نخستین همایش ملی *کم‌آبیاری* و استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی مناطق خشک
قطب علمی مدیریت کم‌آبیاری و آب نامتعارف
۲۹ و ۳۰ بهمن ۱۳۹۹

ارائه راهکارهایی جهت کاهش تلفات آب از بستر کانال‌های آبیاری بدون پوشش (مطالعه موردی در استان همدان)

رضا بهراملو[۱*]، حسین بانژاد[۲]

چکیده

جهت استفاده بهینه از منابع آب و مقابله با شرایط کم آبی حاکم بر کشور، مؤثرترین راه، کنترل تلفات آب در بخش کشاورزی به عنوان مصرف کننده عمده آب است. جهت جلوگیری از تلفات آب در بخش کشاورزی و افزایش راندمان انتقال و توزیع آب، بخشی از کانالها پوشش داده شده و بخش دیگر سنتی و بدون پوشش می‌باشد. در اراضی سنتی کشور تنها ۱/۲ میلیون هکتار دارای کانالهای پوشش دار بوده و ۳/۷۳ میلیون هکتار از اراضی فاقد کانالهای پو شش دار ه ستند. ضروری ا ست میزان ن شت آب در بافتهای مختلف از خاک ب ستر کانالهای بدون پو شش مورد ارزیابی قرار گرفته و سپس براساس آنها برنامه‌ریزی لازم جهت پوشش انهار انجام گردد. در این پژوهش، میزان نشت آب در کانالهای آبیاری بدون پوشش و رابطه آن با خاک بستر در حوضه آبریز دشت بهار از استان همدان مورد اندازه‌گیری و ارزیابی قرار گرفته است. برای این منظور ابتدا ٦ مورد از کانالهای بدون پوشش اصلی انتقال آب در منطقه، انتخاب، م شخصات فنی و هیدرولیکی طرح آنها ا ستخراج، ابعاد هند سی جریان در آنها تعیین و مقادیر تلفات ن شت آب به روش حجم ورودی- خروجی در مراحل اولیه، میانی و پایانی ف صل زراعی در هریک از آنها اندازه‌گیری شد. براساس نتایج متوسط تلفات نشت آب در کانالهای آبیاری بدون پوشش بین ۰/٦۸ تا ۳/۸٤ و بطور متوسط ۲/۳۸ مترمکعب در متر مربع در روز می‌باشد. مقادیر متوسط تلفات نشت در مراحل اولیه، میانی و پایانی فصل زراعی بترتیب ۲/٦۱، ۲/۱۸ و ۲/۳۵ مترمکعب در متر مربع در روز می‌باشد. تلفات تبخیر بطور متوسط ۰/۰۱ مترمکعب در مترمربع در روز بود که معادل ۰/۳ در صد از تلفات کل بوده و مابقی تلفات در اثر ن شت از ب ستر و جداره‌های کانالها بوده ا ست. رابطه بین مقادیر نشت از بستر کانالهای مورد بررسی و درصد ریزدانه خاک بستر(ذراتی با قطر کمتر از ۰/۰۷۵ میلی‌متر) بصورت یک رابطه نمائی با ضریب همبستگی بالا استخراج و ارائه گردید. مطابق این رابطه هرچه میزان ریزدانه خاک بستر کانالهای آبیاری بیشتر باشد، مقدار تلفات آب به نبت نمائی کاهش می یابد.

واژه‌های کلیدی: *بحران آب، تلفات نشت، کانالهای آبیاری بدون پوشش، همدان*

مقدمه

[۱]- دانشیار، 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)، ایمیل: r.bahramloo@areeo.ac.ir
[۲]- دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایمیل: banejad@um.ac.ir

حجم بارندگی سالانه در ایران ٤١٣ میلیارد مترمکعب است که از آن مقدار سالانه ۱۳۰ میلیارد مترمکعب تجدید پذیر بوده و در حال حاضر در کشور متوسط حجم آب استحصالی ۹۳/۱ میلیارد مترمکعب است که ۸٦ میلیارد مترمکعب(۹۲/٤٪) از آن در بخش کشاورزی مصرف می شود. اکثر نقاط کشور با اقلیم خشک و نیمه خشک، دارای وضعیت بحرانی کمبود آب بوده و جلوگیری از تلفات این منبع ملی در آنها بسیار ضروریست. کل اراضی آبی کشور ۸/۱۳ میلیون هکتار است که ۳/۲ میلیون هکتار از آن جزء اراضی پایاب سدها بوده و ٤/۹۳ میلیون هکتار جزء شبکه های سنتی است. جهت جلوگیری از تلفات آب انحرافی و افزایش راندمان انتقال و توزیع آب، بخشی از کانالها پوشش داده شده و بخش دیگر سنتی و بدون پوشش می‌باشد. در اراضی سنتی تنها ۱/۲ میلیون هکتار دارای کانالهای پوشش دار بوده و ۳/۷۳ میلیون هکتار از اراضی فاقد کانالهای پوشش دار هستند. ضروری است میزان نشت آب در بافتهای مختلف از مناطق کشور مورد ارزیابی قرار گرفته و سپس براساس آنها برنامه‌ریزی لازم جهت پوشش انهار انجام گردد. در استان همدان حجم کل آب مصرفی سالانه ۲٥۹۹/٦ میلیون مترمکعب می‌باشد که ۹۰/۹۳ در صد از آن در بخش کشاورزی، ٦/۸۷٪ در بخش شرب و بهداشت و ۲/۲٪ در بخش صنعت و خدمات مصرف می شود. با توجه به حجم بالای مصرف آب در بخش کشاورزی در این منطقه و مناطق مشابه در کشور، با کمی کنترل تلفات و ارتقاء راندمان آبیاری در این بخش، حجم عظیمی از منابع آب موجود قابل ذخیره خواهد بود. این استان دارای سه حوضه آبریز اصلی و ۷ زیر حوضه می باشد(شرکت آب منطقه‌ای استان همدان. ۱۳۸۸). در این استان ۸۰۰ کیلومتر کانال پوشش دار انتقال و توزیع آب وجود دارد که٦۰٪ از آنها دارای پوشش بتنی و مابقی دارای پوششهای دیگری بوده و بیش از ۲ برابر کانالهای پوشش شده کانالهای سنتی و بدون پوشش وجود دارد(گزارشات منتشر نشده جهاد کشاورزی استان همدان، ۱۳۸۹). بر اساس گزارشات موجود با توجه به نوسانات شدید دمائی و ذوب و یخبندانهای مکرر در اقلیم سرد، اغلب پوشش های بتنی دچار ترک خوردگی و تخریب شده که منجر به کاهش راندمان انتقال گردیده به گونه ایکه در برخی موارد راندمان انتقال در آنها باکانالهای بدون پوشش اختلاف معنی داری نداشته است(بهراملو، ۱۳۸۳و ۱۳۸٦). سلطانی و معروفی (۱۳۸٥) مقدار تلفات آب را در مسیر انتقال در کانالهای خاکی شبکه آبیاری شاوور خوزستان بین ۱٦ تا ٦٦ درصد و بطور متوسط ٤۰٪ و در مسیر توزیع بین ۱۳/٥ تا ٥٥ درصد و بطور متوسط ۳۱/۹٪ گزارش نموده و مقدار بالای تلفات را نگران کننده دانسته‌اند. عباسی (۱۳۷۹) مقادیر تلفات انتقال در غرب و شرق شبکه قزوین را بترتیب ۲٦٪ و ۱۰٪ و مقادیر تلفات توزیع را در آنها بترتیب ٤٦٪ و ۳۹٪ و مقدار تلفات کل شبکه را بترتیب ٦۰٪ و ٤٤٪ گزارش نموده و مقدار پائین راندمانهای انتقال و توزیع در غرب شبکه را بدلیل تخریبهای ایجاد شده در پوشش بتنی می‌داند. علوی (۱۳۷۲) مقدار راندمان انتقال را در شبکه زاینده رود ۹٥٪ و مقدار تلفات در کانالهای درجه ۱(کانالهای اصلی چپ وراست شبکه های آبیاری نکوآباد و آبشار) را ۰/۰۷۲ و در کانال درجه ۲ را ۰/۱٥ متر مکعب در هر متر مربع در شبانه روز گزارش نمود. تفکیک تلفات ناشی از نشت و تبخیر و تعرق در کانالهای درجه ۱ و۲ بتنی نشان می‌دهد که بخش عمده تلفات مربوط به نشت (۹۲/٥ درصد) می باشد و تنها ۷/٥ درصد تلفات متعلق به تبخیر می‌باشد. فخرائی (۱۳۷۹) نتیجه‌گیری نمود که در اثر اعمال مدیریت و خدمات مهندسی نظارت در شبکه آبیاری مغان ، از سال پایه ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۸ راندمان انتقال از ٦۸٪ به ۷۹/۲٪ و راندمان توزیع از ۲۷/۷٪ به ۲۹/۹٪

افزایش یافته است. مامن پوش(۱۳۷۸) مقدار تلفات در شبکه سمت راست نکوآباد را در کانالهای بتنی ۱/۸٦٦ و در کانالهای خاکی ۲/۸۲ متر مکعب در متر مربع در شبانه روز تعیین و مقدار راندمان انتقال را در آنها بترتیب ۷۲/٤٪ و ٦۹/۸۳٪ گزارش نموده و مقدار پائین راندمان انتقال در کانالهای بتنی را با ترک خوردگیهای موجود در بتن مرتبط دانسته است. میر ابوالقاسمی (۱۳۷۳) مقدار راندمان انتقال را در یک شبکه سنتی در خوزستان بین ۲۳ تا ۵۰ درصد و راندمان کل را بین ۱۳/۵ تا ۲۲ درصد گزارش نمود. بهراملو(۱۳۸۳) در بررسی مسائل و مشکلات فنی کانالهای آبیاری دشت همدان- بهار، نتیجه گیری نمود که یکی از مشکلات اساسی این شیب نامناسب، سرعت جریان کم و رشد علفهای هرز و در نهایت تلفات نشت آب بالا در کانالهای سنتی و ترک خوردگی و تخریب شدید پوشش بتنی می‌باشد. بهراملو(۱۳۸۵) در بررسی علل تخریب پوشش بتنی کانالهای آبیاری در دشت بهار نتیجه گیری نمود که عامل اصلی تخریب بتن، مقاومت فشاری پائین می‌باشد که در اثر عدم تراکم، کرمو بودن، عمل آوری نامناسب و نفوذپذیری زیاد بتن و همچنین ذوب و یخبندانهای مکرر در اثر نوسانات دمائی ایجاد شده و منجر به مؤثر واقع نشدن سرمایه گذاریهای این نوع پوشش شده است. بهراملو(۱۳۸٦) در مقایسه راندمان انتقال در کانالهای آبیاری بدون پوشش با کانالهای پوشش دار بتنی و سنگ و ملات در مناطق سردسیر، مقدار راندمان انتقال آب در این کانالها را بترتیب ٦٦/٦ ، ۷۱/۱ و ۹۳/٤ درصد تعیین نموده و علت پائین و نزدیک بودن این پارامتر در پوشش بتنی با کانالهای بدون پوشش را ترک خوردگی و تخریب در اثر مقاومت فشاری پائین نتیجه گیری نمود. طاهری قناد(۱۳۸۸) در بررسی راندمان انتقال و توزیع آب در شبکه آبیاری دز، میزان تلفات آب در کانال اصلی و درجه ۲ را به روش دبی ورودی- خروجی اندازه گیری نمود. بر اساس نتایج، میزان تلفات در کانال اصلی ۱۸/۲٪ و در کانالهای درجه ۲ بین ۷/۲ ٪ تا ۱۵/٦٪ و بطور متوسط ۱۱/۹٪ و تلفات کل را ۲۷/۱٪ ، راندمان انتقال در کانال اصلی را ۸۱/۸٪ و راندمان توزیع در کانال درجه ۲ را ۸۹/۱٪ گزارش نمود. در راستای تحقیقات فوق، در این پژوهش مقادیر تلفات آب در کانالهای بدون پوشش در استان همدان تعیین و رابطه آن با خاک بستر مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

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 اندازه گیری شده و تاثیر تلفات آب در آنها بر ذخایر منابع آب منطقه مورد بررسی قرار گرفته است. جهت انتخاب کانالهای مورد نظر از بین کانالهای بدون پوشش منطقه، ابتدا با مراجعه به سازمان متولی شامل شرکت آب منطقه‌ای و مدیریت آب و خاک و امور فنی و مهندسی سازمان جهاد کشاورزی استان، موقعیت کانالهای بدون پوشش و یا برنامه ریزی شده جهت پوشش در آینده، مورد شناسائی قرار گرفت. سپس با مراجعه به منطقه و مشاهده مشخصات ظاهری و میزان آبدهی تقریبی هریک، ٦ مورد از این کانالها، که دارای شرایط لازم جهت اندازه گیری تلفات و حرکت در مسیر کانال بودند، در نقاط مختلف دشت بعنوان مواد اصلی پژوهش انتخاب شدند. موقعیت و مشخصات کلی کانالهای مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات عمومی کانالهای مورد بررسی

نام کانال	سنگ سفید	گنده جین	دستجرد	قره آغاج	حسین آباد	خوشاب سفلی
علامت اختصاری	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
نوع مقطع	نامنظم	نامنظم	نامنظم	نامنظم	نامنظم	نامنظم
طول(متر)	۳۵۰۰	۲۸۰۰	۲۰۰۰	۳۱۰۰	۲۸۰۰	۱۵۷۰

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

تعیین تلفات انتقال آب در کانالها:

تلفات انتقال آب در کانالها می‌تواند به سه صورت بیان شود. ۱- تلفات انتقال در واحد طول کانال(بر حسب لیتر در ثانیه در کیلومتر یا لیتر در ثانیه در ۱۰۰ متر)، ۲- تلفات انتقال بر حسب در صدی از دبی ورودی(در صد در کیلومتر یا در صد در ۱۰۰ متر) و۳- تلفات انتقال در واحد سطح خیس شده در واحد زمان(بر حسب لیتر در ثانیه در مترمربع یا مترمکعب در متر مربع در شبانه روز) (Erhan Akkuzu et al. 2006). مقدار کل تلفات در کانالهای آبیاری شامل مقدار تلفات نشت از بستر و جداره‌ها و تلفات تبخیر مطابق رابطه ۱ می‌باشد.

$$Tloss = Sloss + Eloss \qquad (1)$$

که در آن:

Tloss= مقدار کل تلفات در کانال(لیتر بر ثانیه) ، Sloss= مقدار تلفات نشت(لیتر بر ثانیه) ، E= مقدار تبخیر از سطح آزاد کانال(لیتر بر ثانیه)

- اندازه‌گیری میزان تلفات نشت در کانالها

در این پژوهش جهت تعیین مقدار تلفات نشت از کانالها از رابطه ۲ که توسط ارهان و همکاران ارائه گردیده، استفاده شده است(Erhan Akkuzu et al. 2006).

$$Sloss = Qin - Qout - E - D + I \qquad (2)$$

که در آن:

[1] Seepage Losses-

Sloss= تلفات نشـــت(لیتر بر ثانیه) ، Qin= دبی ورودی به کانال(لیتر بر ثانیه) ، Qout= 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 تلفات تبخیر در کانالها:

برای تعیین مقدار تلفات نا شی از تبخیر در کانالها(E)، در سه نقطه از م سیر کانال مقادیر تبخیر با ا ستفاده از ن صب قوطی اندازه گیری شـد. برای این منظور ابتدا حجم مشـخصـی از آب با اسـتفاده از اسـتوانه مدرج تعیین و در داخل قوطیهایی ریخته و در موقعیت هم تراز سطح آب در کانال قرار داده شد. در انتهای آزمایش حجم آب مانده در قوطیها با ریختن در اسـتوانه اندازه گیری شـده و با داشـتن اختلاف آنها، و سـطح مقطع قوطی، عمق تبخیر تعیین و سـپس با ضرب نمودن عمق تبخیر در سطح فوقانی کانال انتخابی در طول مسیر انتقال آب، حجم تبخیر از کانال در مدت زمان آزمایش برحسب لیتر در ثانیه محاسبه گردید.

با جایگذاری پارامترها در رابطه مقدار تلفات ناشی از نشت در کانالها بر حسب لیتر در ثانیه قابل تعیین بوده و سپس با داشتن طول و محیط خیس شده هر کانال، مقدار تلفات برحسب($m^3/m^2/day$) از رابطه ۳ محاسبه گردید.

$$ASloss=86.4* Sloss*P*L \qquad (۳)$$

که در آن:

ASloss= مقدار تلفات در واحد سطح خیس شده در شبانه روز(m3/m2/day) ، P= محیط خیس شده(m)

L = طول کانال انتخابی(m) ، Sloss= مقدار تلفات نشـت(لیتر بر ثانیه) ، همچنین مقادیر تلفات بر حسـب درصـدی 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، حداقل در سه مقطع از مسیر کانال این اندازه گیری انجام شد.

تعیین مشخصات فیزیکی خاک بستر کانالها

نوع خاک بستر کانال‌های خاکی می‌تواند در میزان نشت از آنها تاثیر داشته باشد. برای تعیین نوع بافت خاک بستر از سه نقطه از مسیر هریک از این کانال‌ها نمونه‌گیری به عمل آمد. برای نمونه‌گیری از خاک بستر، چاهک‌های شناسائی به عمق ۰/۵ متر حفر شده و از عمق۱۰ تا ۵۰ سانتی‌متری یک نمونه تهیه و مورد آزمایش دانه بندی و هیدرومتری قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج پژوهش شامل مقادیر تلفات کل، تلفات تبخیر بوده و به تبع آنها مقادیر تلفات نشت در واحد سطح از کانالها، مشخصات فیزیکی خاک بستر می باشد که ارائه و مورد بحث قرار گرفته است.

نتایج تلفات کل آب در کانالهای ارزیابی شده

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 ارائه شده است. مقدار دبی ورودی در ابتدای کانالها ثابت بوده و در انتهای مقاطع در مراحل مختلف متفاوت است.

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

نام کانال		دبی ورودی	دبی خروجی در مراحل مختلف فصل (lit/s)			متوسط دبی خروجی
علامت	محل	(lit/s)	اولیه	میانی	پایانی	(lit/s)
E-1	سنگ سفید	٤٠٠	١٦٠	١٧٨/٤	١٧٢	١٧٠/٠
E-2	گنده جین	٤١٠	٣٥٢/٦	٣٩٣/٢	٣٧٣/٩	٣٧٢/٧
E-3	دستجرد	٣٣٠	٢١٨/٥	٢٣٨/٣	٢٢٧/٤	٢٢٨
E-4	قرهآغاج	٣٧٠	٢٢٥/٣	٢٤٧/٩	٢٣٥/٣	٢٣٦/١
E-5	حسین آباد	٢٨٥	١٧٧/٦	١٩٤/٩	١٨٦/٤	١٨٥/٥
E-6	خوشاب سفلی	٣٤٥	٢٢١/٥	٢٣٤/٣	٢٣٤/٣	٢٣٥/٦
میانگین		٣٥٦/٧	٢٢٥/٩	٢٤٧/٦	٢٣٨/٢	٢٣٨

با در دست داشتن مقادیر دبیهای ورودی و خروجی در طول مورد نظر از کانالهای انتخابی و همچنین ورودی و خروجیهای جانبی در این کانالها، مقدار تلفات کل(شامل تلفات نشت و تبخیر) محاسبه شده و در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. مقادیر تلفات کل کانالهای آبیاری مورد ارزیابی

شماره کانال	مقدار تلفات در مراحل مختلف (m3/m2/day)			مقدار متوسط تلفات(m3/m2/day)
	اولیه	میانی	پایانی	در فصل زراعی
E-1	٣/٨	٣/٥	٣/٦	٣/٦٣
E-2	١/٠٥	٠/٣٣	٠/٦٦	٠/٦٨
E-3	٢/٧٨	٢/٢٨	٢/٥٥	٢/٥٤
E-4	٢/٢	١/٨٦	٢/٠٥	٢/٠٤
E-5	١/٧٦	١/٤٧	١/٦١	١/٦١
E-6	٤/١٢	٣/٦٩	٣/٦٩	٣/٨٤
میانگین	٢/٦٢	٢/١٩	٢/٣٦	٢/٣٩

مطابق جدول ٤ مقدار تلفات در مرحله اولیه فصل زراعی حدود ١٩/٦٪ 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(Siahi and Baghbanzadeh, 2002) و سپاسخواه و سالمی(Sepaskhah and Salemi, 2004) انطباق داشته و نتایج سایر پژوهشها بصورت میانگین در کل فصل زراعی داده شده که در مراحل مختلف قابل مقایسه نیستند.

- تلفات تبخیر آب

با توجه به اینکه بخ شی از تلفات کل مربوط به تبخیر ا ست در جدول ٤ مقادیر تبخیر که همزمان با آزمایش در محل با استفاده از نصب قوطی اندازه گیری گردیده، ارائه شده است.

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

مرحله رشد	اولیه	پایانی	میانی
تبخیر اندازه گیری شده در محل(mm/d)	٥/٦	٨/٤	٨/٥
متوسط تلفات تبخیر($m^3/m^2/d$)	٠/٠٠٦	٠/٠٠٨	٠/٠٠٨

مطابق جدول ٥ تلفات تبخیر متوسط در فصل زراعی حدود ٠/٠٠٧ مترمکعب در مترمربع در روز بوده و حدود ٠/٣ درصد تلفات کل بوده و نسبت به تلفات نشت بسیار ناچیز است.

– تلفات نشت آب از بستر و جداره کانالها

با استفاده از روابط ٢ و ٣ و داشتن مقادیر کل تلفات و تلفات تبخیر، مقدار تلفات نشت از بستر و جداره های کانالهای انتخابی محاسبه و در جدول ٥ ارائه شده است.

جدول ٥. بخشهای تلفات آب در کانالهای آبیاری مورد ارزیابی

بخش تلفات	مقدار تلفات (m3/m2/day)			مقدار متوسط تلفات(m3/m2/day)
	اولیه	میانی	پایانی	
تلفات کل	٢/٦٢	٢/١٩	٢/٣٦	٢/٣٩
تلفات تبخیر	٠/٠٠٦	٠/٠٠٨	٠/٠٠٨	٠/٠٠٧
تلفات نشت	٢/٦١	٢/١٨	٢/٢٥	٢/٣٨

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ٦ ملاحظه می‌گردد که مقدار تلفات تبخیر آب در کانالها در مراحل مختلف فصل زراعی بین٠/٢ تا ٠/٤ و بطور متوسط ٠/٣ درصد از تلفات کل بوده و تلفات نشت آب از بستر ٩٩/٧٪ از تلفات کل را شامل گردیده و بطور متو سط ٢/٣٨ مترمکعب در متر مربع در شبانه روز می‌با شد. لذا تلفات تبخیر نسبت به تلفات نشت آب از بستر خاکی در کانالهای بدون پوشش بسیار ناچیز بوده و جهت کنترل تلفات آب عمده برنامه ریزیها بایستی در پوشش کانالها با مصالح مناسب باشد. مامن پوش(١٣٧٨) مقدار تلفات در شبکه سمت راست نکوآباد را در کانالهای بتنی ١/٨٦٦ و در کانالهای خاکی ٢/٨٢ مترمکعب در مترمربع در روز که نزدیک به نتایج نشت حا صل از این پژوهش است، گزارش نمود. بهراملو(١٣٨٦) تلفات نشت از کانالهای آبیاری کوچک با پوشش بتنی در همدان را ١/٧٣ مترمکعب در روز گزارش نمود. در حالیکه فیپس(Fipps, 2000) مقدار تلفات نشت را در چند مورد از کانالهای بتنی از ٠/٠٦ تا ٠/٩٧ و بطور متوسط ٠/٣٧ متر مکعب در مترمربع در روز گزارش نمود. علوی (١٣٧٢) مقدار تلفات در کانالهای درجه ١را ٠/٠٧٢ و در کانال درجه ٢ را ٠/١٥ متر مکعب در هر متر مربع در شبانه روز گزارش نمود. نتایج تلفات نشت از کانالهای بدون پوشش در این پژوهش حدود ٢ برابر مقادیر تلفات نشت از کانالهای بتنی گزارش شده

توسط بهراملو(۱۳۸٦) در منطقه همدان و منطبق با نتایج نشت گزارش شده توسط مامن پوش(۱۳۷۸) در کانالهای خاکی شبکه سمت راست نکوآباد می‌باشد. در شکل ۳ مقادیر تلفات نشت آب در مراحل مختلف در کانالهای مورد نظر ارائه شده است. مطابق این شکل بیشترین مقدار تلفات مربوط به کانال E-1 و E-6 کمترین آن مربوط به کانال E-2می‌باشد. علت این اختلاف می تواند با بافت خاک بستر در ارتباط باشد.

- بافت خاک بستر کانالها

منحنی دانه‌بندی خاک بستر کانال‌های مورد بررسی بر اساس انجام آزمایش بر روی نمونه‌ها ترسیم و بر اساس آن نوع بافت و حدود آتربرگ در بافت‌های ریزدانه تعیین و در سیستم یونیفاید رده‌بندی شده و نتایج آنها در جدول ٦ ارائه شده 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[1] بالا دارای کمترین مقدار نشت بوده است. همچنین مقادیر حد روانی[2] و شاخص خمیری[3] آن نسبت به خاک بستر کانال‌های دیگر بالاتر بوده و به ترتیب ٦۰ و ٤۰ درصد می‌باشد. بر اساس یافته‌های این پژوهش خاک بستری که دارای بافت ریزدانه بوده و حد روانی و شاخص خمیرائی آن بالا ست، نسبت به سایر بافت‌ها از نشت آب کمتری برخوردار بوده است (جدول ۳).

جدول ٦. مشخصات فیزیکی خاک بستر کانال‌های مورد بررسی

شماره	نوع مشخصات فیزیکی خاک			
کانال	مقدار ریزدانه (٪)	بافت خاک	حد روانی WL(٪)	شاخص خمیری IP
E-1	۱۲	SM	-	-
E-2	٦٤/۲	CH	٦۰	٤۰
E-3	٤۲	SC	-	-
E-4	۳۳	SM	-	-
E-5	٥٤/۷	ML	۳٥	٥
E-6	۸	SM	-	-

در ادامه جهت بررسی رابطه نشت آب از کانال با دانه بندی خاک بستر، رابطه همبستگی میان مقدار نشت و درصد خاک عبوری از الکهای مختلف مطابق شکل ٥ ارائه شده است. مطابق این شکل بالاترین درجه همبستگی مربوط به رابطه بین مقادیر نشت و درصد خاک عبوری از الک ۲۰۰(درصد خاک ریزدانه) می‌باشد(**R2=**٪۹۷). رابطه بین نشت آب با سایر قطر ذرات دارای همبستگی مناسبی نبوده و قابل توسعه نخواهد بود.

---

[1] CH-
[2] WL-
[3] Ip-

در شکل ۱ رابطه همبستگی میان درصد ذرات خاک بستر عبوری از الک ۲۰۰ (قطر ذرات کوچکتر از ۰/۰۷۵) و مقدار نشت آب از بستر آنها نسبت به هم ترسیم شده است. مطابق این شکل رابطه بین درصد ریزدانه خاک بستر کانالهای مورد بررسی و میزان نشت از بستر بصورت رابطه ٤ استخراج و ارائه گردید.

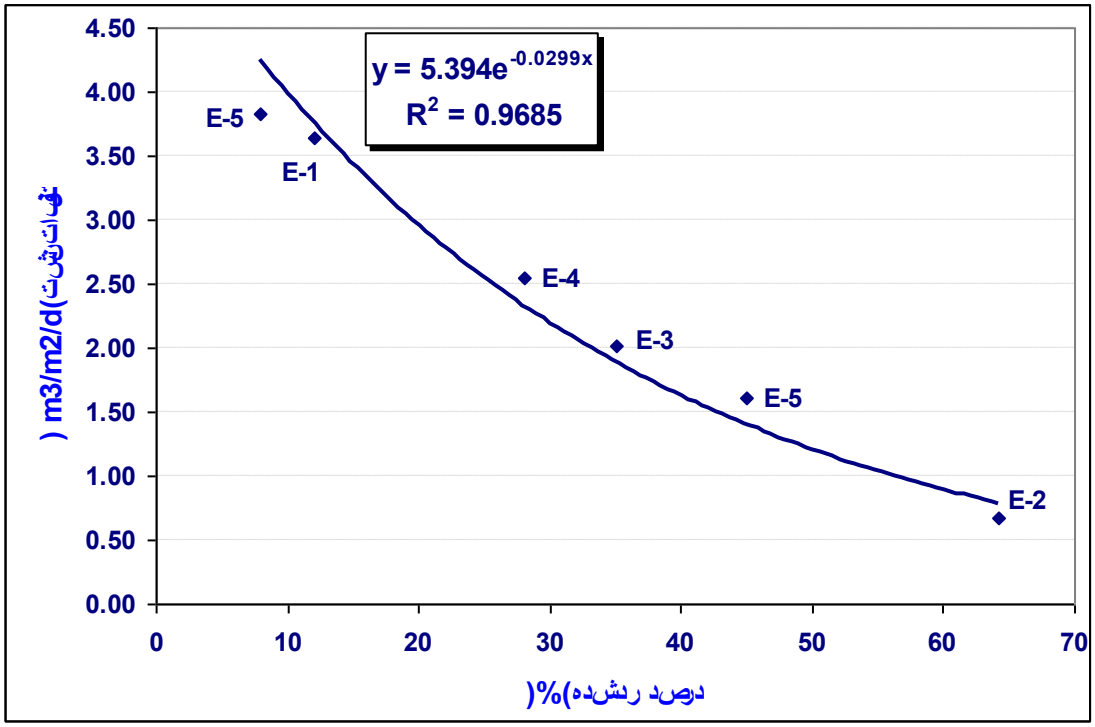
$$Sloss = ۵/۳۹٤ * e^{-۰/۰۲۹۹ * Fine} \qquad (٤)$$

که در آن:

Fine = درصد ریزدانه(خاک رد شده از الک نمره۲۰۰)

Sloss = مقدار تلفات نشت از بستر خاکی کانال(مترمکعب در مترمربع در روز)

مطابق این رابطه با افزایش درصد ذرات ریزتر از ۰/۰۷۵ میلیمتر(عبور کرده از الک ۲۰۰)، بصورت نمائی مقدار تلفات نشت از بستر کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتیجه کافمن(kaufmann, 2009) در کانالهای خاکی کلرادو انطباق دارد.



شکل ۱. رابطه همبستگی بین میزان نشت و درصد ریزدانه در خاک بستر کانالها

نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل از اجرای این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری نمود که ۹۹/۷٪ از تلفات در کانالهای خاکی مورد بررسی مربوط به نشت از بستر و جداره‌ها بوده و مقدار تلفات تبخیر تنها ۰/۳ درصد و نسبت به آن بسیار ناچیز است. مقدار تلفات نشت از بستر خاکی کانالهای آبیاری مورد بررسی بین ۰/٦۸ تا ۳/۸٤ و بطور متوسط ۲/۳۸ مترمکعب در مترمربع در روز می‌باشد. مقدار تلفات نشت تابعی از درصد ریزدانه خاک بستر در کانالهای خاکی بوده و به صورت رابطه نمائی ٤ ارائه شد. مطابق این رابطه خاکهایی با درصد بالای ریزدانه همانند E-1 و E-6 دارای مقدار نشت

پائین‌تری نسبت به کانالهایی هستند که درصد ریزدانه در آنها کمتراست. مطابق این رابطه اگر مقدار ریزدانه خاک بستر یک کانال خاکی حدود حداقل ۳۵٪ افزایش یابد، تلفات نشت آب در بستر آن حداقل ۵۰٪ کاهش خواهد یافت. در این حالت مقدار تلفات در برخی از کانالهای بدن پوشش در حد نشت از کانالهای بتنی که توسط بهراملو(۱۳۸۶) و مامن پوش(۱۳۷۸) در بترتیب به مقدار ۱/۷ و ۱/۸ مترمکعب در مترمربع در روز برای مناطقی از استانهای همدان و اصفهان تعیین شده است، خواهد بود. با این پژوهش می توان نتیجه گیری نمود که بهتر است قبل از ارائه طرح پوشش کانالهای سنتی در مناطق مختلف دانه‌بندی و بافت خاک بستر مورد بررسی قرار گیرد و چه بسا ضرورتی به پوشش و صرف وقت و هزینه بالا نباشد.

منابع

Abbasi, N.(2000), " Evaluation of technical and operational problems of conveyance, distribution and cotrol of flow in Ghazvin irrigation network". Technical report. No. 169. Agriculture engineering research institute(AERI).(in Farisi).

Alavi. S. (1993), " Management of Zaiandehrood river water based on determination of coveyance efficiency in downstream canals". M.Sc degree report in irrigation and drainage. Industrial university of Esfahan. (in Farisi).

Ashrafi, Sh., (1997), "Design, construction and evaluation of WSC flums". Final report No. 69. Agriculture engineering research institute(AERI). (in Farisi).

Bahramloo, R. (2004), " Evaluation of technical operational management in irrigation canals of Hamadan-Bahar plain", Final report no. 83/1165. Agriculture engineering research institute(AERI).(in Farisi).

Bahramloo, R. (2007), " Evaluation of concrete destruction causes in irrigation canal linings(case study in Hamadan-Bahar plain) " Journal of Agriculture engineering research . Vol. 8. No. 3. p:81-92. (in Farisi).

Bahramloo, R. (2007), " Comparison conveyance efficiency in concrete and ston lined irrigation canals in cold climate areas(case study in Hamadan-Bahar plain)", Reaseach of agriculture journal(water, soil and vegetable in agriculture). Vol. 7. No. 2. p:67-77. (in Farisi).

Bos, M. and W. Wolter. (1989), " Project or overall irrigation efficiency. Irrigation: theory and practice(edited by Rydzewski, J. R. and C. F. Ward) ",PP:499-506. Inst. of Irrigation Studies. Southampton University,UK.

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

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

Louhichi, K., G. Flichman and A. Comeau(2000), " Irrigation efficiency improvement for water saving: the case of an irrigated scheme in Tunisia", Medit. 11(3): 21-29.

Narda, N.K., P.K. Jindal and P. Singh(1987), " Evaluating in-farm coveyance efficiency using an exponential seepage function", Journal of Research, Punjab Agriculture University. 24(1): 92-98.

Sepaskhah, A.R. and H. R. Salemi(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 B. Baghbanzadeh(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.

Triantafillis, A.(1990), " Repair and restoration of damaged reinforced concrete structures with EMACO. International conference",Tehran University. Iran. p: 339-360

Z. Iqbal; R.T. Maclean; B.D.Taylor; F.J.Hecker and D.R.Bennett(2002), " Seepage losses from irrigation canals in southern Alberte",Canada biosystem engineering. Vol. 44, p.21- 31.

نخستین همایش ملی کم‌آبیاری و استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی مناطق خشک
قطب علمی مدیریت کم‌آبیاری و آب نامتعارف
۲۹ و ۳۰ بهمن ۱۳۹۹

Reducing water losses from conveyance irrigation canals (case studay in Hamedan province)

Abstract

In order to make optimal use of water resources and deal with water shortage conditions in the country, the most effective way is to control water losses in the agricultural sector as a major consumer of water. In order to prevent water losses in the agricultural sector and increase the efficiency of water transfer and distribution, part of the canals are covered and the other part is traditional and uncovered. In the traditional lands of the country, only 1.2 million hectares have covered canals and 3.73 million hectares of lands do not have covered canals. It is necessary to evaluate the amount of water leakage in different tissues of the bed soil of uncovered canals and then based on them, the necessary planning to cover the rivers should be done. In this study, the amount of water leakage in uncovered irrigation canals and its relationship with the bed soil in the catchment area of Dasht-e Bahar in Hamadan province has been measured and evaluated. For this purpose, first 6 cases of canals without main cover of water transfer in the region are selected, their technical and hydraulic specifications are extracted, the geometric dimensions of the flow in them are determined and the amount of water leakage losses by inlet-outlet volume method in the initial, middle and final stages. Crop season was measured in each of them. According to the results, the average loss of water leakage in uncovered irrigation canals is between 0.68 to 3.84 and the average is 2.38 cubic meters per square meter per day. The average values of leakage losses in the early, middle and final stages of the crop season are 2.61, 2.18 and 2.35 cubic meters per square meter per day, respectively. Evaporation losses averaged 0.01 cubic meters per square meter per day, which is equivalent to 0.3 percent of the total losses and the rest of the losses were due to leakage from the bed and walls of the canals. The relationship between the amount of leakage from the bed of the studied canals and the percentage of fine soil granules (particles with a diameter of less than 0.075 mm) was extracted and presented. According to this relationship, the more fine-grained soil in the irrigation canals, the lower the amount of water loss.

Keywords: Water crisis, Seepage losses, un-lined irrigation canals, Hamedan