تعیین میزان نشت در کانال‌های خاکی تحت پوشش کانال هامون واقع در شبکه آبیاری و زهکشی درودزن

آرش جاعل*[۱]، حمید رضا کریمی[۲]

۱. استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران.

۲. کارشناس ارشد منابع آب و کارشناس شرکت سهامی آب منطقه‌ای فارس.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

چکیده

کانال‌های آبیاری به‌عنوان بخشی از سامانه‌های آبگیر باران، از دیرباز برای تأمین آب کشاورزی استفاده می‌شده است. تلفات نشت در کانال‌های آبیاری یکی از دغدغه‌هایی است که بهره‌برداران و کشاورزان همواره با آن دست به گریبان‌اند. نشت آب به‌ویژه در کانال‌های خاکی می‌تواند قابل‌توجه باشد. روابط مختلفی برای تخمین مقدار نشت از کانال‌های آبیاری ارائه‌شده است که تعیین دقت آن‌ها تنها توسط اندازه‌گیری مقدار نشت از کانال به دست می‌آید. در این تحقیق سه کانال خاکی تحت پوشش کانال "هامون" یعنی کانال‌های "آباده رامجرد" و کانال "زرگران" و کانال " حسن‌آباد" واقع در شبکه آبیاری و زهکشی درودزن، انتخاب‌شده است. با انجام آزمایش‌های میدانی، میزان نشت آب از این کانال‌ها اندازه‌گیری شده، راندمان انتقال آب در این کانال‌ها به دست آمد. همچنین دقت روابط مختلف در تخمین میزان نشت، برای کانال‌های موردنظر در محدوده موردمطالعه، ارزیابی گردید. نتایج نشان می‌دهد میزان تلفات آب در کانال آباده رامجرد، زرگران و حسن‌آباد به ترتیب ۴/۵۶، ۱۰/۶ و ۱۹/۱۹ درصد به ازای هر کیلومتر طول کانال است. به‌منظور ارزیابی دقت روابط مختلف تخمینگر نشت از کانال از معیار آماری قدر مطلق میانگین خطا (RMAE) استفاده گردید. بر این اساس مشخص گردید که برحسب شرایط کانال، میزان دقت روابط تخمینگر نشت، متغیر است. به‌گونه‌ای که در کانال آباده رامجرد، روش اچه وری، در کانال زرگران روش موریتز و در کانال حسن‌آباد، روش آفنگدن بیشترین دقت را از بین روابط موجود داشته‌اند. مقدار معیار آماری RMAE حاصل از دقیق‌ترین رابطه برای کانال آباده رامجرد برابر ۰/۱۶۸ و برای کانال زرگران برابر ۰/۳۹۷ و برای کانال حسن‌آباد برابر ۰/۳۱۹ به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تلفات نشت، راندمان انتقال آب، کانال آباده رامجرد، کانال حسن‌آباد، کانال زرگران.

مقدمه

اتلاف آب از کانال‌های انتقال آب از طریق نفوذ آب در بدنه و یا تبخیر از سطح آزاد است. کانال‌های خاکی از ابتدایی‌ترین و قدیمی‌ترین سامانه‌های انتقال آب محسوب می‌شوند. هرچند که هزینه احداث آن‌ها پایین است اما میزان نشت در این کانال‌ها بالا است. همچنین این کانال‌ها همواره در معرض رشد علف‌های هرز و پوشش‌های گیاهی می‌باشند. در کانال‌های خاکی تلفات ناشی از نفوذ یا به‌عبارت‌دیگر دبی نشت قسمت اعظم تلفات را تشکیل می‌دهد. به‌طوری‌که حتی میزان تلفات آب در این کانال‌ها به ۷۰ درصد نیز رسیده است (قبادیان و خلج، ۱۳۹۱). بنابر مشاهدات به‌عمل‌آمده و گزارش‌های موجود، درصد نشت در کانال‌های کوچک و نهرهای مزرعه در شرایط عادی بیشتر از مقدار آن در کانال‌های بزرگ انتقال آب است. برای مثال در کانال‌های با دبی ۳۰ تا ۴۰ لیتر در ثانیه هدر رفتن آب از راه نشت و مصرف آن از طریق گیاهان آب‌دوست، حدود ۲۰ درصد در ۱/۶ کیلومتر گزارش‌شده است (Karatz, 1977).

[1] Email: Arashjael60@yahoo.com نویسنده مسئول: آرش جاعل

[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]

عوامل نشت آب از کانال‌ها

اصولاً عوامل اصلی موثر در میزان دبی نشت آب از کانال‌های آبیاری عبارت‌اند از: ابعاد کانال، خاک بستر و وضعیت آب‌های زیرزمینی، که در کلیهٔ مراحل مطالعه، اجرا و بهره‌برداری باید موردتوجه قرار گیرند. بسیاری از طراحان شبکه‌ای آبیاری و زهکشی با تخمین میزان نشت آب از کانال‌های خاکی از طریق روابط و معادلات تجربی نیاز به اجرای پوشش کانال‌ها را توجیه می‌نمایند ولی با توجه به اینکه در این روابط تجربی برخی فاکتورها مانند پوشش گیاهی، دامنهٔ ضرایب و بافت خاک با منطقهٔ موردنظر مطابقت نداشته و ممکن است مقادیر واقعی نشت آب را به دست ندهد لذا لازم است پایش و اندازه‌گیری نشت در طول دورهٔ بهره‌برداری به‌عنوان یکی از فاکتورهای کاهندهٔ راندمان آبیاری موردتوجه قرارداده شود. به‌طور متوسط راندمان انتقال آب در ایران در حدود ۶۸٪ و راندمان توزیع آب در مزرعه در حدود ۴۸٪ برآورد شده که نشان دهندهٔ تلفات بالای آب است (سالمی و سپاسخواه، ۱۳۸۵).

به‌طورکلی عواملی که بر میزان نشت از کانال تأثیر می‌گذارند می‌توان به شرایط ژئوتکنیکی مانند نوع پوشش کانال، جنس و ضریب هدایت هیدرولیکی خاک بستر، شرایط هیدرولیکی مانند دبی کانال و ارتفاع سطح آب زیرزمینی، شرایط اکوسیستم منطقه مانند وجود گیاهان در حاشیه کانال، نوع گیاهان و تراکم و سرعت رشد و نمو گیاهان و وجود حیوانات حفار نام برد. بر طبق تحقیقات نویسندگان تاکنون مقدار نشت در کانال‌های خاکی شبکه تحت پوشش کانال هامون مورداندازه‌گیری قرار نگرفته است. همچنین در این تحقیق فرمول‌های مختلف زیادی جهت تخمین مقدار نشت از کانال‌های خاکی موردبررسی قرارگرفته‌اند.

تخمین و برآورد میزان نشت آب

روش‌های مختلفی برای تخمین مقدار نشت از کانال خاکی وجود دارد. این روش‌ها را می‌توان در قالب ۳ دسته طبقه‌بندی نمود.

۱- روش عددی: این روش‌ها بر اساس اصول محاسبات عددی و برنامه‌نویسی در سامانه‌های رایانه‌ای توسعه‌یافته‌اند. دقت این روش‌ها بسته به نوع مش بندی و کیفیت شبکه مش و چگونگی حل معادله دیفرانسیلی مربوطه دارد. ازجمله این مدل‌ها می‌توان به مدل Mseep اشاره نمود. صرف‌نظر از صحت و دقت روش‌های عددی، این روش‌ها به دلیل پیچیدگی خاص خود و احتیاج به افراد ماهر دارای تجربه و تخصص جهت کار با نرم‌افزار و یا برنامه‌نویسی دارند و کمتر مورد استقبال قرار می‌گیرند. ازجمله محققینی که در این زمینه کارکرده‌اند می‌توان به قبادیان و خلج (۱۳۹۱)، رستمیان و عابدی کوپایی (۱۳۹۱)، Hosseinzadeh Aslو همکاران (۲۰۲۰) و Salmasi و Abraham (۲۰۲۰) اشاره کرد.

۲- روش تحلیلی (تئوری): تعدادی از محققان بر اساس اصول ریاضی و هیدرودینامیکی جریان آب در خاک اقدام به استخراج روابطی برای تخمین مقدار نشت از کانال‌ها نموده‌اند. از روش‌های تئوری می‌توان به روش‌هایی مانند ودرنیکوف و موسکات اشاره کرد. بااین‌وجود به دلیل ساده‌سازی‌هایی که در استخراج روابط صورت می‌گیرد، ممکن است نتوان به‌صورت عملی از آن‌ها استفاده نمود. به‌عنوان‌مثال شرایط هندسی آبراهه در کانال خاکی معمولاً به‌صورت شکل هندسی منظم نیست و همچنین در طول مسیر ممکن است تغییر نماید. یا به‌عنوان‌مثال روش ودرنیکوف درزمانی که سطح آب زیرزمینی بالا باشد کاربرد ندارد. ازجمله محققینی که با استفاده از این روش اقدام به تعیین نشت نموده‌اند می‌توان به حیدری‌زاده و سالمی (۱۳۹۳) و مجتهدی و فغفور مغربی (۱۳۸۹) اشاره نمود.

۳- روش تجربی: می‌توان رابطه‌ای ساده بین نشت از کانال و پارامترهایی که اندازه‌گیری آن‌ها به نسبت آسان است مانند دبی، یا عمق آب به دست آورد. از روش‌هایی تجربی می‌توان به روش‌هایی مانند کاستیاکف، اچه وری و آفنگندن اشاره کرد. این‌گونه روش‌ها بیشتر حاصل مطالعه بر تعداد زیادی کانال آبیاری می‌باشد و به دلیل اینکه تئوری کمتری در استخراج آن‌ها نسبت به روش‌های دیگر نهفته است اغلب نتایج مختلفی ارائه می‌دهند و دقت آن‌ها بستگی زیادی به شباهت منطقه موردمطالعه با مناطق موردبررسی در استخراج این روش‌ها دارند. این روش‌ها به دلیل در نظر گرفتن پارامترهایی که اندازه‌گیری آن‌ها به نسبت راحت بوده و همچنین استخراج این معادلات بر اساس داده‌های تجربی، کاربرد ویژه‌ای در مطالعات صحرایی یافته‌اند.

از محققینی که بر نشت از کانال‌ها مطالعه نموده‌اند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]

عراق علوی (۱۳۷۳) در پژوهشی با عنوان مدیریت توزیع آب در رودخانه زاینده‌رود اصفهان بر اساس برآورد راندمان انتقال آب در کانال‌های خاکی پائین‌دست سد زاینده‌رود، به ارزیابی روش‌های تجربی برآورد نشت آب پرداخت. وی میزان نشت آب از کل تلفات را ۹۸/۵ درصد و سهم تبخیر و تعرق را ۱/۵ درصد برآورد نمود و متوسط تلفات در کانال‌های درجه سه ۰/۶۹۶ و در کانال‌های درجه چهار ۰/۶۶۲ مترمکعب بر مترمربع در روز محاسبه شد.

پیشرفت فنّاوری امکان استفاده از وسایل مدرن برای اندازه‌گیری سرعت را فراهم نموده است. به‌عنوان‌مثال Kinzli و همکاران (۲۰۱۰) به کاربرد سرعت‌سنج آکوستیک داپلر[1] برای اندازه‌گیری دبی و استفاده از آن در تخمین نشت از کانال‌های خاکی پرداختند. آن‌ها به بیان پروتکلی برای اندازه‌گیری دبی با استفاده از این وسیله پرداختند.

قبادیان و خلج (۱۳۹۱) در پژوهشی با استفاده از حل عددی معادله جریان آب در خاک همگن و اشباع در شرایط همسان و غیر همسان میزان نشت از کانال خاکی با استفاده از روش حجم محدود موردبررسی قراردادند و برای صحت سنجی از کانال‌های منطقه نازلو ارومیه استفاده نمودند. آن‌ها نشان دادند که ضرایب روش‌های تجربی نیاز به اصلاح دارد.

بهراملو (۱۳۹۲) تأثیر پوشش بتنی بر کنترل تلفات نشت آب در کانال‌های استان همدان را موردبررسی قرارداد. در این تحقیق اثر پوشش بتنی در کنترل نشت در مقایسه با قبل از پوشش مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که اختلاف معناداری بین میانگین تلفات آب از کانال‌های بتنی و بدون پوشش مشاهده نشده است. بر اساس این تحقیقات واضح است که روابط تجربی به دلیل عدم تأثیر از موقعیت‌های مختلف جغرافیایی دارای دقت کافی نبوده است.

عدم اطمینان در مطالعات نشت توسط Martin و Gates (۲۰۱۴) و با استفاده از آکوستیک داپلر بررسی‌شده است. آن‌ها با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای در نظر گرفتن خطای ناشی از قرائت سطح آب، برآورد تبخیر و خطا در اندازه‌گیری جریان داپلر آکوستیک استفاده نمودند. آن‌ها مقدار نشت از دو کانال خاکی را تا ۰/۱۱ مترمکعب بر ثانیه برای هر هکتار از محیط خیس شده کانال به دست آوردند.

بهراملو و همکاران (۱۳۹۶) مقدار تلفات آب در هفت مورد از کانال‌های انتقال آب در دشت‌های زاینده‌رود، کرمان و مغان، با پوشش ژئوممبران را موردبررسی قراردادند. بر اساس نتایج، مقادیر راندمان انتقال آب در این کانال‌ها بین ۹۶ تا ۹۹/۷ و به‌طور متوسط ۹۹/۱ درصد (۲۰ درصد بالاتر از پوشش بتنی) است. نتایج آن‌ها تأثیر قابل‌توجه کاربرد پوشش ژئوممبران در کنترل تلفات نشت آب از کانال‌های مورد ارزیابی و برتری آن نسبت به پوشش رایج بتنی را نشان داد.

وجود درز بین کانال‌های بتنی همواره باعث افزایش نشت از کانال می‌شود؛ ازاین‌رو Mohammadi و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از فلومترسنج اولتراسونیک میزان تلفات درزها و راندمان انتقال آب را در کانال‌های اصلی، اولیه و ثانویه موردبررسی قراردادند. نتایج نشان می‌دهد که راندمان انتقال برای کانال‌های اصلی، فرعی و ثانویه در طول ۱ کیلومتر به ترتیب ۹۵٪، ۹۱٫۵٪ و ۸۹٫۳٪ است. علاوه بر این، میزان تلفات درز در هر واحد سطح نشت کانال‌های اصلی، فرعی و ثانویه به ترتیب برابر با ۱/۲۲ و ۱/۱۸ و ۰/۶۳ مترمکعب بر روز است.

مقدار تلفات نشت با استفاده از سرعت‌سنج مولینه توسط Shah و همکاران (۲۰۲۱) بر روی قسمتی از یکی از شبکه‌های آبیاری پاکستان اندازه‌گیری شده است. میزان افت نشت در بازه اندازه‌گیری شده برابر ۱۷/۴ درصد گزارش‌شده است. آن‌ها به تصحیح منحنی دبی اشل در بازه مذکور نیز پرداختند.

مواد و روش‌ها

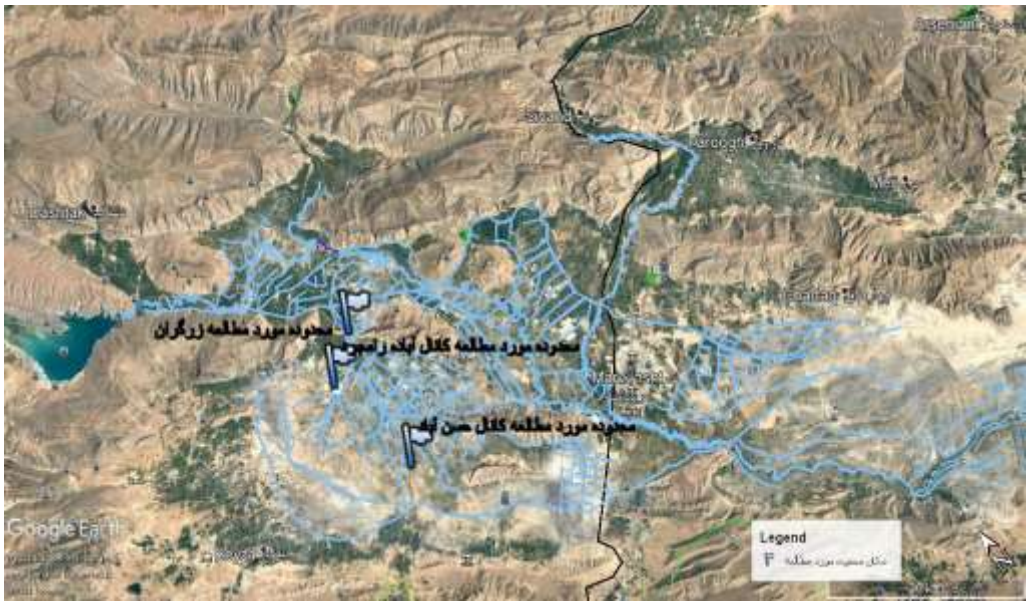
معرفی منطقه موردمطالعه

شبکه آبیاری و زهکشی درودزن یکی از قدیمی‌ترین طرح‌های آبی کشور است که در ۵۰ کیلومتری شمال غربی شهرستان شیراز و در قسمت شمالی دشت رودخانهٔ کر و غرب شهرستان مرودشت واقع‌شده است. بخش اصلی آن در سال ۱۳۵۱ به بهره‌برداری رسیده و ساخت شبکه‌های فرعی نیز از سال ۱۳۶۰ آغاز و عمدتاً تا سال ۱۳۶۷ به بهره‌برداری رسیده است. این شبکه باگذشت ۳۰ سال از آغاز بهره‌برداری از (که می‌تواند معادل عمر مفید یک شبکه آبیاری و زهکشی باشد) با مشکلات زیادی در زمینهٔ بهره‌برداری و نگهداری مواجه است. منطقه موردمطالعه در این تحقیق شبکهٔ آبیاری تحت پوشش کانال هامون

[1] Acoustic Doppler Current Profilers

[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]

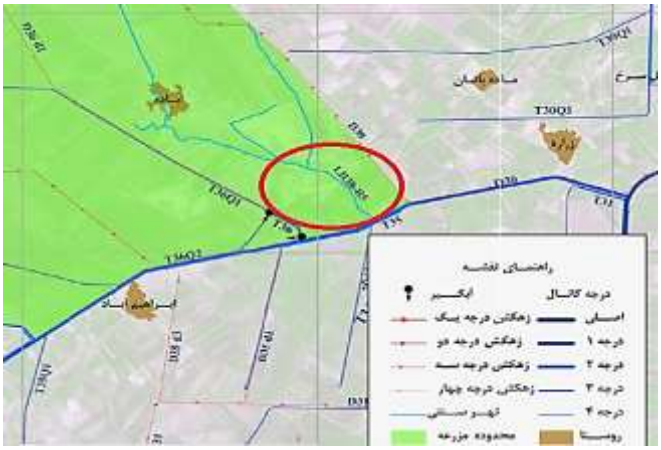
است که در محل آبپخش (کیلومتر ۲۲/۵ پائین‌دست سد درودزن) از کانال انتقال آب اصلی جدا می‌شود و با طول ۳۲ کیلومتر و ظرفیت ۲۰ مترمکعب در ثانیه تأمین آب در حدود ۱۳۵۰۰ هکتار اراضی کشاورزی منطقه واقع در غرب شهرستان مرودشت را تحت پوشش قرار می‌دهد. انتقال و توزیع آب در سطح این شبکه از طریق کانال‌های بتنی و تعدادی کانال خاکی یا انهار سنتی صورت می‌گیرد. ازآنجاکه موضوع اتلاف آب در کانال‌های خاکی از مقادیر بیشتری برخوردار است، در این تحقیق میزان نشت آب در سه کانال خاکی آباده رامجرد، زرگران و حسن‌آباد از شبکه کانال‌های تحت پوشش کانال هامون موردبررسی قرارگرفته است. در شکل (۱) موقعیت این کانال‌ها در شبکه آبیاری زهکشی درودزن نشان داده‌شده است. همچنین در ادامه به معرفی کانال‌های خاکی مورداشاره پرداخته‌شده است.



شکل (۱): نمای کلی از شبکه آبیاری و زهکشی درودزن به همراه مکان بازه‌های اندازه‌گیری شده

کانال خاکی آبادهٔ رامجرد (LH38-R5):

این کانال خاکی یا نهر سنتی در حوزهٔ آبخور کانال‌های T36 و LH36 قرارگرفته و از یکی از آبگیرهای کانال LH36 منشعب می‌شود و بخشی از اراضی روستاهای آباده، ماده بانان، شاهیجان، حسین آباد و ابراهیم آباد را به مساحت تقریبی ۱۶۰۰ هکتار تأمین آب می‌نماید. محدودهٔ انتخاب‌شده مربوط به آن بخش از کانال خاکی است که حدود ۵۵۰ هکتار از اراضی سمت راست کانال‌های T36 و T36Q1 که متعلق به روستای آباده هست را آبیاری می‌نماید. شکل (۲) موقعیت بازه انتخابی این کانال و شکل (۳) اندازه‌گیری دبی دریکی از مقاطع این کانال را نشان می‌دهد.



شکل (۲): کانال خاکی آبادهٔ رامجرد(LH38-R5)

شکل (۳): اندازه‌گیری دبی در کانال خاکی آبادهٔ رامجرد

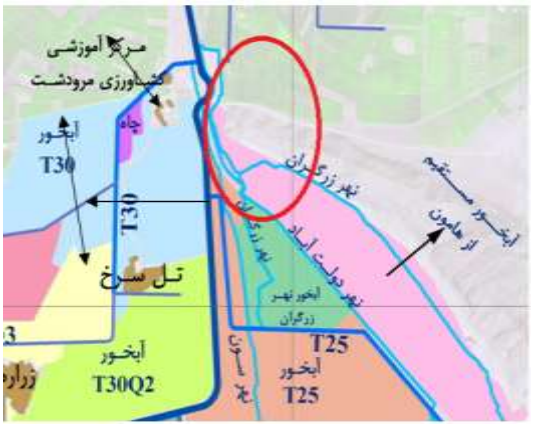
[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]

کانال خاکی زرگران

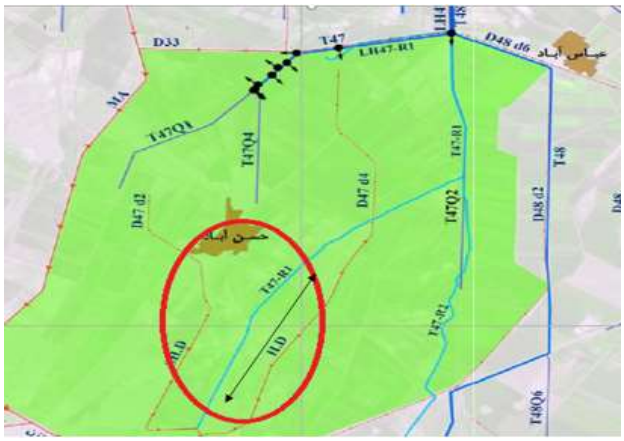
کانال خاکی یا نهر سنتی زرگران که مستقیماً از کانال هامون (کیلومتر ۵۵ + ۴) آبگیری می‌نماید با طول در حدود ۴۹۰۰ متر بخشی از اراضی محدودهٔ کانال درجه سه T25 موسوم به مزرعهٔ H25 را آبیاری می‌نماید. این کانال و کانال مجاور آن (کانال سنتی دولت آباد) بیش از ۳۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی منطقه را تأمین آب می‌نمایند. شکل (۴) موقعیت بازه انتخابی این کانال را نشان می‌دهد.

کانال خاکی حسن‌آباد (T47-R1)

در محدودهٔ آبخور کانال T47 و مزرعهٔ H47 علاوه بر سه کانال درجهٔ ۴ بنام‌های T47Q1 تا T47Q4 سه کانال یا نهر سنتی بنام‌های T47-R1، T47-R2، LH47-R1 نیز وجود دارند. کانال سنتی T47- R1 با طول تقریبی ۵۶۰۰ متر که بخشی از آن به طول ۹۳۶ متر به‌عنوان بازهٔ انتخابی برای محاسبهٔ تلفات در نظر گرفته‌شده است از اولین آبگیر کانال T47 در سمت چپ منشعب و در حدود ۳۹۰ هکتار از اراضی کشاورزی را آبیاری می‌نماید. در شکل (۵) موقعیت این کانال خاکی مشخص گردیده است.



شکل (۴): کانال خاکی زرگران



شکل (۵): موقعیت کانال خاکی حسن‌آباد (T47-R1)

روش محاسبهٔ نشت

در این تحقیق برای محاسبهٔ نشت آب از کانال‌ها از روش ورودی – خروجی استفاده شده است به‌نحوی‌که مقدار آب ورودی و خروجی از یک بازهٔ مشخص به وسیلهٔ دستگاه سرعت‌سنج ساخت کشور آلمان مدل OTT سری C31 اندازه‌گیری شده است؛ و تلفات ناشی از نشت (بر اساس مترمکعب در مترمربع در روز) از رابطه زیر به‌دست‌آمده است:

$$S_L = \frac{86400(Q_1 - Q_2)}{P \times L} \quad (۱)$$

در این رابطه Q_1 مقدار دبی جریان ورودی و Q_2 مقدار دبی جریان خروجی برحسب مترمکعب بر ثانیه، L طول بازه و P محیط خیس شدهٔ کانال برحسب متر، و S_L نشت اندازه‌گیری شده برحسب مترمکعب بر مترمربع در روز می‌باشد.

جهت کاهش خطا، هر اندازه‌گیری در دو تکرار و برای هر بازه حداقل در سه نوبت انجام‌شده است. در عمق‌های جریان کمتر از پنجاه سانتیمتر اندازه‌گیری در عمق ۰/۶ متر از سطح آب و در جریان‌های با عمق بیش از پنجاه سانتیمتر در عمق‌های ۰/۲ و ۰/۸ متر از سطح آب انجام‌شده است. در کلیهٔ مراحل اندازه‌گیری با توجه به‌ضرورت کنترل دبی جریان هماهنگی لازم با دستگاه بهره بردار شبکهٔ آبیاری (شرکت بهره‌برداری) به‌عمل‌آمده است و جهت جلوگیری از برداشت‌های غیرمجاز و ایجاد نوسان در جریان آب در ورودی به بازه‌های موردنظر مراقبت و کنترل لازم به‌عمل‌آمده است و حتی در برخی موارد اقدام به قفل و زنجیر نمودن دریچه‌های آبگیری کانال‌ها شده است. زمان انجام اندازه‌گیری‌ها در ماه‌های اردیبهشت و خردادماه بوده و جهت اندازه‌گیری میزان تبخیر از اطلاعات ایستگاه هواشناسی واقع در پائین‌دست سد درودزن استفاده گردیده‌است.

[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]

بیشتر روابط تجربی معرفی‌شده، میزان نشت از کانال را تابعی از خصوصیات هندسی مقطع و ضریب آبگذری خاک دانسته‌اند. با این‌وجود در روش میسرا[1] با در نظر گرفتن جنس بستر کانال مقدار تلفات نشت آب با واحد مترمکعب بر مترمربع بر روز برای بستر لوم شنی بین ۰/۳ – ۰/۵ ، خاک‌های شنی سست ۰/۵ – ۰/۷ و خاک گراولی ۱-۲ برآورد گردیده است. جدول (۱) به معرفی روابط تجربی برای تخمین مقدار نشت از کانال‌های خاکی می‌پردازد.

جدول (۱): روابط استفاده‌شده برای تخمین مقدار نشت از کانال‌های آبیاری

شماره رابطه	نام محققین- [شماره منبع]	رابطه
(۲)	دیویس و ویلسون(Divis – Wilson)[۱۳]	$S_L = \frac{0.45CPL^{0.333}}{4\times10^6 + 3650\sqrt{V}}$
(۳)	رابطه موریتز(Moritz) [۱۱]	$S_L = 0.0186C\sqrt{\frac{Q}{V}}$
(۴)	آفنگندن(Offengenden) [۱۳]	$S_L = \frac{100\times S}{Q\times L}$ که $S = \frac{A}{Q^m}$
(۵)	مولس ورث و ینی دومیا ([Molesworth & Yennidumia)۱۳]	$S_L = CLP\sqrt{R_d}$
(۶)	کشور شوروی سابق [۱]	$S_L = \frac{1.16}{Q}Kq_r$
(۷)	معادله پنجاب هند(کشور هندوستان) [۱۱]	$S_L = Cad$
(۸)	اینگهام (Ingham) [۱۱]	$S_L = 0.55CPL(10^{-6})(d^{0.5})$
(۹)	کاستیاکف(Kostiakov) [۴]	بستر با نفوذپذیری کم : $S_L = \frac{0.7}{Q_d{}^{0.3}}$ ، بستر با نفوذپذیری متوسط : $S_L = \frac{1.9}{Q_d{}^{0.4}}$ بستر با نفوذپذیری زیاد: $S_L = \frac{3.4}{Q_d{}^{0.5}}$
(۱۰)	پاولوفسکی (Pavalosky) [۱۱]	$S_L = 0.0116T + 2d\,C$
(۱۱)	کشورهای هند(پنجاب) – پاکستان [۱۱]	$S'_L = 5Q^{0.0625}$

در این روابط S_L هدر رفت ناشی از نشت برحسب مترمکعب در روز از کانال، Q دبی برحسب مترمکعب در ثانیه،L طول کانال برحسب متر (در رابطه مولس ورث و ینی دومیا، طول کانال برحسب کیلومتر است.)،P محیط خیس شده، d عمق آب در کانال برحسب متر و R_d عمق متوسط هیدرولیکی برحسب متر، T عرض کانال در سطح آب برحسب متر، V سرعت جریان در کانال برحسب متر بر ثانیه، و C ضریب نفوذپذیری جداره است که به نوع پوشش کانال بستگی دارد. در رابطه آفنگدن A و m ضرایب ثابت بوده و مقدار آن‌ها با توجه به نفوذپذیری خاک در ارائه‌شده است. در رابطه ارائه‌شده برای کشور شوروی سابق K ضریب نفوذپذیری اشباع خاک برحسب متر در روز و q_r نسبت سرعت نشت به‌سرعت نفوذپذیری اشباع مصالح کف است. در معادله پنجاب هند، a محیط خیس شده کانال برحسب میلیون فوت مربع، d عمق آب برحسب فوت، S_L نشت کل آب از کانال برحسب فوت مکعب بر ثانیه است.

نتایج و بحث

در این تحقیق مقدار نشت از کانال‌های آباده رامجرد، زرگران و حسن‌آباد واقع در شبکه آبیاری و زهکشی درودزن توسط روش ورودی – خروجی به‌دست‌آمده است. سپس برای ارزیابی دقت روش‌های تجربی و تحلیلی به اندازه‌گیری خصوصیات هیدرولیکی آبراه پرداخته شده است. همچنین به جهت ارزیابی روابط تجربی نمونه‌هایی از خاک کانال برداشته و در آزمایشگاه بافت آن مشخص شد. در این تحقیق برای تعیین درصد پوشش گیاهی، مقاطعی به عرض پنج متر در هر یکصد متر از طول

[1] Misra

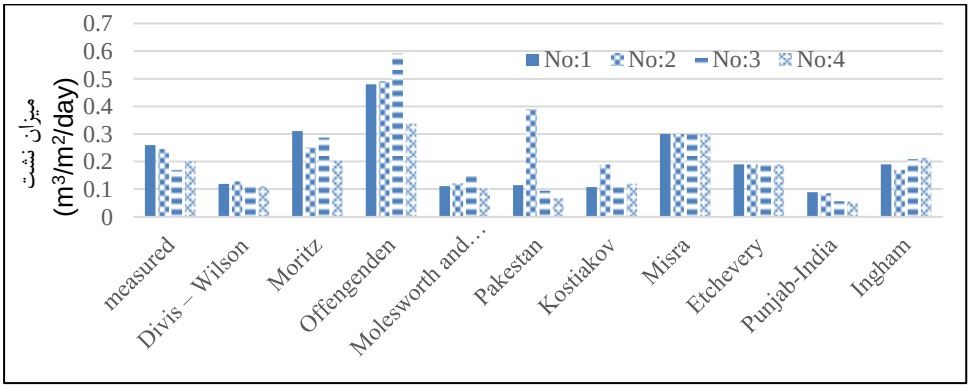
[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]

مسیر کانال انتخاب و سطح پوشش گیاهی در این مقاطع به‌دقت اندازه‌گیری و با استفاده از آن، میزان پوشش گیاهی در کل مسیر کانال برآورد شده است. بدین ترتیب بافت خاک کانال آباده رامجرد لومی- رسی، با متوسط پوشش گیاهی ۳۰ درصد، بافت خاک کانال زرگران لومی با متوسط پوشش گیاهی ۵۵ درصد و بافت خاک کانال حسن‌آباد لومی- رسی-سیلتی با متوسط پوشش گیاهی ۷۰ درصد به دست آمد. در جدول (۲) خصوصیات هندسی، هیدرولیکی و میزان نشت اندازه‌گیری شده توسط روش ورودی – خروجی برای کانال‌های خاکی آباده رامجرد، زرگران و حسن‌آباد نشان داده‌شده است.

جدول (۲): جزئیات هندسی بازه‌های موردمطالعه و میزان نشت به‌دست‌آمده

نام کانال	A(m^3)	T(m)	P(m)	V(m/s)	y(m)	L(m)	R(m)	دبی ورودی (m^3/s)	دبی خروجی (m^3/s)	تلفات آب ($m^3/m^2/day$)	تبخیر ($m^3/m^2/day$)	میزان نشت ($m^3/m^2/day$)
آبادهٔ رامجرد	۱/۲	۲/۷	۳/۲	۰/۱۷	۰/۵۴	۱۳۲۶	۰/۴۴۴	۰/۲۱	۰/۱۹۷	۰/۲۶۴	۰/۰۰۴۳	۰/۲۶
	۱/۴۳	۲/۵	۳/۲	۰/۱۴	۰/۷	۵۴۷	۰/۴۵	۰/۲۰۴	۰/۱۹۹	۰/۲۴۶	۰/۰۰۴۳	۰/۲۴۲
	۱/۰۳	۲/۴۳	۲/۹۷	۰/۱۶	۰/۴۸	۱۳۲۶	۰/۴۲۴	۰/۱۶۳	۰/۱۵۵	۰/۱۷۵	۰/۰۰۴۹	۰/۱۷
	۰/۹۱	۲/۳۳	۲/۸۳	۰/۱۴	۰/۴۴	۱۳۲۶	۰/۳۹۱	۰/۱۲۵	۰/۱۱۶	۰/۲۰۷	۰/۰۰۴۹	۰/۲۰۲
زرگران	۱/۵۶	۲/۸۲	۳/۴۵	۰/۱۷	۰/۴۶	۱۳۵۳	۰/۴۵	۰/۲۵	۰/۲۱۵	۰/۶۴۸	۰/۰۰۴۳	۰/۶۴۳
	۰/۹۴	۲/۴۸	۲/۹۷	۰/۱۷	۰/۴۷	۱۳۵۳	۰/۳۲	۰/۱۶۶	۰/۱۳۷	۰/۶۱۲	۰/۰۰۴۹	۰/۶۰۷
	۱/۲۹	۲/۶	۳/۲	۰/۱۸	۰/۶	۵۲۹	۰/۴	۰/۲۳۸	۰/۲۲۶	۰/۶۴۹	۰/۰۰۴۹	۰/۶۴۴
	۰/۹۸	۲/۴۸	۲/۹	۰/۱۶	۰/۴۵	۱۳۵۳	۰/۳۴	۰/۱۵۹	۰/۱۳۹	۰/۴۳	۰/۰۰۴۹	۰/۴۲۵
حسن‌آباد	۱/۵	۲/۹۲	۳/۷۴	۰/۱۱۱	۰/۶۱	۸۲۵	۰/۴	۰/۱۷۴	۰/۱۴۵	۰/۸۱۲	۰/۰۰۴۳	۰/۸۰۷
	۱/۳۶	۲/۷۷	۳/۴۱	۰/۱۱۳	۰/۵۶	۹۳۹	۰/۳۹۷	۰/۱۴۹	۰/۱۲۴	۰/۶۷۴	۰/۰۰۴۹	۰/۶۶۹
	۱/۲۱	۲/۶۵	۳/۲۵	۰/۱۲	۰/۵۲	۹۳۶	۰/۳۲	۰/۱۲۶	۰/۱۰۳	۰/۶۵۳	۰/۰۰۴۹	۰/۶۴۸

در شکل(۶) مقادیر برآورد نشت آب از روش‌های مختلف تجربی در مراحل مختلف اندازه‌گیری همراه با مقدار نشت اندازه‌گیری شده نشان داده‌شده است. مقدار نشت تخمین زده‌شده در روش پاولوفسکی در کانال آباده رامجرد بین ۲/۰۲ تا ۲/۲۹ (مترمکعب بر مترمربع بر روز) بوده که به دلیل اختلاف زیاد مقادیر نشت محاسبه‌شده از روش پاولوفسکی و جهت جلوگیری از تأثیر آن ارقام در نمودار ترسیمی، روش مذکور حذف‌شده است. بیشترین میزان در تخمین نشت بعد از روش پاولوفسکی مربوط به روش آفنگندن و سپس میسرا می‌باشد. کمترین تخمین نشت نیز مربوط به روش موسوم به پنجاب است.

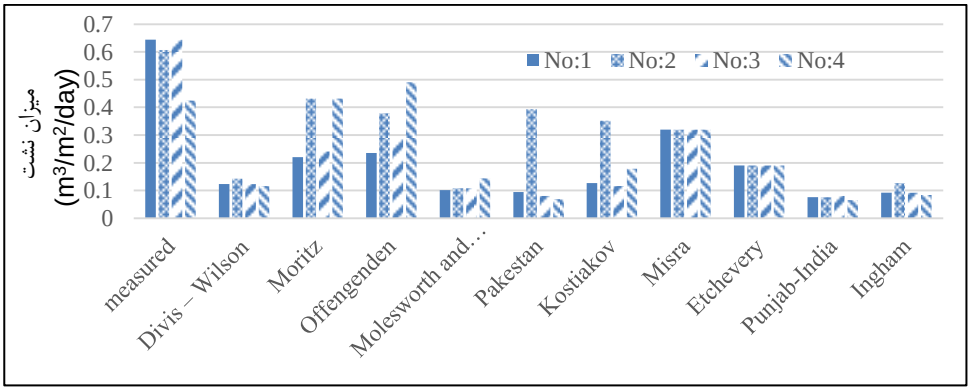


شکل(۶): مقایسهٔ نشت آب برآورد شده از روش‌های تجربی و اندازه‌گیری به‌عمل‌آمده در کانال آبادهٔ رامجرد

[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]

نشت آب در کانال خاکی زرگران

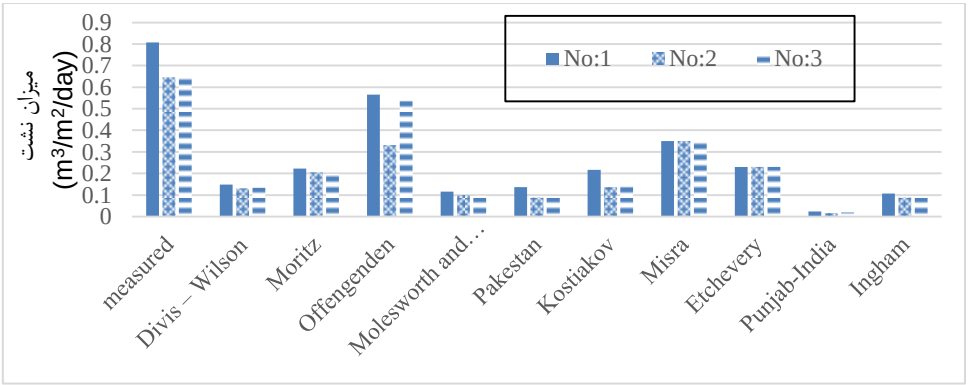
عرض کف این کانال در بازه‌های مختلف متفاوت و به‌طور متوسط حدود ۲/۱۵ متر است. در شکل (۷) مقایسه بین روش‌های تجربی (به‌جز روش پاولوفسکی) و مقدار اندازه‌گیری شده در مراحل مختلف آمده است و نشان می‌دهد که مقدار نشت اندازه‌گیری شده در این کانال از ارقام روش‌های تجربی بیشتر بوده است. پوشش گیاهی زیاد این کانال و در نتیجهٔ آن کاهش سرعت جریان می‌تواند یکی از دلایل اصلی این موضوع به شمار رود. مقدار نشت تخمین زده‌شده در روش پاولوفسکی در کانال زرگران بین ۲/۹۴ تا ۴/۶ (مترمکعب بر مترمربع بر روز) بوده که به دلیل اختلاف زیاد مقادیر نشت محاسبه‌شده از روش پاولوفسکی و جهت جلوگیری از تأثیر آن ارقام در نمودار ترسیمی، روش مذکور حذف‌شده است.



شکل (۷): مقایسهٔ برآورد نشت آب از روش‌های تجربی با اندازه‌گیری انجام‌شده در کانال زرگران

نشت آب در کانال خاکی حسن‌آباد (T47-R1)

سومین کانال خاکی انتخاب‌شده کانال آب‌رسانی به اراضی روستای حسن‌آباد است. عرض کف کانال حسن‌آباد به‌طور متوسط ۲ متر می‌باشد. شکل (۸) به مقایسه دقت روابط مختلف در ارزیابی نشت آب این کانال می‌پردازد. برای تخمین میزان نشت آب از روش‌های تجربی در کانال حسن‌آباد نیز مانند دو کانال دیگر از چندین روش مختلف استفاده‌شده است که خلاصهٔ نتایج به‌دست‌آمده در شکل زیر آمده است. مقدار نشت تخمین زده‌شده در روش پاولوفسکی در کانال حسن‌آباد بین ۱/۶۳ تا ۲/۹۲ (مترمکعب بر مترمربع بر روز) بوده که بیش از ۲/۵ برابر مقادیر اندازه‌گیری نشت می‌باشد و جهت جلوگیری از تأثیر آن ارقام در نمودار ترسیمی، روش مذکور حذف‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین مقدار تخمین نشت آب در این کانال بعد از روش پاولوفسکی مربوط به روش آفنگندن و سپس روش میسرا هست. کمترین مقدار برای تخمین نشت نیز مربوط به روش پنجاب هند است.



شکل (۸): مقایسهٔ نشت برآورد شده از روش‌های مختلف تجربی با نشت اندازه‌گیری شده در کانال حسن‌آباد

[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]

برآورد درصد نشت و بررسی دقت روابط مختلف

در جدول (۳) درصد نشت از کانال‌های مورد آزمایش قرارگرفته، به ازای هر کیلومتر از طول کانال خاکی نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود کانال آباده رامجرد با دارا بودن درصد اتلاف آب ۴/۵۶ بهترین راندمان را در انتقال آب دارد. میزان تلفات نشت در کانال‌های زرگران و حسن‌آباد به ترتیب ۱۰/۶ و ۱۹/۱۹ است که حدود ۲ و ۴ برابر کانال خاکی آباده می‌باشد. همان‌طور که اشاره شد بافت خاک کانال آباده رامجرد، لومی رسی و بافت خاک کانال زرگران لومی و کانال حسن‌آباد لومی رسی سیلتی است؛ که تقریباً خصوصیات یکسانی را ازنظر نفوذپذیری دارند. همچنین متوسط مساحت مقطع و محیط خیس شده در کانال آباده رامجرد ۱/۱۴ (مترمربع) و ۳/۰۵ (متر)، در کانال زرگران ۱/۱۹ (مترمربع) و ۳/۱۳ (متر) و در کانال حسن‌آباد ۱/۳۶ (مترمربع) و ۳/۴۷ (متر) می‌باشد که تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند؛ اما پوشش گیاهی در زمان‌های اندازه‌گیری از ۳۰ درصد در کانال آباده رامجرد تا ۷۰ درصد در کانال حسن‌آباد تغییر می‌کند. وجود گیاهان در حاشیه و داخل کانال علاوه بر اینکه سبب اتلاف آب از طریق جذب توسط ریشه و هدایت آب به زمین می‌شود، با ایجاد مانع، سبب کاهش سرعت و افزایش سطح آب در کانال می‌شود که خود باعث افزایش گرادیان هیدرولیکی و نشت بیشتر آب در کانال می‌شود. بدین ترتیب افزایش درصد تلفات توسط وجود پوشش گیاهی توجیه می‌شود.

به‌منظور بررسی دقت روابط مختلف برای هر کانال از مقادیر اندازه‌گیری شده نشت آب میانگین‌گیری شده و با استفاده از فرمول میانگین قدر مطلق خطای نسبی به‌صورت زیر، مقدار دقت هرکدام از روابط تجربی برای کانال‌های خاکی آباده رامجرد، زرگران و حسن‌آباد در شکل (۸) نشان داده‌شده است.

$$MARE = \frac{|S_{Lmea} - S_{Lpre}|}{N \times S_{Lobs}} \qquad (۱۲)$$

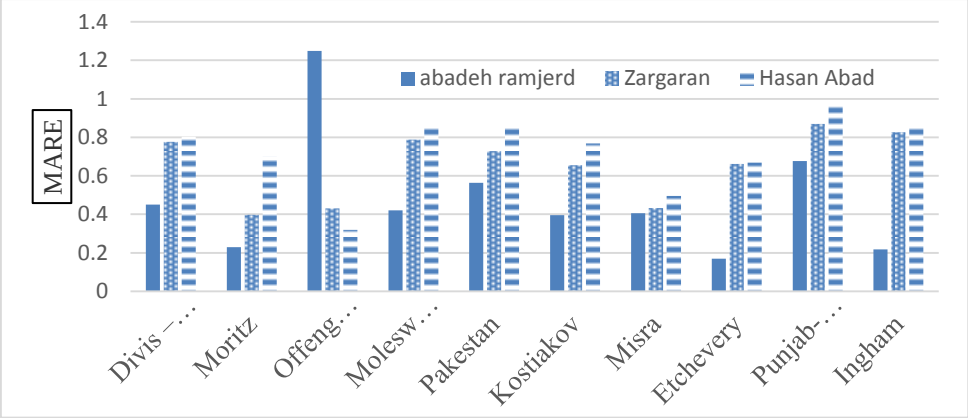
که در این رابطه، N تعداد اندازه‌گیری، MARE میانگین قدر مطلق خطای نسبی، S_{Lmea} مقدار نشت مشاهده‌شده و S_{Lpre} مقدار نشت پیش‌بینی‌شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود در کانال خاکی آبادهٔ رامجرد روش اچه وروی و سپس روش اینگهام به ترتیب با مقدار MARE برابر با ۰/۱۶۸ و ۰/۲۱۸ کمترین میزان خطا و روش آفنگدن با ۱/۲۴۹ بیشترین میزان خطا را دارا می‌باشند. در کانال زرگران دقیق‌ترین روش به ترتیب موریتز و سپس آفنگدن به ترتیب با MARE برابر با ۰/۳۹۷ و ۰/۴۳ و روش مورداستفاده در استان پنجاب هندوستان با مقدار MARE برابر ۰/۸۶۹ کمترین دقت را دارد. در کانال حسن‌آباد نیز دقیق‌ترین و کم‌دقت‌ترین روش‌ها به ترتیب آفنگدن و پنجاب هندوستان با مقدار خطای نسبی ۰/۳۱۹ و ۰/۹۷۲ هست. با توجه به شکل بالا مشاهده می‌شود که در کانال آباده رامجرد دقت روابط مختلف به‌جز رابطه آفنگدن به مراتب بهتر از کانال‌های زرگران و حسن‌آباد می‌باشد. دلیل این امر وجود پوشش گیاهی در این دو کانال است که روابط موجود آن را در نظر نگرفته‌اند. درنهایت می‌توان نتیجه گرفت که در پروژه‌های بزرگ احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی استفاده از یک روش تجربی می‌تواند برآوردهای نشت آب از کانال‌ها را با انحراف زیادی مواجه نماید و لازم است بررسی دقیق‌تر به‌منظور استفادهٔ بهینه از منابع آبی در اولویت قرارگرفته و از تعمیم یک روش به کلیهٔ مناطق هم‌جوار خودداری شود زیرا ممکن است روشی که در یک منطقه بهترین تخمین را داشته باشد در منطقهٔ دیگر به دلیل تأثیرپذیری از عوامل موجود آن منطقه پاسخ کاملاً متفاوتی داشته باشد. در شکل (۹) به مقایسه متوسط قدر مطلق خطای نسبی (MARE) روش‌های مختلف برآورد نشت در کانال‌های خاکی این تحقیق پرداخته‌شده است.

جدول(۳): درصد نشت آب در هر کیلومتر از طول کانال

نام کانال	میانگین دبی ورودی به کانال (m^3/S)	میانگین نشت اندازه‌گیری شده $(m^3/m^2/\text{day})$	درصد نشت به ازای هر کیلومتر از طول کانال
آباده رامجرد	۰/۱۷۵	۰/۲۱۸	۴/۵۶
زرگران	۰/۲۰۳	۰/۵۷۹	۱۰/۶
حسن‌آباد	۰/۱۴۹	۰/۷۰۸	۱۹/۱۹

[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]



شکل (۹): مقایسه متوسط قدر مطلق خطای نسبی (MARE) روش‌های مختلف برآورد نشت در کانال‌های خاکی این تحقیق

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

ممکن است بسیاری از کانال‌ها ازجمله کانال‌های درجه ۴ موجود در یک شبکه آبیاری و زهکشی، بدون پوشش باشند. نشت آب در کانال‌های خاکی یکی از معضل‌های مدیریت شبکه آبیاری و زهکشی است. در این تحقیق خصوصیات هیدرولیکی مقطع به همراه دبی و مقدار نشت در سه کانال خاکی شبکه آبیاری زهکشی درودزن به نام کانال آبادهٔ رامجرد، کانال زرگران و کانال حسن‌آباد اندازه‌گیری شد. میزان دبی اندازه‌گیری شده در کانال آباده رامجرد بین ۰/۱۲۵ تا ۰/۲۱ (مترمکعب بر ثانیه) منجر به مقدار دبی نشت بین ۰/۱۷ تا ۰/۲۶ (مترمکعب بر مترمربع بر روز) و مقدار دبی کانال زرگران از ۰/۱۶۶ تا ۰/۲۵ (مترمکعب بر ثانیه)، منجر به نشت ۰/۴۲۵ تا ۰/۶۴۴ (مترمکعب بر مترمربع بر روز) و مقدار دبی کانال حسن‌آباد از ۰/۱۲۶ تا ۰/۱۷۴ (مترمکعب بر ثانیه) منجر به میزان نشت ۰/۶۴۸ تا ۰/۸۰۷ (مترمکعب بر مترمربع بر روز) شده است. همچنین دقت روش‌های تجربی مختلف برای هر یک از کانال‌ها موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که:

۱- میزان تلفات آب ناشی از نشت برای هر کیلومتر طول در کانال آباده رامجرد ۴/۵۶ درصد و در کانال‌های زرگران و حسن‌آباد به ترتیب ۱۰/۶۰ و ۱۹/۱۹ درصد می‌باشد. (Karatz, 1977) برای کانال‌های پوشیده شده از گیاهان آب‌دوست میزان تلفات را حدود ۲۰ درصد در طول ۱/۶ کیلومتر گزارش کرده است که با نتیجه به‌دست‌آمده در کانال حسن‌آباد مطابقت مناسبی دارد.

۲- معادلات تجربی اگرچه سریع‌ترین روش برای تخمین میزان اتلاف آب در شبکه‌های آبیاری می‌باشند ولی جامع نبوده و دارای کاستی‌های زیادی هستند. به‌عنوان‌مثال هیچ‌یک از معادلات تجربی ارائه‌شده در این تحقیق تأثیر پوشش گیاهی را بر میزان نشت در نظر نگرفته‌اند. از طرفی دامنهٔ وسیع ضرایب موجود در این معادلات انواع بافت خاک را در برنمی‌گیرد و با تغییر اندک در ضرایب، نتایج متفاوتی به دست می‌آید و معمولاً نیاز به اصلاح و انطباق با شرایط منطقه‌ای دارند.

۳- از بین روش‌های مختلف روش اچه وری با دارا بودن قدر مطلق میانگین خطای نسبی ۰/۱۶۸ برای کانال آباده رامجرد و روش موریتز با دارا بودن قدر مطلق میانگین خطای نسبی ۰/۳۹۷ برای کانال زرگران و روش آفنگدن با دارا بودن قدر مطلق میانگین خطای نسبی ۰/۳۱۹ برای کانال حسن‌آباد، بیشترین دقت را از بین روابط مختلف داشته‌اند. روش پاولوفسکی نیز همواره نتایجی چندین برابر میزان نشت اندازه‌گیری شده را ارائه می‌دهد.

۴- پوشش گیاهی در کانال‌های مورداستفاده از حدود ۳۰ درصد در کانال آباده رامجرد تا حدود ۷۰ درصد در کانال حسن‌آباد تغییر می‌کند. باوجوداینکه جنس خاک بستر و مشخصات هیدرولیکی کانال‌های مورداستفاده تغییر چندانی نمی‌نماید. میزان تلفات آب حدوداً ۴ برابر می‌شود؛ که نشان‌دهنده تأثیر پوشش گیاهی بر میزان تلفات آب در کانال‌ها دارد. بر اساس نتایج این تحقیق در منطقهٔ موردنظر، در کانال‌های خاکی لایروبی شده و با پوشش گیاهی کمتر از ۴۰ درصد روش تجربی اچه وری یا اینگهام و در کانال‌های با پوشش گیاهی بیشتر روش‌های موریتز و آفنگدن بهترین تخمین در میزان نشت آب داشته‌اند.

[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]

۵- نشت از کانال‌های خاکی تحت پوشش کانال هامون دارای ویژگی‌های منحصربه‌فرد بوده و لازم است برای هر کانال دلایل ایجاد نشت به‌صورت جداگانه موردبررسی قرار گیرند و از تعمیم یک روش برای کل منطقه و شبکهٔ آبیاری خودداری گردد.

منابع

۱. امیری تکلدانی، ا. و م. ک. سیاهی (۱۳۹۰). طراحی کانال‌های آبیاری و سازه های وابسته. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۹۴ صفحه.

۲. بهراملو، ر. (۱۳۹۲). تأثیر پوشش بتنی بر کنترل تلفات نشت آب از کانال‌های آبیاری در استان همدان، مجله پژوهش آب ایران، ۶(۱۱)، ۷۵.

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

۴. بیرامی، م.ک. (۱۳۹۳). سازه‌های انتقال آب. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۶۲ صفحه.

۵. حیدری‌زاده، م. و ح. سالمی (۱۳۹۳). بررسی کاربرد معادله تجربی اینگهام و معادله تئوری ودرنیکو در برآورد نشت آب از کانال‌های منطقه رودشت اصفهان .پژوهش آب در کشاورزی ، ۲۸(۴): ۷۱۲-۷۰۴.

۶. رستمیان، ح. و ج. عابدی کوپایی (۱۳۹۱). ارزیابی مدل نرم‌افزاری SEEP/W در برآورد میزان نشت آب از کانال‌های خاکی (مطالعه موردی شبکه آبیاری زاینده‌رود). نشریه علوم آب و خاک، ۱۵(۵۸): ۲۲-۱۳.

۷. سالمی، ح. و ع. سپاسخواه (۱۳۸۵). اصلاح معادلات تجربی نشت آب از کانال در منطقه رودشت اصفهان، نشریه علوم آب و خاک، ۱۰(۱): ۴۲-۲۹.

۸. عراق علوی، س. (۱۳۷۳). مدیریت توزیع آب رودخانه زاینده‌رود بر اساس راندمان انتقال آب در کانال‌های پایین دست. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان.

۹. قبادیان، ر. و م. خلج (۱۳۹۱). برآورد عددی مقدار نشت از کانال‌های خاکی منطقه نازلو ارومیه و اصلاح ضرایب روابط تجربی برآورد نشت، نشریه آب و خاک، ۲۶(۱)، ۱۹۳.

۱۰. مجتهدی، ح. و م. فغفور مغربی (۱۳۸۹). روش تحلیلی محاسبه نشت از کانال نیمه بیضی به روش نگاشت کانفرمال، مجله آبیاری و زهکشی ایران،۴(۱):۳۰-۲۲.

11. Framji K. *(1972). Design practices of irrigation canals in the world.* International commission of Irrigation and Drainage.

12. Hosseinzadeh Asl R., Salmasi F. and Arvanaghi H. *(2020). Numerical investigation on geometric configurations affecting seepage from unlined earthen channels and the comparison with field measurements.* Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics, *14(1), 236-253.*

13. Karatz D.B. *(1977). Irrigation Canal Lining.* FAO Land and Water Development Divition Rome.

14. 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.* Agricultural water management, *97(6), pp.801-810.*

15. Martin C.A. and Gates T.K. *(2014). Uncertainty of canal seepage losses estimated using flowing water balance with acoustic Doppler devices.* Hydrology, *517, pp.746-761.*

16. Mohammadi A., Rizi A.P. and Abbasi N. *(2019). Field measurement and analysis of water losses at the main and tertiary levels of irrigation canals: Varamin Irrigation Scheme, Iran.* Global Ecology and Conservation, *18, pp.1-10.*

17. Salmasi F. and Abraham J. *(2020). Predicting seepage from unlined earthen channels using the finite element method and multi variable nonlinear regression*. Agricultural Water Management, *234, 106148.*

18. Shah S. A., Kiran M. and Khurshid T. *(2021). Seepage Losses Measurement of Desert Minor and Development of Gauge-Discharge Rating Curve: A case study in District Ghotki*, Sindh.

[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]

Determination of seepage loss in earthen channels supplied by Hamoon channel in Dorodzan irrigation and drainage network.

Arash Jael*[1] Hamid Reza Karimi[2]
1. Assistant professor of Agriculture department of Payam Noor University, Iran.
2. Master of water resource engineering and regional water company of Fars employee.
Received: 2021/02
Accepted: 2021/06

Abstract

Irrigation channels, which are parts of rainwater catchment systems, have been used for water supply in agriculture for a long time. Seepage loss in irrigation channels is one of the farmers' concerns. Seepage loss, especially in earthen channels, can be noticeable. Different equations have been developed to estimate seepage loss amount in irrigation channels. However, the accuracy of the equations can be determined only by seepage loss measurement. In this research, three earthen channels of the "Dorodzan" irrigation and drainage network were selected. These earthen channels are Abadeh Ramjerd, Zargaran, and Hasan Abad, which are supplied by the "Hamoon" channel. By conducting field experiments, the amount of seepage loss along some reaches of these channels was measured, and conveyance efficiency was determined. Also, the accuracy of different equations for the estimation of seepage loss was evaluated. The results show that the seepage loss rate in each kilometer length of the channel in Abadeh Ramjerd, Zargaran, and Hasan Abad is 4.56% and 10.6, and 19.19%, respectively. To evaluate the accuracy of different equations for estimation of seepage loss in the mentioned earthen channels, the Mean Average of Absolute Error (MARE) statistical criterion was utilized. The outcomes show that under channel conditions, the accuracy of each equation for estimation seepage loss was different. It means that among several equations to estimate seepage loss, in Abadeh Ramjerd channel, the equation developed by Etcheverry, in Zargaran channel Moritz's equation, and in Hasanabad channel, Offengeden's Equation has more accuracy than other equations. The MARE values for the best seepage loss estimator in Abadeh Ramjerd, Hasan Abad, and Zargaran were 0.168, 0.397, and 0.319, respectively.

Keywords: Seepage loss, Water conveyance efficiency, Abadeh Ramjerd channel, Hasan Abad channel, Zargaran channel.

[1] *Arashjael60@yahoo.com

[Downloaded from mail.jircsa.ir on 2026-09-29]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.5.7]