Archive of SID

بررسی شاخص های ارزیابی عملکرد تحویل آب در نهر ادامه ی سمت چپ شبکه ی آبیاری درودزن

بهروز شفیعی[۱]، محمدعلی شاهرخ نیا[۲*]

چکیده

عملکرد شبکه های آبیاری و زهکشی در کشور از وضعیت مطلوبی برخوردار نبوده و ضروری است با بررسی های همه جانبه مشکلات موجود در این شبکه ها مشخص و رفع گردد. در این مقاله به بررسی شاخص های ارزیابی عملکرد شبکه، در ادامه‌ی نهر سمت چپ شبکه‌ی آبیاری و زهکشی درودزن فارس پرداخته شد. برای این بررسی از شاخص کفایت، بازده، عدالت توزیع، اعتمادپذیری توزیع آب و عملکرد تحویل آب استفاده شد. نتایج نشان دادند که شاخص های عدالت توزیع آب و اعتمادپذیری، با دارا بودن مقادیر ۰/۴۲ و ۰/۳۱ ، عملکرد شبکه را در رده ی ضعیف قرار می دهند. مقدار شاخص کفایت و بازده توزیع آب، بترتیب ۰/۸۷ و ۰/۷۵ بوده که در رده ی متوسط قرار می گیرند. در حدود نیمی از نهر ها وضعیت خوب، و درسایر نهر ها در وضعیت متوسط و ضعیف بوده است. شاخص عملکرد تحویل آب نیز نشان داد که از ۱۶ نهر مورد بررسی در ۸ نهر آب بیشتر از حد مورد نیاز، ۳ نهر به اندازه نیاز و در ۵ نهر کمتر از حد مورد نیاز تحویل شده است. مقدار متوسط این شاخص ۱/۲۷ بود که نشان می دهد ۲۷٪ آب بیشتر از نیاز تحویل شده است.

واژه های کلیدی: عدالت توزیع آب، اعتمادپذیری، بازده، کفایت آبیاری

[۱] دانش آموخته دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد
[۲] استادیارپژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
Email: mashahrokh@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی در بسیاری از نقاط دنیا، پایین‌تر از حد مورد انتظار است. ارزیابی عملکرد این گونه شبکه ها می تواند به کاهش مشکلات موجود و افزایش عملکرد آن کمک نماید (واعظ تهرانی و همکاران، ۲۰۱۳). چون تلفات آب نه تنها باعث از دست رفتن آب با ارزش، بلکه باعث صدمات جدی و جانبی از قبیل شور و ماندابی شدن اراضی زراعی، فرسایش خاک، کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی، و در نتیجه آلودگی آبهای زیرزمینی و سطحی می‌گردد. ضمناً با توجه به مصرف بیشتر منابع آب موجود کشور در بخش کشاورزی، اهمیت بهبود بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری در راستای استفاده ی بهینه از آب آبیاری مشخص می شود. برنامه‌ریزی دقیق آبیاری، اعمال مدیریت قوی، تغییر نحوه ی توزیع آب در شبکه‌ها و بازسازی و مرمت شبکه‌ها موضوع هایی هستند که باید به آنها توجه شود. برای نظارت دقیق بر بهره‌برداری شبکه ها بایستی از ابزارهای نرم افزاری و سخت افزاری مناسب بهره جست. اطلاع رسانی و آموزش بهره‌برداران در زمینه ی مدیریت و انتقال آب در شبکه و افزایش بهره‌وری از امور دیگری است که باید به آنها اهتمام جست.

در ایران سرمایه‌گذاری و هزینه‌های زیادی در طرحهای بزرگ شبکه‌های آبیاری و زهکشی و تأسیسات مربوطه انجام شده است. اما متأسفانه با این وجود، بازده کلی شبکه‌ها پایین است (شاهرخ نیا و جوان، ۱۳۸۵). به عنوان مثال، در شبکه ی مغان در آذربایجان شرقی کمتر از ۳۵٪ و در شبکه ی آبیاری در خوزستان کمتر از ۲۵٪ اندازه‌گیری شده است(سنایی جهرمی، ۱۳۷۴). برای تعیین و بررسی عملکرد یک شبکه از شاخص های ارزیابی عملکرد شبکه استفاده می گردد. سطح مطلوب عملکرد زمانی به دست می‌آید که اهداف کلی و جزیی به دست آیند و از منابع در دسترس نیز به طور موثر استفاده شود. شاخص های عملکرد باید فراگیر و جهانی باشد، تا بتواند عملکرد یک سامانه را با عملکرد سامانه دیگر مقایسه گردد تا بتوان اطلاعات لازم را جهت اقدامات اصلاحی فراهم آورد. چنانچه مقدار یک شاخص خارج از حدود قابل قبول باشد، نشانه آن است که عملکرد سامانه رضایت بخش نیست؛ بنابراین، برای بررسی عملکرد، شاخص های زیادی به صورت قراردادی تعریف شده اند. شاهرخ نیا و جوان (۲۰۰۵) شاخص های عملکرد آبیاری را در قسمتی از شبکه آبیاری درودزن بررسی نمودند. برای این ارزیابی ها از شاخص هایی مانند نسبت عملکرد تحویل[1]، بازده و عدالت توزیع مکانی و زمانی آب استفاده شده است. این شاخص ها در دو حالت با استفاده از سطوح زیر کشت واقعی و سطوح زیر کشت قراردادی تعیین و بررسی شدند. برای این کار در سه فصل آبیاری مختلف مقادیر آب تحویلی به نهرهای درجه ۳ در نهر اردیبهشت اندازه گیری گردید. نتایج نشان می دهند که نهر مطالعه شده از لحاظ عدالت توزیع مکانی و زمانی آب عملکرد خوبی را ندارد و نهرهای بالا دست بیش از نهرهای پایین دست آب برداشت می کنند. همچنین، تفاوت سطوح زیر کشت قراردادی با سطوح زیر کشت واقعی باعث می شود که تفاوت شاخص های عملکرد بسیار زیاد باشد. مولدن و گیتز (۱۹۹۰) تعدادی شاخص های عملکرد را برای استفاده درارزیابی و طراحی سامانه های انتقال آب جدید یا تجدید احیاء شده ارائه می دهند. این شاخص ها وضعیت عملکرد سامانه را در ارتباط با اهداف کفایت، بازده، قابلیت اعتماد، و عدالت، در انتقال آب نشان می دهند. جدول ۱ مقادیر توصیه شده و مجاز شاخص‌های عملکرد را نشان می دهد. باس (۱۹۹۷) شاخص‌های کفایت و بازدهی آبیاری را تحت عنوان یک شاخص کلی‌تر دیگر بنام نسبت عملکرد تحویل بیان کرده است.

سنائی جهرمی (۱۳۷۴) عملکرد نهر هامون را که قسمتی از شبکه آبیاری و زهکشی درودزن است از نظر انتقال و توزیع به اندازه، به موقع و عادلانه، آب ارزیابی کرد. نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد شبکه درودزن از نظر انتقال و توزیع به اندازه و به موقع آب نشان داد که در سال‌های پرباران و کم باران، چنانچه بهره‌برداری شبکه در حد بازده کلی پروژه (حدود ۴۶/۵ درصد) انجام گرفته باشد، به ترتیب ۲۰/۶ و ۱۹ درصد از آب مصرفی به صورت غیر قابل اعتماد، توزیع شده است. ارزیابی‌های انجام شده از نظر عدالت، در انتقال و توزیع آب در سطح کانال‌های اصلی، اولیه و ثانویه نشان می‌دهند که توزیع آب در مسیرهای مختلف شبکه نسبت به حد طراحی

[1] delivery performance ratio

www.SID.ir

Archive of SID

متفاوت بوده و سیستم انتقال و توزیع در کل مسیر عادلانه نیست. ارزیابی‌های انجام شده در رابطه با عدالت توزیع آب، به خوبی عملکرد پایین انتقال و توزیع آب در این شبکه را نشان داد؛ بنابراین، عدم کفایت و عدم تأمین به موقع آب و توزیع ناعادلانه ی آن در شبکه درودزن باعث شده عملکرد این شبکه ضعیف ارزیابی شود. منتظر و پاشازاده (۱۳۹۰) عملکرد قسمتی از شبکه آبیاری دز را به وسیله مدل Canalman بررسی کردند. نتایج نشان دادند که نهرهای مورد بررسی کفایت و عدالت توزیع آب در حد متوسط و بازده و اعتمادپذیری درحد ضعیف قرار دارند. شاخص بازده تحویل آب در اردیبهشت ۰/۸۸، و از خرداد تا شهریور به ۰/۷۰ رسید. کفایت آبیاری در اردیبهشت ۰/۶۱ بود که در ماههای بعد افزایش یافت و در رویدادهایی بیش از اندازه مطلوب بود. زحمتکش و منتظر (۱۳۹۰) به بررسی ۱۸ شبکه آبیاری در سطح دنیا پرداخته و بیان نمودند که بهره برداری از سامانه زه آب برگشتی، بهره برداری مناسب از تجهیزات اندازه گیری و تنظیم جریان، تسطیح اراضی، پوشش نهر ها و تشکل های فعال آب بران مهمترین عوامل تعیین کننده ی سطح عملکرد تحویل آب به بهره برداران و اقتصاد مناطق تحت پوشش شبکه های آبیاری هستند. فرخی و همکاران (۱۳۹۳) توزیع آب را در شبکه آبیاری درودزن با داشتن مقادیر حجم آب ورودی به نهر اصلی و نهر های زیر مجموعه آن بررسی کردند. نتایج نشان دادند که نهر هامون و ابرج به ترتیب کمترین و بیشترین میزان آب را در واحد سطح نسبت به سایر نهر ها دریافت کرده اند. سنایی جهرمی و همکاران (۲۰۰۰) عملکرد سه کانال درجه ی ۳ از شبکه ی آبیاری درودزن فارس را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که بازده و عدالت توزیع آب در شبکه وضعیت مطلوبی را ندارد و سیستم نمی‌تواند نیازمندی به آب گیاهان را به اندازه و به موقع تحویل دهد. جوان و همکاران (۲۰۰۲) مسائل مدیریتی سه شبکه آبیاری مختلف را در کشور، و از جمله شبکه ی آبیاری درودزن فارس بررسی و بیان کرده‌اند توزیع آب در شبکه مذکور نامطمئن و عدالت توزیع آب و بازده پایین است. شاهرخ‌نیا و جوان (۲۰۰۵) جهت شبیه‌سازی جریان در شبکه درودزن از نرم‌افزار Hec-RAS استفاده نموده و به این نتیجه رسیدند که با مقایسه ی مقادیر نسبت عملکرد تحویل در سه فصل آبیاری، مزارعی که در ابتدای کانال اردیبهشت آب دریافت می‌دارند آب بیشتری نسبت به پایین دست کانال برداشت می‌کنند. همچنین، نسبت عملکرد تحویلی در فصل های زراعی مختلف در هر کانال با هم متفاوت بوده و در یک فصل به خصوص نیز مقدار آن برای کانال‌های مختلف متفاوت است و نشان از عملکرد ضعیف شبکه را در تحویل آب دارد. کازبکوف و همکاران (۲۰۰۹) چهار تشکل آبیاری را در قرقیزستان از لحاظ شاخص های بازده، کفایت آبیاری، عدالت و اعتمادپذیری تحویل آب بررسی کردند. نتایج نشان دادند که به طور کلی تشکل های بررسی شده از لحاظ کفایت و بازده آبیاری وضعیت مناسبی داشته اند، لیکن از لحاظ عدالت و اعتمادپذیری تحویل آب، شرایط مطلوب نبوده است. ککمک و همکاران (۲۰۱۰) چند شبکه‌ی آبیاری را در ترکیه ارزیابی کردند. نتایج نشان دادند که نسبت تحویل آب از عدد ۲ در قبل از انتقال مدیریت به عدد ۱/۵ در بعد از انتقال مدیریت رسیده که می تواند از نظر صرفه جویی در مصرف آب مهم باشد. در شبکه های بررسی شده، انتقال مدیریت شبکه به تشکل ها باعث افزایش نسبی آب بهای جمع آوری شده و کاهش هزینه های مدیریت شبکه گردیده بود. مشارکت بهره برداران در مدیریت و بهره برداری از شبکه های آبیاری وزهکشی باعث بهبود بازده، عدالت توزیع آب، سایر خدمات و پایداری بیشتر سامانه گردیده و هزینه ها را کاهش داده بود. زرداری و کوردری (۲۰۱۰) اظهار داشتند که بیشتر شبکه های آبیاری بزرگ در دنیا عملکرد پایینی را دارند. این داوری شامل بهره وری تولید، بازگشت سرمایه و عملکرد تحویل آب می شود. در شبکه آبیاری وارابندی پاکستان، با وجود آنکه نهر های پایین دست آب بیشتری دریافت می دارند، به دلیل نوسان های بیشتر کمبود آب در پایین دست، عملکرد و منفعت کمتری را نسبت به بالادست دارند. حدودا بیش از ۵۰٪ آب تحویلی تلف گردیده و یا به صورت ناعادلانه توزیع می شود. شاخص عدالت توزیع آب بین ۷ تا ۳۷ درصد متغیر بوده است. خارو و همکاران (۲۰۱۳) در شبکه ای در مراکش به بررسی شاخص های عملکردی شامل کفایت و عدالت توزیع آب، بر اساس محاسبه تبخیرتعرق گیاه پرداختند. نتایج نشان دادند که مناطق بررسی شده از نظر شاخص های بررسی گردیده در وضعیت مطلوب نبوده اند. علل این عملکرد ضعیف شامل منابع آب ناکافی، عدم برنامه

www.SID.ir

Archive of SID

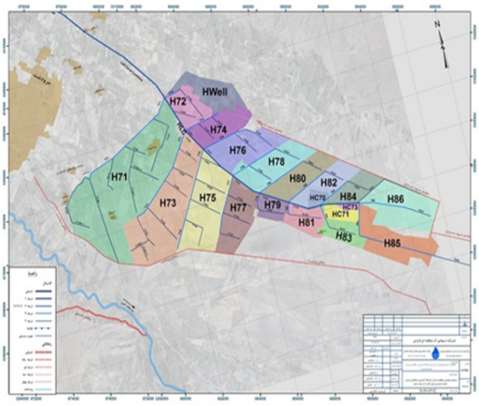
ریزی آبیاری مناسب و تفاوت در عملیات زراعی انجام شده به وسیله کشاورزان بوده اند.

تحقیقات گذشته نشان می دهند که ارزیابی شبکه های آبیاری و زهکشی برای کاهش مشکلات آنها امری ضروری است. هدف از انجام این تحقیق، اندازه گیری و بررسی شاخص های عملکرد تحویل آب، در نهر ادامه‌ی سمت چپ شبکه‌ی آبیاری و زهکشی درودزن است.

مواد و روشها

معرفی شبکه مطالعه شده

شبکه‌ی آبیاری درودزن در شمال غرب استان فارس و در ۱۰۰ کیلومتری مرکز استان واقع بوده و از سد مخزنی درودزن بر روی رودخانه کر تغذیه می شود. سد مخزنی درودزن از نوع خاکی با هسته رسی است. امور آبیاری و بهره‌برداری منابع آب در این منطقه ریشه ای تاریخی دارد. وجود شش بند انحرافی کهن به نام‌های بند امیر، بند فیض آباد، بند تیلکان، بند موان، بند حسن آباد و بند جهان آباد، سیستم آبیاری و زهکشی در این دشت را به شبکه جدید، سنتی و تلفیقی تقسیم نموده است و سالانه بیش از ۴۲۰۰۰ هکتار از آن تحت کشت قرار می‌گیرد. این شبکه شامل چهار ناحیه‌ی آبیاری است. یک ناحیه از کانال اصلی[1] و سه ناحیهٔ دیگر از سه کانال درجه‌ی ۲ به نام های کانال هامون[2]، کانال اردیبهشت[3] و کانال سمت چپ[4] آبیاری می شود. بده و رقوم سطح آب در کانال اصلی و کانال های درجه ۲ با دریچه های قطاعی[5] تنظیم می شوند. آبگیرهای واقع در ابتدای کانال های درجه‌ی ۳ اغلب دارای ۳ روزنهٔ دریچه دار کشویی است که با ارتفاع ثابت آب کار می کنند[6]. بیشتر کانال های موجود از نوع کانال های با مقطع ذوزنقه ای با پوشش بتنی هستند که از ابعاد آنها از بالا دست به پایین دست کاسته می شود. برنامه‌ی آبیاری شبکه را شرکت سهامی آب منطقه ای فارس و شرکت بهره برداری از شبکه های آبیاری وزهکشی استان فارس تعیین و اجرا می کنند. این برنامه بدین صورت است که با توجه به سیاست دولت و توافق کشاورزان، نوع و سطح زیر کشت محصولات تعیین، و بر اساس قرارداد و طرح از قبل برنامه ریزی شده، به آنها آب تحویل می شود. بدین ترتیب جریان ثابت و پیوسته ای در طول فصل کشت در شبکه وجود داشته است(شرکت سهامی آب منطقه ای فارس، ۱۳۹۰). کانال مطالعه شده در این تحقیق کانال ادامه‌ی سمت چپ[7] شبکه آبیاری درودزن است (شکل ۱). اراضی تحت پوشش این کانال از ۱۳ روستا و حدود ۱۱ هزار هکتار تشکیل شده است، ۸۰۰۰ هکتار آن دارای حق اشتراک بوده و با در نظر گرفتن کشت سالانه و آیش به طور متوسط سالانه ۴۵۰۰ هکتار آن به صورت شتوی و در صورت وجود آب در سالهای گذشته تا ۱۵۰۰ هکتار به کشت صیفی اختصاص می یافت. کانال درجه‌ی ۲ ادامه‌ی سمت چپ، شامل ۱۶ کانال درجه‌ی ۳ است.



شکل ۱- نمایی از موقعیت نهر های مورد بررسی

روش تحقیق:

در این پژوهش در سال ۹۰-۹۱ به منظور بررسی تحویل آب و عملکرد شبکه، در چهار آبیاری در طول مدت رهاسازی آب در نهر، سرعت جریان آب در ابتدای نهر های درجه‌ی ۳ با دستگاه پروانه آبی کوچک اندازه گیری گردید. با استفاده از سرعت جریان، بده ورودی ابتدای کانال های درجه ۳، از کانال $T_{۷۱}$ تا $T_{۸۶}$ براورد گردید. مقدار نیاز آبی گیاه را با استفاده از مقدار هیدرومدول پیشنهادی و میزان اراضی که کشاورزان تحت پوشش هر کانال ($T_{۷۱} - T_{۸۶}$) قرارداد منعقد کرده بودند از اداره آبیاری مرودشت اخذ گردید. برای ارزیابی شبکه از شاخص های مختلفی از جمله شاخص های ارائه شده

[1] Main Canal (MC)
[2] Right Bank Primary Canal (RBPC)
[3] Right Bank Secondary Canal (RBSC)
[4] Left Bank primary Canal (LBPC)
[5] radial gates
[6] constant head orifice
[7] Left Bank Primary Canal (LBPC)

www.SID.ir

Archive of SID

توسط مولدن و گیتس (۱۹۹۰) به شرح زیر استفاده گردید. مقادیر عددی شاخص های لازم محاسبه و با مقادیر توصیه شده آنها (جدول ۱) مقایسه شد. با استفاده از آزمون دانکن مقایسه میانگین بین آبیاری ها و نهر ها انجام گرفت.

شاخص کفایت تحویل آب[8]

$$P_A = 1 \qquad (۱)$$

$$Q_D \rangle Q_I$$

$$P_A = \frac{1}{T}\sum_T \left(\frac{1}{R} \sum_R \frac{Q_D}{Q_I} \right) \qquad (۲)$$

$$Q_D \le Q_I$$

که در آن P_A: شاخص کفایت آبیاری، Q_D: مقدار واقعی آب داده شده به واحد زارعی (متر مکعب بر ثانیه)، Q_I: مقدار آب لازم برای واحد زراعی(متر مکعب بر ثانیه)، R: تعداد مناطق اندازه گیری شده، T: تعداد دفعات اندازه گیری، $\frac{1}{T}\sum_T$: مقدار متوسط زمانی اندازه گیری هاست. هر چه شاخص فوق به عدد ۱ نزدیکتر باشد، کفایت آبیاری بهتر است. مقادیر کمتر از ۱ نشان دهنده‌ی آن است که آب به میزان کمتر از نیاز به مزرعه تحویل شده است.

شاخص بازده تحویل آب[9]

$$P_F = 1 \qquad (۳)$$

$$Q_D \langle Q_I$$

$$P_F = \frac{1}{T}\sum_T \left(\frac{1}{R} \sum_R \frac{Q_I}{Q_D} \right) \qquad (۴)$$

$$Q_D \ge Q_I$$

این شاخص نشان دهنده‌ی بازدهی کل سامانه نیست و فقط مربوط به بازده‌ی تحویل آب در کانال یا مزرعه مطالعه شده است. این شاخص نیز هرچه به یک نزدیک تر باشد بهتر است مقادیر کوچکتر ۱ نشان دهنده اتلاف آب است. شاخص های کفایت و بازدهی آبیاری به وسیله باس (۱۹۹۷) تحت عنوان یک شاخص کلی تر به نام نسبت عملکرد تحویل ارائه شده است.

شاخص نسبت عملکرد تحویل آب[10]

$$DPR = \frac{Q_D}{Q_I} \qquad (۵)$$

این رابطه یکی از ساده ترین و مهمترین روابطی است که می توان آن را برای بررسی عملکرد سامانه به کار برد. مطلوب ترین مقدار این نسبت برای هر سامانه آبیاری ۱ است. مقادیر کوچکتر از ۱ نشان دهنده‌ی ناکافی بودن آبیاری و مقادیر بزرگتر از ۱ نشان دهنده‌ی اتلاف آب در سامانه است.

شاخص عدالت توزیع آب[11]

عدالت توزیع تحویل آب نیز یکی از شاخص های مهم در ارزیابی سامانه آبیاری است و می توان آن را می توان این گونه تعریف کرد:

$$P_E = \frac{1}{T}\sum\nolimits_T CV_R \left[\frac{Q_D}{Q_I} \right] \qquad (۶)$$

$CV_R(\frac{Q_D}{Q_I})$: ضریب مکانی تغییرات بده تحویلی به بده لازم میان آبگیرها در یک دوره‌ی زمانی است.

هرچه مقدار شاخص عدالت توزیع تحویل آب به صفر نزدیک تر باشد، عدالت توزیع آب در منطقه بیشتر خواهد بود.

شاخص اعتمادپذیری تحویل آب[12]

شاخص اعتماد پذیری تحویل آب سامانه، بیانگر یکنواختی یا عدالت زمانی توزیع آب در سامانه است.

[8] water delivery adequacy (P_A)
[9] water delivery efficiency (P_F)
[10] -delivery performance ratio (DPR)
[11] -water delivery equity (P_E)
[12] -water delivery dependability (P_D)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- مقادیر توصیه شده شاخص‌های عملکرد (Molden & Gates, 1990)

شاخص	کلاس های عملکرد		
	ضعیف	متوسط	خوب
کفایت	<۰/۸	۰/۸-۰/۸۹	۰/۹-۱
بازده	<۰/۷	۰/۷-۰/۸۴	۰/۸۵-۱
عدالت توزیع	>۰/۲۵	۰/۱۱-۰/۲۵	۰-۰/۱
اعتمادپذیری	>۰/۲۰	۰/۱۱-۰/۲۰	۰-۰/۱

$$, = \frac{1}{R}\sum_R CV_T\left[\frac{Q_D}{Q_I}\right] \quad (۷)$$

که در آن $CV(\frac{Q_D}{Q_I})$: ضـــریب تغییرات زمانی بده تحویلی بـه بـده لازم بوده و هرچـه مقـدار آن به صـــفر نزدیکتر باشد یکنواختی زمانی تحویل آب بیشتر است.
در این پژوهش از شـاخص های دیگری نیز جهت ارزیابی شبکه به شرح زیر استفاده شده است.

شاخص اراضی کشت شده[13] (باس، ۱۹۹۷)

این شاخص از نسبت مساحت اراضی کشت شده در حال حاضر به کل مساحت اراضی در ابتدا محاسبه می گردد. میزان مسـاحت اراضـی و اطلاعات از طریق شرکت بهره برداری و آبیاری زهکشـی و مدیریت جهاد کشاورزی مرودشت اخذ گردید و با توجه به اراضی زیر کشت هر نهر (T71-T86) مقادیر شاخص به دست آمدند.

شاخص نسبت بده[14] (باس، ۱۹۹۷)

این شـاخص از نسبت بین بده واقعی اندازه گیری شـده به بده طراحی حاصـل می گردد. بده واقعی در ۱۶ نهر در چهار نوبت آبیاری اندازه گیری شـد و بده طراحی طبق نقشـه های طراحی در شرکت بهره برداری برای هر نهر از T71 تا T86 به دست آمد.

شاخص آب بهای جمع‌آوری شده[15] (باس، ۱۹۹۷)

این شاخص نسبت آب بهای جمع آوری شده به آب بهایی که باید جمع آوری می شده به دست می آید. مقادیر لازم جهت برآورد شاخص فوق از شرکت بهره‌برداری از شبکه‌ی آبیاری و زهکشی مرودشت اخذ شدند.

نتایج و بحث

بده اندازه گیری شـــده، شـــاخص کفایت تحویل آب، شـاخص بازدهی تحویل آب، عدالت توزیع آب و شـاخص اعتماد پذیری تحویل آب در ۱۶ نهر بررسـی شده، در هر ۴ آبیاری اندازه گیری و در جداول ۲ تا ۶ نشان داده شده اند. طبق جدول ۳، وضـــعیت شـــاخص کفایت آبیاری در نهرها متفاوت بوده و در بعضـی نهرها در محدوده مطلوب نیست، یعنی به طور متوسط در طول دوره‌ی آبیاری در ۴ نهر از ۱۶ نهر وضـــعیت کفایت آبیاری ضـــعیف، در ۲ نهر متوسـط و در بقیه نهر ها خوب بوده است. به ویژه در دو نهر آخر، در هیچ یک از آبیاری ها، آب کافی دریافت نشده است. تفاوت دو نهر آخر (T86, T85) با سایر نهرها از نظر آماری به طور معنی‌دار کمتر شـــده اســـت. آزمون دانکن نشـان می دهد که فقط بین میانگین آبیاری دوم و سـوم تفـاوت معنی داری در ســـطح ۵٪ وجود دارد. همچنین، بیشـتر نهر های با شماره زوج که در طرف چپ نهر اصلی واقع هسـتند، کفایت آبیاری بیشـتری نسبت به نهر های فرد که در سمت راست واقع هستند داشته اند. شاهرخ نیا و جوان (۲۰۰۵) نیز مقدار این شـــاخص را ۰/۸۹ گزارش نموده اند. کازبکوف و همکاران (۲۰۰۹) میزان شـــاخص کفایت را برای شـبکه های بررسی شده‌ی خود بین ۰/۹۳ تا ۱/۰ به دست آوردند که بهتر از میزان به دست آمده در این تحقیق (۰/۸۷) است.

در جدول ۴ مقادیر بازدهی یا بازده تحویل آب در نهر های بررسی شده آورده شده اند. طبق این جدول، در ۷

[13] sustainability of irrigable area
[14] discharge ratio
[15] fee collection performance

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲-بده اندازه گیری شده در نهرها

	بده (مترمکعب بر ثانیه)				
نام نهر	آبیاری اول	آبیاری دوم	آبیاری سوم	آبیاری چهارم	میانگین
T_{71}	۰/۹۳	۱/۲۲	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۹٤
T_{72}	۰/۵۹	۰/٤۷	۰/٦۵	۰/۵٦	۰/۵۷
T_{73}	۰/٦۵	۰/٤٦	۰/٤۱	۰/۳۸	۰/٤۷
T_{74}	۰/٤٦	۰/۵۷	۰/٤۹	۰/۵۱	۰/۵۱
T_{75}	۰/٤۲	۰/۳۷	۰/٤۱	۰/٤۲	۰/٤۰
T_{76}	۰/۵۲	۰/٦۱	۰/۸۳	۰/۷۵	۰/٦۸
T_{77}	۰/۵۷	۰/٤۸	۰/۱۱	۰/۲٦	۰/۳۵
T_{78}	۰/۳۸	۰/۵۳	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۳۳
T_{79}	۰/۱۰	۰/۲۲	۰/۲٦	۰/۳۲	۰/۲۲
T_{80}	۰/۲۳	۰/٦۱	۰/۵۹	۰/٦۵	۰/۵۲
T_{81}	۰/۱۰	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/٤۵	۰/۳۰
T_{82}	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۳۸	۰/۲۷
T_{83}	۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۲۷	۰/۲۰
T_{84}	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۳۵	۰/۲٦
T_{85}	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۳۰	۰/٤۵	۰/۳۲
T_{86}	۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱٦
میانگین	۰/۳۷	۰/٤٤	۰/۳۸	۰/٤۳	۰/٤۱

نهر این شاخص ضعیف، در ۱ نهر درحد متوسط و در بقیه نهر ها در حد خوب بوده است. از نظر آماری تفاوت بازده نهر های T72, T76, T79, T82 باهم معنی دار نبوده و دارای کمترین مقدار است. تفاوت بازده نهرهای T73, T75, T85, T86 که بیشترین مقدار بازده تحویل آب را داشته اند نیز باهم در سطح ۵٪ معنی دار نشده است. از میان آبیاری ها، آبیاری دوم تفاوت معنی داری با سایر آبیاری ها داشته و سه آبیاری دیگر باهم تفاوت معنی داری ندارند. کازبکوف و همکاران (۲۰۰۹) میزان شاخص بازده را برای شبکه های بررسی شده‌ی خود بین ۰/۴۵ تا ۰/۹۷ به دست آوردند. شاهرخ نیا و جوان (۲۰۰۵) مقدار این شاخص را ۰/۷۹ گزارش نمودند که کمی بیشتر از مقدار به دست آمده در این تحقیق (۰/۷۵) است.

با توجه به جدول ۵ نیز مشاهده می گردد که شاخص اعتمادپذیری در بیشتر نهرها بیشتر از ۰/۲ بوده و در وضعیت ضعیف قرار می گیرد. طبق جدول ۶ در هر ۴ آبیاری انجام شده، شاخص عدالت توزیع آب بیشتر از ۰/۲۵ بوده و در حد ضعیف براورد می گردد. میزان دو شاخص عدالت توزیع آب و اعتمادپذیری در چهار شبکه بررسی شده به وسیله‌ی کازبکوف و همکاران (۲۰۰۹) به ترتیب در محدوده‌ی ۰/۱۲ تا ۱/۰ و ۰/۷۱ تا ۰/۷۹ متغیر بود. همچنین، شاهرخ نیا و جوان (۲۰۰۵) مقادیر این دو شاخص را به ترتیب ۰/۴۱ و ۰/۳۵ گزارش نمودند؛ بنابراین، اگرچه این دو شاخص عملکرد نهر ادامه‌ی سمت چپ درودزن نسبت به نهر های دو تحقیق وضعیت بهتری داشته، لیکن با توجه به حدود ارائه شده به وسیله‌ی مولدن و گیتس (۱۹۹۰) از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست

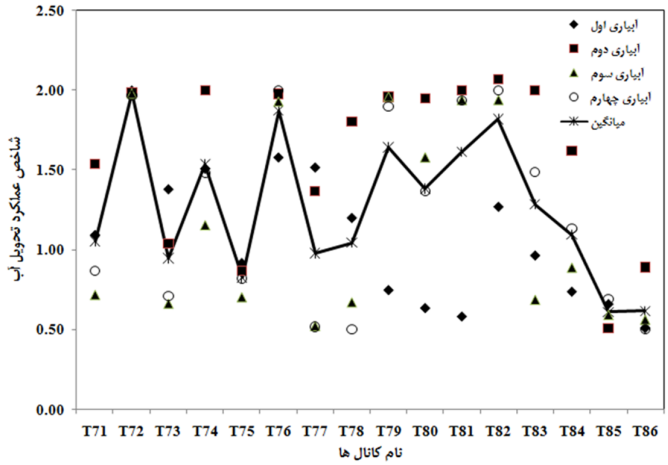
شکل ۲ مقادیر شاخص عملکرد تحویل آب را در نهر های بررسی شده نشان می دهد. طبق اندازه گیری های میدانی در نوبت آبیاری اول نسبت شاخص عملکرد تحویل آب برای ۱۶ نهر درجه‌ی ۳ اعداد مختلفی به دست آمده

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج محاسبات شاخص کفایت تحویل آب

شاخص کفایت تحویل آب					
نام نهر	آبیاری اول	آبیاری دوم	آبیاری سوم	آبیاری چهارم	میانگین
T_{71}	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۲	۰/۸۷	۰/۹۰ ab
T_{72}	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰ a
T_{73}	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/٦٦	۰/۷۱	۰/۸٤ abc
T_{74}	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰ a
T_{75}	۰/۹۲	۰/۸۷	۰/۷۰	۰/۸۲	۰/۸۳ abc
T_{76}	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰ a
T_{77}	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۵۲	۰/٤۰	۰/۷۳ bc
T_{78}	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/٦۷	۰/۵۱	۰/۷۹ abc
T_{79}	۰/۷۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹٤ ab
T_{80}	۰/٦۳	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۱ ab
T_{81}	۰/۵۸	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۰ ab
T_{82}	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰ a
T_{83}	۰/۹٦	۱/۰۰	۰/٦۹	۱/۰۰	۰/۹۱ ab
T_{84}	۰/۷٤	۱/۰۰	۰/۸۹	۱/۰۰	۰/۹۱ ab
T_{85}	۰/٦٦	۰/۵۱	۰/۵۹	۰/٦۹	۰/٦۱ c
T_{86}	۰/۵۱	۰/۸۹	۰/۵٦	۰/۵۱	۰/٦۲ c
میانگین	۰/۸۶ ab	۰/۹۵ a	۰/۸۱ b	۰/۸۴ ab	۰/۸۷



شکل ۲- مقادیر شاخص عملکرد تحویل آب در نهرهای مختلف

است که حداکثر آن ۲ و حداقل آن ۰/۵۱ است. مطلوب ترین مقدار این نسبت برای هر سامانه آبیاری ۱ است. مقادیر کوچکتر از ۱ نشان دهنده‌ی ناکافی بودن آب، و مقادیر بزرگتر از ۱ نشان دهنده اتلاف آب در سامانه است. با این توصیف در نوبت آبیاری اول در نهرهای

www.SID.ir

Archive of SID

T_{86}, T_{85}, T_{84}, T_{83}, T_{81}, T_{80}, T_{79}, (نهرهای میانی و پایین دست) کشاورزان با کمبود آب آبیاری روبرو هستند. در نهرهای T_{82}, T_{78}, T_{77}, T_{76}, T_{74}, T_{73}, T_{72} (نهر های ابتدایی یا بالا دست) آب به مقدار بیشتر از لازم تحویل می گردد، و در واقع اتلاف آب وجود داشته و فقط در نهر T_{71} عملکرد تحویل آب تقریباً مطلوب است، و مناطق پایین دست نهر با عدم ارائه مطلوب تحویل آب روبرو هستند.

نتایج شاخص نسبت عملکرد تحویل آب در نوبت آبیاری دوم نشان می دهند که در نهر های $T_{79}, T_{78}, T_{77}, T_{76}, T_{74}, T_{72}, T_{71}, T_{84}, T_{83}, T_{82}, T_{81}, T_{80}$ (نهرهای میانی و ابتدایی) آب به مقدار بیشتر از نیاز تحویل گردیده و در نهرهای T_{86}, T_{75}, T_{85} کمبود تحویل آب وجود داشته است. فقط در نهر T_{73} نسبت عملکرد تحویل آب مطلوب بوده است. حداکثر نسبت عملکرد تحویل آب در این نوبت آبیاری ۲/۰۷ و حداقل ۰/۵۱ بوده است.

در نوبت آبیاری سوم حداکثر نسبت عملکرد تحویل آب ۱/۹۸ و حداقل آن ۰/۵۲ بوده است. در نهرهای $T_{74}, T_{72}, T_{82}, T_{81}, T_{80}, T_{79}, T_{76}$, آب به مقدار بیشتر از نیاز تحویل گردیده است. در نهرهای $T_{85}, T_{84}, T_{83}, T_{78}, T_{77}, T_{75}, T_{73}, T_{71}, T_{86}$ کمبود تحویل آب وجود داشته است

جدول ۴- نتایج محاسبات شاخص بازدهی تحویل آب

شاخص بازدهی تحویل آب					
نام نهر	آبیاری اول	آبیاری دوم	آبیاری سوم	آبیاری چهارم	میانگین
T_{71}	۰/۹۱	۰/٦٥	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۹ ab
T_{72}	۰/٤۳	۰/۵۱	۰/٤۲	۰/۵۱	۰/٤۷ e
T_{73}	۰/۷۲	۰/۹٦	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۹۲ a
T_{74}	۰/٦٦	۰/۵۰	۰/۸۷	۰/٦۷	۰/٦۸ bcde
T_{75}	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰ a
T_{76}	۰/٦۳	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/٤۹	۰/۵٤ e
T_{77}	۰/٦٦	۰/۷۳	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۵ abc
T_{78}	۰/۸۳	۰/۵۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۸۵ abc
T_{79}	۰/۳٤	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۳	۰/٤۷ e
T_{80}	۰/۵۸	۰/۵۱	۰/٦۳	۰/۷۳	۰/٦۱ de
T_{81}	۱/۰۰	۰/٤۸	۰/۵۱	۰/۵۲	۰/٦۳ cde
T_{82}	۰/۷۸	۰/٤۸	۰/۲۵	۰/٤۹	۰/۵۰ e
T_{83}	۱/۰۰	۰/٤۹	۱/۰۰	۰/٦۷	۰/۷۹ abcd
T_{84}	۱/۰۰	۰/٦۲	۱/۰۰	۰/۸۸	۰/۸۷ ab
T_{85}	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰ a
T_{86}	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰ a
میانگین	۰/۷۸a	۰/۶۶b	۰/۷۹ a	۰/۷۸ a	۰/۷۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵-مقادیر شاخص اعتمادپذیری تحویل آب

نام نهر	شاخص اعتمادپذیری تحویل آب
T_{71}	۰/۳٤
T_{72}	۰/۰۸
T_{73}	۰/۳۵
T_{74}	۰/۲۳
T_{75}	۰/۱۱
T_{76}	۰/۱۱
T_{77}	۰/٦
T_{78}	۰/٥٦
T_{79}	۰/٥٦
T_{80}	۰/٤
T_{81}	۰/٤۳
T_{82}	۰/۲
T_{83}	۰/٤٥
T_{84}	۰/۳٥
T_{85}	۰/۱۳
T_{86}	۰/۳
میانگین	۰/۳۱

جدول ۶-مقادیر شاخص عدالت توزیع آب

نوبت آبیاری	شاخص عدالت توزیع آب
۱	۰/۴۰
۲	۰/۳۱
۳	۰/۵۲
۴	۰/۴۷
میانگین	۰/۴۲

در نوبت آبیاری چهارم در نهرهای $T_{86}, T_{85}, T_{78}, T_{77}, T_{75}, T_{73}, T_{71}$ کشاورزان کمبود تحویل آب را داشته اند. در نهرهای $T_{72}, T_{84}, T_{83}, T_{82}, T_{81}, T_{80}, T_{79}, T_{76}, T_{74}$ نسبت عملکرد تحویل آب بیشتر از مقدار مجاز است.

جدول ۷- مقادیر شاخص اندازه بده

نام نهر	شاخص اندازه بده				
	آبیاری اول	آبیاری دوم	آبیاری سوم	آبیاری چهارم	میانگین
T_{71}	۰/۴۹	۰/۶۵	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۵۰ efgh
T_{72}	۱/۳۶	۱/۰۹	۱/۵۱	۱/۳۰	۱/۳۱ ab
T_{73}	۰/۵۹	۰/۴۱	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۴۳ fgh
T_{74}	۱/۰۰	۱/۲۳	۰/۹۹	۱/۱۰	۱/۰۸ abc
T_{75}	۰/۶۰	۰/۵۲	۰/۵۹	۰/۶۰	۰/۵۸ defgh
T_{76}	۱/۰۴	۱/۲۲	۱/۶۵	۱/۴۹	۱/۳۵ a
T_{77}	۱/۰۰	۰/۸۴	۰/۱۹	۰/۴۴	۰/۶۲ defg
T_{78}	۰/۸۷	۱/۲۳	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۷۷ cdef
T_{79}	۰/۳۱	۰/۶۸	۰/۸۱	۱/۰۰	۰/۷۰ cdef
T_{80}	۰/۵۵	۱/۴۵	۱/۴۰	۱/۵۴	۱/۲۳ ab
T_{81}	۰/۳۱	۰/۹۳	۱/۰۶	۱/۳۵	۰/۹۱ bcde
T_{82}	۰/۴۴	۰/۶۰	۰/۶۸	۰/۹۲	۰/۶۶ cdef
T_{83}	۰/۷۰	۱/۲۸	۰/۵۱	۱/۴۰	۰/۹۷ abcd
T_{84}	۰/۵۲	۱/۰۰	۰/۶۴	۱/۰۵	۰/۸۰ cdef
T_{85}	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۲۴	۰/۱۷ h
T_{86}	۰/۱۷	۰/۲۷	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۲ gh
میانگین	۰/۶۳b	۰/۸۴a	۰/۷۲ ab	۰/۸۶ a	۰/۷۶

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸ – مقادیر شاخص های اراضی کشت شده و آب بهای جمع آوری شده

	نام نهر	نام شاخص
	اراضی کشت شده	آب بهای جمع آوری شده
T_{71}	۰/۳۰	۰/۷۳
T_{72}	۰/۵۳	۰/۷۲
T_{73}	۰/۳۳	۰/۷۰
T_{74}	۰/۸۷	۰/۶۸
T_{75}	۰/۴۵	۰/۶۵
T_{76}	۰/۵۱	۰/۷۱
T_{77}	۰/۶۴	۰/۶۲
T_{78}	۰/۵۵	۰/۵۵
T_{79}	۰/۶۱	۰/۴۸
T_{80}	۰/۷۷	۰/۴۵
T_{81}	۰/۵۷	۰/۴۳
T_{82}	۰/۳۲	۰/۴۱
T_{83}	۰/۷۶	۰/۴۲
T_{84}	۰/۶۷	۰/۳۹
T_{85}	۰/۲۲	۰/۴۰
T_{86}	۰/۲۷	۰/۳۸
میانگین	۰/۵۲	۰/۵۴

حداکثر شاخص عملکرد تحویل آب ۱/۹۷ و حداقل آن ۰/۵۱ است. با بررسی چهار نوبت آبیاری و نسبت عملکرد تحویل آب مشخص شد که حداقل مقدار شاخص عملکرد تحویل آب در نوبت آبیاری چهارم، مربوط به نهر T_{86} و برابر با ۰/۵۱ است. حداکثر شاخص عملکرد تحویل آب مربوط به نهرهای T_{72} در نوبت آبیاری اول، نهرهای T_{74}, T_{81}, T_{83} در نوبت آبیاری دوم و نهرهای T_{76}, T_{82} ، در نوبت آبیاری چهارم است و مقدار آن برابر با ۲ است. از نظر آماری، شاخص عملکرد تحویل آب در آبیاری دوم به طور معنی داری از سه آبیاری دیگر بیشتر شده است.

جدول ۷ مقادیر شاخص مقدار یا اندازه‌ی بده را در چهار نوبت آبیاری نشان می دهد. میانگین شاخص مقدار بده در چهار نوبت آبیاری ۰/۶۳ ، ۰/۸۴ ، ۰/۷۲ و ۰/۸۶ است؛ بنابراین، میزان بده واقعی نسبت به بده طراحی تناسبی نداشته که این موضوع با توجه به کاهش مساحت اراضی کشت شده، بیانگر توزیع ضعیف آب در شبکه است. این شاخص در آبیاری اول به طور معنی داری از آبیاری دوم و چهارم بیشنر شده است. در دو نهر انتهایی نیز میانگین این شاخص از سایر نهر ها کمتر شده است.

مقادیر شاخص‌های اراضی کشت شده و آب بهای جمع آوری شده در جدول ۸ آورده شده اند که نتایج بررسی آنها به شرح زیراند. شاخص اراضی کشت شده نشان می‌دهد که وضعیت مساحت اراضی قابل آبیاری در ابتدا در مقابل وضعیت موجود به چه صورت است. طبق محاسبات محاسبات انجام شده برای ۱۶ نهر، مقدار میانگین این شاخص برابر با ۰/۵۲ و بیانگر این است که فقط حدود ۵۲ درصد مساحت اراضی به زیر کشت رفته و مابقی بدون کشت باقی مانده اند. این موضوع باعث کاهش تولید و درآمد کشاورزان گردیده است.

نتایج بررسی شاخص آب بهای جمع‌آوری شده نشان می‌دهد که به طور میانگین، ۰/۵۴ درصد از درامد فروش آب به حساب شرکت بهره‌برداری واریز گردیده است. این موضوع باعث تضعیف بنیه مالی شرکت در خدمات رسانی به کشاورزان می گردد. ضمناً این نکته قابل ذکر است که کشاورزان بالا دست، به علت دریافت مقدار آب بیشتر، در پرداخت آب بها نسبت به کشاورزان پایین دست نهر بهتر عمل کرده‌اند.

نتیجه گیری و پیشنهادها

نتایج حاصل از محاسبات شاخص های عملکرد تحویل آب، عملکرد کفایت آبیاری و بازدهی تحویل آب در چهار نوبت آبیاری نشان دهنده‌ی آن است که در تعدادی از نهر ها، آب به مقدار بیشتر از نیاز (تا ۲ برابر) و در تعدادی دیگر به میزان کمتر از مورد نیاز (تا ۵۰ درصد) به مزارع تحویل شده است. مقایسه‌ی میانگین ها نیز نشان داد که به طور کلی در آبیاری دوم به طور معنی داری نسبت به سایر آبیاری ها، آب بیشتری تحویل شده است. همچنین در دو نهر انتهایی، با دریافت آب به اندازه حدود ۶۰٪ لازم، کمترین میزان آب دریافت گردیده است. به طور کلی نهر های واقع در طرف چپ نهر اصلی، آب بیشتری را نسبت به نهرهای سمت راست دریافت داشته اند.

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر شاخص های عدالت توزیع آب و اعتمادپذیری برای شبکه به ترتیب برابر با ۰/۴۲ و ۰/۳۱ شد. بنابراین عملکرد شبکه از لحاظ عدالت توزیع آب در مکان و زمان وضعیت مطلوب نداشته و در رده ضعیف قرار می گیرد. میانگین دو شاخص اراضی کشت شده و آب بهای جمع آوری شده نیز به ترتیب برابر با ۰/۵۲ و ۰/۵۴ بود که از این جنبه ها نیز شبکه وضعیت مناسبی نداشته است.

نتایج این تحقیق نشان دادند که به طور کلی وضعیت تحویل و توزیع آب در ادامه‌ی نهر سمت چپ درودزن، از نظر شاخص های بررسی شده مطلوب نبوده اند. با توجه به اینکه شاخص های استفاده شده علل به وجود آمدن عملکرد مناسب یا نامناسب شبکه را نشان نمی دهند، می توان با انجام بررسی های دیگر علل عملکرد ضعیف یا مناسب شبکه را تعیین نمود. بررسی های میدانی و بررسی های قبلی در شبکه‌ی درودزن نشان می دهند که تحویل آب در ابتدای نهر های مورد بررسی به صورت دقیق یا حجمی صورت نگرفته و بیشتر بر اساس تجربه میراب ها است. حتی میراب ها اطلاع دقیقی از روابط هیدرولیکی حاکم بر دریچه های تحویل آب را ندارند؛ بنابراین، پیشنهاد می گردد که یک برنامه مدیریتی جامع و دقیق برای کل شبکه تهیه و با احداث سازه های مناسب اندازه گیری و تحویل آب در ابتدای نهرهای درجه ۳، آب را به صورت حجمی تحویل نمود. به میراب ها آموزش کافی درخصوص نحوه‌ی استفاده از روابط دریچه ها و تحویل آب داده شود. به کشاورزان آموزش و مشارکت بیشتری در امر تحویل آب داده شود تا انگیزه بیشتری برای پرداخت آب بها و همکاری با مدیران شبکه پیدا کنند. لازم است با پایش مستمر عملکرد شبکه، بهبود عملکرد شبکه را ارزیابی و نقاط ضعف موجود را برطرف نمود.

قدردانی

نویسندگان از همکاری شرکت بهره برداری از شبکه های آبیاری و زهکشی استان فارس، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و شرکت سهامی آب منطقه ای فارس در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می نمایند.

منابع

۱) زحمتکش، م.، و منتظر، ع.ا. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد تعدادی از شبکه های آبیاری جهان با استفاده از شیوه مقایسه ای و تحلیل داده کاوی. نشریه آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵(۵): ۱۰۴۲-۱۰۵۷.

۲) سنائی جهرمی، ص.، ۱۳۷۴. مدیریت انتقال و توزیع آب در شبکه آبیاری و زهکشی درودزن. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. شیراز. ایران.

۳) شاهرخ نیا، م. ع.، جوان، م. ۱۳۸۵. بررسی شاخصهای عملکرد آبیاری در شبکه درودزن، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۷(۲۹): ۴۵-۳۳.

۴) شرکت سهامی آب منطقه ای فارس. ۱۳۹۰. مطالعات ارزیابی عملکرد، پایش مدیریت بهره برداری و نگهداری، بهبود، ترمیم و بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی درودزن. جلد ۹، بررسی و تحلیل وضع موجود و عملکرد مدیریت بهره برداری و نگهداری شبکه و تاسیسات.

۵) فرخی، م.، کامگار حقیقی، ع.ا.، سپاسخواه، ع.، زندپارسا، ش.، هنر، ت. ۱۳۹۳. تغییرات زمانی و مکانی آب توزیع شده در نهر های شبکه سد درودزن. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۴(۸): ۶۸۴-۶۹۳.

۶) منتظر، ع.ا. و پاشازاده، ن. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد توزیع آب در شرایط مختلف بهره برداری نهر اصلی غرب شبکه آبیاری دز با استفاده از مدل هیدرولیکی CANALMAN. نشریه آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵(۱): ۱۲۵-۱۳۹.

7) Bos, M.G. 1997. Performance indicators for irrigation and drainage. Irrigarion and Drainage Systems 11: 119-137.

8) Cakmak, B., Kibaroglu, A., Kendirli, B., and Gokalp, Z. 2010. Assessment of the irrigation performance of transferred schemes in Turkey: a case study analysis. Irrigation and Drainage 59: 138-149.

9) Javan, M., Sanaee- Jahromi, S. and Fiuzat, A. A. 2002. Quantifying management of irrigation and drainage systems. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE 128 (1): 19-25.

10) Kazbekov, J., Abdullaev, I., Manthrithilake, H., Qureshi, A., and Jumaboev, K. 2009. Evaluating planning and delivery performance of water user associations (WUAs) in Osh Province,

www.SID.ir

Archive of SID

Kyrgyzstan. Agricultural Water Management 96: 1259-1267.
11) Kharrou, M.H., Page, M.L., Chehbouni, A., Simonneaux, V., Er-Riki, S., Jarlan, L., Ouzine, L., Khabba, S., and Chehbouni, G. 2013. Assessment of equity and adequacy of water delivery in irrigation systems using remote sensing-based indicators in semi-arid region, Morocco. Water Resources Management 27: 4697-4714.
12) Molden, D.J. and Gates, T.K. 1990. Performance measures for evaluation of irrigation- water- delivery system. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE 116: 804-23.
13) Sanaee- Jahromi, S., Depweg, H and Feyen, J. 2000. Water delivery performance in the Doroodzan Irrigation Scheme, Iran. Irrigation and Drainage Systems, 14: 207-222.
14) Shahrokhnia, M. A., and Javan, M. 2005. Performance assessment of Doroodzan irrigation network by steady state hydraulic modeling. Irrigation and Drainage Systems, 19: 189- 206.
15) Vaez Tehrani, M., Monem, M.J., and Bagheri, A. 2013. A system dynamics approach to model rehabilitation of irrigation networks case study: Qazvin irrigation network, Iran. Irrigation and Drainage 62: 193-207.
16) Zardari, N. and Cordery, I. 2010. Estimating the effectiveness of a rotational irrigation delivery system: a case study from Pakistan. Irrigation and Drainage 59: 277-290.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir