مقایسه راندمان انتقال آب در کانال‌های آبیاری پوشش‌دار بتنی با پوشش سنگ و ملات در مناطق سردسیری (مطالعه موردی: دشت بهار-همدان)

رضا بهراملو[۱]

چکیده

براساس تقسیم‌بندی موسسات بین‌المللی، ایران با بحران شدید آب مواجه است. بخش کشاورزی بیش از ۹۳ درصد آب استحصالی کشور را مصرف می‌کند. یکی از راه‌های جلوگیری از اتلاف آب در این بخش، افزایش راندمان انتقال آب با استفاده از پوشش مناسب در کانال‌های آبیاری است. انواع پوشش‌ها بسته به شرایط مختلف اقلیمی و خاک بستر دارای دوام و راندمان انتقال متفاوتی می‌باشند. ضروری است پوشش‌های اجرا شده در مناطق مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته و پوشش بهینه برای هر منطقه انتخاب گردد. به این منظور، راندمان انتقال آب در کانال‌های انتقال دشت بهار- همدان با اقلیم سرد که دارای پوشش رایج بتنی و پوشش با مصالح محلی سنگ و ملات و هم‌چنین بدون پوشش می‌باشد، طی دو سال زراعی مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش، ۱۲ مورد از انواع کانال‌های پوشش‌دار و بدون پوشش به‌طور تصادفی در نقاط مختلف دشت برای بررسی، انتخاب گردید. در این کانال‌ها راندمان انتقال آب در مراحل اولیه، میانی و پایانی فصل زراعی اندازه‌گیری شد. وضعیت استحکام پوشش‌های بتنی که دچار ترک‌خوردگی شده بودند، از طریق ۸ مورد مغزه‌گیری، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقدار متوسط راندمان انتقال آب در پوشش‌های سنگ و ملات ماسه سیمان ۹۴/۴٪ است که در سطح احتمال ۵٪ بیشتر از پوشش بتنی با راندمان انتقال ۷۱/۱٪ و کانال‌های بدون پوشش با راندمان انتقال ۶۶/۶٪ می‌باشد. مقاومت فشاری متوسط مغزه‌های بتنی اخذ شده از پوشش کانال‌ها ۶۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بوده که بسیار کم‌تر از حد استاندارد می‌باشد. به دلیل مقاومت فشاری پائین، پوشش بتنی کانال‌های آبیاری در منطقه مورد مطالعه دچار ترک‌خوردگی و تخریب شده و در نتیجه منجر به کاهش راندمان انتقال در این نوع پوشش شده است. براساس مقایسه میانگین‌ها، مقدار راندمان انتقال آب در پوشش بتنی نسبت به کانال‌های سنتی در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پوشش بتنی، پوشش سنگی، راندمان انتقال، مقاومت فشاری، کانال‌های آبیاری

۱. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ایران کشوری است که اکثر نقاط آن با اقلیم خشک و نیمه خشک، دارای وضعیت بحرانی کمبود آب بوده و جلوگیری از تلفات این منبع ملی بسیار ضروری‌است. بر اساس تقسیم‌بندی موسسات بین المللی، ایران با بحران آب شدید آب مواجه است. بخش کشاورزی بیش از ۹۳ درصد آب استحصالی کشور را مصرف می‌کند. یکی از راه‌های جلوگیری از اتلاف آب در این بخش افزایش راندمان انتقال آب از طریق پوشش کانال‌های آبیاری است. بر اساس تعریف راندمان انتقال، نسبت دبی تحویلی در ابتدای شبکه کانال‌های توزیع به دبی تحویلی در محل آب‌گیری می‌باشد. بر اساس مقدار راندمان انتقال می‌توان به مقدار تلفات آب در مسیر انتقال از محل آب‌گیر تا ابتدای کانال‌های توزیع پی برد. جهت جلوگیری از تلفات آب در این مسیر و افزایش راندمان انتقال آب اغلب مسیر انتقال، با کمک مصالح رایج بتنی و یا دیگر مصالح محلی، پوشش داده می‌شود. در مناطق کوهستانی برای پوشش کانال‌ها علاوه بر پوشش رایج بتنی، از پوشش‌های سنگی هم که از مصالح فراوان در این مناطق می‌باشد، استفاده می‌گردد. در پوشش نوع دوم، سنگ‌ها با کمک ملات ماسه و سیمان و بندکشی مابین آن‌ها به هم‌دیگر متصل می‌گردد.

با توجه به نوسانات شدید دما و ذوب و یخبندان‌های مکرر در اقلیم سرد، اغلب پوشش‌های بتنی دچار ترک خوردگی و تخریب شده است. لذا ضروری‌است پوشش رایج بتنی در کانال‌های آبیاری با سایر پوشش‌ها و به‌خصوص پوشش‌های خاص محلی از لحاظ میزان تلفات آب، راندمان انتقال و توزیع و میزان دوام در شرایط منطقه مقایسه گردیده و پوشش مناسب شناسائی گردد. رمضانیان‌پور و شاه نظری (۱۳۶۸) خرابی بتن سخت شده در اثر سیکل‌های یخبندان و ذوب در اقلیم سردسیری را تشریح نموده و سازه‌های آبی نظیر کانال‌های آبیاری را که امکان اشباع شدن آن‌ها وجود دارد را آسیب‌پذیرتر از سایر سازه‌های بتنی دانسته اند. سلطانی و معروفی (۱۳۸۵) مقدار راندمان انتقال را در کانال‌های خاکی شبکه آبیاری شاوور خوزستان بین ۳۴ تا ۸۴ درصد و به‌طور متوسط ۶۰٪ و مقدار راندمان توزیع را بین ۴۵ تا ۸۶/۵ درصد و به‌طور متوسط ۶۹/۱٪ گزارش نموده و مقدار پائین این راندمان‌ها را نگران کننده دانسته‌اند. عباسی (۱۳۷۹) مقادیر راندمان انتقال در غرب و شرق شبکه قزوین را به‌ترتیب ۷۴٪ و ۹۰٪ و مقادیر راندمان توزیع را در آن‌ها به‌ترتیب ۵۴٪ و ۶۱٪ و مقدار کل راندمان انتقال شبکه را به‌ترتیب ۴۰٪ و ۵۶٪ گزارش نموده و مقدار پائین راندمان‌های انتقال و توزیع در غرب شبکه را به‌دلیل تخریب‌های ایجاد شده در پوشش بتنی می‌داند. علوی (۱۳۷۲) مقدار راندمان انتقال را در شبکه زاینده رود ۹۵٪ و مقدار تلفات در کانال‌های درجه ۱ و ۲ را به‌تر تیب ۰/۰۷۲ و ۰/۱۵ مترمکعب در هر مترمربع در شبانه‌روز گزارش نمود. فخرائی (۱۳۷۹) نتیجه‌گیری نمود که در اثر اعمال مدیریت و خدمات مهندسی نظارت در شبکه آبیاری دشت مغان، از سال پایه ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۸ راندمان انتقال از ۶۸٪ به ۷۹/۲٪ و راندمان توزیع از ۲۷/۷٪ به ۲۹/۹٪ افزایش یافته است. گلابتون‌چی و طالبی (۱۳۷۹) در بررسی علل ترک خوردگی در پوشش‌های بتنی کانال‌های آبیاری یکی از عوامل اصلی شکستگی را یخزدگی بتن در اقلیم سرد دانسته‌اند. مامن‌پوش (۱۳۷۸) مقدار راندمان انتقال در شبکه سمت راست نکوآباد را در کانال‌های بتنی ۷۲/۴٪ و در کانال‌های خاکی ۶۹/۸۳٪ گزارش نموده و مقدار پائین راندمان انتقال در کانال‌های بتنی را با ترک خوردگی‌های موجود در بتن مرتبط دانسته است. مقدار تلفات در این کانال‌ها به‌ترتیب ۱/۸۶۶ و ۲/۸۲ مترمکعب در هر مترمربع درطول شبانه‌روز بوده است.

میرابوالقاسمی (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. تریانتافیلیس (۱۹۹۰) یکی از عوامل محیطی بسیار رایج در کشور ایتالیا که سبب تخریب بتن می‌گردد را ذوب و یخبندان متوالی دانسته است. بوس و ولتر (۱۹۸۹) گزارش نمودند که مقدار راندمان کل آبیاری در جهان مابین ۲۳٪ تا ۵۰٪ در نوسان بوده و به طور متوسط ۳۵٪ می‌باشد. لوهیچی و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی راندمان آبیاری در تونس نتیجه‌گیری نمودند که هزینه صرف شده برای

Archive of SID

www.SID.ir

ذخیره آب به کمک افزایش راندمان آبیاری کم‌تر از در آمد حاصل از حجم آب ذخیره شده بوده است ولی این هزینه نسبت به هزینه تامین آب از منابع جدید بین یک سوم تا یک دهم می‌باشد. ناردا و همکاران (۱۹۸۷) گزارش نمودند که با استفاده از روش جریان ورودی- خروجی مقدار راندمان انتقال در کانال‌های بدون پوشش در خاک‌های ماسه سیلتی در هند ۵۳/۸٪ می‌باشد و یک معادله نمائی بین مقادیر افت دبی و فاصله انتقال استخراج و راندمان انتقال را به کمک آن ۵۷/۶۱٪ تعیین کردند. رید و همکاران (۱۹۸۶) در اندازه‌گیری عملی راندمان انتقال در کانال‌های آبیاری در افریقای جنوبی، مقدار آن‌را در شبکه آبیاری لاسکاپ[1] ۶۷٪ گزارش نموده و مقدار پائین آنرا به دو عامل اصلی جریان متناوب آب در کانال و عدم کالیبراسیون دستگاه اندازه‌گیری ربط دادند. سپاس‌خواه و سالمی (۲۰۰۴) در بررسی ارائه یک مدل تجربی برای پیش بینی مقدار راندمان انتقال در کانال‌های کوچک، مقدار راندمان انتقال را برای کانال خاکی با بافت ماسه سیلتی ۶۷/۳٪ و برای بافت رس سیلتی ۹۵/۸ تعیین نموده و برای تعیین مقدار راندمان انتقال در کانال‌های خاکی در محدوده دبی‌های ۲۴/۵ تا ۴۰۴/۴ لیتر بر ثانیه رابطه شماره ۱ را ارائه نمودند.

$$e_c = 83.2 + 0.054 \times Q - 0.22(sand\%) \qquad (1)$$

که در آن Q مقدار دبی در کانال بر حسب لیتر بر ثانیه، e_c درصد راندمان انتقال و ($sand\%$) درصد ماسه در خاک بستر کانال می‌باشد.

سیاهی و باغبان‌زاده (۲۰۰۲) در ارزیابی راندمان انتقال و توزیع در۵ مورد از کانال‌های بتنی و ۹ مورد از کانال‌های سنتی در شبکه آبیاری سفیدرود گزارش نمودند که راندمان انتقال کانال‌های اصلی و فرعی عمدتا بستگی به نوسان سطح آب در کانال داشته و در مراحل اولیه فصل زراعی نشت از ترک‌ها و سوراخ‌های تخلیه کننده زیر فشار[2] در کانال پوشش‌دار بتنی (یا از بستر کانال‌های خاکی) مقادیر راندمان انتقال ۵ تا ۱۰ درصد نسبت به میانه فصل زراعی کم‌تر می‌باشد. 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 فرغی بین ۸۸ تا ۱۰۰ درصد به‌ترتیب در ابتدا و میانه دوره آبیاری و برای کانال‌های درجه ۲ بین ۹۳ تا ۱۰۰ درصد تعیین شده است. اکثر پوشش‌های بتنی در کانال‌های انتقال آب دشت بهار- همدان با اقلیم نیمه خشک سرد با اختلاف شدید دمایی در طول سال، در اثر ذوب و یخبندهای مکرر دچار ترک خوردگی و تخریب گردیده و از طرفی پوشش‌های بومی سنگ و ملات با طول عمر یک‌سان، از استحکام خوبی برخوردار می‌باشند. لذا ضروری‌است تاثیر این دو پوشش که از استحکام متفاوتی برخوردارند، بر راندمان انتقال بررسی شده و پوشش مناسب انتخاب گردد. در این راستا در پژوهش حاضر راندمان انتقال آب در کانال‌های آبیاری بدون پوشش به‌عنوان شاهد و پوشش بتنی و سنگ و ملات به‌صورت موردی در دو فصل زراعی در دشت بهار- همدان مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تاثیر پوشش رایج بتنی در کشور و هم‌چنین پوشش با مصالح محلی سنگ با ملات ماسه و سیمان، بر افزایش راندمان انتقال آب نسبت به کانال‌های شاهد بدون پوشش در کانال‌های انتقال آب در دشت بهار- همدان مقایسه شده است. برای این منظور مقادیر راندمان انتقال در این دو نوع پوشش و کانال‌های بدون پوشش اندازه‌گیری شده است. کانال‌های مورد بررسی به‌عنوان مواد اصلی پژوهش، به صورت تصادفی به تعداد ۴ نمونه از هر یک از پوشش‌های بتنی، سنگ و ملات و بدون پوشش در نقاط مختلف دشت انتخاب گردید. مشخصات کانال‌های مورد بررسی در جدول (۱) ارائه شده است.

روش اجرای این پژوهش شامل بررسی اسناد و مدارک، انتخاب پوشش‌های مختلف کانال‌ها، انجام بازدیدهای محلی، اندازه‌گیری دبی ورودی از آب‌گیر و خروجی از مسیر انتقال، تکمیل پرسش‌نامه درخصوص مشخصه‌های فنی، هیدرولیکی و وضع موجود کانال‌ها و هم‌چنین نمونه‌برداری از خاک بستر، مغزه‌گیری از بتن و انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی مختلف می‌باشد.

1. Loscop
2. Weephole

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱: مشخصات کانال‌های مورد بررسی

نوع پوشش	تعداد	نام کانال				منبع آب	طول m	دبی طراحی Ls^{-1}	نوع مقطع
سنگی	۴	شمس آباد	گند جین	صالح آباد۱	صالح آباد۲	رودخانه	۳۰۰	۱۰۰۰	مستطیل
بتنی	۴	بهادر بیگ	آبرومند	گند جین	خوشاب علیا	رودخانه	۴۰۰	۱۰۰۰	ذوزنقه
سنتی	۴	سنگ سفید	گند جین	تفریجان	یلفان	رودخانه	۵۰۰	۱۰۰۰	نامنظم

بررسی اسناد وگزارش‌های موجود

در بررسی اسناد و مدارک موجود با مراجعه به سازمان جهاد کشاورزی و شرکت آب منطقه‌ای استان انواع مصالح به کار رفته در پوشش کانال‌ها شناسائی شده و تعدادی از آن‌ها به‌صورت تصادفی انتخاب شد. سپس پارامترهایی از قبیل دبی طراحی، طول، وسعت اراضی پائین دست، سال اجرا، ابعاد هندسی و ضخامت پوشش در کانال‌های آبیاری منطقه مورد مطالعه قرار گرفت. کانال‌های پوشش‌دار انتخاب شده، همگی از جنبه سال ساخت، نوع بافت خاک بستر و دبی طراحی در شرایط یکسانی بودند و ضخامت متوسط پوشش بتنی و سنگ و ملات در آن‌ها به ترتیب ۱۰ و ۳۵ سانتی‌متر بود.

تعیین راندمان انتقال

مقدار راندمان انتقال تحت شرایط مختلف اقلیمی، توپوگرافی، نوع خاک، کشاورزی و اقتصادی- اجتماعی تغییر می‌نماید (سیاهی و باغبان‌زاده، ۲۰۰۲). در کانال‌های آبیاری انتخاب شده مقادیر راندمان انتقال، در سه مرحله اولیه، میانی و پایانی فصل زراعی در نقاط مختلف دشت اندازه‌گیری شد. بدین‌ترتیب در هر یک از کانال‌های پوشش داربتنی، سنگ و ملات و بدون پوشش ۱۲ و در کل ۳۶ مورد داده در مورد راندمان انتقال آب که حاصل ۷۲ مورد اندازه‌گیری دبی در ابتدا و انتهای مسیر انتقال بود، محاسبه شد. برای تعیین راندمان انتقال در کانال‌های انتخاب شده، دبی ورودی به کانال در محل آب‌گیر (Q_{in}) و دبی ورودی احتمالی از منابع دیگر شامل قنات، چشمه و زهاب اراضی (Q_1)، دبی آب انتقال یافته به شبکه توزیع (Q_{out}) و دبی برداشت‌های جزیی جانبی و غیر آبیاری از کانال (Q_2) اندازه‌گیری شده و سپس طبق رابطه (۱) مقادیر راندمان انتقال آب در آن‌ها محاسبه گردید (تشکری، ۱۳۷۳).

$$E_c = \frac{Q_{out} + Q_2}{Q_{in} + Q_1} \times 100 \qquad (۲)$$

برای تعیین هر یک از دبی‌های مذکور در رابطه فوق در کانال‌های پوشش‌دار با سطح مقطع مشخص، ابتدا سرعت جریان در موقعیت‌های ۰/۲ ، ۰/۶ و ۰/۸ عمق جریان از کف کانال، با استفاده از میکرو مولینه اندازه‌گیری و مقدار سرعت متوسط تعیین گردید. سپس سطح مقطع جریان در آن نقاط به کمک متر و خط کش اندازه‌گیری شده و در مقدار سرعت متوسط جریان ، ضرب گردید. در کانال‌های بدون پوشش و هم‌چنین در مجاری ورودی از منابع قنوات و چشمه‌ها و زه‌آب‌ها و برداشت جانبی که دارای مقاطع نامنظم بودند، با نصب دستگاه فلوم $W.S.C$[1] تیپ ۴ یا ۵ در مقاطع مورد نظر عمق آب قرائت و مقدار جریان به‌ترتیب با استفاده از روابط ۲ و یا ۲ تعیین گردید (اشرفی، ۱۳۷۶).

$$Q_4 = 0.0294 \times H^{2.102} \qquad (۳)$$

$$Q_5 = 0.0232 \times H^{2.196} \qquad (۴)$$

که در این روابط H عمق آب در بالادست مقطع فلوم (سانتی‌متر) و $Q4$ و $Q5$ به‌ترتیب دبی عبوری از فلوم-های تیپ ۴ و۵ (لیتر بر ثانیه) می‌باشد. این اندازه‌گیری‌ها در ۴ مورد از هر سه نوع کانال (کانال‌های سنتی و دو نوع کانال پوشش‌دار) در مراحل اولیه، میانی و پایانی فصل زراعی انجام شد. مقدار متوسط راندمان انتقال آب در هر کانال با میانگین‌گیری از مقادیر اندازه‌گیری شده در مراحل مذکور تعیین گردیده و برای تعیین راندمان انتقال متوسط در هریک از انواع کانال‌ها از معادله ۴ استفاده گردید.

1. Washington State College Flume

Archive of SID

www.SID.ir

$$\overline{E_C} = \frac{\sum_{i=1}^{4} (Q_{out} + Q_2)_i}{\sum_{i=1}^{4} (Q_{in} + Q_1)_i} \quad (۵)$$

که در آن i شماره کانال و صورت و مخرج کسر به‌ترتیب مجموع دبی‌های ورودی و خروجی در کل کانال‌های مورد بررسی برای هریک از کانال‌ها و E_C مقدار متوسط راندمان انتقال برای آن نوع کانال می‌باشد. هم‌زمان با اندازه‌گیری‌های صحرایی در محل، پرسشنامه‌ای که در برگیرنده سؤالاتی برای آگاهی از وضع دوام، مشخصات هندسی و هیدرولیکی، نحوه بهره‌برداری و نگه‌داری و رضایت بهره‌برداران بود، از طریق مصاحبه تکمیل گردیده و براساس آن نوع آزمایش‌های ضروری و محل‌های نمونه‌برداری مشخص گردید. در این بازدیدها مشخص شد که اغلب کانال‌ها با پوشش بتنی دارای مشکل فنی ترک‌خوردگی و تخریب می‌باشند که می‌تواند سبب افزایش نشت و کاهش راندمان انتقال در آن‌ها گردد، در حالی‌که کانال‌های با پوشش سنگ وملات مشکل مذکور را نداشته و از استحکام خوبی برخوردار می‌باشند (شکل ۱). لذا برای بررسی دقیق‌تر موضوع در کانال‌های بتنی علاوه بر اندازه‌گیری راندمان انتقال، از محل‌های مورد نظر در قسمت سالم بتن مجاور قطعات تخریب شده، طبق استاندارد ASTM[1] با استفاده از دستگاه مغزه‌گیر استوانه‌ای، ۸ نمونه بتنی تهیه گردید. هم‌چنین در کانال‌های سنتی که بسته به نوع خاک بستر، میزان تلفات در آن‌ها متفاوت می‌باشد نیز برای تعیین نوع بافت خاک بستر از سه نقطه از مسیر هریک از این کانال‌ها نمونه‌گیری به‌عمل آمد. برای نمونه‌گیری از خاک بستر، چاهک‌های شناسائی به عمق نیم متر حفر شده و از عمق ۱۰ تا ۵۰ سانتی‌متری یک نمونه و در کل منطقه ۱۲ نمونه تهیه گردید.

آزمایش‌های آزمایشگاهی

آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی براساس استاندارد *ASTM C-42* بر روی نمونه‌های خاک بستر و مغزه‌های بتنی انجام شد. برای تعیین مشخصات فیزیکی و طبقه‌بندی خاک بستر در کانال‌های خاکی، آزمایش-های دانه‌بندی و تعیین حدود اتربرگ و هم‌چنین روی مغزه‌های بتنی آزمایش‌های تعیین جرم مخصوص و مقاومت فشاری انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج اندازه‌گیری راندمان انتقال در کانال‌های پوشش‌دار بتنی و سنگ و ملات و کانال‌های سنتی و هم‌چنین آزمایش‌های انجام یافته روی نمونه‌های تهیه شده از خاک بستر و مغزه‌های بتنی در ذیل مورد بحث قرار گرفته است.

نتایج آزمایشگاهی

مقدار مقاومت فشاری ۸ نمونه مغزه‌های بتنی اخذ شده از ۴ مورد کانال پوشش‌دار بتنی، بین ۴۲ تا ۱۱۳ و به‌طور متوسط ۶۹ کیلو گرم بر سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شد، در حالی‌که در گزارش‌های طراحی، مقدار حداقل این پارامتر ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر در نظر گرفته شده است. هم‌چنین مقادیر جرم مخصوص این نمونه‌ها بین ۱/۷۱ تا ۲/۱۳ و به‌طور متوسط ۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب تعیین گردید، در حالی‌که باید حداقل جرم مخصوص بتن معمولی غیر مسلح ۲/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد. این نتایج بیان‌گر برآورده نشدن اهداف پوشش بتنی در منطقه بوده که در نهایت مقاومت فشاری پائین منجر به ترک‌خوردگی و تخریب شده است. جرم مخصوص پائین نمونه‌ها و مشاهدات عینی مغزه‌ها بیانگر عدم تراکم مناسب بتن و عمل‌آوری نادرست بوده که منجر به کرمویی شدن و پوکی بتن شده است. بررسی‌های محلی نیز بیان‌گر ترک‌خوردگی و تخریب پوشش بتنی می‌باشد (شکل ۱) که سبب افزایش تراوش در این نوع از پوشش‌ها شده است. در حالی‌که در پوشش سنگ و ملات هیچ‌گونه نشانه‌ای از تخریب و ترک‌خوردگی مشاهده نشد. از مقادیر راندمان انتقال در این دو نوع پوشش که در جدول ۲ ارائه شده است نیز می‌توان به تلفات زیاد آب از پوشش بتنی و مقدار کم تلفات به دلیل استحکام خوب در پوشش سنگ و ملات، پی برد.

1. American Standard Test Methods

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱: وضعیت پوشش بتنی (سمت چپ) و سنگ وملات (سمت راست) در منطقه

براساس نتایج حاصل از انجام آزمایش‌های دانه بندی و تعیین حدود آتربرگ، نمونه خاک‌های تهیه شده از بستر کانال‌های بدون پوشش در سیستم یونیفاید رده بندی شده و نتایج آن‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. در شکل ۲ منحنی دانه بندی خاک بستر در چهار مورد کانال بدون پوشش ارائه شده و بر اساس آن نوع بافت و حدود آتربرگ در بافت‌های ریزدانه تعیین و در جدول ۲ ارائه شده است. در چهار کانال سنتی مورد بررسی، بافت خاک بستر از رس با خمیرائی بالا تا ماسه سیلتی متغیر بوده است. مطابق نتایج این پژوهش کانال گنده جین با بافت رس با خمیرائی[1] بالا دارای راندمان انتقال ۹۰/۹٪ بوده است. هم‌چنین مقادیر حد روانی[2] و شاخص خمیری[3] آن نسبت به خاک بستر کانال‌های دیگر بالاتر بوده و به‌ترتیب ۶۰ و۴۰٪ می‌باشد. براساس یافته‌های این پژوهش خاک بستری که دارای بافت ریزدانه بوده و حد روانی و شاخص خمیرائی بالایی آن بالاست، نسبت به سایر بافت‌ها و حتی در برخی موارد نسبت به پوشش بتنی از راندمان انتقال آب بالائی برخوردار بوده است (جدول ۲).

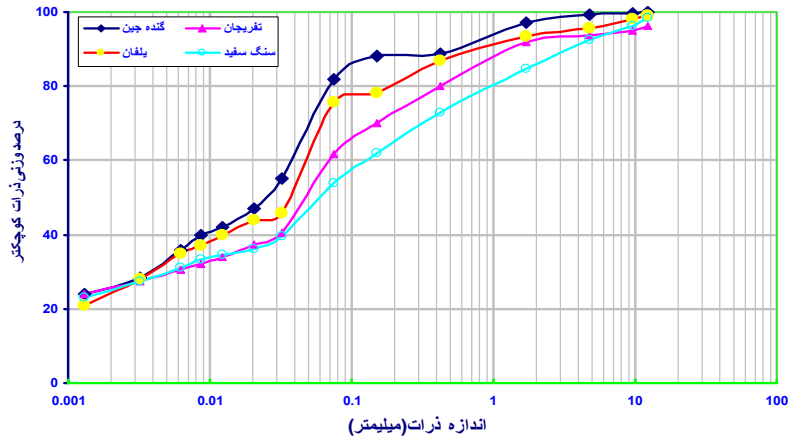
مقادیر راندمان انتقال

در جدول ۲ مقادیر راندمان انتقال آب در انواع کانال‌های مورد بررسی ارائه شده است. طبق نتایج ارائه شده، مقدار راندمان انتقال در کانال‌های بتنی بین ۶۰/۷ تا ۸۰/۴ درصد در نوسان بوده و میانگین راندمان در این نوع پوشش در منطقه ۷۱/۱٪ می‌باشد. علت پائین بودن راندمان انتقال در این نوع پوشش، همان‌طوری‌که مشاهدات عینی و نتایج آزمایش‌های انجام شده روی مغزه‌های بتنی نیز نشان داد، ترک خوردگی و تخریب بتن بر اثر کیفیت نامناسب اجرا و ذوب و یخبندان‌های متوالی دراقلیم سرد منطقه و مقاومت فشاری پائین می‌باشد. نتایج پژوهش‌های مشابه انجام شده توسط رمضانیان‌پور وشاه‌نظری (۱۳۶۸)، گلابتون‌چی وطالبی (۱۳۷۹)، عباسی (۱۳۷۹)، مامن پوش (۱۳۷۸) و تریانتافیلیس (۱۹۹۰) نیز این مسئله را تایید می‌نماید. راندمان انتقال در کانال‌های سنگ و ملات بین ۹۲/۱ تا ۹۷/۲ درصد در نوسان بوده و به‌طور میانگین ۹۴/۴٪ می‌باشد. علت بالا بودن راندمان در این نوع پوشش‌ها دوام و استحکام مناسب آن در شرایط اقلیم سرد منطقه و انعطاف پذیری بیشتر این نوع پوشش در مقابل تغییر شکل‌های بستر می‌باشد. راندمان انتقال در کانال‌های خاکی با بافت‌های مختلف ۴۰٪ تا ۹۵/۶٪ و به‌طور میانگین ۶۶/۶٪ می‌باشد. این مقادیر با نتایج پژوهش سلطانی و معروفی (۱۳۸۵) و سپاس‌خواه و سالمی (۲۰۰۴) هماهنگی دارد. نوسان زیاد این پارامتر در کانال‌های بدون پوشش به دلیل تغییر قابل ملاحظه بافت خاک بستر کانال‌ها می‌باشد. با مقایسه مقادیر راندمان انتقال درجدول ۲ ملاحظه می‌گردد که متوسط راندمان انتقال آب در کانال‌های بدون پوشش و بتنی اختلاف کمی داشته و پوشش سنگ وملات اختلاف زیادی با آن‌ها دارد که بیانگر ناسازگاری شرایط منطقه با پوشش بتنی (پوشش سخت) و سازگاری با پوشش سنگ و ملات در کانال‌های آبیاری می‌باشد.

1. CH
2. WL
3. IP

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲: منحنی دانه بندی خاک بستر در کانال‌های سنتی

راندمان انتقال در برخی از کانال‌های خاکی بیشتر از کانال‌های بتنی بوده و بیانگر این است که پوشش بتنی در برخی نقاط به‌دلیل تخریب، تاثیری در افزایش راندمان انتقال کانال‌های سنتی نداشته است. هم‌چنین بر اساس نتایج، به‌طور متوسط مقادیر راندمان انتقال در مرحله اولیه به‌ترتیب حدود ۱۰/۵ درصد در کانال‌های خاکی، ۷/۵ درصد در کانال‌های بتنی و ۲/۵ درصد در کانال‌های سنگی کم‌تر از مراحل میانی فصل زراعی است، ولی براساس آنالیز واریانس انجام شده این اختلاف‌ها در کانال‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار نیست. سیاهی و باغبان‌زاده (۲۰۰۲) اختلاف مقادیر راندمان انتقال در مراحل اولیه و میانی فصل زراعی در کانال‌های بتنی و خاکی را در شبکه آبیاری سفیدرود بین ۵ تا ۱۰ درصد گزارش نموده‌اند. این اختلاف بیانگر میزان نفوذ اولیه در درز و ترک‌های خشک بستر بوده و نشان می‌دهد که این اختلاف در پوشش سنگ و ملات نسبت به مقدار آن در پوشش بتنی و کانال‌های بدون پوشش به‌ترتیب یک سوم و یک چهارم بوده و بیانگر استحکام بیشتر و درز و ترک کم‌تر نسبت به پوشش بتنی می‌باشد. هم‌چنین مقادیر راندمان انتقال در مراحل پایانی فصل زراعی به‌دلیل افزایش دما و تبخیر، به‌ترتیب بین ۳/۵ تا ۵/۵ درصد در کانال‌های خاکی، ۳/۵ تا ۵ درصد در کانال‌های بتنی و ۲/۵ درصد در کانال‌های سنگی کم‌تر از مرحله میانی فصل زراعی است.

مقایسه میانگین‌ها با روش LSD انجام شده و نتایج در جدول‌های۳ تا ۵ ارائه شده است.

جدول ۲: راندمان انتقال اندازه‌گیری شده در کانال‌های سنگ و ملات

نوع پوشش	پارامتر	تکرار اندازه گیری												$\overline{E}_c$
		۱			۲			۳			۴			
-	مرحله آبیاری	اولیه	میانی	پایانی	اولیه	میانی	پایانی	اولیه	میانی	پایانی	اولیه	میانی	پایانی	-
بتنی	E_C	۷۰/۹	۷۶/۶	۷۳/۰	۷۲/۱	۸۰/۴	۷۶/۵	۶۷/۶	۷۵/۴	۷۲/۹	۶۰/۷	۶۴/۹	۶۲/۱	-
	$\overline{E}_C$ i		۷۳/۵			۷۶/۳			۷۲			۶۲/۵		۷۱/۱
سنگ و ملات	E_C	۹۴/۲	۹۶/۶	۹۳/۹	۹۵/۳	۹۷/۲	۹۴/۱	۹۲/۱	۹۴/۶	۹۲/۲	۹۳/۱	۹۵/۶	۹۴/۲	-
	$\overline{E}_C$ i		۹۴/۹			۹۵/۵			۹۲/۹			۹۴/۳		۹۴/۴
سنتی	E_C	۴۰	۴۴/۶	۴۳	۸۶	۹۵/۶	۹۱/۲	۶۶/۲	۷۲/۲	۶۸/۹	۶۰/۹	۶۷	۶۳/۶	-
	$\overline{E}_C$ i		۴۲/۵			۹۰/۹			۶۹/۱			۶۳/۸		۶۶/۶
مشخصات خاک بستر	نوع بافت I_P _W_L		SM -			CH ۴۰ - ۶۰			ML ۵ - ۲۰			SC -		

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: تجزیه واریانس راندمان انتقال آب در کانال‌های آبیاری

منبع تغییرات	درجه آزادی	مرحله اول رشد	مرحله دوم رشد	مرحله سوم رشد
تیمار (سه نوع پوشش)	۲	۱۰۷۵/۴ **	۵۸۲/۴۴ *	۸۳۲/۲۶ *
اشتباه آزمایش	۹	۱۲۸/۵۱	۱۶۱/۱۴	۱۴۴/۰۱
کل	۱۱	-	-	-

**: *:

جدول۴: اختلاف میانگین در پوشش‌های مختلف نسبت به همدیگر

تیمار نوع پوشش	مرحله اول رشد	مرحله دوم رشد	مرحله سوم رشد
خاکی × بتن	۴/۵۵ ns	۴/۴۷ ns	۴/۴۵ ns
سنگ × بتن	-۲۵/۸۵ *	-۲۱/۶۷ *	-۲۲/۴۷ *
سنگ × خاکی	-۳۰/۴ *	-۲۶/۱۵ *	-۲۶/۹۲ *

ns: بدون اختلاف معنی‌دار *:

جدول ۵: مقایسه میانگین‌های راندمان انتقال آب

نوع پوشش	مرحله اول رشد ٪۱	مرحله دوم رشد ٪۱	مرحله سوم رشد ٪۱	کل دوره رشد ٪۱
سنگ و ملات	۹۳/۷ a	۹۶ a	۹۳/۶ a	۹۴/۴ a
بتن	۶۷/۸ b	۷۴/۳ b	۷۱/۱ b	۷۱/۱ b
خاکی	۶۳/۳ b	۶۹/۸ b	۶۶/۷ b	۶۶/۶ b

a و b گروه‌های آماری هستند

براساس تجزیه واریانس مقادیر راندمان انتقال در جدول ۳، مقادیر راندمان انتقال آب بین تیمارهای مختلف پوشش کانال (سنگ و ملات، بتن و بدون پوشش) در مرحله اول رشد سطح احتمال خطای ۱٪ و در دوره های میانی و پایانی دوره آبیاری با سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند. بر اساس مقادیر اختلاف میانگین‌های ارائه شده در جدول ۶، در تمام مدت دوره آبیاری راندمان انتقال در کانال‌های با پوشش بتنی و کانال‌های بدون پوشش با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. که این مسئله به‌دلیل ترک خوردگی و تخریب‌های صورت گرفته در پوشش بتنی کانال‌های آبیاری بوده است. ولی مقادیر راندمان انتقال در کانال‌های آبیاری با پوشش‌های سنگی با بتن و پوشش سنگی با کانال‌های بدون پوشش در سطح احتمال ۵٪ نسبت به هم دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. براساس نتایج مقایسه میانگین‌های ارائه شده در جدول ۷ می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تیمار پوشش بتنی و کانال‌های بدون پوشش در یک گروه آماری بوده و مقدار راندمان انتقال در این دو نوع بستر دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشد. پوشش سنگ و ملات در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌داری بر افزایش مقدار میانگین راندمان انتقال نسبت پوشش بتنی و هم‌چنین نسبت به حالت بدون پوشش دارد.

جمع بندی نتایج

براساس نتایج حاصل از اجرای این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری نمود که به علت اجرای نامناسب پوشش بتنی و زیرسازی نامناسب تحت شرایط اقلیم سرد منطقه، پوشش بتنی دارای دوام کافی نبوده و در اثر ذوب و یخبندان‌های متوالی ترک خورده و کارائی خود را از دست داده است. لذا با اجرای نامناسب پوشش بتنی در کانال‌ها مقدار راندمان انتقال کاهش یافته و

Archive of SID

www.SID.ir

براساس نتیجه مقایسه میانگین‌ها، اختلاف معنی‌داری نسبت به کانال‌های بدون پوشش نداشته است. نتایج بیانگر آن است که برای منطقه مورد بررسی با اقلیم سرد، پوشش سنگ و ملات ماسه سیمان نسبت به پوشش بتنی، مناسب‌تر بوده و در سطح احتمال ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر افزایش راندمان انتقال داراست.

سپاسگزاری

نگارنده بر خود لازم می‌داند از موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان که وسایل و امکانات ضروری برای اجرای این پژوهش کاربردی را فراهم نمود و هم‌چنین استاد گرامی آقای دکتر حسن رحیمی که با راهنمایی‌های خود سبب ارتقا سطح کیفی اجرای طرح و تهیه مقاله گردیدند کمال تشکر و قدردانی را نماید. هم-چنین از آقای دکتر نادر عباسی که با راهنمایی‌های خود سبب برطرف نمودن نقایص و کاستی‌های مقاله گردیدند و آقای دکتر ناصری که در آنالیز آماری داده‌ها کمک‌های قابل توجهی نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

اشرفی، ش. ۱۳۷۶. طراحی، ساخت و واسنجی فلومهای *W.S.C*. نشریه شماره ۶۹. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

تشکری، م. ۱۳۷۳. تحلیلی بر راندمان‌های آبیاری (ترجمه). کمیته ملی آبیاری و زهکشی. ۱۳۳ صفحه.

رمضانیان‌پور، ع. و شاه نظری، م. ۱۳۶۸. تکنولوژی بتن در هوای سرد و یخبندان. انتشارات علم وصنعت۱۱۰.

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 قزوین. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریه شماره ۱۶۹.

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.

فخرائی، سید فخرالدین. ۱۳۷۹. نقش نظارت و مدیریت در کارایی بهره‌برداری و نگه‌داری از شبکه آبیاری و زهکشی مغان. مجموعه مقالات دهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی.

گلابتون‌چی، ا. و طالبی، س. ۱۳۷۹. برخی علل ترک خوردگی و روش‌های اجرایی چند، برای علاج بخشی در پوشش بتنی کانال‌های آبیاری. مجموعه مقالات کارگاه فنی ساخت کانال‌های آبیاری، محدودیت‌ها و راه‌حل‌ها. نشریه شماره ۳۹ کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

مامن پوش، ع. ر. ۱۳۷۸. بررسی مشکلات بهره برداری و مدیریت نگه‌داری از شبکه آبیاری سمت راست نکوآباد زاینده‌رود اصفهان. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریه شماره ۱۳۰.

مهندسین مشاور رویان. ۱۳۷۹. مطالعات توسعه آبیاری دشت بهار- همدان. جلد۳، پیوست ۲۸.

میرابوالقاسمی، ک. ۱۳۷۳. ارزیابی بازده آبیاری در تعدادی از شبکه‌های سنتی ایران. مجموعه مقالات هفتمین سمینار ملی آبیاری و زهکشی.

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

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

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

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

Reid, P., Davidson, D. and Kotze, T. 1986. A note on practical methods of improving the conveyance efficiency on a government irrigation scheme. Water-SA. 12 (2): 89-91.

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.

Archive of SID

www.SID.ir

Comparison of Conveyance Efficiency in Unlined and Lined With Concrete and Stone Irrigation Canals (Case Study: Hamedan-Bahar Plain)

Bahramlou[1], R.

Abstract

Based on the division of international institutes, Iran is confronting with water crisis. Agricultural sector uses more than 93 percent of supplied water in country. One of the best method to control water losses is increase of conveyance efficiency (E_c) by linings of irrigation canals with suitable construction materials according to local conditions. Different linings have various durability and conveyance efficiency under climatic and subsoil conditions. Therefore, the evaluation of different lining is necessary in various areas for the best selection. In this research, conveyance efficiency have been evaluated in customary lining of concrete and local lining of stone and unlined small irrigation canals in Hamedan- Bahar plain for two years. For this main 12 cases of lined and unlined irrigation canals were randomly selected to evaluatio in different points of this plain. The conveyance efficiency was measured in initial, medium and the end stages of growth in two year. Durability cndition of concrete linings that had been cracked was studied by coring of eight samples. According to the results, value of conveyance efficiency in lining of stone was 94.4% that with 5% probablity is more than that in lining of concrete (71.1%) and unlined canals (66.6%). The mean compressive strength of eight cores was 61 kg/cm^2 that is very less than its standard value. Because of low compressive strength, the concrete lining does not have suitable durability in cold climate of this area, so in most canals, it has been cracked and destructed that lead to very low value of e_c. Based on range test, the values of E_C in concrete lined and unlined canals with 1% probablity, have not significiant difference.

Key words:Evaluation, Concrete lining, stone lining, Conveyance efficiency, irrigation canals, compressive strength

Archive of SID

1. Academic member, Hamedan Research Center of Agriculture and Natural Resource

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir