نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۷، فروردین - اردیبهشت ۱۴۰۲، ص. ۷۶-۶۸

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.1, Vol. 17, Apr.-May. 2023, p. 68-76

مقاله علمی-پژوهشی

برآورد راندمان انتقال و توزیع آب در شبکه آبیاری تجن و ارائه راهکار برای کاهش تلفات آب

فاطمه نوری خواه[۱]، علی باقری[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۷

چکیده

با توجه به کمبود منابع آب در کشور، کاهش تلفات و افزایش بهره‌وری مصرف آب در کشاورزی امری ضروری است. مدیریت و بهره‌وری مصرف آب ضعیف در شبکه‌های آبیاری و زهکشی نشان می‌دهد که این بخش نیاز به توجه ویژه دارد. این تحقیق در سال ۱۳۹۹ در شبکه آبیاری تجن در استان مازندران انجام شده است. میزان تلفات و راندمان‌های انتقال و توزیع آب در شبکه انتقال آب تجن با استفاده از اندازه‌گیری‌های صحرایی برآورد شد. در ابتدا ۱۶ بازه که مشخص‌کننده وضعیت شبکه بوده انتخاب شد. اندازه‌گیری‌های صحرایی به روش دبی ورودی و خروجی برای هر بازه صورت گرفت. تمام اندازه‌گیری‌ها روی بازه‌های منتخب از کانال‌ها برای به حداقل رساندن تبخیر در اول صبح توسط مولینه با سه بار تکرار انجام گردید. سپس دبی هر قسمت از سطح مقطع محاسبه و درنهایت دبی کل مقطع به دست آورده شد. نتایج نشان داد که راندمان انتقال در کانال‌های این شبکه بین ۸۸/۲ تا ۹۹/۵ درصد متغیر بوده و به‌طور متوسط ۹۵/۸ درصد برآورد شد. همچنین در خصوص شبکه توزیع نیز راندمان بین ۶۸ تا ۹۶ درصد تغییر نموده و به‌طور متوسط حدود ۷۷/۲۵ درصد برآورد گردید. برای جلوگیری از تلفات آب در کانال‌های انتقال و توزیع آب آبیاری، باید مواردی مانند رشد علف‌های هرز در کانال‌ها، تجمع رسوب در کانال‌ها، تجمع زباله در کانال‌ها، ترک‌خوردگی پوشش کانال‌ها، خرد شدن یا جابجایی قطعات بتن در کانال‌ها، تخریب ناشی از کیفیت نامناسب مصالح استفاده‌شده، تخریب ناشی از مسائل اجرایی، می‌بایست کنترل و رفع گردد.

واژه‌های کلیدی: تلفات نشت، شبکه تجن، دبی ورودی- خروجی، مولینه

مقدمه

ایران کشوری است که بیشتر نقاط آن دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک و با کمبود آب روبه‌رو هست، به همین دلیل جلوگیری از تلفات این منبع ملی اهمیت روزافزونی دارد. یکی از راه‌های جلوگیری از تلفات، اجرای اصولی و عملی شبکه‌های آبیاری و افزایش راندمان آبیاری است. در همین راستا، ضروری است تا شبکه‌های آبیاری و زهکشی اجراشده ارزیابی و نقاط ضعف و قوت آن‌ها شناسایی شوند (سلامتی و همکاران، ۱۳۹۷). شبکه آبیاری و زهکشی مجموعه‌ای از کانال‌ها و تأسیسات وابسته به آن است که آب را از منبع آب به مزرعه انتقال داده و همچنین زهاب خروجی را از منطقه خارج می‌نماید. در یک شبکه آبیاری کانال‌های درجه یک، درجه دو درجه سه و درجه چهار وجود دارد. کانال اصلی می‌تواند کانال درجه یک باشد. کانال درجه دو خود به تعدادی کانال درجه سه و کانال درجه سه به تعدادی کانال درجه چهار که به ترتیب مساحت اراضی کمتری تحت پوشش دارد تقسیم می‌گردد. به همین ترتیب زهکش‌های اصلی درجه‌یک، درجه‌دو، درجه سه و درجه چهار وجود دارد. در بسیاری از شبکه‌های آبیاری مقدار واقعی آب قابل‌استفاده برای محصولات بسیار کمتر از مقدار اولیه آب در ابتدای شبکه انتقال هست. یکی از اجزاء تلفات آب در کانال‌ها، نشت یا تراوش آب از طریق دیواره‌ها و کف کانال‌های آبیاری است. آگاهی از مقدار و شرایط ایجاد تلفات، می‌تواند برای بهبود وضع مدیریت منابع آب و تصمیم‌گیری و توجیه پوشش انهار و استفاده بهتر از منابع آب مفید باشد. با تقلیل تلفات آب در انهار فعلی به نصف، می‌توان از آب صرفه‌جویی شده، اراضی دیگری را که دچار کمبود آب هستند آبیاری نمود. در بعضی شرایط می‌توان با پوشش نمودن کانال‌های خاکی تا ۸۰ درصد تلفات نشت آب را کاهش داده و راندمان انتقال را بالا برد. در کشورهای کم باران ازجمله ایران، موضوع تأمین آب همواره یکی از مهم‌ترین مشکلات بوده است (شاهرخ نیا و علیان غیاثی، ۱۳۹۶). امروزه برای انجام پروژه‌ها و طرح‌های آبی و تولید محصولات یا افزایش آن، انتقال آب باید بر

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران
۲- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: ali523b@yahoo.com
DOR: 20.1001.1.20087942.1402.17.1.6.0

اساس یک راندمان قابل‌قبول انجام پذیرد (Akkuzu, 2010). روش‌های اندازه‌گیری نشت آب به دو دسته کلی اندازه‌گیری مستقیم و اندازه‌گیری غیرمستقیم قابل دسته‌بندی هستند. امروزه دقیق‌ترین روش اندازه‌گیری نشت از کانال‌ها روش‌های مستقیم می‌باشد. برای اندازه‌گیری نشت آب از کانال‌ها به روش اندازه‌گیری مستقیم، به مقدار واقعی اتلاف آب در اثر نشت از کانال در شرایط کارکرد (وقتی کانال پر است) موردنیاز است. محاسبه مقدار واقعی نشت بدون نیاز به استفاده از روابط تئوری و استنتاج از روی سایر عوامل نظیر نفوذپذیری خاک و غیره، انجام می پذیرد. اندازه گیری ورودی و خروجی آب کانال (روش دبی ورودی–خروجی) و آزمایش حوضچه ای دو روش برای اندازه‌گیری مستقیم مقدار نشت از کانال هستند (شاهرخ نیا و علیان غیاثی، ۱۳۹۶). روش‌های برآورد غیرمستقیم نشت آب شامل معادلات تئوری و تجربی می‌باشد که دارای دقت کمتری نسبت به روش مستقیم می‌باشند. در معادلات تجربی تعیین نشت، فرض می‌شود که مقدار نشت تابعی از ظرفیت کانال و ضرایب تجربی مربوط به تیپ خاک و پوشش کانال می‌باشد. این معادلات به خاطر نادیده گرفتن اثر شرایط آب‌های زیرسطحی که می‌تواند تأثیر عمده‌ای بر میزان تخمین نشت از کانال داشته باشد، دارای مقداری خطا هست. میزان نشت لزوماً با جریان آب کانال که با استفاده از سازه تنظیم کننده تقریباً ثابت نگه داشته شود، متناسب نیست (Mcleod., 1996). روش‌های دیگر شامل مدل‌های تئوری ریاضی مبتنی بر فیزیک جریان آب‌های زیرزمینی است و تخمینی از نشت کانال‌ها را هنگامی‌که اطلاعات موردنیاز محلی جمع‌آوری شده باشد، ارائه می‌دهد. این اطلاعات شامل ارزیابی آب‌های زیرزمینی، خاک، مشخصات آبخوان و وضعیت هیدرولیکی در حالتی که نشت رخ می‌دهد، هست. محققین دریافتند که معادلاتی ساده قادرند میزان نشت را با خطای ۱۵ درصد نسبت به مقادیر اندازه‌گیری شده ارائه دهند.

موسوی (۱۳۹۶) تلفات هدر رفت آب و راندمان کانال های شبکه انتقال و توزیع آبیاری شهرستان باوی را در ۳۴ بازه که مشخص کننده وضعیت شبکه بود، محاسبه و ارزیابی کرد، نتایج نشان داد که برای کانال های انتقال و توزیع راندمان ۸۶ درصد و متوسط تلفات نشت ۶۹ لیتر بر ثانیه در کیلومتر بوده است و برای کانالت‌ها متوسط نشت ۱۲ لیتر بر ثانیه در یک کیلومتر و راندمان ۸۸ درصد است. بهراملو و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی راندمان انتقال و تلفات آب در کانال‌های انتقال آب با پوشش ژئوممبران HDPE در شبکه‌های آبیاری زاینده‌رود، مغان و کرمان پرداختند و نتیجه گرفتند که بین مقادیر تلفات آب و مقدار دبی کانال رابطه مستقیم وجود دارد. جمالی و همکاران (۱۳۹۷) به ارزیابی راندمان آبیاری، کار آیی مصرف و بهره‌وری آب در حوضه دریاچه ارومیه و به‌صورت موردی شبکه آبیاری و زهکشی زرینه‌رود پرداخته و نتیجه گرفتند که متوسط راندمان انتقال در کانال های با پوشش بتنی شبکه حدود ۷۹ درصد بوده که در دامنه ۳۳ درصد (در کانال‌های کوچک‌تر) تا ۱۰۰ درصد (در کانال‌های بزرگ تر) قرار دارد. راندمان توزیع آب در شبکه، به‌طور متوسط ۷۶ درصد است که بین ۵۰ و ۱۰۰ درصد متغیر است. سلامتی و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی به ارزیابی راندمان توزیع آب در کانال‌های بتنی و کانال‌ها در شبکه‌های آبیاری استان خوزستان پرداختند و نتیجه گرفتند که دامنه تغییرات راندمان توزیع آب در کانال ها و کانالت‌های درجه ۳ و ۴ از ۳۸/۹ درصد در شهرستان رامشیر تا ۹۹/۷ درصد در شهرستان شوشتر در نوسان بود. مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال از ۲۰/۹۲ تا ۱۲۴۵۴/۱ مترمکعب در روز به ترتیب در شهرستان شوشتر و رامشیر تغییر می‌کرد. در کانال های بتنی ذوزنقه‌ای شاخص تلفات آب نسب به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال از ۰/۳۵ درصد در شهرستان شوشتر تا ۶۱/۷۶ درصد در شهرستان اهواز در نوسان بود. نحوی نیا و همکاران (۱۳۹۸) شبکه آبیاری حمودی خوزستان را از دیدگاه مفاهیم کلاسیک و جدید راندمان آبیاری مورد ارزیابی قرار دادند، ارزیابی سامانه های آبیاری سطحی با روش نئوکلاسیک نشان داد که راندمان خالص ۷۷ درصد و مؤثر ۶۵ درصد بیشتر از راندمان کلاسیک ۵۳ درصد می باشند. نتایج این تحقیق نشان داد که با اعمال سناریوهای مفاهیم جدید راندمان می توان بین ۱۹ تا ۴۷ درصد در تخصیص آب صرفه جویی نمود. سجوی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی به بررسی راندمان انتقال و توزیع آب در شبکه های آبیاری ایران و روش های برآورد پرداختند و نتیجه گرفتند که تلفات در سیستم‌های انتقال و توزیع آب کشاورزی به دو دلیل اصلی رخ می‌دهد: نشت و عملکرد نامناسب سازه‌های کانال که باعث ایجاد تلفات بهره‌برداری می‌شود. همچنین عوامل مختلفی ازجمله رشد علف‌های هرز در کانال‌ها، تجمع رسوب در کانال‌ها، تجمع زباله در کانال‌ها، ترک خوردن پوشش کانال، خرد شدن یا جابه‌جایی قطعات بتن در کانال‌ها، تخریب به دلیل کیفیت نامناسب مصالح و عدم وجود دانش کافی بهره‌برداری در سطح کلان و خرد تصمیم گیران آب کشور سبب افزایش تلفات در سامانه‌های توزیع و تحویل کشاورزی هستند. اقبال و همکاران مقدار نشت را در کانال‌های آبیاری ۱۱ حوزه آبخیز در کانادا با طول عمر یکسان را ۱/۵ درصد گزارش کردند (eqbal et al., 2002). آکوزو به بررسی میزان نشت آب در کانال های بتنی آمریکا با استفاده از مدل‌های تجربی موریتز و دیویس ویلسون و روش مستقیم دبی ورودی خروجی پرداخت. نتایج نشان داد که ضمن تأکید بر اهمیت استفاده از مدل‌های تجربی نشت، ممکن است این مدل‌ها در همه نقاط قابل کاربرد نباشند و لازم است برای هر منطقه واسنجی شوند (akkuzu, 2010). یائو و همکاران میزان نشت در کانالی با پوشش های مختلف را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند میزان نشت در کانال برای پوشش رسی و بستر تحکیم یافته کمترین میزان نشت را داشته و پس

از آن کانال با بستر تحکیم یافته و کانال با پوشش بتنی قرار می‌گیرد. همچنین علاوه بر نوع پوشش، میزان نفوذپذیری خاک بستر نیز تأثیر به سزایی در میزان نشت دارد (yao et al., 2012). مارتین و گیتز اندازه‌گیری نشت آب کانال با روش دبی ورودی خروجی را روشی مناسب دانسته و بیان داشتند عواملی مانند تغییرات مکانی نشت، خطای فردی و خطای ادوات اندازه‌گیری می‌تواند باعث عدم اطمینان به نتایج و افزایش ضریب تغییرات گردد. همچنین جریان غیر ماندگار در کانال می‌تواند باعث تغییرات در حجم آب موجود در کانال و تغییرات در میزان نشت گردد (martin and gates, 2014). سینگ در مقایسهٔ تلفات نشت و تبخیر از کانال آبیاری ناروانا در هند، گزارش کردند که مقدار متوسط تلفات آب حدود ۴۷/۲ مترمکعب در روز است و بیش از ۹۹ درصد تلفات ناشی از نشت بوده و کمتر از ۱ درصد تلفات مربوط به تبخیر بوده است (Singh, 2014). مروا و عمران در تحقیقی که انجام دادند تلفات نشت را به روش ورودی خروجی در بخشی از کانال اصلی و سه کانال توزیع آب پوشش شده در عراق اندازه‌گیری و با مقادیر حاصل از دو روش موریتز و دیویس ویلسون مقایسه کردند و مقدار راندمان انتقال را در آن‌ها به دست آوردند. نتایج نشان داد که میانگین تلفات در کانال اصلی و سه کانال توزیع آب به ترتیب ۵ و ۴/۳ مترمکعب در مترمربع در روز است. راندمان انتقال در کانال اصلی و سه کانال توزیع آب به ترتیب ۹۵/۲۱، ۸۳/۶۸، ۸۱/۲ و ۹۰/۳۳ درصد تعیین شد (marva and omran, 2016).

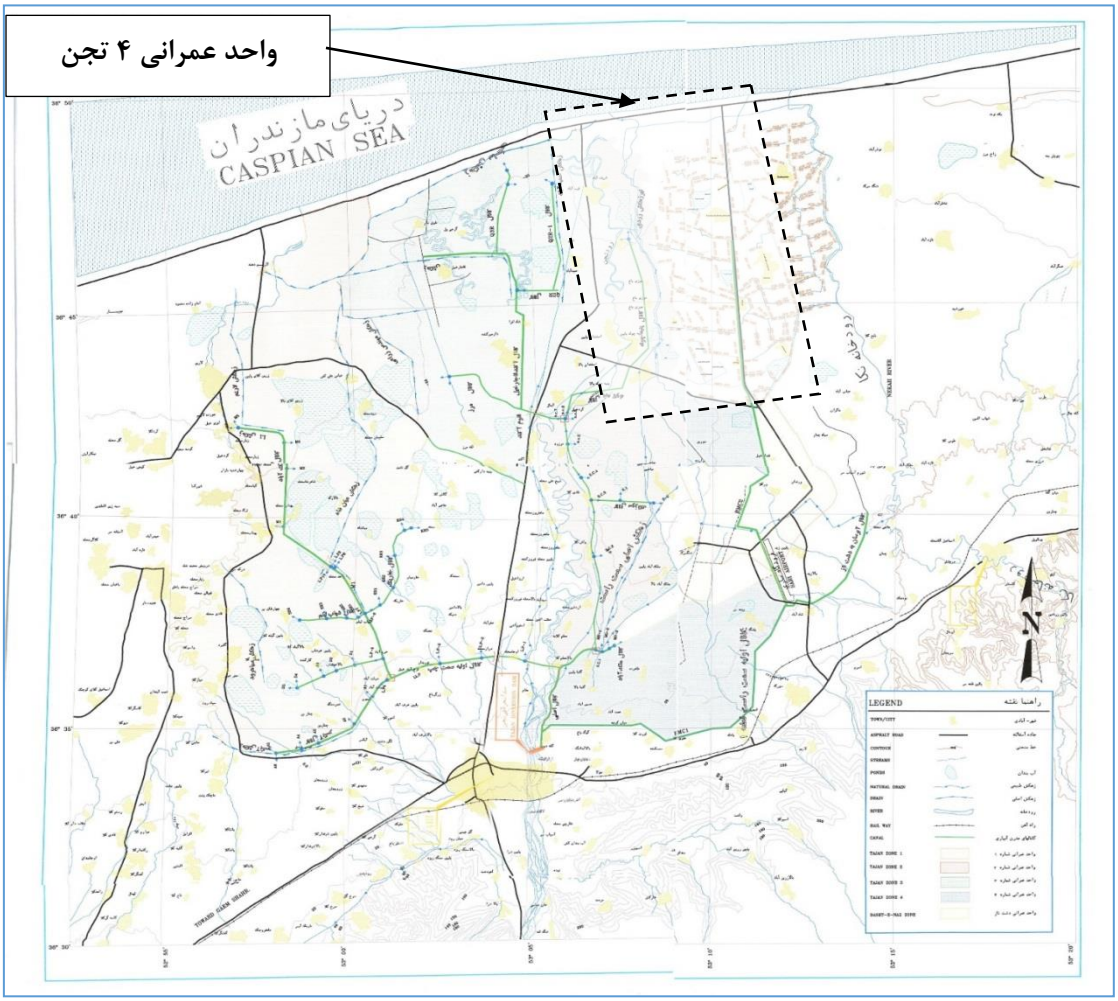
برآورد صحیح تلفات آب انتقالی از یک سیستم آبیاری برای مدیریت صحیح سیستم حیاتی است. تراوش غالب‌ترین فرآیندی است که در آن آب در کانال از بین می‌رود، بنابراین برای برنامه‌ریزی عملیاتی و مدیریت مؤثر یک سیستم آبیاری، پیش‌بینی قابل‌اعتماد تلفات آب بسیار مهم است. این پژوهش با هدف تعیین میزان هدر رفت آب در کانال‌های درجه ۳ و ۴، تعیین راندمان انتقال و توزیع آب در کانال‌های درجه ۳ و ۴ و ارائه راهکارهایی برای کاهش تلفات آب در واحد عمرانی ۴ شبکه آبیاری و زهکشی تجن انجام گردید.

مواد و روش‌ها

شبکه آبیاری و زهکشی تجن از پایاب سد شهید رجایی آغاز و تا کرانه دریای خزر گسترده است که از سمت غرب به رودخانه سیاه رود و از سمت شرق به رودخانه نکارود محدود می‌باشد. محدوده مطالعاتی مدنظر در این پژوهش واحد عمرانی ۴ است که در شمال شرقی این شبکه واقع گردیده و از جنوب به روستای گله دون، از شمال به حاشیه دریای مازندران، از شرق به رودخانه نکارود و از غرب به زهکش موجود موسوم به زردی محدود می‌گردد. در این واحد عمرانی کانال اصلی به طول ۳۱ کیلومتر، کانال بتنی درجه ۱ به طول ۱۲ کیلومتر، کانال بتنی درجه ۲ به طول ۵۳ کیلومتر، کانال‌های بتنی و خاکی درجه ۳ و ۴ به طول ۱۵۰ کیلومتر ساخته شده و قادر به تأمین آب ۷۵۵۰ هکتار از اراضی این شبکه است. منطقه دارای اقلیم مرطوب با تابستان گرم و زمستان کمی سرد است. بارندگی سالانه به‌طور متوسط ۶۹۹/۱۳ میلی‌متر است. بارندگی سالانه عمدتاً در ماه آذر اتفاق می‌افتد. برآورد دقیق تلفات آب در تمام کانال‌های یک شبکه مشکل بوده و معمولاً برای به دست آوردن تخمین واقعی از آن، یک یا چند کانال و یا بازه‌هایی از آن‌ها که بیانگر وضعیت عمومی کانال‌های منطقه است را انتخاب نموده و بر اساس تعیین تلفات در آن‌ها، میزان تلفات در واحد طول کانال‌های مختلف تخمین زده می‌شود و درنهایت بر اساس آن راندمان کانال‌ها محاسبه می‌گردد. در این مطالعه به‌منظور تعیین تلفات آب در کانال اصلی MC و کانال‌های فرعی شبکه تجن، بازه‌هایی از آن‌ها انتخاب گردید. در همین رابطه در کانال اصلی، سه بازه و در بقیه کانال‌ها، یک بازه اندازه‌گیری انتخاب شد. در انتخاب کانال‌ها و بازه‌های مربوطه آن‌ها سعی گردید که کانال‌های انتخابی بیانگر وضعیت واقعی کلیه قسمت‌های کانال‌های شبکه بوده و همچنین بازه‌های انتخابی نیز حتی‌المقدور طویل باشند. به‌طورکلی تعداد ۱۶ بازه در کانال‌های انتقال و توزیع، از شبکه آبیاری تجن انتخاب گردید و اندازه‌گیری‌های صحرایی بر اساس روش دبی ورودی- خروجی در آن‌ها صورت گرفت. به‌منظور حذف خطاهای احتمالی، کلیه اندازه‌گیری‌ها در هر محل، سه بار تکرار گردید و متوسط آن‌ها به‌عنوان مقدار نهایی در نظر گرفته شد.

برای انجام کار صحرایی، ابتدا یک کابل مدرج در طرفین کانال مهار گردید، با استقرار در یک قایق (به دلیل عریض بودن بعضی از کانال‌ها) که به کابل مذکور بسته شده بود، به‌وسیله کابل دیگری، مولینه را در اعماق ۰/۲، ۰/۶ و ۰/۸ از سطح آب قرار داده و هم‌زمان عمق آب کانال در مقطع موردنظر اندازه‌گیری شد. با داشتن عمق، عرض و سطح مقطع جریان آب و همچنین با توجه به سرعت جریان اندازه‌گیری شده به‌وسیله مولینه، دبی آن مقطع کانال تعیین گردید. لازم به ذکر است که به دلیل عدم یک شکل هندسی منظم در مقاطع عرضی موردنظر، پس از ترسیم آن‌ها، با استفاده از نرم‌افزار AutoCAD اندازه سطح جریان محاسبه گردید. در جداول ۱ و ۲ مقادیر پارامترهای هیدرولیکی محل‌های ورودی و خروجی هر یک از بازه‌های اندازه‌گیری کانال‌های شبکه انتقال و توزیع شبکه تجن ارائه شده است. به‌عبارت‌دیگر در این روش پس از محاسبه مقدار سرعت جریان آب در محل‌های ورودی و خروجی از کانال موردانداره‌گیری، با توجه به سطح مقطع کانال (که در محیط AutoCAD محاسبه شده بود)، دبی‌های مربوطه محاسبه گردید و اختلاف دبی ورودی کانال و خروجی از آن به‌عنوان تلفات در نظر گرفته شد. متذکر می‌گردد، با توجه به اینکه اندازه‌گیری‌ها کلاً در

ساعات اولیه روز صورت گرفت، لذا در این حالت تلفات ناشی از تبخیر ناچیز بوده و از آن صرف‌نظر گردید و نشست از دیواره و بستر کانال مهم‌ترین منابع تلفات در مسیر کانال‌های موردنظر است. دوره‌ها و مقاطع اندازه‌گیری به‌گونه‌ای تنظیم شده بودند که آب انشعابی و ورودی جانبی به مقطع کانال وجود نداشته و در حین آزمایش بارندگی نیز اتفاق نیفتد.



شکل ۱- موقعیت محدوده موردمطالعه

راندمان‌های شبکه آبیاری و زهکشی

حرکت آب در یک شبکه آبیاری از منبع تا مزرعه به سه بخش انتقال، توزیع و کاربرد آب در سطح مزرعه تقسیم می‌شود. انتقال، حرکت آب از منبع به‌وسیله کانال‌های اصلی و درجه ۱ و ۲ تا آبگیر کانال‌های درجه ۳ است. توزیع، حرکت آب در کانال‌های درجه ۳ و ۴ تا محل تغذیه مزرعه است. کاربرد آب در مزرعه، حرکت آب از محل آبگیر مزرعه تا محل مصرف آب توسط گیاه است (سهرابی و همکاران، ۱۳۸۴). تعاریفی توسط باس و ناختن (۱۹۹۰) در مورد راندمان‌های آبیاری به شرح زیر ارائه‌شده است.

راندمان انتقال Ec

راندمان انتقال عبارت است از حرکت آب از منبع به‌طرف آبگیرهای واحد آبیاری از طریق کانال‌های اصلی، جانبی یا ثانویه و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E_c = \frac{V_d + V_2}{V_c + V_1} \qquad (۱)$$

در این رابطه V_d حجم آبی که به ابتدای سیستم توزیع وارد شده، V_c حجم آب واردشده از مقصد یا رودخانه به سیستم، V_1 حجم آب ورودی از سایر منابع به سیستم انتقال و V_2 حجم آب داده‌شده به استفاده‌کننده‌های دیگر از سیستم انتقال است.

جدول ۱- پارامترهای هیدرولیکی مقاطع ورودی در بازه‌های اندازه‌گیری کانال‌های شبکه انتقال و توزیع

نام	نام کانال	دبی (m^3/s)	سطح مقطع جریان (m^2)	عمق متوسط (m)	سرعت جریان (m/s)	طول بازه (m)
کانال اصلی شماره ۱	MC1	۶.۲۷	۹.۲۵	۱.۰۶	۰.۶۸	۵۵۰
کانال اصلی شماره ۲	MC2	۵.۰۸	۸.۰۱	۱.۰۰	۰.۶۳	۴۸۰
کانال اصلی شماره ۳	MC3	۴.۷۱	۳.۹۸	۰.۷۹	۱.۱۸	۲۰۰۰
کانال اصلی شماره ۴	MC4	۴.۳۷	۳.۸۱	۰.۸۲	۱.۱۵	۱۹۹۷
کانال درجه ۱ شماره ۱	A	۱.۰۳	۱.۰۷	۰.۳۲	۰.۹۶	۱۸۶۳
کانال درجه ۱ شماره ۲	B	۰.۹۱	۰.۹۷	۰.۳۳	۰.۹۴	۷۷۳
کانال درجه ۱ شماره ۳	C	۰.۵۷	۰.۹	۰.۳۳	۰.۶۳	۷۷۶
کانال درجه ۱ شماره ۴	D	۰.۳۴	۰.۷۳	۰.۲۲	۰.۴۷	۲۷۵۰
کانال درجه ۱ شماره ۵	E	۰.۳۴	۲.۹۳	۰.۶۸	۰.۱۲	۳۲۷
کانال درجه ۲ شماره ۱	F	۰.۲۶	۰.۱۵	۰.۱۸	۱.۷۳	۸۴۹
کانال درجه ۲ شماره ۲	G	۰.۱۴	۰.۱۵	۰.۲۵	۰.۹۳	۴۵۰
کانال درجه ۲ شماره ۳	H	۰.۰۷	۰.۱۸	۰.۱۹	۰.۳۹	۵۲۳
کانال درجه ۳ شماره ۱	I	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۹	۱.۰۰	۲۱۱
کانال خاکی شماره ۱	J	۰.۰۲	۰.۱۹	۰.۲۸	۰.۱۱	۱۵۵
کانال خاکی شماره ۲	K	۰.۰۲۵	۰.۱۴	۰.۳۱	۰.۱۸	۱۷۸
کانال خاکی شماره ۳	L	۰.۰۱	۰.۱۱	۰.۲۲	۰.۰۹	۱۲۰

جدول ۲- پارامترهای هیدرولیکی مقاطع خروجی در بازه‌های اندازه‌گیری کانال‌های شبکه انتقال و توزیع

نام	نام کانال	دبی (m^3/s)	سطح مقطع جریان (m^2)	عمق متوسط (m)	سرعت جریان (m/s)	طول بازه (m)
کانال اصلی شماره ۱	MC1	۶.۲۱	۹.۹۹	۱.۱۵	۰.۶۲	۵۵۰
کانال اصلی شماره ۲	MC2	۵.۰۳	۸.۶۶	۱.۰۹	۰.۵۸	۴۸۰
کانال اصلی شماره ۳	MC3	۴.۶۸	۴.۰۴	۰.۷۲	۱.۱۶	۲۰۰۰
کانال اصلی شماره ۴	MC4	۴.۳۵	۴.۰۲	۰.۸	۱.۰۸	۱۹۹۷
کانال درجه ۱ شماره ۱	A	۰.۹۸	۱.۰۸	۰.۳۲	۰.۹۱	۱۸۶۳
کانال درجه ۱ شماره ۲	B	۰.۸۹	۱.۶۶	۰.۴۴	۰.۵۴	۷۷۳
کانال درجه ۱ شماره ۳	C	۰.۵۴	۱.۷۱	۰.۴۳	۰.۳۲	۷۷۶
کانال درجه ۱ شماره ۴	D	۰.۳	۰۸۱	۰.۲۵	۰.۳۷	۲۷۵۰
کانال درجه ۱ شماره ۵	E	۰.۳۱	۲.۶۱	۰.۵۱	۰.۱۲	۳۲۷
کانال درجه ۲ شماره ۱	F	۰.۲۵	۰.۱۸	۰.۱۹	۱.۳۹	۸۴۹
کانال درجه ۲ شماره ۲	G	۰.۱۴	۰.۲۹	۰.۲۶	۰.۴۸	۴۵۰
کانال درجه ۲ شماره ۳	H	۰.۰۷	۰.۲۵	۰.۲۹	۰.۲۸	۵۲۳
کانال درجه ۳ شماره ۱	I	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۹	۱.۰۰	۲۱۱
کانال خاکی شماره ۱	J	۰.۰۱۵	۰.۲	۰.۲۷۸	۰.۰۸	۱۵۵
کانال خاکی شماره ۲	K	۰.۰۱۷	۰.۱۴۶	۰.۲۸۹	۰.۱۲	۱۷۸
کانال خاکی شماره ۳	L	۰.۰۰۷	۰.۱۲۵	۰.۲۲۱	۰.۰۶	۱۲۰

راندمان توزیع E_d

راندمان توزیع عبارت است از انتقال آب به داخل مزرعه از طریق کانال‌های درجه ۳ یا ۴ و از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$E_d = \frac{V_f + V_3}{V_d} \quad (۲)$$

در این رابط V_f حجم آب آبیاری داده‌شده به مزرعه، V_3 حجم آب‌داده شده به استفاده‌کننده‌های دیگر از سیستم انتقال و V_d حجم آبی که به ابتدای سیستم توزیع وارد شده است. دوره‌ها و مقاطع اندازه‌گیری به‌گونه‌ای تنظیم شده بودند که آب انشعابی و ورودی جانبی به مقطع کانال وجود نداشته و در حین آزمایش بارندگی نیز اتفاق نیفتد. در روش دبی ورودی- خروجی از رابطه ۳ برای محاسبه درصد تلفات آب در کانال استفاده شد.

$$q_l = \frac{Q_i - Q_o}{Q_i} * 100 \quad (۳)$$

برای بررسی تأثیر طول در تلفات آب در بخش انتقال و توزیع از رابطه ۴ استفاده می‌شود (کشکولی، ۱۳۶۶).

$$q_p = \frac{Q_i - Q_o}{L} * 100 \quad (۴)$$

در روابط فوق q_l درصد تلفات آب در کانال، Q_i و Q_o به ترتیب دبی ورودی و دبی خروجی در بازه اندازه‌گیری، q_p میزان تلفات یا افت دبی برحسب لیتر بر ثانیه در ۱۰۰ متر طول کانال، L طول بازه یا کانال واقع در بین دو اندازه‌گیری می‌باشند.

پس از محاسبه مقدار سرعت جریان آب در محل‌های ورودی و خروجی از کانال موردانداز‌ه‌گیری، با توجه به سطح مقطع، دبی‌های مربوطه محاسبه گردید. بیشترین دبی ثبت‌شده مربوط به کانال اصلی شماره ۱ بود که مقدار دبی آن ۶/۲۷ مترمکعب بر ثانیه ثبت شده است. همچنین کمترین دبی هم مربوط به کانال خاکی شماره ۳ که مقدار آن ۰/۰۱ ثبت شده است. بیشترین مقدار سرعت هم مربوط به کانال درجه ۲ شماره ۱ به میزان ۱/۷۳ مترمکعب بر ثانیه و کمترین میزان سرعت هم ۰/۱ مترمکعب بر ثانیه مربوط به کانال خاکی بود. مقادیر راندمان و تلفات کانال‌ها پس از برداشت داده‌های کانال‌ها و محاسبه در جداول زیر ارائه گردید.

نتایج و بحث

جدول ۳- مقادیر تلفات و راندمان در کانال‌های اندازه‌گیری شده از شبکه انتقال

نام	نام کانال	طول بازه (m)	تلفات نشت (lit/s/km)	میزان تلفات (m^3/s)	درصد تلفات	راندمان(٪)
کانال اصلی شماره ۱	MC1	۵۵۰	۱۰۹.۰۹	۰.۰۶	۰.۹۶	۹۹.۰۴
کانال اصلی شماره ۲	MC2	۴۸۰	۱۰۴.۱۷	۰.۰۵	۰.۹۸	۹۹.۰۲
کانال اصلی شماره ۳	MC3	۲۰۰۰	۱۵.۰۰	۰.۰۳	۰.۶۴	۹۹.۳۶
کانال اصلی شماره ۴	MC4	۱۹۹۷	۱۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۴۶	۹۹.۵
کانال درجه ۱ شماره ۱	A	۱۸۶۳	۲۶.۸۴	۰.۰۵	۴.۸۵	۹۵.۱۵
کانال درجه ۱ شماره ۲	B	۷۷۳	۲۵.۸۷	۰.۰۲	۲.۲	۹۷.۸۰
کانال درجه ۱ شماره ۳	C	۷۷۶	۳۸.۶۶	۰.۰۳	۵.۲۶	۹۴.۷۴
کانال درجه ۱ شماره ۴	D	۲۷۵۰	۱۴.۵۵	۰.۰۴	۱۱.۷۶	۸۸.۲۴
کانال درجه ۱ شماره ۵	E	۳۲۷	۹۱.۷۴	۰.۰۳	۸.۸۲	۹۱.۱۸
کانال درجه ۲ شماره ۱	F	۸۴۹	۱۱.۷۸	۰.۰۱	۳.۸۵	۹۶.۱۵
کانال درجه ۲ شماره ۲	G	۴۵۰	۱۱.۱۱	۰.۰۰۵	۳.۵۷	۹۶.۴۳
کانال درجه ۲ شماره ۳	H	۵۲۳	۹.۵۶	۰.۰۰۵	۷.۱۴	۹۲.۸۶
میانگین		۱۱۱۱.۵	۳۹	۰.۰۲۹	۴.۲	۹۵.۸

مطابق جدول (۳) مقدار راندمان انتقال در شبکه بین ۸۸/۲ تا ۹۹/۵ درصد و به‌طور میانگین ۹۵/۸ درصد به دست آمد. بیشترین راندمان مربوط به کانال اصلی شماره ۴ بوده که ۹۹/۵ درصد بوده و کمترین راندمان هم مربوط به کانال درجه ۱ با شماره ۴ هست که حدود ۸۸/۲ درصد بوده است. طبق این جدول مقدار تلفات در کانال-های انتقال بین ۹/۵۶ تا ۱۰۹/۰۹ و به‌طور متوسط ۳۹ لیتر در ثانیه در کیلومتر هست. بیشترین میزان تلفات نشت مربوط به کانال اصلی شماره ۱ و کمترین میزان مربوط به کانال درجه ۲ با شماره ۳ هست. تلفات در هر یک کیلومتر طول این کانال‌ها بین ۰/۴۶ تا ۱۱/۷۶ و به‌طور متوسط حدود ۴/۲ درصد هست. بیشترین درصد تلفات مربوط به کانال درجه ۱ با شماره ۴ و کمترین مقدار نیز مربوط به کانال اصلی شماره ۴ هست. بهراملو (۱۳۸۶) مقادیر راندمان انتقال را در کانال‌هایی با پوشش خاکی، بتنی و سنگ و ملات به ترتیب ۶۶/۶، ۷۱/۱ و ۹۴/۴ درصد در کیلومتر گزارش نمود.

جدول ٤- مقادیر تلفات و راندمان در کانال‌های اندازه‌گیری شده از شبکه توزیع

نام	نام کانال	طول بازه (m)	تلفات نشت (lit/s/km)	میزان تلفات (m^3/s)	درصد تلفات	راندمان(٪)
کانال درجه ۳ شماره ۱	I	۲۱۱	۹.۴۸	۰.۰۰۲	۴.۰۰	۹۶.۰۰
کانال خاکی شماره ۱	J	۱۵۵	۳۲.۲۶	۰.۰۰۵	۲۵.۰۰	۷۵.۰۰
کانال خاکی شماره ۲	K	۱۷۸	۴۴.۹۴	۰.۰۰۸	۳۲.۰۰	۶۸.۰۰
کانال خاکی شماره ۳	L	۱۲۰	۲۵.۰۰	۰.۰۰۳	۳۰.۰۰	۷۰.۰۰
میانگین		۱۶۶	۲۷/۹۲	۰.۰۰۴۵	۲۲.۷۵	۷۷.۲۵

مطابق جدول (۴) مقدار راندمان توزیع در شبکه بین ۶۸ تا ۹۶ درصد و به‌طور میانگین ۷۷.۲۵ درصد به دست آمد. بیشترین راندمان مربوط به کانال درجه ۳ با شماره ۱ به میزان ۹۶ درصد بوده و کمترین راندمان هم مربوط به کانال خاکی شماره ۲ است که ۶۸ درصد بوده است. طبق این جدول مقدار تلفات در کانال‌های توزیع بین ۹/۴۸ تا ۴۴/۹۴ و به طور متوسط ۲۷/۹۲ لیتر در ثانیه در کیلومتر است. بیشترین میزان تلفات نشت مربوط به کانال خاکی شماره ۲ و کمترین میزان مربوط به کانال درجه ۳ با شماره ۱ است. تلفات در هر یک کیلومتر طول این کانال‌ها بین ۴ تا ۳۲ و به‌طور متوسط حدود ۲۲/۷۵ درصد است. بیشترین درصد تلفات مربوط به کانال خاکی شماره ۲ و کمترین مقدار نیز مربوط به کانال درجه ۳ شماره ۱ است. فخرایی (۱۳۸۰) نتیجه‌گیری نمود که با اعمال مدیریت و خدمات نظارت در شبکه آبیاری دشت مغان، از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۸ راندمان انتقال آب از ۶۸ درصد به ۷۹/۲ درصد و راندمان توزیع از ۲۷/۷ درصد به ۲۹/۹ درصد افزایش یافته است. ناپان و همکاران مقدار تلفات را در شبکه آبیاری یوتا با پوشش بتنی در آمریکا ۲٪ در کیلومتر تعیین نمودند (napan et al., 2009). بهراملو و همکاران (۱۳۹۶) مقدار متوسط تلفات در شبکه‌های آبیاری زاینده‌رود، مغان و کرمان ۰/۹ درصد به دست آوردند. با بررسی نتایج محققین مختلف می‌توان نتیجه گرفت که متوسط درصد تلفات در شبکه آبیاری تجن زیاد می‌باشد که علت اصلی این امر را می‌توان در نظر گرفتن کانال‌های خاکی موجود در شبکه دانست. بیشترین میزان تلفات مربوط به کانال اصلی شماره ۱ به میزان ۰/۰۶ مترمکعب بر ثانیه و کمترین مقدار مربوط به کانال درجه ۳ هست.

نتیجه‌گیری

از میان روش‌های اندازه‌گیری نشت، روش های عملی اندازه‌گیری نشت آب از کانال‌ها کاربردی‌تر و دقیق‌تر می‌باشند و می‌توان از آن‌ها در شرایط مختلف استفاده کرد. بررسی این روش در شبکه آبیاری تجن نشان داد که کمترین و بیشترین میزان نشت آب مربوط به کانال درجه ۳ و کانال اصلی شماره ۱ به میزان ۹/۴۸ و ۱۰۹/۰۹ لیتر بر ثانیه بر کیلومتر با میانگین کل ۳۶/۲۵ لیتر بر ثانیه بر کیلومتر بود. کمترین و بیشترین میزان نشت آب در هر کیلومتر طول کانال به ترتیب مربوط به کانال اصلی شماره ۴ و کانال خاکی شماره ۲ برابر ۰.۴۶ و ۳۲ درصد و میانگین کل ۸/۸۴ درصد بود. تفاوت در مقادیر نشت کانال‌ها به علت فرسودگی غیریکنواخت در کانال‌ها و عمق و عرض غیر یکسان کانال‌ها است.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و بازدیدهای میدانی از شبکه آبیاری تجن واحد عمرانی ۴ فرسودگی پوشش بتنی، شکستگی بتن دیواره و بستر کانال، تخریب کانال، آب‌بندی ناقص و نامناسب درزهای انقباض، رشد علف‌های هرز در درزهای انقباض که باعث تخریب بتن شده، تجمع رسوبات از عوامل اصلی تلفات نشت می‌باشند. کانال‌هایی که تلفات نشت کمتری دارند به علت آن است که این کانال‌ها ترک و شکستگی و تخریب ندارند یا به نسبت کمتر دارند و علت اصلی نشت در آن‌ها درزهای انقباض، رشد علف‌های هرز و رسوبات هست. پیشنهاد می‌گردد با ترمیم پوشش‌های فعلی کانال‌ها، میزان تلفات نشت را کاهش و راندمان را افزایش داد. تحویل حجمی آب در شبکه، استفاده از سازه‌های دقیق اندازه‌گیری آب و انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌تواند به بهبود شاخص‌های تحویل آب در شبکه کمک نماید.

منابع

بهراملو، ر. عباسی، ن. مامن پوش، ع. اخوان، ک. و ریاحی، ح. ۱۳۹۶. ارزیابی راندمان انتقال و تلفات آب در کانال های انتقال آب با پوشش ژئوممبران HDPE در شبکه‌های آبیاری زاینده‌رود، مغان و کرمان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۸ (۴). ۷۳۵-۷۲۵.

جمالی، ر. بشارت، س. یاسی، م. و امیرپور دیلمی، ا. ۱۳۹۷. ارزیابی راندمان‌های آبیاری، کارآیی مصرف و بهره‌وری آب در حوضه دریاچه ارومیه (مطالعه موردی شبکه آبیاری زرینه‌رود). نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۲۲(۳): ۱۳۰-۱۱۷.

سجوی، ز. و هاشمی، م. ۱۴۰۰. مروری بر راندمان انتقال و توزیع آب در شبکه‌های آبیاری ایران و روش‌های برآورد آن. مجله پژوهش و فناوری محیطزیست. ۶ (۹): ۸۷-۷۵.

سلامتی، ن. ورجاوند، پ. آبسالان، ش. عزیزی، آ. گوشه، م. و حبیبی، ج. ۱۳۹۷. ارزیابی راندمان توزیع آب در کانال‌های بتنی و کانال‌ها در شبکه‌های آبیاری استان خوزستان. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۹(۷۲): ۱۶۴ – ۱۴۹.

شاهرخ نیا، م. و علیان غیاثی، ع. ۱۳۹۶. روش‌های برآورد نشت در کانال‌ها و بررسی نشت و راندمان توزیع در شبکه آبیاری درودزن. نشریه مدیریت آب در کشاورزی. ۴(۲): ۳۶-۲۷.

فخرایی، س. ۱۳۸۰. تأثیر نظارت و مدیریت در عملکرد بهره‌برداری و نگهداری در شبکه آبیاری و زهکشی مغان. دهمین کنفرانس بین‌المللی کمیته ملی آبیاری و زهکشی. تهران. ایران. ص ۲۱۲-۲۰۳.

کشکولی، ح. ۱۳۶۶. یک بررسی مختصر از میزان و علل تلفات آب در

تعدادی از کانال‌های خاکی در خوزستان. مجله علـوم کشـاورزی، ۱۸ (۳): ۱۳-۱.

معروفی، ص. و سلطانی، ح. ۱۳۸۵. برآورد راندمان‌های انتقال و توزیع آب در شبکه آبیاری و زهکشی شاوور بـا اسـتفاده از یـک رابطـه نمائی. مجله پژوهش کشاورزی آب، خاک، گیاه. ۶(۱): ۴۷-۳۶.

موسـوی، م. ۱۳۹۶. بررسـی رانـدمان انتقـال و توزیـع آب و ارائـه راهکارهـایی جهـت کـاهش تلفـات آب در کانـال‌هـای منتخـب شهرستان باوی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان. گروه مهندسی آب.

نحوی نیا، م. لیاقت، ع. و عباسی، ف. ۱۳۹۸. ارزیابی شبکه آبیاری بـا مفاهیم کلاسیک و جدید راندمان آبیاری (مطالعه مـوردی: شـبکه حمودی خوزستان). نشریه تحقیقـات آب و خـاک ایـران. ۵۰(۳). ۵۷۹-۵۶۷.

نوری خواه، ف. و باقری، ع. ۱۳۹۹. بررسی راندمان انتقال و توزیع آب در شبکه آبیاری تجن و ارائه راهکارهایی برای کاهش تلفـات آب در ایـن شـبکه (مطالعـه مـوردی واحـد عمرانـی ۴). پایـان‌نامـه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشـی. دانشـگاه آزاد اسـلامی واحـد قائم‌شـهر، دانشـکده کشـاورزی و منـابع طبیعـی. گـروه علـوم و مهندسی آب. ص ۷۲.

Akkuzu, E. 2012. Usefulness of empirical equations in assessing canal losses through seepage in concrete-lined canal. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 138(5): 445-460.

Bos, M.G. and Nugteren. J.N. 1990. On irrigation efficiencies. International Institute for Land Reclamation and Improvement. ILRI Publication 19.

Iqbal, Z., Maclean, R. T., Taylor B. D., Hecker F. J. and Bennett. D. R. 2002. Seepage losses from irrigation canals in southern alberte. Can. Biosyst. Eng. 44: 121-127.

Martin, C. and Gates. T. 2014. Uncertainty of canal seepage losses estimated using flowing water balance with acoustic Doppler devices. Journal of Hydrology. 517: 746-761.

Marwaa, H. M. and Omran, I. M. 2016. Compared between the measured seepage losses and estimation and evaluated the conveyance efficiency for part of the hilla main canal and three distributary canals (HC 4R, HC 5R and HC 6R) of hilla-kifil irrigation project. Civil and Environmental Research. 8(2): 1-10.

Mcleod, A. 1996. Review of Murray region seepage investigations. Catchment processes and modelling branch. Department of and and water conservation, paramatta.

Napan, K.M., Merkley G.P. and Neale. C.M.U. (2009). Seepage evaluations in cache valley rrigation canals. In: proc. Fifth International Conference on Irrigation and Drainage. USCID, Salt Lake City, UT.

Singh, B. and Singh, K. K. 2014. Comparison of seepage and evaporation losses of field data analysis with analytical approach analysis - a Study of Narwana branch canal, Kurukshetra. International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering. 3(7): 204-209.

Yao, L., Feng, S., Maoa, X., Huo, Z., Kang, S. and Barry D. 2012. Coupled effects of canal lining and multi-layered soil structure on canal seepage and soil water dynamics. Journal of Hydrology. (430-431): 91-102.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.1, Vol. 17, Apr.-May. 2023, p. 68-76

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۷، فروردین - اردیبهشت ۱۴۰۲، ص. ۷۶-۶۸

Estimation of Conveyance and Distribution Efficiency in Tajan Irrigation and Drainage Network and Providing a Solution for Reduce Water Losses

F. Nourikhah[1], A. Bagheri[2*]

Recived: Sep.03, 2022 Accepted: Nov.18, 2022

Abstract

Because of limited water resources in Iran, decrease the water seepages and increase the water are necessary. Water productivity and the management conditions of irrigation and drainage systems shows that more attention should be paid to this subject. This research was conducted in 2019 in tajan irrigation network in mazandaran province. The losses and efficiencies of water conveyance and distribution in the water conveyance network of tajan were estimated using field measurements. Initially, 16 intervals were selected to indicate the state of the network. Field measurements were made using the inflow outflow method for each interval. All measurements on selected ranges of the channels to minimize evaporation were carried out in the early morning using a flow velocity meter with three repetitions. Then the discharge of each part of the cross section was calculated and finally the discharge of the whole section was obtained. The results show that the canals conveyance efficiencies vary between 88.2% and 99.5% and on average about 95.8% was estimated. Also, the distribution efficiency of the network has changed between 68% and 96% and on average about 77.25% was estimated. To prevent water losses in irrigation water conveyance and distribution channels, things like the growth of weeds in the channels, the accumulation of sediment in the channels, the accumulation of garbage in the channels, the cracking of the channel lining, the crushing or displacement of concrete parts in the channels, the destruction caused by poor quality of materials used, the destruction caused by executive issues, It should be controlled and fixed.

Keywords: Inflow-outflow, Seepage losses, Tajan network, Flow velocity meter.

1- M.Sc Graduate of Irrigation and Drainage, Department of Water Science and Engineering, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran
2- Assistant Professor, Department of Water Science and Engineering, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran
(*- Corresponding Author Email: ali523b@yahoo.com)