Archive of SID

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و چهارم، شماره دوم، ۱۳۹۶
http://jwsc.gau.ac.ir

بررسی شاخص‌های پایداری تحویل آب در طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالی‌زاری

[*]بابک مومنی[۱]، محسن مسعودیان[۲]، محمدعلی غلامی سفیدکوهی[۳] و علیرضا عمادی[۲]

[۱]دانش‌آموخته دکتری سازه‌های آبی، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۲]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۳]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۳۰

چکیده

سابقه و هدف: اجرای طرح تجهیز و نوسازی در اراضی شالی‌زاری، با تحول در زیرساخت‌های مدیریت مزرعه، سیستم سنتی آبیاری کرت به کرت را به مدیریت تحویل آب مبتنی بر استفاده از کانال‌های آبیاری و زهکشی برای هر کرت شالی‌زاری تغییر می‌دهد. با گذشت سال‌های متمادی از آغاز عملیات اجرایی این طرح، اغلب مطالعات قبلی مبنای کیفی داشته و علی‌رغم اشاره به وجود مشکلات اساسی در سیستم آبیاری آن، عمدتاً تحلیل‌ها بر پایه میزان رضایت‌مندی کشاورزان و یا قضاوت‌های تجربی کارشناسان بخش‌های مختلف این پروژه بوده است و کم‌تر تحلیلی کمی مبتنی بر شاخص‌های کلیدی عملکرد، مانند پایداری سیستم، انجام شده است تا اطمینان از تحویل آب زراعی در موعد مقرر، به مقدار مورد نیاز و برای مدت زمان مورد نیاز را نشان دهد و معیارهایی مانند اعتمادپذیری، یکنواختی، به‌هنگام بودن و قابل پیش‌بینی بودن تحویل آب که از سوی پژوهشگران مختلف برای ارزیابی آن ارائه شده، در این طرح تاکنون محاسبه نشده است تا بتوان به این وسیله اثربخشی سیستم را محاسبه کرد و امکان برنامه‌ریزی، بازطراحی و اجرای اقدامات اصلاحی را مهیا نمود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، شاخص‌های مرتبط با پایداری تحویل آب شامل انواع معیارهای تغییرپذیری و قابلیت پیش‌بینی جریان تحویلی، در دو کانال آبیاری بتنی و خاکی و کرت‌های شالی‌زاری تحت پوشش آن‌ها در پروژه تجهیز و نوسازی اراضی روستای اسماعیل‌کلای شهرستان جویبار استان مازندران محاسبه و مقایسه شد.

یافته‌ها: نتایج بررسی شاخص‌های کمی ارزیابی شده نشان می‌دهد؛ هر چند پوشش بتنی کانال‌ها موجب ارتقای معیارهای تغییرپذیری تحویل آب نسبت به کانال خاکی شد، چنان‌که شاخص‌های کفایت و اعتمادپذیری در کانال بتنی به‌ترتیب ۱۸ و ۵ درصد، اعتمادپذیری در دامنه اطمینان پنجاه درصد به مقدار ۰/۱٤، شاخص به‌هنگام بودن تحویل آب به اندازه ٤ روز و شاخص یکنواختی تحویل ۰/۲۷ بهتر از نتایج به‌دست آمده در کانال خاکی بود، اما ضعف ساختاری و مدیریتی در سیستم آبگیری و کنترل، با توجه به ضریب تغییرات ۰/۳۳کفایت و ۰/٤٦ اعتمادپذیری، موجب شده توزیع آب بین کرت‌ها کافی و عادلانه نباشد و تغییرات زمانی تحویل آب در کرت‌های انتهایی کانال با یکنواختی کم‌تر از ۰/۵، شاخص به‌هنگام بودن عمدتاً بیش از ۱۰ روز و قابلیت اطمینان پایین، حتی در سطح ۵۰ درصد، اختلاف

[*] مسئول مکاتبه: babakmoumeni@pnu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

زیادی با استانداردهای ارائه شده را نشان دهد. در هر دو کانال خاکی و بتنی رابطه همبستگی خطی بین جریان تحویلی و مورد نیاز عمدتاً معکوس بود که نشان‌دهنده ضعف در مدیریت تحویل آب بر اساس تقاضا است. همبستگی معکوس بین متغیرهای تحویل آب در کانال بتنی به ۰/۹۷- می‌رسد، بنابراین مدیریت نامناسب تحویل آب در دهه‌های انتهایی را به‌درستی پیش‌بینی می‌نماید و در کانال خاکی هم مقدار متوسط ۰/۳۰ نشان از عدم همبستگی جریان تحویلی با نیاز آبی و به تبع آن پیش‌بینی‌پذیری کم سیستم دارد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی شاخص‌های پایداری تحویل آب در مقایسه با استانداردهای تعریف‌شده حتی با پوشش بتنی کانال‌های آبیاری نیز با چالش‌های اساسی مواجه‌اند. از یک‌سو ساختار سنتی، تجربی و غیرتخصصی مدیریت حاکم بر تحویل آب به اراضی تجهیز و نوسازی‌شده، زمان‌بندی مناسبی برای استفاده از آب تامین شده در طول فصل کشت ندارد و از سوی دیگر ارتقای ساختار سازه‌ای سیستم موجود تحویل آب، نیازمند اصلاح وضعیت آبگیری، استفاده از سازه‌های کنترل جریان در کانال و تعریف برنامه تحویل آب بر اساس نیاز آبیاری کرت‌ها است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی، برنج، پیش‌بینی‌پذیری، تغییرپذیری، توزیع آب

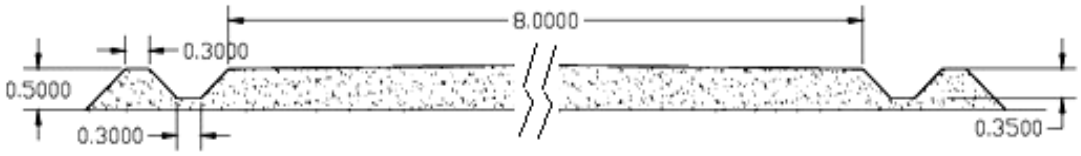
مقدمه

بیش‌ترین میزان مصرف منابع آب شیرین کشور مربوط به بخش کشاورزی است و سهم قابل‌توجهی از آن هم در تولید برنج مصرف می‌شود. برنج، علی‌رغم اهمیت استراتژیک تولید آن، کم‌طاقت‌ترین غله نسبت به خشکی است و آبیاری یکی از عوامل مهم و کلیدی در تعیین میزان سودآوری تولید آن به‌شمار می‌آید. با توجه به کمبود آب و پایین بودن راندمان آبیاری در اراضی شالی‌زاری، آینده تولید برنج به گسترش راهبردهایی بستگی دارد که آب را در برنامه‌ریزی‌های آبیاری به‌طور مؤثرتری استفاده نماید. در این راستا طرح تجهیز و نوسازی به‌عنوان یک پروژه زیربنایی جهت توسعه مکانیزاسیون و اصلاح بهره‌وری آب در اراضی شالی‌زاری استان‌های شمالی کشور از سال ۱۹۹۰ در دستور کار وزارت جهاد کشاورزی قرار گرفته است.

سیستم سنتی آبیاری کرت به کرت که در آن عملاً امکان آبیاری مستقل و هم‌زمان مزارع وجود ندارد، با تغییر در ساختار زیربنایی مزرعه و ایجاد شبکه آبیاری و زهکشی بین مزارع در این طرح، به مدیریت تحویل آب مبتنی بر استفاده از کانال‌های آبیاری و زهکشی برای هر کرت شالی‌زاری تغییر می‌یابد. بر اساس استاندارد سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (۲۰۰۹)، کانال‌های آبیاری تعریف شده در طرح تجهیز و نوسازی اراضی، به دو گروه کانال آبیاری درجه چهار و پنج تقسیم می‌شوند. کانال‌های درجه پنج از کانال درجه چهار و یا گاهی از درجه سه منشعب شده و کرت‌های زراعی را تحت پوشش قرار می‌دهند (۱۳). ابعاد تیپ آن‌ها عبارت است از: عرض کف ۰/۳ متر و عمق ۰/٤-۰/۳۵ متر و شیب جانبی ۱:۱ (شکل ۱). از آن‌جایی‌که پوشش بتنی انهار در برنامه اجرایی این طرح تعریف نشده، ساختمان کانال‌های آبیاری پس از اجرا و در دوران بهره‌برداری، یا خاکی است و یا با فاصله زمانی نسبتاً طولانی از خاتمه طرح و در یک تناوب چندین ساله پوشش می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- مقطع تیپ جاده دسترسی و کانال آبیاری کرت‌های شالیزاری دو طرف جاده (۲٤).

Figure 1. Typical section of access road and irrigation canals of paddy plots on both sides of the road (24).

نتایج مطالعات انجام شده در خصوص مدیریت توزیع آب پس از اجرای طرح تجهیز و نوسازی اراضی نشان می‌دهد، علی‌رغم بهبود نسبی شرایط، به‌دلیل ضعف در اجرای اصولی شبکه انهار طرح، عادت کشاورزان بالادست به تامین آب بیش‌تر و عدم رعایت نسبت ارتفاعی کف کانال آبیاری و کف کرت و کف نهر زهکشی، بخش قابل‌توجهی از کشاورزان هم‌چنان از وضعیت تامین و تحویل آب رضایت ندارند (۳ و ۲۵).

پژوهش سلحشور دلیوند و همکاران (۲۰۱۰) در گیلان نشان داد ۷٤ درصد کشاورزان در سال اول و ۳۷ درصد آنان حتی پس از سال سوم، در مدیریت آبیاری داخل مزارع دچار مشکل هستند (۱۹). ارزیابی میدانی مومنی و همکاران (۲۰۱۵) در مازندران نیز نشان داد؛ طرح و اجرای نامناسب مسیر کانال‌ها، فقدان سازه‌های مورد نیاز و تلفات زیاد، موجب شده، جریان تامین شده در کانال‌ها تکافوی نیاز کرت‌های پایین‌دست را ننموده و توزیع آب در امتداد بخشی از مسیر کانال‌های خاکی هم‌چنان با روش‌های سنتی و به‌صورت کرت به کرت انجام شود، و تعدادی از کشاورزان نیز مجبور به ایجاد بندهای موقت روی زهکش و آبگیری از آن شوند (۱۵).

ایجاد این بندها و بالا آمدن سطح آب در زهکش‌ها موجب سرریز شدن جریان روی پشته کرت‌ها شده، ورود جریانات ناخواسته آب به دیگر کرت‌های بالادست زهکش و از بین رفتن امکان تخلیه زه‌آب برای آن‌ها، اعتراضات و تنش اجتماعی بین کشاورزان را در پی دارد (شکل ۲).

علی‌رغم این‌که وجود مشکلات اساسی در وضعیت مدیریت آبیاری طرح تجهیز و نوسازی در اراضی شالی‌زاری حسب نتایج پژوهش‌های قبلی مشهود است، اما آن‌چه که قضاوت در مورد وضعیت توزیع و تحویل آب در این طرح را علی‌رغم گذشت بیش از ۲۵ سال از آغاز عملیات اجرایی این طرح در استان‌های شمالی کشور با چالشی جدی مواجه می‌سازد، این است که اغلب بررسی‌های انجام شده قبلی مبنای کیفی داشته و عمدتاً تحلیل‌ها بر پایه میزان رضایت‌مندی کشاورزان و یا قضاوت‌های تجربی کارشناسان بخش‌های مختلف این پروژه بوده است. در حالی‌که بررسی میزان اثربخشی وضعیت موجود سیستم و شناسایی مشکلات احتمالی آن و همچنین برنامه‌ریزی، بازطراحی و اجرای اقدامات اصلاحی برای رفع مشکلات و ارتقای خدمات آبیاری، نیازمند تعریف، اندازه‌گیری، محاسبه و تحلیل کمی شاخص‌های ارزیابی عملکرد است.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲- آبگیری از زهکش‌ها در کرت‌های انتهایی یک بلوک زراعی اراضی تجهیز و نوسازی‌شده اسماعیل‌کلا.

Figure 2. Water taking form the drainage channel in ending plots of farm blocks of renovated paddy field of Esmaelkola.

یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مورد توجه در برنامه‌ریزی آبیاری به‌خصوص در کشت غرقابی برنج، پایداری[1] تحویل آب است. طبق تعریف پلوسکوئیلیک و همکاران (۱۹۹٤)، مفهوم پایداری در تحویل آب عبارت است از؛ اطمینان از این‌که آب زراعی در موعد مقرر، به مقدار مورد نیاز و برای مدت زمان مورد نیاز در اختیار مزرعه قرار خواهد گرفت (۱٦). بر اساس نتایج مطالعات پری و نارایانامورتی (۱۹۹۸) در شمال هند، بومباتسانفاروخ و پاراجاموانگ (۲۰۱۵) در اراضی شالی‌زاری تایلند، دای و همکاران (۲۰۱٦) در اراضی پایاب کانال ویکتوری چین، تارین و همکاران (۲۰۱٦) در پاکستان، افزایش پایداری تحویل، عاملی کلیدی برای بهبود بهره‌وری آب کشاورزی و ارتقا درآمد کشاورزان محسوب می‌شود (٦، ۸، ۱۷ و ۲۱). مطالعات برکوف و موندیال (۱۹۹۰) و آجیده و همکاران (۲۰۱٦) نیز نشان داد، افزایش اعتماد کشاورزان به سیستم تحویل آب در تعیین الگوی کشت و انتخاب محصولات با بازگشت سرمایه بیش‌تر، تأثیر به‌سزایی دارد (۱ و ۵).

یکی از مؤلفه‌های پایداری تحویل آب، اعتمادپذیری[2] یا تغییرپذیری[3] جریان در طول فصل کشت است که بر مبنای نسبت میزان آب تحویل شده توسط مدیریت آبیاری طرح به مقدار مورد نیاز کشاورزان تعریف می‌شود. پژوهشگران بسیاری این شاخص را برای تحلیل پایداری تحویل آب کافی و حتی معادل آن دانسته‌اند، چنان‌که؛ زیکلر و همکاران (۱۹۸۸) خطای کلی عملکرد و مولدن و گیتس (۱۹۹۰) ضریب تغییرات زمانی نسبت جریان تحویلی به مقدار مورد نیاز را بر همین اساس به‌عنوان شاخص اعتمادپذیری تعریف نمودند (۱٤ و ۲۰). اما رنو و ویمایر (۱۹۹۹) و ده‌تودوس و پریتو (۲۰۰٦)، نیز با بیان ضرورت تکمیل تعریف فوق، آن را تنها یکی از مؤلفه‌های پایداری تحویل آب می‌دانند (۹ و ۱۸). بنابراین، رنو و ویمایر (۱۹۹۹) علاوه بر شاخص کفایت[4] و ضریب تغییرات آن، شاخص‌های به‌هنگام بودن[5] و یکنواختی[6] را نیز به‌عنوان معیارهای دیگر تغییرپذیری سیستم تعریف نمودند (۱۸). البته، تعریف‌های دیگری، مانند تعریف ماکین و همکاران (۱۹۹۱)، نیز از این شاخص وجود

1- Reliability

2- Dependability
3- Variability
4- Adequacy
5- Timeliness
6- Steadiness

www.SID.ir

Archive of SID

دارد که مطابق آن جریان تحویلی در صورتی قابل اطمینان خواهد بود که بیش از ده درصد از مقدار مورد انتظار منحرف نشود (۱۲).

مؤلفه دیگر پایداری سیستم از نگاه رنو و ویمایر (۱۹۹۹)، پیش‌بینی‌پذیری[1] خدمات تحویل آب است. مبنای تعریف این شاخص این است که بر اساس همبستگی زمانی موجود بین مقدار جریان تحویلی و زمان تحویل یا مقدار نیاز در گذشته، برآورد میزان تحویل آب در نوبت‌های آبیاری آینده میسر باشد (۱۸). از تعبیر شاخص پیش‌بینی‌پذیری تحویل مبتنی بر تقاضا، در ارزیابی خدمات توزیع آب در اسپانیا توسط آرستارازو و همکاران (۲۰۰۹) نیز استفاده شد (۲۳). شایان ذکر است تغییرپذیری کم به معنای بالا رفتن قابلیت پیش‌بینی است، در حالی‌که تغییرپذیری زیاد لزوماً به معنای کم بودن پیش‌بینی‌پذیری سیستم نیست، بلکه شاید بتوان الگوهای منظمی از تغییرات را بر اساس اطلاعات گذشته استنباط کرد.

در این پژوهش شاخص‌های کمی تعریف شده برای هر دو مؤلفه پایداری تحویل آب (تغییرپذیری و پیش‌بینی‌پذیری) براساس نیاز آبی کرت‌های شالی‌زاری و اندازه‌گیری میزان حجم آب تحویلی به آبگیرهای مسیر یک کانال بتنی و یک کانال خاکی آبرسان در اراضی شالی‌زاری تجهیز و نوسازی‌شده اسماعیل‌کلای شهرستان جویبار استان مازندران در طول فصل آبیاری برنج سال ۲۰۱۵ (۱۳۹٤ شمسی)، محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت، تا نهایتاً میزان پایداری تحویل در شرایط موجود بهره‌برداری از سیستم توزیع، پس از اجرای طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالی‌زاری، تعیین شده و لزوم اقدامات اصلاحی احتمالی مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

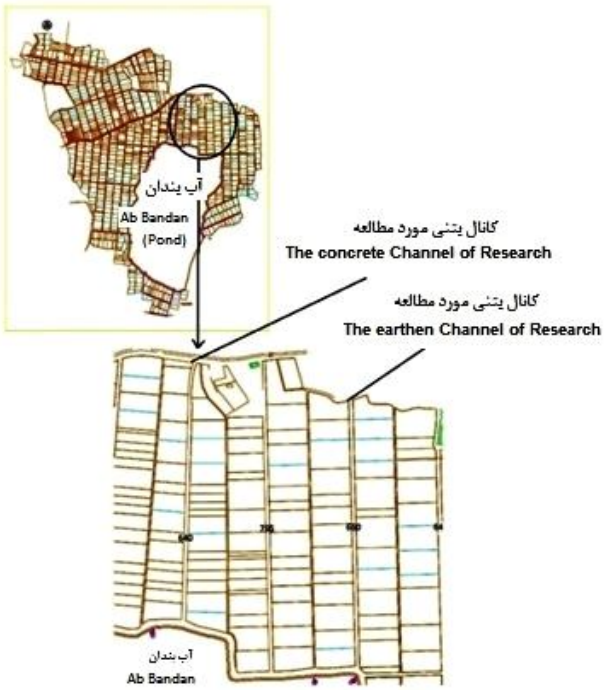
معرفی منطقه مورد مطالعه: برای ارزیابی پایداری تحویل آب در کانال‌های بین مزارع تجهیز و نوسازی‌شده، اراضی شالی‌زاری اسماعیل‌کلا جویبار مازندران انتخاب شد. این پروژه در سال ۱۱-۲۰۱۰ در سطح ٤٦۲ هکتار اجرا شد. پژوهش حاضر در ضلع شمال‌شرقی طرح و در نزدیک‌ترین فاصله با منبع تامین آب یعنی خروجی آب‌بندان ۱۵۳ هکتاری روستا انجام شد که نسبت به سایر مزارع عملاً با مشکل تامین و انتقال آب کم‌تری مواجه بودند. شکل ۳ اراضی روستا و محدوده پژوهش را پس از اجرای طرح تجهیز و نوسازی نشان می‌دهد.

با توجه به این‌که بخشی از کانال‌های آبیاری پروژه، پوشش بتنی شده، تحویل آب، هم از طریق کانال‌های خاکی و هم بتنی انجام می‌شود. یک کانال خاکی به طول ٤۷۵ متر و با ۱۰ آبگیر (که ۳ آبگیر انتهایی آن کلا در طول دوره کشت به‌دلیل نرسیدن آب و عدم تناسب رقوم کف کانال و کرت، امکان آبگیری از کانال نداشتند و به همین دلیل از پژوهش حذف شدند) و یک کانال بتنی به طول ٦۱۳ متر و با ۱۳ آبگیر مزرعه که خروجی کانال وارد کرت چهاردهم می‌شود، انتخاب شده و هر یک از کرت‌های تحت پوشش به‌ترتیب از محل ورودی کانال تا کرت انتهایی شماره‌گذاری شد. آبگیری کرت‌ها در کانال بتنی با لوله‌های PVC به قطر ۹۰ سانتی‌متر و طول تقریبی ۱/۵ متر انجام می‌شود. میزان آبگیری هر کرت حسب تجربیات شخصی توسط میراب‌های محلی کنترل می‌شود که بعضاً با مداخلات خود کشاورزان نیز همراه است. اما در کانال خاکی، برخی کرت‌ها با لوله و برخی دیگر از طریق ایجاد شکاف (بره) یا بازشدگی در پشته کانال، آبگیری می‌شوند. علاوه بر لوله‌های آبگیر، سازه احداثی قابل‌توجه دیگری که در مسیر انهار وجود دارد، لوله‌های سیمانی به طول ٤ تا ٦ متر و به قطر ٤۰۰ میلی‌متر است که به‌عنوان پل و جهت ایجاد ارتباط بین هر دو کرت مجاور و جاده دسترسی، در مسیر کانال قرار داده می‌شوند (شکل ٤).

1- Predictability

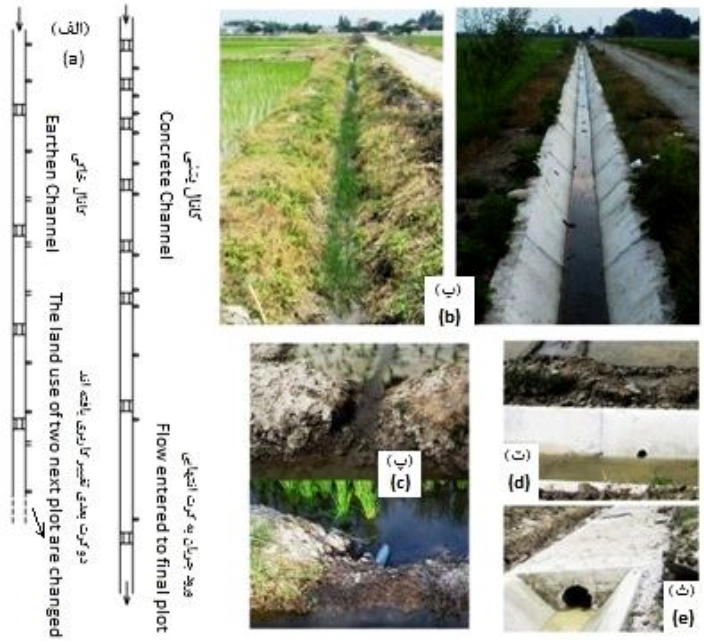
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- جانمایی کانال های مورد مطالعه در پروژه تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری اسماعیل‌کلا.

Figure 3. Location of Studied channels in Esmaelkola paddy fields renovation project.



شکل ٤- کانال‌های خاکی و بتنی مورد مطالعه: الف) طرح شماتیک کانال و محل پل‌ها و آبگیرها، ب) نمایی از کانال‌ها، پ) انواع آبگیرهای کانال خاکی، ت) لوله‌های آبگیر کانال بتنی و ث) پل ارتباطی کرت‌ها با جاده.

Figure 4. The studied earthen and concrete channels: a) A scheme of canals, bridges and intakes, b) A view of the canals, c) Intakes of the earth canal, d) Pipe intake concrete canals and e) bridge for access to the roads for plots.

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص‌های ارزیابی پایداری: شاخص‌های موردنظر برای ارزیابی پایداری تحویل آب در این پژوهش عبارتند از:

۱) کفایت و اعتمادپذیری تحویل بر مبنای روش مولدن و گیتس (۱۹۹۰) که روابط و استانداردهای آن‌ها عبارتند از:

$$MPA = \frac{1}{n}\sum_n (PA) \rightarrow \begin{cases} V_d > V_r \rightarrow PA = 1 \\ V_d \le V_r \rightarrow PA = \frac{V_d}{V_r} \end{cases} \quad (1)$$

$$MPD = \frac{1}{n}\sum_n CV_T\left(\frac{V_d}{V_r}\right) \quad (2)$$

که در آن‌ها، V_r مقدار آب مورد نیاز و V_d مقدار واقعی حجم آب تحویلی به هر آبگیر، n تعداد نقاط آبگیری، T تعداد گام‌های زمانی مناسب در یک دوره تحویل (در این پژوهش طول هر گام زمانی برابر با یک دهه است) و نهایتاً $CV_T\left(\frac{V_d}{V_r}\right)$ نیز ضریب تغییرات زمانی نسبت $\left(\frac{V_d}{V_r}\right)$ می‌باشد (۱٤).

جدول ۱- استانداردهای ارزیابی برای شاخص‌های کفایت و اعتمادپذیری تحویل آب (۱٤).

Table 1. The standards of performance indicators (Adequacy and Dependability) (14).

شاخص ارزیابی (Evaluation Criteria)	طبقه‌بندی عملکرد (Performance Classification)		
	خوب Good	متوسط Fair	ضعیف Poor
میانگین کفایت (Mean of Adequacy)	0.90-1.00	0.80-0.89	0.80<
اعتمادپذیری (Dependability)	0.00-0.10	0.11-0.25	0.25>

۲) به روشی مشابه آن‌چه در پژوهش ماکین و همکاران (۱۹۹۱) آمده است، اعتمادپذیری سیستم تحویل آب بر اساس قرار گرفتن در دامنه قابل اطمینان تحویل آب، در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۹۰ درصد ارزیابی می‌شود:

$$RI = P_2 - P_1 \quad (3)$$

(P_2) درصدی از زمان آبیاری که میزان آب تحویلی به‌ترتیب از ۱۰+، ۲۵+ و ۵۰+ درصد مقدار مورد نیاز بیش‌تر نباشد.

(P_1) درصدی از زمان آبیاری که میزان آب تحویلی به‌ترتیب از ۱۰-، ۲۵- و ۵۰- درصد مقدار مورد نیاز بیش‌تر نباشد (۱۲).

(علامت مثبت نشان‌دهنده مرز کران بالای دامنه قابل اطمینان تحویل آب و علامت منفی نشانه مرز کران پایین این مقدار است.)

۳) برای ارزیابی به‌هنگام بودن تحویل آب از رابطه‌های ٤ و ٥ استفاده می‌شود. رابطه ٤ توسط نویسندگان این پژوهش در راستای ارزیابی تطابق منحنی تحویل آب با شرایط مطلوب نیاز آبی ارائه گردید، اما رابطه ٥ به همراه شاخص یکنواختی که در رابطه ٦ آمده، برای ارزیابی میزان نرمال بودن منحنی تحویل آب و بر اساس الگوی ارزیابی پایداری رنو و ویمایر (۱۹۹۹) ارائه شده است:

$$TI_r = At_r 50 - Tt50 \quad (4)$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$TI_d = At_d 50 - Tt50 \quad (۵)$$

$$SI = \frac{At50 - At20}{At80 - At50} \quad (٦)$$

که در آن‌ها، $At_r 50$ زمان حقیقی رسیدن به ۵۰٪ از مقدار آب موردنیاز هر کرت، $Tt50$ زمان مطلوب رسیدن به ۵۰٪ مقدار آب مورد نیاز یا تحویلی هر کرت، $At20$، $At50$ و $At80$ به‌ترتیب زمان تحویل ۲۰٪، ۵۰٪ و ۸۰٪ درصد از کل حجم آب به هر کرت.

مقادیر کوچک‌تر از یک، افت جریان با گذر از نیمه اول به نیمه دوم دوره تحویل آب، مقادیر نزدیک به یک، یکنواختی زمانی تحویل آب و مقادیر بیش از یک نیز افزایش جریان در نیمه دوم فصل تحویل آب نسبت به نیمه اول را نشان می‌دهد.

مؤلفه دیگر، قابلیت پیش‌بینی جریان تحویلی است که برای محاسبه آن لازم است رابطه جریان تحویلی و پارامتر دیگری که همبستگی آماری با آن ممکن باشد، مانند؛ دهه‌های مشابه تحویل آب در سال‌های مختلف، نیاز آبی هر کرت و ... ارزیابی شود. در این پژوهش، با توجه به محدودیت داده‌ها، تحلیل پیش‌بینی‌پذیری بر اساس دهه‌های مشابه تحویل آب در سال‌های مختلف ممکن نیست. بنابراین جریان تحویلی در دوره $n+1$ (پنجم) از روند تغییرات مقدار تحویلی نسبت به موردنیاز در دوره‌های $1,...,n$ (دهه‌های اول تا چهارم) هر آبگیر برآورد شده $(V_d(P))$، متوسط خطای نسبی برآورد (e) از اختلاف آن با مقدار واقعی جریان تحویل شده $(V_d(A))$ بر اساس رابطه ۷ به‌دست آمده، سپس براساس مقدار خطا و ضریب همبستگی (r) پیش‌بینی‌پذیری تحویل آب ارزیابی می‌شود.

$$e = \frac{100}{n} \sum \frac{|V_d(P) - V_d(A)|}{V_d(A)} \quad (۷)$$

اندازه‌گیری دبی تحویلی: با توجه به تنوع شکل و شرایط آبگیری کرت‌ها، برای اندازه‌گیری روزانه مقدار جریان تحویلی به آبگیر هر کرت در فصل زراعی ۲۰۱۵ (۹٤-۹۳ شمسی) (از زمان نشا تا زمان خشک نمودن اراضی برای برداشت) تعدادی فلوم گلوبلند و قابل‌حمل[1] RBC بر اساس ابعاد ارائه شده از سوی کلمنس و همکاران (۱۹۸٤) ساخته شد. استفاده از این فلوم‌ها، سابقه گسترده‌ای در پژوهش‌های مرتبط با اندازه‌گیری جریانات کم در آبیاری و زهکشی دارد که از آن جمله می‌توان به اندازه‌گیری میدانی جریان در آبیاری نواری و مدیریت آبیاری در اراضی شالی‌زاری و ... اشاره کرد (۱۰ و ۲۲). پیش از آغاز مراحل اندازه‌گیری، منحنی کالیبراسیون فلوم‌ها، با قرار دادن در مسیر جریانات مشابه در کانال آزمایشگاهی مستطیلی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، به ابعاد ۱۱×۰/۷×۰/٦ متر استخراج شد (شکل ۵).

مقدار جریان تحویلی به هر یک از دو کانال خاکی و بتنی نیز با نصب و کالیبراسیون دو دستگاه پارشال فلوم ۲۳ سانتی‌متر، ساخت شرکت سیماب الکترونیک به طول و عرض ۱۹۵ و ۸۰ سانتی‌متر در محل ورودی کانال‌ها اندازه‌گیری شد (شکل ٦). براساس نتایج حاصل، میزان صحت اندازه‌گیری جریان ورودی آبگیرها $\left(\sum Q_i < Q_{in}\right)$ کنترل شد.

محاسبه دبی موردنیاز: مقدار نیاز آبی هر یک از کرت‌ها و کانال‌های آبیاری این پژوهش با رعایت الگوی کشت برنج، تقویم کشت و کار هر کرت و با فواصل زمانی ده روزه از آغاز مرحله نشای برنج تا زمان خشک نمودن اراضی برای برداشت، با استفاده از نرم‌افزار Cropwat 8.0 و براساس داده‌های هواشناسی

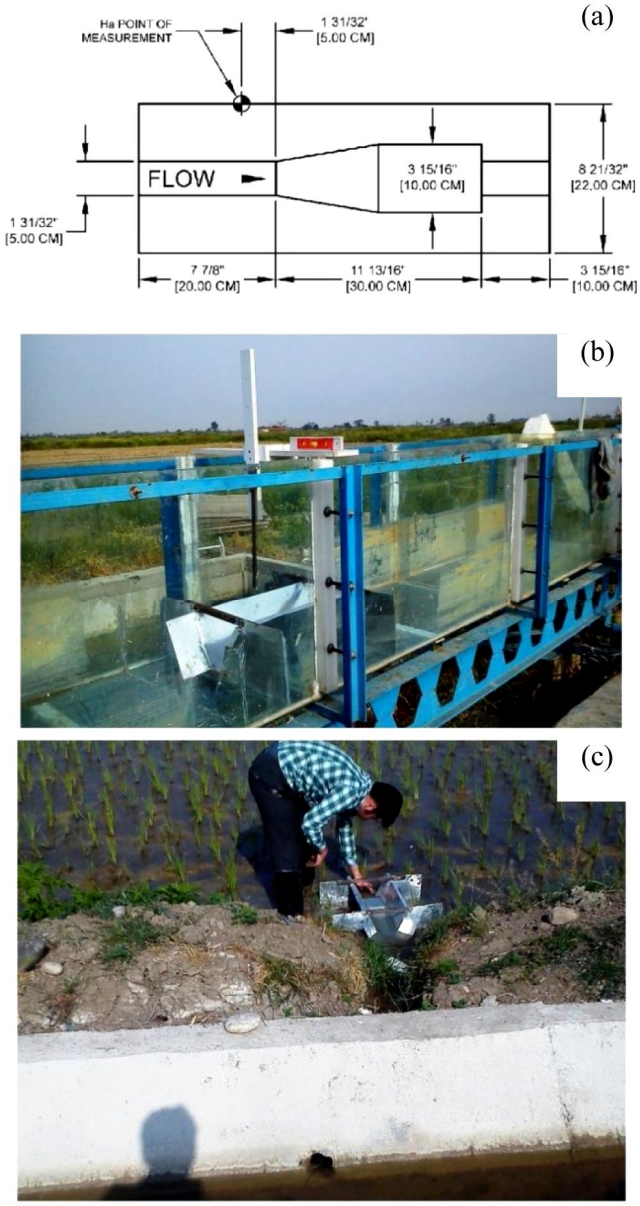
1- RBC (Replogle, Bos, Clemmens)

www.SID.ir

Archive of SID

ایستگاه ساری (نزدیک‌ترین ایستگاه) محاسبه شد. شایان ذکر است بر اساس نتایج پژوهش امیری‌لاریجانی و همکاران (۲۰۱۳) در زمین‌های شالی‌زاری دشت هراز استان مازندران، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین برآورد نیاز آبی مدل کراپوات و لایسیمتر وجود ندارد (۲).

مقدار بارش مؤثر با روش بارندگی قابل اطمینان به‌دست آمد و نهایتاً نیاز ناخالص آبیاری با درنظر گرفتن راندمان کاربرد آب ٦٥٪ برای کرت‌های تجهیز و نوسازی شده براساس پژوهش‌های جلالی و همکاران (۲۰۰۹) و باباپور و همکاران (۲۰۱۲) محاسبه گردید (٤ و ۱۱).



شکل ۵- فلوم RBC ۱۰۰ میلی‌متری: الف) طرح شماتیک و ابعاد فلوم، ب) کالیبراسیون فلوم و پ) اندازه‌گیری دبی در کانال بتنی.

Figure 5. RBC Flume (100mm): a) Scheme and Dimension, b) Flume Calibration and c) Water measurement in lined Channel.

www.SID.ir

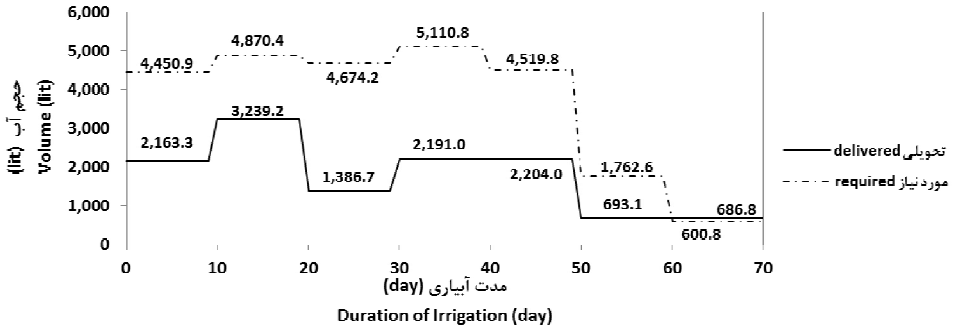
Archive of SID

شکل ٦- نصب پارشال فلوم در ورودی کانال‌های بتنی و خاکی.

Figure 6. Parshal Flume Installation in inlet of concrete and earthen channel.

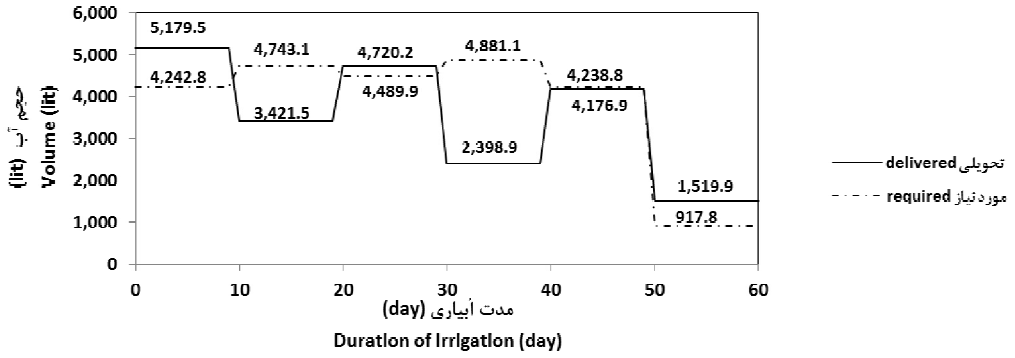
نتایج و بحث

در شکل‌های ۷ و ۸، مقدار آب تحویلی و مورد نیاز آبگیرهای کرت‌های تحت پوشش نشان داده شد و نسبت مقدار آب تحویلی به مورد نیاز $\left(\frac{V_d}{V_r}\right)$ برای هر کرت نیز در دهه‌های مختلف آبیاری در جدول‌های ۲ و ۳ آمده است. مقادیر شاخص تغییرپذیری (اعتمادپذیری) سیستم برای آبگیرها و هر یک از دو کانال خاکی و بتنی نیز با استفاده از رابطه‌های ۱ تا ٦ محاسبه گردیده و به‌ترتیب در جدول‌های ٤ و ٥ نشان داده شده است.



شکل ۷- مقدار آب تحویلی و مورد نیاز کانال خاکی.

Figure 7. The volume of delivered and required water in earthen channel.



شکل ۸- مقدار آب تحویلی و مورد نیاز کانال بتنی.

Figure 8. The volume of delivered and required water in concrete channel.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نسبت آب تحویلی به مورد نیاز در کانال خاکی.

Table 2. The ratio of delivered to the required water in the earthen channel.

شماره آبگیر (Intake No.)	شماره دهه (Decade No.)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1.66	2.58	0.90	1.90	2.08	1.17	3.64
2	1.41	1.57	0.60	0.90	1.06	1.51	0.64
3	0.18	0.68	0.82	0.67	0.70	1.54	
4	0.42	1.41	0.14	0.44	0.53	0.26	
5	1.01	0.37	0.39	0.44	0.21	0.00	0.49
6	0.20	0.29	0.10	0.05	0.14	0.21	0.00
7	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

جدول ۳- نسبت آب تحویلی به مورد نیاز در کانال بتنی.

Table 3. The ratio of delivered to the required water in the concrete channel.

شماره آبگیر (Intake No.)	شماره دهه (Decade No.)					
	1	2	3	4	5	6
1	1.03	1.30	4.47	1.19	0.87	
2	1.46	1.88	2.00	1.28	3.51	3.36
3	1.34	0.68	1.59	1.21	1.85	1.67
4	1.26	1.40	2.56	1.33	1.27	5.90
5	1.50	0.56	1.04	0.74	0.95	
6	1.22	1.32	2.14	1.17	1.48	0.22
7	0.61	0.55	0.54	0.43	0.71	3.96
8	2.19	1.39	1.37	0.68	0.55	0.46
9	0.68	0.65	0.38	0.31	0.54	0.00
10	1.06	0.52	0.28	0.00	1.10	0.00
11	0.93	0.75	0.44	0.00	1.84	1.22
12	1.61	0.07	0.42	0.00	0.50	
13	1.57	0.57	0.56	0.00	0.40	
14	2.87	0.26	0.00	0.00	0.48	

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- شاخص‌های تغییرپذیری سیستم در کانال خاکی.

Table 4. Variability indices of the system in the earthen canal.

شماره آبگیر (Intake No.)		MPA $\left(V_d/V_r\right)$	MPD (CV_T)	RI (P_2-P_1) 90%	RI (P_2-P_1) 75%	RI (P_2-P_1) 50%	TI_r $(At_r50-Tt50)$	TI_d $(At_d50-Tt50)$	SI $\left(\frac{At50-At20}{At80-At50}\right)$
1		0.99	0.28	0.14	0.29	0.29	-20	+1	1.05
2		0.88	0.32	0.43	0.43	0.86	-7	0.	1.00
3		0.68	0.52	0.00	0.17	0.84	+18	-2	0.70
4		0.47	0.78	0.00	0.00	0.33	+16	-15	0.14
5		0.42	0.74	0.14	0.14	0.29	+35>	-15	0.11
6		0.14	0.55	0.00	0.00	0.00	+35>	-18	0.33
7		0.09	2.24	0.00	0.00	0.17	+30>	-26	0.40
کانال Canal	Mean	0.53	0.78	0.12	0.15	0.40	+15 >	-11	0.53
	CV	0.60	0.80	1.33	1.05	0.77	1.30	-0.90	0.67

o سه کرت پایانی به‌دلیل این‌که در سرتاسر فصل آبیاری آبی از کانال دریافت نکردند از فرآیند تحلیل حذف شدند.

o The final three plots were excluded from the analysis process because throughout of the season did not receive irrigation water from channel.

جدول ٥- شاخص‌های تغییرپذیری سیستم در کانال بتنی.

Table 5. Variability indices of the system in the concrete canal.

شماره آبگیر (Intake No.)		MPA $\left(V_d/V_r\right)$	MPD (CV_T)	RI (P_2-P_1) 90%	RI (P_2-P_1) 75%	RI (P_2-P_1) 50%	TI_r $(At_r50-Tt50)$	TI_d $(At_d50-Tt50)$	SI $\left(\frac{At50-At20}{At80-At50}\right)$
1		0.97	0.76	0.17	0.50	0.67	-9	-5	1.85
2		1.00	0.39	0.00	0.00	0.33	-12	+3	1.14
3		0.95	0.28	0.00	0.17	0.50	-4	+1	1.12
4		1.00	0.72	0.00	0.28	0.57	-13	-1	0.65
5		0.85	0.33	0.34	0.50	0.84	-2	-5	1.00
6		0.87	0.45	0.00	0.34	0.67	-7	-4	0.80
7		0.64	1.12	0.00	0.00	0.67	+18	+2	1.23
8		0.78	0.55	0.00	0.00	0.84	-15	-13	0.67
9		0.43	0.55	0.00	0.00	0.50	+30>	-7	0.54
10		0.47	0.91	0.34	0.34	0.50	+19	-14	0.39
11		0.69	0.67	0.34	0.50	0.50	+17	-10	0.50
12		0.40	1.11	0.00	0.00	0.40	0.	-14	0.50
13		0.50	0.84	0.00	0.00	0.40	+3	-14	0.36
14		0.35	1.51	0.00	0.00	0.20	-15	-20	0.40
کانال Canal	Mean	0.71	0.73	0.09	0.19	0.54	+1	-7	0.80
	CV	0.33	0.46	1.65	1.10	0.33	19.75	-0.95	0.51

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج نشان می‌دهد؛ تقریباً در تمامی شاخص‌ها، به‌طور نسبی کانال بتنی از وضعیت بهتری نسبت به کانال خاکی برخوردار بود و این در حالی است که سه کرت انتهایی مسیر کانال خاکی به‌دلیل پایین‌تر قرار گرفتن تراز کف کانال نسبت به کرت در نتیجه لایروبی‌های فصلی، شرایط نامناسب بهره‌برداری و رویش گیاهان در بستر کانال، عملاً هیچ دریافتی از کانال نداشته و در صورت تأثیر نتایج آن‌ها در محاسبات پایداری، مسلماً نتایج مربوط به کانال خاکی با افت بیش‌تری نیز همراه بود. از این جهت نتایج کمی این پژوهش بیانگر مشاهدات میدانی پژوهش‌های یزدانی و همکاران (۲۰۰٤) و اسدی (۲۰۰۷) است.

نتایج محاسبه شاخص‌های مولدن و گیتس (۱۹۹۰) و مقایسه آن با استانداردهای جدول ۱ بیانگر مدیریت ضعیف تحویل آب در هر دو کانال است. در کانال خاکی، دو کرت اول از کفایت نسبتاً خوبی برخوردار بود. اما تنها، کرت دوم از نظر پایداری، نسبت به کرت‌های دیگرشرایط بهتری داشت. میانگین کفایت و ضریب تغییرات آن‌که خود معیاری از عدالت در توزیع آب است، نیز نشان می‌دهد؛ توزیع آب بین آبگیرهای تحت پوشش کانال عادلانه نیز نبوده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مانند آن‌چه در بررسی‌های تارین و همکاران (۲۰۱٦) نیز بدان اشاره شده است، کانال بتنی شرایط تحویل آب بهتری نسبت به کانال خاکی دارد، زیرا متوسط شاخص کفایت ۳٤ درصد بالاتر از کانال خاکی است و تحویل آب به کرت‌های انتهایی تحت پوشش آن نیز میسر است. اما تحویل بیش از اندازه در دهه‌های اول و آخر و کمبود آب در دهه‌های دوم و چهارم بر اساس شکل ۸ و نیز توزیع ناعادلانه آب بین کرت‌ها با توجه به تحویل بیش از نیاز به شش کرت اول و کمبود آب در کرت‌های انتهایی طبق جدول ۳، مجموعاً موجب گردیده متوسط شاخص اعتمادپذیری در این کانال نیز به سبب ضعف مدیریت تحویل، با طبقه خوب و حتی متوسط فاصله زیادی داشته باشد و تنها کرت‌ها سوم و پنجم، از اعتمادپذیری تحویل آب نسبتاً متوسطی برخوردار باشند.

ارزیابی بر مبنای قرار گرفتن مقدار آب تحویلی به هر کرت در دامنه قابل اطمینان نشان می‌دهد، تحویل آب در هیچ‌یک از دو کانال بتنی و خاکی، در سطوح ۷۵ و ۹۰ درصد، مطلوب نبود. تنها در سطح ۵۰ درصد، که اعتمادپذیری قابل اتکایی نیز محسوب نمی‌شود، کرت‌های دوم و سوم کانال خاکی و کرت‌های پنجم و هشتم کانال بتنی شرایط قابل‌اعتمادتری داشته‌اند. اما در همین سطح، قابلیت اعتماد در کانال خاکی، حدود ۷۰٪ کانال بتنی بوده و تغییرات این شاخص از ابتدا تا انتهایی کانال در کانال خاکی بیش از دو برابر کانال بتنی است.

نتایج بررسی به‌هنگام بودن و یکنواختی تحویل آب نشان می‌دهد؛ در کانال خاکی، تحویل آب توزیع زمانی مناسبی نداشت و تنها دو کرت اول، شکل منحنی تحویل آب قابل‌قبول و شاخص یکنواختی نزدیک به یک داشته‌اند. در دهه‌های نیمه دوم فصل آبیاری، سرتاسر کانال خاکی به‌جز همین دو کرت، با مشکل جدی تامین آب کافی مواجه بوده‌اند. چنان‌که کرت اول با توجه به دریافت آب بسیار بیش‌تر از نیاز محصول، ۲۰ روز زودتر از موعد به نیمه حجم آب مورد نیاز کرت رسید، در حالی‌که کرت‌های پنجم تا هفتم حتی تا پایان فصل آبیاری نتوانستند نیمی از نیاز آبی کرت را دریافت کنند. در شش کرت ابتدایی کانال بتنی، علی‌رغم این‌که جریان تحویلی، با توجه به

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار شاخص TI_r زودتر از موعد به نیمه مقدار مورد نیاز رسیده است، منحنی تحویل آب اغلب کرت‌ها، با نوساناتی، توزیع زمانی نسبتاً یکنواختی را نشان می‌دهد. اما از کرت هفتم به بعد، علی‌رغم این‌که کرت‌ها زودتر از موعد، نیمی از کل حجم آب تحویلی را دریافت نمودند و منحنی تحویل آب با گرایش به نیمه اول فصل آبیاری، یکنواخت نبود، مقدار جریان تحویلی در تمامی کرت‌ها در نیمه دوم فصل آبیاری به نیمه حجم مورد نیاز رسید. بنابراین نتایج نشان می‌دهد که بخش عمده جریان تحویلی، بدون توجه به نیاز ناخالص آبیاری، با توزیع زمانی غیریکنواخت، عمدتاً در نیمه اول فصل آبیاری و به شکلی ناعادلانه بین کرت‌های ابتدایی و انتهایی در اختیار کرت‌های تحت پوشش قرار گرفت. از سوی دیگر روند افزایشی اختلاف بین دو شاخص TI_d و TI_r در کرت‌های مسیر کانال بتنی نشان می‌دهد، تحویل آب مبتنی بر الگوی نیاز آبی نبوده و با فاصله گرفتن از کرت‌های ابتدایی این اختلاف بیش‌تر می‌شود و این مسأله خود نشانه‌ای دیگر بر ضعف در برنامه‌ریزی تحویل پایدار آب در کانال است.

نتایج محاسبه شاخص قابلیت پیش‌بینی جریان، در جدول‌های ٦ و ۷ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که رابطه همبستگی خطی بین جریان تحویلی و مورد نیاز در هر دو کانال، عمدتاً معکوس بود. به‌عبارتی دیگر، با افزایش نیاز آبی کرت، مقدار جریان تحویلی عمدتاً کاهش یافت که نشان‌دهنده ضعف توان پیش‌بینی جریان مورد نیاز در مدیریت تحویل آب سیستم است. شدت این رابطه عکس بین متغیرها در تحویل آب کانال بتنی به مراتب بیش‌تر بوده است. در بیش از ٦۰٪ از کرت‌های تحت پوشش کانال بتنی، ضریب همبستگی خطی بین نیاز آبی و جریان تحویلی، کم‌تر از ۰/۵ بوده و تنها ٤ کرت خطای پیش‌بینی کم‌تر از ۲۵٪ دارند که در این میان وسعت کرت، قرار داشتن کرت در نیمه ابتدایی کانال که مشکل تامین آب را به حداقل می‌رساند و مهارت خود کشاورز در حفظ سطح تحویل آب به اندازه نیاز مزرعه مجموعاً باعث شده در کرت پنجم بیش‌ترین همبستگی بین نیاز آبی و مقدار جریان تحویلی و بالاترین قابلیت پیش‌بینی جریان دیده شود. علی‌رغم این‌که در کرت‌های تحت پوشش کانال بتنی شاخص پیش‌بینی‌پذیری جریان پایین است، اما همبستگی کاملاً معکوس بین نیاز آبی و جریان تحویلی موجب گردیده، قابلیت پیش‌بینی جریان تحویلی به کانال فراهم باشد. با توجه به این‌که همبستگی جریان تحویلی و مورد نیاز در کانال خاکی مستقیم و کم‌تر از ۵۰ درصد است، می‌توان نتیجه گرفت تحویل آب در کانال و کرت‌ها، مبتنی بر نیاز نبوده و تنها کرت اول، از این حیث نسبت به بقیه شرایط بهتری داشت. مطابق نتایج محاسبه خطای نسبی برآورد، شرایط ناموفق تحویل آب کانال در دهه پایانی بر اساس نتایج دهه‌های قبلی قابل پیش‌بینی‌بوده و تنها کرت پنجم، پیش‌بینی‌پذیری نامطلوبی نیز داشته است. به‌نظر می‌رسد، بر مبنای این شاخص، جریان تحویلی به کانال، متناسب با برنامه و نیاز آبیاری اراضی، بین کرت‌ها توزیع‌نشده و تحویل آب در دهه بعدی، بر این مبنا یا قابل پیش‌بینی نیست و یا شرایط نامناسبی را از نظر تحویل آب پیش‌بینی می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- شاخص‌های قابلیت پیش‌بینی سیستم تحویل آب در کانال خاکی مورد مطالعه.

Table 6. Water delivery predictability indices in the earthen canal.

شماره آبگیر (Intake No.)	حجم مورد نیاز $(lit\,s^{-1})$ Required Volume $(lit\,s^{-1})$	حجم تحویلی $(lit\,s^{-1})$ Delivered Volume $(lit\,s^{-1})$	ضریب همبستگی (r) correlation coefficient	حجم تحویلی برآوردشده $(lit\,s^{-1})$ Estimated Delivered Volume $(lit\,s^{-1})$	خطای نسبی برآورد (e) Estimation Error
1	470.7	978.0	0.71	852.8	12.8
2	447.8	474.7	0.00	497.5	4.8
3	514.9	361.2	-0.41	291.2	19.4
4	471.8	250.6	-0.66	261.1	4.2
5	254.9	54.0	-0.60	136.7	153.1
6	614.7	85.5	-0.72	94.1	10.1
کانال (Canal)	4519.8	2204	0.30	2128.2	3.4

جدول ٧- شاخص‌های قابلیت پیش‌بینی سیستم تحویل آب در کانال بتنی مورد مطالعه.

Table 7. Water delivery predictability indices in the concrete canal.

شماره آبگیر (Intake No.)	حجم مورد نیاز $(lit\,s^{-1})$ Required Volume $(lit\,s^{-1})$	حجم تحویلی $(lit\,s^{-1})$ Delivered Volume $(lit\,s^{-1})$	ضریب همبستگی (r) correlation coefficient	حجم تحویلی برآوردشده $(lit\,s^{-1})$ Estimated Delivered Volume $(lit\,s^{-1})$	خطای نسبی برآورد (e) Estimation Error
1	272.5	238.0	-0.36	531.0	123.1
2	172.3	605.2	-0.02	283.7	53.1
3	258.9	479.1	-0.31	306.6	36.0
4	189.0	239.7	-0.17	307.0	28.1
5	454.0	430.3	-0.98	404.9	5.9
6	199.2	294.2	-0.19	288.1	2.1
7	721.5	515.8	0.20	383.6	25.6
8	208.3	113.6	-0.89	281.7	148.0
9	391.6	213.4	0.20	195.1	8.6
10	186.3	205.6	-0.61	78.4	61.9
11	217.5	400.9	-0.23	110.2	72.5
12	460.5	230.7	-0.86	216.6	6.1
13	404.5	161.1	-0.77	245.6	52.5
14	102.7	49.3	-0.40	77.1	56.5
کانال (Canal)	4238.8	4176.9	-0.97	3567.7	14.6

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، شاخص پایداری، به‌عنوان معیار اطمینان از این‌که آب زراعی در موعد مقرر، به مقدار مورد نیاز و برای مدت زمان مورد نیاز توزیع شده است، در سیستم تحویل آب (کانال‌های آبیاری خاکی و پوشش یافته) یک پروژه تجهیز و نوسازی اراضی شالی‌زاری ارزیابی شد.

در کانال خاکی، قسمت قابل‌توجهی از طول کانال در بخش عمده یا حتی کل فصل آبیاری در تحویل آب مشارکت نداشته و تنها کرت‌های اولیه آن هم در شرایط ناپایدار متکی به دریافت آب از کانال‌های آبیاری هستند. هر چند پوشش بتنی کانال‌های آبیاری، موجب ارتقای شاخص‌های کفایت و اعتمادپذیری جریان و برقراری امکان تحویل آب تا کرت‌های انتهایی تحت پوشش شد، ضعف مدیریت ساختار سنتی، تجربی و غیرتخصصی حاکم بر سیستم تحویل آب، به سبب عدم تحویل آب بر اساس مقدار مورد نیاز و تحویل بیش از حد کفایت در دهه‌های ابتدایی، عدم توجه به یکنواختی و به‌هنگام بودن توزیع آب در طول فصل آبیاری و توزیع ناعادلانه آب کانال بین کرت‌های ابتدایی و انتهایی، موجب شده شاخص‌های تغییرپذیری و پیش‌بینی‌پذیری در این کانال‌ها نیز با استانداردهای مورد انتظار فاصله داشته باشد.

بنابراین حسب نتایج به‌دست آمده پس از پوشش بتنی کانال‌های خاکی به‌عنوان ضرورت اساسی ارتقا پایداری تحویل آب، در نخستین گام، اصلاح وضعیت سازه‌های آبگیری سیستم باید در برنامه اجرایی قرار گیرد. بدین‌منظور از یک طرف با تغییر در اندازه لوله‌های آبگیر، مقدار جریان ورودی به هر کرت باید با نیاز ناخالص آبیاری آن متناسب گردد و از سوی دیگر، برای ایجاد فرصت توزیع عادلانه و پایدار آب بین کرت‌ها، ابزارها و روش‌های مناسب کنترل جریان در این کانال‌ها مطالعه و اجرا شود تا در صورت آبیاری هم‌زمان کرت‌ها در هر نوبت، شرایط توزیع عادلانه و پایدار جریان، به‌ویژه برای کرت‌های انتهایی که تحویل آب به آن‌ها با افت ارتفاع آب در کانال همراه است، فراهم گردد. در گام بعدی، پس از اصلاح ساختار فیزیکی سیستم کانال‌ها، باید بر اساس موجودی آب تامین شده، سوابق تغییرپذیری جریان و پیش‌بینی جریان در هر دهه آبیاری، برنامه تحویل آب کانال‌ها تعریف و در اختیار مدیریت تخصصی آبیاری طرح قرار گیرد.

نظر به این‌که سابقه چندانی در خصوص ارزیابی و بهینه‌سازی سیستم تحویل آب طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالی‌زاری وجود ندارد، در تکمیل نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود، با ادامه اندازه‌گیری داده‌های مورد نیاز در سال‌های آتی، شاخص پیش‌بینی‌پذیری نسبت به زمان نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. تکرار فرآیند این پژوهش در سایر پروژه‌های اجرا شده و در گستره وسیع‌تر به‌ویژه در اراضی که با مشکل تامین آب نیز مواجه هستند، و نیز استفاده از روش‌های شبیه‌سازی جهت یافتن راهکارهای مدیریتی و سازه‌ای ارتقا شاخص‌های تحویل از جمله پیشنهادات برای پژوهش‌های آتی است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Agide, Z., Haileslassie, A., Sally, H., Erkossa, T., Schmitter, P., Langan, S., and Hoekstra, D. 2016. Analysis of water delivery performance of smallholder irrigation schemes in Ethiopia: Diversity and lessons across schemes, typologies and reaches, LIVES Working Paper 15. Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute (ILRI), 17p.

2.Amiri Larijani, S., Gholami Sefidkohi, M.A., Ziatabar Ahmadi, M., and Jalali Kotenaii, N. 2013. Evaluation and comparison of CROPWAT and NETWAT models in the Estimating of water requirement of rice in Mazandaran province. 2th National Conference on sustainable development of agriculture and the healthy environment, Hamedan, September 12. (In Persian)

3.Asadi, R. 2007. Evaluation of irrigation and drainage canals in Paddy Fields Development and Renovation Project, Technical Report No: 744, Agricultural Research, Education & Extension organization. (In Persian)

4.Babapour Golafshani, M., Shahnazari, A., Ziatabar Ahmadi, M.Kh., and Aghajani, Gh. 2012. The Comparison of Water Balance Parameters in Traditional and Leveled Paddy Fields in Qaemshahr, Iran. J. Water Soil. 26: 4. 1010-1017. (In Persian)

5.Berkoff, D.J.W., and Mundial, B. 1990. Irrigation management on the Indo-Gangetic plain. World Bank, Pp: 7-8.

6.Bumbudsanpharoke, W., and Prajamwong, S. 2015. Performance Assessment for Irrigation Water Management: Case Study of the Great Chao Phraya Irrigation Scheme. Irrigation and Drainage. 64: 2. 205-214.

7.Clemmens, A.J., Bos, M.G., and Replogle, J.A. 1984. Portable RBC flumes for furrows and earthen channels. Transactions of the ASAE. 27: 4. 1016-1021.

8.Dai, X., Zhang, X., Han, Y., Huang, H., and Geng, X. 2016. Impact of agricultural water reallocation on crop yield and revenue: a case study in China. Water Policy, wp2016040:1-19.

9.De Todos, U.T. 2006. Modernization and the evolution of irrigation practices in the Rio Dulce Irrigation Project, Santiago Del Estro, Argentina. Ph.D. Thesis, Supervisor: Prieto, D., Wageningen University, 312p.

10.Gilfedder, M., Connell, L.D., and Mein, R.G. 2000. Border irrigation field experiment. I: Water balance. J. Irriga. Drain. Engin. 126: 2. 85-91.

11.Jalali Koutenaei, N., Tonekaboni, H., and Yousefian, H. 2009. A comparative study of the technical and social issues of irrigation and drainage networks in traditional and modern integrated paddy fields, 3rd Iranian Conference on Construction experiences of Hydraulic Structures and Irrigation and Drainage Networks (ICCHID), October 21-22: 67-73. (In Persian)

12.Makin, I.W., Goldsmith, H., and Skutsch, J.C. 1991. Ongoing performance assessment-a case study of Kraseio Project, Thailand. Irrigation and Drainage Systems. 5: 1. 31-42.

13.Management and planning organization. 2009. Design Criteria for Renovation & Mobilization of Rice Fields, First Volume – Generalities (No: 471-1), 36p. (In Persian)

14.Molden, D.J., and Gates, T.K. 1990. Performance measures for evaluation of irrigation-water-delivery systems. J. Irrig. Drain. Engin. 116: 6. 804-823.

15.Moumeni, B., Azimi, R., Masoudian, M., and Saedi, I. 2015. Field evaluation plan of problems of Paddy Fields Development and Renovation Project. 16th National Congress of rice. Agricultural Biotechnology and Genetics Research Institute of Tabarestan, Sari, February 16-17. (In Persian)

16.Plusquellec, H., Burt, C., and Wolter, H.W. 1994. Modern water control in irrigation: Concepts, issues and applications, World Bank technical paper; no. WTP 246., Irrigation and Drainage Series, USA: The World Bank, 110p.

17.Perry, C.J., and Narayanamurthy, S.G. 1998. Farmer response to rationed and uncertain irrigation supplies (Vol. 24). IWMI, 23p.

www.SID.ir

Archive of SID

18. Renault, D., and Vehmeyer, P.W. 1999. On reliability in irrigation service preliminary concepts and application. Irrigation and Drainage Systems, Kluwer Academic Publishers. 13: 1. 75-103.
19. Salahshoor Dalivand, F., Nazemi, A.H., and Yazdani, R. 2010. Improvement of water management in paddy fields. 12th National Conference of Irrigation and Drainage Committee, Tehran, Iran, Febrauary 25-26, Pp: 334-319. (In Persian)
20. Seckler, D., Sampath, R.K., and Raheja, S.K. 1988. An Index for Measuring the Performance of Irrigation Management Systems with an Application. JAWRA J. Amer. Water Resour. Assoc. 24: 855-860.
21. Tareen, S.K., Talpur, M.A., Mangrio, M.A., Nizamani, I.A., Suthar, V., Issani, M.A., and Solangi, M. 2016. Performance Evaluation of Some Lined Watercourses Off-taking from Mubarak Wah in District Tando Mohammad Khan, Pakistan. Science International. 28: 3. 2683-2690.
22. Thakur, A.K., Rath, S., Roychowdhury, S., and Uphoff, N. 2010. Comparative performance of rice with system of rice intensification (SRI) and conventional management using different plant spacing. J. Agron. Crop Sci. 196: 2. 146-159.
23. Urrestarazu, L.P., Díaz, J.R., Poyato, E.C., and Luque, R.L. 2009. Quality of service in irrigation distribution networks: case of Palos de la Frontera irrigation district (Spain). J. Irrig. Drain. Engin. 135: 6. 755-762.
24. Yaaghobi, M., and Yaaghobi, M. 2007. Useful experimental methods in the implementation of irrigation and drainage in paddy fields. 2th national conference of Experiences in irrigation networks and drainage construction, Karaj, October 23-25, Pp: 227-236. (In Persian)
25. Yazdani, M.R., Parsinejad, M., Razavipoor, T., Alizadeh, M.R., Nahvi, M., Sharifi, M.M., Rezaei, M., and Mollaei, M. 2004. Paddy Fields Development and Renovation Project. 1th Workshop on Design Fundamentals in Paddy Fields Development and Renovation Project. Guilan University. July 18. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(2), 2017
http://jwsc.gau.ac.ir

Study on reliability of water delivery system in paddy fields development and renovation project

***B. Moumeni[1], M. Masoudian[2], M.A. Gholami Sefidkohi[3] and A.R. Emadi[2]**

[1]Ph.D. Graduate of Water Structure, Dept. of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural, [2]Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 11/8/2016; Accepted: 05/20/2017

Abstract

Background and Objectives: Paddy Fields Development and Renovation Project changes infrastructures of the rice farm management and converts traditional plot the plot irrigation system to water delivery management, which provides access to irrigation canals and drainage for each paddy plot. Even though many years have passed from the start of implementation of the project in northern provinces and several researchers have pointed fundamental problems out in the water distribution system of the project, but most previous studies have qualitative basis and the analysis is mainly based on the satisfaction of farmers or empirical judgments of experts in different parts of the project and until now less quantitative analysis has been provided on the basis of key performance indicators such as reliability indicating that ensure the delivery of agricultural water on time, to the extent necessary and for the time required and criteria such as dependability, steadiness, timeliness and predictability of the delivery of water provided by the researchers for its evaluation. Such indicators can measure the effectiveness of the system and finally it possible to provide planning, redesign and implementation of the corrective operation.

Materials and Methods: In this study, reliability indices including the variability and predictability of water delivery system were calculated and compared for two concrete and earthen irrigation canals and the plots that are covered by them in renovated paddy fields of Esmaelkola village in Joybar city of Mazandaran province.

Results: The results of the quantitative indicators evaluation shows that although concrete lining of canal has made noticeable effect on the promotion of variability indicators in earthen channel, as Concrete channels have shown better results than earthen channel in the values of these parameters: Adequacy and dependability indices, respectively, 18 and 5 percent, fifty percent level of delivery reliability as 0.14, timeliness of water delivery as much as 4 days and delivery steadiness index as 0.27, but structural and managerial problems in intake and control system leading to inadequate and inequitable distribution of water between plots of lined channel according to the coefficient of variation 0.33 for adequacy and 0.46 for reliability and timely variations of water delivery to downstream plots show a major difference with defined standards considering steadiness lower than 0.5, timeliness index that was mostly more than 10 days and low amount of fifty percent level of delivery reliability. Both earthen and concrete channels linear correlation was mostly reversed between the delivered and required volume of water that indicates the lack of water delivery management based on demand. The inverse correlation coefficient between the variables of water delivery is -0.97 for concrete lined channel, so, it is correctly predicted improper management of water delivery in the final decades and in the earthen channel, the value of 0.30 shows there is no correlation between the volume of delivered and required water and consequently low predictability of the system.

Conclusion: Generally, even with the concrete canal lining, indicators of reliable water delivery are not favorable in comparison with standards of these criteria. On the one hand, traditional, experience-oriented and non-technical management system that governs water delivery in renovated farms has no appropriate scheduling for the use of supplied water during the planting season and on the other hand improving the existing system need to reform plots' intakes and flow control methods in the canal and complimentary water delivery schedule based on the irrigation demand.

Keywords: Evaluation, Predictability, Rice, Variability, Water distribution

* Corresponding Author; Email: babakmoumeni@pnu.ac.ir

www.SID.ir