در ناحیه ۴ منطقه تعویضی اتحاد، در ناحیه ۵ تعویضی های میثاق و لقمان، و در ناحیه ۶ محدوده موردمطالعه تعویضی اتفاق مشارکت دارند (شکل ۱).

روش‌های تکاملی نظیر الگوریتم ژنتیک نیز یکی از روش‌ها بهمنظر بهینه‌سازی و ارتقای بهره‌وری است. در پژوهشی مرتبط، در سال ۲۰۱۱، کیان‌فر و همکاران از این روش برای تخصیص بهینه آب به شبکه آبیاری و زهکشی در استان آذربایجان شرقی استفاده نمودند (۲۲). هدف کلی این مطالعه بهینه نمودن سیستم آبیاری و افزایش درآمد کشاورزان منطقه و کاهش نیاز آبی تأمین نشده در یک بازه زمانی ۱۰ ساله است. همچنین در مطالعات کشاورز و دهقانی سانیچ در سال ۲۰۱۲، براساس برنامه‌ریزی‌های بلندمدت تا سال ۱۴۰۴ شمسی بهره‌وری آب کشاورزی در ایران باید به حداقل ۲ کیلوگرم به‌ازای یک متر مکعب آب افزایش یابد (۲۳). بررسی تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد، بهینه‌یابی الگوی کشت جهت کاهش میزان مصرف آب حائز اهمیت می‌باشد. در سال ۲۰۱۸، کریمی و جلیلی با بررسی بهره‌وری آب کشاورزی و شاخص‌های مهم آن برای محصولات مهم زراعی در دشت مشهد، راهکارهایی را در جهت ساماندهی الگوی کشت مناسب ارائه نمودند (۲۴). یکی از مهم‌ترین شاخص‌های بهره‌وری، شاخص سود خالص به‌ازای واحد حجم آب مصرفی (NBPD) است. در این شاخص، سود خالص، درآمد کشاورزان و نیاز آبی محصولات در هر منطقه مورد توجه قرار می‌گیرد. در این پژوهش، شاخص بهره‌وری اقتصادی آب (NBPD) برای محصولات هر ناحیه محاسبه گردیده است. دلیل استفاده از این شاخص این است که یکی از مناسب‌ترین شاخص‌ها برای بررسی بهره‌وری آب کشاورزی است که علاوه بر تعیین میزان سود خالص به‌ازای واحد آب مصرف‌شده، در برنامه‌ریزی الگو و ترکیب کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر بخش‌های بسیاری از کشور ایران، که با محدودیت شدید آب مواجه می‌باشند، اهمیت زیادی دارد. در ادامه و در سال ۲۰۱۹، در راستای بهبود مدیریت بهره‌وری، زارع ایانه و همکاران با به‌کارگیری روش‌های نوین آبیاری، وضعیت مصرف آب و راندمان آبیاری در شبکه آبیاری دشت قزوین را بررسی نمودند (۲۵).

در پژوهش حاضر در راستای تکمیل مطالعات سالیان اخیر در زمینه بهره‌وری آب در کشاورزی، تلاش گردیده است تا به مفهوم بهره‌وری آب از دو دیدگاه فیزیکی به معنای افزایش تولید محصولات به‌ازای واحد حجم آب مصرفی، و نیز دیدگاه اقتصادی به معنای افزایش درآمد و کسب سود بیشتر برای کشاورزان توجه گردد. بدین‌منظور در این تحقیق، از یک سو با توجه به خشکسالی‌های چند سال اخیر در محدوده مطالعاتی سرخس و کاهش ظرفیت مخزن سد دوستی و نیز افت تراز آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی، و از سویی دیگر، وابستگی درآمد کشاورزان منطقه به تولیدات محصولات کشاورزی و نیازهای غالب به آب آبیاری کشاورزی، با اعمال رویکرد مشارکتی و تقسیم‌بندی کل محدوده مطالعاتی به شش ناحیه بهمنظر بررسی بهره‌وری آب در هر ناحیه با مشارکت



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه شبکه آبیاری سد دوستی در شهر سرخس  
Figure 1. Study area of Doosty irrigation network in Sarakhs

بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی،  $NBPD$  یا سود خالص بهازای واحد آب مصرفی است، که نه تنها میزان سود خالص را بهازای واحد حجم آب مصرف شده تعیین می‌نماید، بلکه این شاخص اهمیت زیادی در برنامه‌ریزی و الگوی کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد که با محدودیت شدید آب مواجه می‌باشند. این شاخص توسط رابطه (۳) قابل محاسبه است:

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

در رابطه فوق،  $NB$  میزان سود خالص (ریال در هکتار) است. با توجه به مطالب فوق در این پژوهش، از شاخص بهره‌وری  $NBPD$  برای تعیین بهره‌وری و ساماندهی کشت کل سطح نواحی مورد مطالعه جهت افزایش درآمد کشاورزان استفاده گردیده است. همچنین، در این تحقیق، با توجه به بررسی‌های میدانی، شبکه آبیاری دوستی به شش ناحیه تقسیم شده است. از عده دلایل این تقسیم‌بندی نقاط آبگیر مشترک و مدیریت محلی آب به صورت مجزا برای زمین‌های هر ناحیه است. سپس از ضرب مقدار برداشت هر هکتار در سطح زیرکشت هر کدام از محصولات نواحی شش گانه، مقدار کل برداشت هر یک از محصولات محاسبه گردیده است، که در جدول (۱) نشان داده می‌شود.

برای محصولات کشاورزی که دارای خرید تضمینی دولتی می‌باشند، نرخ خرید تضمینی در سال ۱۳۹۸ براساس اطلاعات اداره جهاد کشاورزی و نیز قیمت محلی اخذشده براساس اطلاعات تشکل‌های آب‌بران برای هر کیلوگرم محصول لحظه گردیده است. قیمت خرید محصول یکی از فاکتورهای مهم در محاسبه شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی آب است. با ضرب میزان برداشت هر یک از محصولات هر یک از نواحی شش گانه در نرخ خرید محصولات، درآمد ناخالص منطقه به تفکیک محصولات تعیین شده است. از اطلاعات محلی تشکل‌های آب‌بران و نیز اداره جهاد کشاورزی، هزینه نهاده‌های کشاورزی در هر هکتار محصول سال جاری برآورد گردیده است و نتایج در جدول (۲) آورده شده است. کل هزینه سطح اراضی منطقه به تفکیک محصولات از ضرب سطح اراضی محصولات در هزینه‌های تولید محاسبه شده است.

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش، در محاسبه درآمد خالص ناشی از تولید محصولات کشاورزی از اختلاف میان درآمد و هزینه ناشی از فروش این محصولات استفاده شده است. برای محاسبه نیاز آبی محصولات نواحی شش گانه محدوده مطالعاتی، از نتایج خروجی نرم‌افزار NETWAT، اطلاعات برگرفته شده از اداره جهاد کشاورزی شهرستان سرخس و نیز نتایج مصاحبه با تشکل‌های آب‌بران استفاده گردیده است. سپس برای هریک از نواحی شش گانه، با استفاده از اطلاعات تشکل‌های آب‌بران و بررسی‌های میدانی، برای محصولات کشاورزی که نسبت به سایر محصولات شاخص بهره‌وری بالاتری داشته‌اند، افزایش سطح زیرکشت اعمال گردیده است و برای محصولات با بهره‌وری پایین کاهش سطح زیرکشت در نظر گرفته شده است. با اجرای تغییرات سطح زیرکشت در منطقه مطالعاتی برای سال آبی ۹۷-۹۸، سطح درآمد کل منطقه افزایش یافته است. سپس جهت کاهش نیاز آبی منطقه، افزایش راندمان آبیاری به میزان ۲۰٪ برای هر ناحیه تا سال ۲۰۳۰ و با استفاده از مدل مدیریت منابع آب انجام گردیده است. برای محاسبه بهره‌وری آب کشاورزی از سه شاخص  $CPD$ ،  $BPD$  و  $CPD$  نسبت مقدار محصول کشاورزی تولیدشده یا میزان عملکرد محصول به حجم آب مصرف شده در هکتار است. این شاخص با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$CPD = \frac{Tp}{TWC} \quad (1)$$

در رابطه فوق،  $Tp$  مقدار محصول تولیدشده یا میزان عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) و  $TWC$  حجم آب مصرف شده (مترمکعب در هکتار) بدون در نظر گرفتن بارندگی است. مسلماً افزایش این پارامتر نشان‌دهنده مصرف صحیح‌تر آب است، اما لزوماً نشان‌گر سود اقتصادی بیشتر نیست. شاخص  $BPD$  نسبت میزان سود ناخالص (درآمد در هکتار) بهازای واحد حجم (مترمکعب در هکتار) است. این شاخص توسعه رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$BPD = \frac{TR}{TWC} \quad (2)$$

در این رابطه،  $TR$  مقدار ارزش کل فروش محصول کشاورزی در هکتار است. بهترین شاخص برای بررسی

جدول ۱- میزان کل برداشت محصولات بر حسب تن در سطح ناحیه بر حسب تن بر هکتار

Table 1. The total harvesting products (ton/hectare)

محصول/ناحیه	ذرت علوفه‌ای	گندم	جو	پنبه	جالیز
۱	.	۹۰۶/۵	۷۵/۶	۳۳۲/۲	۲۷۶۸
۲	۷۵۲۰	۳۲۹۰	۱۱۳۴	۹۱۳	.
۳	۷۰۵۰	۳۹۷۲/۵	۱۴۸۲/۳	۷۸۵/۴	۲۸۰
۴	۲۱۱۵	۵۰۲۲/۵	۱۸۶۳	۹۹۴/۴	۱۴۰
۵	.	۶۸۷۷/۵	۲۲۷۸/۸	۲۳۳۲	۱۶۰
۶	۱۸۰	۹۹۹۲/۵	۳۸۷۹/۹	۱۸۶۱/۲	۳۲۹۶

جدول ۲- هزینه تولید محصولات در هکتار در منطقه مورد مطالعه بر حسب میلیون ریال

Table 2. The cost of producing products per hectare (Millions of Rials)

هزینه تولید	محصول	ذرت علوفه‌ای	گندم	جو	پنبه	جالیز
۴۰	۲۵	۲۵	۲۵	۴۲۰	۹۰	.

تشکلهای آببران برآورده شده است. در جدول شماره (۳) مقدار نیاز آبی محصولات شبکه آبیاری سد دوستی آورده شده است. شاخص بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی NBPD نیز برای ناحیه مورد مطالعه بر حسب محصولات کشاورزی در جدول (۴) ارائه شده است.

درآمد خالص یکی از عوامل مهم در برآورد شاخص بهره‌وری اقتصادی است. درآمد خالص عبارت است از تفاضل درآمد ناخالص و هزینه‌های تولید منطقه، که برای ناحیه موردنظر محاسبه و لحاظ گردیده است. نیاز آبی محصولات منطقه با استفاده از نرم‌افزار NETWAT و اطلاعات

جدول ۳- میزان نیاز آبی محصولات منطقه مورد مطالعه بر حسب مترمکعب در هکتار

Table 3. The amount of water demand for the products of the study area in terms of cubic meters per hectare ( $m^3/hectare$ )

نیاز آبی با راندمان ۶۰٪ و کم آبیاری	نیاز خالص آبی	ذرت علوفه‌ای	گندم	جو	پنبه	جالیز
۱۱۰۴۰	۸۲۸۰	۴۵۲۰	۳۸۵۰	۱۰۰۸۰	۷۵۴۶	۷۵۴۶
٪۸۰	٪۶۰	٪۴۰	٪۲۷	٪۱۳۴۰	٪۱۰۰۶۱	٪۱۰۰۶۱

جدول ۴- شاخص بهره‌وری NBPD بر حسب ریال بر مترمکعب

Table 4. Economic Productivity Indicator (NBPD) (Rial/ $m^3$ )

محصول/ناحیه	ذرت علوفه‌ای	گندم	جو	پنبه	جالیز
۱	.	۱۶۰۳	۳۵	۴۲۱	۳۹۵۵
۲	۷۷۷۹	۱۲۲۲	۵۲۴	۱۱۵۷	.
۳	۷۲۹۳	۷۰۲۴	۶۸۴	۹۹۵	۴۱۱۵
۴	۲۱۸	۸۸۱	۸۶	۱۲۶۰	۲۰۵۷
۵	.	۶۶۸۳	۱۰۵۲	۲۹۵۵	۲۲۸۶
۶	۱۹۴۵	۱۷۶۶۹	۱۷۹۱	۲۳۵۸	۴۷۰۹

زیرکشت براساس اعمال نظر تشکلهای آببران ناحیه منطقه مطالعاتی و نیز کشاورزان لحاظ گردیده است و در ادامه تغییرات سطح اراضی در هر ناحیه به توابع شرط جهت بهینه نمودن سامانه کنترل گردیده است. تابع شرط برای هر محصول در هر ناحیه با اعمال تغییرات سطح زیرکشت در صورت افزایش درآمد و کاهش نیاز آبی تعریف شده است. پس از اعمال تغییرات سطح اراضی در منطقه مورد مطالعه درآمد کل به طور محسوسی افزایش یافته است. در شکل (۲) میزان درآمد قبل از تغییرات سطح زیرکشت و بعد از تغییرات سطح زیرکشت برای هر ناحیه آورده شده است.

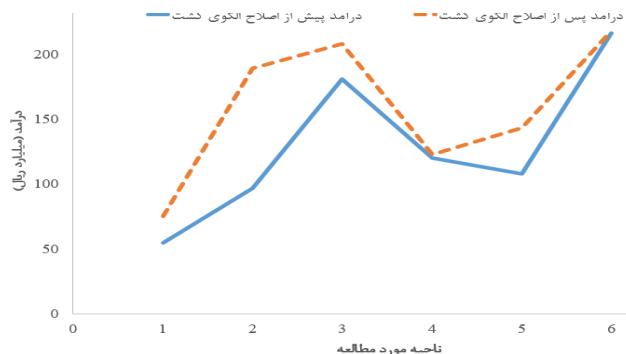
## نتایج و بحث

با استفاده از اطلاعات تشکلهای آببران منطقه، تغییرات در سطح زیرکشت ناحیه شش گانه اعمال گردیده است، به طوری که الگوی کشت موجود شبکه آبیاری دستخوش تغییرات عمده نشده است، و با افزایش درآمد کل محدوده، درآمد سامانه بهینه گردیده است. در این راستا، در هر ناحیه سطح زیرکشت محصولاتی که دارای شاخص‌های بهره‌وری بالاتری می‌باشند؛ به میزان معین افزایش یافته است، و سطح زیرکشت محصولات دارای شاخص بهره‌وری پایین‌تر کاهش یافته است. در جدول (۵) میزان افزایش و کاهش سطح

جدول ۵- میزان تغییرات سطح زیرکشت ناحیه مورد مطالعه براساس نظرات تشکلهای آببران

Table 5. The rate of changes in the cultivated area of the study areas based on the water organizations

تعییر سطح زیر کشت ناحیه ۱	تعییر سطح زیر کشت ناحیه ۲	تعییر سطح زیر کشت ناحیه ۳	تعییر سطح زیر کشت ناحیه ۴	تعییر سطح زیر کشت ناحیه ۵	تعییر سطح زیر کشت ناحیه ۶
+۱۰۰	-۱۰۰	-۲۰	+۱۰۰	+۱۰۰	-۱۰۰
-۸۰	-۲۰	-۵۰	+۵۰	+۵۰	-۸۰
-۵۰	-۵۰	-۱۰۰	+۱۵۰	+۱۵۰	-۵۰
-۵۰	-۱۰۰	-۱۰۰	+۱۰۰	+۱۰۰	-۵۰
-۵۰	-۱۰۰	-۱۰۰	+۱۰۰	+۱۰۰	-۵۰
-۵۰	-۱۰۰	-۱۰۰	+۱۰۰	+۱۰۰	-۵۰



شکل ۲- نمودار مقایسه درآمد شبکه آبیاری دوستی بر حسب میلیارد ریال

Fig 2. The comparative graph of income for Doosti irrigation network (Billions of Rials)

هر ناحیه تعریف گردیده است. در ادامه، با استفاده از توابع موجود در مدل WEAP و نیاز آبی به دست آمده از نرم افزار NETWAT، نیاز آبی تا سال ۲۰۳۰ به صورت سالانه تعیین گردیده است و با داشتن منابع، نیاز آبی تأمین نشده نیز مشخص شده است. در واقع، با استفاده از توابع برای هر ناحیه و با انجام آزمون و خطا در میزان نرخ رشد به نیاز آبی سالانه تا سال ۲۰۳۰ دست یافته شده است. نیاز آبی نواحی موردمطالعه در جدول (۶) آورده شده است. با توجه به منابع آبی تعریف شده و نیاز آبی محدوده مطالعاتی، با استفاده از خروجی مدل، نیاز آبی تأمین نشده در سال های آتی برای هر ناحیه در جدول (۷) آورده شده است.

در ادامه، جهت کاهش نیاز آبی طی ۱۰ سال آینده از مدل سازی WEAP استفاده شده است. این مدل جامع، صریح و کاربرد وسیعی باشد و به کاربر بعنوان پایگاه داده جهت پیش‌بینی نیاز آبی کمک می‌کند. از آنجایی که شبکه آبیاری سد دوستی بخش کوچکی از حوضه آبریز قوه قوم محسوب می‌گردد، نیاز آبی در وضع موجود و در افق طرح (سال ۲۰۳۰) با راندمان ۸۰٪ محاسبه شده است. بنابراین در شبکه آبیاری سد دوستی، هر ناحیه به عنوان یک نقطه نیاز تعریف شده است و منابع تأمین آب شامل رودخانه، منبع آب زیرزمینی (آبخوان) و آب تنظیم شده سد در حال بهره‌برداری دوستی لحاظ شده است. سناریوی افزایش راندمان ۲۰ درصدی برای

جدول ۶- نیاز آبی کشاورزی نواحی موردمطالعه بر حسب میلیون مترمکعب

Table 6. The agricultural water requirement of the study areas (Millions of Cubic Meters)

سال/ناحیه	۲۰۲۱	۲۰۲۲	۲۰۲۳	۲۰۲۴	۲۰۲۵	۲۰۲۶	۲۰۲۷	۲۰۲۸	۲۰۲۹	۲۰۳۰	مجموع
ناحیه ۱	۴/۹	۴/۸	۴/۷	۴/۶	۴/۵	۴/۴	۴/۳	۴/۲	۴/۱	۴/۱	۴۴/۶
ناحیه ۲	۱۴/۳۲	۱۳/۹۵	۱۳/۹۵	۱۲/۹۵	۱۲/۸۹	۱۲/۵	۱۲/۲۳	۱۱/۹۲	۱۱/۶۱	۱۱/۳۱	۱۲۷/۶۲
ناحیه ۳	۱۶/۹۴	۱۶/۹۴	۱۶/۵۰	۱۶/۰۷	۱۵/۶۵	۱۴/۸۵	۱۴/۰۹	۱۳/۷۳	۱۳/۳۷	۱۳/۳۷	۱۵۰/۹۲
ناحیه ۴	۱۸/۴	۱۸/۴	۱۷/۴۶	۱۷/۰۱	۱۶/۵۷	۱۶/۱۴	۱۵/۲۲	۱۵/۲۳	۱۴/۹۳	۱۴/۵۴	۱۶۴/۰۲
ناحیه ۵	۲۹/۵	۲۸/۷	۲۷/۲	۲۷/۰	۲۶/۵	۲۵/۹	۲۴/۵	۲۳/۹	۲۳/۳	۲۳/۳	۲۶۲/۷
ناحیه ۶	۳۵/۸	۳۴/۵	۳۳/۳	۳۲/۱	۳۱	۲۹/۹	۲۷/۸	۲۶/۸	۲۵/۸	۲۵/۸	۳۰/۵/۸

جدول ۷- نیاز آبی تأمین نشده نواحی موردمطالعه بر حسب میلیون مترمکعب

Table 7. Unsatisfied water requirement of the study areas (Millions of Cubic Meters)

سال/ناحیه	۲۰۲۱	۲۰۲۲	۲۰۲۳	۲۰۲۴	۲۰۲۵	۲۰۲۶	۲۰۲۷	۲۰۲۸	۲۰۲۹	۲۰۳۰	مجموع
ناحیه ۱	۱/۵۵	۱/۵۲	۱/۵۹	۱/۴۹	۱/۴۵	۱/۴۳	۱/۴	۱/۳۸	۱/۳۴	۱/۳۲	۱۴/۱۸
ناحیه ۲	۴/۴۸	۴/۴۶	۴/۴۱	۴/۴۰	۴/۳۹	۳/۶۷	۳/۵۹	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳۹/۶۵
ناحیه ۳	۵/۰۳	۵/۰۵	۵/۱۵	۵	۴/۸۴	۴/۷۳	۴/۶	۴/۴۷	۴/۴۲	۴/۲۳	۴۶/۷۵
ناحیه ۴	۵/۷	۵/۷	۵/۵	۵/۴	۵/۱	۴/۹	۴/۸	۴/۶	۴/۵	۴/۲	۵۰/۱
ناحیه ۵	۹/۱	۹/۱	۸/۹	۸/۶	۸/۱	۷/۸	۷/۶	۷/۴	۷/۲	۶/۹	۷۹/۸
ناحیه ۶	۹	۸/۷	۸/۴	۸/۳	۸/۱	۷/۵	۷/۲	۶/۹	۶/۷	۶/۵	۷۶/۷

بهره‌وری مصرف آب در کشور طی ۱۰ سال گذشته روند صعودی داشته است. این روند صعودی به معنای اثربخشی فعالیت‌های انجام‌شده در کشور است. ضعف مدیریت آبیاری به طور عمده ناشی از سه عامل عدم آگاهی کشاورزان از وضعیت رطوبتی خاک و تشخیص زمان مناسب آبیاری، عدم تناسب میزان آب موجود یا استحصال شده با آب موردنیاز برای سطوح زیرکشت و برنامه‌ریزی آبیاری است که منجر به اتفاق آب و کاهش عملکرد آبیاری می‌شود. به طور کلی مهم‌ترین راهکارها به منظور مدیریت مصرف آب، افزایش کارآبی مصرف آب، قیمت‌گذاری و پذیرفتن آب به مثابه یک

در کشورهای در حال توسعه و بهویژه در ایران، توجه بیشتری به توسعه فیزیکی شبکه‌های آبیاری لازم و ضروری است و مسئله بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و مشارکت کشاورزان در امر مدیریت، نگهداری و بهره‌برداری از شبکه‌ها کمتر مدنظر قرار گرفته است. تعیین مقدار محصول تولیدی عموماً ساده‌تر و براساس آمارهای رسمی قابل برآورد است. اما در خصوص میزان آب مصرفی، آمارها بسیار متفاوت است. در نتیجه کمیت بهره‌وری به شدت وابسته به آمار مربوط به حجم آب مصرفی می‌باشد، و تعیین بهره‌وری همواره با تردیدهایی همراه است. خوشبختانه همانند راندمان آبیاری، شاخص

دوستی، افت سطح آب‌های زیرزمینی، توجه به بهرهوری آب منجر به بهبود وضعیت معیشت جامعه روستایی می‌شود.

با بررسی صورت‌گرفته، کشاورزان تمایل به تغییر محصولات کشاورزی در نواحی زراعی جهت بالا بردن عملکرد محصولات و افزایش درآمد خالص دارند. بر این اساس، اشتغال‌زایی در منطقه مطالعاتی در بخش کشاورزی افزایش خواهد یافت.

همچنین برآورد نیاز آبی تأمین‌نشده در آینده راهنمای مناسی جهت برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاران حوزه منابع آب ایجاد نموده است، و براساس آن مدیران و مسوولان تصمیمات هوشمندانه‌تری را در آینده لحاظ خواهند کرد.

با اعمال بهرهوری آب و انجام اقدام غیرسازه‌ای از طریق ساماندهی الگوی کشت، مدیریت مشارکتی ذی‌نفعان جهت اصلاح سردهنهای آبگیر برای هر ناحیه برای توزیع بهینه آب صورت خواهد پذیرفت.

استفاده از تجهیزات، ادوات کشاورزی جدید و بهروز در قطعات کشاورزی افزایش می‌باید. با این اقدام هزینه‌های تولید کاهش می‌یابد و میزان عملکرد در هر هکتار نیز افزایش می‌یابد. بنابراین با توجه به مباحث عنوان شده، به‌منظور بهبود بهرهوری مصرف آب، لازم است توجه کافی به ارتقای وضعیت موجود دو مؤلفه اصلی بهرهوری یعنی میزان آب مصرفی و میزان تولید بهمازای واحد حجم آب مصرف شده بهعمل آید. در این راستا، لازم است اصلاح الگوی مصرف آب در بخش کشاورزی، توجه خاص به مکانیزه نمودن روش‌های آبیاری سطحی و در نظر گفتن مشوّق‌های لازم مانند روش‌های آبیاری تحت‌فشار، مدیریت مصرف آب با رویکرد کاهش مصارف غیرمفید آب، توجه به مسائل بهترادی و زراعی با رویکرد کاهش مصرف آب، توسعه خاکورزی و کشاورزی حفاظتی، استفاده از ظرفیت‌های گلخانه‌ای در تولیدات کشاورزی و مدیریت آب و انرژی صورت پذیرد.

کالا، تعیین و إعمال ارزش واقعی آن، افزایش راندمان آبیاری، تعیین الگوی کشت، کاهش ضایعات کشاورزی و مدیریت یکپارچه منابع آب است. در این پژوهش، راهکارهایی در جهت ساماندهی الگوی محصولات مهم زراعی ارائه شده است. سپس با استفاده از مدل WEAP نیاز آبی کشاورزی منطقه مطالعاتی و نیاز آبی تأمین‌نشده تعیین گردیده است. این اقدام هم سبب کاهش مصرف و استحصال آب شده است و هم متضمن منافع اقتصادی بالا برای کشاورزان و بهره‌برداران کشاورزی است. در این تحقیق، هیچ محصولی حذف نگردیده است و فقط به پیشنهاد کاهش سطح زیرکشت به مقدار معین و با إعمال نظر تشکل‌های آب‌بران و تعاونی‌های تولید در شبکه آبیاری پرداخته شده است. این احتمال وجود دارد تغییر الگوی کشت و حذف سطح زیرکشت به مقدار گسترده در بازه زمانی کوتاه‌مدت منجر به آسیب اقتصادی، اجتماعی و در نتیجه سبب بروز چالش‌های محلی شود. در این راستا، هر گونه تغییر و ساماندهی کشت باستی با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی هر ناحیه لحاظ شود.

با إعمال شاخص بهرهوری اقتصادی *NBPD* در نواحی مورد مطالعه و تغییر سطح زیرکشت، درآمد خالص کل دشت سرخس بهمیزان ۲۰٪ افزایش یافته است. این میزان افزایش درآمد خالص کشاورزان منجر به همکاری راهبردی میان ذی‌نفعان برای کاهش نیاز آبی خواهد شد و کارکرد تشکل‌های آب‌بران منطقه مطالعاتی بهینه خواهد شد. در واقع، با توجه به اینکه دشت سرخس بکی از زیوحه‌های آبریز مرزی در ناحیه شمال شرقی کشور می‌باشد، توجه به معیشت روستاهای محدوده مطالعاتی جهت جلوگیری از مهاجرت معکوس نیز حائز اهمیت است. از سویی دیگر، با رخداد خشکسالی‌های چند سال اخیر و کاهش منابع تأمین آب از جمله کاهش ظرفیت مخزن سد

## منابع

1. Kaure, B., R.S. Sidhu and K. Vatta. 2010. Optimal crop plans for sustainable Water use in Punjab. *Agric. Econ. Res. Rev.*, 23: 273-284.
2. United Nations. 2015. The Millennium Development Goals Report 2015. Retrieved from.
3. United Nations Water. 2010. Water Stress Versus Water Scarcity. Retrieved from. <http://www.un.org>.
4. FAO. 2016. Country Water Report. Retrieved from. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <http://www.fao.org>.
5. Saatsaz, M. 2019. A historical investigation on water resources management in Iran. *Environ. Dev. Sustain.*, 1-37.
6. Madani, K. 2014. Water management in Iran: what is causing the looming crisis? *J. Environ. Stud. Science*, 4: 315-328.
7. Karthikeyan L., I. Chawla and A.K. Mishra. 2020. A review of remote sensing applications in agriculture for food security: Crop growth and yield, irrigation, and crop losses, *Journal of Hydrology*, 586: 124905.
8. Li, M., Y. Xu, Q. Fu, V.P. Singh, D. Liu and T. Li. 2020. Efficient irrigation water allocation and its impact on agricultural sustainability and water scarcity under uncertainty. *Journal of Hydrology*, 586: 124888.
9. Thakur, D., Y. Kumar and S. Vijendra. 2020. Smart Irrigation and Intrusions Detection in Agricultural Fields Using I.O.T. *Procedia Computer Science*, 167: 154-162.
10. Talaviya, T., D. Shah, N. Patel, H. Yagnik and M. Shah. 2020. Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides, *Artificial Intelligence in Agriculture*, 4: 58-73.
11. Gorgich, M., T.M. Mata, A. Martins, N.S. Caetano and N. Formigo. 2020. Application of domestic greywater for irrigating agricultural products: A brief study. *Energy Reports*, 6(1): 811-817.

12. Kabiri A and M. Razavi. 2005. Valuable engineering in the construction of irrigation and drainage projects in Iran, The first national conference on the experience of building irrigation and drainage networks.
13. Galiota, F., P. Chatzinikolaou, M. Raggi and D. Viaggia. 2020. The value of information for the management of water resources in agriculture: Assessing the economic viability of new methods to schedule irrigation. Agricultural Water Management, 227: 105848.
14. Deines, J., M.E. Schipanski, B. Golden, S.C. Zipper, S. Nozari, C. Rottler, B. Guerrero and V. Sharda. 2020. Transitions from irrigated to dryland agriculture in the Ogallala Aquifer: Land use suitability and regional economic impacts, Agricultural Water Management, 233: 106061.
15. Takatsuka, Y., R. Niekus, J. Harrington, S. Feng, W. Watkins, A. Mirchi, H. Nguyen and M.C. Sukop. 2020. Value of irrigation water usage in South Florida agriculture. Science of The Total Environment, 626: 486-496.
16. Zhang, K., X. Xie, B. Zhu, S. Meng and Y. Yao. 2020. Unexpected groundwater recovery with decreasing agricultural irrigation in the Yellow River Basin. Agricultural Water Management, 213: 858-867.
17. Gao, X., Z. Huo, X. Xu, Z. Qu, G. Huang, P. Tang and Y. Bai. 2018. Shallow groundwater plays an important role in enhancing irrigation water productivity in an arid area: The perspective from a regional agricultural hydrology simulation. Agricultural Water Management, 208: 43-58.
18. Barkunan, S.R., V. Bhanumathi, V. Balakrishnan. 2020. Automatic irrigation system with rain fall detection in agricultural field. Measurement, 156: 107552.
19. Khalili Vavdarreh, S., A. Shahnazari, M. Zia Tabarahmadi and M. Cheraghizadeh. 2017. Spatial Prioritization of Groundwater Drainage within the Alborz Irrigation and Drainage Project. Journal of Watershed Management, 8(15): 180-190.
20. Parhizkar, A. and M.M. Mozaffari. 2016. Evaluation of the effects of greenhouse gas emissions and climate change on the supply and demand of irrigation water and agricultural products in the watersheds of Qazvin province. Journal of Watershed Management Research, 7(14): 141-151.
21. Zwart, S.J. and W.G. M. Bastiaanssen. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agri. Water Manage, 69(2): 115-133.
22. Kianfar, H., A. Sadroddini, V. Nazami and H. Sani Khani. 2011. Optimal allocation of water in Sufi Tea Irrigation and Drainage Networks in East Azarbaijan Province Using Genetic Algorithm. Scientific and Research Journal of Irrigation and Water Engineering of Iran, 2: 52-61.
23. Keshavarz, A. and H. Dehghani Sanich. 2012. Water and Agricultural Future Productivity Index of the country's agricultural future. Quarterly Journal of Economic Strategy, 1: 199-233.
24. Karimi, M. and M. Joleini. 2018. Investigation of agricultural water productivity indicators in important agricultural products, Case study: Mashhad plain. Water and Sustainable Development Journal, 1: 133-138.
25. Zare Abianeh, H., A. Heidari and A. Daneshkar. 2019. Evaluation of water management performance in Qazvin plain irrigation network. Scientific and Research Journal of Irrigation and Water Engineering of Iran, 2: 77-89.

## Evaluating the Water Productivity Management Performance in Irrigation Networks (Case Study: Doosti Irrigation Network- Khorasan Razavi)

Hassan Saghi<sup>1</sup>, Reza Javid Sabbaghian<sup>2</sup> and Mostafa Ramezani Moghaddam<sup>3</sup>

1- Associate Professor and Faculty Member, Department of Civil Engineering, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran (Corresponding author: h.saghi@hsu.ac.ir)

2- Assistant Professor and Faculty Member, Department of Civil Engineering, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

3- Master of Civil Engineering, Construction Management Department, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

Received: 10 May, 2020

Accepted: 5 October, 2020

### Abstract

In this study, the effect of agricultural water productivity for optimization of the cultivation pattern in the irrigation network of Doosti Dam has been investigated. For this purpose, the amount of costs and revenues from the sale of agricultural products and the water demand of these products were used as the main parameters. In this regard, the study area (Doosti Dam Irrigation Network) was divided into six areas in terms of catchments, social context, scope of activities of aquifers and productivity index according to field surveys for all Areas were identified. The results show that with the implementation of the proposed plan, income in the whole area will increase by 20% and the irrigation system of the region will be optimized. Also, the annual water demand and unmet water demand of each area of the study area were calculated according to the available water resources and also based on the use of WEAP model functions. As a result, irrigation efficiency increased and water demand of agricultural products decreased until the project horizon (2030). The results of this study in the study area, can provide a good management approach to make future decisions for policy makers and stakeholders in the field of water in this area.

**Keywords:** Agricultural water demand, Agricultural products, Cultivation organization, Income, WEAP model