

## ارزیابی عملکرد توزیع آب در شرایط مختلف بهره برداری کانال اصلی غرب شبکه آبیاری دز با استفاده از مدل هیدرولیکی CANALMAN

علی اصغر منتظر<sup>۱\*</sup> - نرجس پاشازاده<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۲۳

تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۳۰

### چکیده

این تحقیق با هدف کاربرد مدل هیدرولیکی کانال من (CANALMAN) در ارزیابی عملکرد توزیع آب گزینه‌های مختلف بهره برداری کانال اصلی غرب شبکه آبیاری دز انجام گرفت. شرایط واقعی بهره برداری کانال در طول ۵ ماه (اردیبهشت الی شهریور ۱۳۸۵) با استفاده از مدل واسنجی شده شبیه سازی شد. با توجه به نتایج شبیه سازی، میانگین شاخصهای راندمان، کفایت، عدالت و اعتمادپذیری تحویل آب کانال مورد مطالعه در دوره ۵ ماهه به ترتیب ۰/۶۶۹، ۰/۸۸۱، ۰/۲۷۱ و ۰/۲۳۸ برآورد گردید. بر اساس طبقه بندی مولدن و همکاران، کفایت و عدالت آبیاری در آبگیرهای کانال از شرایط متوسط و راندمان تحویل و اعتمادپذیری تحویل آب در کانال از وضعیتی ضعیف برخوردار می‌باشند. ارزیابی عملکرد گزینه‌های بهره برداری شب خاموشی نشان داد که انجام عملیات شب خاموشی نه تنها باعث کاهش عملکرد توزیع آب شده بلکه در بسیاری از بازه‌های کانال موجب بهبود مقدار کمی شاخص‌های ارزیابی عملکرد توزیع آب می‌گردد. بررسی نتایج دو گزینه شب خاموشی مورد مطالعه در طول یک دوره ۱۵ روزه نشان داد که در گزینه اول شب خاموشی ۱۱/۲۳ درصد (۰/۹۲ میلیون متر مکعب) و در گزینه دوم ۸/۳۱ درصد (۰/۶۸ میلیون متر مکعب) از کل آبی که در این کانال توزیع گردیده و به دلیل عدم بهره برداری مناسب توسط کشاورزان در طول شب هدر رفته و به زهکش‌های شبکه انتقال می‌یابد، با اجرای عملیات شب خاموشی قابل کنترل و ذخیره سازی در بازه‌های کانال می‌باشد. یافته‌های تحقیق نشان داد، کانال مورد مطالعه از پتانسیل بالایی در اجرای عملیات شب خاموشی آبگیرهای مزارع و کانالهای فرعی برخوردار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد، بهره برداری، توزیع آب، شبکه آبیاری دز، مدل CANALMAN

### مقدمه

محصول و نارضایتی زارعینی که کمتر از نیاز خود آب دریافت کرده اند می‌گردد، بلکه برای مزارعی که آب بیش از حد نیاز دریافت داشته اند نیز ممکن است موجب کاهش محصول در اثر آبیاری بیش از حد و یا افزایش هزینه‌های کارگری به منظور مهار آب اضافی پیش بینی نشده 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 پایین دست و نهایتاً سبب کاهش بهره وری آب کشاورزی خواهد شد. بنابراین یکی از اساسی ترین راه کارها برای ارتقای بهره وری آب کشاورزی، تعیین و اجرای روش‌های بهره برداری بهینه در شبکه‌های انتقال و توزیع آب می‌باشد.

امکان بهبود عملکرد هیدرولیکی شبکه‌های آبیاری با به خدمت گرفتن مدل‌های هیدرودینامیک، طراحی و اجرای سیستم‌های کنترل و شیوه‌های بهینه سازی میسر می‌گردد. مدل‌های هیدرودینامیک امکان بررسی گزینه های مختلف بهره برداری و تحقق تصمیم

عملکرد ضعیف شبکه‌های آبیاری و تاثیر آن در کاهش بهره وری آب کشاورزی ضرورت ارائه روش‌های موثر در بهره برداری بهینه از این سامانه ها را ایجاب می‌نماید. از جمله عواقب ناکارآمدی شبکه‌های آبیاری می‌توان به تحویل و توزیع نامناسب آب در کانال ها و انشعابات و به تبع آن توزیع نامناسب آب در سطح اراضی کشاورزی اشاره نمود. بدین ترتیب، میزان آب تحویلی به اراضی پایین 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 بی عدالتی در تحویل و توزیع آب نه تنها باعث کاهش

۱ و ۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

(Email: almontaz@ut.ac.ir)

\* - نویسنده مسئول:

داد که عرضه آب در این کانال بیش از مقدار مورد نیاز صورت می‌گیرد. آمینول هاگو و همکاران (۳) برای مدل سازی تخصیص آب در طرح‌های آبیاری برنج در ایالت ترینگانو کشور مالزی از این مدل استفاده کردند. نتایج این مطالعه به منظور بهبود شرایط تحویل آب از طریق ارائه تنظیمات درپچه مورد استفاده قرار گرفت. نجیم و همکاران (۱۴) مدل هیدرولیکی CANALMAN را برای مدیریت آب در کانالهای انتقال آب شالیزار سبرانگ پراگ در هند به کار بردند. این مطالعه نشان داد که مدل با دقت مطلوبی قادر به شبیه سازی سناریوهای مختلف بهره برداری کانالهای درجه یک و دو می‌باشد.

بررسی پیشینه تحقیق بیانگر آن است که مدل‌های هیدرودینامیک ابزار مناسبی به منظور مطالعه جریان و شرایط بهره برداری شبکه‌های آبیاری می‌باشند. در این راستا مدل هیدرولیکی کانال من به عنوان یکی از مدل‌های شبیه سازی کانالهای آبیاری مطرح بوده که از قابلیت بالایی در شبیه سازی جریان این سامانه‌ها برخوردار بوده و امکان شبیه سازی گزینه‌های مختلف بهره برداری را فراهم می‌نماید. این تحقیق با هدف ارزیابی مدل کانال من در شبیه سازی کانال اصلی غرب شبکه آبیاری دز و تحلیل عملکرد توزیع آب برای شرایط واقعی بهره برداری و اجرای عملیات بهره برداری شب خاموشی در آبیگریها و کانالهای فرعی این کانال (عدم توزیع آب در طول شب و ذخیره آن در کانال مورد مطالعه) انجام گرفت.

## مواد و روش ها

### کانال مورد مطالعه

این مطالعه بر روی کانال اصلی غرب شبکه آبیاری دز انجام گردید. شبکه آبیاری دز در شمال استان خوزستان واقع شده است که وسعت اراضی خالص آن حدود ۹۳ هزار هکتار می‌باشد. این شبکه شامل سه کانال اصلی غرب، شرق و سیلی است که در این تحقیق کانال اصلی غرب مورد بررسی قرار گرفته است. شبکه غرب با وسعت ۵۰ هزار هکتار در غرب رودخانه، از آبیگر غربی سد انحرافی شروع و در جهت عرضی به رودخانه و در جهت طولی به اراضی و رودخانه شاور ختم می‌شود. دبی طراحی کانال در بخش ابتدایی ۱۵۷ مترمکعب بر ثانیه بوده و در طول ۴۳ کیلومتری آن ۱۳ سازه تنظیم کننده (۱۳ بازه کانال) وجود داشته که کلیه آنها از نوع قطاعی می‌باشند. بهره‌برداری از کانال با تنظیم سازه‌های قطاعی توسط اپراتورها و بصورت روزانه صورت می‌پذیرد. در طول کانال، ۲۱ انشعاب (کانال فرعی) و ۴۹ آبیگر مزرعه وجود دارد که وظیفه توزیع آب بین بهره‌برداران محلی و شرکت‌های کشت و صنعت را بر عهده دارند. علاوه بر آن، تعداد ۱۵ سازه‌های تقاطعی از نوع سیفون، چک سیفون و کالورت در مسیر کانال وجود دارد. سطح اراضی تحت آبیاری کانال، ۱۰۲۱۸ هکتار می‌باشد. نحوه قرار گرفتن انشعابات، سازه‌های

گیربهای مناسب و دستیابی به عملکرد بهینه شبکه‌های آبیاری را فراهم می‌نمایند (۴). در این راستا، مدل‌های هیدرولیکی جریان غیردایمی از توانمندی مطلوبی در مطالعه فرایند بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری برخوردار بوده و امکان شبیه سازی اختلالات مختلف هیدرولیکی و سازه ای را فراهم می‌کنند. از اوایل دهه ۱۹۹۰ تاکنون مدل‌های زیادی بدین منظور توسعه یافته که از آن جمله مهمترین آنها می‌توان به مدل‌های HEC-، MIKE-11، MODIS، CANVAR، RAS، ICSS، CANALMAN، SOBEK اشاره نمود (۶). طی دو دهه اخیر کاربرد این مدل‌ها در مدیریت بهره برداری شبکه‌های آبیاری روند رو به رشدی داشته که در زیر تعدادی از این مطالعات ارائه می‌گردد.

شورمانز و بروور (۱۵) با استفاده از همین مدل ذخیره سازی شبانه آب در کانال شاه عبدالله در اردن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که سیستم کنترل پایین دست مناسب ترین روش کنترل ذخیره شبانه در این کانال می‌باشد. حبیب و همکاران (۷) با استفاده از مدل SIC شرایط هیدرولیکی و بهره برداری دو شبکه آبیاری در پاکستان را شبیه سازی نموده و عملکرد شبکه‌ها را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه اثرات شرایط بهره برداری کانال‌ها بر عملکرد توزیع آب مورد بررسی قرار گرفت. موجارو و همکاران (۱۲) از مدل SIC در ناحیه آبیاری بگونیا در مکزیک استفاده نمودند. هدف این تحقیق، بررسی گزینه‌های بهبود وضعیت هیدرولیکی کانال، فرآیند توزیع و تحویل آب و اصلاح ساختار فیزیکی شبکه بود. در این تحقیق همچنین امکان کاربرد سیستم‌های اتوماتیک بر روی کانال با استفاده از مدل شبیه سازی SIC مورد ارزیابی قرار گرفت. کسب دوز و همکاران از مدل ICSS-POM به منظور بهینه سازی برنامه توزیع آب شبکه آبیاری قوریچای استفاده کردند (۱).

منتظر و همکاران (۲) با استفاده از نتایج شبیه سازی کانال وادودارا در شبکه آبیاری نارمادا واقع در شمال غربی هند با مدل SOBEK، به مطالعه گزینه مختلف بهره برداری و اثرات آن بر روند تنظیم و توزیع جریان در این کانال پرداختند. نتایج نشان داد که این مدل قابلیت مناسبی در شبیه سازی شرایط بهره برداری این کانال دارد. میشر و همکاران (۱۱) به منظور ارزیابی عملکرد کانال اصلی کانگ ساباتی در بنگال غربی کشور هندوستان از مدل MIKE-11 استفاده نمودند. گومان و همکاران (۵) مدل هیدرولیکی CANALMAN را در کانال درجه دو شینگرای در پاکستان به کار بردند. مطالعه با هدف ارزیابی گزینه باز و بسته بودن آبیگرهای کانال در هنگام شب انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که امکان بستن آبیگریها و عدم آبیگری آنها در طول شب با انجام عملیات اصلاحی در کانال میسر خواهد بود. کومار و همکاران (۹) از این مدل هیدرولیکی در انشعاب فرعی ساحل راست کانال اصلی پروژه آبیاری کنگ ساباتی در غرب بنگال هند استفاده کردند. شبیه سازیها نشان

دریچه (G<sub>0</sub>) دز عرض بازشدگی دریچه (G<sub>w</sub>) است. همچنین، برای حالت مستغرق و جریان روزنه ای معادله فوق به صورت زیر در نظر گرفته می شود (شکل ۳):

$$Q_s = C_{ds} (h_u - E_1 + Z_1) \sqrt{2g(h_u - Z_1 - h_d)} \quad (3)$$

که Z<sub>1</sub> بالا آمدگی معکوس (m) و مقدار آن برای یک افت در تراز، منفی است (در بیشتر کانال ها، Z<sub>1</sub> منفی یا صفر است)، h<sub>d</sub> عمق پایین دست (m) و C<sub>ds</sub> ضریب دبی است که به صورت زیر تعریف می شود:

$$C_{ds} = \xi_{1s} \left( \frac{A_0}{h_d - E_1 + Z_1} \right)^{\xi_{2s}} \quad (4)$$

ξ<sub>1s</sub> و ξ<sub>2s</sub> به ترتیب ضریب و نمای کالیبراسیون هستند. کانال من توسط دکتر گری مرکلی در دانشگاه ایالتی یوتا توسعه یافته است (۱۰). در این تحقیق از نسخه ویرایشی شده ۵/۷۰ این نرم افزار استفاده شد. نظر به اینکه مدل به صورت خاص برای شبیه سازی جریان در کانالهای آبیاری توسعه یافته است، قابلیت شبیه سازی دامنه وسیعی از سازه های تنظیم کننده و آبگیر موجود در شبکه های آبیاری و زهکشی را دارا می باشد (شکل ۴).

تنظیم و دریچه های آبگیر در طول کانال به صورت شماتیک در شکل ۱ ارائه شده است.

### مدل کانال من

برای شبیه سازی کانال و مطالعه گزینه های مختلف بهره برداری آن از مدل هیدرولیکی کانال من (۱۰) استفاده شد. این مدل شکل انتگرالی معادلات پیوستگی و حرکت (معادلات سنت ونانت) را برای تحلیل جریان های غیرماندگار یک بعدی، به صورت ضمنی حل می کند.

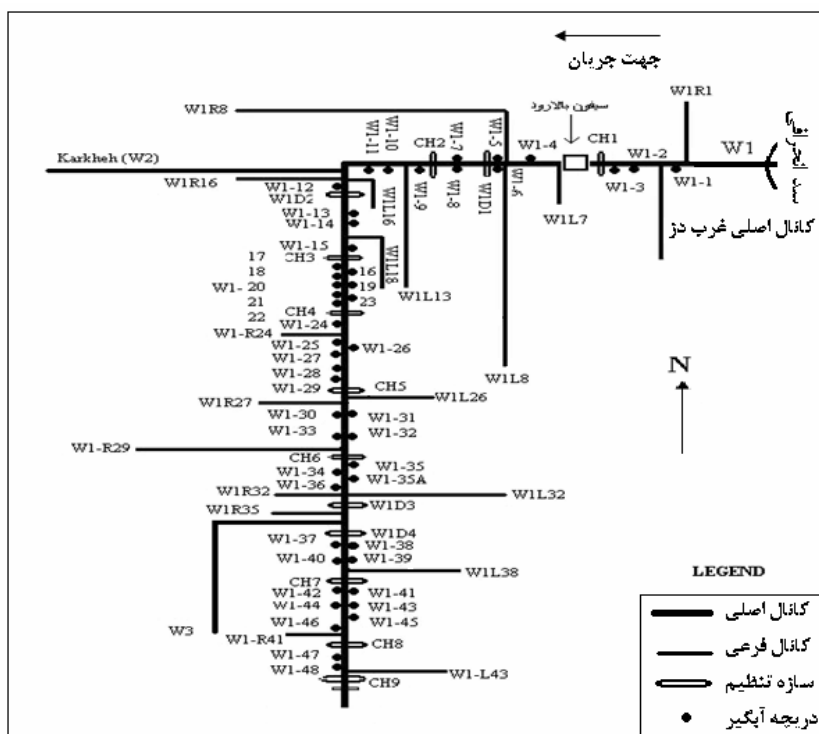
در این مدل، معادله شدت جریان برای دریچه های مستطیلی و شعاعی تحت شرایط جریان آزاد به صورت زیر تعریف می شود (شکل ۲):

$$Q_f = C_{df} (h_u - E_1) \sqrt{2g(h_u - E_1 - 0.61G_0)} \quad (1)$$

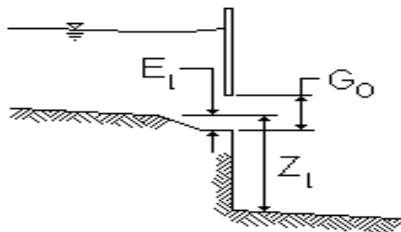
که h<sub>u</sub> عمق بالادست (m)، E<sub>1</sub> تراز بالادست، G<sub>0</sub> بازشدگی عمودی دریچه و C<sub>df</sub> ضریب دبی و معادله آن به صورت زیر است:

$$C_{df} = \xi_{1f} \left( \frac{A_0}{h_u - E_1} \right)^{\xi_{2f}} \quad (2)$$

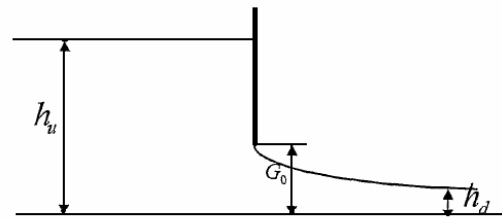
که ξ<sub>1f</sub> و ξ<sub>2f</sub> به ترتیب ضریب و نمای کالیبراسیون هستند، A<sub>0</sub> سطح بازشدگی دریچه (m<sup>2</sup>) و برابر با حاصلضرب مقدار بازشدگی عمودی



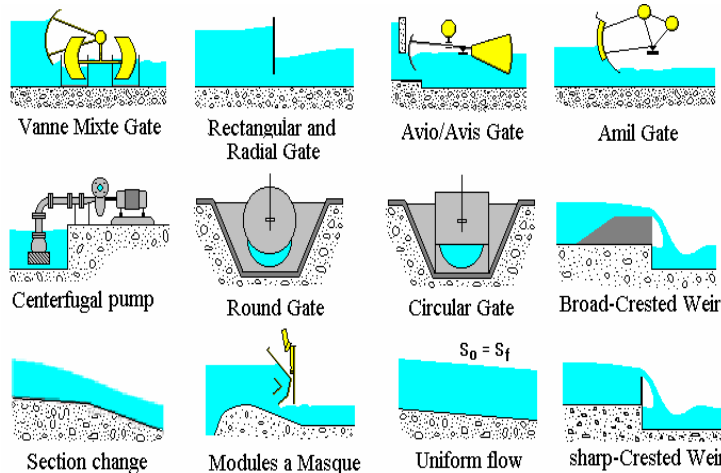
شکل ۱- ارائه شکل شماتیک اجزای کانال اصلی غرب دز



شکل ۳- پارامترهای جریان مستغرق



شکل ۲- پارامترهای جریان آزاد



شکل ۴- سازه‌های قابل شبیه سازی در مدل کانال من

(۸).

در مرحله واسنجی مدل، ضریب مانینگ کانال و ضرایب دبی سازه‌های تنظیم و سازه‌های آبیگر به عنوان متغیرهای قابل تغییر جهت انطباق مقادیر شبیه‌سازی با مقادیر مشاهده‌ای استفاده شدند. بدین منظور در هر شبیه‌سازی مقادیر دبی سازه‌های تنظیم و تراز آب در بالادست آنها استخراج شده و با مقادیر مشاهداتی مقایسه گردیدند. ضریب مانینگ در شبیه‌سازی اولیه برای همه بازه‌های کانال برابر مقدار طراحی،  $0/0149$ ، در نظر گرفته شد. سپس مقدار این ضریب در هر بازه برای واسنجی تنظیم شده و شبیه‌سازی تا انجام کامل واسنجی مدل و بدست آمدن نتایج مورد قبول ادامه یافت. این مرحله به صورت آزمون و خطا تا زمانی که مقادیر شبیه سازی با مقادیر مشاهده ای کمترین اختلاف را نشان دادند، انجام شد. بعد از واسنجی مدل و تنظیم پارامترهای آن، مدل بر اساس داده‌های ۱۴ روز دوم ماه فروردین ۱۳۸۵ (۱۷ الی ۳۰ فروردین ماه) و نتایج شبیه سازی جریان در این دوره صحت سنجی گردید.

مدل هیدرولیکی کانال مورد مطالعه توسط بسته نرم افزاری کانال من تهیه گردید. کانال اصلی غرب دز از رودخانه دز و از سد انحرافی احداث شده بر روی این رودخانه تغذیه می‌شود. سرریز ثابت سد انحرافی احداث شده بر روی رودخانه دز موجب ایجاد تراز ثابت آب در بالادست سازه ابتدای کانال شده که مشخصات هیدرولیکی آن به عنوان شرایط مرز بالادست در شبیه‌سازی های هیدرولیکی در نظر گرفته شد. شرایط مرزی پایین‌دست کانال با استفاده از داده‌های واقعی دبی-اشل جمع‌آوری شده از پارشال فلوم هفت تپه تعیین گردید.

واسنجی مدل براساس داده‌های واقعی شرایط بهره‌برداری اندازه گیری شده برای دوره آبیاری نیمه اول فروردین ۱۳۸۵ (۳ الی ۱۶ فروردین ماه) و صحت سنجی مدل بر اساس داده‌های اندازه گیری شده برای دوره آبیاری نیمه دوم ماه مذکور (۱۷ الی ۳۰ فروردین ماه) انجام شد. به منظور مقایسه مقادیر شبیه‌سازی شده با مقادیر مشاهده ای از شاخص‌های آماری مقدار حداکثر خطا (ME)، ماکزیمم قدر مطلق خطا (MAE)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، راندمان شبیه‌سازی (EF) و ضریب خطای پس ماند (CRM) استفاده گردید

$$MP_A = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \left( \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R P_A \right) \rightarrow \begin{cases} \text{if } : Q_D < Q_R \rightarrow P_A = \frac{Q_D}{Q_R} \\ \text{if } : Q_R < Q_D \rightarrow P_A = 1 \end{cases} \quad (5)$$

$$MP_F = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \left( \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R P_F \right) \rightarrow \begin{cases} \text{if } : Q_R < Q_D \rightarrow P_F = \frac{Q_R}{Q_D} \\ \text{if } : Q_D < Q_R \rightarrow P_F = 1 \end{cases} \quad (6)$$

$$MP_D = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R CV_T \cdot P_A \quad (7)$$

$$MP_E = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T CV_R \cdot P_A \quad (8)$$

### نتایج و بحث

#### واسنجی و صحت سنجی مدل

همانطور که قبلا اشاره گردید، در واسنجی و صحت سنجی مدل از پنج شاخص آماری حداکثر خطا، ریشه میانگین مربعات خطا، راندمان شبیه‌سازی، ضریب خطای پس‌ماند و میانگین خطای مطلق استفاده شد. مقدار میانگین این شاخص‌ها، برای عمق آب بالادست سازه‌های تنظیم و شدت جریان خروجی از این سازه‌ها در دو حالت واسنجی و صحت سنجی مدل تعیین و در جدول (۱) ارائه شده است. مقادیر بالای شاخص راندمان شبیه‌سازی (بزرگتر از ۰/۹۹۸) و مقادیر کم شاخص‌های حداکثر خطا (کوچکتر از ۰/۱۸)، ماکزیمم قدر مطلق خطا (کوچکتر از ۰/۰۷۲)، ضریب خطای پس‌ماند (کوچکتر از ۰/۰۰۳) و ریشه میانگین مربعات خطا (کوچکتر از ۰/۲۴۲) نشان می‌دهد که مدل برای تعیین شرایط هیدرولیکی جریان کانال بخوبی واسنجی شده و از اینرو می‌تواند برای شبیه‌سازی گزینه‌های مختلف بهره برداری با دقت مطلوبی مورد استفاده قرار گیرد. بررسی نتایج نشان می‌دهد مدل در تعیین عمق آب بالادست سازه‌های تنظیم نسبت به شدت جریان عبوری از این سازه‌ها از دقت نسبی بیشتری برخوردار می‌باشد. همچنین مقادیر پارامترهای آماری در دو حالت واسنجی و صحت سنجی از تطابق خوبی برخوردار هستند.

#### گزینه‌های بهره برداری مورد مطالعه

پس از واسنجی و صحت سنجی مدل، وضعیت بهره برداری واقعی کانال برای ۵ ماه اردیبهشت الی شهریور سال ۱۳۸۵ شبیه سازی شد. دبی مورد نیاز هر یک از آبگیرها و انشعاب‌های کانال با استفاده از نیاز آبی محاسبه شده از نرم افزار کراپ وات ۴/۲ و بر اساس سطوح واقعی زیرکشت و نوع گیاهان کشت شده در سال مورد مطالعه (مقادیر سطوح کشت توسط شرکت بهره برداری و نگهداری شبکه آبیاری دز مساحی و اعلام گردید) تعیین گردید. داده‌های هواشناسی مورد نیاز از ایستگاه هواشناسی هفت تپه در مجاورت منطقه مورد مطالعه برداشت شد. علاوه بر این گزینه بهره برداری، دو گزینه بهره برداری شب خاموشی نیز در کانال شبیه سازی گردید. در گزینه‌های بهره برداری شب خاموشی، تحویل آب به آبگیرهای مزارع و تعدادی از کانالهای فرعی در طول ساعاتی از شب قطع گردیده و در طول این مدت آب در کانال مورد مطالعه ذخیره گردید. این گزینه‌ها با هدف امکان پذیری عملیات ذخیره سازی آب در کانال مورد نظر و ارزیابی عملکرد توزیع آب در این شرایط و با توجه به عدم تمایل برخی از کشاورزان به انجام آبیاری شبانه در شبکه آبیاری دز صورت گرفت. گزینه‌های بهره برداری شب خاموشی شبیه سازی شده عبارت بودند از:

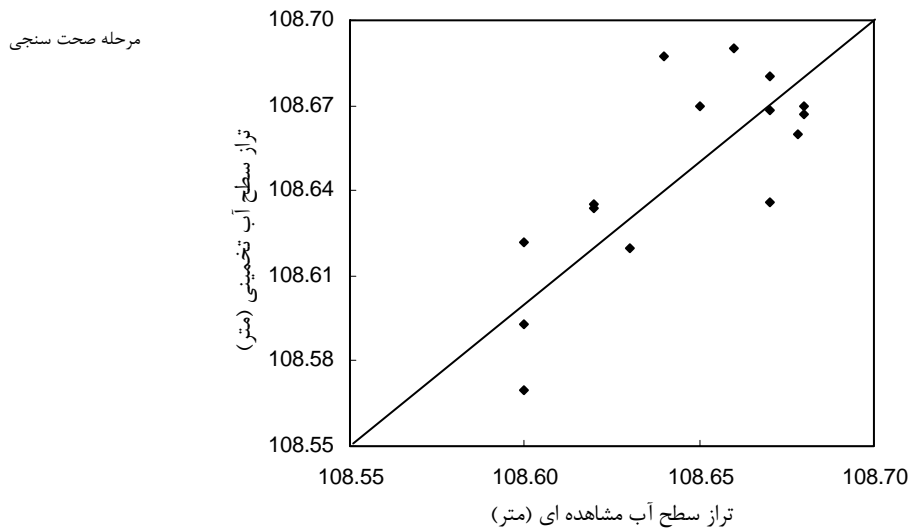
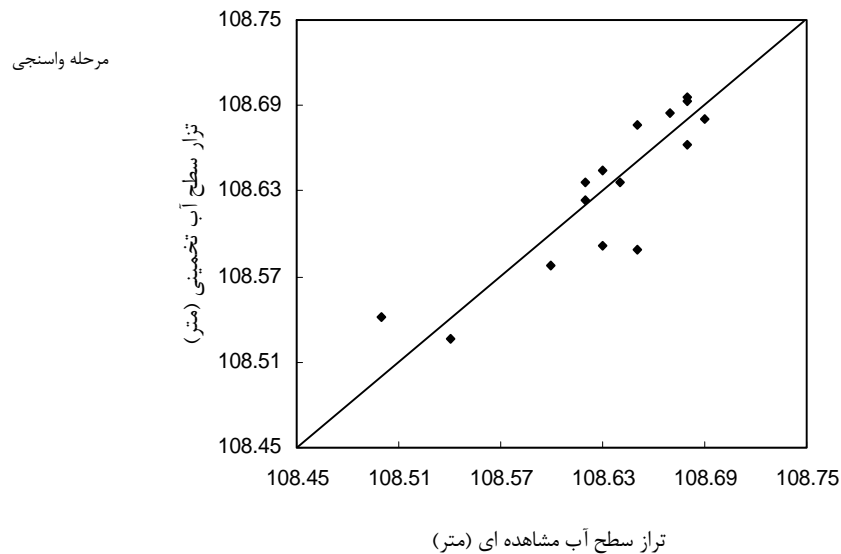
- بستن کلیه ۴۹ آبگیر مزرعه موجود در طول کانال از ساعت ۸ شب الی ۸ صبح روز بعد (گزینه شب خاموشی ۱)
  - بستن کلیه ۴۹ آبگیر مزرعه و آبگیرهای کانال‌های فرعی که دبی آن‌ها کمتر از ۲ مترمکعب در ثانیه بود (۱۳ کانال فرعی) از ۱۲ نیمه شب الی ساعت ۶ صبح (گزینه شب خاموشی ۲). در این گزینه، آب در آبگیرهای سایر کانال‌های فرعی (۸ کانال) بصورت شبانه روزی توزیع گردید. هر یک از گزینه‌های شب خاموشی برای یک دوره ۱۵ روزه شبیه سازی شد.
- برای ارزیابی عملکرد توزیع آب در کانال از شاخص‌های مدیریتی عملکرد شامل شاخص‌های کفایت تحویل ( $MP_A$ )، راندمان تحویل ( $MP_F$ )، پایداری یا اعتمادپذیری زمانی تحویل ( $MP_D$ ) و شاخص عدالت تحویل ( $MP_E$ ) استفاده شد (۱۳). روابط محاسباتی این شاخص‌ها در زیر آمده است.

جدول ۱- شاخصهای آماری واسنجی و صحت سنجی مدل کانال من

شاخص آماری	عمق آب بالادست سازه‌های تنظیم		شدت جریان عبوری از سازه‌های تنظیم	
	واسنجی	صحت سنجی	واسنجی	صحت سنجی
RMSE	۰/۰۶۹	۰/۰۷۹	۰/۲۴۲	۰/۲۴۵
EF	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۰/۹۹۸	۰/۹۹۹
CRM	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶
MAE	۰/۰۵۵	۰/۰۶۶	۰/۰۷۲	۰/۰۶۷
ME	۰/۱۳۰	۰/۱۴۰	۰/۱۸۰	۰/۱۹۰

بازه بیشتر باشد به علت تغییرات روزانه تنظیمات آبیگرها، اختلال هیدرولیکی و سازه ای بیشتری در طول بازه کانال به وجود می آید و از اینرو کنترل تراز سطح آب دقت مضاعفی را نسبت به بازه هایی که تعداد سازه های آبیگر در آن ها کمتر است، نیاز دارد. بررسی نتایج نشان می دهد که بیشترین اختلاف مشاهده شده بین داده های واقعی و شبیه سازی در این بازه در دوره واسنجی مدل ۴ سانتیمتر (روز ۱۱۵ ام فروردین ماه) است و در دوره صحت سنجی مدل ۵ سانتیمتر (روز ۲۳ ام فروردین ماه) به وقوع پیوسته است.

در شکل (۵) مقادیر مشاهده ای تراز سطح آب بالادست سازه تنظیم بازه چهارم کانال که بیشترین تعداد سازه آبیگر و بزرگترین انشعاب از نظر شدت جریان تحویلی را در بین بازه های کانال دارد، با مقادیر شبیه سازی شده در دوره واسنجی و صحت سنجی مدل مورد مقایسه قرار گرفته اند. گزارش وضعیت این بازه بدان دلیل صورت گرفته است که بیشترین اختلاف بین مقادیر مشاهده ای و شبیه سازی در مراحل واسنجی و صحت سنجی مدل در این بازه از کانال مشاهده گردید. این نتیجه می تواند به دلیل تعدد نقاط آبیگری در طول این بازه از کانال باشد. زیرا هر چه تعداد سازه های آبیگر یک



شکل ۵ - مقایسه تراز سطح آب تخمینی و مشاهده ای در بالادست سازه تنظیم بازه ۴ (مرحله واسنجی و صحت سنجی مدل)

$(0/9 < MP_A < 1)$  و در سایر بازه ها و در کل کانال متوسط  $(0/8 < MP_A < 0/89)$  ارزیابی می شود. عدالت توزیع آب در آبگیرهای بازه های دوم و ششم الی ۱۱ ام کانال ضعیف  $(0/25 < )$ ، در آبگیرهای بازه اول خوب  $(0/10 < MP_E < 0/10)$  و در سایر بازه ها و کل کانال متوسط  $(0/25 < MP_E < 0/11)$  ارزیابی می گردد. وضعیت اعتمادپذیری تحویل در بازه های کانال نیز همانند عدالت آبیاری می باشد.

ارزیابی نتایج بیانگر آن است بطور متوسط در طول مدت مورد مطالعه، آب تحویلی به بهره برداران غالباً بیش از حد نیاز بوده است. به عنوان مثال، در آبگیر W1-48 که در بازه شماره ۱۳ کانال واقع می باشد در غالب روزها در طول دوره مورد مطالعه، دبی تحویلی به آبگیر بیش از دبی مورد نیاز بوده است (شکل ۶). بر اساس نتایج ارائه شده در شکل ۶، میانگین اختلاف دبی تحویلی و مورد نیاز این آبگیر ۴۸/۲۶ لیتر بر ثانیه می باشد. میانگین دبی مورد نیاز این آبگیر در سول دوره شبیه سازی برابر ۷۶/۵۴ لیتر بر ثانیه بوده است.

در شکل (۷) مقادیر شاخص های ارزیابی عملکرد توزیع آب بصورت ماهانه برای کانال اصلی غرب دز ارائه گردیده است. بررسی نتایج ارائه شده در این شکل نشان می دهد که شاخص راندمان تحویل آب در اردیبهشت ماه ۰/۸۸ بوده که بیانگر عملکرد خوب توزیع آب در کانال در طول این ماه می باشد. در ماههای خرداد الی شهریور این شاخص کمتر از ۰/۷ بوده که نشان دهنده عملکرد ضعیف توزیع آب (غالباً تحویل آب بیش از حد نیاز) در آبگیرهای کانال در طول این دوره بهره برداری است. بررسی تغییرات شاخص کفایت آبیاری نشان می دهد که به جز اردیبهشت ماه  $(MP_A = 0/61)$  که نیاز تحویل آبگیرها به علت بالابودن نیاز آبی گیاهان نسبتاً زیاد می باشد. در طول چهار ماه دیگر نیاز آبی آبگیرها در حد مطلوب و در مواردی بیش از حد نیاز تامین شده است. بررسی مقادیر شاخص های اعتمادپذیری زمانی و عدالت آبیاری بیانگر آن است که در ماههای اردیبهشت و تیر تغییرات دبی تحویلی آبگیرها از نظر پایداری مکانی و زمانی نامناسب بوده است. در ماههای مرداد و شهریور به جز تحویل بیش از نیاز آب به آبگیرها که نزدیک به دو برابر مقدار مورد نیاز بوده است، شاخص های عدالت، کفایت و اعتمادپذیری تحویل در کانال مورد مطالعه در حد مطلوب بوده است.

#### ارزیابی عملیات شب خاموشی در کانال

شبکه آبیاری دز بر اساس جریان دائمی آب در طول مدت شبانه روز طراحی شده و عملیات توزیع آب به صورت شبانه روزی انجام می شود لکن تعدادی از بهره برداران این اصل را رعایت ننموده و از آبیاری شبانه خودداری می نمایند. در نتیجه در ساعات شب، بخشی از آب ورودی به کانال بدون بهره وری لازم وارد شبکه زهکشی شبکه می گردد. همچنین در این شبکه دبی تحویلی معمولاً بیش از دبی

همچنین یک آزمون تی- استیودنت در سطح یک درصد برای عمق آب بالادست سازه های تنظیم و شدت جریان عبوری از آنها نشان داد که بین مقادیر شبیه سازی شده (در دو دوره واسنجی و صحت سنجی) و مشاهداتی این دو پارامتر اختلاف معناداری وجود ندارد.

#### ارزیابی عملکرد کانال برای شرایط بهره برداری واقعی

پس از انجام واسنجی و صحت سنجی مدل، شرایط بهره برداری واقعی کانال مورد مطالعه طی ۵ ماه، اردیبهشت ماه الی شهریور ماه سال ۱۳۸۵، شبیه سازی شد. بر اساس دبی های تحویلی حاصل از شبیه سازی و دبی های مورد نیاز هر آبگیر، مقدار شاخص های ارزیابی عملکرد مدیریتی کانال در طول این دوره محاسبه گردید. در جدول (۲) مقدار میانگین ۵ ماهه شاخص های کفایت، راندمان، اعتمادپذیری و عدالت تحویل آب برای هر یک از بازه ها/کانال اصلی غرب شبکه آبیاری دز ارائه شده است.

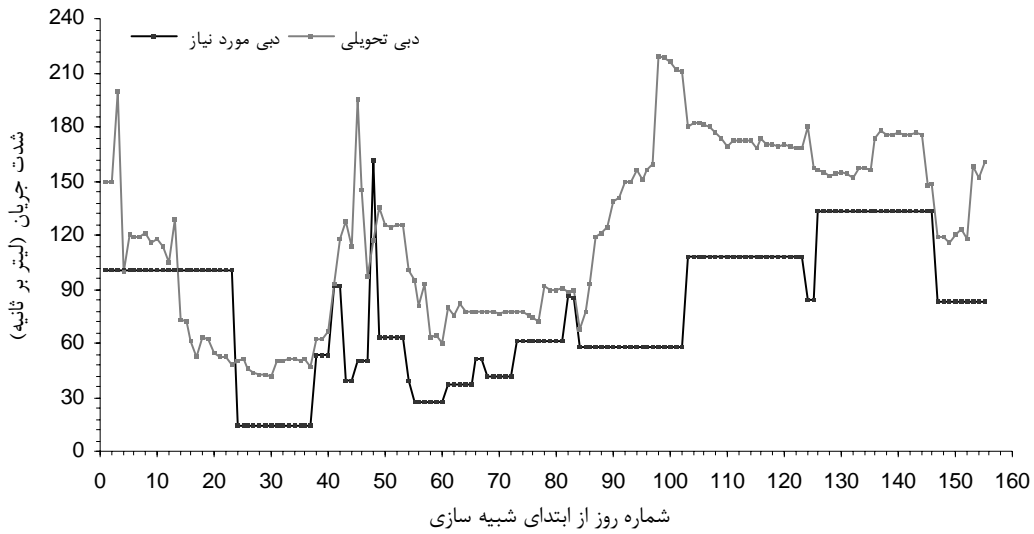
جدول ۲- میانگین شاخص های مدیریتی عملکرد هر یک از بازه های کانال در دوره شبیه سازی

شماره بازه	شاخص های مدیریتی عملکرد			
	$MP_F$	$MP_A$	$MP_D$	$MP_E$
R1	۰/۳۳۸	۰/۹۷۸	۰/۰۷۳	۰/۰۴۷
R2	۰/۷۴۸	۰/۸۰۶	۰/۵۹۳	۰/۲۶۴
R3	۰/۶۵۰	۰/۸۶۸	۰/۳۱۰	۰/۲۲۸
R4	۰/۸۸۲	۰/۹۵۰	۰/۱۱۵	۰/۱۱۲
R5	۰/۸۴۰	۰/۹۲۷	۰/۱۶۵	۰/۱۸۴
R6	۰/۶۵۰	۰/۸۲۰	۰/۳۸۸	۰/۳۹۶
R7	۰/۶۵۸	۰/۸۷۷	۰/۲۶۸	۰/۲۸۸
R8	۰/۷۶۰	۰/۸۲۶	۰/۲۶۴	۰/۲۸۳
R9	۰/۶۶۹	۰/۸۱۸	۰/۳۹۸	۰/۳۹۱
R11	۰/۶۹۴	۰/۸۴۴	۰/۳۵۲	۰/۳۶۱
R12	۰/۵۷۰	۰/۹۱۱	۰/۲۰۶	۰/۲۱۰
R13	۰/۵۶۳	۰/۹۴۴	۰/۱۱۴	۰/۱۱۰
کانال مورد مطالعه	۰/۶۶۹	۰/۸۸۱	۰/۲۷۱	۰/۲۳۸

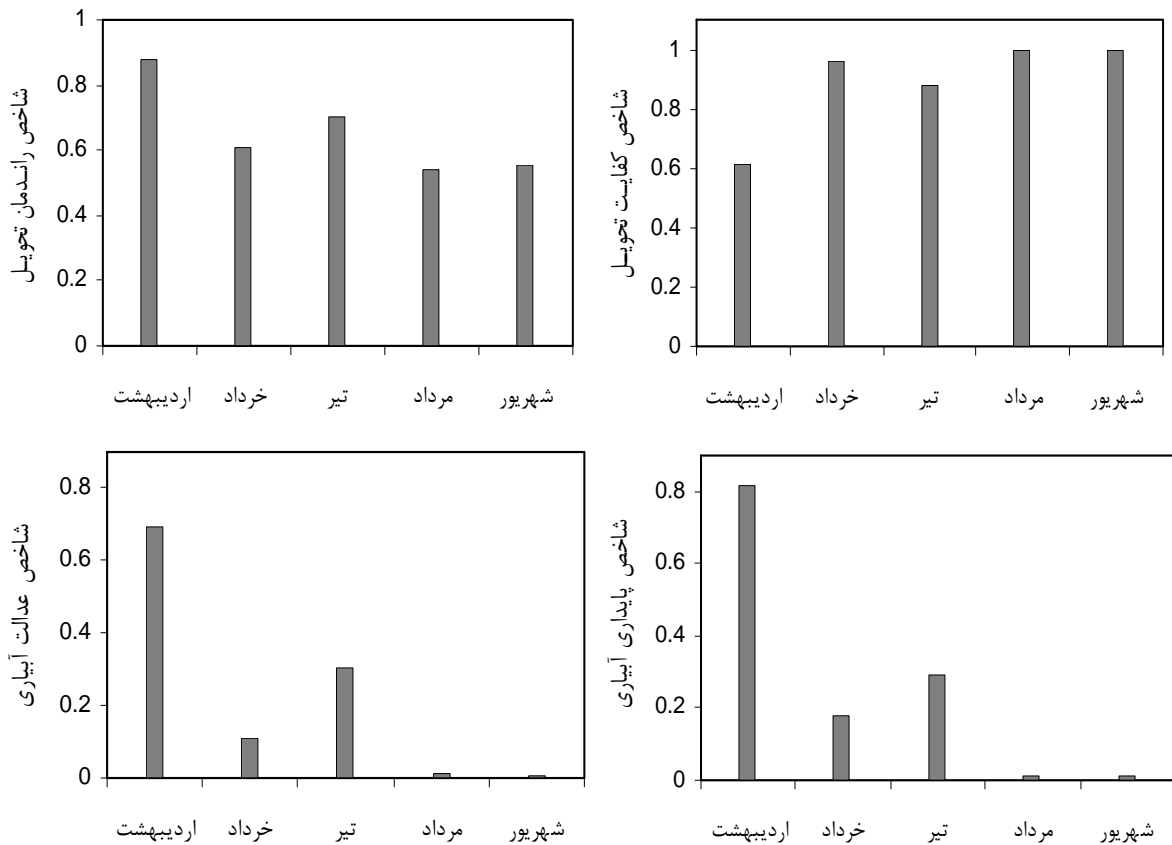
بررسی نتایج جدول (۲) نشان می دهد که با توجه به طبقه بندی ارائه شده توسط مولدن و گیتس (۱۳)، در طول دوره ۵ ماهه شبیه سازی وضعیت راندمان تحویل آب به بهره برداران در بازه چهارم کانال خوب  $(0/85 < MP_F < 1)$ ، در بازه های دوم، پنجم و هشتم متوسط  $(0/7 < MP_F < 0/84)$  و در سایر بازه ها و در مجموع در کل کانال مورد مطالعه ضعیف  $(MP_F < 0/7)$  بوده است. وضعیت کفایت تحویل در بازه های اول، چهارم، پنجم، ۱۲م و ۱۳م کانال خوب

نتایج آن مورد ارزیابی قرار گرفت.

مورد نیاز و درخواستی کشاورزان است. به منظور ممانعت از هدر رفت آب در طول شب، دو گزینه شب خاموشی تعریف و شبیه سازی شده و



شکل ۶- مقایسه دبی تحویلی و مورد نیاز آبیگر W1-48 در طول دوره مورد مطالعه



شکل ۷- مقدار شاخص‌های ارزیابی عملکرد توزیع آب در کانال مورد مطالعه در دوره ۵ ماهه



## گزینه اول شب خاموشی

کانال اصلی غرب دز شامل ۴۹ آبگیر مزرعه است که در تمام طول شبانه روز بطور پیوسته آب دریافت می‌کنند و تامین نیاز آبی این دریاچه‌ها بر اساس انجام بخشی از آبیاری در طول شب است. آبگیرهای مزارع موجود در مسیر کانال در مقایسه با حجم جریان موجود تنها بخش بسیار اندکی از حجم آب را به خود اختصاص می‌دهند و با توجه به این امر انجام گزینه شب خاموشی دریاچه‌های آبگیر مزرعه منطقی به نظر می‌رسد. در این گزینه بهره برداری تنظیمات دریاچه‌های آبگیر به گونه ای اعمال شد که هر دریاچه بتواند حجم آب مورد نیاز خود را در ۱۲ ساعتی که دریاچه‌های آبگیر باز هستند، دریافت کند. سازه‌های تنظیم مطابق با وضعیتی که دریاچه‌ها در تمام طول روز باز هستند تنظیم شد و نتایج حاصل از شبیه سازی گزینه شب خاموشی مورد نظر با نتایج بدست آمده از بهره برداری عادی (باز بودن دریاچه‌ها در تمام طول روز) مقایسه گردید. برای مقایسه نتایج، از پارامتر اختلاف نسبی بین میانگین دبی روزانه تحویلی هر دریاچه در حالت بهره برداری شب خاموشی و حالت بهره برداری عادی استفاده شد.

این پارامتر برای تمام آبگیرهای مزرعه و کانال‌های درجه دو کانال اصلی غرب دز محاسبه گردید تا تاثیر این گزینه بهره برداری بر آبیگری تمام دریاچه‌ها ارزیابی شود. در این بخش به ارزیابی نتایج در بازه ای که در ابتدا (بازه ۱)، وسط (بازه ۷) و بخش انتهایی کانال اصلی غرب دز (بازه ۱۲) قرار گرفته اند، پرداخته می‌شود.

شکل (۸) تغییرات عمق آب در بالادست سازه‌های تنظیم بازه‌های ۱، ۷ و ۱۲ را در طول ساعات یک روز کامل نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود با باز شدن آبگیرهای مزرعه در ساعت ۸ صبح سطح آب کاهش و با بسته شدن آبگیرها در ساعت ۱۸ ام (شب) مجدداً سطح آب افزایش می‌یابد. اختلاف مقدار بیشینه و کمینه سطح آب در طول ۲۴ ساعت برای بازه‌های ۱، ۷ و ۱۲ به ترتیب ۱۴، ۵۰ و ۳۲ سانتی متر برآورد می‌شود.

بازه شماره ۱ کانال شامل دو کانال فرعی R1 و L3 (که به ترتیب در فواصل ۶۶۰ متری و ۳۰۰۴ متری از ابتدای بازه قرار دارند) و سه آبگیر مزرعه W1-1، W1-2، و W1-3 (که به ترتیب در فواصل ۱۶۸۵ و ۴۴۱۰ و ۵۷۰۰ متری از ابتدای بازه قرار دارند) می‌باشد. همانطور که قبلاً اشاره گردید عملیات بهره برداری گزینه اول شب خاموشی فقط شامل آبیگری‌های مزرعه می‌شود. میزان پارامتر درصد اختلاف میانگین دبی روزانه هر یک از آبگیرهای مزارع (W1-1، W1-2، و W1-3) و آبگیرهای انشعابات (R1 و L3) نسبت به شرایط بهره برداری عادی در یک دوره ۱۵ روزه در شکل (۹) نشان داده شده است.

نتایج نشان می‌دهد که دبی تحویلی در انشعاب R1 و آبگیر مزرعه W1-1 در دو شرایط بهره برداری تفاوت چندانی ندارند. آبگیر W1-3 که در انتهای بازه قرار گرفته است بیشترین تاثیر را در شرایط شب خاموشی نشان می‌دهد. در این آبگیر، روز اول دوره شبیه سازی ۱۰ درصد و در روز چهاردهم شبیه سازی ۱۴ درصد اختلاف دبی تحویلی به بهره برداران مشاهده می‌گردد. متوسط اختلاف دبی تحویلی در دو شیوه بهره برداری در طول دوره شبیه سازی ۱۵ روزه برای انشعاب L3 و آبگیر W1-2 نیز به ترتیب ۳ و ۶ درصد برآورد می‌گردد.

بازه هفتم ۳۱۱۰ کیلومتر طول دارد و دارای کانال فرعی R24 در فاصله ۱۱۵۷ متری از ابتدای بازه و دو آبگیر مزرعه W1-24 و W1-25 در فاصله ۱۱۷۵ متری و آبگیرهای مزرعه W1-26، W1-27، W1-28 و W1-29 به ترتیب در فواصل ۱۴۱۰، ۲۲۴۰، ۲۲۶۰ و ۳۱۰۵ متری از ابتدای بازه قرار گرفته اند. درصد اختلاف نسبی دبی تحویلی به کانال فرعی و دریاچه‌های آبگیر این بازه بین دو شرایط بهره برداری شب خاموشی و نرمال در شکل (۱۰) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که کانال فرعی R24 حدود ۲/۷ درصد اختلاف دبی با شرایط نرمال دارد و حجم آب بیشتری از کانال اصلی دریافت کرده است که این امر باعث کاهش سطح آب از سطح نرمال شده و در نتیجه سازه‌های آبگیر پایین دست دبی کمتری دریافت کرده اند. در این راستا، آبگیرهای انتهایی بازه بیشترین تاثیر را از تغییر شرایط بهره برداری نشان می‌دهند بطوری که در آخرین سازه آبگیر در طول بازه (W1-29)، اختلاف دبی تحویلی نسبت به شرایط بهره برداری نرمال حدود ۲۰ درصد (کمتر از شرایط نرمال) برآورد می‌گردد.

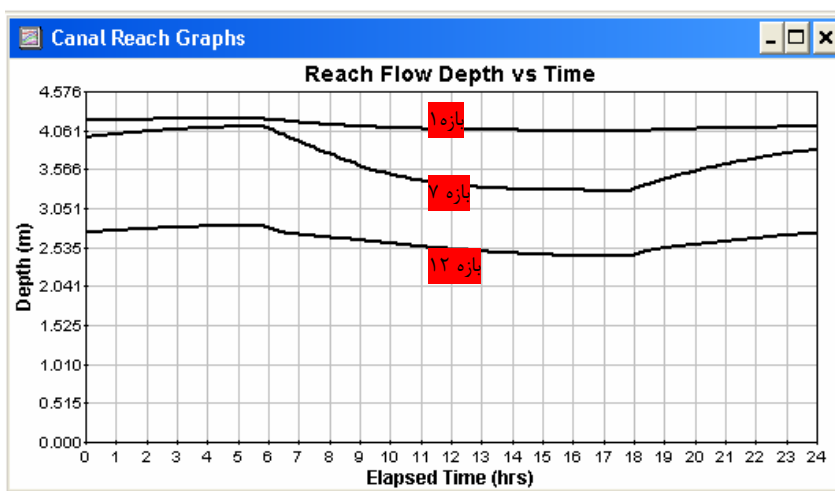
در جدول (۳) شاخص‌های عملکرد توزیع آب دو شرایط بهره برداری در بازه ۱ و ۷ مورد مقایسه قرار گرفته اند. با توجه به اینکه دبی تحویلی در سازه‌های آبگیر در اغلب موارد بیش از حد نیاز است و در گزینه شب خاموشی مورد نظر دبی تحویلی حدود ۱۰ درصد کمتر از شرایط بهره برداری نرمال بوده است، راندمان تحویل آب در گزینه شب خاموشی بهبود یافته است (برای کل کانال مقدار این شاخص ۰/۰۳ افزایش نشان می‌دهد). شاخص‌های کفایت تحویل، پایداری و عدالت تحویل روند مشابهی را نشان می‌دهند. نتایج بیانگر آن است که دریاچه‌های آبیگری توانسته اند نیاز آبی خود را در مدت آبیگری (۸ ساعت روز) تامین کنند و کانال‌های فرعی نیز کاهش نسبی دبی خود در طول روز را در طول شب تامین نموده اند. علاوه بر آن مقدار عملکرد توزیع آب در کانال به مقدار جزئی بهبود یافته است. محاسبات نشان می‌دهد که با اجرای گزینه شب خاموشی مورد مطالعه در طول دوره ۱۵ روزه، ۱۱/۲۳ درصد (۰/۹۲ میلیون متر مکعب) از کل آبی که در این کانال توزیع گردیده و در شب به دلیل عدم بهره

نرمال شبانه روزی مشاهده می‌گردد.

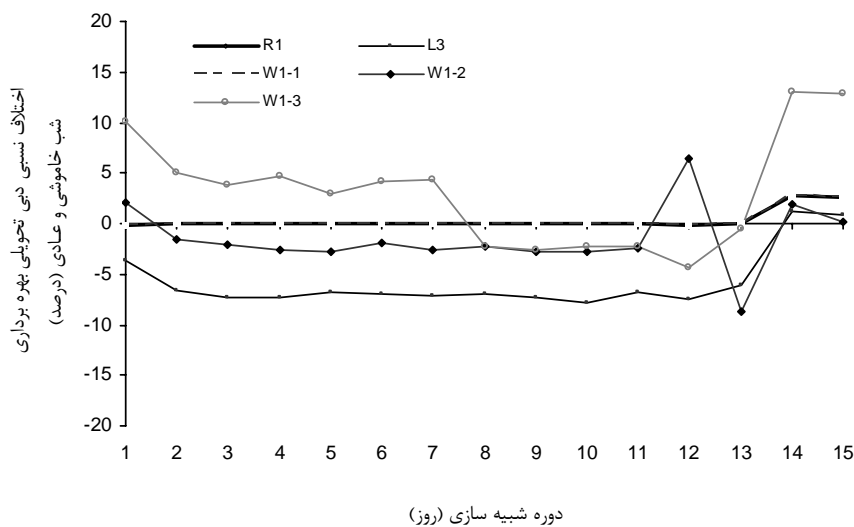
### گزینه دوم شب خاموشی

در این گزینه شب خاموشی تمام آبیگرهای مزرعه (۴۹ آبیگر) به مدت ۱۲ ساعت و کانال‌های فرعی که دبی آن‌ها کمتر از ۲ مترمکعب در ثانیه است (۱۳ کانال فرعی) صرفاً از ساعت شش صبح الی ۱۲ شب آبیگری نموده و سایر کانال‌های فرعی (هشت کانال) بصورت شبانه روزی باز هستند.

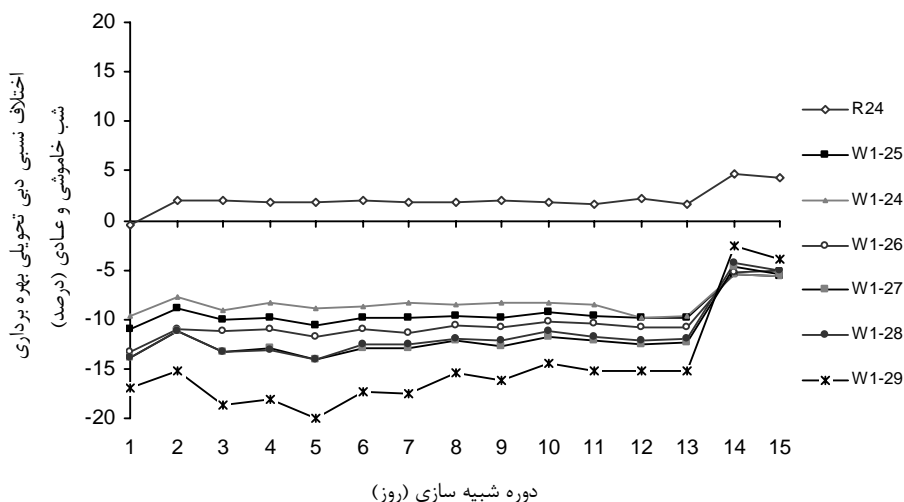
برداری توسط کشاورزان در طول کانال هدر رفته و به زهکش‌های شبکه انتقال می‌یابد، در بازه‌های کانال کنترل و ذخیره می‌گردد. این در حالی است که در طول ۱۵ روز مورد نظر، ۸/۲ میلیون متر مکعب آب در شرایط بهره برداری نرمال تحویل آبیگر اصلی کانال می‌گردد. نتایج حاصل از شبیه سازی گزینه اول شب خاموشی در دوره ۱۵ روزه نشان می‌دهد که کانال‌های فرعی موجود در مسیر کانال اصلی غرب دز تاثیر بسیار کمی از این گزینه بهره برداری گرفته اند و نیاز آبی روزانه آنان تامین شده است. در دبی تحویلی آبیگرهای مزرعه بطور متوسط حدود ۱۰ درصد اختلاف نسبت به شرایط بهره برداری



شکل ۸- تغییرات عمق آب بالادست سازه‌های تنظیم بازه‌های ۱، ۷ و ۱۲ در طول یک روز برای گزینه بهره برداری شب خاموشی یک



شکل ۹- اختلاف نسبی دبی تحویلی آبیگرهای مزرعه و انشعابات بازه یک (گزینه بهره برداری شب خاموشی ۱ نسبت به بهره برداری عادی)



شکل ۱۰- اختلاف نسبی دبی تحویلی آبگیرهای مزرعه و انشعابات بازه ۷  
(گزینه بهره برداری شب خاموشی ۱ نسبت به بهره برداری عادی)

جدول ۳- شاخص‌های ارزیابی عملکرد مدیریتی کانال در دو گزینه شب خاموشی و بهره برداری شبانه روزی

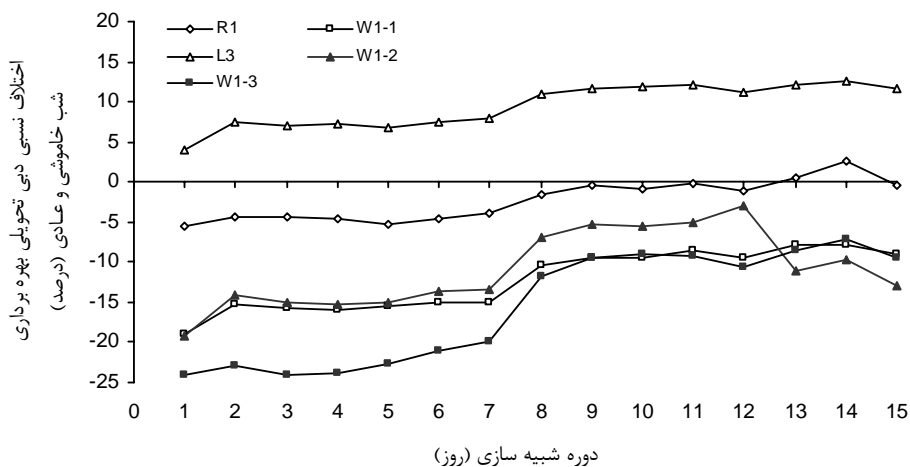
شماره بازه	گزینه شب خاموشی (یک)				بهره برداری عادی			
	MP <sub>F</sub>	MP <sub>A</sub>	MP <sub>D</sub>	MP <sub>E</sub>	MP <sub>F</sub>	MP <sub>A</sub>	MP <sub>D</sub>	MP <sub>E</sub>
R1	۰/۶۰۳	۰/۹۳۹	۰/۰۰۵	۰/۰۹۱	۰/۶۰۱	۰/۹۳۵	۰/۰۰۶	۰/۰۹۳
R7	۰/۷۷۱	۰/۹۹۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۷۰۲	۰/۹۹۶	۰/۰۰۴	۰/۰۱۱
کانال مورد مطالعه	۰/۷۲۱	۰/۹۸۵	۰/۰۰۵	۰/۰۳۰	۰/۶۹۲	۰/۹۸۱	۰/۰۰۶	۰/۰۲۸

محاسبات نشان می‌دهد که با اجرای گزینه شب خاموشی مورد مطالعه در طول دوره ۱۵ روزه، ۸/۳۱ درصد (۰/۶۸ میلیون متر مکعب) از کل آبی که در این کانال توزیع گردیده و در شب به دلیل عدم بهره برداری توسط کشاورزان در طول کانال هدر رفته و به زهکش‌های شبکه انتقال می‌یابد، در بازه‌های کانال کنترل و ذخیره می‌گردد.

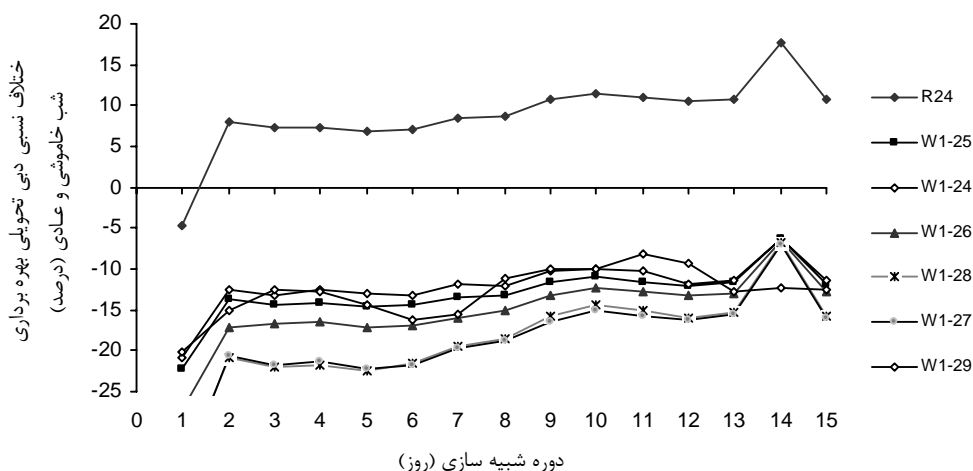
مقادیر شاخص‌های عملکرد توزیع آب دو شرایط بهره برداری مورد مطالعه برای بازه‌های ۱ و ۷ کانال در جدول (۴) آمده است. باتوجه به جدول (۴) راندمان تحویل آب در هر دو گزینه مقدار متوسطی داشته لکن وضعیت آن در گزینه شب خاموشی بهتر از گزینه بهره برداری شبانه روزی است. وضعیت کفایت، پایداری زمانی و مکانی تحویل آب در هر دو گزینه بهره برداری مورد مطالعه خوب لکن در حالت در شرایط بهره برداری نرمال مطلوب تر می‌باشد (بالاخص در بازه ۷). مقدار شاخص‌های عملکرد تحویل، کفایت تحویل، اعتمادپذیری تحویل و عدالت تحویل در کانال مورد مطالعه برای شرایط بهره برداری شب خاموشی به ترتیب ۰/۷۴۸، ۰/۹۴۷، ۰/۱۱۳ و ۰/۱۱۵ تعیین گردید.

در انتخاب بسته یا باز بودن کانال‌های فرعی در شب، اولاً امکان افزایش بازشدگی سازه آبگیر آن‌ها به میزان ۱/۷۵ برابر بازشدگی موجود و ثانیاً ظرفیت کانال اصلی غرب دز مورد توجه قرار گرفته است تا در هنگام شب که برخی کانال‌های فرعی و آبگیرهای مزرعه بسته می‌باشند سطح آب در کانال از حد مجاز تجاوز نکند.

تغییرات اختلاف نسبی دبی تحویلی به هر یک از آبگیرهای مزارع و آبگیرهای انشعابات کانال‌های فرعی بازه‌های ۱ و ۷ کانال این گزینه بهره برداری نسبت به شرایط بهره برداری نرمال (شبانه روزی) در یک دوره ۱۵ روزه در شکل (۱۱) و (۱۲) نشان داده شده است. بررسی نتایج نشان می‌دهد که دبی تحویلی آبگیرهای مزارع و کانال‌های فرعی هر دو بازه در گزینه شب خاموشی ۲ نسبت به گزینه شب خاموشی ۱ تغییرات بیشتری با شرایط بهره برداری نرمال دارند. در این رابطه آبگیر W1-3 در بازه ۱ و آبگیر W1-28 در بازه ۷ بیشترین تغییرات دبی تحویلی را نسبت به شرایط بهره برداری نرمال نشان داده اند. مقدار میانگین تغییرات دبی تحویلی این دو آبگیر (W1-3 در بازه ۱ و آبگیر W1-28 در بازه ۷) بین دو شیوه بهره برداری گزینه دوم شب خاموشی و نرمال به ترتیب ۱۱/۵ و ۱۸/۳ درصد برآورد می‌شود.



شکل ۱۱- اختلاف نسبی دبی تحویلی آبگیریهای مزرعه و انشعابات بازه یک (گزینه بهره برداری شب خاموشی ۲ نسبت به بهره برداری عادی)



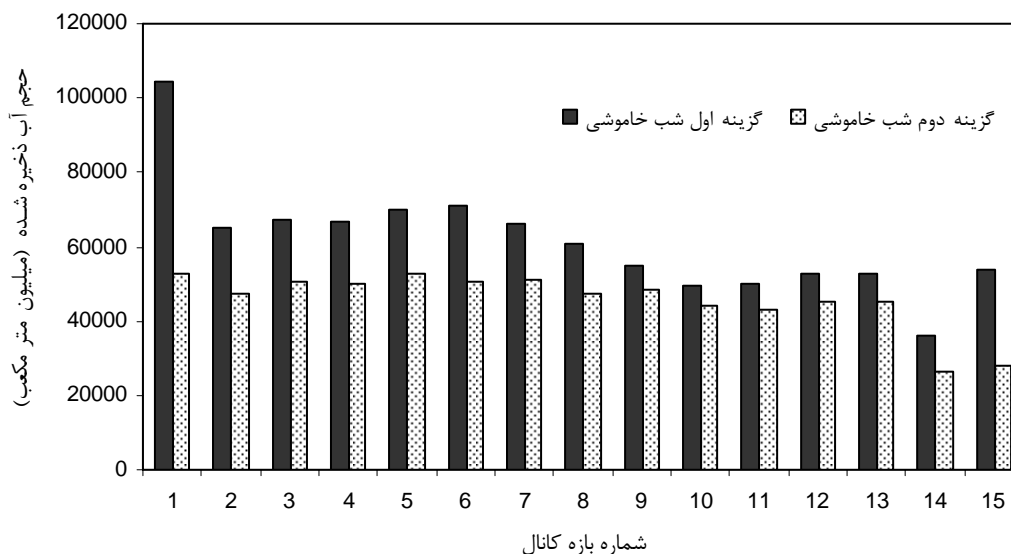
شکل ۱۲- اختلاف نسبی دبی تحویلی آبگیریهای مزرعه و انشعابات بازه ۷ (گزینه بهره برداری شب خاموشی ۲ نسبت به بهره برداری عادی)

که در شکل نیز مشاهده می‌گردد در گزینه اول شب خاموشی، بیشترین ذخیره سازی در بازه ۱ کانال (۱۰۴۳۱۰ مترمکعب) و کمترین آن در بازه ۱۴ (۳۶۰۶۳ متر مکعب) به وقوع پیوسته است. در گزینه دوم شب خاموشی، بیشترین ذخیره سازی مربوط به بازه ۵ کانال (۵۲۹۱۱ مترمکعب) و کمترین آن مربوط به بازه ۱۴ (۲۶۱۷۰ متر مکعب) می‌باشد. همانطور که قبلا اشاره گردید، کل حجم آب ذخیره شده در طول کانال در گزینه‌های اول و دوم شب خاموشی به ترتیب ۰/۹۲ و ۰/۶۸ میلیون متر مکعب بوده است.

جدول ۴- شاخص‌های ارزیابی عملکرد مدیریتی کانال اصلی غرب دز در گزینه شب خاموشی دو

شماره بازه	گزینه شب خاموشی دو			
	MP <sub>F</sub>	MP <sub>A</sub>	MP <sub>D</sub>	MP <sub>E</sub>
R1	۰/۶۳۲	۰/۹۵۰	۰/۰۰۶	۰/۰۸۹
R7	۰/۸۰۶	۰/۹۱۷	۰/۰۲۶	۰/۲۳۴
کانال مورد مطالعه	۰/۷۴۸	۰/۹۴۷	۰/۰۱۳	۰/۱۱۵

در شکل (۱۳) حجم آب ذخیره شده در هر یک از بازه‌های کانال به ازای دو گزینه شب خاموشی مورد مطالعه ارائه شده است. همانطور



شکل ۱۳- حجم آب ذخیره شده گزینه‌های شب خاموشی در هر بازه کانال

آبگیرها از نظر پایداری مکانی و زمانی نامناسب بوده است. در ماه‌های مرداد و شهریور به جز تحویل بیش از نیاز آب به آبگیرها که نزدیک به دو برابر مقدار مورد نیاز بوده است، شاخص‌های عدالت، کفایت و اعتمادپذیری تحویل در حد مطلوب بوده است.

- نتایج حاصل از گزینه‌های بهره برداری شب خاموشی اجرا شده در کانال اصلی غرب دز نشان می‌دهد که امکان اجرای این شیوه بهره برداری در این کانال وجود داشته و با اعمال آن شرایط بهبود شاخص‌های مدیریتی عملکرد توزیع آب نیز فراهم می‌گردد. بررسی نتایج تحقیق بیانگر آن است که با اجرای گزینه اول شب خاموشی در طول یک دوره ۱۵ روزه، ۱۱/۲۳ درصد (۰/۹۲ میلیون متر مکعب) از کل آبی که در این کانال توزیع گردیده و در شب به دلیل عدم استفاده مناسب کشاورزان به زهکش‌های شبکه انتقال می‌یابد، قابل کنترل و ذخیره در بازه‌های کانال می‌باشد. این پارامتر برای گزینه دوم شب خاموشی ۰/۶۸ میلیون متر مکعب تعیین شد.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت‌های علمی و مالی دفتر تحقیقات شبکه‌های آبیاری و زهکشی سازمان آب و برق خوزستان (طرح شماره KUI86023) تشکر و قدردانی می‌گردد.

### نتیجه گیری

در این مطالعه از مدل هیدرولیکی کانال من به منظور ارزیابی عملکرد توزیع آب کانال اصلی غرب شبکه آبیاری دز در شرایط واقعی بهره برداری و دو گزینه بهره برداری شب خاموشی آبگیرهای مزارع و تعدادی از کانال‌های فرعی استفاده شد. مهمترین یافته‌های این تحقیق به قرار زیر می‌باشد:

- مدل هیدرولیکی کانال من می‌تواند به عنوان ابزار مناسبی در شبیه سازی و ارزیابی گزینه‌های مختلف بهره برداری کانال اصلی غرب دز مورد استفاده قرار گرفته و سیستم اطلاعاتی جامعی را برای مدیریت جریان غیرماندگار و بهینه سازی شاخص‌های عملکرد مدیریتی در این کانال فراهم نماید.
- شاخص راندمان تحویل آب در اردیبهشت ماه ۰/۸۸ بوده که بیانگر عملکرد خوب توزیع آب در کانال مورد مطالعه در طول این ماه می‌باشد. در ماه‌های خرداد الی شهریور، این شاخص کمتر از ۰/۷ گردیده که نشان دهنده عملکرد ضعیف توزیع آب (تحویل آب بیش از حد نیاز) در آبگیرهای کانال در طول این دوره بهره برداری است. بررسی تغییرات شاخص کفایت آبیاری نشان می‌دهد که به جز اردیبهشت ماه (۰/۶۱) که نیاز تحویل آبگیرها به علت بالا بودن نیاز آبی گیاهان نسبتاً زیاد می‌باشد در طول چهار ماه دیگر، نیاز آبی آبگیرها در حد مطلوب و در مواردی بیش از حد نیاز تامین شده است. بررسی مقادیر شاخص‌های اعتمادپذیری زمانی و عدالت آبیاری بیانگر آن است که در ماه‌های اردیبهشت و تیر تغییرات دبی تحویلی

## منابع

- ۱- کسب دوز ش.، منعم م.ج. و کوچک زاده ص. ۱۳۷۷. کاربرد مدل هیدرودینامیک ICSS-POM در تعیین مناسب ترین گزینه توزیع آب در شبکه آبیاری فوری چای. مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی. تهران. ۲۱-۱۳.
- ۲- منتظر ع.ا.، کوچک زاده ص. و امید م.ج. ۱۳۸۵. توسعه تعدادی از شاخص های حساسیت هیدرولیکی سازه ای و کاربرد آن ها در تحلیل فرآیند بهره برداری کانال های آبیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره سوم.
- 3- Aminul Haque M., Lee T.S., and Bockari-Gevao S.M. 2006. Water distribution and water use assessment in rice cropping systems. *J. Sci. Technol.*, 28(4): 841-851.
- 4- Burt C.M, and Styles S. 1998. Modern Water Control and Management Practices in Irrigation: Impact on Performance. *Proceedings of the Fifth International ITIS Network Meeting on Modernization of Irrigation System Operations, India*: 62-79.
- 5- Ghumman A.R., Khan Z., and Turrall H. 2009. Study of feasibility of night-closure of irrigation canals for water saving. *Agriculture Water Management* 96: 457-464.
- 6- Goussard J. 2000. Canal Operation Simulation Models. International Commission on Irrigation and Drainage Publisher (ICID Pub.), New Delhi.
- 7- Habib Z., Shahid B., and Butta M. 1992. The utility of a simulation model far Pakistan canal systems. Cemagref-IIMI international workshop on the application of the mathematical modeling for improvement of irrigation canal operation, October 26-30, Montpellier, France, pp. 131-150.
- 8- Jabro J.D., Toth J.D., and Fox R.H. 1998. Evaluation and comparison of five simulation models for estimating water drainage fluxes under corn. *J. Envir. Qual.* 27:1376-1381.
- 9- Kumar P., Mishra A., Raghuwanshi N.S., and Singh R. 2001. Application of unsteady flow hydrolic-model to a larg and complex irrigation system. *Agricultural Water Management* 54: 49-66.
- 10- Merkly G.P. 1997. Canalman – Ahydraulic simulation model for unsteady flow in branching canal network users manual. Utha State University.
- 11- Mishra A., Anand A., Sing R., and Ranghuwanshi N.S. 2001. Hydraulic modeling of Kangsabati main canal for performance assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE* 127(1):27-34.
- 12- Mojarro B., Kosuth P., Argueta J. 1992. Use of the SIC simulation model to improve the management of an irrigation canal. Cemagref-IIMI international workshop on the application of the mathematical modeling for improvement of irrigation canal operation, October 26-30, Montpellier, France, 173-188.
- 13- Molden D.J., and Gates T.K. 1990. Performance measures evaluation of irrigation water delivery system. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE*. Vol.116. No. 6.
- 14- Najim M.M.M., Haque M.A., Lee T.S., and Mohammed T.A. 2004. Water Allocation modeling for in Besut rice irrigation scheme in Malaysia. *Agricultural Engineering Volume* 8.
- 15- Schuurmans W., and Brouwer P. 1992. Identification of control system for a canal with night storage. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE* Vol. 124, pp. 238-247.

## Performance Assessment of West Main Canal of Dez in the Different Water Operational Scenarios Using CANALMAN Model

A.A. Montazar<sup>1\*</sup>- N. Pashazadeh<sup>2</sup>

Received:12-4-2010

Accepted:21-11-2010

### Abstract

The main objective of this paper is to apply the CANALMAN model in the performance assessing of different water operational scenarios in the west main canal of Dez irrigation network. The proposed model was calibrated and validated based on the real data of March and April 2006. The real water operational condition during five months (May to September 2006) was simulated. For this period, the mean value of delivery efficiency, adequacy, equity, and reliability performance indicators was estimated 0.669, 0.881, 0.271, and 0.238, respectively. Hence, the delivery adequacy and equity had a moderate status and efficiency and reliability of delivery had a weak status. The results indicated that the night-time closure scenarios may be improved the water distribution status in the canal. During of a 15 days simulation, water saving for night closure scenario 1 and 2 was estimated 11.23% (0.92 MCM) and 8.31% (0.68 MCM), respectively, of water delivered to the canal which can be controlled and saved throughout the reaches of the canal. The findings demonstrated the the west main canal of Dez has good potential to make savings, which can be realized at system level through reduced demand on supplemental from the dam.

**Keywords:** Performance assessment, Operation, Water delivery, Dez irrigation network, CANALMAN

---

1,2- Associate Professor and MSc Student, Department of Irrigation and Drainage Engineering, Campus of Abouraihan, University of Tehran

(\*-Corresponding Author Email: [almontaz@ut.ac.ir](mailto:almontaz@ut.ac.ir))