نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۴، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۶، ص. ۶۲-۵۳

Water Management in Agriculture
Vol. 4, No. 2, Autumn and Winter 2017, 53-62

کاربرد ذرات ریزدانه در بسترسازی کانال‌های انتقال آب برای کاهش تلفات نشت در دشت همدان-بهار

رضا بهراملو[1]

چکیده

علی‌رغم پیشرفت‌های اتفاق افتاده در شناسایی مصالح متنوع که می‌توانند در پوشش کانال‌های آبیاری مورداستفاده قرار گیرند، هنوز بخش‌های وسیعی از کانال‌های آبیاری کشور به‌صورت خاکی و بدون پوشش می‌باشند. از طرف دیگر تحقیقات بیانگر این است که در برخی از پوشش‌ها هدف مورد انتظار تأمین نگردیده و مقدار تلفات آب در آن‌ها با کانال بدون پوشش اختلاف معنی‌داری ندارد. لذا ضروری است میزان تلفات نشت آب در بافت‌های مختلف از خاک بستر کانال‌های بدون پوشش مورد ارزیابی قرارگرفته و سپس بر اساس آن‌ها در صورت نیاز برنامه‌ریزی لازم جهت پوشش انهار انجام گردد. میزان نشت آب در کانال‌های آبیاری بدون پوشش و رابطه آن با خاک بستر در حوضه آبریز دشت بهار از استان همدان مورد ارزیابی قرارگرفته است. برای این منظور ابتدا ۶ مورد از کانال‌های انتقال آب بدون پوشش در منطقه انتخاب گردیده، مشخصات فنی، ابعاد هندسی و پارامترهای هیدرولیکی جریان در آن‌ها تعیین و مقادیر تلفات نشت آب به روش ورودی- خروجی در مراحل اولیه، میانی و پایانی فصل زراعی اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج متوسط تلفات نشت آب در کانال‌های آبیاری بدون پوشش بین ۰/۶۸ تا ۳/۸۴ و به‌طور متوسط ۲/۳۸ مترمکعب در مترمربع در روز می‌باشد. مقادیر متوسط تلفات نشت در مراحل اولیه، میانی و پایانی فصل زراعی به ترتیب ۲/۶۱، ۲/۱۸ و ۲/۳۵ مترمکعب در مترمربع در روز می‌باشد. تلفات تبخیر نسبت به تلفات نشت بسیار ناچیز بوده و به‌طور متوسط ۰/۰۱ مترمکعب در مترمربع در روز بود که معادل ۰/۳ درصد از تلفات کل بوده و مابقی تلفات در اثر نشت از بستر و جداره‌های کانال‌ها بوده است. رابطه بین مقادیر نشت از بستر کانال‌های موردبررسی و درصد ریزدانه خاک بستر (ذراتی با قطر کمتر از ۰/۰۷۵ میلی‌متر) به‌صورت $Sloss=5.394*e^{-0.0299*Fine}$ استخراج و ارائه گردید. مطابق این رابطه اگر مقدار ریزدانه خاک بستر کانال-های خاکی منطقه به ۳۵ درصد افزایش یابد، مقدار نشت از بستر این کانال‌ها به کمتر از ۵۰ درصد مقدار کنونی کاهش خواهد یافت.

واژه‌های کلیدی: تلفات نشت، کانال‌های آبیاری بدون پوشش، ریزدانه، همدان

مقدمه

در استان همدان ۱۵۰۲۵ کیلومتر کانال انتقال آب وجود دارد که از این مقدار ۱۱۱۶ کیلومتر (۷/۵ درصد) دارای انواع پوشش بوده و مابقی فاقد پوشش می‌باشند. علاوه بر آن مقدار ۵۴۱ کیلومتر نیز انتقال آب با لوله انجام می‌گیرد (بی‌نام، ۱۳۹۶). بر اساس گزارش‌های موجود با توجه به نوسانات شدید دمایی و ذوب و یخبندان‌های مکرر در اقلیم سرد، اغلب پوشش‌های بتنی دچار ترک‌خوردگی و تخریب‌شده که منجر به کاهش راندمان انتقال گردیده به‌گونه‌ای که در برخی موارد راندمان انتقال در آن‌ها با کانال‌های بدون پوشش اختلاف معنی‌داری نداشته است (بهراملو، ۱۳۹۲). سلطانی و معروفی (۱۳۸۵) مقدار تلفات آب را در مسیر انتقال در کانال‌های خاکی شبکه آبیاری شاوور خوزستان بین ۱۶ تا ۶۶ درصد و به‌طور متوسط ۴۰ درصد و در مسیر توزیع بین ۱۳/۵ تا ۵۵ درصد و به‌طور متوسط ۳۱/۹ درصد گزارش نموده و مقدار بالای تلفات را نگران‌کننده دانسته‌اند. عباسی (۱۳۷۹) مقادیر تلفات انتقال در غرب و شرق شبکه قزوین را به ترتیب ۲۶ درصد و ۱۰ درصد و مقادیر تلفات توزیع را در آن‌ها به ترتیب ۴۶ درصد و ۳۹ درصد و مقدار تلفات کل شبکه را به ترتیب ۶۰ درصد و ۴۴ درصد گزارش نموده و مقدار پائین راندمان‌های انتقال و توزیع در غرب شبکه را به دلیل تخریب‌های ایجادشده در پوشش بتنی می‌داند. علوی (۱۳۷۲) مقدار راندمان انتقال را در شبکه زاینده‌رود ۹۵ درصد و مقدار تلفات در کانال‌های درجه ۱ (کانال‌های اصلی چپ و راست شبکه‌های آبیاری نکوآباد و آبشار) را ۰/۰۷۲ و در کانال درجه ۲ را ۰/۱۵ مترمکعب در هر مترمربع در شبانه‌روز گزارش نمود. تفکیک تلفات ناشی از نشت و تبخیر و تعرق در کانال‌های درجه ۱ و ۲ بتنی نشان می‌دهد که بخش عمده تلفات مربوط به نشت (۹۲/۵ درصد) می باشد و تنها ۷/۵ درصد تلفات متعلق به تبخیر

[1] نویسنده مسئول، عضو هیئت‌علمی (استادیار)- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران. (* نویسنده مسئول: r.bahramloo@areeo.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۶/۴/۱۸
تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۵

می‌باشد. مامن‌پوش (۱۳۷۸) مقدار تلفات در شبکه سمت راست نکوآباد را در کانال‌های بتنی ۱/۸۶۶ و در کانال‌های خاکی ۲/۸۲ مترمکعب در مترمربع در شبانه‌روز تعیین و مقدار راندمان انتقال را در آن‌ها به ترتیب ۷۲/۴ درصد و ۶۹/۸۳ درصد گزارش نموده و مقدار پائین راندمان انتقال در کانال‌های بتنی را با ترک‌خوردگی‌های موجود در بتن مرتبط دانسته است. سپاسخواه و سالمی مقدار راندمان انتقال را برای کانال خاکی با بافت ماسه سیلتی ۶۷/۳ درصد و برای بافت رس سیلتی ۹۵/۸ درصد تعیین نمودند (Sepaskhah and Salemi, 2004). سیاهی و باغبانزاده در ارزیابی راندمان انتقال و توزیع در ۵ مورد از کانال‌های بتنی و ۹ مورد از کانال‌های سنتی در شبکه آبیاری سفیدرود گزارش نمودند که راندمان انتقال کانال‌های اصلی[۱] و فرعی[۲] عمدتاً بستگی به نوسان سطح آب در کانال داشته و در مراحل اولیه فصل زراعی نشت از ترک‌ها و سوراخ‌های تخلیه کننده زیر فشار[۳] در کانال پوشش‌دار بتنی (یا از بستر کانال‌های خاکی) مقادیر راندمان انتقال ۵ تا ۱۰ درصد نسبت به میانه فصل زراعی بیشتر می‌باشد (Siahi and Baghbanzadeh, 2002). این پارامتر در کانال‌های بتنی بین ۹۴ تا ۹۸ درصد و در کانال‌های سنتی بین ۷۴ تا بیش از ۱۰۰ درصد اندازه‌گیری شده که مقدار پائین مربوط به ابتدای دوره آبیاری بوده است. همچنین راندمان توزیع برای کانال‌های فرعی بین ۸۸ تا ۱۰۰ درصد به ترتیب در ابتدا و میانه دوره آبیاری و برای کانال‌های درجه ۲ بین ۹۳ تا ۱۰۰ درصد تعیین‌شده است. نیوتن و ماتیاس مقدار تلفات آب را برای یک کانال خاکی به طول ۸/۲ کیلومتر، ۲۵ درصد تعیین نموده و حجم تلفات را در مدت ۲۱۰ روز فصل آبیاری ۱۱/۹ میلیون مترمکعب تعیین نمود و نتیجه‌گیری نمود که با کنترل تلفات حدود ۳۰ تا ۴۵ درصد از آب مصرفی کاسته خواهد شد (Newton and Mathias, 2006). ایشان تلفات آب در کانال را تابعی از مقدار آبدهی کانال دانسته نتیجه‌گیری کرده که با افزایش آبدهی کانال مقدار تلفات نیز افزایش می‌یابد. فیپس مقدار نشت را در ۱۵ کانال بتنی با استفاده از روش حوضچه‌ای اندازه‌گیری و گزارش داد که برای کانال‌های با عرض کمتر از ۳/۵ متر مقدار تلفات نشت بالاتر بوده و برای عرض کانال از ۰/۹ تا ۱۱/۶ متر مقدار تلفات نشت از ۰/۰۶ تا ۰/۹۷ و به‌طور متوسط ۰/۳۷ مترمکعب در مترمربع در روز هست (Fipps, 2000). ایشان نتیجه‌گیری نمود که با اصلاح کانال‌های انتقال آب و رساندن راندمان انتقال از ۷۳/۸ درصد به ۹۰ درصد سالانه ۲۶۰ میلیون مترمکعب از منابع آب منطقه تگزاس ذخیره خواهد شد. کافمن جهت تعیین مقدار نشت در کانال‌های خاکی با آبگیری از رودخانه کلرادو، بر روی ۶ کانال خاکی در ۵ حوضه آبریز در آریزونا و کالیفرنیا با استفاده از روش ژئوفیزیک مطالعه کرده و پیشنهاد نمود که برای جلوگیری از نشت در کانال‌های خاکی وجود ۱۲ درصد ریزدانه در خاک بستر کانال (با هدایت الکتریکی ۱۵ mS/m)، ضروری است، در غیر این صورت کانال دارای میزان نشت بالائی خواهد بود (Kaufmann, 2009).

در راستای پژوهشات فوق، در این پژوهش مقادیر تلفات آب در کانال‌های بدون پوشش در استان همدان تعیین و رابطه آن با خاک بستر موردبررسی قرارگرفته تا مشخص گردد مقدار تلفات با نسبت ریزدانه در بستر کانال‌ها چگونه تغییر می‌نماید.

مواد و روش‌ها

دشت همدان- بهار دارای ۳۵۰۰ کیلومتر کانال انتقال می‌باشد که ۲۲۸ کیلومتر آن با مصالح مختلف پوشش شده و مابقی (۹۳ درصد) به‌صورت سنتی است. این کانال‌ها با استفاده از تعداد ۲۹ مورد بند انحرافی از رودخانه‌های عمدتاً فصلی آبگیری می‌نمایند (بی‌نام، ۱۳۹۶). در این پژوهش مقادیر تلفات کل، تلفات تبخیر و تلفات نشت از بستر و جداره کانال‌های آبیاری بدون پوشش در دشت بهار از استان همدان اندازه‌گیری شده و تأثیر تلفات آب در آن‌ها بر ذخایر منابع آب منطقه موردبررسی قرارگرفته است. جهت انتخاب کانال‌های موردنظر از بین کانال‌های بدون پوشش منطقه، ابتدا با مراجعه به سازمان متولی شامل شرکت آب منطقه‌ای و مدیریت آب‌وخاک و امور فنی و مهندسی سازمان جهاد کشاورزی استان، موقعیت کانال-های بدون پوشش و یا برنامه‌ریزی‌شده جهت پوشش در آینده، مورد شناسایی قرار گرفت. سپس با مراجعه به منطقه و مشاهده مشخصات ظاهری و میزان آبدهی تقریبی هریک، ۶ مورد از این کانال‌ها که دارای شرایط لازم جهت اندازه‌گیری تلفات و حرکت در مسیر کانال بودند، در نقاط مختلف دشت به‌عنوان مواد اصلی پژوهش انتخاب شدند. موقعیت و مشخصات کلی کانال‌های موردبررسی در جدول ۱ ارائه‌شده است.

روش اجرای این پژوهش شامل انجام بازدیدهای محلی، تعیین مشخصه‌های هندسی و هیدرولیکی جریان، اندازه‌گیری مقادیر تلفات نشت و تبخیر در کانال‌های انتخابی می‌باشد.

---

[۱] Main canal (M.C.)

[۲] Branch canal (B.C.)

[۳] Weephole

جدول ۱- مشخصات عمومی کانال‌های موردبررسی

شماره کانال	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
نام روستا	سنگ سفید	گنده جین	دستجرد	قره‌آغاج	حسین‌آباد	خوشاب سفلی
نوع مقطع	نامنظم	نامنظم	نامنظم	نامنظم	نامنظم	نامنظم
طول کانال (m)	۳۵۰۰	۲۸۰۰	۲۰۰۰	۳۱۰۰	۲۸۰۰	۱۵۷۰
دبی (l/s)	۴۰۰	۴۱۰	۳۳۰	۳۷۰	۲۸۵	۳۴۵
بافت خاک بستر	ماسه سیلتی	رس با خمیری بالا	ماسه رسی	ماسه سیلتی	سیلت با خمیری پائین	ماسه سیلتی

تعیین تلفات انتقال آب در کانال‌ها

تلفات انتقال آب در کانال‌ها می‌تواند به سه صورت بیان شود. ۱- تلفات انتقال در واحد طول کانال (برحسب لیتر در ثانیه در کیلومتر یا لیتر در ثانیه در ۱۰۰ متر)، ۲- تلفات انتقال برحسب درصدی از دبی ورودی (درصد در کیلومتر یا درصد در ۱۰۰ متر) و ۳- تلفات انتقال در واحد سطح خیس شده در واحد زمان (برحسب لیتر در ثانیه در مترمربع یا مترمکعب در مترمربع در شبانه‌روز) (Akkuzu, 2006). مقدار کل تلفات در کانال‌های آبیاری شامل مقدار تلفات نشت از بستر و جداره‌ها و تلفات تبخیر مطابق رابطه ۱ می‌باشد.

$$T_{loss} = S_{loss} + E_{loss} \quad (۱)$$

که در آن: T_{loss}= مقدار کل تلفات در کانال (لیتر بر ثانیه)، S_{loss}= مقدار تلفات نشت (لیتر بر ثانیه)، E= مقدار تبخیر از سطح آزاد کانال (لیتر بر ثانیه)

اندازه‌گیری میزان تلفات نشت[۱] در کانال‌ها

در این پژوهش جهت تعیین مقدار تلفات نشت از کانال‌ها از رابطه ۲ که توسط ارهان و همکاران ارائه گردیده، استفاده‌شده است (Akkuzu, 2006).

$$S_{loss} = Q_{in} - Q_{out} - E - D + I \quad (۲)$$

که در آن: S_{loss}= تلفات نشت (لیتر بر ثانیه)، Q_{in}= دبی ورودی به کانال (لیتر بر ثانیه)، Q_{out}= دبی خروجی از کانال (لیتر بر ثانیه)، E= تبخیر از سطح آزاد کانال (لیتر بر ثانیه)، D= مجموع دبی انشعابات مختلف در مسیر کانال (لیتر بر ثانیه) I= مجموع دبی‌های مختلف ورودی رواناب و فاضلاب در مسیر کانال (لیتر بر ثانیه)

تعیین دبی‌های ورودی و خروجی

برای تعیین دبی‌های ورودی و خروجی (Q_{in} و Qout) در رابطه ۲، در کانال‌های انتخابی سطح مقطع نامنظم، از روش حاصل‌ضرب سرعت متوسط (با استفاده از میکرومولینه) و سطح مقطع متوسط و یا از فلوم استفاده شد. در حالت استفاده از فلوم، با نصب دستگاه فلوم W.S.C[۲] تیپ ۴ یا ۵ در ابتدا و انتهای مقاطع موردنظر، بعد از تثبیت جریان، عمق آب عبوری از فلوم قرائت و مقدار دبی عبوری از روابط موجود برای این فلوم‌ها تعیین گردید (اشرفی، ۱۳۷۶). در شکل ۱ مقطع کانال گندجین (E-2) در حال اندازه‌گیری دبی در انتهای مقطع (Q_{out}) نشان داده‌شده است.

شکل ۱- تعیین دبی کانال با فلوم WSC در کانال گندجین

تعیین دبی انشعابات ورودی و خروجی

با توجه به این‌که کانال‌های موردبررسی در مسیر حرکت خود از مزارع و مناطق مسکونی عبور می‌نمایند، لذا در مدت اندازه‌گیری ممکن است بین ابتدا و انتهای کانال، ورودی (به‌صورت زهاب یا فاضلاب) یا خروجی (آبگیری) از کانال انجام شود. لذا برای جلوگیری از خطا مقادیر دبی‌های انشعابی از کانال (D) و دبی‌های ورودی به کانال‌ها (I)، همانند کانال اصلی با نصب دستگاه فلوم W.S.C تیپ ۲ یا ۳ در مقاطع موردنظر، عمق آب پس از تثبیت جریان قرائت و مقدار دبی‌های مذکور نیز تعیین گردید (اشرفی، ۱۳۷۶).

---

[۱] Seepage Losses

[۲] Washington State College Flume

تعیین تلفات تبخیر در کانال‌ها

برای تعیین مقدار تلفات ناشی از تبخیر (E) در مدت آزمایش (بسته به طول کانال مدت آزمایش بین ۱ تا ۲ ساعت زمان لازم دارد) در کانال‌های مورد آزمایش، در سه نقطه از مسیر کانال مقادیر تبخیر با استفاده از نصب قوطی اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا حجم مشخصی از آب با استفاده از استوانه مدرج تعیین و در داخل قوطی‌هایی ریخته و در موقعیت هم‌تراز سطح آب در کانال قرار داده شد. در انتهای آزمایش حجم آب مانده در قوطی‌ها با ریختن در استوانه اندازه‌گیری شده و با داشتن اختلاف آن‌ها و سطح مقطع قوطی، عمق تبخیر تعیین و سپس با ضرب نمودن عمق تبخیر در سطح فوقانی کانال انتخابی در طول مسیر انتقال آب، حجم تبخیر از کانال در مدت‌زمان آزمایش برحسب لیتر در ثانیه محاسبه گردید.

با جایگذاری پارامترها در رابطه مقدار تلفات ناشی از نشت در کانال‌ها برحسب لیتر در ثانیه قابل‌تعیین بوده و سپس با داشتن طول و محیط خیس شده هر کانال، مقدار تلفات برحسب (مترمکعب بر مترمربع بر روز) از رابطه ۳ محاسبه گردید.

$$AS_{loss}=86.4* S_{loss}*P* \qquad (۳)$$

که در آن: AS_{loss}= تلفات در واحد سطح خیس شده در شبانه‌روز (مترمکعب بر مترمربع بر روز)، P= محیط خیس شده (متر) L = طول کانال انتخابی (متر)، S_{loss}= مقدار تلفات نشت (لیتر بر ثانیه)، همچنین مقادیر تلفات برحسب درصدی از دبی ورودی و تلفات در واحد طول کانال‌ها محاسبه گردیده است.

تعیین محیط خیس شده (P)

برای تعیین محیط خیس شده از روش مقاطع مرکب استفاده و با تقسیم عرض فوقانی کانال به فواصل ۲۰ سانتیمتری، عمق جریان را در آن‌ها تعیین و با فرض شیب یکنواخت تغییرات مابین هر فاصله محیط خیس شده در هر فاصله تعیین و با جمع نمودن آن‌ها، محیط خیس شده کل در آن مقطع تعیین شد. برای تعیین متوسط محیط خیس شده، در سه مقطع از مسیر کانال این اندازه‌گیری انجام شد.

تعیین مشخصات فیزیکی خاک بستر کانال‌ها

نوع خاک بستر کانال‌های خاکی می‌تواند در میزان نشت از آن‌ها تأثیر داشته باشد. برای تعیین نوع بافت خاک بستر از سه‌نقطه از مسیر این کانال‌ها نمونه‌گیری به عمل آمد. برای نمونه‌گیری از خاک بستر، چاهک‌های شناسایی به عمق ۰/۵ متر حفرشده و از عمق ۱۰ تا ۵۰ سانتی‌متری یک نمونه تهیه و مورد آزمایش دانه‌بندی و هیدرومتری قرار گرفت.

نتایج و بحث

تلفات کل آب در کانال‌های ارزیابی‌شده

مطابق رابطه ۱ تلفات کل آب در کانال‌ها شامل تلفات نشت و تلفات تبخیر می‌باشد. برای بررسی مقدار تلفات در کانال‌های انتخابی، مقادیر دبی در ابتدا و انتهای طول مقطع انتخابی هر کانال در مراحل مختلف فصل زراعی اندازه‌گیری شده و نتایج در جدول ۲ ارائه‌شده است. مقدار دبی ورودی در ابتدای کانال‌ها ثابت بوده و در انتهای مقاطع در مراحل مختلف متفاوت است.

با در دست داشتن مقادیر دبی‌های ورودی و خروجی در طول موردنظر از کانال‌های انتخابی و همچنین ورودی و خروجی‌های جانبی در این کانال‌ها، مقدار تلفات کل (شامل تلفات نشت و تبخیر) محاسبه‌شده و در جدول ۳ ارائه‌شده است. بخشی از این تلفات کل مربوط به تبخیر بوده که در جدول ۴ ارائه و کسر گردیده است.

جدول ۲- مقادیر دبی در مقاطع انتخابی کانال‌های آبیاری بدون پوشش مورد ارزیابی

شماره کانال	مکان	دبی ورودی (lit/s)	دبی خروجی در مراحل فصل زراعی (lit/s)			متوسط دبی خروجی (lit/s)
			اولیه	میانی	پایانی	
E-1	سنگ سفید	۴۰۰	۱۶۰	۱۷۸/۴	۱۷۲	۱۷۰/۰
E-2	گنده جین	۴۱۰	۳۵۲/۶	۳۹۳/۲	۳۷۳/۹	۳۷۲/۷
E-3	دستجرد	۳۳۰	۲۱۸/۵	۲۳۸/۳	۲۲۷/۴	۲۲۸
E-4	قره‌آغاج	۳۷۰	۲۲۵/۳	۲۴۷/۹	۲۳۵/۳	۲۳۶/۱
E-5	حسین‌آباد	۲۸۵	۱۷۷/۶	۱۹۴/۹	۱۸۶/۴	۱۸۵/۵
E-6	خوشاب سفلی	۳۴۵	۲۲۱/۵	۲۳۴/۳	۲۳۴/۳	۲۳۵/۶
میانگین		۳۵۶/۷	۲۲۵/۹	۲۴۷/۶	۲۳۸/۲	۲۳۸

جدول ۳- مقادیر تلفات کل کانال‌های آبیاری مورد ارزیابی

شماره کانال	مقدار تلفات در مراحل فصل زراعی ($m^3/m^2/d$)			مقدار متوسط تلفات ($m^3/m^2/d$)
	اولیه	میانی	پایانی	در دوره فصل زراعی
E-1	۳/۸	۳/۵	۳/۶	۳/۶۳
E-2	۱/۰۵	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۶۸
E-3	۲/۷۸	۲/۲۸	۲/۵۵	۲/۵۴
E-4	۲/۲	۱/۸۶	۲/۰۵	۲/۰۴
E-5	۱/۷۶	۱/۴۷	۱/۶۱	۱/۶۱
E-6	۴/۱۲	۳/۶۹	۳/۶۹	۳/۸۴
میانگین	۲/۶۲	۲/۱۹	۲/۳۶	۲/۳۹

جدول ٤- مقادیر تلفات تبخیر اندازه‌گیری شده در محل کانال‌های آبیاری مورد ارزیابی

مراحل مختلف فصل زراعی	اولیه	پایانی	میانی
تبخیر اندازه‌گیری شده در محل (mm/d)	۵/۶	۸/۴	۸/۵
متوسط تلفات تبخیر ($m^3/m^2/d$)	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸

مطابق جدول ۳ مقدار تلفات در مرحله اولیه فصل زراعی حدود ۱۹/۶ درصد بالاتر از دوره میانی فصل زراعی است. این اختلاف در مقدار تلفات به دلیل خشکی منافذ خاک در مسیر جریان در ابتدای فصل زراعی می‌باشد. این تفاوت تلفات در مراحل مختلف فصل زراعی با نتایج سیاهی و باغبانزاده (۲۰۰۲) و سپاسخواه و سالمی (۲۰۰۴) انطباق داشته و نتایج سایر پژوهش‌ها به‌صورت میانگین در کل فصل زراعی داده‌شده که در مراحل مختلف قابل‌مقایسه نیستند (Siahi and Baghbanzadeh, 2002; Sepaskhah and Salemi, 2004). مقدار نسبتاً بالای تلفات آب در این کانال‌ها به دلیل شیب نامناسب، پوشش شدید علف هرز و جود موانع و اجسام متعدد در مسیر جریان بوده است. مطابق جدول ۴ تلفات تبخیر متوسط در فصل زراعی بر اساس ۳ مرحله اندازه‌گیری، حدود ۰/۰۰۷ مترمکعب در مترمربع در روز بوده و حدود ۰/۳ درصد تلفات کل بوده و نسبت به تلفات نشت بسیار ناچیز است.

تلفات تبخیر آب

با توجه به اینکه بخشی از تلفات کل مربوط به تبخیر در زمان اندازه‌گیری است در جدول ۵ مقادیر تبخیر که همزمان با آزمایش در محل با استفاده از نصب قوطی اندازه‌گیری گردیده، ارائه‌شده است.

تلفات نشت آب از بستر و جداره کانال‌ها

با استفاده از روابط ۲ و ۳ و داشتن مقادیر کل تلفات و تلفات تبخیر، مقدار تلفات نشت از بستر و جداره کانال‌های انتخابی محاسبه و در جدول ۵ ارائه‌شده است.

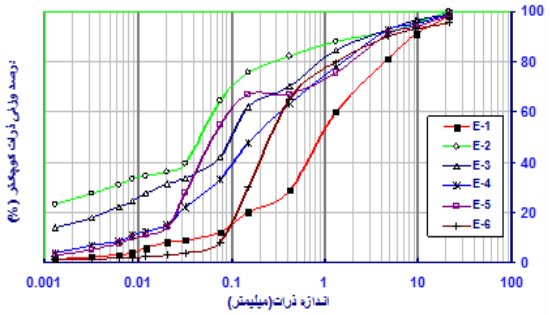
جدول ۵- بخش‌های تلفات آب در کانال‌های آبیاری مورد ارزیابی

بخش تلفات	مقدار تلفات در مراحل فصل زراعی ($m^3/m^2/d$)			مقدار متوسط تلفات ($m^3/m^2/d$)
	اولیه	میانی	پایانی	
تلفات کل	۲/۶۲	۲/۱۹	۲/۳۶	۲/۳۹
تلفات تبخیر	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷
تلفات نشت	۲/۶۱	۲/۱۸	۲/۲۵	۲/۳۸

با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول ۵ ملاحظه می‌گردد که مقدار تلفات تبخیر آب در کانال‌ها در مراحل مختلف فصل زراعی بین ۰/۲ تا ۰/۴ و به‌طور متوسط ۰/۳ درصد از تلفات کل بوده و تلفات نشت آب از بستر ۹۹/۷ درصد از تلفات کل را شامل گردیده و به‌طور متوسط ۲/۳۸ مترمکعب در مترمربع در شبانه‌روز می‌باشد. لذا تلفات تبخیر نسبت به تلفات نشت آب از بستر خاکی در کانال‌های بدون پوشش بسیار ناچیز بوده و جهت کنترل تلفات آب عمده برنامه‌ریزی‌ها بایستی در پوشش کانال‌ها با مصالح مناسب باشد. مامن‌پوش (۱۳۷۸) مقدار تلفات در شبکه سمت راست نکوآباد را در کانال‌های بتنی ۱/۸۶۶ و در کانال‌های خاکی ۲/۸۲ مترمکعب در مترمربع در روز که نزدیک به نتایج نشت حاصل از این پژوهش است، گزارش نمود. مطابق جدول ۳ بیشترین مقدار تلفات مربوط به کانال E-1 و E-6 کمترین آن مربوط به کانال E-2 می‌باشد. علت این اختلاف می‌تواند با بافت خاک بستر در ارتباط باشد. بهراملو (۱۳۸۶) تلفات نشت از کانال‌های آبیاری کوچک با پوشش بتنی در همدان را ۱/۷۳ مترمکعب در روز گزارش نمود. درحالی‌که فیپس (۲۰۰۰) مقدار تلفات نشت را در چند مورد از کانال‌های بتنی از ۰/۰۶ تا ۰/۹۷ و به‌طور متوسط ۰/۳۷ مترمکعب در مترمربع در روز گزارش نمود (Fipps, 2000). نتایج تلفات نشت از کانال‌های بدون پوشش در این پژوهش حدود ۲ برابر مقادیر تلفات نشت از کانال‌های بتنی گزارش‌شده توسط بهراملو (۱۳۸۶) در منطقه همدان و منطبق با نتایج نشت گزارش‌شده توسط مامن‌پوش (۱۳۷۸) در کانال‌های خاکی شبکه سمت راست نکوآباد می‌باشد.

بافت خاک بستر کانال‌ها

در شکل ۲ منحنی دانه‌بندی خاک بستر کانال‌های موردبررسی بر اساس انجام آزمایش بر روی نمونه‌ها ارائه‌شده و بر اساس آن نوع بافت و حدود آتربرگ در بافت‌های ریزدانه تعیین و در سیستم یونیفاید رده‌بندی شده و نتایج آن‌ها در جدول ۶ ارائه‌شده است. بافت خاک بستر کانال‌ها از رس با خمیرائی بالا تا ماسه سیلتی متغیر بوده است. مطابق نتایج این پژوهش کانال گندجین (E-2) با بافت رس با خمیرائی[۱] بالا دارای کمترین مقدار نشت بوده است. همچنین مقادیر حد روانی[۲] و شاخص خمیری[۳] آن نسبت به خاک بستر کانال‌های دیگر بالاتر بوده و به ترتیب ۶۰ و ۴۰ درصد می‌باشد. بر اساس یافته‌های این پژوهش خاک بستری که دارای بافت ریزدانه بوده و حد روانی و شاخص خمیرائی آن بالاست، نسبت به سایر بافت‌ها از نشت آب کمتری برخوردار بوده است.



شکل ۲- منحنی‌های دانه‌بندی خاک بستر کانال‌های موردبررسی

جدول ٦- مشخصات فیزیکی خاک بستر کانال‌های موردبررسی

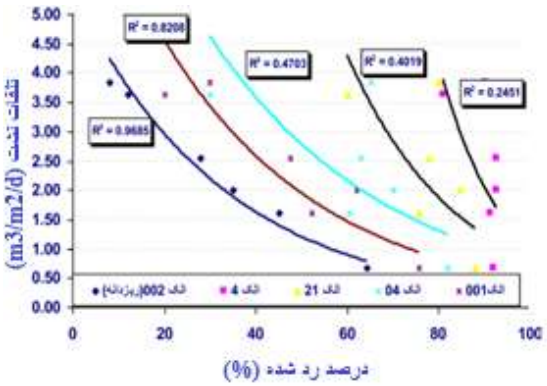
شماره کانال	نوع مشخصات فیزیکی خاک			
	مقدار ریزدانه (٪)	بافت خاک	حد روانی LL (٪)	شاخص خمیری I_P
E-1	۱۲	SM	–	–
E-2	۶۴/۲	CH	۶۰	۴۰
E-3	۴۲	SC	–	–
E-4	۳۳	SM	–	–
E-5	۵۴/۷	ML	۳۵	۵
E-6	۸	SM	–	–

[۱] CH

[۲] Liquid Limit (LL)

[۳] Paste Index (I_P)

در ادامه جهت بررسی رابطه نشت آب از کانال با دانه‌بندی خاک بستر، رابطه همبستگی میان مقدار نشت و درصد خاک عبوری از الک‌های مختلف مطابق شکل ۳ ارائه‌شده است. مطابق این شکل بالاترین درجه همبستگی مربوط به رابطه بین مقادیر نشت و درصد خاک عبوری از الک ۲۰۰ (درصد خاک ریزدانه) می‌باشد (R^2=٪۹۷). رابطه بین نشت آب با سایر قطر ذرات دارای همبستگی مناسبی نبوده و قابل توسعه نخواهد بود.



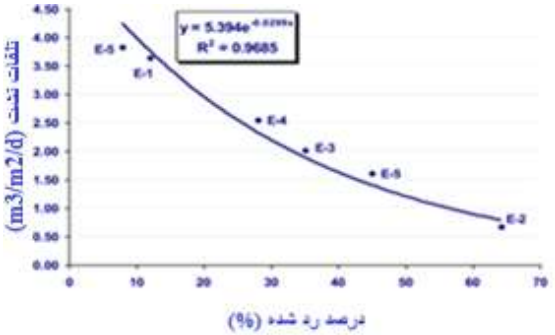
شکل ۳- بررسی همبستگی بین میزان نشت و درصد رد شده از الک‌های مختلف در خاک بستر کانال‌ها

در شکل ۴ رابطه همبستگی میان درصد ذرات خاک بستر عبوری از الک۲۰۰ (قطر ذرات کوچک‌تر از ۰/۰۷۵) و مقدار نشت آب از بستر آن‌ها نسبت به هم ترسیم‌شده است. مطابق این شکل رابطه بین درصد ریزدانه خاک بستر کانال‌های موردبررسی و میزان نشت از بستر به‌صورت رابطه ۴ استخراج و ارائه گردید.

$$Sloss=5.394*e^{-0.0299*Fine} \qquad (۴)$$

که در آن: Fine = درصد ریزدانه (خاک رد شده از الک نمره ۲۰۰) و S_{loss} = مقدار تلفات نشت از بستر خاکی کانال (مترمکعب در مترمربع در روز).

این رابطه برای کانال‌های سنتی و بدون پوشش با مقدار دبی بین ۲۵۰ تا ۴۵۰ لیتر در ثانیه حاصل گردیده و ازآنجایی‌که برای دبی‌های خارج این محدوده بررسی نشده، قابل توصیه نبوده و نیاز به بررسی بیشتر دارد. مطابق این رابطه با افزایش درصد ذرات ریزتر از ۰/۰۷۵ میلی‌متر (عبور کرده از الک ۲۰۰)، به‌صورت نمائی مقدار تلفات نشت از بستر کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتیجه کافمن (۲۰۰۹) در کانال‌های خاکی کلرادو انطباق دارد (Kaufmann, 2009).



شکل ٤- رابطه همبستگی بین میزان نشت و درصد ریزدانه در خاک بستر کانال‌ها

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

بر اساس داده‌های حاصل از اجرای این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری نمود که مقدار تلفات نشت از بستر خاکی کانال‌های آبیاری موردبررسی بین ۰/۶۸ تا ۳/۸۴ و به‌طور متوسط ۲/۳۸ مترمکعب در مترمربع در روز می‌باشد. مقدار تلفات نشت تابعی از درصد ریزدانه خاک بستر در کانال‌های خاکی بوده و به‌صورت Sloss=5.394*e-0.0299*Fine استخراج و ارائه گردید. مطابق این رابطه خاک‌هایی با درصد پائین ریزدانه همانند E-1 و E-6 دارای مقدار نشت بالاتری نسبت به کانال‌هایی هستند که درصد ریزدانه در آن‌ها بیشتر است. مطابق این رابطه اگر مقدار ریزدانه خاک بستر حدود حداقل ۳۵ درصد باشد، تلفات در بستر کانال‌های خاکی به کمتر از ۵۰ درصد کنونی کاهش‌یافته و در حد نشت از کانال‌های بتنی که توسط بهراملو (۱۳۸۶) در کانال‌های منطقه موردمطالعه و مامن‌پوش (۱۳۷۸) در شبکه سمت راست نکوآباد به ترتیب به مقدار ۱/۷ و ۱/۸ مترمکعب در مترمربع در روز گزارش‌شده است، خواهد بود.

مراجع

اشرفی ش. ۱۳۷۶. طراحی، ساخت و واسنجی فلومهای wsc. نشریه شماره ۶۹. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی. ۷۴ صفحه.بهراملو، ر. ۱۳۸۶. بررسی علل تخریب بتن در پوشش کانال‌های آبیاری (مطالعه موردی در دشت بهار- همدان). مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۸(۳): ۸۱-۹۲.

بهراملو، ر. ۱۳۹۲. ارزیابی کیفیت پوشش بتنی کانال‌های آبیاری کشور (گزارش منطقه‌ای استان همدان). گزارش نهائی ۴۳۶۳۸. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۴۸ صفحه.

بی‌نام. ۱۳۹۶. آمارنامه پایه‌ای سازمان جهاد کشاورزی استان همدان تا پایان سال ۱۳۹۵. ۱۸ صفحه.

سلطانی، ح. و معروفی، ص. ۱۳۸۵. بررسی تلفات آب و تعیین راندمان‌های انتقال و توزیع در شبکه آبیاری شاوور. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز.

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

علوی، س. ۱۳۷۲. مدیریت توزیع آب زاینده‌رود بر اساس برآورد راندمان انتقال آب در کانال‌های زیردست. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

مأمن‌پوش، ع.ر. ۱۳۷۸. بررسی مشکلات بهره‌برداری و مدیریت نگهداری از شبکه آبیاری سمت راست نکوآباد زاینده‌رود اصفهان. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریه شماره ۱۳۰.

Akkuzu, E. 2006. Determination of Water Conveyance Loss in the Menemen Open Canal Irrigation Network. Turk Journal Agriculture. 31:11-22

Fipps, G. 2000. Potential water savings in irrigated agriculture for the Rio Grande planing region. Final report. Department of agriculture engineering. Texas A&M university.

Kaufmann, R. 2009. Geophysical survey for canal seepage Yuma area demonstartion project. Technos. USBR.

Newton, D And Mathias, P. 2006. Irrigation sistrict water efficiency cost analysis and prioritization. DWA final report. USBR.

Sepaskhah, A.R. and Salemi, H. R. 2004. An empirical model for prediction of conveyance efficiency for small earth canals. Iranian Journal of Science and Technology. Transaction B, 28(5). Shiraz university.

Siahi, M.K. and Baghbanzadeh, B. 2002. Evaluation of canal efficiency for rehablitation planning in Sefid rood irrigation system, Iran. Food production, poverty alleviation and environmental challenges as influenced by limited water resources and population growth. Volume 1A. 18th International Congress on Irrigation and Drainage, Montraeal,Canada.

Water Management in Agriculture
Vol. 4, No. 2, Autumn and Winter 2017, 53-62

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۴، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۶، ص. ۶۲-۵۳

Application of Fine-Grained Particles in Bedding of Water Conveyance Canals to Reduce Seepage Losses in Hamedan-Bahar Plain

R. Bahramloo[۱]

Abstract

Despite the progress made in identifying the various materials that can be used to lining of irrigation canals, a large parts of the country's irrigation canals are still unlined. On the other hand, last researches indicates that in some linings the expected target is not achieved and the amount of water loss in them is not significantly different from unlined canal. Therefore, it is necessary to evaluate the rate of water seepage losses in different bedsoil textures from the bed of the unlined canals and then, if necessary, linings should be carried out. The rate of water seepage losses in unlined irrigation canals and its relationship with the bedsoil textures in the Bahar plain from Hamedan province have been evaluated. For this purpose 6 unlined irrigation canals were selected. The technical characteristics, geometric dimensions and hydraulic parameters of the water flow were determined and the amount of water seepage losses measured with input-output method, in the early, middle and final stages of the agricultural season. Based on the average results, water seepage losses in selected canals are between 0.88 to 3.84 and averagely 2.38 $m^3/m^2/day$. The average seepage losses in the early, middle and final stages of the crop season are 2.61, 2.18 and 2.35 $m^3/m^2/day$. The evaporation losses with averaged of 0.01 $m^3/m^2/day$(to 0.3 percent of the total losses), were very small compared with seepage losses, and the remaining losses were due to seepage. The relationship between the amount of seepage from the substrate of the studied channels and the percentage of fine particles of the bedding soil (particles with diameter less than 0.75 mm) were extracted and presented as $S_{loss}=5.394*e^{-0.0299*Fine}$. According to this relation, if the fine particles of bedsoil of canals increases to 35 present, the water seepage losses from this canal decreases to less than 50 of the present value.

Keywords: Seepage Losses, Fine Particles, Unlined Canals, Hamadan.

[۱]Asistant Prof. Agricultural Engineering Research Institute Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran. (*Corresponding author, Email: r.bahramloo@areeo.ac.ir)
Received: 9 Jul, 2017
Accepted: 14 Feb, 2018