

محاسبه عملکرد کانال، احجام تلفات و کمبود آب تحویلی به آبگیرهای آبیاری در گزینه‌های مختلف تحویل و توزیع آب

حسام قدوسی*^۱، زینب میرزایی^۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۶

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۲- دانشجوی دوره کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Ghodousi_he@Yahoo.com

چکیده

در شبکه‌های آبیاری معمولاً میزان آب تحویلی به اراضی پایین‌دست هر دریچه با نیاز واقعی آن تطبیق نداشته و در بعضی موارد به مقدار قابل توجهی از آن بیشتر و در بعضی موارد نیز به مراتب کمتر است. این عدم تناسب و بی‌عدالتی در تحویل و توزیع آب نه تنها موجب کاهش عملکرد محصول و نارضایتی زارعینی که کمتر از نیاز خود آب دریافت کرده اند می‌گردد، بلکه برای مزارعی که آب بیش از حد دریافت داشته‌اند نیز ممکن است موجب کاهش محصول در اثر آبیاری بیش از حد گردد. در این تحقیق با استفاده از مدل هیدرودینامیک *RootCanal* که یکی از مدل‌های شبیه‌سازی هیدرولیکی کانال‌های آبیاری می‌باشد به شبیه‌سازی چند گزینه تحویل و توزیع آب در کانال *EIRI* شبکه آبیاری دز پرداخته شده است. سپس با استفاده از نتایج شبیه‌سازی جریان به محاسبه شاخص‌های ارزیابی عملکرد کانال پرداخته شد و احجام تلفات آب تعیین گردید. همچنین دستورالعمل‌های مناسب بهره‌برداری تعیین، اجراء و پس از کاربرد آنها دوباره عملکرد کانال و احجام تلفات و کمبود محاسبه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد در کلیه گزینه‌ها، افزایش تعداد عملیات بهره‌برداری موجب بهبود شاخص‌های عملکرد آبگیرها و کل کانال گردیده و از بین گزینه‌های مختلف شبیه‌سازی شده، بیشینه بهبود عملکرد ۴۹ درصد می‌باشد که مربوط به آبگیر ۶ در سناریو ۲ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تلفات تحویل، بازده تحویل، شبکه آبیاری دز، عملکرد کانال، مدل *RootCanal*

Calculation of Channel Performance, Water Losses and Water Delivery Shortage in Irrigation Intakes for Different Water Delivery and Distribution Options

H Ghodousi^{*1}, Z Mirzae²

Received: 2016.3.30

Accepted: 2017.06.06

1-Assist. Prof., Water Eng. Dept., Faculty of Agric., Univ. of Zanjan, Iran

2-M.Sc. Student, Water Eng. Dept., Faculty of Agric., Univ. of Zanjan, Iran

*Corresponding Author, Email: Ghodousi_he@Yahoo.com

Abstract

Usually, the amount of water that is delivered to the downstream of a gate in irrigation network does not match with the actual need and in some cases it is significantly higher than the need and sometimes it is far less. This imbalance in delivery and distribution of water not only reduces the product performance and farmer's satisfactions, but also for those farms that have received too much water may cause yield reduction due to excessive irrigation. In this study, using Rootcanal hydrodynamic model that is one of the irrigation channel hydraulic simulation models, several options for water delivery and distribution in E1R1 canal of Dez irrigation network are simulated. Then using the simulation results, the performance index and volume of water losses are calculated. Also appropriate operation guidelines are determined and accomplished, then after implementation of them the canal performance and volume of losses are recalculated. The results show that in all scenarios, increasing the number of operations, improves the performance indices of intakes and canal and among the various simulated options, the maximum performance improvement is 49% which belongs to the intake 6 in Scenario number 2.

Keywords: Canal performance, Delivery efficiency, Delivery losses, Dez Irrigation Network, RootCanal model

مقدمه

در انجام محاسبات خود روبرو بوده است که در نهایت طرح یا با سرمایه‌گذاری‌های بزرگ غیرضروری و یا با کمبود آب مواجه گردیده است (صادقی عطار و همکاران ۱۳۷۹). بهره‌برداری از تأسیسات موجود در شبکه موجب ایجاد و گسترش جریان غیرماندگار در طول کانال و سازه‌های وابسته می‌شود که دارای تبعات منفی مختلفی از جمله تغییر دبی تحویلی به آبگیرها می‌باشد. این آثار یکی از عوامل اصلی پایین بودن عملکرد شبکه‌های آبیاری و کاهش بهره‌وری آب می‌باشد. از جمله عواقب ناکارآمدی شبکه‌های آبیاری می‌توان به تحویل و توزیع نامناسب آب در سطح اراضی کشاورزی اشاره نمود. بدین ترتیب، میزان آب تحویلی به اراضی پایین

افزایش مصرف آب به دلیل رشد جمعیت از یکسو و افزایش تقاضای آب از سوی دیگر، کاهش روزافزون سرانه آب کشور را موجب شده است. در این میان تأمین آب مورد نیاز بخش کشاورزی از مهمترین وظایف بخش آب محسوب می‌شود (احتشامی و همکاران ۱۳۷۹). کانال‌های آبیاری در کشور یکی از مهمترین تأسیسات توزیع و تحویل آب می‌باشند که هم‌اکنون خود در تلفات آب نیز نقش بسزایی دارند. در برنامه‌ریزی و طراحی شبکه‌های آبیاری انتخاب بازده انتقال و توزیع آب معمولاً بصورت حدسی و با استفاده از توصیه‌های ارائه شده در مراجع صورت می‌گیرد لذا طراح با فرض غیرمطمئن

کارآیی مدل‌های *RootCanal* و *ICSS* در دو کانال درجه یک و دو شبکه آبیاری قوریچای پرداختند و با مقایسه پارامترهای عمق و دبی محاسبه شده و اندازه‌گیری شده نشان دادند که کارآیی مدل *RootCanal* در شبیه‌سازی جریان کانال‌های آبیاری به مراتب بهتر از مدل *ICSS* می‌باشد. منتظر و پاشازاده (۱۳۹۰) نیز با استفاده از مدل *CANALMAN* به ارزیابی عملکرد توزیع آب در کانال اصلی غرب شبکه آبیاری دز در شرایط مختلف بهره برداری و دوگزینه بهره‌برداری شب خاموشی آبیگرهای مزارع پرداختند. اوسال و همکاران (2010) عملکرد بیست و نه سازمان آبیاری در آنتالیای ترکیه را مورد ارزیابی قرار دادند. ایشان برای ارزیابی بهره‌وری شبکه آبیاری از شاخص‌های کفایت، راندمان، پایداری و رضایت‌مندی تولید استفاده نمودند. نتایج نشان داد آب توزیع شده در سطح شبکه‌های آبیاری مورد بررسی به‌طور متوسط ۲/۶ برابر آب مورد نیاز گیاهان می‌باشد. عملکرد شبکه‌های آبیاری مورد بررسی، ضعیف تا متوسط ارزیابی شد. بنابراین مدرن سازی سیستم توزیع آب و استفاده از آبیاری قطره‌ای برای افزایش عملکرد پیشنهاد شد. زوارت و لکرت (2010) نیز عملکرد آبیاری یک طرح بزرگ از مزارع برنج در کشور مالی را با استفاده از فن آوری سنجش از دور مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد برتری عمده استفاده از سنجش از دور تعداد داده‌های مشتق شده از آن است که بیش از داده‌های اندازه‌گیری شده می‌باشد. قبادیان و همکاران (۲۰۱۴) نیز یک مدل کامپیوتری برای شبیه‌سازی جریان ماندگار و غیرماندگار در شبکه‌های آبیاری تهیه نمودند که بعد از صحت‌سنجی، با استفاده از آن کانال MC شبکه دربند کرمانشاه را شبیه‌سازی نمودند. ایشان با فرض کاهش دبی ورودی به کانال به بررسی و مقایسه عملکرد آبیگرهای ساده، نیرپیک یک و دو ماسکه پرداختند. نتایج نشان داد که آبیگر ساده حساس‌تر از آبیگر نیرپیک بوده و تلفات حجم جریان عبوری آن بیشتر است. در تحقیق دیگری هونام و همکاران (۲۰۱۶) به ارزیابی عملکرد کانال‌های آبیاری در کره جنوبی با استفاده از شاخص‌های ارزیابی عملکرد

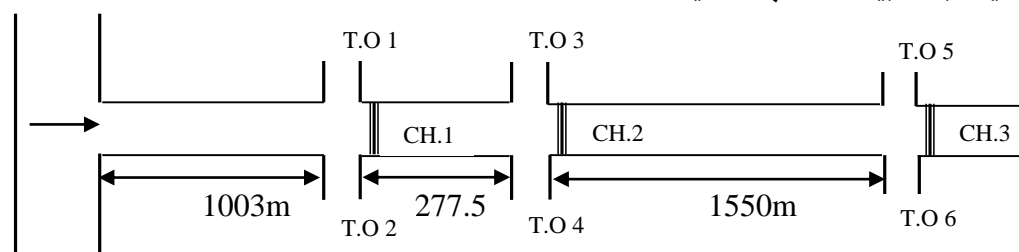
دست هر دریچه با نیاز واقعی آن تطبیق نداشته و در بعضی موارد به مقدار قابل توجهی از آن بیشتر و در بعضی موارد نیز به مراتب کمتر است. این عدم تناسب و بی‌عدالتی در تحویل و توزیع آب نه تنها موجب کاهش عملکرد محصول و نارضایتی زارعینی که کمتر از نیاز خود آب دریافت کرده‌اند می‌گردد، بلکه برای مزارعی که آب بیش از حد دریافت داشته‌اند نیز ممکن است موجب کاهش محصول در اثر آبیاری بیش از حد گردد. تحویل و توزیع نامناسب آب علاوه بر مشکلات فوق، موجب افزایش تلفات آب در سطح شبکه و خسارات ناشی از آن نظیر ماندابی شدن اراضی پایین‌دست و نهایتاً سبب کاهش بهره‌وری آب کشاورزی خواهد شد. بنابراین یکی از اساسی‌ترین راهکارها برای ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی، تعیین و اجرای روش‌های بهره‌برداری بهینه در شبکه‌های آبیاری می‌باشد. تلفات آب در طول دوره زراعی به اندازه‌ای است که حتی با کاهش درصدی از این تلفات می‌توان به فکر بهبود الگوی کشت و توسعه سطح زیر کشت شبکه بود. به دلیل غیرماندگار بودن جریان در طول شبکه کانال‌ها و همچنین تغییرات مکانی ناشی از انحراف جریان به آبیگرهای جانبی، معادلات حاکم بر این جریان‌ها بسیار پیچیده می‌باشد. لذا برای حل معادلات حاکم نیاز به مدل‌های ریاضی توسعه یافته ضروری می‌باشد. در این زمینه تاکنون مدل‌های هیدرودینامیکی مختلفی توسعه یافته است که از آن جمله می‌توان به مدل‌های *DUFLOW*، *SIC*، *CANALMAN*، *MODIS*، *ICSS*، *CARIMA*، *USM*، *MIKE-11*، *HEC-RAS*، *SOBEK* و *ROOTCANAL* اشاره نمود. در زمینه ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه‌های آبیاری تاکنون تحقیقات مختلفی انجام شده است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌گردد. زمستانی و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از مدل *CANALMAN* به شبیه‌سازی جریان غیرماندگار در کانال شبکه آبیاری دشت تبریز پرداختند. ایشان برای این منظور ۱۰ گزینه بهره‌برداری برای افزایش دبی ورودی به کانال در نظر گرفتند و برای تحویل ۱۰ ساعته آب، عملکرد کانال را مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که گزینه دهم با کمترین مقدار خطا بهترین گزینه تحویل آب می‌باشد. قدوسی و داداشی (۱۳۹۵) به مقایسه

تحويل و توزيع آب در کانال‌های آبیاری پرداخته شده است. سپس با استفاده از نتایج شبیه‌سازی جریان به محاسبه شاخص‌های ارزیابی عملکرد کانال پرداخته شد و احجام تلفات آب تعیین گردید. همچنین دستورالعمل‌های مناسب بهره‌برداری تعیین، اجراء و پس از کاربرد آنها دوباره عملکرد کانال و احجام تلفات محاسبه و مقایسه گردیده است.

مواد و روش‌ها

معرفی کانال و شبکه مورد مطالعه

شبکه آبیاری دز یکی از بزرگترین شبکه‌های آبیاری کشور است که در شمال خوزستان واقع شده است. سطح زیرکشت خالص آن حدود ۹۳ هزار هکتار می‌باشد. شبکه آبیاری دز دارای سه کانال اصلی سیلی، غرب و شرق است که در این تحقیق از کانال *EIRI* که یکی از انشعابات کانال اصلی شرقی (*EI*) می‌باشد به منظور شبیه‌سازی استفاده شده است. در شکل ۱ شمای کلی کانال *EIRI* و سازه‌های وابسته نشان داده شده است. طول این کانال ۲۸۳۰/۵ متر بوده و دارای ۳ سازه آب‌بند از نوع سرریز مستطیلی و ۶ سازه آبگیرکشویی مستطیلی می‌باشد. شیب کانال در سه قسمت مختلف متفاوت می‌باشد. سطح مقطع کانال در تمام طول مسیر نوزنقه‌ای با شیب جانبی $z=1.5$ بوده و ظرفیت حداکثر آن در ابتدای کانال $2/47 m^3 s^{-1}$ می‌باشد (محسنی موحد و منعم ۱۳۸۱).



شکل ۱- شمای کلی کانال *EIRI* و سازه‌های وابسته.

T.O. آبگیر

CH آب بند

پرداختند. ایشان بیان نمودند که برای افزایش عملکرد کانال‌های آبیاری بایستی میزان دبی مورد نیاز آبگیرها با مقدار دبی واقعی تحویلی به آنها هر چه بیشتر به هم نزدیک شوند که برای این منظور باید مقادیر دبی تحویلی و دبی مورد نیاز هر آبگیر به دقت اندازه‌گیری، محاسبه و مقایسه شوند. در این تحقیق برای سنجش دبی از عمق سنج‌های اتوماتیک در ابتدا و انتهای کانال‌ها استفاده شد و شاخص‌های ارزیابی عملکرد تعیین گردید و در نهایت راه‌کارهای مدیریتی برای بهبود عملکرد کانال‌ها ارائه شد. خو و شواننبرگ (۲۰۱۷) نیز مدل کنترل پیش‌بینی همزمان و یکپارچه را در یک کانال آبیاری ارائه نمودند. این مدل بر اساس روش حل موج پخشیدگی ضمنی توسعه یافت که توانایی کنترل در سیستم کانال‌های آبیاری را از نظر کمی و کیفی داراست و بر اساس نتایج پیش‌بینی‌ها دستور کنترل بهینه را در محدوده مورد مطالعه ارائه می‌نماید. مدل کنترلی توسعه یافته در کانال‌هایی مورد استفاده قرار گرفت که نتایج نشان از عملکرد بالای محاسباتی آن داشت. بررسی پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که مدل‌های هیدرودینامیک توسعه یافته ابزار مناسبی برای شبیه‌سازی هیدرولیک جریان در شرایط مختلف بهره‌برداری از کانال‌های آبیاری می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از مدل هیدرودینامیک *RootCanal* که یکی از مدل‌های شبیه‌سازی هیدرولیکی کانال‌های آبیاری می‌باشد و برخلاف بسیاری از مدل‌های قبل از ابتدا در محیط ویندوز ارائه گردیده به شبیه‌سازی چند گزینه

معرفی مدل هیدرودینامیک *RootCanal*

مدل *RootCanal* که آخرین ویرایش آن در سال ۲۰۰۸ میلادی در دانشگاه یوتا توسعه یافت به منظور شبیه‌سازی جریان یک بعدی ماندگار و غیرماندگار در

شبکه‌های آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از این مدل می‌توان عملکرد هیدرولیکی شبکه‌های آبیاری را در شرایط مختلف بهره‌برداری تعیین نمود. این مدل به منظور شبیه‌سازی کانال‌های روباز با انواع سطح مقطع

منظم و نامنظم و انواع سازه‌های کنترل و تنظیم جریان نظیر دریچه‌ها، سرریزها، پمپ‌ها و ... استفاده می‌شود. در مدل امکان شبیه‌سازی کانال با شیب بستر متفاوت در بازه‌های مختلف وجود دارد. به منظور کاربرد مناسب این مدل آگاهی از علم هیدرولیک و بهره‌برداری از کانال‌ها ضروری است. هنگام اجرای مدل ابتدا شبیه‌سازی جریان در حالت ماندگار از پایین‌دست به بالادست به منظور تعیین شرایط اولیه کانال و مشخص شدن مقادیر عمق و سرعت در گره‌های محاسباتی انجام می‌گیرد. پس از آن همزمان با ورود جریان از بالادست و معرفی زمان انجام شبیه‌سازی، محاسبات جریان غیرماندگار از بالادست به پایین‌دست بر اساس حل معادلات پیوستگی و مومنت معروف به معادلات سنت‌ونانت انجام می‌پذیرد. در مدل *RootCanal* امکان حل معادلات با سه روش حذفی گوس، گوس جردن و تجزیه به بردارهای *LU* وجود دارد که استفاده کننده بر اساس سیستم و زمان شبیه‌سازی می‌تواند یکی از این روش‌ها را انتخاب کند.

معرفی روش تحقیق

با توجه به افزایش یا کاهش نیاز کانال پایین‌دست و آبیگرهای کانال در شبکه‌های آبیاری، دبی ورودی به کانال با زمان متغیر می‌باشد. این تغییر سبب ایجاد و انتشار امواج مثبت و منفی در کانال می‌شود. در حالتی که دبی ورودی به کانال نسبت به شرایط قبلی افزایش داده شود موج مثبت در کانال ایجاد و منتشر می‌شود و در حالتی که دبی ورودی به کانال کاهش داده شود موج منفی ایجاد می‌گردد. در این تحقیق به منظور بررسی رفتار جریان در شرایط تغییرات نیاز و تعیین احجام تلفات و شاخص‌های بهره‌برداری در دو حالت اجرا و عدم اجرای عملیات بهره‌برداری سناریوهای مختلفی از تغییرات نیاز کانال پایین‌دست و آبیگرهای کانال *EIRI* از

شبکه آبیاری دز تعریف و با استفاده از مدل هیدرودینامیکی *RootCanal* شبیه‌سازی شد. سناریوهای بررسی شده به طور کلی افزایش و کاهش نیاز کانال پایین‌دست به مقدار $0.25 m^3 s^{-1}$ نسبت به دبی ورودی می‌باشد. در سناریوهای افزایشی دبی ورودی به کانال در حالت اولیه $1 m^3 s^{-1}$ می‌باشد که در حالت ثانویه به $1.25 m^3 s^{-1}$ افزایش می‌یابد و در سناریوهای کاهش‌دهنده دبی ورودی به کانال در حالت اولیه $1.5 m^3 s^{-1}$ بوده که در حالت ثانویه به $1.25 m^3 s^{-1}$ کاهش می‌یابد. با توجه به تغییرات فوق در بالادست کانال و همچنین با توجه به آبیگری یا عدم آبیگری آبیگرهای کانال، جمعاً ۸ سناریو شبیه‌سازی در نظر گرفته شد که جزئیات آن در جدول ۱ ارائه شده است. سناریوهای ۱ تا ۴ افزایش نیاز کانال پایین‌دست و سناریوهای ۵ تا ۸ کاهش نیاز کانال پایین‌دست می‌باشد که در ادامه به معرفی آنها پرداخته شده است. لازم به ذکر است قبل از اقدام به شبیه‌سازی با مدل هیدرودینامیک، باید ضرایب موجود در مدل که شامل ضریب زبری مانینگ کانال و ضریب دبی دریچه‌های آبیگر می‌باشند به نحو مناسبی که با واقعیت نیز تطابق داشته باشد، انتخاب گردند. بدین منظور ضرایب فوق از نتایج تحقیقات محسنی موحد و منعم (۱۳۸۱) که در آن به واسنجی این ضرایب در کانال مورد مطالعه پرداختند، استخراج گردید. در این تحقیق سناریوهای ۱ و ۵ به ترتیب افزایش و کاهش نیاز کانال پایین‌دست در شرایط بسته بودن کلیه آبیگرها می‌باشند. سناریوهای ۲، ۳ و ۴ افزایش نیاز آبیگرهای ۵ و ۶ در شرایط آبیگری یا عدم آبیگری آبیگرهای ۱، ۲، ۳ و ۴ می‌باشند. و سناریوهای ۶، ۷ و ۸ نیز کاهش نیاز آبیگرهای ۵ و ۶ در شرایط آبیگری یا عدم آبیگری آبیگرهای ۱، ۲، ۳ و ۴ می‌باشند.

جدول ۱- مشخصات سناریوهای شبیه‌سازی.

نیاز در حالت ثانویه (m^3s^{-1})								نیاز در حالت اولیه (m^3s^{-1})								
سناریو	سرآب کانال	کانال پایین دست	آبگیر ۱	آبگیر ۲	آبگیر ۳	آبگیر ۴	آبگیر ۵	آبگیر ۶	سرآب کانال	کانال پایین دست	آبگیر ۱	آبگیر ۲	آبگیر ۳	آبگیر ۴	آبگیر ۵	آبگیر ۶
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

همان‌طور که از جدول ۱ مشاهده می‌شود در سناریو ۱، در حالت اولیه دبی در سرآب کانال برابر $1 m^3 s^{-1}$ بوده و چون همه آبگیرهای کانال بسته می‌باشند لذا دبی منتقل شده به انتهای کانال نیز برابر $1 m^3 s^{-1}$ می‌باشد. در حالت ثانویه همچنان کلیه آبگیرها بسته بوده و نیاز کانال پایین‌دست به مقدار $0.25 m^3 s^{-1}$ افزایش یافته و موجب ورود دبی $1.25 m^3 s^{-1}$ در سرآب کانال می‌شود که باعث ایجاد و انتشار موج مثبت در کانال می‌گردد. اما در سناریو ۲، در حالت اولیه نیاز آبگیرهای ۵ و ۶ برابر $0.1 m^3 s^{-1}$ بوده و دبی ورودی به کانال برابر $1 m^3 s^{-1}$ می‌باشد، لذا پس از تأمین نیاز آبگیرهای ۵ و ۶ دبی منتقل شده به انتهای کانال برابر $0.8 m^3 s^{-1}$ می‌شود. در حالت ثانویه این سناریو، آبگیرهای ۵ و ۶ به ترتیب با $0.1 m^3 s^{-1}$ و $0.15 m^3 s^{-1}$ افزایش نیاز مواجه شده‌اند و مقدار نیاز آنها به ترتیب به $0.25 m^3 s^{-1}$ و $0.2 m^3 s^{-1}$ رسیده است. لذا دبی ورودی در ابتدای کانال نیز با $0.25 m^3 s^{-1}$ افزایش به $1.25 m^3 s^{-1}$ رسیده و موجب ایجاد و انتشار موج مثبت در کانال گردیده است. در این حالت نیز پس از تأمین نیاز آبگیرهای ۵ و ۶ نیاز کانال پایین‌دست که برابر $1 m^3 s^{-1}$ است تأمین می‌گردد. در سناریو ۳، در حالت اولیه نیاز آبگیرهای ۵ و ۶ برابر $0.1 m^3 s^{-1}$ بوده و دبی ورودی به کانال برابر $1 m^3 s^{-1}$ می‌باشد. در این سناریو آبگیرهای ۳ و ۴ نیز هر کدام به مقدار $0.1 m^3 s^{-1}$ آبگیری می‌نمایند، لذا پس از تأمین نیاز آبگیرهای ۳، ۴، ۵ و ۶ دبی

منتقل شده به انتهای کانال برابر $0.6 m^3 s^{-1}$ می‌شود. در حالت ثانویه این سناریو نیز، آبگیرهای ۵ و ۶ به ترتیب با $0.1 m^3 s^{-1}$ و $0.15 m^3 s^{-1}$ افزایش نیاز مواجه شده‌اند و لذا دبی ورودی در ابتدای کانال نیز با $0.25 m^3 s^{-1}$ افزایش به $1.25 m^3 s^{-1}$ می‌رسد. در این گزینه نیاز آبگیرهای ۳ و ۴ در حالت ثانویه بدون تغییر بوده و معادل دبی مورد نیاز در حالت اولیه یعنی $0.1 m^3 s^{-1}$ می‌باشد. توضیح سناریوهای دیگر نیز به همین ترتیب می‌باشد با این تفاوت که در سناریوهای ۵ الی ۸ که سناریوهای کاهش می‌باشند دبی ورودی به ابتدای کانال در حالت ثانویه نسبت به حالت اولیه کاهش یافته و موجب ایجاد و انتشار موج منفی در کانال می‌شود.

معرفی گزینه‌های بهره‌برداری

پس از تعیین سناریوهای مختلف بهره‌برداری، به جز سناریوهای ۱ و ۵ که در آنها فقط نیاز کانال پایین‌دست افزایش و کاهش می‌یافت، بقیه سناریوها در ۴ حالت مختلف شبیه‌سازی شدند. لازم به ذکر است که زمان کل شبیه‌سازی در کلیه سناریوها ۴۰ ساعت بود اما ۲۰ ساعت اول شبیه‌سازی فقط به منظور برقراری شرایط پایدار جریان اولیه انجام گردید و سپس موج‌های مثبت و منفی ورودی به مدل اضافه گردید. سناریو ۱ به منظور تعیین زمان بندی حرکت موج مثبت در کانال و سناریو ۵ نیز به منظور تعیین زمان بندی حرکت موج منفی و تعیین زمان رسیدن موج منفی به محل هر یک از آبگیرها در نظر گرفته شد. پس از شبیه‌سازی‌های اولیه

بار انجام عملیات بهره برداری (O3). منظور از گزینه بدون انجام عملیات بهره برداری اینست که در این حالت همزمان با ورود و انتشار موج مثبت یا منفی در کانال، بازشدگی (تنظیم) آبیگرهای کانال تغییر نکرده و اثر موج ایجاد شده در کانال بر تغییرات دبی ورودی به آبیگرها بررسی می شود. در گزینه یکبار عملیات بهره برداری سعی شده است تا همزمان با رسیدن پیک موج مثبت یا منفی به محل هر آبیگر بازشدگی آن به ترتیب کاهش و یا افزایش یابد تا هر آبیگر دبی مورد نیاز را آگیری نماید. در گزینه دوبار عملیات بهره برداری تنظیم آبیگرها یکبار همزمان با رسیدن آثار موج و بار دیگر در زمان رسیدن پیک موج انجام گردید و در گزینه سه بار عملیات بهره برداری علاوه بر دو بهره برداری قبل در فاصله زمانی بین رسیدن آثار موج و پیک موج نیز یکبار تنظیم آبیگرها انجام گردید. پس از در نظر گرفتن این حالتها، در مجموع ۲۶ گزینه مختلف تعریف و با استفاده از مدل هیدرودینامیک Rootcanal شبیه سازی گردید. کلیه گزینه های در نظر گرفته شده در جدول ۳ خلاصه و کد گذاری گردیده اند.

مشخص شد که زمان رسیدن آثار موج مثبت به محل آبیگرهای ۵ و ۶، ۲۰ دقیقه پس از ورود آن به ابتدای کانال و زمان رسیدن بیشینه این موج نیز ۷ ساعت پس از ورود آن به ابتدای کانال می باشد. همانند آبیگرهای ۵ و ۶ زمان رسیدن آثار و بیشینه امواج مثبت و منفی به بقیه آبیگرها نیز تعیین گردید. در جدول ۲ زمان بندی پیک امواج مثبت و منفی در محل آبیگرهای کانال ارائه گردیده است.

جدول ۲- زمان رسیدن پیک موج به آبیگرهای کانال (hr).

آبگیر	۲و۱	۴و۳	۶و۵
زمان رسیدن پیک موج مثبت	۴	۵	۷
زمان رسیدن پیک موج منفی	۵	۶	۸

در ادامه به منظور سهولت انجام شبیه سازی ها و ارائه بهتر نتایج هر سناریو (به جز سناریوهای ۱ و ۵) به ۴ گزینه تقسیم شد. گزینه بدون انجام عملیات بهره برداری (N)، گزینه یکبار انجام عملیات بهره برداری (O1)، گزینه دوبار انجام عملیات بهره برداری (O2) و گزینه سه

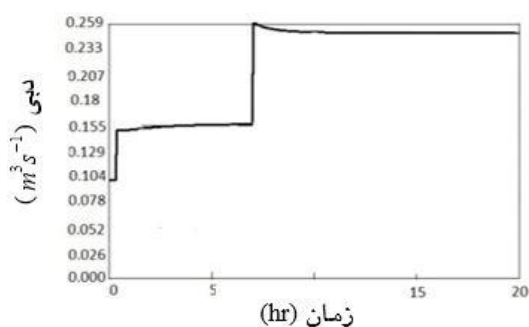
جدول ۳- کدگذاری گزینه های مختلف شبیه سازی.

سناریوهای افزایشی	سناریو یک				سناریو دو				سناریو سه				سناریو چهار			
	-	۱	۲	N	۰۱	۰۲	۰۳	N	۰۱	۰۲	۰۳	N	۰۱	۰۲	۰۳	
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳		
سناریوهای کاهش	سناریو پنج				سناریو شش				سناریو هفت				سناریو هشت			
	-	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶		

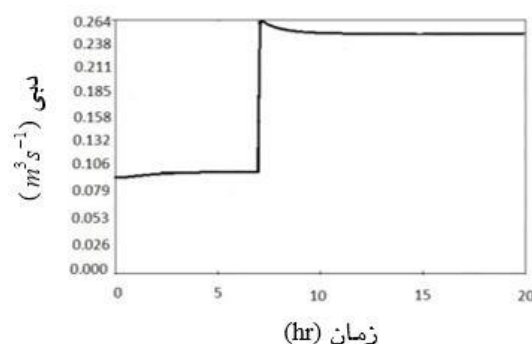
دبی ورودی به آبیگر ۶ در گزینه ۱۱ را نشان می دهد. همان گونه که در شکل مشاهده می شود ۷ ساعت پس از شروع شبیه سازی یک بالا آمدگی ناگهانی در نمودار مشاهده می گردد که نشان دهنده عبور بیشینه موج مثبت از محل این آبیگر و افزایش دبی تحویلی به آبیگر می باشد.

شبیه سازی گزینه های مختلف بهره برداری

در گزینه های ۳، ۷ و ۱۱ که از گزینه های افزایشی با یک بار عملیات بهره برداری می باشند، میزان بازشدگی آبیگرهای ۵ و ۶، هفت ساعت پس از شروع شبیه سازی تغییر داده شد. به عنوان نمونه شکل ۲ نمودار تغییرات



شکل ۳- دبی تحویلی به آبگیر ۶ در حالت دوبار بهره- برداری افزایشی.

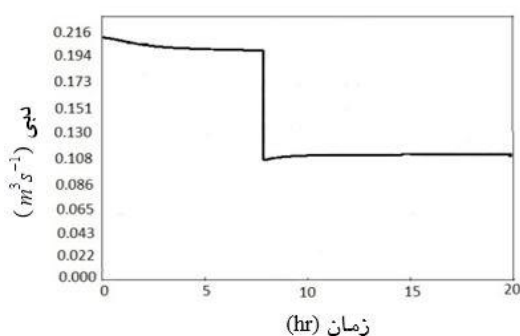


شکل ۲- دبی تحویلی به آبگیر ۶ در حالت یکبار بهره- برداری افزایشی.

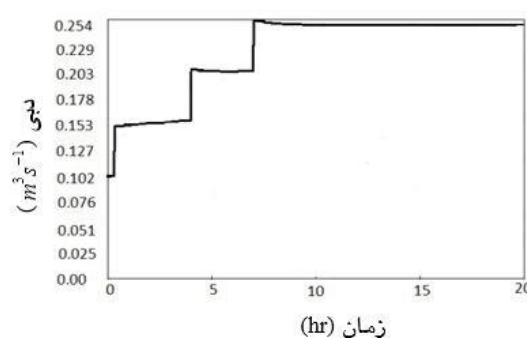
پس از گذشت ۲۰ دقیقه از شروع بهره‌برداری و هم‌زمان با رسیدن آثار موج یکبار بهره‌برداری صورت گرفته، در مرحله دوم ۴ ساعت پس از شروع شبیه‌سازی یعنی حدواسط بین زمان رسیدن آثار و بیشینه موج بهره- برداری انجام شد و در مرحله سوم نیز ۷ ساعت پس از شروع شبیه‌سازی و هم‌زمان با رسیدن بیشینه موج عملیات تنظیم آبگیرها انجام گرفته است.

شکل ۳ نمودار تغییرات دبی ورودی به آبگیر ۶ در گزینه ۱۲ را نشان می‌دهد. در این گزینه در مرحله اول یعنی پس از گذشت ۲۰ دقیقه از شروع شبیه‌سازی و هم- زمان با رسیدن آثار موج یکبار بهره‌برداری صورت گرفته و در مرحله دوم ۷ ساعت پس از شبیه‌سازی و هم‌زمان با رسیدن بیشینه موج عملیات تنظیم آبگیرها و افزایش دبی تحویلی انجام گرفته است.

شکل ۴ نمودار تغییرات دبی ورودی به آبگیر ۶ در گزینه ۱۳ را نشان می‌دهد. در این گزینه در مرحله اول یعنی



شکل ۵- دبی تحویلی به آبگیر ۶ در حالت یک بار بهره- برداری کاهششی.

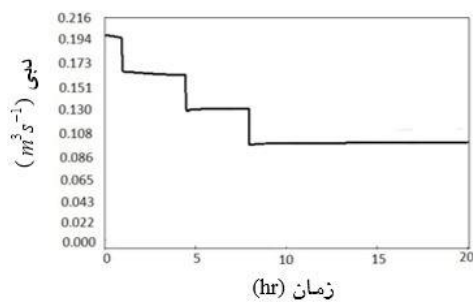


شکل ۴- دبی تحویلی به آبگیر ۶ در حالت سه بار بهره- برداری افزایششی.

می‌دهد. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود ۸ ساعت پس از شروع شبیه‌سازی یک پائین افتادگی ناگهانی در نمودار مشاهده می‌شود که نشان دهنده عبور کمینه موج منفی از محل این آبگیر و کاهش دبی تحویلی به آبگیر می‌باشد. شکل ۶ نمودار تغییرات دبی ورودی به آبگیر ۶

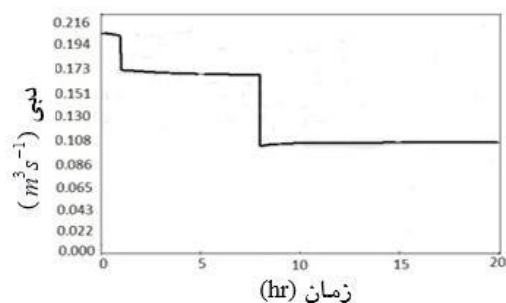
در گزینه‌های ۱۶، ۲۰ و ۲۴ که از گزینه‌های کاهششی با یک بار عملیات بهره‌برداری می‌باشند، میزان بازشدگی آبگیرهای ۵ و ۶، هشت ساعت پس از شروع شبیه‌سازی تغییر داده شد. به‌عنوان نمونه شکل ۵ نمودار تغییرات دبی ورودی به آبگیر ۶ در گزینه ۲۴ را نشان

۱ ساعت از شروع بهره‌برداری و همزمان با رسیدن آثار موج یکبار بهره‌برداری صورت گرفته، در مرحله دوم ۴ ساعت و ۳۰ دقیقه پس از شروع شبیه‌سازی یعنی حدواسط بین زمان رسیدن آثار و بیشینه موج بهره‌برداری انجام شد و در مرحله سوم نیز ۸ ساعت پس از شروع شبیه‌سازی و همزمان با رسیدن کمینه موج عملیات تنظیم آبیگرها انجام گرفته است.



شکل ۷- دبی تحویلی به آبیگر ۶ در حالت سه بار بهره‌برداری کاهشی.

در گزینه ۲۵ را نشان می‌دهد. در این گزینه در مرحله اول یعنی پس از گذشت ۱ ساعت از شروع شبیه‌سازی و همزمان با رسیدن آثار موج یکبار بهره‌برداری صورت گرفته و در مرحله دوم ۸ ساعت پس از شبیه‌سازی و همزمان با رسیدن کمینه موج عملیات تنظیم آبیگرها و کاهش دبی تحویلی انجام گرفته است. شکل ۷ نمودار تغییرات دبی ورودی به آبیگر ۶ در گزینه ۲۶ را نشان می‌دهد. در این گزینه در مرحله اول یعنی پس از گذشت



شکل ۶- دبی تحویلی به آبیگر ۶ در حالت دو بار بهره‌برداری کاهشی.

جدول ۴- مقادیر بازشدگی آبیگر ۶ در گزینه‌های شبیه‌سازی شده.

گزینه‌های افزایشی	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
بازشدگی	۰/۰۶۲	۰/۰۹۵	۰/۱۲۸	۰/۱۶	۰/۰۶۴	۰/۰۹۹	۰/۱۳۴	۰/۱۶۸	۰/۰۶۹	۰/۱۰۵	۰/۱۴۱	۰/۱۷۸
گزینه‌های کاهشی	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶
بازشدگی	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۶۱	۰/۱۲۵	۰/۱۰۶	۰/۰۸۴	۰/۰۶۱	۰/۱۲۹	۰/۱۰۸	۰/۰۸۶	۰/۰۶۴

مولدن و گیتس (۱۹۹۰) در پی روشی برای تفکیک مسائل مدیریتی و سیستم فیزیکی انتقال و توزیع، شاخص‌های موجود را طبقه‌بندی کرده و تعاریف کمی کامل‌تری را برای شاخص‌های کفایت و بازده تحویل به‌منظور ارزیابی عملکرد بهره‌برداری کانال‌ها بصورت زیر ارائه نمودند.

در کلیه گزینه‌های شبیه‌سازی شده مقادیر ارتفاع بازشدگی آبیگرهای ۵ و ۶ تعیین و ثبت گردید که مقادیر آنها برای آبیگر ۶ در جدول ۴ ارائه گردیده است.

شاخص‌های ارزیابی عملکرد

به‌منظور ارزیابی عملکرد کانال‌های آبیاری راه-کارهای مختلفی وجود دارد که یکی از آنها استفاده از شاخص‌های ارزیابی عملکرد می‌باشد. در این زمینه

$$MPF = \frac{1}{T} \sum_T \left[\frac{1}{N} \sum_N (Pf) \right]$$

$$Pf = \frac{Q_r \leq 1}{Q_d} \quad \text{if} \quad Q_r \leq Q_d \quad [2]$$

$$Pf = 1 \quad \text{otherwise}$$

$$MPA = \frac{1}{T} \sum_T \left[\frac{1}{N} \sum_N (Pa) \right]$$

$$Pa = \frac{Q_d}{Q_r} \quad \text{if} \quad Q_d \leq Q_r \quad [1]$$

$$Pa = 1 \quad \text{otherwise}$$

شاخص‌های کفایت و بازده تحویل و در نتیجه عملکرد کانال گردید. لازم به ذکر است طبق تعریف شاخص‌ها هرگاه دبی واقعی تحویلی به دریچه‌های آبگیر، کم تر از دبی مورد نیاز آن باشد شاخص بازده برابر ۱ یا همان ۱۰۰ درصد بوده و فقط شاخص کفایت اهمیت پیدا می‌کند. همچنین هرگاه دبی واقعی تحویلی به دریچه‌های آبگیر، بیشتر از دبی مورد نیاز آن باشد شاخص کفایت برابر ۱ بوده و فقط شاخص بازده اهمیت پیدا می‌کند. مقادیر شاخص‌های محاسبه شده در کلیه سناریوها و گزینه‌های شبیه‌سازی در جدول ۵ خلاصه و ارائه گردیده است.

که در آن‌ها MPA و MPF به ترتیب شاخص‌های متوسط کفایت و بازده تحویل، Q_T دبی مورد نیاز یا مورد تقاضای پایین دست هر دریچه آبگیر، Q_d دبی واقعی تحویلی به هر دریچه آبگیر، N تعداد دریچه‌های آبگیر و T تعداد گام‌های زمانی در یک دوره تحویل می‌باشد. در این پژوهش به منظور تعیین عملکرد کانال در گزینه‌های مختلف بهره‌برداری و بررسی تأثیر امواج مثبت و منفی بر شاخص‌های عملکرد، پس از انجام شبیه‌سازی و استخراج مقادیر عمق، سرعت و دبی در گره‌های محاسباتی و در محل سازه‌های کانال، اقدام به محاسبه

جدول ۵- مقادیر شاخص‌های بازده و کفایت تحویل (%).

کفایت			راندمان		سناریوهای افزایشی	
آبگیر ۶	آبگیر ۵	سناریوهای کاهش	آبگیر ۶	آبگیر ۵	آبگیر ۶	آبگیر ۵
۵۲	۲۶	N	۴۱	۵۱/۷	N	
۷۹	۶۹	$O1$	۷۹/۸	۸۳	$O1$	سناریو ۲
۸۲	۷۲	$O2$	۸۷	۸۹	$O2$	
۸۵	۷۵	$O3$	۹۰	۹۱	$O3$	
۵۲	۲۶	N	۴۱	۵۱	N	
۸۱	۶۹	$O1$	۸۰	۸۳	$O1$	سناریو ۲
۸۳	۷۲	$O2$	۸۷	۸۹	$O2$	
۸۶	۷۴	$O3$	۸۹	۹۱	$O3$	
۵۲	۲۶	N	۴۲	۵۲	N	
۸۰	۶۹	$O1$	۷۹/۸	۸۳	$O1$	سناریو ۳
۸۳	۷۲	$O2$	۸۶	۸۷/۸	$O2$	
۸۶	۷۵	$O3$	۸۹	۹۱	$O3$	

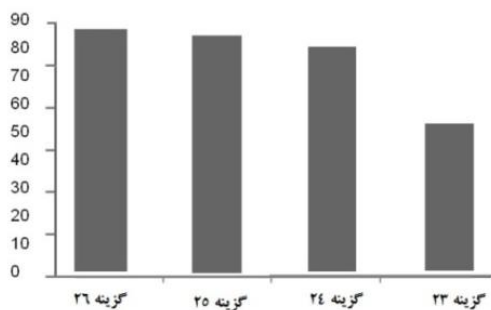
محل از کانال، بین زمان رسیدن آثار موج مثبت و پیک موج زمان قابل توجهی طی می‌شود که در طول آن در اثر مازاد یا کمبود آب تحویلی به آبگیرها و کانال پائین دست، عملکرد کانال به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. به همین منظور در فاصله زمانی بین رسیدن آثار موج و پیک موج به محل آبگیرها نیز یکبار عملیات بهره‌برداری انجام گرفت.

با مقایسه مقادیر بازشدگی‌های ارائه شده در جدول ۴ می‌توان چنین نتیجه گرفت که در هر مرحله از بهره‌برداری در گزینه‌هایی که آبگیرهای بیشتری در بالادست آبگیری می‌نمایند میزان بازشدگی آبگیرهای ۵ و یا ۶ باید بیشتر باشد که دلیل آن تلفات بیشتر آب در

نتایج و بحث

در این قسمت به تشریح و بررسی نتایج حاصل از این پژوهش پرداخته می‌شود. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۲ مشاهده می‌گردد که زمان رسیدن بیشینه دبی موج مثبت در تمام آبگیرها زودتر از زمان رسیدن کمینه دبی موج منفی می‌باشد. به عنوان مثال زمان رسیدن پیک موج مثبت به آبگیرهای ۵ و ۶، ۷ ساعت پس از شروع شبیه‌سازی می‌باشد و زمان رسیدن پیک موج منفی به همین آبگیرها ۸ ساعت پس از شروع شبیه‌سازی می‌باشد. دلیل این امر می‌تواند سرعت کم‌تر حرکت امواج منفی نسبت به امواج مثبت می‌باشد. همچنین از نتایج زمان بندی حرکت امواج مشاهده می‌شود در هر

سناریوهایی که آبیگرهای بالادست باز می‌باشند با حرکت به سمت پایین دست کانال، میزان عملکرد آبیگرها کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر گرچه هدف از افزایش جریان در سراب کانال، تغییر تحویل آب به آبیگرهای ۵ و ۶ می‌باشد اما در صورت باز بودن آبیگرهای بالادست، این تغییرات ابتدا آبیگرهای بالادست را تحت تأثیر قرار داده و سپس به آبیگرهای ۵ و ۶ می‌رسد. به عنوان نمونه طبق جدول ۵ در سناریو ۴ در گزینه بدون انجام عملیات بهره‌برداری، بازده تحویل آبیگر ۵ برابر ۵۲ درصد و آبیگر ۶ برابر ۴۲ درصد می‌باشد در حالی که بازده آبیگرهای ۱ و ۲ و ۳ و ۴ برابر ۹۴ درصد بدست آمده است. این مطلب در شکل ۸ برای گزینه‌های مختلف سناریو ۴ و در شکل ۹ برای گزینه‌های مختلف سناریو ۸ که یک سناریو کاهش می‌باشد ارائه شده است.

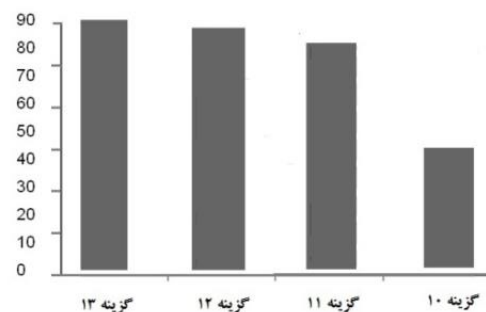


شکل ۹- کفایت آبیگر ۶ در گزینه‌های مختلف

سناریو ۸.

بالادست می‌باشد. به عنوان نمونه در گزینه ۱۱ که در آن همه آبیگرهای بالادست باز می‌باشند، ارتفاع بازشدگی آبیگر ۶ برابر ۰/۱۰۵ متر و در سناریو ۲ که در آن کلیه آبیگرهای بالادست بسته‌اند ارتفاع بازشدگی آبیگر ۶ به مقدار ۰/۰۹۵ متر کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۵ که مقادیر شاخص‌های ارزیابی عملکرد را ارائه می‌کنند می‌توان چنین برداشت نمود که افزایش دفعات بهره‌برداری در همه سناریوها موجب افزایش عملکرد می‌گردد.

نتایج نشان می‌دهد در کلیه گزینه‌ها، افزایش تعداد عملیات بهره‌برداری موجب بهبود شاخص عملکرد آبیگرها و کل کانال می‌گردد. از بین گزینه‌های مختلف شبیه‌سازی شده، بیشترین بهبود عملکرد ۴۹ درصد می‌باشد که مربوط به آبیگر ۶ در سناریو ۲ می‌باشد. در



شکل ۸- بازده آبیگر ۶ در گزینه‌های مختلف

سناریو ۴.

شبیه‌سازی تعیین شد که نتایج آن به ترتیب در جداول ۶ و ۷ ارائه گردیده است.

همان‌گونه که قبلاً نیز بحث شد در سناریوهای افزایشی به دلیل ایجاد و انتشار موج مثبت و در سناریوهای کاهش می‌یابد. تحویل آب اضافی به آبیگرها را "تلفات" و کاهش عمق آب در محل آبیگرها به ترتیب افزایش و یا کاهش می‌یابد. تحویل آب اضافی به آبیگرها را "تلفات" و کاهش آب تحویلی به آبیگرها را "کمبود" تحویل می‌نامند. در این پژوهش مقادیر حجم تلفات و کمبود آب تحویلی به آبیگرهای مختلف و کانال پایین دست نسبت به مقادیر دبی مورد نیاز هر آبیگر در طول مدت زمان

جدول ۶- حجم تلفات آب تحویلی (m³).

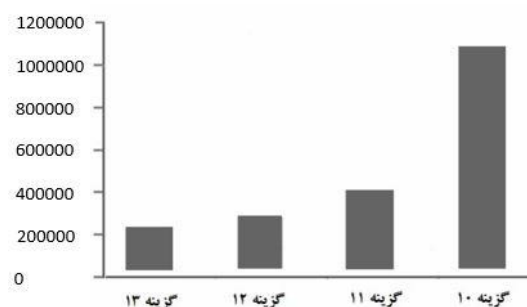
سناریو	بهره برداری	گزینه	آبگیر ۲	آبگیر ۳	آبگیر ۴	آبگیر ۵	آبگیر ۶	پایین دست
سناریو ۲	N	۲	-	-	-	۶۹۴۹	۱۰۵۴۶	۱۵۴۱۰
	0۱	۳	-	-	-	۲۲۷۱	۳۶۱۹	۴۹۹۸
	0۲	۴	-	-	-	۱۵۶۸	۲۳۹۹	۲۹۷۴
سناریو ۳	0۳	۵	-	-	-	۱۲۱۸	۲۳۹۹	۲۰۹۸
	N	۶	-	-	-	۷۰۱۲	۱۰۶۱۲	۱۵۰۱۸
	0۱	۷	-	-	-	۲۲۸۶	۳۶۲۷	۴۸۵۶
سناریو ۳	0۲	۸	-	-	-	۷۳	۲۳۹۰	۲۸۴۶
	0۳	۹	-	-	-	۷۳	۱۸۶۰	۱۹۸۰
	N	۱۰	۴۰۴	۴۱۰	۶۸۱۲	۱۰۴۱۲	۱۳۷۷۲	۱۳۷۷۲
سناریو ۴	0۱	۱۱	۹۹	۵۰	۲۳۶۲	۳۶۱۵	۴۵۹۱	۴۵۹۱
	0۲	۱۲	۹۹	۵۰	۱۵۸۹	۲۴۳۲	۲۶۶۶	۲۶۶۶
	0۳	۱۳	۹۹	۵۰	۱۲۵۴	۱۹۲۹	۱۸۴۳	۱۸۴۳

جدول ۷- حجم کمبود آب تحویلی (m³).

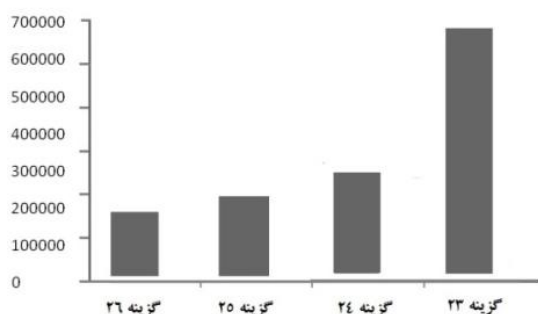
سناریو	بهره برداری	گزینه	آبگیر ۱	آبگیر ۲	آبگیر ۳	آبگیر ۴	آبگیر ۵	پایین دست
سناریو ۶	N	۱۵	-	-	-	-	۱۰۳۰۵	۱۴۹۹۳
	0۱	۱۶	-	-	-	-	۴۲۰۰	۶۰۲۴
	0۲	۱۷	-	-	-	-	۳۰۴۶	۴۱۲۸
سناریو ۷	0۳	۱۸	-	-	-	-	۲۴۴۸	۳۱۴۶
	N	۱۹	-	-	-	-	۲۷۲	۱۴۵۴۷
	0۱	۲۰	-	-	-	-	۴۱۹۷	۵۹۲۰
سناریو ۷	0۲	۲۱	-	-	-	-	۳۱۰۳	۴۱۷۸
	0۳	۲۲	-	-	-	-	۲۰۳	۳۱۸۰
	N	۲۳	۲۷۵	۲۳۷	۱۰۱۴۶	۶۵۴۶	۱۳۵۴۶	۱۳۵۴۶
سناریو ۸	0۱	۲۴	۵	۳۱	۴۱۱۲	۲۶۵۷	۵۶۰۴	۵۶۰۴
	0۲	۲۵	۵	۳۱	۲۹۷۶	۱۹۶۸	۳۸۰۳	۳۸۰۳
	0۳	۲۶	۵	۳۱	۲۳۹۸	۱۵۹۰	۲۸۶۳	۲۸۶۳

همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌گردد در کلیه سناریوهای افزایشی به دلیل ورود موج مثبت، جریان مازادی به سمت پائین دست کانال انتقال می‌یابد که حجم آن با انجام هر بار عملیات بهره برداری کاسته می‌شود. در سناریوهای ۳ و ۴ آبگیرهای ۱ تا ۴ نیز میزان جریان مازاد بر نیاز دریافت داشته‌اند که حجم آنها نیز با انجام هر بار عملیات بهره‌برداری کاهش می‌یابد. همچنین در جدول ۷ مقادیر حجم کمبود تحویل آب در انتهای کانال

و محل هر آبگیر ارائه گردیده است. در این حالت نیز مشاهده می‌شود که با انجام هر بار عملیات بهره‌برداری حجم کمبود تحویل آب کاهش می‌یابد. در اشکال ۱۰ و ۱۱ نیز به ترتیب حجم کمبود و مازاد آب تحویلی در گزینه‌های مختلف سناریوهای ۴ و ۸ ارائه گردیده و نشان‌دهنده کاهش احجام کمبود و مازاد آب تحویلی با افزایش تعداد بهره‌برداری می‌باشند.



شکل ۱۰- کمبود آب تحویلی به آبگیر ۶ در گزینه‌های مختلف سناریو ۴.



شکل ۱۱- تلفات آب تحویلی به آبگیر ۶ در گزینه‌های مختلف سناریو ۸.

سناریو ۸

و پاشازاده (۱۳۹۰) که به ارزیابی عملکرد کانال اصلی غرب شبکه آبیاری دز با استفاده از مدل هیدرودینامیک CANALMAN پرداختند شاخص‌های بکار رفته در این تحقیق برای ارزیابی عملکرد کانال‌های آبیاری مناسب

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج تحقیقات انجام گرفته توسط دیگر محققان بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. به عنوان نمونه در تحقیقات منتظر

بیشترین بهبود عملکرد ۳۰ درصد ارائه گردید همچنین ارائه نتایج گرافیکی به دلیل تحت *Dos* بودن نرم افزار *ICSS* با مشکلاتی همراه بود در صورتی که در تحقیق حاضر با انجام سه بار عملیات بهره برداری بیشینه بهبود عملکرد به ۴۹ درصد رسید و همچنین ارائه نتایج در محیط ویندوز به راحتی امکان پذیر بوده است.

تشخیص داده شد. در تحقیقات منعم و همکاران (۱۳۸۵) نیز با استفاده از مدل *ICSS* و استفاده از شاخص های مولدن و گیتس به ارزیابی عملکرد کانال *EIRI* در شرایط تغییرات نیاز پرداختند و انجام عملیات بهره برداری به منظور بهبود عملکرد کانال را توصیه نمودند. در تحقیق ایشان عملیات بهره برداری فقط یکبار صورت گرفت و

منابع مورد استفاده

- Ehteshami M, Alikenari SH, Aabasi N, 2000. Assessment of water delivery and distribution efficiency and causes of increase roughness in Ghazvin irrigation network. Pp. 83-93. Proceedings of the 10th Irrigation and Drainage National Comity Conference. 26-26 November, Tehran, Iran.
- Ghobadian R, Mohamadi S, Golzari S, 2014. Numerical analysis of slide gate and neyrpic module intakes outflows in unsteady flow conditions. *Ain Shams Engineering Journal* 5(3):657-666.
- Ghodousi H, Dadashi Z, 2016. Evaluation and comparison of *Icss* and Rootcanal models for simulation of flow in irrigation canals(Case study: Ghoorichay Irrigation Network). *Iran water Research Journal*, 2: 107-116.
- Honam W, Mihong E, Yong Choi J, 2016. Assessment of water delivery efficiency in irrigation canals using performance indicators. *Irrigation Science* 34(2): 129-143.
- Mohseni Movahed S.A, Monem M.J, 2002. Optimization of operation performance of irrigation canals using SA method. *Journal of Basis Science Azad University* 44: 3565-3575.
- Montazer A, Pashazadeh N, 2011. Performance assessment of water delivery in different operation condition from main canal of Dez irrigation network using Canalman hydrodynamic model. *Journal of water and Soil* 25(1): 125-139.
- Monem M.J, Ghodousi H, Emadi A.R, 2006. Quantifying operation performance of irrigation canals in response to demand variation using hydrodynamic model and analysis of unsteady flow. *Journal of Agricultural Research Water, Soil and Plant* 6(3): 17-29.
- Molden DJ, Gates TK, 1990. Performance measures for evaluation of irrigation water delivery systems. *Irrigation and Drainage Engineering ASCE* 116(6): 804-822.
- Sadeghi Aatar M, Behnia A, Kaveh F, 2000. Total efficiency of Dez irrigation network. Pp. 35-50. Proceedings of the 10th Irrigation and Drainage National Comity Conference. 26-26 November, Tehran, Iran.
- Usal O.K, Atis E, 2010. Assessing the performance of participatory irrigation management over time: a case study from Turkey. *Agricultural water management* 97(7): 1017-1025.
- Xu M, Schwanenberg D, 2017. Sequential and simultaneous model predictive control of a drainage canal network using an Implicit diffusive wave model. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE* 143(3): 10-20.
- Zemestani H, Farsadizadeh D, Hosseinzade Dalir A, 2015. Simulation of unsteady flow in irrigation canals using Canalman model(Case study AMC Canal of Tabriz Irrigation Network). *Water and Soil Science-University of Tabriz* 26(2): 287-298.
- Zwart S.J, Leclert L.M.C, 2010. A remote sensing- based irrigation performance assessment(case study of the office du niger in Mali). *Irrigation Science* 28(5): 371-385.