

بررسی فنی و اقتصادی پوشش کانال‌های آبیاری شهرستان داراب

محمدعلی شاهرخ نیا^{۱*}، ابراهیم زارع^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۴/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۷

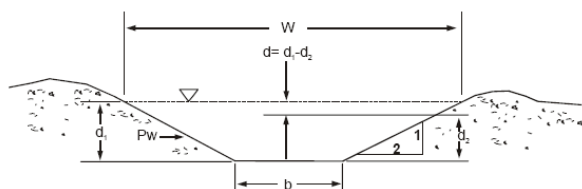
چکیده

در بسیاری از دشت‌های کشاورزی استان فارس، فاصله بین منبع آب تا مزرعه زیاد بوده که این موضوع باعث افزایش اتلاف آب در کانال‌های آبیاری می‌گردد. یکی از راه‌های کاهش نشت آب در کانال‌های آبیاری سنتی یا خاکی، پوشش نمودن بدنه کانال می‌باشد. در این تحقیق اثرات فنی و اقتصادی پوشش کانال‌های آبیاری ارزیابی گردید. بدین منظور میزان نشت آب در کانال‌های آبیاری سنتی و پوشش شده در سه روستای حسن آباد، منصوریه و جنت شهر در شهرستان داراب، در سه تکرار به روش حوضچه‌ای اندازه‌گیری گردیده و اثرات اقتصادی آن با استفاده از شاخص‌های نسبت منفعت به هزینه و نرخ بازده داخلی محاسبه گردید. نتایج تحقیق نشان داد که پوشش نمودن کانال‌های آبیاری سنتی در شرایط مختلف بین ۸۵ تا ۹۷ درصد، نشت آب را کاهش داده است. در کانال‌های سنتی بین ۳ تا ۷ درصد از دبی کانال در هر کیلومتر از طول کانال، در اثر نشت به هدر می‌رود که با پوشش نمودن این کانال‌ها تلفات نشت به کمتر از ۰/۶ درصد رسیده است. بررسی‌های اقتصادی نشان داد که در نرخ تنزیل ۱۲ درصد نسبت منفعت به هزینه سرمایه‌گذاری در پوشش کانال در دو منطقه حسن آباد و منصوریه بالاتر از یک و در منطقه جنت شهر به یک نزدیک است.

واژه‌های کلیدی: نشت آب، کانال آبیاری، داراب

مقدمه

بکری و اواد میزان نشت آب در کانال‌های آبیاری مصر را از روش دبی ورودی-خروجی اندازه‌گیری نموده و فرمول‌هایی جهت ربط میزان نشت به خصوصیات هیدرولیکی جریان ارائه نمودند (Bakry & Awad, 1997). کنتور اظهار نموده که نشت آب تابع نفوذپذیری مواد بستر، محیط خیس شده و ارتفاع آب در کانال می‌باشد. بنابراین می‌توان میزان نشت را به صورت درصدی از دبی کانال تعریف نمود که در کانال‌های آبیاری طولانی در زمین‌های نفوذ پذیر، میزان تلفات آب ممکن است به بیش از ۴۰٪ نیز برسد (Contor, 2004). اقبال و همکاران در جنوب آلبرتای کانادا میزان نشت آب در کانال‌های آبیاری را از روش حوضچه‌ای تعیین و مشاهده نمودند در اثر نوسازی و مدرن نمودن سیستم انتقال آب منطقه، میزان تلفات نشت از ۱۵٪ در سال ۱۹۹۱ به ۲/۵٪ در سال ۱۹۹۹ رسیده است. ایشان به منظور تعیین میزان نشت از فرمول ۱ و شکل ۱ استفاده نمودند.



شکل ۱- پارامترهای قابل اندازه‌گیری نشت در روش حوضچه‌ای (اقبال و همکاران، ۲۰۰۲)

کاهش ریزش‌های جوی در سال‌های اخیر از یک سو و استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی از سوی دیگر، بسیاری از دشت‌های کشور را با مشکل روبرو ساخته است. استان فارس از استان‌هایی است که با وضعیت بحرانی در تأمین منابع آب از آب‌های زیرزمینی مواجه است. یکی از راه‌کارهای مقابله با این بحران، استفاده درست از منابع آب موجود می‌باشد. در بسیاری از دشت‌های کشاورزی، فاصله بین منبع آب تا مزرعه زیاد بوده که این موضوع باعث افزایش اتلاف آب در کانال‌های آبیاری می‌گردد. در این استان بیشتر کانال‌های آبیاری موجود خاکی بوده و میزان نشت آب در آن‌ها قابل توجه می‌باشد. یکی از راه‌های کاهش نشت آب در کانال‌های آبیاری خاکی، پوشش نمودن بدنه کانال با موادی مانند سیمان، سنگ، آجر، آسفالت و مواد پلاستیکی و نفتی می‌باشد که از این میان پوشش سیمانی معمول‌تر است. تحقیقات زیادی در خصوص اندازه‌گیری میزان نشت آب در کانال‌های آبیاری انجام شده است.

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس
۲- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات اقتصادی و اجتماعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس
(*) نویسنده مسئول: (Email: shahrokhnia@farsagres.ir)

$$S = \frac{W \cdot L \cdot d}{P_w \cdot L} \quad (1)$$

که در این فرمول، S میزان نشت آب، W عرض بالای آب، L طول بازه مورد بررسی، d افت سطح آب در زمان آزمایش و P_w محیط خیس شده کانال می‌باشد. اگر افت سطح آب بر حسب متر بر ساعت و عرض بالای آب، طول بازه و محیط خیس شده بر حسب متر باشد، میزان نشت بر حسب متر بر ساعت خواهد بود (Iqbal et al, 2002). آلام و بوترا در کشور پاکستان دو روش اندازه‌گیری نشت آب از کانال، یعنی روش دبی ورودی- خروجی و روش حوضچه ای را مورد آزمون و مقایسه قرار دادند و دریافتند که روش حوضچه‌ای دقیق‌تر از روش دبی ورودی- خروجی بوده و در نقاطی که طول کانال کم باشد یا میزان نشت کم باشد نباید از روش دبی ورودی- خروجی استفاده نمود (Alam & Bhutta, 2004). ارشد نشت آب در کانال‌های آبیاری در پاکستان را با روش دبی ورودی- خروجی اندازه‌گیری و گزارش نمود که در کانال‌های سنتی حدود ۶۶٪ و در کانال‌های پوشش شده حدود ۴۴٪ اتلاف آب وجود دارد (Arshad, 2004). آکوزو و همکاران با استفاده از روش جریان ورودی- خروجی میزان نشت آب در کانال‌های اصلی آبیاری سیمانی در جنوب ترکیه را ۳۱٪ در هر کیلومتر از طول کانال گزارش نمودند. میزان متوسط تلفات در کانال‌های درجه ۲ و ۳ منطقه به ترتیب حدود ۳٪ و ۶٪ در ۱۰۰ متر از طول کانال بوده است. هم‌چنین شکل کانال تأثیر معنی‌داری بر میزان نشت دارد و میزان نشت آب اندازه‌گیری شده در کانال‌ها نسبت به ۳۰ سال گذشته افزایش چشم‌گیری داشته است (Akkuzu et al, 2007). لی و فیپس در چند کانال آبیاری در تگزاس آمریکا میزان نشت آب از کانال‌های آبیاری را از روش حوضچه ای اندازه‌گیری نمودند و این روش را روش مناسبی جهت تعیین میزان نشت دانستند (Leigh & Fipps, 2002-2004). کشکولی (۱۳۶۶) میزان نشت آب در کانال‌های آبیاری خاکی خوزستان را از دو روش حوضچه‌ای و دبی ورودی- خروجی اندازه‌گیری نمود و نتیجه گرفت که میزان نشت اندازه‌گیری شده در دو روش نزدیک به هم می‌باشد. میزان نشت آب در نیشابور ۲/۴ و در اهواز ۳/۲ لیتر بر ثانیه در ۱۰۰ متر بوده است. حیدری‌زاده (۱۳۶۸) در تحقیق خود به این نتیجه رسید که به طور تقریبی می‌توان ۶۰ تا ۸۰ درصد از تلفات نشت آب در کانال‌های سنتی را با پوشش نمودن آن، کاهش داد. هم‌چنین به طور تقریبی ثابت شده است که برای مناطقی که تهیه آب برای تولید محصولات با ارزش، کم است، کاهش دادن تلفات نشت به مقدار ۵ درصد کل آب انتقال یافته، اقتصادی است. پایدار (۱۳۷۰) نشت آب در کانال‌های آبیاری را با استفاده از یک مدل ریاضی که جریان را دو بعدی و ماندگار فرض می‌کرد شبیه‌سازی و برآورد نمود. مقایسه نتایج بدست آمده از مدل و نشت برآورد شده از روش حوضچه ای نشان داد که تفاوت این دو روش کم بوده است. میزان نشت برای دو کانال مورد

بررسی در روش حوضچه ای ۱/۱۷ و ۰/۴ و به‌وسیله مدل ۱/۲۱ و ۰/۴۹ مترمکعب بر مترمربع در روز بوده است. عراق علوی (۱۳۷۲) با استفاده از روش دبی ورودی- خروجی میزان نشت را در کانال‌های آبیاری اصفهان اندازه‌گیری نمود. نتایج نشان داد که میزان تبخیر نسبت به میزان نشت بسیار ناچیز بوده و در کانال‌های بتنی میزان نشت حدود ۰/۱۵ تا ۰/۱۷ مترمکعب بر مترمربع در روز بوده است. زرین بال و مردانی (۱۳۸۳) میزان نشت آب در کانال‌های آبیاری استان فارس را با استفاده از یک فرمول تجربی محاسبه و گزارش نمودند. ایشان بیان نمودند چنانچه فقط سیستم‌های انتقال آب بهبود یابد سالیانه حدود ۱/۸ میلیارد متر مکعب صرفه جویی در مصرف آب خواهد بود که حدود ۱۷٪ آب مصرفی در بخش کشاورزی استان فارس می‌باشد.

سالمی و سپاسخواه (۱۳۸۵) میزان نشت آب در چند کانال رودت اصفهان را با روش جریان ورودی- خروجی اندازه‌گیری نمودند و معادلات تجربی نشت را برای آن منطقه واسنجی کردند. نتایج نشان داد که روش‌های تجربی تخمین نشت، میزان نشت را کم‌تر از واقعیت برآورد می‌کنند و بهترین روش را برای منطقه مورد مطالعه خود، روش اینگهام و موریتس معرفی نمودند. مشاورین مطالعات منطقه خلیج فارس (۱۳۸۸) راندمان آبیاری در قسمت‌های مختلف شبکه سنتی چشمه حسین آباد بیضا در استان فارس را با روش دبی ورودی- خروجی اندازه‌گیری نمودند. راندمان انتقال و توزیع در ۸ مسیر مختلف حدود ۲۱، ۲۴، ۲۵، ۲۹، ۴۰، ۴۳، ۶۷ و ۷۴ درصد بود. میانگین راندمان انتقال و توزیع در منطقه حدود ۶۳٪ برآورد گردید. نصری و دادمهر (۱۳۸۷) بیان داشتند که حدود نیمی از آب رها شده در کانال‌های آبیاری در پاکستان، قبل از رسیدن به مزرعه تلف می‌شود. هم‌چنین در یک اندازه‌گیری در گرمسار، میزان نشت آب از کانال‌ها حدود ۴۰ درصد بوده است. ایشان اظهار داشتند که جهت برآورد میزان نشت از کانال‌های آب روش‌های گوناگونی وجود دارد که در سه دسته تقسیم بندی می‌شود: راهکارهای تئوری برآورد نشت آب از کانال‌ها، راهکارهای تجربی برآورد نشت آب از کانال‌ها، و روش‌های عملی اندازه‌گیری نشت آب از کانال‌ها. از میان روش‌های فوق‌الذکر روش‌های عملی اندازه‌گیری نشت آب از کانال‌ها کاربردتر و دقیق‌تر می‌باشند و می‌توان از آن‌ها در شرایط مختلف استفاده کرد. آزمایشات حوضچه‌ای دارای بیش‌ترین دقت در برآورد تلفات نشت از کانال‌ها هستند. آزمایشات ورودی- خروجی جریان خیلی زیاد به خطاهای ذاتی ابزار اندازه‌گیری وابسته هستند. جهت فراهم آوردن یک برآورد دقیق، باید به‌طور مشخص مقدار آب تلف شده خیلی بیش‌تر از میزان خطای وسایل اندازه‌گیری جریان باشد. داده‌های در حین بهره‌برداری، مرور نوشته‌ها و گزارشات و قضاوت بهره‌بردار به اندازه‌ی کافی برآورد دقیقی از میزان نشت از کانال را نمی‌دهد. قبل از پوشش‌دار کردن کانال، یک آزمایش حوضچه‌ای یا ورودی- خروجی جریان باید انجام

باشد، به گونه‌ای که اغلب روش‌های دیگر اندازه‌گیری نشت را با روش حوضچه‌ای واسنجی می‌نمایند. بنابراین در این تحقیق میزان نشت با استفاده از روش حوضچه‌ای اندازه‌گیری گردید.

در روش حوضچه‌ای میزان نشت آب بر اساس نفوذ آب از داخل کانال به خاک و کاهش عمق آب کانال در بازه‌های زمانی تعیین می‌شود. با توجه به شیب کانال، طولی مشخص از کانال انتخاب شده و ابتدا و انتهای آن مسدود می‌گردد. سپس به منظور جلوگیری از ورود و خروج آب در قسمت محصور شده‌ی کانال، ابتدا و انتهای بازه مورد مطالعه آب‌بندی می‌گردد.

در این تحقیق به منظور آب‌بندی ابتدا و انتهای بازه‌های مورد بررسی، از خاک فشرده و نایلون استفاده گردید. در ابتدا و انتهای بازه مورد بررسی، شاخص‌های مدرجی در عرض کانال قرار داده شد و افقی بودن آنها به وسیله تراز جابی کنترل گردید. در مرحله بعد با استفاده از یک خط‌کش فلزی بلند، پروفیل بستر کف کانال و عمق آب کانال نسبت به شاخص افقی سنجیده و اندازه‌گیری گردید. داده برداری‌ها نیز در محل نقاط مدرج شده‌ی شاخص افقی انجام گرفت. فاصله‌ی نقاط مدرج شده روی شاخص ۷ سانتی‌متر بوده است که با توجه به عرض کانال در هر مقطع عرضی حدود ۱۰ قرائت در مورد پروفیل کانال و عمق آب انجام شده است. با استفاده از نرم افزار اتوکلد پروفیل عرضی و رقوم آب کانال در مقاطع مختلف ترسیم شده و سطح خیس شده و محیط خیس شده آن‌ها تعیین گردید. با توجه به این که در این روش، تبخیر از سطح آب کانال نیز جزء مقدار نشت آورده می‌شود، میزان تبخیر آب در روزهای مختلف از ایستگاه هواشناسی داراب اخذ و در در محاسبات نظر گرفته شد. در هر منطقه آزمایشات در سه تکرار انجام شد. ملاک انتخاب محل آزمایشات، مناسب بودن آن محل برای اندازه‌گیری بوده است. ضمن اینکه مکان انجام آزمایش باید نماینده منطقه مورد بررسی باشد. بدین ترتیب میزان خالص نشت آب در واحد سطح خیس شده کانال در زمان اندازه‌گیری گردید.

روش ارزیابی اقتصادی طرح

اگر منافع و هزینه‌های یک پروژه از نظر زمان متفاوت بوده و برای مدتی ادامه داشته باشند، نمی‌توان ارقام هزینه و منافع آنها را مستقیماً جمع کرد. برای ارزیابی اقتصادی این پروژه‌ها لازم است که ارقام فوق با استفاده از یکی از روش‌های برابر سازی گردش نقدی (cash flow equivalence) تنزیل گردیده و به یک مبدا مشترک تبدیل شود. در این طرح نیز هزینه پوشش برای یکبار انجام می‌شود ولی خدمات ناشی از آن تا چندین سال ادامه دارد و منافع حاصله هر سال تکرار می‌گردد.

شود تا داده‌های نشت قبل از انجام پروژه برای ارزیابی پوشش از نظر میزان ذخیره‌ی آب، به دست آید. ایشان در نهایت پیشنهاد نمودند که برای هر محل و به طور مستقل دلایل ایجاد نشت، پارامترهای مؤثر بر آن و نحوه‌ی تعامل با آن، بایستی مورد بررسی قرار گیرد. روابط تئوریکی موجود برای تخمین نشت جامع نبوده و برای همه‌ی شرایط صادق نمی‌باشد. روابط تجربی برآورد نشت دارای ویژگی‌های محلی است و کاربرد آنها در مناطق دیگر نیاز به واسنجی دارد. روش‌های عملی برای اندازه‌گیری نشت ذاتاً دقیق و مطمئن هستند. برای تصمیم‌گیری جهت انجام پروژه، پوشش، لازم است که روش‌های عملی اندازه‌گیری نشت انجام شود (نصری و دادمهر، ۱۳۸۷).

شهرستان داراب در استان فارس و در ۲۷۰ کیلومتری جنوب شرق شیراز واقع گردیده و از قطب‌های کشاورزی استان است. در سال‌های اخیر به دلیل کاهش ریزش‌های جوی و برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، این منطقه به یکی از مناطق بحرانی استان فارس تبدیل گردیده، به گونه‌ای که اهالی برخی روستاها از نظر تأمین آب شرب نیز با مشکل مواجه شده‌اند. برای حل این مسئله در سال‌های اخیر اقداماتی انجام شده که یکی از آنها پوشش نمودن کانال‌های آبیاری خاکی منطقه، به منظور کاهش تلفات آب از طریق نشت می‌باشد. توجه مسئولین سیاسی و اقتصادی استان برای تخصیص اعتبار برای سرمایه‌گذاری در این فعالیت نیازمند تعیین میزان اثر بخشی فنی و اقتصادی پوشش کانال و کاهش تلفات نشت آب است. بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی فنی و اقتصادی پوشش کانال‌های آبیاری سنتی منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محل انجام تحقیق

این تحقیق در سه کانال آبیاری در شهرستان داراب انجام گردید. کانال‌های مورد نظر در سه روستای حسن آباد، منصوریه و جنت شهر واقع گردیده است. طبق آزمون خاک انجام شده، بافت خاک در این سه منطقه برترتیب Loam، Clay loam و Sandy loam بوده که دارای تنوع بافتی نیز می‌باشند. بافت خاک منطقه حسن آباد متوسط، منصوریه متوسط تا سنگین و جنت شهر متوسط تا سبک می‌باشد. بقیه خصوصیات خاک مناطق مورد مطالعه که از آزمایش به دست آمده، در جدول ۱ آورده شده است.

در سه روستای مورد مطالعه، کانال‌های آبیاری عمدتاً سنتی و بدون پوشش بوده است. ولی با تشدید مشکل خشکسالی برخی از آنها با سیمان پوشش شده‌اند.

روش تحقیق

تحقیقات گذشته نشان داد که از میان روش‌های اندازه‌گیری نشت، روش حوضچه‌ای (ponding method) دقیق‌ترین روش می‌-

جدول ۱- خصوصیات خاک اطراف کانال‌های مورد مطالعه در داراب

نام روستا	شوری (ds/m)	اسیدیته	درصد اشباع	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن
حسن آباد	۲/۹۳	۷/۲۲	۳۴	۲۰	۴۶	۳۴
منصوریه	۴/۵۰	۷/۰۱	۴۹	۳۴	۳۸	۲۸
جنت شهر	۰/۷۱	۷/۶۸	۲۵	۱۲	۲۸	۶۰

زیادی بابت تعمیر و نگهداری کانال‌های خاکی می‌پردازند. با سیمانی شدن کانال‌ها مشکل رشد نی کاملاً حل شده و هزینه تعمیر و نگهداری به مقدار زیادی کاهش می‌یابد.

با محاسبه منافع طرح و در اختیار داشتن هزینه‌های پوشش، امکان محاسبه شاخص‌های مالی فراهم می‌گردد. در محاسبه شاخص‌های مالی عمر مفید پوشش کانال‌ها ۲۰ سال و نرخ تنزیل برای تبدیل درآمدهای آینده، ۱۲ درصد در نظر گرفته شده است. به منظور توسعه نتایج و برآورد میزان حساسیت شاخص‌ها به تغییر شرایط اقتصادی محاسبات بانرخ‌های ۱۵ و ۱۸ درصد نیز تکرار شد.

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{i(1+i)^n - 1} \right] \quad (2)$$

در رابطه فوق، P ارزش کنونی هزینه‌های طرح، A معادل یکنواخت سالانه هزینه‌ها، I نرخ تنزیل، n طول عمر پروژه می‌باشد.

برای ضریب برگشت سرمایه می‌نامند. یعنی مبلغی که می‌بایستی سالانه پرداخت گردد تا معادل مبلغ یک واحد پولی کنونی شود. در این روش معادل یکنواخت منافع احتمالی سالانه به معادل هزینه یکنواخت سالانه پروژه پیشنهادی محاسبه می‌شود. نسبت محاسبه شده با معیار ۱ مقایسه می‌گردد. در صورتی که این نسبت بزرگ‌تر از ۱ بود پروژه قبول و در غیر این صورت رد می‌شود.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج آزمایش میزان نشت آب در کانال حسن آباد، قبل و بعد از پوشش بترتیب ۰/۱۴۰ و ۰/۰۰۴ لیتر بر دقیقه بر مترمربع بوده است بنابراین در اثر پوشش نمودن کانال به میزان حدود ۹۰٪ از میزان نشت آب در این کانال کاسته شده است. مقدار نشت آب در کانال منصوریه قبل و بعد از پوشش به ترتیب ۰/۱۶۹ و ۰/۰۰۷ لیتر بر متر مربع بر دقیقه بوده، که بیانگر کاهش ۹۷٪ از میزان نشت آب است. میزان کاهش نشت آب در اثر پوشش کانال جنت شهر نیز ۸۵٪ برآورد گردید به طوری که میزان نشت از ۰/۱۰۳ به ۰/۰۱۵ لیتر بر مترمربع بر دقیقه رسیده است (جدول ۲).

جدول ۳ درصد کاهش دبی و تلفات روزانه آب کانال‌ها، در قبل و بعد از پوشش را نشان می‌دهد. در کانال سنتی حسن آباد، ۳/۹ درصد از دبی کانال (۲۲۹ متر مکعب در روز) در هر کیلومتر از کانال به

منافع اجرای پروژه پوشش کانال شامل ارزش آب صرفه جویی شده، کاهش هزینه تعمیر و نگهداری و امکان توسعه کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی است. کاهش هزینه‌های لایروبی و نگهداری از طریق تکمیل پرسشنامه از بهره‌برداران بدست آمد. پس از تعیین هزینه‌ها و منافع طرح، با استفاده از معیار نسبت منفعت به هزینه و نرخ بازده داخلی اقتصادی بودن اجرای طرح آزمون گردید. در حال حاضر آب در طول سال به طور دائم در کانال‌های منصوریه و جنت شهر جاری است، در کانال حسن آباد نیز ابتدای دوره آبیاری که معمولاً از فروردین آغاز می‌شود (در صورت عدم بارندگی این تاریخ می‌تواند اسفند ماه باشد) تا پایان دوره آبیاری که مصادف با پی‌آب کشت‌های شتوی است، آب به طور دائم جاری است. با توجه به پراکنش بارندگی در منطقه و اطلاعات اخذ شده از بهره‌برداران و مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان داراب، استفاده از آب کانال‌ها برای آبیاری مزارع و باغ‌ها به مدت ۲۷ روز در سال در نظر گرفته شده است. بر این مبنا حجم آب ذخیره شده توسط هر یک از کانال‌ها در یک سال محاسبه گردیده است. هزینه اولیه احداث کانال‌ها با نرخ تنزیل ۱۲ درصد به معادل یکنواخت سالانه تبدیل شده است. از تقسیم معادل سالانه هزینه احداث کانال بر حجم آب ذخیره شده، هزینه صرف شده برای جلوگیری از نشت یک متر مکعب آب کانال‌ها برآورد شده است.

ارزش آب در هر منطقه بستگی به میزان کمیابی آب و ارزش محصولاتی دارد که بوسیله این آب تولید می‌شود. چنان چه در یک منطقه بازار آب شکل گرفته باشد، می‌توان ارزش بازاری آن را معادل ارزش سایه‌ای آب در نظر گرفت. در غیر این صورت بایستی با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی، قیمت واقعی آن را برآورد کرد. چون بازار آب در شهرستان داراب و در هر سه منطقه وجود داشته و قیمت آب کاملاً تعریف شده است، از روش بازار آب در تحلیل‌های مربوطه استفاده گردیده است. بنابراین یک مبنا برای برآورد درآمد حاصل ضرب مقدار آب ذخیره شده در هر سال در قیمت منطقه‌ای آن است. کانال‌های خاکی فعلی محل مناسبی برای رشد ساقه‌های نی بوده و کانال‌ها بویزه در منطقه منصوریه در صورت عدم لایروبی، هرساله به نیزارهای انبوه تبدیل می‌شود به گونه‌ای که سرعت آب در آن به شدت کاهش می‌یابد. آب بردگی و سوراخ شدن مسیر توسط موش از دیگر مشکلات این کانال‌ها است. به دلایل بالا زارعین هرساله مبلغ

۲/۹ درصد به ۰/۶ درصد رسیده است. این مقدار کاهش دبی معادل کاهش تلفات آب از ۱۰۳ به ۲۰ مترمکعب در روز در هر کیلومتر میباشد.

نتایج به دست آمده از آزمون t نشان داد که تفاوت مقادیر نشت آب در کانال‌های سنتی و پوشش شده حسن آباد در سطح ۱٪ و در کانال منصوریه و جنت شهر در سطح ۵٪ معنی‌دار گردیده است.

صورت نشت تلف می‌شود که پس از انجام پوشش درصد تلفات به ۰/۲ درصد رسیده که معادل ۵ مترمکعب در هر کیلومتر طول کانال در روز می‌باشد. در کانال منصوریه، در اثر پوشش کانال درصد کاهش دبی از ۶/۵ درصد به ۰/۱ درصد، یا به عبارتی دیگر از ۳۷۳ مترمکعب به ۱۰ متر مکعب در روز رسیده است. در کانال جنت شهر در اثر پوشش نمودن کانال‌ها، درصد کاهش دبی کانال در هر کیلومتر از

جدول ۲- میزان نشت آب در کانالهای مورد مطالعه قبل و بعد از پوشش

نام کانال	بازه (تکرار)	نشت قبل از پوشش (لیتر بر دقیقه بر متر مربع)	نشت بعد از پوشش (لیتر بر دقیقه بر متر مربع)	درصد کاهش نشت در اثر پوشش
حسن آباد	۱	۰/۰۳۸	۰/۰۰۳	۹۲
	۲	۰/۰۸۰	۰/۰۰۴	۹۵
	۳	۰/۳۰۱	۰/۰۰۶	۹۸
منصوریه	میانگین	۰/۱۴۰	۰/۰۰۴	۹۵
	۱	۰/۱۲۰	۰/۰۰۲	۹۸
	۲	۰/۱۴۳	۰/۰۰۳	۹۸
جنت شهر	۳	۰/۲۴۴	۰/۰۱۵	۹۴
	میانگین	۰/۱۶۹	۰/۰۰۷	۹۷
	۱	۰/۰۹۱	۰/۰۰۹	۹۰
میانگین	۲	۰/۱۰۲	۰/۰۱۷	۸۳
	۳	۰/۱۱۵	۰/۰۲۰	۸۳
	میانگین	۰/۱۰۳	۰/۰۱۵	۸۵

جدول ۳- درصد کاهش دبی و تلفات روزانه نشت آب در کانالهای مورد بررسی

نام کانال	وضعیت پوشش	درصد کاهش دبی کانال در هر کیلومتر	حجم تلفات روزانه آب در هر کیلومتر (متر مکعب)
حسن آباد	قبل از پوشش	۳/۹	۲۲۹
	بعد از پوشش	۰/۲	۵
منصوریه	قبل از پوشش	۶/۵	۳۷۳
	بعد از پوشش	۰/۱	۱۰
جنت شهر	قبل از پوشش	۲/۹	۱۰۳
	بعد از پوشش	۰/۶	۲۰

جدول ۴- مشخصات فنی و مالی اجرای پروژه پوشش کانال در منطقه داراب

نام کانال	حجم آب صرفه-جویی شده (متر مکعب-کیلومتر-روز)	طول کانال پوشش شده (کیلومتر)	حجم آب صرفه‌جویی شده در سال (مترمکعب)	هزینه پروژه (میلیون ریال-کیلومتر)	معادل یکنواخت سالانه پروژه (میلیون ریال)	قیمت تمام شده ذخیره آب (ریال-مترمکعب)
حسن آباد	۲۲۴	۳/۸	۲۳۲۹۰۲	۴۵۰	۲۲۹	۹۸۳
منصوریه	۳۶۳	۱/۵	۱۴۷۰۱۵	۵۰۰	۱۰۴	۷۰۶
جنت شهر	۸۳	۲/۹	۶۴۹۸۹	۷۵۰	۲۹۱	۴۴۸۱

ارزیابی اقتصادی نتایج

در جدول ۴ میزان صرفه‌جویی و هزینه صرف شده برای پوشش کانال‌ها درج شده و بر اساس آن‌ها قیمت تمام شده برای ذخیره یک واحد آب در کانال‌های مورد بررسی محاسبه شده است. بر اساس نتیجه به دست آمده برای ذخیره‌سازی یک مترمکعب آب از طریق پوشش سیمانی کانال‌ها بین ۷۰۶ تا ۴۴۸۱ ریال هزینه شده است. علت بالا بودن قیمت تمام شده در کانال جنت شهر کم بودن حجم آب ذخیره شده در اثر اجرای طرح و بالا بودن هزینه احداث، به دلیل کوهستانی بودن مسیر کانال است.

بر اساس مطالعه میدانی در دو منطقه منصوریه و حسن آباد امکان توسعه سطح زیر کشت وجود ندارد. از نظر کمی نیز هم اکنون زارعین با استفاده از آب چاه، کمبود احتمالی آب را جبران می‌کنند و به همین دلیل پایین بودن عملکرد در برخی مزارع ناشی از عوامل دیگر بوده و ربطی به کمبود آب ندارد. در منطقه جنت شهر آب موجود بیشتر صرف آبیاری باغ‌های مرکبات می‌شود و علیرغم وجود اراضی بایر، امکان به زیر کشت بردن آنها وجود ندارد. به گفته زارعین در صورت تأمین آب امکان توسعه کشت تا سطح ۱۰۰ هکتار محصول شتوی (گندم) در این منطقه وجود دارد. به منظور برآورد حداکثر سطح قابل کشت گندم در این منطقه، حجم آب ذخیره شده در ماه‌های مختلف بر نیاز آبی گندم در همان ماه تقسیم شده است که بر اساس آن با استفاده از آب صرفه‌جویی شده می‌توان حداکثر ۱۷/۷ هکتار گندم را به زیر کشت برد. بازده برنامه‌ای گندم در این منطقه حدود ۷۵۰۰ هزار ریال برآورد شده است.

با توجه به موارد بالا در جدول شماره ۵ درآمدهای ناشی از پوشش کانال‌ها به تفکیک محل اجرای طرح درج شده است. در

جدول شماره ۶ نیز شاخص‌های نسبت منفعت به هزینه و نرخ بازده داخلی برای پروژه‌ها درج شده است.

بر اساس نتایج به دست آمده چون نسبت منفعت به هزینه اجرای طرح در کانال حسن آباد در هر ۳ نرخ تنزیل بالاتر از یک است، پوشش این کانال کاملاً اقتصادی است. بالا بودن نرخ بازده داخلی (۲۵/۷۵ درصد) نیز این موضوع را تأیید می‌کند. در کانال منصوریه در نرخ تنزیل ۱۲ درصد اجرای کانال اقتصادی است ولی در صورت افزایش هزینه فرصت سرمایه به ۱۵ درصد نسبت منفعت به هزینه کمتر از یک خواهد شد. در کانال جنت شهر نرخ بازده داخلی ۸ درصد برآورد شده است و به همین دلیل در نرخ‌های تنزیل بالاتر از ۸ درصد نسبت منفعت به هزینه کمتر از یک می‌باشد. علت تفاوت در شاخص‌های مالی مربوط به کانال‌ها ناشی از تفاوت در هزینه احداث، قیمت آب در بازار منطقه‌ای و اثر کانال در جلوگیری از تلفات آب است. در کانال حسن آباد اجرای کانال کم‌ترین هزینه را دارد و میزان آب صرفه‌جویی شده نیز قابل توجه است. در این منطقه قیمت آب در بازار منطقه‌ای حدود ۱۵۴۳ ریال است که بالاتر از دو منطقه دیگر است. در جنت شهر بخش زیادی از طول کانال قدیمی از مسیر کوهستانی عبور می‌کند و به همین دلیل تلفات آن نسبت به دو کانال دیگر کمتر است لذا حجم آب صرفه‌جویی شده در اثر پوشش کانال نیز کمتر از یک چهارم میزان صرفه‌جویی در کانال منصوریه است، این در حالی است که هزینه احداث این کانال بیش از دو کانال دیگر است.

باید توجه داشت که در پروژه‌های عمومی، به‌ویژه آن‌هایی که عمر مفید بیش از پنج سال دارند، نرخ بازده داخلی بالاتر از ۷ درصد کاملاً قابل قبول است.

جدول ۵- درآمد حاصل از پوشش کانال در منطقه داراب (هزار ریال- سال)

نام کانال	کل ارزش آب صرفه‌جویی شده در کانال	هزینه صرفه‌جویی شده در تعمیر و نگهداری	درآمد ناشی از توسعه سطح زیر کشت گندم	کل منافع سالانه پروژه در منطقه
حسن آباد	۳۵۹۴۱۴	۸۵۵۰۰	-	۴۴۴۹۱۴
منصوریه	۶۸۷۰۹	۴۹۰۸۳	-	۱۱۷۷۹۲
جنت شهر	۸۲۷۵۰	۹۸۴۳	۱۳۳۳۵۲	۲۲۵۹۴۶

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۶- شاخص‌های مالی اجرای پروژه پوشش کانال در منطقه داراب

نام کانال	نسبت منفعت به هزینه در نرخ‌های متفاوت تنزیل			نرخ بازده داخلی (درصد)
	۱۲٪	۱۵٪	۱۸٪	
حسن آباد	۱/۹۴	۱/۶۳	۱/۳۹	۲۵/۷۵
منصوریه	۱/۱۴	۰/۹۵	۰/۸۱	۱۴/۱۲
جنت شهر	۰/۹۲	۰/۲۷	۰/۲۳	۸

منابع

پایدار، ز. ۱۳۷۰. مدل ریاضی تلفات نشت از کانال‌های آبیاری، مجله آب، ۱۰، ۱۵-۲۲.

حیدری زاده، م. ۱۳۶۸. بررسی تلفات نشت از کانال‌های آبیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

زرین‌بال، ع.ا. و مردانی، ا. ۱۳۸۳. بررسی طرح پوشش کانال‌های انتقال آب استان فارس. مدیریت آب و خاک، سازمان جهاد کشاورزی استان فارس.

سالمی، ح. و. و سپاسخواه، ع.ل. ۱۳۸۵. اصلاح معادلات تجربی نشت آب از کانال در منطقه رود دشت اصفهان، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره اول، ۲۹-۴۲.

عراق‌علوی، س. ۱۳۷۲. مدیریت توزیع آب زاینده رود بر اساس برآورد راندمان انتقال آب در کانال‌های زیر دست سد. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان.

کشکولی، ح.ع. ۱۳۶۶. یک بررسی مختصر میزان و علل تلفات آب در تعدادی از کانال‌های خاکی خوزستان. مجله علوم کشاورزی، ۱۸، ۱-۱۳.

مشاورین مطالعات منطقه خلیج فارس. ۱۳۸۸. بررسی راندمان در شبکه آبیاری چشمه حسین آباد بیضا. شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور.

نصری، ب. و دادمهر، ر. ۱۳۸۷. ملاحظات فنی در علاج نشت آب از شبکه‌های آبیاری و زهکشی: مطالعه موردی شبکه آبیاری و زهکشی مهاباد. مجموعه مقالات چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، اردیبهشت ۱۳۸۷.

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

Alam, M.M and. Bhutta, M.N. 2004. Comparative evaluation of canal seepage investigation techniques, Agric. Wat. Man. 66: 65-76.

Arshad, M. 2004. Contribution of irrigation conveyance system components to the recharge potential in Rechna Doab under lined and unlined options. PhD. thesis, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

Bakry, M.F and Awad, A.A. 1997. Practical estimation of seepage losses along earthen canals in Egypt. Wat. Res. Man. 11:197-206.

با این معیار می‌توان نتیجه گرفت که پوشش کانال‌های انتقال آب با قیمت‌های سال ۱۳۸۹ در هر سه منطقه اقتصادی است. ادامه خشکسالی و کاهش عرضه آب از چاه‌های کشاورزی، موجب افزایش قیمت آب در بازارهای منطقه‌ای شده و شاخص‌های مالی این پروژه‌ها را بهبود می‌بخشد. لذا ادامه پوشش کانال‌های مورد بررسی و یا سایر موارد مشابه در منطقه داراب از نظر اقتصادی دارای توجیه بوده و اجرای آنها توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که پوشش نمودن کانال‌های آبیاری سنتی در سه منطقه از شهرستان داراب بین ۸۵ تا ۹۷ درصد در کاهش نشت آب تأثیر داشته است. در کانال‌های خاکی سنتی حسن آباد، منصوریه و جنت شهر به ترتیب حدود ۴، ۷ و ۳ درصد از دبی کانال در هر کیلومتر از طول کانال، در روز اول آبیاری، در اثر نشت به هدر می‌رود که با پوشش نمودن این کانال‌ها تلفات نشت به کمتر از ۰/۶ درصد رسیده است. بنابراین انجام پروژه‌های پوشش کانال تأثیر به‌سزایی در کاهش تلفات نشت داشته است.

بررسی‌های اقتصادی نشان می‌دهد که با نرخ تنزیل ۸ درصد پوشش کانال‌های انتقال آب در هر سه منطقه اقتصادی است. ولی به دلیل تفاوت در شرایط قبل از اجرای پروژه، مکان کانال و میزان درآمد قابل انتظار، نرخ بازدهی در ۳ منطقه متفاوت است.

با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق، موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

باتوجه به کاهش شدید نشت آب در کانال‌های پوشش شده و مشکل بحران آب در استان فارس پیشنهاد می‌شود که برنامه پوشش کانال‌های خاکی موجود مورد توجه مسئولین استان قرار گیرد. با توجه به تفاوت در مسیر و نوع بستر کانال‌های موجود، گزینه انتقال آب به وسیله لوله نیز در پروژه‌های انتقال آب آبی مدنظر قرار گیرد.

باتوجه به اثرات درآمدی و هزینه‌ای طرح‌های پوشش کانال، برای الویت بندی و انتخاب پروژه‌های آبی از روش‌های تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری قبل از اجرای پروژه استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری‌های سازمان جهاد کشاورزی فارس، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس در اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

Leigh,E and Fipps,G.2003. Measured seepage of the main canal of Brownsville irrigation district, Irrigation Technology Center, Texas Agricultural Experiment Station.

Leigh,E and Fipps,G. 2002. Seepage loss test results in Cameron County Irrigation District No.2, Irrigation Technology Center, Texas Agricultural Experiment Station.

Contor,B.A. 2004. Irrigation conveyance loss. Technical Report 04-008, Idaho Water Research Institute, University of Idaho, Idaho, USA.

Iqbal,Z., MacLean,R.T.,Taylor,B.D.,Hecker,F.J and Bennet.D.R. 2002. Seepage losses from irrigation canals in southern Alberta. Canadian Bios. Eng., 44:1.21-1.27.

Leigh,E. and Fipps,G. 2004. Measured water losses in Lateral A of Hidalgo County Irrigation District, No.2, Irrigation Technology Center, Texas Agricultural Experiment Station.

Technical and Economical Evaluation of Seepage in Darab Irrigation Canals

M.A. Shahrokhnia^{1*} - E.Zare²

Received: Jun.25,2013 Accepted: Feb.26,2014

Abstract

The distance between water resources and farms is considerable in most of the agricultural lands in Fars Province. Canal lining decreases the water seepage in traditional irrigation canals. In the present study, the seepage values were measured in three traditional and cement-lined canals at Darab plain in three replicate. Ponding method was used for the seepage measurements. Results showed that the canal lining decreases the seepage rate about 85 to 97 percent in different conditions. For traditional canals, about 3 to 7 percent of the canal discharge decreases as seepage loss, while after lining, the canal discharge losses were less than 0.6 percent. Therefore, it can be concluded that the canal lining projects have had a significant influence on seepage loss decrease. Economical studies showed that the canal lining in all the three studied canals were economical.

Keywords: Darab, irrigation canal, seepage

1- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Sciences and Natural Resources, Fars.

2- Assistant Professor, Economic and Social, Agricultural Sciences and Natural Resources, Fars

(* - Corresponding Author Email: shahrokhnia@farsagres.ir)