Archive of SID

بررسی رفتار جریان غیرماندگار کانال‌های آبیاری در شرایط تغییرات نیاز و تعیین دستورالعمل مناسب بهره‌برداری (مطالعه موردی کانال E1R1 شبکه دز)[1]

محمد جواد منعم، علیرضا عمادی و حسام قدوسی[2]

تاریخ دریافت مقاله: ٨٣/٥/١٧ تاریخ پذیرش مقاله: ٨٤/٢/٣١

چکیده

وجود جریان‌های غیرماندگار در کانال‌های آبیاری باعث پیچیدگی در تحویل و توزیع آب، کاهش عملکرد هیدرولیکی، ناهماهنگی در عرضه و تقاضا، و در مجموع ایجاد چالش‌های جدی در مدیریت شبکه می‌شود. اجرای برنامه‌های تحویل و توزیع آب یکی از عوامل ایجادکنندهٔ جریان‌های غیرماندگار در کانال‌های آبیاری است. در این حالت، نیاز آبگیرها ممکن است تغییر کند که تأمین آن مستلزم تغییر دبی ورودی به کانال از بالادست، باز و بسته شدن دریچه‌های آبگیر، و تغییرات تنظیم ارتفاع سازه‌های آب‌بند است. بنابراین، باید دستورالعمل بهره‌برداری با توجه به رفتار هیدرولیکی جریان به گونه‌ای تعیین شود که اثرهای منفی آن بر تحویل و توزیع آب به حداقل برسد. در این تحقیق، با تحلیل جریان‌های غیرماندگار ایجاد شده در کانال آبیاری در اثر تغییرات نیاز آبگیرها، دستورالعمل بهره‌برداری کانال E1R1 از شبکه دز، واقع در شمال خوزستان با استفاده از مدل هیدرودینامیکی ICSS ارائه شده است. بدین منظور، هشت گزینه افزایش و کاهش دبی کانال تا ٢٠ درصد با توجه به باز یا بسته بودن سایر آبگیرها در نظر گرفته شد. با استفاده از مدل ICSS هر یک از گزینه‌ها شبیه‌سازی و با بررسی رفتار جریان و تعیین میزان مازاد یا کمبود تحویل آب به آبگیرها در برنامه تحویل ٦ ساعته دستورالعمل بهره‌برداری مناسب سازه‌ها تعیین شد. بیشترین مقدار کاهش حجم مازاد و کمبود تحویل در اثر عملیات بهره‌برداری تعیین شده به ترتیب برابر با ٣٩٦٢ و ٧١٦٣ مترمکعب به دست آمد. بنابراین با کاربرد دستورالعمل بهره‌برداری تعیین شده عملکرد کانال بهبود می‌یابد.

واژه‌های کلیدی

جریان‌های غیرماندگار، دستورالعمل بهره‌برداری، کانال‌های آبیاری

١- برگرفته از سمینار دکتری گروه سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

٢- به ترتیب استادیار گروه سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، آدرس: تهران، پل گیشا، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ص. پ. ٤٨٣٨-١٤١٥٥، تلفن: ٠٢١-٤٤١٩٦٥٢٢، پیام نگار: javadmonem@yahoo.com، دانشجویان دکتری گروه سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

سیستم‌های توزیع آب در بیشتر پروژه‌های آبیاری دنیا، از کانال‌ها و مجاری روباز تشکیل شده‌اند. سادگی ظاهری استفاده از مجاری روباز برای انتقال آب آبیاری موجب شده است که پیچیدگی واقعی فناوری آن نادیده گرفته شود. محدودیت منابع موجود برای احداث شبکه‌های جدید آبیاری در دنیا، پایین بودن عملکرد اغلب شبکه‌های آبیاری از حد انتظارات طرح، و صرف سرمایه‌های وسیع جهت ساخت و بهره‌برداری از آنها موجب توجه بیش از پیش به بهبود بهره‌برداری و افزایش بهره‌وری شبکه‌ها شده است. تنوع سازه‌های آبی، انواع سیستم‌های کنترل، و روش‌های مختلف بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری موجب پیچیدگی رفتار هیدرولیکی جریان در شبکه‌ها می‌شود به طوری که بدون استفاده از مدل‌های ریاضی، پیش‌بینی دقیق وضعیت جریان بسیار مشکل است [۱۳].

بدون شناخت کامل از منشاء، میزان تغییرات، زمان تغییرات، فرکانس، و محل وقوع جریان‌های غیرماندگار نمی‌توان راه حلی مناسب جهت کنترل و مدیریت این نوع جریان‌ها در شبکه‌ها ارائه کرد. به عنوان نمونه، با درک صحیح از چگونگی حرکت موج مثبت یا منفی در کانال می‌توان زمان بهره‌برداری مناسب را ارائه داد تا تلفات بهره‌برداری به حداقل برسد. مدیریت و کنترل جریان‌های غیرماندگار ایجاد شده در شبکه‌های آبیاری به صورت ارائهٔ دستورالعمل‌های تنظیم سازه‌ها متناسب با نوع، میزان، و منشاء جریان غیرماندگار ایجاد شده است. در این زمینه تاکنون تحقیقات مختلفی شده است. به عنوان نمونه، شورمانز و همکاران (Schuurmans *et al.*, 199) با استفاده از مدل هیدرودینامیک MODIS در کانال شاه‌عبدا... در اردن به ارائهٔ دستورالعمل‌های کنترل در شرایط ذخیره‌سازی شبانه در کانال پرداختند. منعم و شورمانز (Monem & Schuuarmans, 1992) با استفاده از مدل هیدرودینامیک MODIS عملکرد کانال اصلی کشتیا در بنگلادش را برای سه نوع برنامه تحویل آب ارزیابی کردند. کسب‌دوز و همکاران (Kasbdous *et al.*, 1998) نیز با استفاده از مدل هیدرودینامیکی ICSS در شبکهٔ آبیاری قوری‌چای، مناسب‌ترین گزینهٔ توزیع را از بین سه روش توزیع آب ارائه کردند. کوپر و همکاران (Kuper *et al.*, 1997) اثر قوانین مختلف بهره‌برداری را بر توزیع آب در شبکهٔ آبیاری ایندوس پاکستان با استفاده از مدل هیدرودینامیک SIC بررسی کردند. آکوز و همکاران (Akouz *et al.*, 1997) به منظور تنظیم دبی پایین‌دست و بازشدگی دریچه‌ها در سیستم کنترل بالادست، روش کنترلی بر اساس پیش‌بینی زمان تأخیر انتقال آب در کانال‌های آبیاری ارائه دادند. مالاتر و بومه (Malaterre & Baume, 1997) راندمان سیستم‌های مختلف کنترل در کانال‌های آبیاری فرانسه را که از روش‌های مختلف بهره‌برداری مانند دستی، نیمه اتوماتیک، و اتوماتیک استفاده می‌کردند مورد بررسی قرار دادند. از این تحقیق مشخص شد که با استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر بهره‌برداری از کانال‌های آبیاری می‌توان راندمان شبکه را به میزان قابل توجهی بهبود بخشید. میشرا و همکاران (Mishra *et al.*, 2001) با استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

از مدل *MIKE 11* عملکرد کانال اصلی کانگساباتی پروژه آبیاری بنگال غربی هندوستان را ارزیابی کردند. کلمانز و والین (Clemmens & Wahlin) سیستم‌های کنترل از پایین دست ساده بهینه را با استفاده از خطی سازی معادلات سنت و نانت ارائه کردند. در این روش، تنظیم کلیهٔ سازه‌های موجود در کانال با استفاده از تکنیک‌های بهینه‌سازی به دست می‌آید. در برخی از تحقیقات مورد اشاره، دستورالعمل بهره‌برداری و تنظیم سازه‌ها بر اساس نتایج شبیه‌سازی به دست نیامده است و در برخی دیگر، دستورالعمل ارائه شده برای عملیات بهره‌برداری دستی و کنترل از بالادست مناسب نیست. در این تحقیق در نظر است با استفاده از مدل هیدرودینامیک ICSS دستورالعمل مناسب بهره‌برداری از کانال E1R1 شبکهٔ آبیاری دز برای شرایط کنترل از بالادست و بهره‌برداری دستی در شرایطی تهیه شود که نیاز آبی آبگیرهای پایین‌دست افزایش یا کاهش می‌یابد.

مواد و روش‌ها

- معرفی مدل ICSS

مدل هیدرودینامیکی ICSS را در سال ۱۹۸۵ مانز تهیه کرد [۷]. این مدل قادر به شبیه‌سازی سیستم‌های انتقال و توزیع آب که دارای تغییرات زمانی جریان ورودی و خروجی هستند از لحاظ هیدرولیکی و هیدرولوژیکی است. این مدل همچنین قادر به شبیه‌سازی جریان‌های ماندگار و غیرماندگار در شبکه‌های آبیاری با انواع شکل مقطع کانال همراه با طیف قابل توجهی از سازه‌ها توأم با جریان‌های گسترده ورودی و خروجی است. این مدل یک هستهٔ مرکزی دارد که معادلات جریان‌های غیرماندگار را در شبکه‌های آبیاری حل می‌کند و شرایط مرزی و سازه‌های مختلف به صورت زیر برنامه‌هایی با آن تلفیق می‌شوند [۱۲].

جریان غیرماندگار با حل معادلات غیرماندگار متغیر تدریجی مجاری روباز معروف به معادلات سنت ونانت شبیه سازی شده است که محققان مختلف از جمله استرلکوف (Strelkoff, 1965) استخراج و بحث کرده‌اند. این معادلات عبارتند از:

$$\left(\frac{A}{B}\right)\frac{\partial V}{\partial x}+V\frac{\partial y}{\partial x}+\frac{\partial y}{\partial t}+\frac{V}{B}\left(A_x^y\right)-\frac{1}{B}(p-i)=0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t}+V\frac{\partial V}{\partial x}+\frac{\partial V}{\partial x}+g\left(S_f-S_0\right)+\frac{V}{A}(p-i)=0 \quad (2)$$

که در آن:

y عمق جریان، x فاصله در طول کانال، p جریان گستردهٔ ورودی، A سطح مقطع جریان، g شتاب ثقل، S_o شیب کف کانال، S_f شیب خط انرژی در رابطهٔ مانینگ، i جریان گستردهٔ خروجی، A_x^y تغییرات سطح مقطع جریان نسبت به x با فرض y ثابت، B عرض کانال در سطح فوقانی جریان، V سرعت جریان و t زمان است.

این معادلات با استفاده از روش تفاضل‌های محدود براساس سیستم چهار نقطه‌ای وزنی ارائه شده توسط آمین حل شده‌اند که دقت، همگرایی، پایداری، و صحت بالایی دارند [۲].

- معرفی کانال E1R1 شبکهٔ آبیاری دز

کانال E1R1 ذوزنقه‌ای با پوشش بتنی است. حداکثر ظرفیت کانال ۲/۴۷ مترمکعب برثانیه است

www.SID.ir

Archive of SID

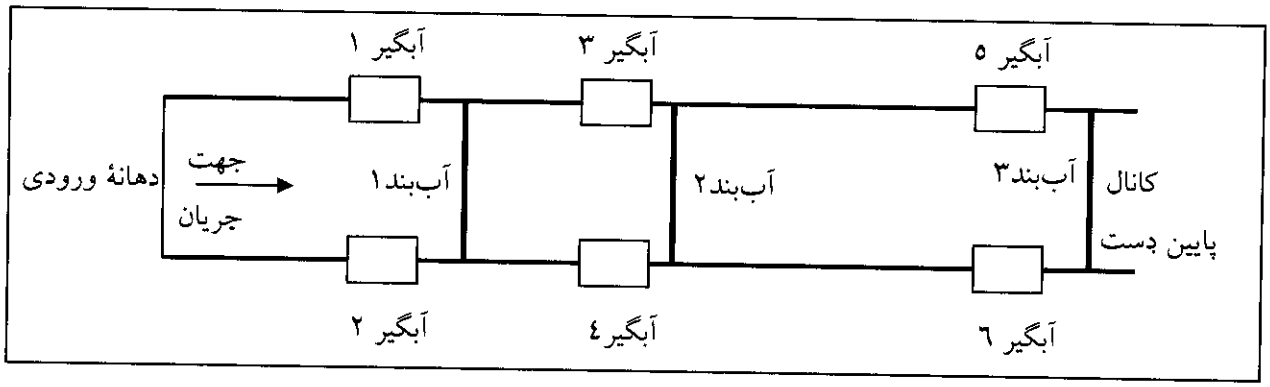
که از طریق هفت آبگیر ثقلی با دریچه‌های کشویی مستطیلی در مسیری به طول ۲۸۳۰/۵ متر آب کشاورزی اراضی پایین‌دست را تأمین می‌کند. شیب کانال در طول این مسیر متفاوت و حداقل ۰/۰۰۰۱۲ و حداکثر ۰/۰۰۱۲ است. عرض کف از ابتدای کانال تا فاصله ۱۰۰۳ متری معادل ۱/۵ متر و از این نقطه تا محل آخرین آبگیر در فاصله ۲۸۳۰/۵ متری معادل ۱ متر است. شیب جانبی کانال در تمامی طول مسیر (1V:1.5H) طراحی شده است. متوسط ضریب زبری مانینگ در طول مسیر ۰/۰۱۷ گزارش شده است. این کانال دارای ٦ سازه آبگیر، ۳ سازه آب‌بند، ۲ حوضچهٔ آرامش در پایین‌دست سازه‌های آب‌بند و یک سیفون است [۹]. تنظیم تراز سطح آب در کانال برای هر زوج آبگیر با یک سازه آب‌بند انجام می‌شود. جدول شمارهٔ ۱ مشخصات فیزیکی کانال و سازه‌های قابل تنظیم در کانال را نشان می‌دهد. در شکل شمارهٔ ۱ نیز نمای کلی کانال نشان داده شده است.

جدول شمارهٔ ۱- مشخصات کانال E1R1 از شبکهٔ آبیاری دز

بازه	کیلومتر	طول‌بازه (متر)	رقوم بالادست (متر)	رقوم پایین دست (متر)	شیب طولی	عرض کف (متر)	سازه بالا دست	سازه پایین دست
۱	۰-۱	۱۰۰۰/۰	۱۵۰/٤۷	۱۵۰/۳۲	۰/۰۰۰۱۵	۱/۵	ورودی با کنترل دبی	آبگیر روزنه‌ای۱
۲	۱-۱/۰۰۱	۱/۰	۱۵۰/۳۲	۱۵۰/۳۲	۰/۰۰۰۱۰	۱/۵	–	آبگیر روزنه‌ای۲
۳	۱/۰۰۱-۱/۰۰۳	۲/۰	۱۵۰/۳۲	۱۵۰/۳۲	۰/۰۰۰۱۰	۱/۵	–	سازه آب‌بند ۱
٤	۱/۰۰۳-۱/۰۰۷۵	٤/۵	۱٤۹/۸۲	۱٤۹/۸۱	۰/۰۰۰۲۱	۱	–	ادامه کانال
۵	۱/۰۰۷۵-۱/۲۷۷۵	۲۷۰/۰	۱۵۰/۳۲	۱۵۰/۰۳	۰/۰۰۱۱۷	۱	–	آبگیر روزنه‌ای۳
٦	۱/۲۷۷۵-۱/۲۷۸۵	۱/۰	۱۵۰/۰۳	۱۵۰/۰۲	۰/۰۰۱۰۰	۱	–	آبگیر روزنه‌ای٤
۷	۱/۲۷۸۵-۱/۲۸۰۵	۲/۰	۱۵۰/۰۲	۱۵۰/۰۰	۰/۰۰۱۰۰	۱	–	سازه آب‌بند ۲
۸	۱/۲۸۰۵-۱/۲۸۳۵	۳/۵	۱٤۹/۵	۱٤۹/٤۹	۰/۰۰۰۲۸	۱	–	ادامه کانال
۹	۱/۲۸۳۵-۲/۰۱۳	۷۲۹/۵	۱٤۹/۷	۱٤۸/۹۰	۰/۰۰۱۰۹	۱	–	ادامه کانال
۱۰	۲/۰۱۳-۲/۸۲۷	۸۱٤/۰	۱٤۸/۵۷	۱٤۸/٤۷	۰/۰۰۰۱۲	۱	–	آبگیر روزنه‌ای۵
۱۱	۲/۸۲۷-۲/۸۲۷	۱/۰	۱٤۸/٤۷	۱٤۸/٤۷	۰/۰۰۲۰۰	۱	–	آبگیر روزنه‌ای٦
۱۲	۲/۸۲۸-۲/۸۳۰	۲/۰	۱٤۸/٤۷	۱٤۸/٤۷	۰/۰۰۰۵۰	۱	–	سازه آب‌بند ۳

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شمارهٔ ۱- نمای کلی کانال E1R1 و سازه‌های وابسته

- تشریح گزینه‌های شبیه‌سازی

به منظور بررسی رفتار جریان در شرایط تغییر نیاز و تعیین دستورالعمل مناسب بهره‌برداری، گزینه‌های مختلفی از تغییرات نیاز کانال پایین‌دست و آبگیرهای کانال E1R1 در نظر گرفته شد و با استفاده از مدل هیدرودینامیک ICSS شبیه‌سازی آنها انجام گردید. گزینه‌های بررسی شده به طور کلی شامل افزایش و کاهش نیاز کانال پایین‌دست و آبگیرهای ۵ و ٦ به میزان ۲۰ درصد بوده است. این تغییرات نیاز همزمان با آبگیری یا عدم آبگیری آبگیرهای ۱ ، ۲ ، ۳ و ٤ در نظر گرفته شده است که در مجموع ۸ گزینهٔ مختلف را در بر می‌گیرد. دبی اولیهٔ کانال در شرایط افزایش ۱ متر مکعب در ثانیه و در شرایط کاهش ۱/۵ متر مکعب در ثانیه بوده است. در جدول شمارهٔ ۲ مشخصات گزینه‌های شبیه‌سازی به صورت خلاصه آمده است.

جدول شمارهٔ۲- مشخصات گزینه‌های شبیه‌سازی

گزینه	شرایط اولیه نیاز (متر مکعب در ثانیه)							شرایط ثانویه نیاز (متر مکعب در ثانیه)							
	کانال اصلی	کانال پایین	آبگیر ٦	آبگیر ۵	آبگیر ٤	آبگیر ۳	آبگیر ۲	آبگیر ۱	کانال اصلی	کانال پایین	آبگیر ٦	آبگیر ۵	آبگیر ٤	آبگیر ۳	آبگیر ۲	آبگیر ۱
۱	۱	۱	–	–	–	–	–	–	۱/۲	۱/۲	–	–	–	–	–	–
۲	۱/۵	۱/۵	–	–	–	–	–	–	۱/۲	۱/۲	–	–	–	–	–	–
۳	۱	۰/۸	۰/۱	۰/۱	–	–	–	–	۱/۲	۰/۸	۰/۲	۰/۲	–	–	–	–
٤	۱/۵	۱/۱	۰/۲	۰/۲	–	–	–	–	۱/۲	۱/۱	۰/۰۵	۰/۰۵	–	–	–	–
۵	۱	۰/٦	۰/۱	۰/۱	۰/۱	–	–	–	۱/۲	۰/٦	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	–	–
٦	۱/۵	۰/۷	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	–	–	۱/۲	۰/۷	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۲	۰/۲	–	–
۷	۱	۰/٤	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۱/۲	۰/٤	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۸	۱/۵	۰/۷	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۱/۲	۰/۷	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱

www.SID.ir

Archive of SID

گزینه‌های ۱ و ۲ صرفاً به منظور شبیه‌سازی جریان‌های غیرماندگار در حالت افزایش و کاهش نیاز کانال پایین دست در شرایطی در نظر گرفته شده است که آبگیرهای موجود در مسیر کانال بسته‌اند. در گزینه‌های ۳ تا ۸ برای تعیین دستورالعمل بهره‌برداری مناسب و زمانبندی اجرای عملیات در ابتدا افزایش یا کاهش جریان ورودی به کانال بدون آنکه هیچ‌گونه عملیات تنظیم سازه‌های آبگیر و آب‌بند اجرا شود در حالت تحویل ٦ ساعتهٔ آب شبیه‌سازی شد تا بتوان زمان حرکت امواج و احجام تلفات و کمبودها را بدون تأثیر تنظیم سازه‌ها در طول کانال تعیین کرد. سپس متناسب با نتایج به دست آمده در حالت اول عملیات مناسب تنظیم آب‌بندها و آبگیرها تعیین و این‌بار افزایش یا کاهش جریان ورودی به کانال همراه با عملیات تنظیم سازه‌ها شبیه‌سازی شد. بنابراین، هر یک از گزینه‌های ۳ تا ۸ در دو حالت فوق بررسی شده که در مجموع ١٤ حالت شبیه‌سازی شده است. به منظور سهولت تشریح نتایج گزینه‌های مختلف و حالت‌های موردنظر، ١٤ حالت به صورت جدول شمارهٔ ۳ کدگذاری شده‌اند.

جدول شمارهٔ ۳- کدگذاری حالت‌های مختلف

افزایش دبی								کاهش دبی							
گزینه ۱		گزینه ۳		گزینه ۵		گزینه ۷		گزینه ۲		گزینه ٤		گزینه ٦		گزینه ۸	
	N*	O**	N	O	N	O	N		N	O	N	O	N	O	N
۱	۳	٤	۷	۸	۱۱	۱۲		۲	۵	٦	۹	۱۰	۱۳	١٤	

* بدون عملیات بهره‌برداری (Non Operation)،

** با عملیات بهره‌برداری = (Operation)

- شاخص‌های ارزیابی عملکرد

به منظور تعیین عملکرد سیستم، از دو شاخص راندمان تحویل[1] و کفایت تحویل[2] استفاده شده است. راندمان تحویل، نسبت حجم آب مورد نیاز به حجم آب واقعی است و کفایت تحویل نسبت حجم آب واقعی به حجم آب مورد نیاز [۱۰]. مقدار ایده‌آل این شاخص‌ها برابر با ۱ است.

نتایج و بحث

جهت تهیهٔ دستورالعمل مناسب بهره‌برداری باید نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی جریان با مدل هیدرودینامیک تحلیل شود. در این تحقیق، یکی از عوامل مهم در تهیهٔ دستورالعمل بهره‌برداری تعیین دقیق زمان حرکت امواج از سراب کانال تا محل‌های بهره‌برداری یعنی آبگیرها است. بدین منظور، جهت تعیین زمان حرکت امواج مثبت و منفی ناشی از افزایش یا کاهش جریان به میزان ۲۰ درصد دو گزینه افزایش و کاهش نیاز کانال پایین دست (گزینه‌های ۱ و ۲) در نظر گرفته شده است. در جدول شمارهٔ ٤، زمان رسیدن امواج مثبت و منفی ایجاد شده در سراب کانال به هر یک از آب‌بندهای موجود در کانال ارائه شده است.

1- Operation Efficiency
2- Operation Adequacy

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ٤- زمان حرکت امواج مثبت و منفی ایجاد شده در کانال (ساعت)

سازه آب‌بند	گزینه ۱	گزینه ۲
۱	۰/۸۲	۰/۸۷
۲	۱/۲۰	۱/۳۵
۳	۲/۵۰	۲/۷

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول فوق مشخص می‌شود که سرعت حرکت امواج مثبت ایجاد شده در کانال بیشتر از امواج منفی است. به همین دلیل در هنگام کاهش نیاز کانال پایین دست، آبگیرهای موجود در کانال E1R1 مدت زمان بیشتری نسبت به حالت افزایشی تحت تأثیر امواج ایجاد شده قرار می‌گیرند که این باعث افزایش کمبود در این حالت است.

به منظور تهیهٔ دستورالعمل مناسب بهره‌برداری در هر یک از گزینه‌های ۳ تا ۸ مراحل زیر صورت گرفته است:

- ایجاد شرایط اولیهٔ آبگیری آبگیرهای مختلف در کانال با تنظیم ارتفاع سازه‌های آب‌بند و بازشدگی دریچه‌ها.
- افزایش یا کاهش دبی ورودی در سراب کانال به منظور تأمین تغییرات نیاز آبگیرهای ۵ و ٦ به میزان ۲۰ درصد.
- تعیین زمان حرکت امواج تولید شده در سراب کانال تا محل سازه‌ها و تعیین دبی و عمق در محل آنها بدون هرگونه تغییری در تنظیم سازه‌های موجود.
- افزایش یا کاهش دبی ورودی در سراب کانال و تنظیم سازه‌های آب‌بند و دریچه‌های آبگیر بر اساس زمان تعیین شده در مرحلهٔ قبل جهت تحویل دبی مورد نیاز.

مراحل فوق به منظور کاهش مازاد یا کمبود دبی تحویلی به آبگیرهای مختلف جهت افزایش راندمان و کفایت تحویل آب به آبگیرهای مختلف در کلیهٔ گزینه‌های بهره‌برداری از کانال اجرا شده‌اند. دستورالعمل بهره‌برداری از کانال E1R1 در گزینه‌های ۳تا ۸ در جدول شمارهٔ ۵ ارائه شده است.

به عنوان نمونه، مراحل شبیه‌سازی و تهیهٔ دستورالعمل بهره‌برداری در گزینهٔ ۵ به شرح زیر گزارش می‌شود:

شرایط اولیه در این گزینه ورود دبی ۱ متر مکعب در ثانیه در سراب کانال، بسته بودن آبگیرهای ۱و۲ و تحویل دبی ۰/۱ متر مکعب در ثانیه به آبگیرهای ۳، ٤، ۵ و ٦ است. جهت برقراری این شرایط، باید بازشدگی دریچه‌های آبگیر ۳، ٤، ۵ و ٦ به ترتیب برابر با ۰/۰٦٦، ۰/۲۳۳، ۰/۱۲۸ و ۰/۱۲۸ متر و ارتفاع سازه‌های آب‌بند ۲ و ۳ به ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۱ متر باشد. سپس در نظر است نیاز آبگیرهای ۵ و ٦ از ۰/۱ متر مکعب در ثانیه به ۰/۲ متر مکعب در ثانیه افزایش داده شود. به منظور تأمین این تغییرات، باید دبی ورودی به کانال از ۱ متر مکعب در ثانیه به ۱/۲ متر مکعب در ثانیه افزایش داده شود. نمودار تغییرات دبی در محل آب‌بندها در طول زمان در اثر افزایش جریان در سراب کانال در حالتی که هیچگونه عکس‌العمل بهره‌برداری صورت نگرفته است در شکل شمارهٔ ۲ نشان داده شده است.

www.SID.ir

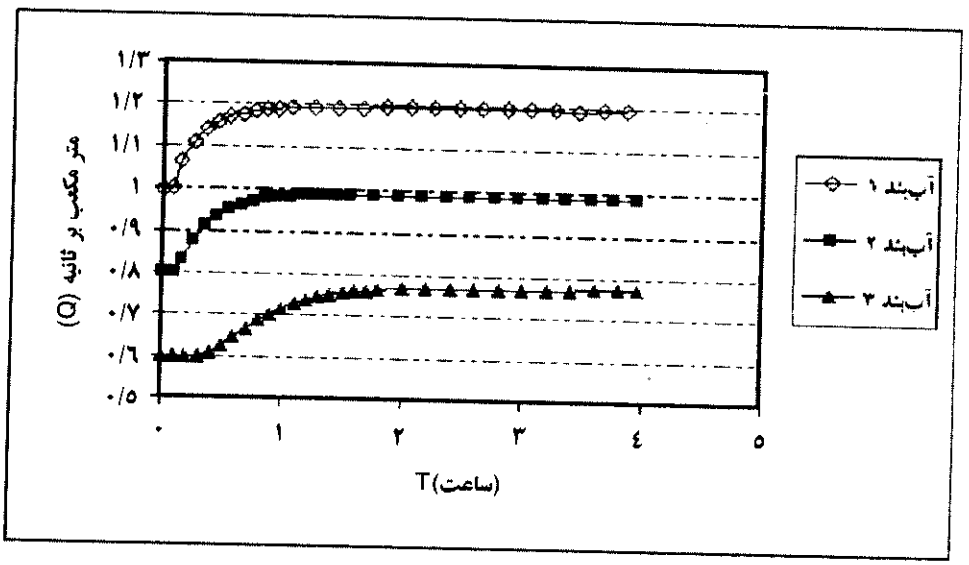
Archive of SID

جدول شمارهٔ ۵- دستور العمل تنظیم سازه‌ها در گزینه‌های شبیه‌سازی شده

زمان (ساعت)	ارتفاع آب‌بند۳ (متر)	بازشدگی دریچه آبگیر۵ (متر)	بازشدگی دریچه آبگیر٦ (متر)	ارتفاع آب‌بند ۲ (متر)	بازشدگی دریچه آبگیر۳ (متر)	بازشدگی دریچه آبگیر٤ (متر)	ارتفاع آب‌بند۱ (متر)	بازشدگی دریچه آبگیر۱ (متر)	بازشدگی دریچه آبگیر۲ (متر)	
۰	۰/۱	۰/۱۱۷	۰/۱۱۷							گزینه۳
۲	۰/۱	۰/۲٤٦	۰/۲٤٦							
۰	۰/۱	۰/۲۱۹	۰/۲۱۹							
۲/۲۵	۰/۱	۰/۰۵۲	۰/۰۵۲							گزینه ٤
۰	۰/۱	۰/۱۲۸	۰/۱۲۸	۰/۱۵	۰/۰٦٦	۰/۲۳۳				
۱	"	"	"	۰	۰/۰٦۳	۰/۲۱۷				گزینه ۵
۲/۲	۰/۱	۰/۲۸	۰/۲۸	"	"	"				
۰	۰/۲	۰/۲۳٦	۰/۲۳٦	۰/۳	۰/۱۲۱	۰/٤۷				
۱/۵	"	"	"	۰/٤٦	۰/۱۲۱	۰/٤۷				گزینه ٦
۲/۲۱	۰/۲	۰/۰۵۵	۰/۰۵۵	"	"	"				
۰	۰/۱۲	۰/۱٤٤	۰/۱٤۳	۰/۲	۰/۰۷۱	۰/۲۵۹	۰/۱۵	۰/۲۳۹	۰/۱٤	
۰/۷۵	"	"	"	"	"	"	۰	۰/۲۲۳	۰/۱۳۳	گزینه ۷
۱/۲	"	"	"	۰/۲	۰/۰٦۷	۰/۲۳٦	"	"	"	
۲	۰/۱۲	۰/۳۲٦	۰/۳۲٦	"	"	"	"	"	"	
۰	۰	۰/۲۹۷	۰/۲۹۷	"	۰/۰٦۱	۰/۲۰۸	"	"	۰/۱۲۲	
۰/۸۵	"	"	"	"	"	"	۰	۰/۲۲۱	۰/۱۳۲	گزینه ۸
۱/۱۵	"	"	"	۰	۰/۰٦۷	۰/۲۳۵	"	"	"	
۲/۳	۰	۰/۰٦۵	۰/۰٦۵	"	"	"	"	"	"	

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شمارهٔ ۲- نمودار تغییرات دبی نسبت به زمان در سازه‌های تنظیم ۲،۱ و۳ در گزینه ۷

مدت زمانی که لازم است تا اثر افزایش دبی به طور کامل از سراب کانال به آب‌بند ۲ برسد، یک ساعت است. با رسیدن آثار افزایش دبی به آب‌بند ۲، دبی آبگیرهای ۳ و ٤ به تدریج از ۰/۱ متر مکعب در ثانیه تجاوز کرده و نهایتاً برای هر یک به ترتیب به ۰/۱۰٦ متر مکعب در ثانیه و ۰/۱۰۷ متر مکعب در ثانیه رسیده است. کل‌های شمارهٔ ۳ و ٤ به ترتیب تغییرات دبی ورودی به آبگیرهای ۳ و ٤ را در اثر افزایش دبی کانال نشان می‌دهند.

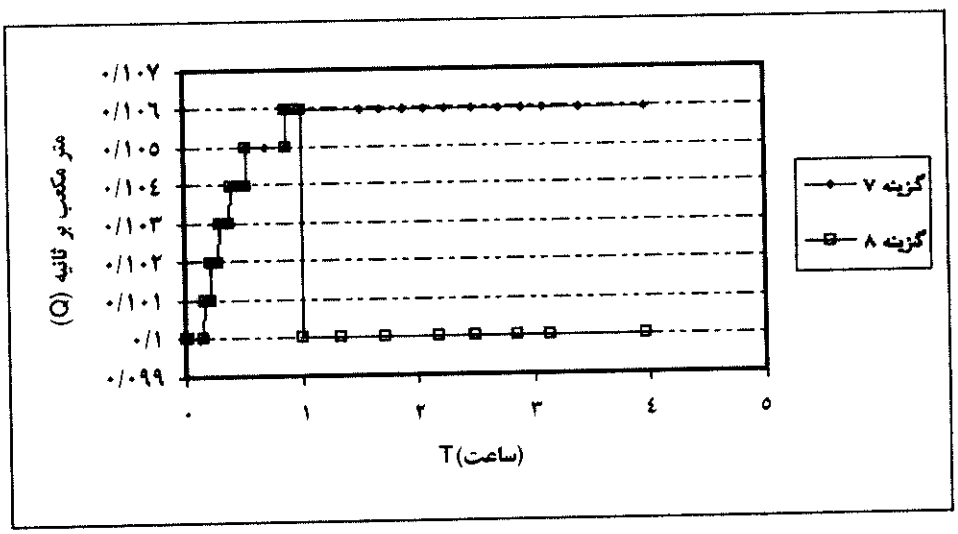
با توجه به هدف گزینهٔ ۵ که فقط افزایش دبی آبگیرهای ۵ و ٦ هر یک به میزان ۰/۱ متر مکعب در ثانیه، است، افزایش مشاهده شده در دبی تحویلی به آبگیرهای ۳ و ٤ ناخواسته است و باید کنترل شود. به منظور کنترل دبی تحویلی به آبگیرهای ۳ و ٤ پس از گذشت یک ساعت از افزایش دبی در سراب کانال میزان ارتفاع آب‌بند ۲، به اندازه ۰/۱۵ متر کاهش یافته است و بازشدگی دریچهٔ آبگیرهای ۳ و ٤ هر یک به ترتیب به میزان ۰/۰۰۳ و ۰/۰۱٦ متر کاهش داده شده است (جدول شمارهٔ ۵). بدین ترتیب دبی تحویلی به آبگیرهای ۳ و ٤ با اجرای این عملیات به مقدار مورد نیاز اولیه (۰/۱ متر مکعب در ثانیه) تثبیت شده است (شکل‌های شمارهٔ ۳ و ٤).

با رسیدن آثار کامل افزایش دبی به آب‌بند ۳، پس از گذشت ۲/۲ ساعت از افزایش دبی در سراب کانال، دبی آبگیرهای ۵ و ٦ نسبت به حالت اولیه افزایش می‌یابد ولی این افزایش به مقدار مورد نیاز ۰/۲ متر مکعب در ثانیه نیست. بلکه دبی این آبگیرها از ۰/۱ متر مکعب در ثانیه به ۰/۱۰۸ متر مکعب در ثانیه می‌رسد. برای تأمین آب مورد نیاز آبگیرهای ۵ و ٦، باید با تنظیم آبگیرها دبی مورد نیاز (۰/۲ متر مکعب در ثانیه) تحویل شود. برای این منظور پس

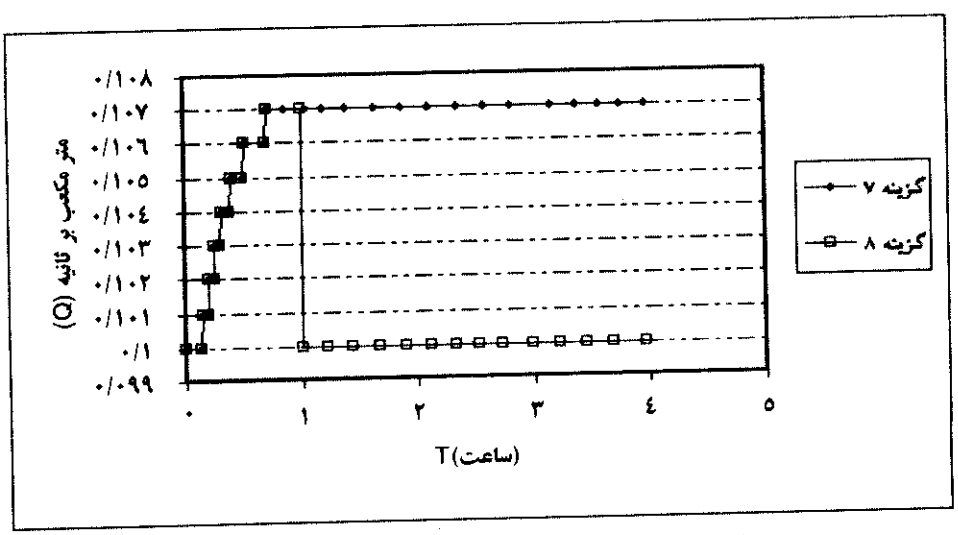
www.SID.ir

Archive of SID

از اجـرای عملیـات بهـره‌بـرداری در آب‌بنـد ۲ و آبگیرهـای ۳ و ٤ پـس از گذشـت ۲/۲ سـاعت از افزایش دبی در سراب کانال، بازشـدگی هـر یـک از دریچه‌های ۵ و ٦ به میزان ۰/۱۵۲ متـر افـزایش داده شده است. بدین ترتیب دبی افزایش یافته در سراب کانال بـه آبگیرهـای مـورد نظـر (آبگیرهـای ۵ و ٦) هدایت شده و دبی هر یک به میزان ۰/۱ متر مکعـب در ثانیه افزایش یافته اسـت. نمـودار تغییـرات دبـی تحویلی به آبگیرهای ۵ و ٦ در شکل شمارهٔ ۵ نشان داده شده است.



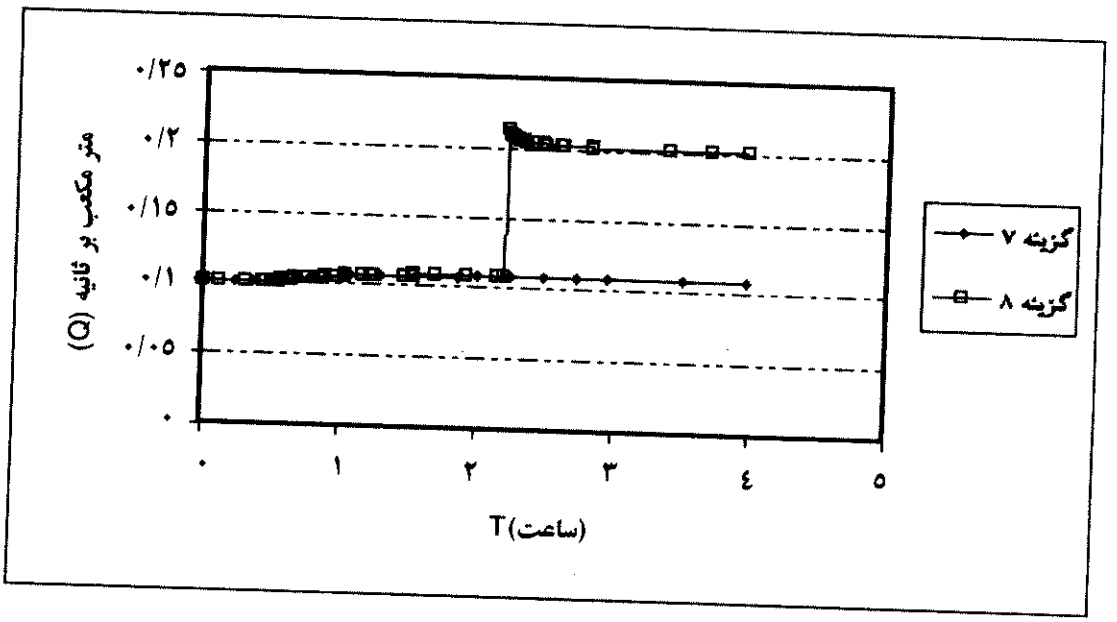
شکل شمارهٔ ۳- نمودار تغییرات دبی نسبت به زمان در آبگیر ۳ در گزینه‌های ۷ و ۸



شکل شمارهٔ ٤- نمودار تغییرات دبی نسبت به زمان در آبگیر ٤ در گزینه‌های ۷ و ۸

www.SID.ir

Archive of SID



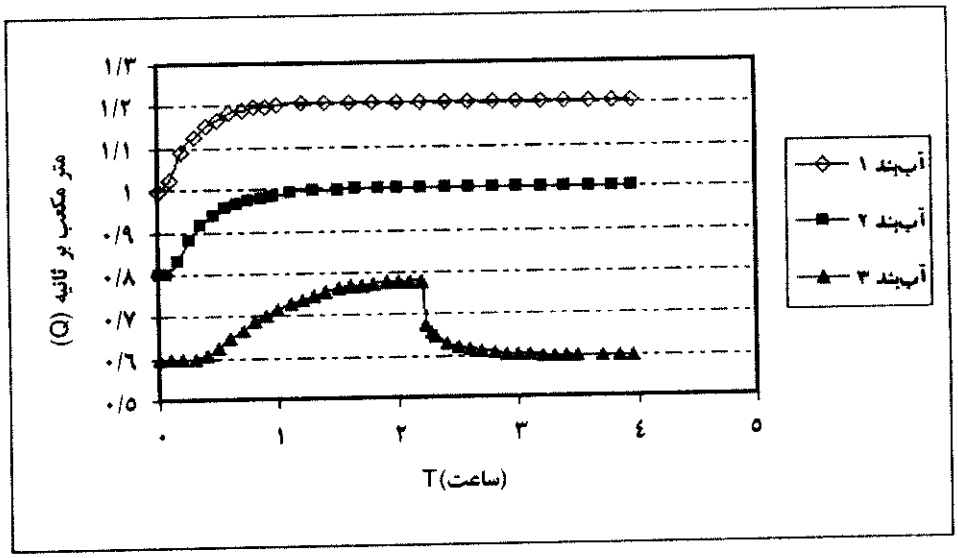
شکل شمارهٔ ٥- نمودار تغییرات دبی نسبت به زمان در آبگیرهای ٥ و ٦ در گزینه‌های ۷ و ۸

نمودار تغییرات دبی در محل آب‌بندها در طول زمان در حالتی که عملیات بهره‌برداری به دست آمده اجرا شده است نیز در شکل شمارهٔ ٦ نشان داده شده است. با مقایسهٔ شکل‌های شمارهٔ ۲ و ٦ مشاهده می‌شود که ۲۰ درصد افزایش دبی در سراب کانال در گزینهٔ ۷ عمدتاً به کانال پایین دست منتقل شده است در حالی‌که در گزینهٔ ۸ با اجرای عملیات بهره‌برداری مناسب افزایش دبی به آبگیرهای مورد نظر (٥ و ٦) هدایت شده و دبی کانال پایین دست به ۰/٦ متر مکعب در ثانیه اولیه رسیده است.

مقادیر راندمان و کفایت تحویل آب به آبگیرهای ٥ و ٦ و حجم تلفات یا کمبود بهره‌برداری در کل کانال برای گزینه‌های ۳ تا ١٤ در جدول شمارهٔ ٦ ارائه شده است. مقادیر راندمان و کفایت‌های تحویل نشان می‌دهد که هر چه تعداد آبگیرهایی که همزمان آبگیری می‌کنند بیشتر باشد عملکرد تحویل آب آبگیرهای ٥ و ٦ پایین‌تر است. حداکثر بهبود راندمان و کفایت تحویل آب به میزان ٥ درصد و مربوط به گزینه‌های ۷ و ۸ است. حجم تلفات و کمبود آب تحویلی برای کل کانال نشان می‌دهد که با اجرای عملیات بهره‌برداری تعیین شده میزان تلفات و کمبود آب کاهش یافته است. حداکثر کاهش تلفات آب به میزان ۳۹٦۲ مترمکعب برای گزینهٔ ٥ و حداکثر کاهش کمبود آب به میزان ۷۱٦۳ مترمکعب برای گزینهٔ ٦ بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شمارهٔ ٦- نمودار تغییرات دبی نسبت به زمان در سازه‌های تنظیم ١،٢ و٣ در گزینه ٨

نتیجه‌گیری

نتایج مهم به دست آمده در این تحقیق را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- با استفاده از مدل‌های هیدرودینامیک می‌توان دستورالعمل بهره‌برداری مناسبی را جهت کانال‌های آبیاری تعیین کرد. با اجرای عملیات بهره‌برداری تعیین شده، شاخص‌های راندمان و کفایت تحویل آب به آبگیرها بهبود می‌یابد.
- با اجرای عملیات بهره‌برداری تعیین شده، حجم تلفات آب در گزینه‌های افزایش دبی کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار کاهش به میزان ٣٩٦٢ متر مکعب مربوط به گزینهٔ ٥ (حالات ٧ و ٨) است. همچنین در گزینه‌های کاهش دبی با اجرای عملیات بهره‌برداری تعیین شده حجم کمبود آب کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار کاهش به میزان ٧١٦٣ متر مکعب مربوط به گزینهٔ ٦ (حالات ٩ و ١٠) است.
- بررسی انجام شده برای نشان دادن چگونگی به دست آوردن عملیات بهره‌برداری و تاثیر اجرای عملیات بهره‌برداری تعیین شده در کاهش حجم تلفات و کمبودها بوده است. بنابراین، برای سادگی کار از قسمتی از یک کانال با تعدادی آبگیر محدود در شبیه‌سازی استفاده شده است. حال اگر کل کانال و آبگیرها در نظر گرفته شود، کاهش حجم تلفات و کمبودها بیشتر می‌شود و بهبود راندمان ملموس‌تر است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ٦- مقادیر شاخص‌های تحویل در آبگیرهای ٥ و ٦ و احجام تلفات و کمبودهای بهره‌برداری

گزینه	حالت	راندمان تحویل در آبگیرهای ٥ و ٦	کفایت تحویل در آبگیرهای ٥ و ٦	حجم تلفات بهره‌برداری در کل کانال (متر مکعب)	حجم کمبود بهره‌برداری در کل کانال (متر مکعب)
۳	۳	۰/۹۳	۱	٤۱۳۸	-
	٤	۰/۹٥	۱	۸۲۷	-
٥	۷	۰/۹۲	۱	٤۸۹٥	-
	۸	۰/۹٤	۱	۹۳۳	-
۷	۱۱	۰/۹۰	۱	۳۸٦۱	-
	۱۲	۰/۹٥	۱	٦۱۳	-
٤	٥	۱	۰/۹۱	-	۷۳۸٦
	٦	۱	۰/۹٤	-	۱٥٤۰
٦	۹	۱	۰/۸۸	-	۸۸۹۰
	۱۰	۱	۰/۹۱	-	۱۷۲۷
۸	۱۳	۱	۰/۸٥	-	٦٥۱۰
	۱٤	۱	۰/۹۰	-	۱۱۸۳

مراجع

1- Akouz, K., Benhammou, A. and Malaterre, P. O. Predictive control of an irrigation channel. International workshop on regulation of irrigation canals. 22-24, April. 1997. Marrakech, 209-214.

2- Amein, M. 1968. An implicit method for numerical flood routing. J. of Water Res. Res. 4, 719-726.

3- Clemmens, A. J. and Wahlin, B. T. 2004. Simple optimal downstream feedback canal controllers: Theory. J. of irrig. and drain. Engi. 130, 26-34.

4- Kasbdooz, Sh., Monem, M. J. and Koochekzadeh, S. Using ICSS-POM Hydrodynamic Model to Determine the Optimal Water Distribution Option in Quri-Chay Irrigation Network. Proceeding of 9th Seminar of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. 21 Nov. 1999. 13-21. (In Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

5- Kuper, M., Litrico, X. and Habib, Z. Analyzing the impact of alternative operational rules on water distribution. International workshop on regulation of irrigation canals. 22-24 April, 1997. Marrakech. 171-181.

6- Malaterre, P. O. and Baume, J. P. Water saving in irrigation canals and rivers. International workshop on regulation of irrigation canals. 22-24 April. 1997. Marrakech. 100-119.

7- Manz, D. H. 1985. System analysis of irrigation conveyance system. ph. D. Thesis Civil Engineering. University of Alberta. Edmonton. Alberta. Canada.

8- Mishra, A., Anand, A., Singh, R. and Raghuwanshi, N. S. 2001. Hydraulic modeling of Kangsabati main canal for performance assessment. J. of Irrig. and Drain. Eng. 127, 27-34.

9- Mohseni Movahhed, A. and Monem M. J. 1992. Optimization of irrigation canals performance using SA method. Journal of Basic Sciences. Islamic Azad University. 44, 3565-3575.

10- Molden, D. J. and Gates, T. K. 1990. Performance measures for evaluation of irrigation water delivery systems. J. of Irrig. and Drain. Eng. 116, 804-822.

11- Monem, M. J. and Schuurmans, W. Performance of canal delivery strategies and control system. International seminar on the application of mathematical modelling for the improvement of irrigation canal operation. 26-29 Oct. 1992. Montpellier. France. 307-315. (In Farsi)

12-Monem, M. J. Introduction of a Simulation model on irrigation networks and optimization of their performance. Proceeding of 8th Seminar of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. 22-23 Oct. 1996. P 13-21. (In Farsi)

13-Monem, M. J. Evaluation of ICSS-POM mathematical model in of irrigation canals in practical situations. Proceeding of Second Iranian Hydraulic Conference. 16-18 Nov. 1999. 119-124. (In Farsi)

14- Monem, M. Evaluation of mathematical model (ICSS-POM) in real condition of irrigation canals. Proceeding of Second Iranian Hydraulic Conference. 16-18 Nov. 1999. 119-124. (In Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

14- Schuurmans, W., Brouwer, R. and Wonink, P. 1992. Identification of control system for canal with night storage. J. of Irrig. and Drain. Eng. 118, 360-369.

15- Strelkoff, T. 1969. One dimensional equation of open channel flow. J. of Hydraulics Div. 7, 861-876.

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation of Unsteady Flow in Irrigation Canals as a Response to Demand Variation in order to Provide Proper Operation Instructions

(Case Study: E1R1 Canal of Dez Irrigation Network)

M. J. Monem, A. Emadi and H. Ghodoosi

Unsteady flow in irrigation canals causes complexity in water delivery, hydraulic performance reduction, miss matching of supply and demand which are a serious challenge in irrigation canal management. One of the sources of unsteady flow in irrigation canals is implementation of delivery schedules. In this situation when the requirments of turnouts are changed, it is necessary to adjust upstream inflow, gate opening and control structures. Operation instructions should be determined according to the hydraulic behavior, hence its adverse affects on water delivery are minimized. In this research, the ICSS hydrodynamic model was used to analyze unsteady flow due to demand variation in E1R1 canal of Dez irrigation network, and appropriate operation instruction was determined accordingly. For this purpose eight scenarios of increase and decrease of canal discharge to 20% due to opening or closure of turnouts were taken in to account and simulated using ICSS model. Based on the behavior of unsteady flow in irrigation canal and detemination of extra and deficite values of 6 hours water delivery to turnouts, operation instructions and proper tuning for control structures and turnouts were determined. The maximum water saved and maximum shortage decraese due to proper operation instruction were about 3962 and 7163 cubic meter respectively. Therefore, with implementation of proper operation instruction, the performance of canal was improved.

Key words: Irrigation Canals, Operation Instruction, Unsteady Flows

www.SID.ir