نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۶، جلد ۱۲، بهمن - اسفند ۱۳۹۷، ص. ۱۴۴۷-۱۴۳۵

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 12, Feb.-Mar. 2019, p. 1435-1447

ارزیابی عملکرد هیدرولیکی و بهره‌برداری دریچه‌های مدول نیرپیک در کانال اصلی توزیع آب (مطالعه موردی: شبکه آبیاری یامچی، اردبیل)

امین کانونی[1*]، منوچهر پوریامنش[2]، محمدرضا نیکپور[3]، اتابک فیضی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۱۰

چکیده

در این پژوهش عملکرد هیدرولیکی و بهره‌برداری دریچه‌های مدول نیرپیک آبگیرهای واقع بر کانال اصلی توزیع آب در شبکه آبیاری یامچی (اردبیل) در سال ۹۵-۱۳۹۴ مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام پژوهش، محدوده‌ای به طول چهار کیلومتر با ۷ آبگیر و مساحت تحت پوشش ۲۳۷۵ هکتار انتخاب و سپس در طول دوره بهره‌برداری، سرعت جریان در نقاط مشخص توسط مولینه اندازه‌گیری و با تعیین سطح مقطع جریان، دبی ورودی به آبگیرها محاسبه شد. با اندازه‌گیری دبی جریان تحویل داده شده به آبگیرها و مقایسه آن‌ها با دبی اسمی، خطای نسبی دریچه‌های مدول نیرپیک تعیین شد. در ادامه با محاسبه شاخص‌های کفایت، راندمان، پایداری و عدالت تحویل آب، عملکرد بهره‌برداری کانال توزیع در تحویل آب به بهره‌برداران ارزیابی شد. تحلیل نتایج به دست آمده نشان داد که دقت اندازه‌گیری جریان در همه آبگیرها بالا بوده و تحویل آب به بهره‌برداران با خطای کمی صورت گرفته به طوری که حداکثر خطای نسبی برابر ۱۰/۶ درصد بود. همچنین محاسبه و بررسی شاخص‌های ارزیابی عملکرد نشان داد در صورت استفاده از آب مورد نیاز اراضی کشاورزی در تعیین شاخص‌های ارزیابی، عملکرد کانال توزیع آب از بابت شاخص کفایت تحویل آب، ضعیف بوده ولی بر اساس شاخص‌های راندمان، پایداری و عدالت تحویل آب، در سطح خوب قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: آبگیر نیرپیک، ارزیابی، تحویل آب، شبکه آبیاری، یامچی

مقدمه

سهم بالای بخش کشاورزی در مصرف منابع آب تجدیدپذیر کشور و محدودیت روزافزون آن در سال‌های اخیر، ضرورت استفاده بهینه از آن در شبکه‌های آبیاری را بیش از پیش نمایان می‌سازد. عملکرد ضعیف شبکه‌های آبیاری در توزیع و تحویل آب بین مصرف‌کنندگان، باعث افزایش تلفات آب و کاهش بهره‌وری مصرف آب در بخش کشاورزی می‌شود. از جمله عواقب ناکارآمدی شبکه‌های آبیاری، می‌توان به تحویل و توزیع نامناسب آب در کانال‌ها و انشعابات و به تبع آن توزیع نامناسب آن در سطح اراضی کشاورزی اشاره نمود. کلمنز و ددریک، توزیع و تحویل مناسب آب در سامانه‌های آبیاری را منوط به بهبود و اصلاح شیوه‌های مدیریت آب، کنترل تحویل آب با بهره‌برداری از سازه‌های هیدرولیکی مناسب و مدیریت سیستم کانال‌ها دانستند (Clemmens and Dedrick., 1984). بنابراین می‌توان گفت که ارزیابی عملکرد هیدرولیکی و بهره‌برداری کانال و سازه‌های هیدرولیکی آن، اولین قدم در جهت شناسایی نقاط ضعف و قوت شبکه‌های آبیاری است. در صورتی‌که عملکرد تحویل و توزیع آب به نقاط مختلف شبکه مورد بررسی قرار گیرد می‌توان راهکارهای مناسبی برای بهبود آن پیشنهاد داد. در همین راستا مطالعات و پژوهش‌های زیادی به‌منظور ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری در طول دوره بهره‌برداری انجام شده است که می‌توان به خلاصه‌ای از آن‌ها اشاره کرد.

عملکرد هیدرولیکی و بهره‌برداری سازه‌های کنترل جریان آب در شبکه‌های آبیاری دردوزن و زاینده‌رود طی تحقیقی توسط سالمی (۱۳۷۵) ارزیابی شد. در این تحقیق دو سیستم کنترل با طراحی نیرپیک (شبکه آبیاری زاینده‌رود) و روش USBR (شبکه دردوزن فارس) بررسی و سازه‌های مناسب از لحاظ هیدرولیکی و بهره‌برداری توصیه گردید. بر اساس نتایج به‌دست آمده پیشنهاد شد مدیریت یکپارچه‌سازی اراضی که باعث استفاده بهینه از منابع آب شده و راندمان آبیاری را افزایش می‌دهد در این شبکه‌ها اعمال شود.

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۴- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه محقق
(*- نویسنده مسئول: Email: amin.kanooni@uma.ac.ir)

اخوان‌گیگلو (۱۳۷۷)، در تحقیقی تعدادی از سازه‌های کنترل جریان در شبکه آبیاری مغان را از لحاظ هیدرولیکی و بهره‌برداری مورد بررسی و مطالعه قرار داد. نتایج نشان داد که دقت اندازه‌گیری دبی در دریچه‌های کشویی در حد تقریباً پایینی (۸۵/۵ درصد) قرار دارد. نهایتاً بر اساس نتایج تحقیق، استفاده از دریچه‌های مدول نیرپیک به جای دریچه‌های کشویی توصیه گردید. عباسی (۱۳۷۹) ضمن بررسی مشکلات بهره‌برداری شبکه آبیاری ورامین، استفاده نادرست سازه‌های آبگیر، دستکاری دریچه‌ها و تنظیم‌کننده‌های جریان و انباشت رسوبات در پشت دریچه‌های آبگیر را از عوامل پایین‌بودن عملکرد شبکه عنوان کرده است. پاسبان‌عیسی‌لو و همکاران (۱۳۸۵)، در تحقیقی بر روی یکی از کانال‌های درجه دو شبکه آبیاری و زهکشی مغان، نشان دادند که دبی واقعی عبوری از دریچه‌های اصلی بین ۴/۸۶ تا ۲۴/۰۱ درصد بیش‌تر از دبی تئوری و در دریچه‌های آبگیر مزارع به طور متوسط بین ۱۱/۴۵ تا ۳۸/۴ درصد کم‌تر از دبی تئوری بوده است. تحقیقی با هدف کاربرد مدل هیدرودینامیکی کانالمن[1] در ارزیابی عملکرد توزیع آب در شرایط مختلف بهره‌برداری کانال اصلی غرب شبکه آبیاری دز، توسط منتظر و پاشازاده (۱۳۹۰) انجام شد. شبیه‌سازی شرایط واقعی با استفاده از مدل واسنجی شده، نشان داد که از میان شاخص‌های ارزیابی عملکرد ارایه شده توسط مولدن و گیتس (Molden and Gates., 1990)، شاخص‌های کفایت و عدالت توزیع آب در آبگیرها در وضعیت متوسط و شاخص‌های راندمان و اعتمادپذیری تحویل آب در شرایط ضعیفی قرار دارند. دینداراو و همکاران (۱۳۹۰)، در تحقیقی از شاخص هیدرومدول که برابر نسبت میزان آب تحویلی توسط شرکت بهره‌برداری به هر کانال فرعی به مساحت زمین زیر پوشش آن کانال است، برای بررسی عدالت توزیع آب در کانال اردیبهشت شبکه آبیاری درودزن استفاده کردند. نتایج حاکی از عدم رعایت عدالت در توزیع آب بین کانال‌های فرعی در شبکه مورد مطالعه بوده است. عملکرد کانال اصلی واحد عمرانی شماره یک شبکه آبیاری تجن با تعیین شاخص‌های راندمان، کفایت، عدالت و پایداری تحویل آب توسط مددی و همکاران (۱۳۹۳) مورد ارزیابی قرار گرفت. توزیع سنتی آب در شبکه با وجود مکانیزه بودن آن، عدم توجه به نیاز آبی واقعی هر آبگیر و ضعف در نگهداری و تعمیر سازه‌های کنترل و آبگیر، دلیل پایین‌بودن عملکرد بهره‌برداری کانال مورد مطالعه بوده است. بهبود عملکرد کانال مورد مطالعه به رفع موانع و استفاده از راهکارهای مدیریتی در بهره‌برداری شبکه عنوان شده است. مطالعه‌ای که توسط سالمی (۱۳۹۳) برای ارزیابی عملکرد هیدرولیکی سازه‌های تنظیم سطح آب و آبگیرها در شبکه‌های آبیاری زاینده‌رود و درودزن انجام شد نشان داد که بین دبی واقعی تحویلی به مزارع با دبی اسمی آن در شبکه آبیاری درودزن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد ولی این تفاوت در شبکه آبیاری زاینده‌رود معنی‌دار نبود. دریچه‌های مدول نیرپیک به دلیل معنی‌دار نبودن تفاوت دبی واقعی و اسمی و کم‌بودن خطای نسبی در آن‌ها به عنوان برترین سازه تنظیم جریان و دریچه آمیل و سرریز نوک‌اردکی به دلیل دارا بودن حداقل خطای نسبی و معنی‌دار نشدن تفاوت افت انرژی اندازه‌گیری شده و مجاز، به عنوان برترین تنظیم‌کننده سطح آب معرفی شدند. محمدی و همکاران (۱۳۹۶) عملکرد هیدرولیکی سازه‌های تنظیم و توزیع آب در شبکه آبیاری ورامین را با استفاده از تجهیزات دقیق اندازه‌گیری، ارزیابی کردند. اندازه‌گیری دبی تحویلی در آبگیرهای نیرپیک و مقایسه آن با دبی اسمی آن‌ها، نشان داد که ۲۲ درصد بیش‌تر از مقدار مورد نیاز آب تحویل داده شده که دلیل آن عملکرد نامناسب سرریزهای نوک‌اردکی در تنظیم سطح آب، انباشت رسوب و فرار آب از اطراف دریچه‌ها بوده است.

ارزیابی اهداف طراحی در طرح آبیاری واقع در حوضه گدیز[2] در ترکیه با ۱۳ تشکل آب‌بران[3] توسط آکوزو و همکاران (Akkuzu et al., 2007) با به‌کارگیری شش شاخص ارزیابی عملکرد (سطح تحقق راندمان آبیاری، سطح تحقق الگوی کشت، قابلیت اطمینان، کفایت، راندمان و عدالت) برای دوره ۲۰۰۲-۱۹۹۹ انجام شد. نتایج نشان داد که عملکرد هفت تشکل آب‌بران از بابت سطح تحقق راندمان آبیاری و چهار تشکل از بابت سطح تحقق الگوی کشت موفقیت‌آمیز بوده است. تحویل آب در کل طرح آبیاری با توجه به شاخص‌های قابلیت اطمینان‌پذیری و عدالت ضعیف بوده و از بابت شاخص‌های کفایت و راندمان تحویل، خوب بوده است. پیشنهاد شد به منظور بهبود شاخص عدالت، تحویل آب به تشکل‌های آب‌بران منطبق بر نیازهای آبی پیش‌بینی شده طرح آبیاری باشد. کازبکوف و همکاران عملکرد آبیاری چهار تشکل آب‌بران در استان اوش[4] در قرقیزستان را با استفاده از شاخص‌های کفایت، راندمان، قابلیت اطمینان‌پذیری و عدالت برای فصول آبیاری دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ ارزیابی کردند. شاخص‌های قابلیت اطمینان‌پذیری و عدالت تحویل آب بین تشکل‌های آب‌بران ضعیف ارزیابی شد که برای بهبود آن‌ها پیشنهاد گردید که تخمین نیاز آبی اراضی کشاورزی بهبود یابد و مکانیزم درخواست آب و تحویل آن حجمی شود (Kazbekov et al., 2009). کورکماز و همکاران مطالعه‌ای را برای ارزیابی عملکرد تحویل آب در کانال‌های درجه دو و سه سامانه آبیاری منمن[5] در ترکیه در فصول آبیاری ۲۰۰۷-۲۰۰۵ انجام دادند. برای این منظور نسبت تامین آب در کانال‌های درجه دو

1- CANALMAN

2- Gediz
3- Water User Associations
4- Osh
5- Menemen

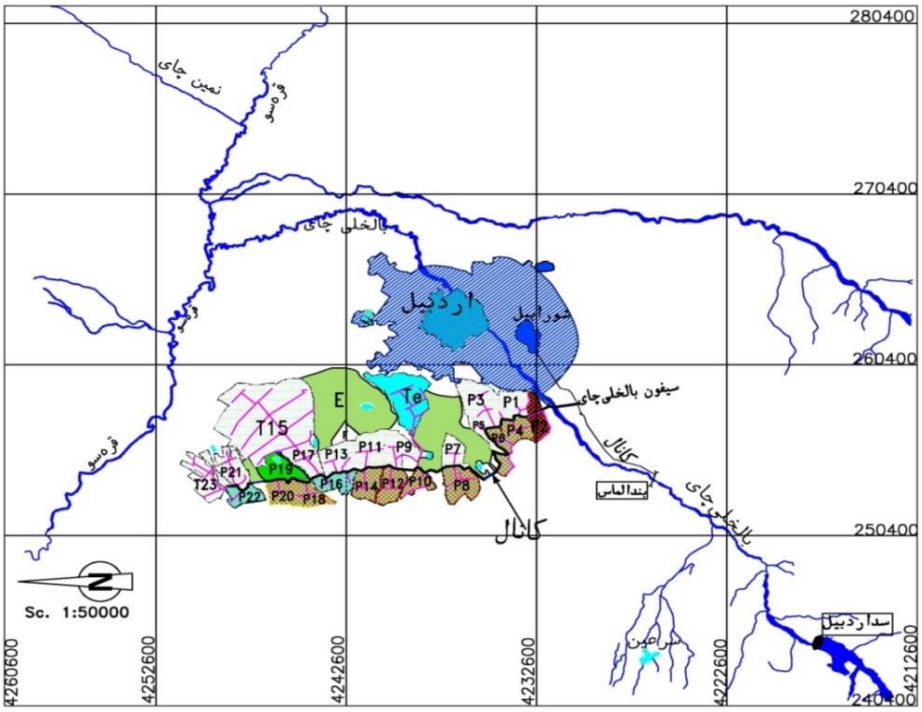
و شاخص‌های کفایت، راندمان، پایداری و عدالت تحویل آب در کانال‌های درجه سه تعیین شدند. نتایج نشان داد در ماه‌های ژولای و آگوست که منطبق بر زمان حداکثر نیاز آبی اراضی کشاورزی است نسبت تامین آب در کانال‌های درجه دو کم‌تر از واحد می‌باشد. با توجه به نتایج تعیین شاخص‌های ارزیابی عملکرد در کانال‌های درجه سه در سه سال مورد بررسی، هر چهار شاخص مورد استفاده در سطح ضعیف قرار داشته و تنها در سال ۲۰۰۵ شاخص راندمان تحویل آب در سطح متوسط بوده است. کاهش تلفات انتقال آب، تهیه برنامه توزیع آب در کانال‌های درجه سه و اندازه‌گیری و نظارت بر آبگیری کانال‌ها، به عنوان راه‌کارهای بهبود عملکرد تحویل آب عنوان شده است (Korkmaz et al., 2009). علی و همکاران برای ارزیابی سطح بهره‌برداری کانال درجه سه و اقدامات کشاورزان در مقایسه با سیستم‌های قدیمی به منظور اطلاع از اقدامات زارعین بعد از احیاء سیستم‌های موجود، مطالعه‌ای را در ناحیه کشاورزی واسات[1] در مصر که مهم‌ترین مرکز تولید برنج به شمار می‌رود انجام دادند. نتایج نشان داد که در حالت کلی بهره‌وری آب در شبکه‌های اصلاح شده بهبود یافته، که دلیل آن نقش تشکل‌های آب‌بران در مدیریت موفقیت‌آمیز شبکه توزیع آب بوده است. کمبود آب در کانال اصلی علی‌الخصوص در قسمت انتهایی آن و عدم برنامه‌ریزی برای تولید محصول توسط کشاورزان و تقاضای زیاد مزارع نسبت به تامین آب، مشکلات اصلی تحویل آب در شبکه آبیاری عنوان شده است (Aly et al., 2013). دیجن و همکاران عملکرد تحویل آب در ۱۵ آبگیر واقع در کانالی به طول ۱۰ کیلومتر از طرح آبیاری متاهارا[2] در اتیوپی با مساحت ناخالص ۱۱۵۰۰ هکتار را ارزیابی کردند. نتایج ارزیابی عملکرد با شاخص‌های مختلف نشان داد که میانگین تامین سالانه آب آبیاری ۲۴ درصد بیش‌تر از آب مورد تقاضا بوده است. تحویل آب در طول کانال‌های درجه سه کفایت مناسبی داشت و تلفات آب در داخل مزارع معنی‌دار نبود، ولی در کانال‌های توزیع و انتقال، تلفات معنی‌داری وجود داشت. ضعف مدیریت بهره‌برداری شبکه، دلیل تحویل ناعادلانه و غیر کارآمد آب بوده است (Dejen et al., 2015). نام و همکاران عملکرد تامین و تحویل آب به کانال درجه دو شبکه آبیاری دونژین[3] در کره‌جنوبی در دو سال متوالی ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ را با شاخص‌هایی مانند کفایت، راندمان، پایداری، و یکنواختی تحویل آب بررسی و نیز توزیع زمانی و مکانی آب تحویل داده شده به زمین‌های زیر پوشش کانال را ارزیابی کردند. ارزیابی نتایج در سال اول نشان داد که کانال مورد مطالعه از نظر شاخص‌های کفایت، راندمان و پایداری تحویل آب به ترتیب ضعیف، خوب و ضعیف بوده است. همچنین، کارآیی مصرف آب محصولات نسبتاً بالا بوده ولی آب مورد نیاز شبکه به موقع تامین نشده است. در ضمن، شاخص‌های کفایت و پایداری تحویل آب در سال دوم مطالعه بهبود داشته است (Nam et al., 2016).

افزایش حجم تخصیص آب از سد مخزنی یامچی به بخش شرب در سال‌های اخیر و کاهش جریان ورودی به مخزن به دلیل خشکسالی، باعث کاهش حجم جریان تخصیص یافته به بخش کشاورزی شده و دبی جریان ورودی به شبکه آبیاری تحت پوشش آن را تغییر داده است. این عوامل علاوه بر این که عملکرد سازه‌های هیدرولیکی شبکه را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بلکه عملکرد تحویل آب به آبگیرها را نیز تضعیف می‌نماید، به طوری که نارضایتی بهره‌برداران در تحویل و توزیع آب را به همراه داشته است. بررسی عملکرد بهره‌برداری و هیدرولیکی کانال‌های توزیع آب و سازه‌های مختلف در شبکه‌های آبیاری از راهکارهای مفید برای تعیین نقاط ضعف و قوت شبکه‌ها بوده و لذا نظر به اهمیت موضوع، در تحقیق حاضر ضمن بررسی عملکرد بهره‌برداری کانال توزیع آب در تحویل آب بین مصرف‌کنندگان، عملکرد هیدرولیکی دریچه‌های آبگیر موجود در شبکه آبیاری یامچی در اندازه‌گیری و تحویل مناسب آب، بررسی و مشکلات بهره‌برداری آن در تحویل آب به بهره‌بردارن، ارایه شده است.

مواد و روش‌ها

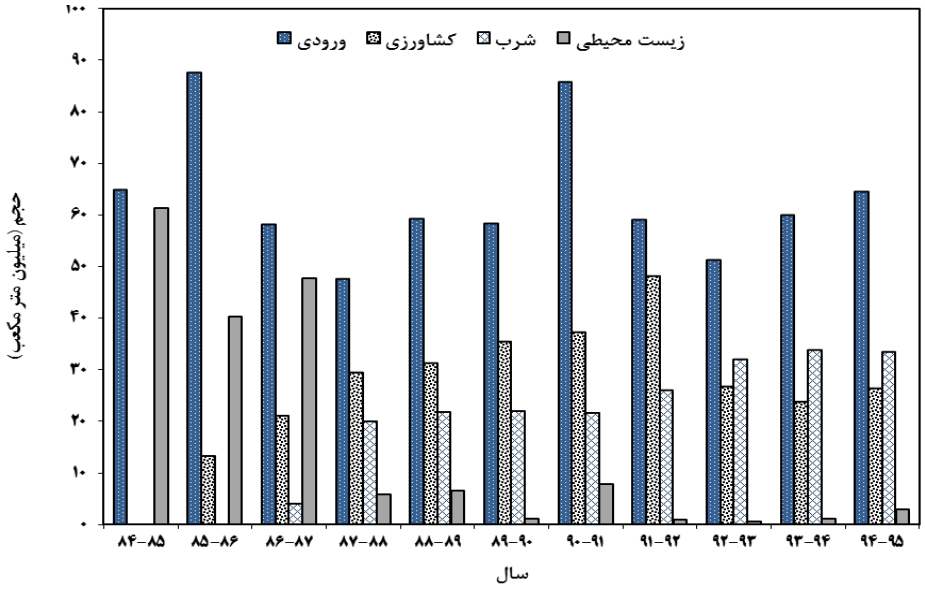
شبکه آبیاری یامچی در غرب و شمال شهر اردبیل، بین طول‌های جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی و عرض‌های ۳۸ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی واقع گردیده است. اراضی کشاورزی تحت پوشش این شبکه در سه واحد عمرانی مختلف آرایش یافته است، ولی به دلیل کمبود منابع آب در سال‌های اخیر و اولویت تخصیص آب به مصارف شرب، بهره‌برداری از شبکه آبیاری فقط در واحد عمرانی اول انجام می‌گیرد. برای تامین آب مورد نیاز اراضی کشاورزی شبکه، آب خروجی از سد یامچی در محل بند انحرافی الماس واقع بر روی رودخانه بالخلی‌چای، آبگیری شده و سپس توسط کانال آب‌آور تا حوالی روستای شام‌اسبی منتقل می‌گردد. از این محل جهت انتقال آب به واحد عمرانی اول از دو رشته سیفون معکوس و در ادامه از کانال اصلی توزیع آب به طول ۲۶/۵ کیلومتر تا انتهای شبکه استفاده می‌شود. اراضی واقع در واحد عمرانی اول به دو بخش شامل اراضی توسعه (حدود ۵ هزار هکتار) و بهبود (حدود ۲ هزار هکتار)، تقسیم می‌شوند و توسط ۲۴ آبگیر به صورت ثقلی و یا پمپاژ از کانال اصلی، آب دریافت می‌کنند. شکل ۱ موقعیت سد و شبکه آبیاری یامچی (واحد عمرانی اول) را نشان می‌دهد.

1- Wasat
2- Metahara
3- Dongjin



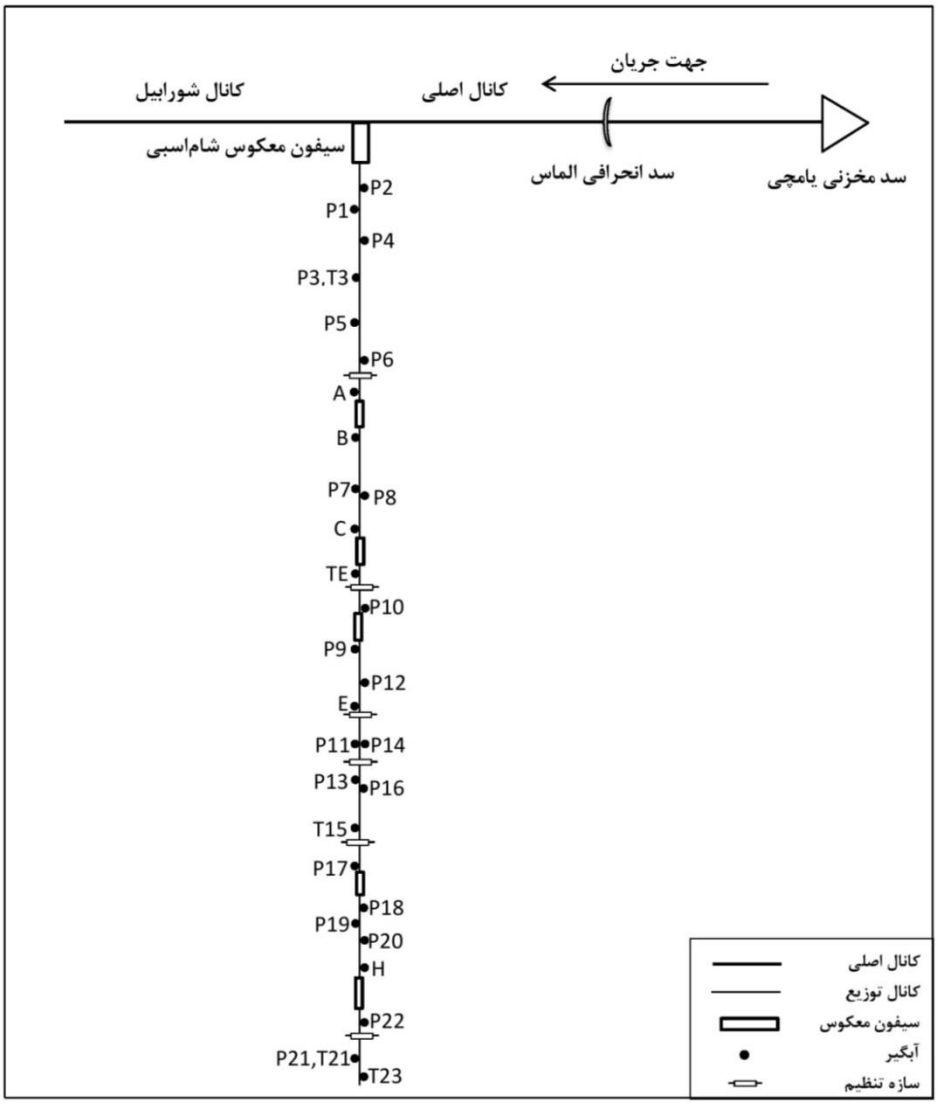
شکل ۱ – موقعیت مکانی سد و شبکه آبیاری یامچی و اراضی زیر پوشش آبگیرها

بر اساس آمار بهره‌برداری از سد مخزنی یامچی (برگرفته از آرشیو آمار و اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای اردبیل)، کاهش جریان ورودی به مخزن سد یامچی و افزایش حجم آب تخصیص یافته به بخش شرب در سال‌های اخیر، تامین درصد کم‌تری از نیاز بخش کشاورزی را به دنبال داشته است. شکل ۲ افزایش سهم آب شرب در طول ده سال بهره‌برداری سد و روند نزولی تخصیص آب به بخش کشاورزی در سال‌های اخیر را نشان می‌دهد. بیش‌ترین تخصیص آب به بخش کشاورزی مربوط به سال ۹۲-۹۱ با حجم ۴۸/۲ میلیون متر مکعب بوده که در سال‌های بعد از مقدار آن کاسته شده است.



شکل ۲- حجم آب تخصیص یافته به بخش‌های مختلف مصرف در طول دوره بهره‌برداری از سد یامچی

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، بازه‌ای به طول چهار کیلومتر (از کیلومتر ۰۰+۱۶ تا ۰۰+۲۰) از کانال اصلی توزیع آب و آبگیرهای موجود در آن می‌باشد، که از جنس بتن و مقطع ذوزنقه‌ای با عرض کف ۲/۲ متر، شیب طولی ۰/۵ در هزار و شیب جانبی ۱:۱/۵ است. انتخاب این محدوده به دلیل سهولت شرایط اندازه‌گیری جریان و عدم برداشت‌های مستقیم از کانال با استفاده از پمپ‌های سیار می‌باشد که در نقاط دیگر کانال معمول است. در این بازه تعداد هشت سازه آبگیری با نام‌های P9، P12، E، P11، P14، F، P13 و P16 ، دو عدد سرریز مایل ثابت و یک عدد سرریز نوک اردکی قرار دارد که به جز آبگیر P12 بقیه آبگیرها بهره‌برداری می‌شوند. سرریزهای مایل به فاصله حدود سه متر از آبگیرها (بعد از آبگیر) و سرریز نوک اردکی به فاصله حدود یک کیلومتر بعد از آبگیر P16 واقع شده که با ارتفاع یک متر اجرا شده بودند. دریچه‌های آبگیرها از نوع مدول نیرپیک (X1 و XX1) است که ۲۳۷۵ هکتار از اراضی واحد عمرانی اول را تحت پوشش قرار می‌دهند. شکل ۳ نمودار شماتیک کانال توزیع آب و جدول ۱ مشخصات آبگیرهای واقع در محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. قابل ذکر است که آبگیرهای P1 تا P6 به دلیل واقع شدن در محدوده شهر اردبیل و تغییر کاربری اراضی آن، در سال‌های اخیر بهره‌برداری نمی‌شوند.



شکل ۳ – نمودار شماتیک سد و اجزای شبکه آبیاری یامچی

جدول ۱- مشخصات دریچه‌های مدول نیرپیک در آبگیرهای محدوده مورد مطالعه

ردیف	نام آبگیر	فاصله از مبدا (کیلومتر)	نوع مدول	ظرفیت (لیتر بر ثانیه)	مساحت تحت پوشش (هکتار)
۱	P9	۱۶+۱۶۲	X1	۲۶۵	۲۳۰
۲	E	۱۶+۸۷۷	XX1	۳۵۰	۱۰۰۰
۳	P11	۱۷+۹۳۱	X1	۳۵۵	۳۴۰
۴	P14	۱۷+۹۳۲	X1	۲۷۰	۲۱۵
۵	F	۱۹+۳۶۰	XX1	۲۶۰	۲۰۰
۶	P13	۱۹+۴۹۸	X1	۲۶۰	۲۲۰
۷	P16	۱۹+۵۲۷	X1	۲۳۰	۱۷۰

به منظور ارزیابی عملکرد بهره‌برداری و هیدرولیکی کانال توزیع و سازه‌های آبگیر در بازه مورد نظر، اندازه‌گیری لازم در مدت یک سال بهره‌برداری (۹۵-۱۳۹۴) در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد به ترتیب با ۱۵، ۱۷ و ۳ نوبت، انجام گرفت. به بیان دیگر با هر گونه تغییر در شرایط جریان در مدت بهره‌برداری (کاهش و یا افزایش)، اندازه‌گیری انجام شد. به‌همین منظور، ابتدا با انتخاب مقطع مناسب قبل از ساختمان‌های آبگیر و بلافاصله بعد از آن (به‌طوری که جریان از کم‌ترین تلاطم برخوردار باشد) در کانال اصلی توزیع آب، سرعت جریان اندازه‌گیری شد. با مشخص شدن سرعت جریان قبل و بعد از هر آبگیر، دبی جریان عبوری به هر سازه با توجه به مشخص بودن سطح مقطع کانال در آن بازه و با استفاده از رابطه پیوستگی جریان محاسبه شد.

با توجه به اینکه اندازه‌گیری سرعت جریان آب با استفاده از مولینه در همه نقاط شبکه مشکل بود، ابتدا در نقاطی از بالادست آبگیرها که پس‌زدگی جریان تاثیر چندانی بر شرایط جریان نداشت و شرایط جریان یکنواخت حاکم بود رابطه دبی- اشل با استفاده از مولینه استخراج و سپس با قرائت اشل، دبی جریان اندازه‌گیری گردید. در نقاطی که برگشت آب تا فاصله زیادی بر روی جریان تاثیر داشت و امکان استخراج رابطه دبی- اشل فراهم نبود سرعت جریان به‌طور مستقیم با استفاده از مولینه تعیین و سپس دبی با استفاده از رابطه پیوستگی جریان تعیین شد. مقادیر حجم آب تحویلی به هر آبگیر نیز با در نظر گرفتن زمان ثبت شده عبور جریان بدست آمد. در اندازه‌گیری سرعت جریان با مولینه در صورتی که عمق جریان (y) کم‌تر از ۵۰ سانتی‌متر بود از روش یک نقطه‌ای (۰/۶y از سطح آب) و برای عمق‌های بزرگ‌تر از ۵۰ سانتی‌متر از روش دو نقطه‌ای (۰/۲y و ۰/۸y از سطح آب) استفاده گردید. دستگاه مولینه‌ای که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت از نوع OTT-C2 بوده است که با پنج پروانه مختلف برای دامنه وسیعی از سرعت‌های جریان به‌کار می‌رود. حجم آب مورد نیاز اراضی و دبی مورد نیاز تحویلی به آبگیرها بر اساس نیاز آبی گیاهان کشت‌شده و با بهره‌گیری از معیارهای طراحی شبکه بوده است. دبی اسمی عبوری (مقدار جریانی که سازه در شرایط بهره‌برداری از خود عبور می‌دهد) از دریچه‌های نیرپیک نیز بر اساس تعداد دریچه، ظرفیت هر دریچه و عمق آب بالادست دریچه بوده که بر حسب تیپ‌های مختلف آن توسط کارخانه سازنده ارایه شده است (شنطیا، ۱۳۷۱).

شاخص‌های ارزیابی عملکرد

عملکرد هیدرولیکی سازه‌های آبگیر با مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده دبی تحویلی به آبگیرها و دبی اسمی آن‌ها قابل ارزیابی است. برای این منظور از درصد خطای نسبی طبق رابطه ۱ استفاده می‌شود.

$$e_r = \frac{Q_m - Q_r}{Q_r} \times 100 \qquad (۱)$$

در این رابطه Q_m و Q_r مقادیر اندازه‌گیری و مورد انتظار دبی تحویلی به آبگیرها و e_r درصد خطای نسبی است.

همچنین ارزیابی عملکرد بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری با استفاده از شاخص‌های متعددی انجام می‌گیرد که در تحقیق حاضر از شاخص‌های ارایه شده توسط مولدن و گیتس استفاده به عمل آمد (Molden and Gates, 1990). این شاخص‌ها بی‌بعد بوده و به دلیل بیان کمی اهداف و قابلیت درک آن‌ها در مطالعات زیادی استفاده می‌شود (مددی و همکاران، ۱۳۹۳). شاخص‌های ارزیابی شامل کفایت، راندمان، پایداری و عدالت تحویل آب می‌باشد.

کفایت تحویل (MPA): این شاخص برای بیان توانایی روش بهره‌برداری در تحویل آب به مقدار نیاز به کار می‌رود و از طریق رابطه ۲ محاسبه می‌شود.

$$MPA = \frac{1}{T}\sum_{i=1}^{T}\left(\frac{1}{R}\sum_{i=1}^{R} P_A\right) \quad , \quad P_A = \begin{cases} \frac{Q_D}{Q_R} & \text{if } Q_D < Q_R \\ 1 & \text{Otherwise} \end{cases} \qquad (۲)$$

در رابطه فوق، P_A نسبت دبی واقعی تحویلی به دبی مورد نیاز هر دریچه آبگیر، Q_D دبی واقعی تحویلی به هر آبگیر (مترمکعب بر ثانیه) ، Q_R دبی مورد نیاز (تخصیص یافته) هر آبگیر برای تامین آب اراضی پایین‌دست آن (مترمکعب بر ثانیه)، R تعداد دریچه‌های آبگیر و T تعداد گام‌های زمانی مناسب در یک دوره تحویل می‌باشد که به طول دوره بهره‌برداری و گام زمانی بستگی دارد.

راندمان تحویل (MPF): این شاخص برای ارزیابی میزان مازاد آب تحویلی نسبت به نیاز در اثر بهره‌برداری نامناسب به کار می‌رود و از طریق رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

$$MPA = \frac{1}{T}\sum_{i=1}^{T}\left(\frac{1}{R}\sum_{i=1}^{R} P_F\right) \qquad P_F = \begin{cases}\frac{Q_R}{Q_D} & \text{if } Q_D > Q_R \\ 1 & \text{Otherwise}\end{cases} \quad (۳)$$

در رابطه فوق، PF نسبت دبی مورد نیاز هر آبگیر به دبی واقعی تحویلی به آن می‌باشد.

پایداری تحویل (MPD): برای یک انشعاب منفرد، شاخص پایداری را می‌توان یکنواختی زمانی در تحویل آب تعریف کرد که از طریق رابطه ۴ محاسبه می‌شود.

$$MPD = \frac{1}{R}\sum_{i=1}^{R} CV_T\left(\frac{Q_D}{Q_R}\right) \quad (۴)$$

که در آن، $CV_T(Q_D/Q_R)$انحراف معیار نسبت Q_D/Q_R تقسیم بر متوسط مقادیر Q_D/Q_R در طول زمان بوده و برای یک آبگیر به عنوان ضریب تغییرات زمانی نسبت Q_D/Q_R نامیده می‌شود.

عدالت تحویل (MPE): این شاخص میزان تناسب موجود بین مقدار آب تحویلی و لازم در انشعابات مختلف در دوره‌های زمانی مختلف را ارزیابی می‌کند و از طریق رابطه ۵ محاسبه می‌شود.

$$MPE = \frac{1}{T}\sum_{i=1}^{T} CV_R\left(\frac{Q_D}{Q_R}\right) \quad (۵)$$

که در آن، $CV_R(Q_D/Q_R)$ ضریب تغییرات مکانی نسبت Q_D/Q_R است و برابر با انحراف معیار نسبت Q_D/Q_R تقسیم بر متوسط مقادیر Q_D/Q_R برای تک تک آبگیرهای موجود در طول کانال در یک گام زمانی می‌باشد.

با توجه به اینکه شاخص‌های هیدرولیکی و بهره‌برداری پارامترهایی لحظه‌ای هستند، لذا با هر گونه تغییر در شرایط جریان، مقدار دبی، اندازه‌گیری و سپس با معلوم بودن مدت زمان عبور جریان با همان دبی، مقادیر ماهانه به صورت میانگین وزنی دبی‌های اندازه-گیری شده محاسبه شد. مقدار ایده‌آل شاخص‌های کفایت و راندمان تحویل برابر یک و برای شاخص‌های عدالت و پایداری مقدار آن برابر صفر است. محدوده مقادیر شاخص‌های ارزیابی عملکرد شبکه توسط مولدن و گیتس ارایه شده است (Molden and Gates, 1990).

نتایج و بحث

به‌منظور ارزیابی عملکرد بهره‌برداری دریچه‌های مدول نیرپیک در کانال اصلی توزیع آب در محدوده مورد مطالعه، دبی جریان تحویلی به آبگیرها اندازه‌گیری و سپس با مقایسه آن با دبی مورد نیاز اراضی زیر پوشش هر آبگیر و دبی تخصیص یافته به هر آبگیر بر اساس آب موجود در سد مخزنی، شاخص‌های ارزیابی عملکرد شبکه برآورد شدند. جدول ۲ مقادیر دبی اسمی و دبی اندازه گیری شده در آبگیرهای مختلف را در طول دوره بهره‌برداری نشان می‌دهد. دبی مورد نیاز اراضی کشاورزی (دبی طراحی) که بر اساس سطح تحت پوشش هر آبگیر، الگوی کشت و نیاز آبی گیاهان کشت شده تعیین می‌شود در انتهای جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۲- مقادیر ماهانه دبی اسمی (Q_N) ، دبی واقعی (Q_D) و دبی مورد نیاز (Q_R) در آبگیرهای مختلف.

ماه / آبگیر	P9	E	P11	P14	F	P13	P16
				Q_N (L/s)			
خرداد	۱۷۴	۳۵۰	۲۱۱	۲۵۷	۱۸۹	۱۶۲	۱۷۱
تیر	۱۴۲	۳۵۰	۲۵۲	۱۷۹	۱۷۱	۲۴۲	۱۵۵
مرداد	۱۶۰	۳۵۰	۲۱۳	۱۶۰	۱۷۲	۲۰۰	۱۴۷
				Q_D (L/s)			
خرداد	۱۶۶	۳۷۸	۲۲۱	۲۵۲	۱۸۸	۱۵۲	۱۸۶
تیر	۱۶۳	۳۸۸	۲۳۵	۱۹۱	۱۶۶	۲۱۶	۱۷۹
مرداد	۱۶۲	۳۹۱	۲۳۷	۱۸۵	۱۵۶	۲۱۴	۱۴۶
				Q_R (L/s)			
	۲۶۷	۵۷۴	۳۵۸	۳۵۰	۲۸۶	۳۰۰	۲۹۰

جدول ۳ عملکرد تحویل آب در کانال اصلی توزیع در شبکه آبیاری یامچی را با استفاده از شاخص‌های ارزیابی در دو حالت

محاسبه شاخص‌ها بر اساس آب مورد نیاز و آب تخصیص یافته (در شرایط کمبود منابع آب) نشان می‌دهد. در صورتی که شاخص‌های ارزیابی عملکرد بر اساس آب مورد نیاز اراضی کشاورزی محاسبه شوند کفایت تحویل آب در شبکه به دلیل اختصاص پایین آب به بخش کشاورزی ضعیف بدست می‌آید. بدین معنی که مقدار آب تحویل داده شده به آبگیرها کم‌تر از آب مورد نیاز اراضی کشاورزی تحت پوشش آن‌ها بوده است (شکل ۲). در این شرایط، عملکرد شبکه در تحویل آب به بهره‌برداران بر اساس شاخص‌های راندمان و عدالت تحویل آب خوب و از بابت شاخص پایداری نیز متوسط ارزیابی می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که به جز شاخص کفایت تحویل آب، عملکرد تحویل آب در کانال مناسب بوده است. اما در صورتی که مبنای محاسبه شاخص‌ها، آب تخصیص یافته باشد عملکرد تحویل آب در شبکه از بابت همه شاخص‌ها خوب ارزیابی می‌شود. می‌توان گفت در شرایط کمبود منابع آب و اعمال کم‌آبیاری در شبکه، علاوه بر کفایت، پایداری تحویل آب در شبکه نیز با مشکل مواجه می‌شود.

جدول ۳- نتایج کلی ارزیابی عملکرد کانال توزیع آب در تحویل آب به بهره‌برداران در شبکه آبیاری یامچی

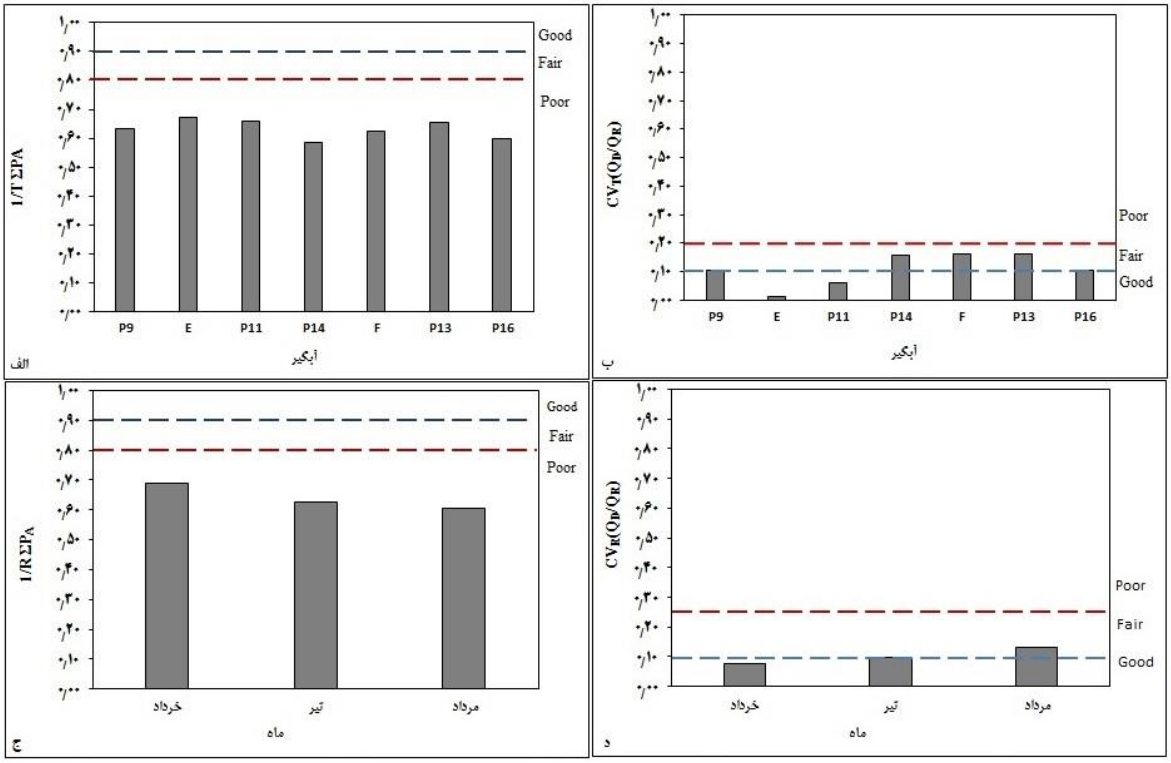
ردیف	شاخص	بر اساس آب مورد نیاز		بر اساس آب تخصیص یافته	
		مقدار شاخص	سطح عملکرد	مقدار شاخص	سطح عملکرد
۱	کفایت	۰/۶۵	ضعیف	۰/۹۷	خوب
۲	راندمان	۱	خوب	۰/۹۴	خوب
۳	پایداری	۰/۱۱	متوسط	۰/۰۳	خوب
۴	عدالت	۰/۱	خوب	۰/۰۴	خوب

به منظور بررسی عملکرد شبکه در تحویل آب به مصرف‌کنندگان، شاخص‌های ارزیابی عملکرد به تفکیک هر آبگیر و همچنین تغییرات آن‌ها در دوره بهره‌برداری بر اساس آب مورد نیاز آن‌ها، محاسبه و در شکل ۴ ارایه شده است. طبق شکل ۴-الف، عملکرد تحویل آب در همه آبگیرهای واقع در محدوده مورد مطالعه، از نظر شاخص کفایت تحویل ضعیف است. به بیان دیگر مقدار آب تحویل داده شده خیلی کم‌تر از نیاز آبی اراضی زیر پوشش هر آبگیر بوده است. این موضوع به دلیل کمبود منابع آب در سال مورد مطالعه و حجم پایین تخصیص آب به بخش کشاورزی از سد یامچی می‌باشد که در شکل ۲ قابل ملاحظه است. آبگیرهای E و P14 به ترتیب با مقدار ۶۷ و ۵۹ درصد بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص کفایت را داشتند. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که دستکاری دریچه‌های نیرپیک آبگیر E توسط زارعین، باعث شده که آب زیادی بدون کنترل دقیق، وارد مزارع شده و لذا کفایت تحویل آب در آن نسبت به آبگیرهای دیگر بالاتر باشد. از طرف دیگر با توجه به اینکه مقدار آب تحویل داده شده به همه آبگیرها کم‌تر از مقدار مورد نیاز آن‌ها بوده است شاخص راندمان تحویل آب برای همه آبگیر برابر واحد بدست آمد که نشان می‌دهد آب مازاد بر نیاز به آبگیرها تحویل داده نشده است. شاخص پایداری که بیان‌کننده توانایی سیستم در دریافت آب در زمان است و در آبگیرهای مختلف با ضریب تغییرات نسبت دبی تحویلی به دبی مورد نیاز برای دوره بهره‌برداری شبکه سنجیده می‌شود، طبق شکل ۴-ب بین ۰/۰۱ تا ۰/۱۶ متغیر بوده و نشان می‌دهد که پایداری تحویل آب در محدوده خوب و متوسط قرار دارد. در آبگیرهای ابتدایی، شاخص پایداری بهتر از آبگیرهای انتهایی بوده و سطح عملکرد کانال از بابت این شاخص در آبگیرهای انتهایی متوسط بدست آمد. آبگیرهای E و P11 از نظر شاخص پایداری در وضعیت خوب قرار دارند که مساحت بالای زیر پوشش آن‌ها و به تبع آن تعداد دفعات کم تنظیمات دریچه‌های این آبگیرها، دلیل عمده بالا بودن شاخص پایداری تحویل آب می‌باشد.

شاخص‌های ارزیابی عملکرد شبکه در مقیاس زمانی به تفکیک برای سه ماه در دوره بهره‌برداری در شکل ۴-ج و ۴-د ارایه شده است. طبق شکل ۴-ج کفایت تحویل آب در هر سه ماه دوره بهره‌برداری ضعیف بوده است. کفایت تحویل آب در ماه‌های انتهایی دوره بهره‌برداری پایین‌تر بوده که منطبق بر زمان اوج نیاز اراضی کشاورزی است. عدالت تحویل آب به آبگیرهای مختلف در ماه‌های خرداد و تیر در سطح خوب ولی در ماه مرداد در سطح متوسط قرار دارد (شکل ۴-د)، که نشان می‌دهد همزمان با اوج مصرف و نزدیک شدن به انتهای فصل آبیاری، توزیع آب بین آبگیرهای مختلف عادلانه نبوده است. کاهش حجم ذخیره سد یامچی در انتهای دوره بهره‌برداری و توجه بالای مدیریت سد به تامین نیازهای بخش شرب، و حفظ حداقل ذخیره لازم سد برای ماه‌های آتی می‌تواند از دلایل پایین بودن شاخص‌های کفایت و عدالت تحویل آب در انتهای دوره بهره‌برداری باشد.

عملکرد شبکه در تحویل آب به مصرف‌کنندگان در صورت محاسبه شاخص‌های ارزیابی بر اساس آب تخصیص یافته، در شکل ۵ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود در همه آبگیرها شاخص‌های کفایت (شکل ۵-الف) و پایداری (شکل ۵-ب) تحویل آب خوب بود. همچنین کفایت (شکل ۵-ج) و عدالت تحویل آب

(شکل ۵-د) در طول دوره بهره‌برداری خوب ارزیابی شده و مدیریت شبکه توانسته است عملکرد خوبی در ماه‌های مختلف داشته باشد.



شکل ٤- شاخص‌های ارزیابی عملکرد کانال توزیع آب بر اساس آب مورد نیاز در دوره بهره‌برداری (الف و ب: شاخص‌های کفایت و پایداری تحویل آب در آبگیرهای مختلف ، ج و د: شاخص‌های کفایت و عدالت تحویل آب در ماه‌های مختلف)

برای ارزیابی عملکرد هیدرولیکی سازه‌های آبگیر واقع در محدوده مورد مطالعه، دبی تحویلی به آبگیرها در دوره بهره‌برداری، اندازه‌گیری و با دبی اسمی آن‌ها مقایسه شد. شکل ۶ دبی اندازه‌گیری شده (واقعی) و دبی اسمی آبگیرهای P9 ، P11، P13 و P16 را به‌عنوان نمونه‌ای از کل آبگیرهای واقع در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد. بیش‌ترین اختلاف دبی اندازه‌گیری شده با دبی اسمی در آبگیرهای P9، P11، P13 و P16 به‌ترتیب برابر ۹۰، ۸۰، ۵۰ و ۵۰ لیتر در ثانیه بدست آمد. همان طور که ملاحظه می‌شود در کل دوره بهره‌برداری در آبگیرهای P9 و P11 بین دبی اندازه‌گیری شده و دبی اسمی تفاوت زیادی مشاهده نمی‌شود ولی این اختلاف در آبگیر P13 و P16 زیاد بوده است. مقدار مطلق خطای نسبی آبگیرهای P9 و P11 به ترتیب با ۲/۳ و ۲/۴ درصد کم‌تر از آبگیرهای P13 و P16 با مقدار ۵/۱ و ۱۰/۶ درصد بوده است. در آبگیر P13 دبی تحویل داده شده در اکثر مواقع کم‌تر از دبی اسمی بوده ولی در آبگیر P16 دبی تحویل داده شده بیش‌تر از دبی اسمی آن بوده است. مساحت کم اراضی تحت پوشش آبگیر P13 در مقایسه با آبگیر P16 و وجود تعاونی آب-بران در پایین‌دست آبگیر P16 که درخواست‌های منظم و با برنامه-ریزی شده‌ای دارند، دلیل عمده این موضوع می‌تواند باشد. از طرف دیگر تفاوت بین دبی اندازه‌گیری و دبی اسمی در همه آبگیرها در تیرماه بیش‌تر از ماه‌های دیگر بوده که دلیل آن واقع شدن در اوج مصرف محصولات کشاورزی است.

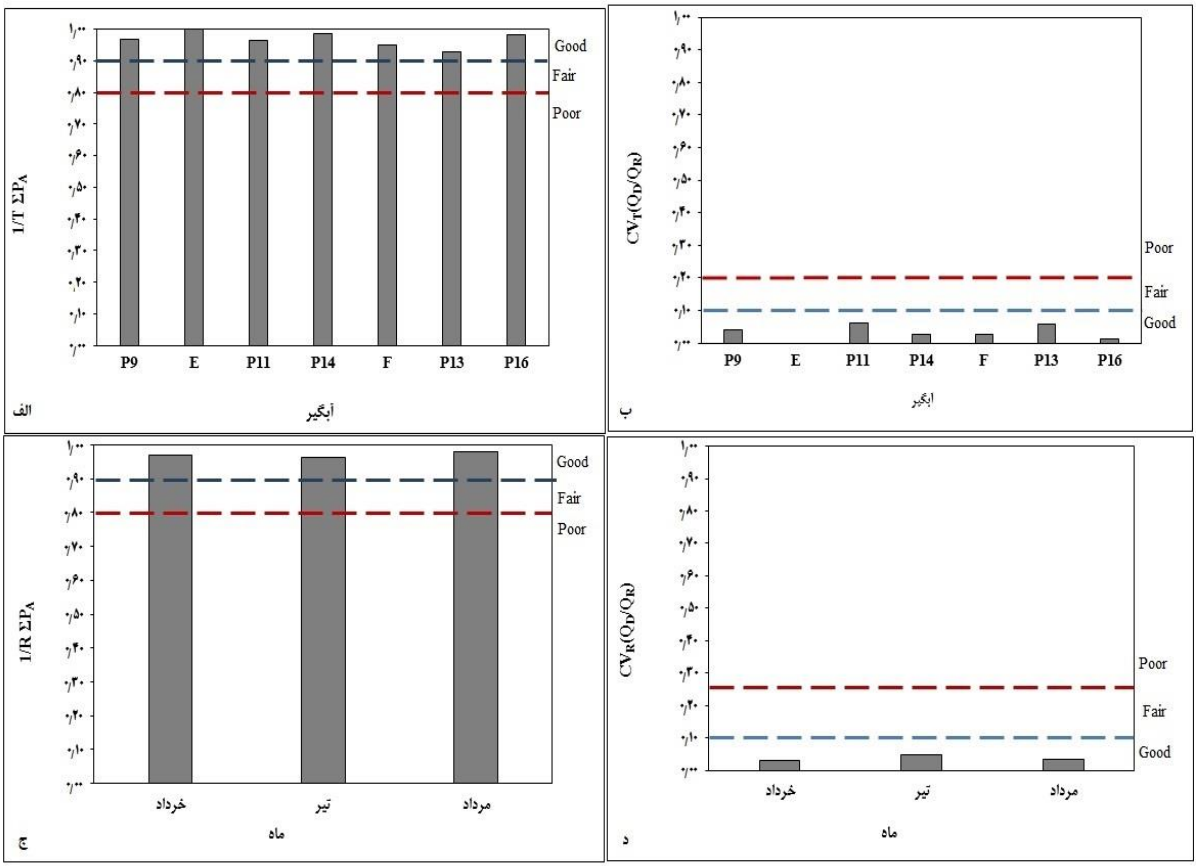
جدول ۴ دقت اندازه‌گیری دبی در آبگیرهای مجهز به مدول‌های نیرپیک را نشان می‌دهد. مقادیر حداقل، حداکثر و متوسط دبی اندازه-گیری شده و دبی اسمی برای هر یک از آبگیرها در طول دوره بهره-برداری محاسبه و ارایه شده است. متوسط خطای نسبی هر یک از آبگیرها از میانگین مقادیر خطای نسبی در طول دوره بهره‌برداری بدست آمده است. آبگیرهای P9 و P16 به ترتیب با ۲/۳ و ۱۰/۶ درصد کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار خطای نسبی را داشتند. در آبگیرهای F و P13 مقادیر دبی تحویل داده شده کم‌تر از دبی اسمی آن‌ها بوده است که این امر باعث منفی شدن درصد خطای نسبی آن-ها شده است. به طور کلی می‌توان گفت که دقت اندازه‌گیری دبی توسط مدول‌های نیرپیک خوب بوده و تحویل آب با دقت مناسبی صورت می‌گیرد. البته در آبگیرهای E و P16 خطای اندازه‌گیری دبی تقریبا زیاد است ولی در بقیه آبگیرها، تحویل دبی با دقت خوبی انجام می‌شود. همان طور که قبلا ذکر شد دستکاری دریچه‌های آبگیر E توسط زارعین و مساحت بالای زیر پوشش آبگیر P16 که دبی زیادی

را دریافت می‌کند دلیل عمده خطای بالای اندازه‌گیری جریان تحویلی در آن آبگیرها می‌تواند باشد. به‌طور کلی می‌توان اذعان داشت که دلیل خوب بودن دقت اندازه‌گیری دبی در تحویل آب به بهره‌برداران در شبکه، به جوان بودن آن مربوط است که حدود ۱۰ سال از شروع بهره‌برداری شبکه می‌گذرد.

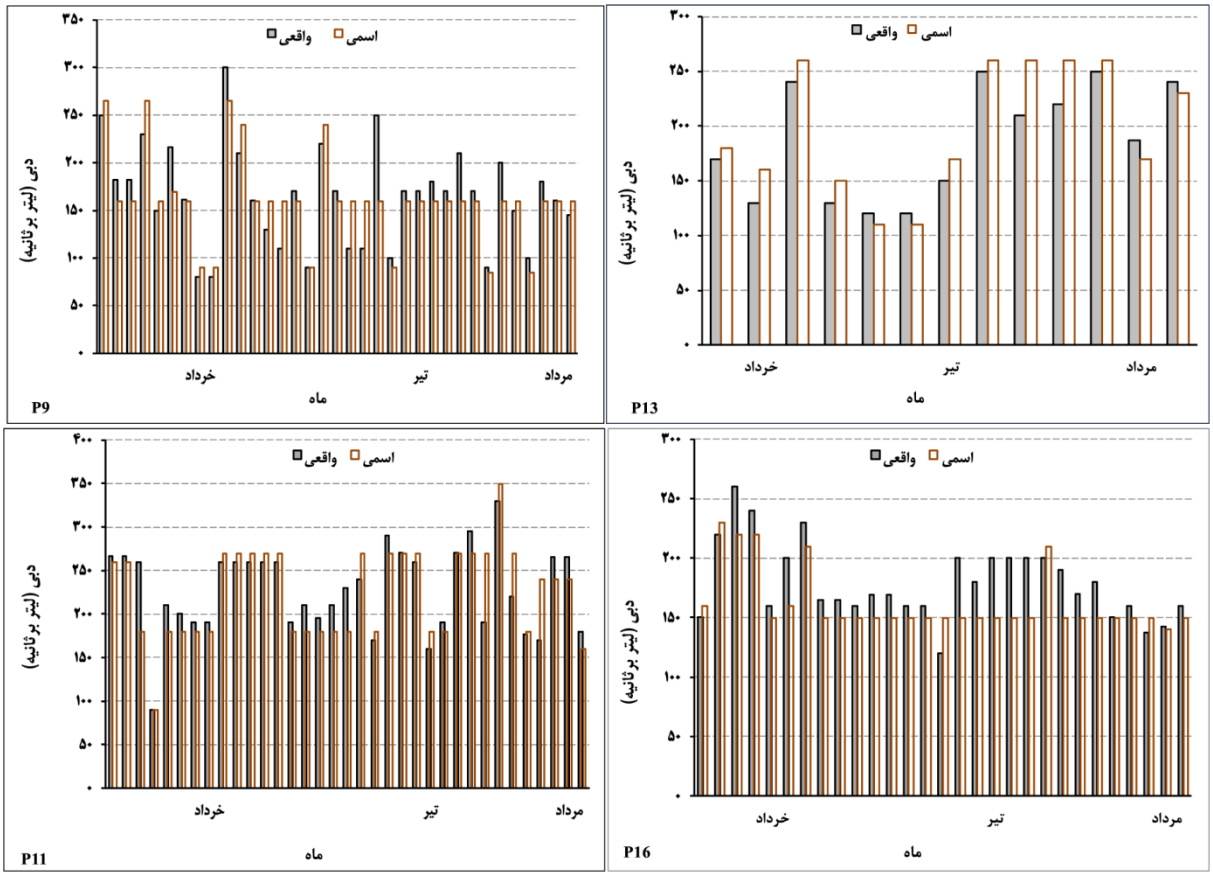
مقایسه نتایج این تحقیق با پژوهش انجام یافته توسط سالمی (۱۳۹۳) نشان می‌دهد که عملکرد هیدرولیکی سازه‌های آبگیر در این مطالعه از وضعیت بهتری برخوردار است. شبکه‌هایی که مدت زیادی از زمان ساخت و شروع بهره‌برداری آن نمی‌گذرد چنین وضعیتی دارند و اندازه‌گیری جریان ورودی به آبگیرها در آن‌ها با دقت زیادی صورت می‌گیرد. همچنین در مقایسه با نتایج تحقیق انجام یافته توسط دیجن و همکاران (Dejen et al., 2009)، علی و همکاران (Aly et al., 2013) و نام و همکاران (Nam et al., 2016)، شاخص‌های راندمان، پایداری و عدالت تحویل آب در این مطالعه بهتر بوده ولی شاخص کفایت تحویل آب به دلیل کم بودن آب تخصیص یافته به شبکه ضعیف بوده است.

نتیجه‌گیری

ارزیابی عملکرد تحویل و توزیع آب در شبکه‌های آبیاری در شناسایی مسائل و مشکلات بهره‌برداری و تعیین نقاط ضعف آن‌ها نقش موثری دارد. شبکه آبیاری یامچی از حدود ده سال پیش مورد بهره‌برداری قرار گرفته است ولی نارضایتی بهره‌برداران از مدیریت تحویل و توزیع آب در آن، لزوم بررسی و ارزیابی عملکرد شبکه را نمایان می‌نمود. اندازه‌گیری دبی جریان عبوری از آبگیرهای مدول نیرپیک در محدوده مورد مطالعه از کانال اصلی توزیع آب و مقایسه آن با دبی اسمی آبگیرها نشان داد که دقت اندازه‌گیری جریان در آن‌ها خوب بوده است. حداکثر خطای نسبی حدود ۱۰ درصد در تحویل آب به بهره‌برداران نشان‌دهنده مناسب بودن عملکرد هیدرولیکی سازه‌های آبگیر در تحویل آب به مصرف‌کنندگان می‌باشد.



شکل ۵- شاخص‌های ارزیابی عملکرد کانال توزیع آب بر اساس آب تخصیص یافته در دوره بهره‌برداری (الف و ب: شاخص‌های کفایت و پایداری تحویل آب در آبگیرهای مختلف ، ج و د: شاخص‌های کفایت و عدالت تحویل آب در ماه‌های مختلف)



شکل ٦- تغییرات زمانی دبی اندازه گیری شده (واقعی) و دبی اسمی در آبگیرهای منتخب (P9، P11، P13 و P16)

جدول ٤- نتایج تعیین دقت اندازه‌گیری دبی در دریچه‌های آبگیر با مدول‌های نیرپیک

نام آبگیر	دبی اسمی (لیتر در ثانیه)			دبی اندازه‌گیری شده (لیتر در ثانیه)			متوسط خطای نسبی (درصد)
	حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	متوسط	
P9	۸۵	۲۶۵	۱۶۲	۸۰	۳۰۰	۱۶۵	۲/۳
E	۳۵۰	۳۵۰	۳۵۰	۳۵۷	۴۰۰	۳۸۳	۹/۴
P11	۹۰	۳۵۰	۲۲۵	۹۰	۳۳۰	۲۲۷	۲/۴
P14	۱۶۰	۲۷۰	۲۱۳	۱۷۰	۲۹۰	۲۱۹	۳/۹
F	۱۴۰	۲۶۰	۱۸۱	۱۳۰	۲۷۶	۱۷۸	-۲/۵
P13	۱۱۰	۲۶۰	۱۹۹	۱۲۰	۲۵۰	۱۸۶	-۵/۱
P16	۱۴۰	۲۳۰	۱۶۲	۱۲۰	۲۶۰	۱۷۹	۱۰/۶

به‌منظور بررسی عملکرد بهره‌برداری کانال توزیع در تحویل آب به آبگیرهای مدول نیرپیک، شاخص‌های کفایت، راندمان، پایداری و عدالت تحویل آب در دو حالت (محاسبه بر اساس آب مورد نیاز و آب تخصیص یافته) تعیین شدند. نتایج نشان داد در صورتی که مبنای محاسبه شاخص‌های ارزیابی، آب تخصیص یافته به اراضی کشاورزی از سد مخزنی یامچی باشد، مدیریت شبکه از بابت همه شاخص‌ها عملکرد خوبی دارد. ولی اگر شاخص‌های ارزیابی بر اساس آب مورد نیاز اراضی کشاورزی تعیین شوند، شاخص کفایت تحویل آب به آبگیرها ضعیف بوده و شاخص پایداری در آبگیرهای واقع در ابتدای شبکه وضعیت مطلوب‌تری نسبت به بقیه آبگیرها خواهند داشت. نتایج ارزیابی عملکرد شبکه در مقیاس زمانی برای دوره بهره‌برداری نیز نشان داد که کفایت تحویل آب در طول دوره بهره‌برداری ضعیف

است. این شاخص در ماه‌های انتهایی دوره بهره‌برداری وضعیت نامناسبی داشته است. کمبود منابع آب و اولویت تخصیص به بخش شرب از سد یامچی، دلیل عمده کاهش تخصیص آب به بخش کشاورزی بوده و به همین دلیل شاخص کفایت تحویل آب به آبگیرها در محدوده ضعیف قرار گرفت. به طور کلی می‌توان گفت در شرایط کمبود منابع آب، استفاده از آب مورد نیاز اراضی کشاورزی در تعیین شاخص‌های ارزیابی عملکرد در شناسایی نقاط ضعف و قوت شبکه در تحویل آب به مصرف‌کنندگان کمک شایانی دارد.

منابع

اخوان گیگلو،ک. ۱۳۷۷. ارزیابی عملکرد هیدرولیکی سازه‌های آب در ارتباط با مدیریت شبکه آبیاری مغان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. بخش آب دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز.

پاسبان‌عیسی‌لو،ن. ۱۳۸۵. کاربرد مدل شبیه‌ساز هیدرولیکی CANALMAN در بهره‌برداری از کانال‌ها و سازه‌های آبیاری و آبگیری (مطالعه موردی: کانال شبکه آبیاری مغان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشگاه تبریز.

دیندارلو،ع.، کامگار حقیقی،ع.ا.، سپاسخواه،ع.ر.، زندپارسا،ش.، هنر،ت.، دلیر،ع.، بهنامی‌فر،ع. ۱۳۹۰. ارزیابی میزان عدالت در توزیع آب توسط شاخص هیدرومدول: مطالعه موردی بر روی کانال اردیبهشت سد درودزن. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۵. ۲ : ۱۵۸-۱۶۴.

سالمی،ح. ۱۳۷۵ . ارزیابی عملکرد هیدرولیکی و بهره‌برداری سازه‌های کنترل جریان در شبکه‌های آبیاری زاینده‌رود ودرودزن. گزارش پژوهشی نهایی. نشریه شماره ۴۶ . مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

سالمی،ح. ۱۳۹۳ . ارزیابی عملکرد هیدرولیکی ساختمآن‌های آبگیر و تنظیم سطح آب در شبکه‌های آبیاری زاینده‌رود و درودزن، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۱۵. ۱: ۱۰۲-۸۳.

شنطیا،ح . ۱۳۷۱. اجرا و نحوه بهره‌برداری از دریچه‌های مدول نیرپیک، انتشارات دانشکده عمران. دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی. تهران.

عباسی،ن. ۱۳۷۹. ارزیابی مسائل فنی و بهرهبرداری از سیستم‌های انتقال و توزیع و کنترل جریان در شبکه آبیاری قزوین. گزارش پژوهشی نهایی. نشریه شماره ۱۶۹. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

محمدی،ا. پرورش‌ریزی،ع. عباسی،ن. ۱۳۹۶. ارزیابی عملکرد هیدرولیکی سازه‌های تنظیم و توزیع اب در شبکه آبیاری ورامین. نشریه هیدرولیک. ۳. ۱۲: ۱۲-۱.

مددی،س.، عمادی،ع.، شاهنظری،ع. ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد کانال اصلی واحد عمرانی شماره یک شبکه آبیاری و زهکشی تجن. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۱ . ۵: ۲۰۸-۱۹۳.

منتظر،ع.ا.، پاشازاده،ن. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد توزیع آب در شرایط مختلف بهره‌برداری کانال اصلی غرب شبکه آبیاری دز با استفاده از مدل هیدرولیکی CANALMAN. نشریه آب و خاک. ۲۵. ۱: ۱۳۹-۱۲۵.

Aly,A.M., Kitamura,Y and Shimizu,K. 2013. Assessment of irrigation practices at the tertiary canal level in an improved system: a case study of Wasat area, the Nile Delta. Paddy Water Environment. 11:445-454.

Akkuzu,E., Unal,H.B., Karatas,B.S., Avci,M and Asik,S. 2007. General irrigation planning performance of water user associations in the Gediz Basin in Turkey. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 133.1: 17-26.

Clemmens,A.J and Dedrick,A.R. 1984. Irrigation water delivery performance. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 110: 1-13.

Dejen,Z.A., Schultz,B and Hayfe,L. 2015. Water delivery performance at metahara large-scale irrigation scheme, Ethiopia. Irrigation and Drainage. 64:479-490.

Kazbekov,J., Abdullaev,I., Manthrithilake,H., Qureshi,A and Jumaboev,K. 2009. Evaluating planning and delivery performanc e of Water User Assoc iations (WUAs) in Osh Province, Kyrgyzstan. Agricultural water management. 96.8: 1259-1267.

Korkmaz,N., Avci,M., Unal,H.B., Asik,S and Gunduz,M. 2009. Evaluation of the water delivery performance of the Menemen left bank irrigation system using variables measured on-site. Journal of Irrigation and drainage Engineering. 135: 633-642.

Molden,D.J and Gates,T.K. 1990. Performance measures for evaluation of irrigation-water-delivery systems. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 116:804-823.

Nam,W.H., Hong,E.M and Choi,J.Y. 2016. Assessment of water delivery efficiency in irrigation canals using performance indicators. Irrigation Science. 34: 129-143.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 12, Feb.-Mar. 2019, p. 1435-1447

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۶، جلد ۱۲، بهمن - اسفند ۱۳۹۷، ص. ۱۴۴۷-۱۴۳۵

Evaluation of Hydraulic Performance and Operation of Neyrpic Modules in the Main Distribution Canal (Case study: Yamchi Irrigation Network, Ardabil)

A. Kanooni[1*], M. Pouriamanesh[2], M.R. Nikpour[3], A. Feizi[4]

Recived: May.14, 2018 Accepted: Sep.01, 2018

Abstract

In this study, hydraulic performance and operation of Neyrpic gates on the main canal of water distribution in Yamchi irrigation network (Ardabil) were evaluated in 2016-2017. For the purpose of this research, a 4 km long range with 7 offtakes and a total area of 2,375 hectares was selected. Then, during the operation period, the flow velocity at the specified points was measured by velocity meter and by determining the cross-sectional flow, the inlet discharge to the offtakes was calculated. By measuring the flow delivered to the offtakes and comparing them with the nominal flow, the relative error of the Neyrpic module gates was determined. Then, by calculating the indicators of adequacy, efficiency, dependability, and equity of water delivery, the performance of the distribution canal in the delivery of water to the users was evaluated.

The analysis of the results showed that the accuracy of flow measurement in all offtakes is high and water delivery to the consumers is performed with less error, so that the minimum and maximum relative errors were 3.2 and 10.6% respectively have been. Also, calculation and evaluation of performance evaluation indicators showed that the water distribution canal performance on the adequacy indicator was weak but based on efficiency, dependability and equity of water delivery at a good level.

Keywords: Evaluation, Irrigation network, Neyrpic offtake, Water delivery, Yamchi

1 -Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili
2 -M.Sc. Graduate, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources,University of Mohaghegh Ardabili
3 - Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili
4 - Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Mohaghegh Ardabili
(*-Corresponding Author Email: amin.kanooni@uma.ac.ir)