Arcl f SID
AERI
تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی/جلد ۱۹/ شماره ۷۲/ پاییز ۱۳۹۷/ص ۱٦٤-۱٤۹

ارزیابی راندمان توزیع آب در کانال‌های بتنی و کانالت‌ها در شبکه‌های آبیاری استان خوزستان

نادر سلامتی[1*]، پیمان ورجاوند[2]، شکراله آبسالان[3]، آذرخش عزیزی[4]، محی‌الدین گوشه[5] و جعفر حبیبی اصل[6]

۱، ۲، ۳، ۴ و ۶ – به‌ترتیب: استادیاران؛ مربیان پژوهش؛ و استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
۵- مربی پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۲۲

چکیده

کانال‌های آبیاری از مهم‌ترین بخش‌های شبکهٔ آبیاری و زهکشی هستند و نقش مؤثری در کاهش تلفات آب و افزایش راندمان توزیع آب دارند. این تحقیق از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ در شبکه‌های آبیاری استان خوزستان اجرا شده است. در این پژوهش برای تعیین راندمان توزیع آب، از روش دبی ورودی- خروجی با استفاده از دستگاه مولینه و تقسیم‌بندی سطح مقطع جریان استفاده شد. به‌منظور تاثیر دادن ابعاد کانال و حجم آب انتقالی توسط کانال برای رسیدن به درک بهتر از میزان تلفات آب، از پارامتر درصد تلفات آب در کیلومتر طول کانال نسبت به دبی ورودی استفاده شد. تعداد ۲٦ کانال بتنی ذوزنقه‌ای و ۱۷ کانالت هر دو از درجه ۳ و ٤، در مجموع ٤۳ کانال در شهرستان‌های امیدیه، اندیمشک، گتوند، بهبهان، حمیدیه، دزفول، شوش، شوشتر، رامشیر، اهواز، باوی و شادگان در استان خوزستان ارزیابی شدند. دامنهٔ تغییرات راندمان توزیع آب در کانال‌ها و کانالت‌های درجه ۳ و ٤ 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 ۱۲٤٥٤/۱۰ متر مکعب در روز به‌ترتیب در شهرستان شوشتر و رامشیر تغییر می‌کرد. در کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای شاخص تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال از ۰/۳٥ درصد در شهرستان شوشتر تا ٦۱/۷٦ درصد در شهرستان اهواز در نوسان بود. در کانالت‌ها، میانگین بازه‌های مورد بررسی، راندمان توزیع آب، مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال و تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانالت‌ها به‌ترتیب ۹۷۸ متر، ۸٤/۳ درصد، ۲۱۳۳/۱۱ متر مکعب در روز و ۱۷/۱۸ درصد محاسبه شد. مقایسهٔ میانگین شاخص‌های محاسبه شده در کانال‌ها و کانالت‌ها با آزمون تی نشان داد مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال بتنی ذوزنقه‌ای با ۱۹۲۰/۰٥ متر مکعب در روز نسبت به کانالت‌ها با مقدار ۲۱۳۳/۱۱ متر مکعب در روز اختلاف معنی‌داری ندارد. محاسبهٔ ضریب‌های همبستگی پیرسون نشان داد که هر گونه روند افزایش یا کاهش در شاخص‌های دبی، سرعت و سطح حجم آب عبوری چه در بالادست و چه در پایین‌دست و میزان بازه مورد بررسی موجب تغییراتی معنی‌دار در روند تغییرات راندمان توزیع آب نمی‌شود. برای جلوگیری از تلفات آب در کانال‌های 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 جابه‌جایی قطعات بتن در کانال‌ها، تخریب ناشی از کیفیت نامناسب مصالح استفاده شده، تخریب ناشی از مسائل اجرایی را کنترل و رفع کرد.

واژه‌های کلیدی

تلفات آب، نشت، کانال‌های درجه ۳ و ٤

مقدمه

ایران کشوری است که بیشتر نقاط آن دارای اقلیم خشک و نیمه خشک و با کمبود آب روبه‌روست، از این رو جلوگیری از تلفات این منبع ملی اهمیت روزافزونی دارد. یکی از راه‌های جلوگیری از تلفات، اجرای اصولی و علمی شبکه‌های آبیاری و افزایش راندمان آبیاری است. در همین راستا، ضروری است تا شبکه‌های آبیاری و زهکشی اجرا شده ارزیابی و نقاط ضعف و قوت آنها شناسایی شوند.

* نگارنده مسئول: nadersalamati@yahoo.com
http://doi: 10.22092/idser.2018.122322.1334

www.SID.ir

Archive of SID

کانال‌های بتنی از سال ۱۳۴۰ و کانال‌های پیش‌ساخته از سال ۱۳۶۵ در کشور ما به‌کار گرفته شده‌اند (Attari *et al.*, 2014). فرامرز (Faramarz, 2011) در تحقیقی مزایا و معایب کانالت نسبت به کانال درجا را تولید متمرکز کانالت و قطعات لازم آن، افزایش کیفیت در ساخت بتن و افزایش سرعت اجرا، در مقایسه با روش بتن درجا، گزارش کرده است. امکان تعویض قطعات آسیب‌دیده در شرایط نامناسب آب و هوایی، بدون توقف عملیات اجرایی نیز از دیگر مزایای کانالت گزارش شده است. در مقابل، نداشتن توجیه اقتصادی در سرمایه‌گذاری اولیه برای پروژه‌های با سطح محدود و نیاز به سرمایه‌گذاری اولیهٔ بالا در این پروژه‌ها از یک سو و تخصیص قسمتی از اراضی کشاورزی به کارخانهٔ تولید و محل دپوی موقت کانالت و لوازم وابسته (که موجب آسیب رسیدن به کانالت و قطعات مربوطه در اثر عبور و مرور ادوات کشاورزی نیز خواهد شد) از سوی دیگر، عیوب استفاده از کانالت‌ها را مشخص می‌کند.

شاهوردی و همکاران (Shahverdi *et al.*, 2010) در تحقیقی چهار گزینه کانال با مقطع ذوزنقه‌ای بتنی، ذوزنقه‌ای خاکی، فلوم مستطیلی و کانالت را در شبکهٔ فرعی آبیاری و زهکشی استان مازندران از نظر زیست‌محیطی بررسی کردند و مهم‌ترین مسئلهٔ زیست‌محیطی را برداشت مصالح قرضه دانستند و از آنجا که کانالت حداقلِ نیاز به مصالح خاکریز را داشته است، این مقطع را بهترین گزینه اعلام کرده‌اند. در بحث مقایسهٔ فنی و اقتصادی شبکهٔ فرعی کانالت، موسوی حسب و همکاران (Mousavihasab *et al.*, 2013) با مقایسهٔ چهار روش احداث شبکه در شمال هوفل به این نتیجه رسیدند که هزینهٔ اجرایی احداث کانالت نسبت به هزینهٔ احداث کانال فرعی با لوله (با خاک‌برداری یا خاکریزی) و کانال بتنی درجا (با خاکریزی) پایین‌تر و از این رو نسبتِ سود به هزینهٔ آن از سه مورد فوق بیشتر است. اما به دلایل زیر این گزینه پذیرفته نشد: مشکلات بهره‌برداری و نگهداری از کانالت در سایز بزرگ بسیار بیشتر از مشکلات بهره‌برداری و نگهداری کانال درجاست، بزرگ بودن ابعاد کانالت موجی می‌شود تردد ماشین‌آلات دشوارتر و احتمال آسیب دیدن آنها بیشتر شود. چون کانالت در ابعاد بزرگ‌تر کمتر ساخته می‌شود، این مسئله نیز استفاده از کانالت و جایگزینی آن در ابعاد بزرگ را محدودتر می‌کند. نتایج مطالعهٔ موردی توسط عطاری و همکاران (Attari *et al.*, 2014) در شبکهٔ فرعی آبیاری و زهکشی میاناب شوشتر داروین ۲ و ۳ نشان داده است که از یک طرف افزایش ۴ درصد در راندمان آبیاری (از ۸۶ درصد در کانال‌های درجا به ۹۶ درصد در کانال‌های نیم‌لولهٔ پیش‌ساخته) و کاهش ۵/۵ درصد هزینهٔ احداث هر متر کانالت (۱/۰۴ میلیون ریال) نسبت به کانال درجا (۱/۱ میلیون ریال) اتفاق افتاده است و از طرف دیگر مدیریت بهینه مصرف آب در کانال‌های نیم لولهٔ پیش‌ساخته نسبت به کانال‌های درجا موجب کاهش تلفات آب و سرعت بیش‌تر جریان با دبی برابر در کانالت، رسوب گذاری کمتری را نسبت به کانال درجا موجب گردیده و تمرکز بسیار بالا در ساخت کانالت موجب افزایش سرعت و کیفیت ساخت و کاهش میزان خطا در عملیات اجرایی شده است.

نتایج تحقیقات احتشامی و همکاران (Ehteshami *et al.*, 2000) نشان می‌دهد که متوسط بازده انتقال و توزیع آب در شرق قزوین به‌ترتیب ۹۰/۴۷ و ۶۰/۸۸ درصد و در غرب قزوین معادل ۴۷/۴ و ۴۵/۴ درصد محاسبه شده است و با این ترتیب بازده شبکهٔ آبیاری در شرق قزوین برابر ۵۵/۱ درصد و در غرب آن معادل ۴۰/۴ درصد است. نتایج تحقیقی دیگر در دشت قزوین نشان می‌دهد که میانگین بازده توزیع آب در کانال‌های درجه ۳ و ۴ به‌ترتیب ۸۶/۱ و ۷۷/۱ درصد است. نتایج عملکرد این شبکه نشان می‌دهد که به‌دلیل کنترل، بازبینی، و مرمت نشدن قسمت‌های تخریب شده، بازده توزیع آب رو به کاهش است و این کاهش در قسمت‌های غربی شبکه که

www.SID.ir

Archive of SID

مدت زمان کمتری از عمر آن می‌گذرد شدیدتر است (Sohrabi & Javadpourborujeni, 2005). نتایج پژوهشی دیگر نشان می‌دهد که در خصوص شبکهٔ توزیع، راندمان آب آبیاری بین ۴۵ تا ۸۶/۵ درصد تغییر کرده است. این مقادیر کم راندمان شبکهٔ آبیاری شاوور بسیار بحرانی و نگران‌کننده است و با توجه به ضرورت بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک، لازم است این راندمان با در پیش گرفتن روش‌های مدیریتی صحیح افزایش یابد (Maarufi & Soltani, 2006). بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین و کمترین راندمان کانال‌های فرعی به‌ترتیب ۹۷/۰۹ و ۶۴/۸۱ درصد در کانال‌های B.C-9 و L.C-1 دیده می‌شود و راندمان ۲۴ کانال فرعی بین این دو مقدار متغیر است. متوسط راندمان ۲۴ کانال فرعی ۸۹/۰۵ درصد به‌دست آمده است (Rezaverdinezhad *et al.*, 2015). نتایج پژوهشی دیگر نشان می‌دهد مقادیر راندمان در کانال‌های توزیع بین ۸۷ تا ۹۸ و در کانال انتقال بین ۹۱ تا ۹۹ درصد است (Sohrabi *et al.*, 2009).

عسکر و اریک (Askar & Eric, 2009) می‌گویند تبخیر از سطح آب و نشت از دیواره و کف کانال مهمترین منابع تلفات در مسیر کانال‌ها هستند و معمولاً تلفات ناشی از تبخیر نسبت به تلفات ناشی از نشت کمتر است و اهمیت کمتری دارد. نتایج تحقیق شینی‌دشتگل و همکاران (Sheini-Dashtgul *et al.*, 2013) نشان می‌دهد که متوسط راندمان انتقال و توزیع آب در کانال‌های اصلی و فرعی سبیلی ۶۵/۲ و E_4، ۵۶/۸ درصد است. بیشترین سهم تلفات آب از شکستگی‌های بدنهٔ کانال ناشی از شرایط نامناسب درزهای انبساط، نشت از سازه‌های تحویل آب، رشد علف‌های هرز است و بخشی نیز مربوط می‌شود به تلفات اجتناب‌ناپذیر تبخیر سطحی. اقبال و همکاران (Iqbal *et al.*, 2002) مقدار نشت را در کانال‌های آبیاری ۱۱ حوزهٔ آبخیز در کانادا با طول عمر یکسان را ۱/۵ درصد گزارش کردند. آکوزو و همکاران (Akkuzu *et al.*, 2007) در کانال‌های درجه ۳ مقدار راندمان توزیع آب برای کانال‌های ذوزنقه‌ای را ۹۴/۹ درصد (۷ درصد تلفات) در ۱۰۰ متر معادل ۵/۱۷ متر مکعب در متر مربع در روز و برای فلوم بتنی ۵/۱ درصد تلفات در ۱۰۰ متر تعیین کردند. بررسی‌های شاهرخ‌نیا و جوان (Shahrokhnia & Javan, 2004) در کانال‌های آبیاری شهرستان داراب نشان می‌دهد که میزان متوسط نشت در کانال‌های بدون پوشش مورد مطالعه ۱۹۷/۷ میلی‌متر در روز بر متر مربع است که پس از اجرای پوشش بتنی به ۱۶/۳ میلی‌متر در روز بر متر مربع تقلیل‌یافته است. کینزلی و همکاران (Kinzli *et al.*, 2010) مقدار تلفات آب را در کانال‌های اصلی ۰/۶۴ درصد در کیلومتر و در کانال‌های درجه ۲ و نهرهای آبیاری شبیه هم ۱/۹۳ و ۱/۸۴ درصد در کیلومتر تعیین کرده‌اند. این محققان همچنین گزارش کرده‌اند که بین تلفات آب در فصل‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. سینگ و سینگ (Singh & Singh, 2014) در مقایسهٔ تلفات نشت و تبخیر از کانال آبیاری ناروانا در هند، گزارش کرده‌اند که مقدار متوسط تلفات آب حدود ۴۷/۲ متر مکعب روز است و نیز اینکه بیش از ۹۹ درصد تلفات آب در اثر نشت و کمتر از ۱ درصد تلفات در اثر تبخیر است.

مروا و عمران (Marwaa & Omran, 2016) تلفات نشت را به روش ورودی خروجی در بخشی از کانال اصلی و سه کانال توزیع[1] آب پوشش شده در عراق اندازه‌گیری و با مقادیر برآورد حاصل از دو روش موریتز[2] و دیویس ویلسون[3] مقایسه کردند و مقدار راندمان انتقال را در آنها به‌دست آوردند. نتایج تحقیق نشان داده است که میانگین تلفات در کانال اصلی و ۳ کانال توزیع آب به‌ترتیب ۵ و ۴/۳ متر مکعب در متر مربع در روز است. راندمان انتقال در کانال اصلی و ۳ کانال توزیع آب به‌ترتیب ۹۵/۲۱، ۸۳/۶۸، ۸۱/۲۰ و ۹۰/۳۳ درصد تعیین شد. بررسی راندمان انتقال

1- Hilla Main Canal and three Distributary Canals
2- Moritz
3- Davis-Wilson

www.SID.ir

Archive of SID

و توزیع آب در شبکهٔ درودزن نشان‌دهندهٔ آن است که راندمان این شبکه به‌ترتیب در حدود ۴۰ و ۴۳ درصد است.

(Roozbeh, 1996; Shahrokhnia & Javan, 2004).

سالمی (Salemi, 1999) در بررسی معادلات تجربی نشت از کانال، در منطقهٔ رودشت اصفهان نتیجه‌گیری کرده است که معادلات تجربی به‌کار رفته کاستی‌هایی دارند و برای محاسبهٔ نشت بهتر است از روش عملی اندازه‌گیری دبی ورودی و خروجی استفاده شود و ضریب معادلات برای هر منطقه اصلاح شود. کشکولی (Kashkoli, 1987) میزان نشت را به دو روش دبی ورودی و خروجی و حوضچه‌ای در نمونه‌هایی در منطقهٔ شاوور و اهواز اندازه‌گیری کرد و نشان داد که میزان نشت اندازه‌گیری شده به دو روش فوق به هم نزدیک است و برای منطقهٔ اهواز میزان نشت در حدود ۳/۲ و برای شاوور ۲/۴ لیتر بر ثانیه در هر ۱۰۰ متر طول کانال به ازای عرض بالای آب کانال است. طاهری‌قناد (Taheri-Qanad, 2009) در بررسی راندمان انتقال و توزیع آب در شبکهٔ آبیاری دز، تلفات آب را ۲۷ درصد و راندمان انتقال و توزیع آب را ۷۳ درصد بدون احتساب تلفات موجود در کانال‌های خاکی اصلی برآورد کرده‌است. ترک‌های موجود در سطح بتن لاینینگ کانال‌های آبیاری و زهکشی که باعث ایجاد درز و در نتیجه تخریب رویهٔ بتنی کانال‌ها می‌شود، از عواملی است که همه ساله باعث هدر رفتن مقادیر زیادی آب و نیز ایجاد خسارات مالی می‌شود. از این رو باید ضمن جلوگیری از به‌وجود آمدن درز، تعداد آنها را به حداقل رساند. با توجه به اقلیم خوزستان و شرایط ویژهٔ خاک مناطق مختلف آن، ایجاد درز انبساط طولی در تمامی کانال‌های آن حتی با سطح خیس شده کمتر از ۹ مترمربع نیز ضروری است (Salahshour *et al.*, 2005).

هدف از اجرای این تحقیق، ارزیابی و مقایسهٔ راندمان توزیع آب کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای و کانالت‌های درجه ۳ و ۴ در شبکه‌های آبیاری استان خوزستان است.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده از نقاط مختلف شبکه‌های مدرن توزیع آب آبیاری در استان خوزستان از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ اجرا شده است. در هر منطقه از شبکه‌های آبیاری، بازه‌های خاصی از کانال برای برداشت اطلاعات انتخاب و از روش دبی ورودی- خروجی برای بررسی تلفات آب در بخش توزیع آب استفاده شد. در این روش، دو مقطع متوالی از کانال مورد بررسی انتخاب و با توجه به شرایط مقطع عبوری جریان، مقطع عرضی تقسیم‌بندی و سرعت جریان با دستگاه مولینه در هر بخش از مقطع اندازه‌گیری شد و سرانجام دبی دو مقطع ورودی و خروجی محاسبه شد. در هر بازه که آبگیر فعالی وجود داشت (بازه‌های نسبتاً طولانی)، دبی آبگیرهای فعال نیز اندازه‌گیری شد. ولی این اندازه‌گیری تا آنجا که ممکن بود در فاصله‌هایی ادامه داشت که تنها عامل تلفات آب حاصل نشت و تبخیر باشد و آبگیر از کانال منشعب نشده باشد. در روش دبی ورودی و خروجی، اختلاف دو دبی مذکور تلفات تلقی می‌شود. در هنگام آزمایش، کل مقادیر آب منحرف‌شده و مقادیر آب ورودی به کانال به دقت اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری دبی در این روش از مولینه و نیز سازه‌های اندازه‌گیری استفاده شد. راندمان انتقال آب در بخش توزیع آب بر حسب درصد، مقدار آب تلف‌شده در هر متر طول کانال یا درصد تلفات آب نسبت به دبی ورودی محاسبه شد.

از رابطهٔ ۱، E_d یا بازده توزیع آب بر حسب درصد محاسبه شد (Mousavi & Akhavan, 2007):

www.SID.ir

Archive of SID

$$E_d = \left(\frac{V_f + V_{od}}{V_d}\right) \times 100 \quad (۱)$$

که در آن،

V_f= حجم آب داده شده به ابتدای قطعهٔ زراعی؛ V_{od}= حجم آب تحویلی به مصارف غیر آبیاری که از طریق شبکهٔ توزیع آب می‌رسد؛ و Vd= حجم آب تحویلی به شبکهٔ توزیع آب.

برای اندازه‌گیری سرعت آب از دستگاهی به نام مولینه یا پروانهٔ آبی استفاده شد. مولینه بر حسب نوع کار به یک میلهٔ اندازه‌گیری متصل است یا با کابل آویزان می‌شود. سرعت در دو نقطه ۰/۲ و ۰/۸ عمق از سطح آب برای کانال‌های بزرگ و میانگین‌گیری از آنها و ۰/۶ عمق برای کانال‌های کوچک برای تعیین میانگین سرعت اندازه‌گیری شد. محاسبه تلفات آب ناشی از نشت و تبخیر در بازه‌های انتخابی با استفاده از روش دبی ورودی و خروجی و برداشت سرعت با دستگاه مولینه انجام شد. شرایط هندسی مقطع کانال توزیع آب مانند عرض سطح آب، شیب دیوارهٔ کانال و تصویر مقطع عرضی عبوری جریان در محل‌های برداشت، و اطلاعات سرعت نیز برداشت گردید. تقسیم‌بندی‌ها برای اندازه‌گیری در شبکه‌های آبیاری کارون بزرگ، شمال خوزستان، کرخه و شاوور و زهره و جراحی اجرا شد. شبکه‌های مذکور شبکه‌های اصلی آبیاری استان خوزستان هستند. در هر شهرستان، شبکهٔ مورد نظر انتخاب شد و داده‌برداری‌ها با توجه به وسعت و طول شبکه توزیع آب ادامه یافت.

در روش دبی ورودی- خروجی از رابطهٔ ۲ برای محاسبهٔ درصد تلفات آب در کانال استفاده شد (Mousavi & Akhavan, 2007):

$$L = \frac{Q_i - Q_o}{Q_i} \times 100 \quad (۲)$$

که در آن،

L = درصد تلفات آب؛ و Q_i و Q_o = به‌ترتیب دبی ورودی و خروجی از بازه اندازه‌گیری.

برای بررسی تاثیر طول در تلفات آب در بخش انتقال و توزیع آب، از رابطهٔ ۳ استفاده شد:

$$q = \frac{Q_i - Q_o}{l} \times 86400 \quad (۳)$$

که در آن،

L= طول بازه کانال (متر)؛ Q_i و Q_o = به‌ترتیب دبی ورودی و خروجی (متر مکعب در ثانیه)؛ و q= دبی تلفات در هر کیلومتر طول کانال (متر مکعب در روز در کیلومتر طول).

به‌منظور تاثیر دادن ابعاد کانال و حجم آب انتقالی از کانال برای رسیدن به درک بهتر از میزان تلفات، از پارامتر درصد تلفات در کیلومتر طول کانال نسبت به دبی ورودی استفاده شد. این پارامتر به‌صورت رابطهٔ ۴ محاسبه می‌شود:

$$L_l = \frac{q}{86400 \times Q_i} \times 100 \quad (۴)$$

برای محاسبهٔ دبی در مقاطع ورودی و خروجی از رابطهٔ ۵ استفاده شد:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} v_i \times A_i \quad (۵)$$

که در آن،

Q= دبی عبوری از مقطع (متر مکعب در ثانیه)؛ v_i = سرعت متوسط هر بخش از مقطع کانال (متر در ثانیه)؛ و A_i = مساحت هر بخش از مقطع (متر مربع).

نتایج حاصل از این روش برای محاسبهٔ تلفات انتقال آب، هم نشت را در نظر گرفته و هم تبخیر را؛ در این روش این دو از هم تفکیک نمی‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

برای مقایسهٔ آماری نتایج اندازه‌گیری و محاسبه شده در کانال‌های درجه ۳ و ۴ بتنی با پوشش ذوزنقه‌ای و کانالت‌های درجه ۳ و ۴ و شبکه‌های آبیاری استان خوزستان، از آزمون تی (t-Test) استفاده شد. مقادیر خروجی آزمون تی دو مقدار آماره T[1] و T بحرانی[2] هستند. اگر قدرمطلق مقادیر آماره T از T بحرانی کوچک‌تر باشد، نتیجهٔ آزمون بی‌معنی بودن اختلاف مقادیر اندازه‌گیری شده را در کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای، نسبت به کانالت‌ها، نشان می‌دهد وگرنه مقادیر اندازه‌گیری شده، اختلاف معنی‌دار خواهند داشت. برای مقایسهٔ آماری نتایج محاسبه شده در کانال‌های فوق و شبکه‌های آبیاری و زهکشی خوزستان از ضریب‌های همبستگی پیرسون برای پارامترهای محاسبه شده استفاده گردید. بدین‌منظور، ضریب‌های همبستگی بر اساس تعداد مقاطعی که پارامترهای محاسبه شده در آنها ارزیابی شد و بر اساس معنی‌دار بودن روند تغییرات این پارامترها در سطوح ۱ و ۵ درصد و همسو یا ناهمسو بودن این روند، بررسی و تجزیه و تحلیل انجام پذیرفت. در این تحقیق در مجموع ۴۳ کانال و کانالت (۲۶ کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای و ۱۷ کانالت هر دو از درجه ۳ و ۴) ارزیابی شدند.

نتایج و بحث

دامنهٔ تغییرات بازه مورد بررسی در ۴۳ کانال شبکهٔ توزیع آب (کانال‌های با پوشش بتنی ذوزنقه‌ای و کانالت‌ها، هر دو از درجه ۳ و ۴) متغیر بود؛ کمترین آن ۴۴۵ متر در شهرستان باوی و بیشترین آن ۸۸۵۰ متر در شهرستان گتوند (جدول ۱). این دامنهٔ تغییرات در راندمان توزیع آب از ۳۸/۹۲ درصد در شهرستان رامشیر تا ۹۹/۶۹ درصد در شهرستان شوشتر در نوسان بود (جدول ۱). دامنهٔ تغییرات مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال، از ۲۰/۹۲ متر مکعب در روز در شهرستان شوشتر تا ۱۲۳۵۴/۱۰ متر مکعب در روز در شهرستان رامشیر ثبت شده است (جدول ۱). این تغییرات در شاخص درصد تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال از ۰/۳۵ درصد در شهرستان شوشتر تا ۶۱/۷۶ درصد در شهرستان اهواز در نوسان است (جدول ۱). میانگین بازه‌های مورد بررسی، راندمان توزیع آب، مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال و درصد تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر از کانال‌های مورد بررسی به‌ترتیب ۲۱۲۹ متر، ۸۱/۸ درصد، ۲۱۳۴/۶۵ مترمکعب در روز و ۱۴/۷۳ درصد محاسبه شده است (جدول ۱). میانگین راندمان توزیع آب محاسبه شده در تحقیقات احتشامی و همکاران (Ehteshami *et al.*, 2000)، طاهری‌قناد (Taheri-Qanad, 2009)، روزبه (Roozbeh, 1996) و شاهرخ‌نیا و جوان (Shahrokhnia & Javan, 2004)، شینی‌دشتگل و همکاران (Sheini-Dashtgul *et al.*, 2013) و معروفی و سلطانی (Maarufi & Soltani, 2006) از نتایج این پژوهش کمتر است. ولی میانگین راندمان توزیع آب محاسبه شده توسط سهرابی و جوادپوربروجنی (Sohrabi & Javadpourborujeni, 2005)، روزبه (Roozbeh, 1996) با میانگین راندمان توزیع آب محاسبه شده در این پژوهش همخوانی دارد.

دامنهٔ تغییرات راندمان توزیع آب در تحقیقات رضاوردی‌نژاد (Rezaverdinezhad *et al.*, 2015) و معروفی و سلطانی (Maarufi & Soltani, 2006) از دامنه تغییرات راندمان توزیع آب در این پژوهش کمتر ولی میانگین راندمان توزیع آب محاسبه شده توسط رضاوردی‌نژاد (Rezaverdinezhad *et al.*, 2015)، آکوزو و همکاران (Akkuzu *et al.*, 2007) و سهرابی و همکاران (Sohrabi *et al.*, 2009) از راندمان توزیع آب محاسبه شده در این تحقیق بیشتر است. مقدار تلفات نشت محاسبه شده توسط مروا و عمران (Marwaa & Omran, 2016)، احتمالا به‌دلیل اندک بودن تعداد بازه‌ای مورد

1- T Statistic
2- T Critical

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی آنها، کمتر است از آنچه در این پژوهش به‌دست آمده است. در این تحقیق بازه‌هایی وجود دارند که تلفات آب در آنها نیز از نتایج تحقیقات مروا و عمران (Marwaa & Omran, 2016) کمتر است. میانگین تلفات آب در گزارش سینگ و سینگ (Singh & Singh, 2014) و کینزلی و همکاران (Kinzli *et al.*, 2010) از آنچه در این تحقیق به‌دست آمده بسیار کمتر است. این نشان‌دهندهٔ توجه هر چه بیش‌تر به کاهش تلفات آب در کانال‌های توزیع است. نتایج بررسی‌های شاهرخ‌نیا و جوان (Shahrokhnia & Javan, 2004) در مورد میزان متوسط نشت در کانال‌های بتنی از نتایج به‌دست آمده در این پژوهش بیشتر است. مقدار نشت محاسبه شده توسط اقبال و همکاران (Iqbal *et al.*, 2002) از میانگین مقدار نشت کانال‌های توزیع آب در این پژوهش پایین‌تر است. مقدار نشت محاسبه شده توسط کشکولی (Kashkoli, 1987) با میانگین مقدار نشت کانال‌های توزیع آب در این پژوهش همخوانی دارد.

دامنهٔ تغییرات بازه مورد بررسی در کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای از ۸۰۰ متر در شهرستان دزفول تا ۸۸۵۰ متر در شهرستان گتوند متغیر است (شکل ۱- الف). این دامنهٔ تغییرات در راندمان توزیع آب از ۴۲/۰ درصد در شهرستان شوشتر تا ۹۷/۷ درصد در شهرستان شوش نوسان دارد (شکل ۱- ب). دامنهٔ تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال از ۱۷۱/۱۴ مترمکعب در روز در شهرستان اندیمشک تا ۱۲۰۳۴/۵۶ متر مکعب در روز در شهرستان دزفول نشان داده شده است (شکل ۲- الف). این تغییرات در شاخص تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال از ۰/۵۴ درصد در شهرستان شوش تا ۵۲/۷۳ درصد در شهرستان شوشتر در نوسان است (شکل ۲- ب). میانگین بازه‌های مورد بررسی، راندمان توزیع آب، مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال و درصد تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر در کانال‌های بتنی با شکل ذوزنقه به‌ترتیب ۳۱۳۴ متر، ۸۲/۴ درصد، ۱۹۲۰/۰۵ متر مکعب در روز و ۹/۴۹ درصد محاسبه شده است (جدول ۲).

دامنهٔ تغییرات بازه مورد بررسی در کانالت‌ها از ۴۴۵ متر در شهرستان باوی تا ۱۸۵۲ متر در شهرستان بهبهان متغیر است (شکل ۱- الف). این دامنهٔ تغییرات در راندمان توزیع آب از ۳۸/۹ درصد در شهرستان رامشیر تا ۹۹/۷ درصد در شهرستان شوشتر متغیر است (شکل ۱- ب). مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال از ۲۰/۹۲ متر مکعب در روز در شهرستان شوشتر تا ۴۲۶۱/۸۸ متر مکعب در روز در شهرستان شوش نشان داده شده است (شکل ۲- الف). این تغییرات در شاخص تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانالت از ۰/۳۵ درصد در شهرستان شوشتر تا ۶۱/۷۶ درصد در شهرستان اهواز در نوسان است (شکل ۲- ب). دامنهٔ تغییرات بازه در داده‌های مورد بررسی به گونه‌ای است که ۳۴/۹ درصد بین ۳۹۹ تا ۱۰۰۰ متر، ۴۱/۹ درصد بین ۱۱۰۰ تا ۲۹۰۰ متر، ۱۸/۷ درصد بین ۳۴۲۸ تا ۵۵۰۰ متر و ۴/۵ درصد بیش از ۸۴۰۰ متر، طول داشتند (شکل ۱- الف). دامنهٔ تغییرات راندمان توزیع آب در داده‌های مورد بررسی چنان است که ۲۳/۳ درصد از ۳۸/۹ تا ۷۰/۰ درصد، ۴۱/۸ درصد بین ۷۱/۵ تا ۹۱/۵ درصد، ۳۴/۹ درصد بین ۹۱/۹ تا ۹۹/۷ درصد در نوسان هستند (شکل ۱- ب). دامنهٔ تغییرات تلفات آب در داده‌های مورد بررسی به گونه‌ای است که ۲۵/۵ درصد بین ۲۱ تا ۲۸۸، ۲۳/۳ درصد بین ۴۲۸ تا ۶۸۱، ۲۷/۹ درصد بین ۱۰۵۸ تا ۲۵۶۰، ۱۸/۶ درصد بین ۳۰۲۸ تا ۷۳۲۳ و ۴/۷ درصد تغییراتی بین ۷۳۳۳ تا ۱۲۳۵۴ مترمکعب در روز در هر کیلومتر کانال را پوشش می‌دهند (شکل ۲- الف). دامنهٔ تغییرات تلفات آب در داده‌های مورد بررسی چنان است که ۱۴/۰ درصد بین ۰/۳۵ تا ۱/۱۹، ۲۳/۳ درصد بین ۱/۳ تا ۳/۰، ۲۷/۹ درصد از ۳/۴ تا ۱۰/۱، ۱۸/۶ درصد بین ۱۱ تا ۲۴ و ۱۶/۳ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

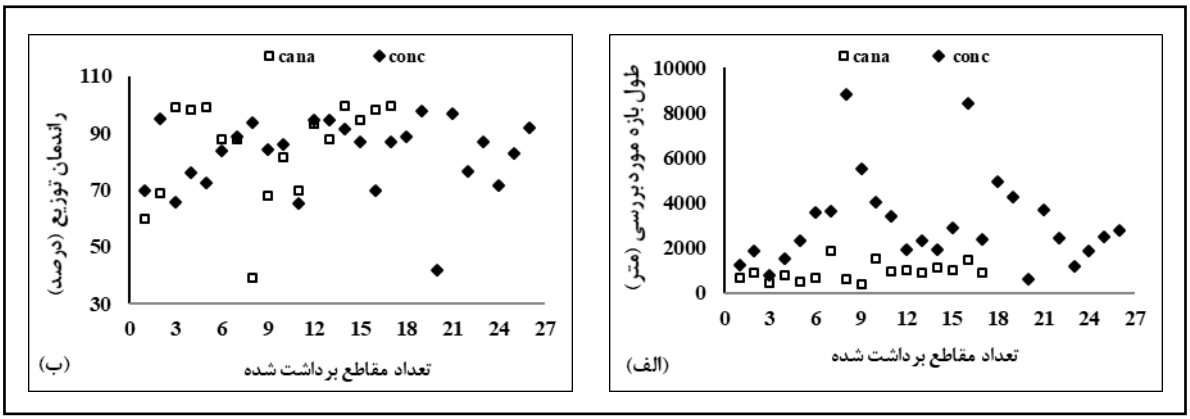
بین ۳۱ تا ۶۱۸/۸ درصد تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر را پوشش می‌دهند (شکل ۲- ب). میانگین بازه‌های مورد بررسی، راندمان توزیع آب، مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال و تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر در مجموع کانالت‌های درجه ۳ و ۴ به‌ترتیب ۹۷۸ متر، ۸۴/۳ درصد، ۲۱۳۳/۱۱ متر مکعب در روز و ۱۷/۱۸ درصد محاسبه شده است (جدول ۲).

این کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای و کانالت‌ها هر دو دارای کانال‌های درجه ۳ و ۴ هستند. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات دیگر به صورت خاص‌تر و از زوایای درجه ۳ و ۴ این کانال‌ها بدین شرح مقایسه شده است: بازده توزیع آب در کانال‌های درجه ۳ محاسبه شده توسط سهرابی و جوادپور بروجنی (Sohrabi & Javadpour-Borujeni, 2005) با میانگین بازده توزیع آب در کانال‌های درجه ۳ این تحقیق همخوانی دارد و در هر دو تحقیق این میانگین بازده از ۸۰ درصد بالاتر است؛ اما آن مقدار که سهرابی و جوادپوربروجنی (Sohrabi & Javadpour-Borujeni, 2005) اندازه‌گیری کرده‌اند از میانگین بازه اندازه‌گیری شده در کانال‌های درجه ۳ این پژوهش به مراتب کوچک‌تر است. راندمان توزیع آب محاسبه شده برای کانال‌های درجه ۳ توسط آکوزو و همکاران (Akkuzu *et al.*, 2007)، احتمالا به‌دلیل کوچک بودن بازه برداشتی تحقیق آنها، از راندمان توزیع آب محاسبه شده برای کانال‌های درجه ۳ این پژوهش بیشتر است. میانگین راندمان توزیع آب در کانال درجه ۴ محاسبه شده توسط سهرابی و جوادپوربروجنی (Sohrabi & Javadpour-Borujeni, 2005) از میانگین راندمان توزیع آب در کانال‌های درجه ۴ این پژوهش کمتر است. حتی میانگین بازه مورد بررسی برای محاسبهٔ راندمان توزیع آب در کانال‌های درجه ۴ از میانگین بازه این پژوهش نیز کمتر است.

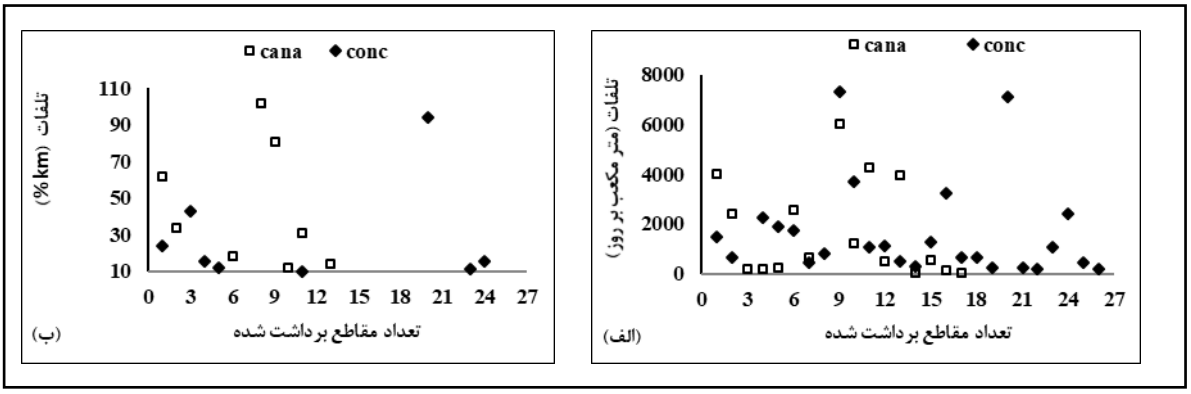
دلایل عمده تنوع تلفات در کانال‌ها و کانالت‌ها با درجه ۳ و ۴ در این تحقیق و پژوهش‌های دیگر را می‌توان به این موارد نسبت داد: متفاوت بودن و تنوع تغییرات درزهای طولی در دیوارهٔ جانبی و عرض کانال، تخریب لاینینگ به‌صورت موردی، رشد علف‌های هرز در درزهای ایجاد شده، رسوبات جمع شده در کانال، فقدان مدیریت صحیح بهره‌برداری در بعضی نقاط شبکه‌های مختلف، شکستگی‌های بدنهٔ کانال ناشی از شرایط نامناسب درزهای انبساط و نشت از سازه‌های تحویل آب. بخشی از دلایل تنوع تلفات درکانال‌ها و کانالت‌ها با درجه ۳ و ۴ در این تحقیق و پژوهش‌های دیگر را نیز می‌توان به تلفات اجتناب‌ناپذیر ناشی از تبخیر سطحی نسبت داد. برای جلوگیری از تلفات آب در کانال‌های توزیع آب آبیاری، باید مواردی از قبیل رشد علف‌های هرز در کانال‌ها، تجمع رسوب در کانال‌ها، تجمع زباله در کانال‌ها، ترک‌خوردگی پوشش کانال‌ها، خرد شدن یا جابه‌جایی قطعات بتن در کانال‌ها، تخریب ناشی از کیفیت نامناسب مصالح استفاده شده، تخریب ناشی از مسائل اجرایی، تخریب ناشی از مسائل فرهنگی و اجتماعی، مسائل ناشی از بهره‌برداری و نگهداری را کنترل و رفع کرد. با تعمیر و بازسازی قسمت‌های تخریب شدهٔ کانال‌ها، واسنجی و اصلاح سازه‌های اندازه‌گیری موجود در شبکه، از بین بردن گیاهان کناره‌های کانال، اجرای برنامه‌های پایشی و بازبینی‌های تغییر و اصلاح مقاطع کانال‌ها می‌توان زمینهٔ افزایش راندمان توزیع آب را فراهم کرد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱ – طول بازه‌های مورد بررسی و راندمان توزیع آب در
الف) کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای (conc) و ب) کانالت‌ها (cana)



شکل ۲ – مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول
الف) کانال (conc) و ب) کانالت (cana) و درصد تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال (conc) و کانالت (cana)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ – مشخصات مقاطع برداشت شده، راندمان توزیع آب، تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال و تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال

شهرستان	درجه کانال	فاصله دو مقطع (متر)	بالادست				پایین دست				دبی آبگیری (مترمکعب بر ثانیه)	راندمان توزیع آب (درصد)	تلفات (مترمکعب بر روز)	تلفات (درصد)
			سطح (مترمربع)	سرعت (متر بر ثانیه)	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	شکل	سطح (مترمربع)	سرعت (متر بر ثانیه)	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	شکل				
امیدیه	۳	۱۹۵۱	۰/۶۷۷	۰/۶۸۵	۰/۴۶۴	ذوزنقه	۰/۶۶۹	۰/۳۰۰	۰/۲۰۱	ذوزنقه	۰/۲۳۸	۹۴/۶	۱۱۰۷/۱۳	۱/۸۹
امیدیه	۳	۳۴۲۸	۰/۳۱۱	۰/۳۸۹	۰/۱۲۱	ذوزنقه	۰/۱۵۷	۰/۵۰۳	۰/۰۷۹	ذوزنقه	۰	۶۵/۳	۱۰۵۸/۵۸	۳/۹۴
بهبهان	۳	۱۸۸۹	۰/۳۸۵	۰/۷۳۲	۰/۲۸۲	ذوزنقه	۰/۲۰۰	۰/۸۷۰	۰/۱۷۴	ذوزنقه	۰/۰۹۴	۹۵/۰	۶۴۰/۳۴	۱/۹۳
بهبهان	۳	۶۷۵	۰/۲۶۳	۰/۶۲۴	۰/۱۶۴	کانالت	۱/۱۲۵	۰/۱۴۴	۰/۱۴۴	کانالت	۰	۸۷/۸	۲۵۶۰/۰۰	۱۸/۰۶
بهبهان	۳	۱۸۵۲	۰/۱۳۹	۰/۸۳۵	۰/۱۱۶	کانالت	۱/۷۰۰	۰/۰۶۰	۰/۱۰۲	کانالت	۰	۸۷/۹	۶۵۳/۱۳	۵/۴۴
حمیدیه	۳	۵۵۰۰	۳/۴۱۶	۰/۸۶۵	۲/۹۵۴	ذوزنقه	۲/۱۱۲	۰/۷۱۵	۱/۵۱۰	ذوزنقه	۰/۹۷۸	۸۴/۲	۷۳۲۲/۷۸	۲/۸۷
حمیدیه	۳	۴۰۵۰	۲/۴۰۳	۰/۵۲۲	۱/۲۵۵	ذوزنقه	۱/۶۴۵	۰/۵۸۳	۰/۹۵۹	ذوزنقه	۰/۱۲۱	۸۶/۲	۳۷۲۰/۷۷	۳/۴۳
حمیدیه	۴	۱۸۵۰	۰/۵۶۷	۰/۳۱۹	۰/۱۸۱	ذوزنقه	۰/۴۱۲	۰/۳۱۴	۰/۱۲۹	ذوزنقه	۰	۷۱/۵	۲۴۰۴/۸۰	۱۵/۴۰
حمیدیه	۴	۱۰۰۰	۰/۳۹۴	۰/۴۰۷	۰/۱۲۱	کانالت	۰/۱۸۳	۰/۱۹۶	۰/۰۲۷	کانالت	۰/۰۸۸	۹۴/۸	۵۴۲/۷۲	۵/۱۸
دزفول	۳	۱۵۵۰	۰/۲۶۸	۰/۶۳۴	۰/۱۷۰	ذوزنقه	۰/۱۸۳	۰/۷۰۸	۰/۱۳۰	ذوزنقه	۰	۷۶/۲	۲۲۵۵/۷۱	۱۵/۳۵
دزفول	۳	۳۵۸۰	۱/۴۰۸	۰/۳۱۱	۰/۴۳۸	ذوزنقه	۰/۵۶۱	۰/۴۵۴	۰/۲۵۵	ذوزنقه	۰/۱۱۲	۸۳/۶	۱۷۳۰/۹۲	۴/۵۷
دزفول	۴	۱۱۸۰	۰/۴۰۶	۰/۲۷۵	۰/۱۱۲	ذوزنقه	۰/۱۶۰	۰/۲۸۹	۰/۰۴۶	ذوزنقه	۰/۰۵۱	۸۶/۹	۱۰۶۷/۲۹	۱۱/۰۸
دزفول	۳	۲۳۰۰	۰/۴۶۸	۰/۳۸۹	۰/۱۸۲	ذوزنقه	۰/۱۰۴	۰/۴۹۴	۰/۰۵۱	ذوزنقه	۰/۰۸۰	۷۲/۴	۱۸۸۹/۶۸	۱۲/۰۲
دزفول	۴	۱۲۵۰	۰/۲۱۸	۰/۳۶۸	۰/۰۸۰	ذوزنقه	۰/۰۴۲	۰/۲۶۵	۰/۰۱۱	ذوزنقه	۰/۰۴۴	۶۸/۳	۱۷۵۸/۶۱	۲۵/۴۰
دزفول	۴	۱۱۰۰	۰/۲۰۵	۰/۶۷۴	۰/۱۰۴	کانالت	۰/۱۳۰	۱/۰۲۷	۰/۱۰۱	کانالت	۰/۰۰۳	۹۹/۶	۳۵/۶۵	۰/۴۰
گتوند	۳	۳۶۵۰	۰/۲۷۸	۰/۶۳۴	۰/۱۷۶	ذوزنقه	۰/۱۱۱	۰/۴۱۲	۰/۰۴۶	ذوزنقه	۰/۱۱۱	۸۸/۹	۴۶۳/۳۱	۳/۰۵
گتوند	۳	۸۸۵۰	۱/۸۵۸	۰/۷۱۳	۱/۳۲۴	ذوزنقه	۱/۳۶۰	۰/۷۳۰	۰/۹۹۳	ذوزنقه	۰/۲۵۰	۹۳/۸	۷۹۶/۱۷	۰/۷۰
شوش	۳	۹۸۰	۰/۲۳۸	۰/۸۹۱	۰/۱۶۰	کانالت	۰/۱۸۷	۰/۷۹۱	۰/۱۱۲	کانالت	۰	۶۹/۸	۴۲۶۱/۸۸	۳۰/۷۸
شوش	۳	۱۰۰۰	۰/۱۹۶	۰/۵۹۳	۰/۰۸۸	کانالت	۰/۴۶۴	۰/۲۳۳	۰/۰۸۲	کانالت	۰	۹۳/۲	۵۱۴/۳۷	۶/۷۸
شوش	۳	۴۹۳۰	۰/۴۶۸	۰/۷۴۶	۰/۳۴۹	ذوزنقه	۰/۴۸۶	۰/۳۸۷	۰/۱۸۸	ذوزنقه	۰/۱۲۲	۸۸/۹	۶۸۰/۸۲	۲/۲۶
شوش	۴	۲۸۰۰	۰/۲۴۴	۰/۳۱۸	۰/۰۷۸	ذوزنقه	۰/۰۸۳	۰/۵۱۹	۰/۰۴۳	ذوزنقه	۰/۰۲۹	۹۱/۹	۱۹۳/۲۸	۲/۸۸
شوش	۴	۲۴۷۰	۰/۱۴۸	۰/۴۷۸	۰/۰۷۰	ذوزنقه	۰/۰۸۷	۰/۳۵۴	۰/۰۳۱	ذوزنقه	۰/۰۲۸	۸۲/۷	۴۲۸/۱۳	۷/۰۰
شوش	۳	۸۴۱۷	۵/۲۶۵	۰/۲۰۰	۱/۰۵۳	ذوزنقه	۲/۷۰۴	۰/۰۸۴	۰/۲۲۶	ذوزنقه	۰/۵۱۱	۶۹/۹	۳۲۴۸/۸۷	۳/۵۷
شوش	۳	۲۴۰۰	۰/۵۱۴	۰/۲۶۳	۰/۱۳۶	ذوزنقه	۰/۳۰۴	۰/۳۸۸	۰/۱۱۸	ذوزنقه	۰	۸۶/۹	۶۳۹/۲۸	۵/۴۶
شوش	۳	۲۹۰۰	۰/۷۷۳	۰/۴۳۵	۰/۳۳۶	ذوزنقه	۰/۴۵۲	۰/۶۱۸	۰/۲۷۹	ذوزنقه	۰/۰۱۴	۸۷/۱	۱۲۹۶/۸۳	۴/۴۷
شوش	۳	۴۲۶۷	۰/۹۸۰	۰/۵۷۴	۰/۵۶۳	ذوزنقه	۰/۹۰۲	۰/۴۷۶	۰/۴۲۹	ذوزنقه	۰/۱۲۱	۹۷/۷	۲۶۳/۰۴	۰/۵۴
شوشتر	۳	۳۶۷۰	۰/۷۵۸	۰/۵۰۰	۰/۳۷۹	ذوزنقه	۰/۲۱۷	۰/۳۹۰	۰/۰۸۵	ذوزنقه	۰/۲۸۳	۹۷/۱	۲۵۶/۴۶	۰/۷۸
شوشتر	۳	۱۱۰۰	۰/۳۰۲	۰/۲۹۰	۰/۰۸۷	ذوزنقه	۰/۱۲۲	۰/۳۰۲	۰/۰۳۷	ذوزنقه	۰	۴۲/۰	۳۹۸۲/۶۰	۵۲/۷۳
شوشتر	۴	۹۰۵	۰/۱۹۱	۰/۴۸۱	۰/۰۷۰	کانالت	۰/۱۴۶	۰/۶۳	۰/۰۶۹	کانالت	۰	۹۹/۷	۲۰/۹۲	۰/۳۵
شوشتر	۳	۹۰۰	۰/۴۴۸	۰/۹۸۵	۰/۳۳۴	کانالت	۰/۱۴۶	۰/۴۰۷	۰/۰۴۵	کانالت	۰/۲۴۸	۸۷/۷	۳۹۵۴/۹۶	۱۳/۷۱
شادگان	۳	۱۹۵۰	۰/۲۲۰	۰/۳۴۶	۰/۰۷۶	ذوزنقه	۰/۱۵۲	۰/۴۵۸	۰/۰۶۹	ذوزنقه	۰	۹۱/۵	۲۸۷/۷۷	۴/۳۸
اهواز	۳	۶۵۰	۰/۱۹۶	۰/۵۰۶	۰/۰۷۵	کانالت	۰/۳۰۰	۰/۰۹۵	۰/۰۲۸	کانالت	۰/۰۱۶	۵۹/۹	۷۷۸۶/۱۸	۱۲۰/۲۴
رامشیر	۳	۲۳۲۰	۰/۳۸۰	۰/۶۳۰	۰/۲۳۹	ذوزنقه	۰/۳۰۲	۰/۳۷۵	۰/۱۱۳	ذوزنقه	۰/۱۱۳	۹۴/۶	۴۷۸/۸۴	۲/۳۲
رامشیر	۴	۱۴۵۰	۰/۲۰۵	۰/۷۲۹	۰/۱۱۳	کانالت	۰/۲۲۳	۰/۴۴۴	۰/۰۷۵	کانالت	۰/۰۳۶	۹۸/۳	۱۱۶/۴۳	۱/۱۹
رامشیر	۳	۱۵۵۰	۰/۲۰۵	۰/۷۵۴	۰/۱۱۷	کانالت	۰/۱۷۰	۰/۲۷۱	۰/۰۳۵	کانالت	۰/۰۶۰	۸۱/۴	۱۲۰۸/۴۲	۱۱/۹۸
رامشیر	۳	۱۰۹۸	۰/۴۵۹	۰/۵۶۰	۰/۲۵۷	کانالت	۰/۲۰۵	۰/۲۷۸	۰/۰۵۷	کانالت	۰/۰۴۳	۳۸/۹	۱۲۳۵۴/۱۰	۵۵/۶۴
رامشیر	۳	۷۹۹	۰/۲۸۸	۰/۳۰۲	۰/۰۸۷	کانالت	۰/۰۹۸	۰/۶۰۲	۰/۰۵۹	کانالت	۰	۶۷/۸	۳۰۲۷/۷۸	۴۰/۲۸
اندیمشک	۳	۱۲۵۰	۰/۲۳۴	۰/۳۱۰	۰/۰۷۳	ذوزنقه	۰/۰۷۰	۰/۴۳۰	۰/۰۳۰	ذوزنقه	۰/۰۲۱	۷۰/۰	۱۵۰۲/۱۰	۲۳/۹۷
اندیمشک	۴	۲۴۳۰	۰/۰۲۷	۰/۷۵۹	۰/۰۲۱	ذوزنقه	۰/۰۳۲	۰/۵۰۵	۰/۰۱۶	ذوزنقه	۰	۷۶/۸	۱۷۱/۱۴	۹/۵۶
باوی	۳	۸۰۰	۰/۱۷۰	۰/۸۰۴	۰/۱۰۳	کانالت	۰/۲۰۵	۰/۶۵۵	۰/۱۰۱	کانالت	۰	۹۸/۱	۲۰۷/۱۴	۲/۳۲
باوی	۳	۵۱۰	۰/۴۰۱	۰/۴۹۶	۰/۱۹۹	کانالت	۰/۲۰۵	۰/۹۶۶	۰/۱۹۸	کانالت	۰	۹۹/۴	۲۱۷/۵۷	۱/۲۷
باوی	۳	۴۴۵	۰/۱۵۸	۰/۷۴۲	۰/۰۸۸	کانالت	۰/۱۳۸	۰/۸۳۹	۰/۰۸۸	کانالت	۰	۹۸/۹	۱۸۱/۸۹	۲/۳۸
باوی	۳	۹۲۰	۰/۲۹۷	۰/۳۷۰	۰/۰۸۳	کانالت	۰/۲۲۸	۰/۳۳۳	۰/۰۵۷	کانالت	۰	۶۹/۱	۲۴۰۶/۴۸	۳۳/۵۵

تلفات (مترمکعب بر روز)= مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال تلفات (درصد) = تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسهٔ میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری و محاسبه شدهٔ مربوط به کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای و کانالت‌ها با آزمون تی نشان می‌دهد که میانگین بازه مورد بررسی در کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای با مقدار ۳۱۳۴ متر برتری معنی‌داری نسبت به کانالت‌ها با مقدار ۹۷۸ متر دارد. میانگین راندمان توزیع آب در کانال‌ها و کانالت‌ها به‌ترتیب با مقادیر ۸۲/۴ و ۸۴/۳ درصد برتری معنی‌داری نسبت به هم ندارند. مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال در کانال بتنی ذوزنقه‌ای با مقدار ۱۹۲۰/۰۵ متر مکعب در روز نسبت به مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانالت‌ها با مقدار ۲۱۳۳/۱۱ متر مکعب در روز اختلاف معنی‌داری ندارد. ولی اختلاف قابل توجه است و نشان از میزان تلفات آب بیشتر در کانالت‌ها نسبت به کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای دارد. به‌عبارت دیگر، ضرورت دارد تمهیدات مقتضی برای کاهش تلفات آب طول کانالت مد نظر قرار گیرد و برای جلوگیری از تلفات آب در کانالت‌های درجه ۳ نیز باید مواردی از قبیل رشد علف‌های هرز، تجمع رسوب و زباله در کانال‌ها، ترک‌خوردگی پوشش کانال‌ها، و تخریب ناشی از کیفیت نامناسب مصالح استفاده شده را کنترل و رفع کرد. درصد تلفات آب در کانال بتنی ذوزنقه‌ای با درصد تلفات آب در کانالت‌ها اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. مقادیر تلفات آب در کانال‌ها و کانالت‌ها به‌ترتیب معادل ۱۱/۰۹ و ۲۲/۳۰ درصد محاسبه شده است. میزان تلفات آب در کانالت‌ها نسبت به کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای هر چند معنی‌دار نیست ولی قابل توجه است به‌طوری‌که میزان تلفات آب در کانالت‌ها حدود ۲ برابر میزان تلفات آب در کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای به‌دست آمده است (جدول ۲).

جدول ۲ – نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های محاسبه شده در آزمون

تیمار	کانال	کانالت	T آماری	T بحرانی	تیمار	کانال	کانالت	T آماری	T بحرانی
بازه مورد بررسی (متر)	۳۱۳۴	۹۷۸	-۵/۴۷۹	۲/۰۶۰	تلفات (مترمکعب در روز)	۱۹۲۰/۰۵	۲۱۳۳/۱۱	۰/۲۸۲	۲/۰۶۰
راندمان توزیع (درصد)	۸۲/۴	۸۴/۳	۰/۵۳۰	۲/۰۶۰	تلفات (درصد)	۹/۴۹	۱۷/۱۸	۱/۹۴۰	۲/۰۶۰

تلفات (متر مکعب در روز) = مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال **تلفات (درصد) = تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال**

مقایسهٔ میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری و محاسبه شدهٔ شبکه‌های آبیاری استان خوزستان با آزمون تی نشان می‌دهد که میانگین بازه مورد بررسی در شبکه‌های کرخه و شاوور، کارون بزرگ، زهره و جراحی و شمال خوزستان به‌ترتیب ۲۶۱۰، ۲۱۷۵، ۱۷۲۳ و ۲۶۰۹ متر است (جدول ۳). میانگین بازه‌های مورد بررسی در شبکهٔ آبیاری زهره و جراحی دو به دو نسبت به شبکه‌های کرخه و شاوور و شمال خوزستان اختلاف معنی‌داری دارند. میانگین راندمان توزیع آب در شبکه‌های کرخه و شاوور، کارون بزرگ، زهره و جراحی و شمال خوزستان به‌ترتیب ۷۹/۳، ۸۷/۵، ۸۲/۱ و ۸۲/۳ درصد است. میانگین راندمان توزیع آب محاسبه شده در شبکهٔ کارون بزرگ با میانگین راندمان توزیع آب محاسبه شده در شبکهٔ کرخه و شاوور اختلاف معنی‌داری دارد. میانگین تلفات آب در شبکه‌های کرخه و شاوور، کارون بزرگ، زهره و جراحی و شمال خوزستان به‌ترتیب ۳۵۹۸/۱، ۱۲۴۸/۸، ۲۱۳۵/۷ و ۱۸۹۴/۹ مترمکعب در روز به‌ازای هر کیلومتر طول کانال محاسبه شده است. میانگین تلفات نشت محاسبه شده در شبکه‌های آبیاری کرخه و شاوور و زهره و جراحی دو به دو نسبت به میانگین تلفات نشت محاسبه شده در شبکه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

آبیاری کارون بزرگ و شمال خوزستان اختلاف معنی‌داری دارند. میانگین تلفات آب ناشی از نشت در شبکه‌های کرخه و شاوور، کارون بزرگ، زهره و جراحی و شمال خوزستان به‌ترتیب ۱۷/۷۳، ۱۱/۰۸، ۱۴/۱۷ و ۱۰/۷۹ درصد است. میانگین تلفات آب ناشی از نشت محاسبه شده در شبکهٔ شمال خوزستان دو به دو با میانگین تلفات آب محاسبه شده در شبکه‌های کرخه و شاوور و زهره و جراحی اختلاف معنی‌داری دارد. به‌عبارت دیگر، در شبکه‌های آبیاری مورد بررسی، بیشترین تلفات نشت بر حسب درصد نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال در شبکه‌های آبیاری کرخه و شاوور و زهره و جراحی چنان زیاد است که اختلاف معنی‌دار با تلفات نشت در شبکهٔ آبیاری شمال خوزستان به‌وجود آورده است (جدول ۳).

جدول ۳ – نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های محاسبه شده در آزمون تی برای شبکه‌های آبیاری و زهکشی خوزستان

تیمار	کرخه و شاوور	کارون بزرگ	T آماری	کرخه و شاوور	زهره و جراحی	T آماری	کرخه و شاوور	شمال خوزستان	T آماری	T بحرانی
	۲۶۱۰	۲۱۷۵	۰/۸۰۹	۲۶۱۰	۱۷۲۳	۳/۰۹۴	۲۶۱۰	۲۶۰۹	۰/۰۰۲	۲/۱۲۰
بازه مورد بررسی (متر)	کارون بزرگ	زهره و جراحی	T آماری	کارون بزرگ	شمال خوزستان	T آماری	زهره و جراحی	شمال خوزستان	T آماری	T بحرانی
	۲۱۷۵	۱۷۲۳	-۱/۲۴۴	۲۱۷۵	۲۶۰۹	-۰/۷۱۹	۱۷۲۳	۲۶۰۹	-۲/۹۳۰	۲/۱۲۰
	کرخه و شاوور	کارون بزرگ	T آماری	کرخه و شاوور	زهره و جراحی	T آماری	کرخه و شاوور	شمال خوزستان	T آماری	T بحرانی
راندمان توزیع (درصد)	۷۹/۳۰	۸۷/۴۸	-۲/۵۳۳	۷۹/۳۰	۸۲/۱۱	-۰/۷۱۰	۷۹/۳۰	۸۲/۳۲	-۰/۸۶۰	۲/۱۲۰
	کارون بزرگ	زهره و جراحی	T آماری	کارون بزرگ	شمال خوزستان	T آماری	زهره و جراحی	شمال خوزستان	T آماری	T بحرانی
	۸۷/۴۸	۸۲/۱۱	۰/۹۷۰	۸۷/۴۸	۸۲/۳۲	۱/۰۳۶	۸۲/۱۱	۸۲/۳۲	-۰/۰۴۶	۲/۱۲۰
	کرخه و شاوور	کارون بزرگ	T آماری	کرخه و شاوور	زهره و جراحی	T آماری	کرخه و شاوور	شمال خوزستان	T آماری	T بحرانی
تلفات (مترمکعب در روز)	۳۵۹۸/۱	۱۲۴۸/۸	۵/۷۹۳	۳۵۹۸/۱	۲۱۳۵/۷	۲/۹۹۶	۳۵۹۸/۱	۱۸۹۴/۹	۲/۲۸۷	۲/۱۲۰
	کارون بزرگ	زهره و جراحی	T آماری	کارون بزرگ	شمال خوزستان	T آماری	زهره و جراحی	شمال خوزستان	T آماری	T بحرانی
	۱۲۴۸/۸	۲۱۳۵/۷	-۲/۱۴۲	۱۲۴۸/۸	۱۸۹۴/۹	-۰/۷۵۷	۲۱۳۵/۷	۱۸۹۴/۹	۰/۲۲۰	۲/۱۲۰
	کرخه و شاوور	کارون بزرگ	T آماری	کرخه و شاوور	زهره و جراحی	T آماری	کرخه و شاوور	شمال خوزستان	T آماری	T بحرانی
تلفات (درصد)	۱۷/۷۳	۱۱/۰۸	۲/۲۰۵	۱۷/۷۳	۱۴/۱۷	-۰/۷۳۱	۱۷/۷۳	۱۰/۷۹	۲/۴۷۵	۲/۱۲۰
	کارون بزرگ	زهره و جراحی	T آماری	کارون بزرگ	شمال خوزستان	T آماری	زهره و جراحی	شمال خوزستان	T آماری	T بحرانی
	۱۱/۰۸	۱۴/۱۷	-۰/۶۰۲	۱۱/۰۸	۱۰/۷۹	۰/۰۵۸	۱۴/۱۷	۱۰/۷۹	۰/۷۱۷	۲/۱۲۰

تلفات (مترمکعب در روز) = مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال تلفات (درصد) = تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبهٔ ضرایب همبستگی پیرسون پارامترهای اندازه‌گیری و محاسبه شده

روند تغییرات راندمان توزیع آب با روند تغییرات مقدار تلفات در هر کیلومتر طول کانال و تلفات نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال روندی غیر هم‌راستا و معنی دار در سطح ۱ درصد را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر، با افزایش راندمان توزیع آب، شاخص‌های مذکور سیر کاهشی نشان می‌دهند و برعکس (جدول ۴). جدول ضریب همبستگی به خوبی نشان می‌دهد که هر گونه روند افزایش یا کاهش در شاخص‌های دبی، سرعت و سطح حجم آب عبوری هم در بالادست و هم در پایین‌دست و همچنین طول بازه مورد بررسی موجب تغییراتی معنی‌دار در روند تغییرات راندمان توزیع آب، مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال و درصد تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال نمی‌شود (جدول ۴).

جدول ٤ – ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شده برای شاخص‌های اندازه‌گیری شده

n = ۴۳ ۰/۳۰۴۴=٪۵ ۰/۳۹۳۲ = ٪۱	دبی بالادست (مترمکعب بر ثانیه)	سرعت بالادست (متر بر ثانیه)	سطح بالا دست (مترمربع)	دبی پایین دست (مترمکعب بر ثانیه)	سرعت پایین دست (متر بر ثانیه)	سطح پایین دست (مترمربع)	بازه مورد بررسی (متر)	راندمان توزیع (درصد)	تلفات (مترمکعب در روز)	تلفات (درصد)
دبی بالادست (مترمکعب بر ثانیه)	۱	۰/۳۳۰۷*	۰/۷۸۵۲**	۰/۹۴۴۳**	۰/۰۹۳۲	۰/۸۳۳۰**	۰/۶۵۷۷**	۰/۰۶۲۱	۰/۳۱۶۹*	-۰/۲۱۰۶
سرعت بالادست (متر بر ثانیه)		۱	-۰/۰۴۳۶	۰/۳۶۳۹*	۰/۴۶۵۳**	۰/۰۶۶۷	۰/۱۱۲۹	۰/۲۶۳۵	۰/۱۲۰۶	-۰/۲۰۴۲
سطح بالا دست (مترمربع)			۱	۰/۶۴۹۷**	-۰/۱۰۰۳	۰/۹۵۹۱**	۰/۷۶۵۴**	-۰/۰۵۰۸	۰/۲۴۰۳	-۰/۲۰۰۴
دبی پایین دست (مترمکعب بر ثانیه)				۱	۰/۲۱۵۶	۰/۷۴۸۲**	۰/۶۰۸۴**	۰/۱۴۲۸	۰/۲۴۰۱	-۰/۲۳۷۹
سرعت پایین دست (متر بر ثانیه)					۱	-۰/۱۱۵۶	-۰/۰۲۳۰	۰/۲۸۱۲	-۰/۱۶۹۲	-۰/۲۵۱۳
سطح پایین دست (مترمربع)						۱	۰/۷۵۶۲**	-۰/۰۰۷۹	۰/۲۸۶۱	-۰/۱۸۵۸
بازه مورد بررسی (متر)							۱	۰/۰۹۴۷	-۰/۰۶۰۱	-۰/۳۹۱۴*
راندمان توزیع (درصد)								۱	-۰/۶۷۶۳**	-۰/۸۶۰**
تلفات (مترمکعب در روز)									۱	۰/۶۷۸۴**
تلفات (درصد)										۱

تلفات (مترمکعب در روز)= مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال

تلفات (درصد) = تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال

نتیجه‌گیری

درصد تلفات آب نسبت به دبی ورودی در کانالت‌ها غالبا یا کوچکتر از ۵ درصد یا بزرگتر از ۱۵ درصد است. این امر برای کانال‌های درجا معمولا صادق نیست و درصد تلفات آب طیف گسترده‌تری برای این نوع سازه ها پوشش می‌دهد. دلیل این رفتار در کانالت‌ها، حساسیت این سازه-ها به بهره‌برداری است. در کانالت‌ها، با توجه به اینکه سازه‌ای هوایی هستند و با زمین در تماس نیستند، در

www.SID.ir

Archive of SID

صورت بروز مشکل، مقدار تلفات آب به‌شدت افزایش می‌یابد. مقایسهٔ میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری و محاسبه شدهٔ کانال‌های بتنی ذوزنقه‌ای و کانالت‌ها با آزمون تی نشان می‌دهد مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال با پوشش بتنی ذوزنقه‌ای با مقدار ۱۹۲۰/۰۵ مترمکعب در روز نسبت به مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانالت‌ها با مقدار ۲۱۳۳/۱۱ متر مکعب در روز اختلاف معنی‌داری ندارد اما این اختلاف قابل توجه است و باید تمهیدات مقتضی برای کاهش تلفات آب در کانالت مد نظر قرار گیرد. روند تغییرات راندمان توزیع آب با روند تغییرات مقدار تلفات آب در هر کیلومتر طول کانال و درصد تلفات آب نسبت به دبی ورودی در هر کیلومتر کانال روندی غیر هم‌راستا و معنی دار در سطح ۱ درصد را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر، با افزایش راندمان توزیع آب، شاخص‌های مذکور سیر کاهشی نشان می‌دهند و برعکس. دلایل عمده تنوع تلفات آب در کانال‌های مختلف توزیع آب با درجه ۳ و ۴ را می‌توان به این موارد نسبت داد: متفاوت بودن و تنوع تغییرات درزهای طولی در دیوارهٔ جانبی و عرض کانال، تخریب لاینینگ به‌صورت موردی، رشد علف‌های هرز در درزهای ایجاد شده، رسوبات جمع شده در کانال، مدیریت نادرست بهره‌برداری در بعضی نقاط شبکه‌های مختلف، شکستگی‌های بدنهٔ کانال ناشی از شرایط نامناسب درزهای انبساط، نشت از سازه‌های تحویل آب. بخشی دیگر از دلایل تنوع تلفات آب در کانال‌های مختلف توزیع آب با درجه ۳ و ۴ مربوط به تلفات اجتناب‌ناپذیر تبخیر سطحی است.

قدردانی

از سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان خوزستان و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (پروژه تحقیقاتی به‌شماره ۱۲۴-۴۶-۱۴-۰۴۶-۹۵۰۴۴-۹۵۱۰۷۳) به‌دلیل تقبل هزینه‌های مادی و حمایت‌های معنوی در اجرای این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

مراجع

Akkuzu, E., Unal, H. B. and Karatas, B. S. 2007. Determination of water conveyance loss in the Menemen open canal irrigation network. Turk. J. Agric. For. 31, 11-22.

Askar. K. and Eric, L. 2009. Evaluation canal lining projects in the Lower Rio Grande valley. Technical Report. Texas Water Resources Institute. Available at: http://hdl.handle.net.

Attari, M., Hushmand, A. and Qumshi, M. 2014. Evaluation of the performance of prefabricated concrete cavities in irrigation and drainage networks (case study: secondary irrigation and drainage Meeyanab Shooshtar Darion 2 & 3). Proceedings of the 4th National Conference on Irrigation and Drainage Networks. Feb. 25-27. Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz, Iran. (in Persian)

Ehteshami, M., Alikenari, Sh. and Abbasi, N. 2000. Evaluation of transmission and distribution efficiency as well as causes of roughness increase in Qazvin irrigation network channels. Proceedings of the 10th Seminar of Iran's National Irrigation and Drainage Committee. Nov. 15-16. Tehran, Iran. (in Persian)

Faramarz, M. 2011. Construction of sub-networks using semi-ellipse-shaped concrete prefabricated channels with a social approach. 3rd National Conference on Irrigation and Drainage Networks. Feb. 20-21. Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. (in Persian)

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.

Kashkoli, H. A. 1987. A brief study of the rate and causes of water damage in a number of soil channels in Khuzestan. Research Report. Irrigation Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz. (in Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Kinzli, K. D., Martinez, M., Oad, R., Prior, A. and Gensler, D. 2010. Using an ADCP to determine canal seepage loss in an irrigation district. Agric. Water Manage. 97, 801-810.

Maarufi, S. and Soltani, H. 2006. Estimation of transmission and distribution efficiencies in Shavour irrigation and drainage networks using a relationship. Agric. Res. 6(1): 47-36. (in Persian)

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 Environ. Rese. 8(2): 1-10.

Mousavi, F. and Akhavan, S. 2007. Principles of Irrigation. Kankash Pub. House. Isfahan. (in Persian)

Mousavihasab, R., Zarshenas, M., Hajishah, M. and Modares, A. 2013. Technical and economic comparison of consolidated use of tubes and canals in irrigation and drainage networks (case study: irrigation and drainage project of northern Hoofl). Proceedings of the 4th National Conference on Irrigation and Drainage Networks. Feb. 25-27. Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz, Iran. (in Persian)

Rezaverdinezhad, V., Samadi, A., Ahmadi, H. and Dunkou, A. 2015. Study of the factors of low transmission efficiency and water distribution in irrigation canals (a case study of Bampour network). Proceedings of the 2nd National Conference on Natural and Environmental Conservation. March 12-13. Ardabil, Iran. (in Persian)

Roozbeh, P. 1996. The result of the evaluation of the existing network of Pashakla irrigation. Proceedings of the 8th Seminar of Iran's National Irrigation and Drainage Committee. Oct. 22-23. Tehran, Iran. (in Persian)

Shahverdi, P., Shahanzari, A. and Parvin, R. 2010. Investigating different options for constructing a third grade channel on the environment of Alborz integrated water management plan. Fourth Environmental Engineering Conference. Oct. 10-11. Tehran University, Tehran, Iran. (in Persian)

Salahshour, J., Kazemi, A. and Habibnejad, A. 2005. Investigation of the technical and executive factors of cracking in concrete lining channels. 1st Iranian National Conference on Construction Experiences of Irrigation and Drainage Networks. June 25-26. University of Tehran, Tehran, Iran. (in Persian)

Salemi, H. R. 1999. Improvement of empirical equation of water leakage from channel in Rasht river region, Isfahan. Research Report. Agricultural Engineering Research Institute. (in Persian)

Shahrokhnia, M. and Javan, M. 2004. Determination of the sensitivity of water delivery structures in Droudzan irrigation network using mathematical model. 11th Conference of Iran's National Irrigation and Drainage Committee. Nov. 16-17. Tehran, Iran. (in Persian)

Sheini-Dashtgul, A., Noori, M. and Minai, S. 2013. Evaluation of transmission and distribution efficiencies and providing solutions to reduce water losses in Dose irrigation network (case study: Sabbath channels and E4 canals). 4th National Conference on Irrigation and Drainage Networks Management. March 6-8. Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. (in Persian)

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. Int. J. Enhanc. Res. Sci. Technol. Eng. 3(7): 204-209.

Sohrabi, T. and Javadpourborujeni, A. 2005. Evaluation and evaluation of transmission and distribution effects in Qazvin irrigation network. Agric. Res. Water Soil Plants Agric. 5(2): 53-64. (in Persian)

Sohrabi, T., Ujjaghloo, H. and Musa-Yasuri, A. 2009. Study and study of the factors of low transmission efficiency and distribution of water in canals with concrete cover (case study of Qazvin irrigation and drainage network). 2nd National Conference on Irrigation and Drainage Networks Management. Jan. 20. Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. (in Persian)

Taheri-Qanad, S. 2009. Evaluation of the transmission and distribution efficiency of Dez irrigation network. 3rd Iranian National Conference on Construction Experiences of Irrigation and Drainage Networks. Oct. 21. Agricultural Engineering Reasearch Institude, Karaj, Iran. (in Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Irrigation and Drainage Structures Engineering Research/Vol.19/No.72/ Autumn 2018/P:149-164

Evaluation and Comparison of the Distribution Efficiency of Canals and Semi-Elliptical Channels in Irrigation Networks of Khuzestan Province

N. Salamati*, P. Varjavand, Sh. Absalan, A. Azizi, M. Goosheh and J. Habibi-Asl

* Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran. Email: nadersalamati@yahoo.com
Received: 19 June 2018, Accepted: 14 October 2018

Irrigation canals, as one of the most important structures of irrigation networks, have a significant role in reducing seepage losses and increasing the water conveyance efficiency. This research was conducted from 2016 to 2018 in irrigation networks of Khuzestan province. In this research, in order to determine the distribution efficiency, the input-output flow method was used with the use of a propeller velocity meter. To have a rational comparison between canals with different dimensions and capacities, the ratio of losses to inlet discharge per kilometer of canal reach has been considered as an evaluating parameter. In total, 26 concrete trapezoidal canal reaches and 17 semi-elliptical prefabricated channel reaches have been studied. The studied canal reaches were located in Omidieh, Andimeshk, Gotvand, Behbahan, Hamidieh, Dezful, Shoosh, Shooshtar, Ramshir, Ahvaz, Bavi and Shadegan, counties of Khuzestan province. Results showed that distribution network efficiency changes from 38.9% to 99.7% for both canals and semi-elliptical channels. The seepage losses per kilometer of canal length varied from 20.92 to 12454.10 m^3/day. Maximum and minimum values of seepage losses relative to inlet discharge for concrete trapezoidal reaches were 0.35% and 61.76%, respectively. In prefabricated channels, the average length of studied reaches, conveyance efficiency and seepage losses per kilometer of channel were 978 m, 84.3%, 2133.11 m^3/day and 17.18%, respectively. Using t-test method for concrete trapezoidal canals and semi-elliptical channels showed that the amount of seepage losses per kilometer of canal length in a trapezoidal concrete channel with a value of 1920.05 m^3/day has no significant differences compared to prefabricated channel with a value of 2133.11 m^3/day. The calculation of Pearson correlation coefficients showed that any increase or decrease in the parameters of the discharge and velocity, as well as the amount of time interval, does not lead to significant changes in the process of conveyance efficiency.

Keywords: Channels with Grades 3 and 4, Leakage, Losses

www.SID.ir