یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۴۴

عنوان مقاله:

تعیین حساسیت سازه‌های تحویل آب در شبکه آبیاری درودزن با استفاده از مدل ریاضی

تألیف:

محمدعلی شاهرخ‌نیا[۱]، محمود جوان[۲]

چکیده

راندمان پائین آبیاری در بسیاری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی در سرتاسر دنیا و ایران، بررسی همه جانبه مسئله را لازم می‌سازد. یکی عوامل اثر گذار بر این مسئله هیدرولیک سازه‌های شبکه و رابطه آن با تلفات آب می‌باشد. شبکه آبیاری زهکشی درودزن فارس یکی از شبکه‌هایی است که با وجود داشتن سازه‌های هیدرولیکی متعددی مانند دریچه‌های قطاعی و روزنه‌های دریچه‌دار مستطیلی با مشکل پایین بودن راندمان روبرو است. در پژوهش حاضر سعی شده است با استفاده از شبیه‌سازی هیدرولیکی و توسط مدل کامپیوتری ماندگار HEC-RAS حساسیت سازه‌های کنترل کننده جریان در قسمتی از شبکه آبیاری درودزن مورد بررسی قرار گیرد. با مشخص شدن سازه‌های حساس تر می‌توان نظارت بیشتری را بر این سازه‌ها اعمال کرد و در نتیجه راندمان شبکه را بهبود بخشید. در این بررسی ابتدا مدل مذکور با استفاده از دو سری داده اندازه‌گیری شده دبی و رقوم سطح آب واسنجی گردید و اعتبار آن مورد بررسی قرار گرفت و از ضریب زبری مانینگ و ضریب دبی سازه‌ها برای واسنجی مدل استفاده گردید. حساسیت سازه‌ها با استفاده از روابط (Renault and Hemakumara, 1999) برآورد گردید. همچنین تغییرات دبی آبگیرها در اثر تغییرات در تنظیم دریچه چک‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آبگیرهای دوم ، سوم و هفتم بیشترین حساسیت را نسبت به عمق آب و تنظیم دریچه و آبگیرهای انتهایی بیشترین حساسیت انتقال را دارا می‌باشند. از میان چک‌ها دومین چک از بالادست بیشترین حساسیت را نسبت به

۱ و ۲- بخش آبیاری دانشگاه شیراز

عمق آب و چک‌های انتهایی بیشترین حساسیت را نسبت به تنظیم دریچه‌دارا هستند. در این تحقیق یک ضریب حساسیت جدید بنام حساسیت به تغییرات زبری کانال معرفی گردید. همچنین نتایج نشان داد که مدل HEC-RAS برای بررسی و شبیه‌سازی هیدرولیک جریان در شبکه آبیاری درودزن مناسب بوده و از آن می‌توان به عنوان ابزاری نسبتاً دقیق در تجزیه و تحلیل این گونه مسائل بهره برد.

مقدمه

بسیاری از اراضی کشاورزی تحت آبیاری در دنیا به علت پائین بودن راندمان نمی‌توانند اهداف خود را به طور کامل برآورده کنند و با توجه به محدود بودن منابع آب در نواحی خشک و نیمه خشک دنیا، آبیاری صحیح و اقتصادی امری ضروری است. تعیین نحوه عملکرد فعلی شبکه‌های آبیاری می‌تواند نقش مهمی در تصمیم‌گیری سیاستگذاران و مدیران شبکه داشته باشد و باعث ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی شود. تاکنون تلاش‌های زیادی جهت ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی در دنیا انجام گرفته است و هنوز هم این موضوع یکی از مهمترین مسائل مورد توجه محققین امر می‌باشد. بررسی هیدرولیک شبکه‌های آبیاری و زهکشی و سازه‌های مربوط به آن که تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است می‌تواند گام مؤثری در شناخت عوامل اثرگذار بر راندمان شبکه و مدیریت صحیح شبکه باشد. پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه سخت‌افزار و نرم‌افزار کامپیوتر می‌تواند پیمودن این راه را آسان تر نماید. نرم‌افزارهای مناسب می‌تواند به عنوان ابزاری قوی جهت بررسی شبکه و پیش‌بینی اتفاقات احتمالی در آینده مورد استفاده قرار گیرد. تاکنون نرم‌افزارهای متعددی جهت بررسی هیدرولیک کانال‌های آبیاری معرفی گردیده‌اند که بعضی از محققین به تشریح و بررسی آنها پرداخته‌اند (١و٣ و٤). شاخص‌هایی نیز جهت ارزیابی مدیریت شبکه‌های آبیاری (٥) و سازه‌های وابسته (٦) ارائه گردیده است که می‌توان این شاخص‌ها را با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده مزرعه ای یا توسط شبیه‌سازی‌های کامپیوتری محاسبه نمود.

شبکه آبیاری و زهکشی درودزن در شمال غرب استان فارس یکی از شبکه‌های مدرن آبیاری کشور است که راندمان پائین آن مشکلات زیادی را برای مسئولین و کشاورزان ایجاد کرده است. چند تن از محققین (٢ و ٧) با بررسی مسائل و مشکلات این شبکه نشان داده‌اند که راندمان و عدالت توزیع آب در شبکه پائین می‌باشد. با توجه به نیاز روز افزون کشور به محصولات کشاورزی و پتانسیل بالای منطقه در تولید گندم و دیگر محصولات کشاورزی، بهبود مدیریت و افزایش راندمان شبکه می‌تواند اثر شگرفی بر اقتصاد منطقه و کشور داشته باشد. با تعمیم نتایج و راهکارها برای دیگر شبکه‌های آبیاری کشور، زمینه ارتقاء مدیریت و عملکرد شبکه‌های آبیاری دیگر نیز فراهم گردد.

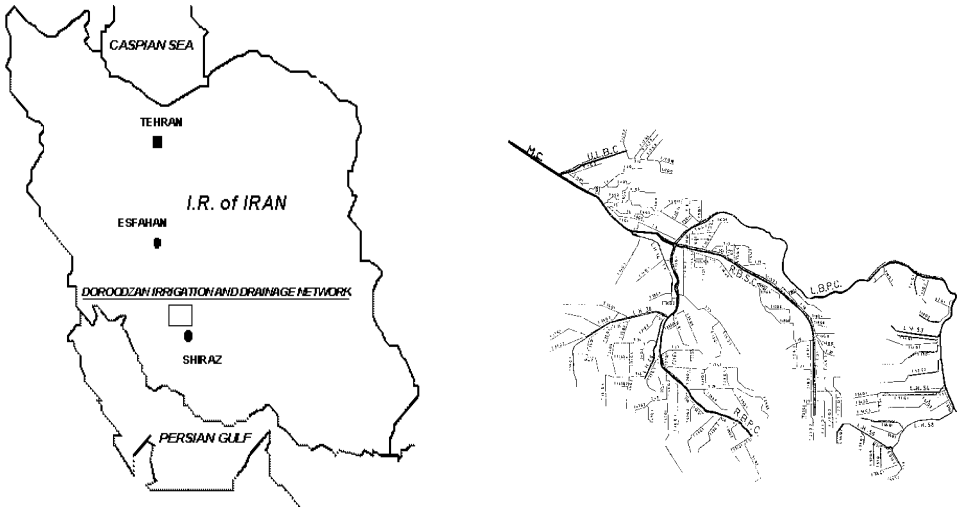
در پژوهش حاضر قسمتی از شبکه آبیاری درودزن و سازه‌های آبیاری مربوطه آن مورد بررسی قرار گرفت. برای این بررسی از مدل کامپیوتری HEC-RAS که یکی از مدل‌های موجود برای بررسی هیدرولیک کانال و رودخانه می‌باشد استفاده گردید. حساسیت سازه‌های کنترل کننده جریان با استفاده از روابطی که توسط (Renault and Hemakumara, 1999) ارائه گردیده است تعیین و مورد بررسی قرار

گرفت و در نهایت یک شاخص حساسیت جدید معرفی گردید. همچنین تغییرات دبی آبگیرها در اثر تغییرات جزئی در تنظیم چک‌ها که در اثر بی دقتی و خطای مسئولان تنظیم دریچه‌ها ممکن است صورت گیرد مورد بررسی قرار گرفت و راه کار مناسب جهت بهبود راندمان شبکه ارائه گردید.

وسائل و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

شبکه آبیاری و زهکشی درودزن که از سد مخزنی درودزن تغذیه می‌شود شامل چهار ناحیه آبیاری می‌باشد. یکی از این نواحی مربوط به کانال اصلی (MC) و نواحی دیگر مربوط به سه کانال درجه ۲ با نامهای اردیبهشت (RBSC)، هامون (RBPC) و کانال سمت چپ (LBPC) می‌باشد. سالیانه حدود ٤٢٠٠٠ هکتار از اراضی منطقه بوسیله این کانال‌ها آبیاری می‌شود. هر کانال درجه ۲ شامل چندین کانال درجه ۳ بوده که این کانال‌های درجه ۳ آب را به کانال‌های درجه ٤ و در نهایت به مزارع تحویل می‌دهند. شکل ۱ موقعیت شبکه آبیاری درودزن را نشان می‌دهد. در امتداد کانال اصلی و کانال‌های درجه ۲ دریچه‌های قطاعی وجود دارد که سطح آب ثابتی را برای آبگیرهای کانال درجه ۳ تأمین می‌کنند. آبگیرهای کانال‌های درجه ۳ شامل چند دریچه کشویی تخت است که دبی مورد نیاز کانال‌های درجه ۳ را تنظیم می‌کنند. کانال‌های آبیاری موجود در شبکه عمدتاً از نوع کانال‌های سیمانی با مقطع ذوزنقه‌ای بوده که در بالادست دارای ابعاد بزرگتر و به تدریج که به سمت پائین دست می‌رویم از ابعاد آن کاسته می‌شود.

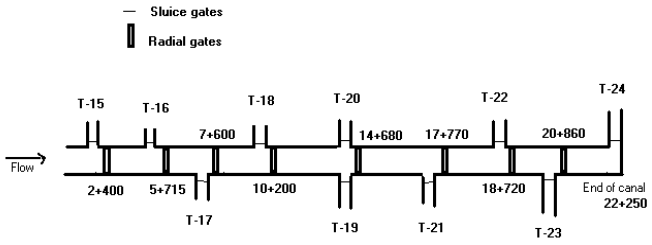


شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

برنامه آبیاری کنونی شبکه که توسط شرکت بهره برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی استان فارس کنترل و اداره می‌شود بدین صورت است که با توجه به سیاست‌های دولت و توافق زارعین نوع محصولات و سطح زیرکشت آنها تعیین شده و بر اساس قرار داد به زارعین آب تحویل داده می‌شود.

بنابراین جریان ثابت و پیوسته ای از آب در طول فصل کشت در شبکه وجود خواهد داشت که میراب‌ها آب را در پائین دست کانال‌های درجه ۳ و ٤ به زارعین تحویل می‌دهند.

کانال مورد مطالعه در این پژوهش کانال درجه ۲ اردیبهشت به طول ۲۲۲۵۰ متر می‌باشد که مشتمل بر ۱۰ کانال درجه ۳ بوده و سالیانه حدود ٦۰۰۰ هکتار از اراضی آن به زیر کشت می‌رود. شکل ۲ کانال اردیبهشت و تأسیسات آن را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۲- تاسیسات کانال مورد مطالعه

معرفی مدل HEC-RAS

مدل HEC-RAS که توسط مرکز مهندسی هیدرولوژی ارتش آمریکا (۸) تهیه شده است یکی از مدل‌های قوی در بررسی هیدرولیک جریان یک بعدی ماندگار در کانال‌ها و رودخانه‌ها می‌باشد. در این مدل رقوم سطح آب از یک مقطع به مقطع دیگر با حل معادله انرژی توسط روش گام به گام استاندارد محاسبه می‌گردد. سازه‌هایی مانند سرریزها، دریچه‌ها، کالورت‌ها و پل‌ها را نیز می‌توان وارد مدل کرد. اطلاعات ورودی مدل شامل مقاطع عرضی کانال‌ها و فاصله آنها از یکدیگر، هندسه و رقوم سازه‌های واقع بر کانال، ضریب زبری مانینگ و شرایط مرزی بالادست و پائین دست کانال می‌باشد. اطلاعات خروجی مدل شامل رقوم سطح آب، سرعت جریان، عدد فرود و دیگر خصوصیات هیدرولیکی کانال می‌باشد. برای آشنایی بیشتر با مدل به راهنمای مربوطه رجوع شود (۸).

حساسیت سازه‌های تحویل آب

حساسیت سازه‌های تحویل آب به عوامل مختلف توسط Renault and Hemakumara, 1999 به صورت زیر بیان شده است:

۱- حساسیت به تغییرات عمق آب

$$S_1 = \frac{dq/q}{dH_{us}} \qquad (۱)$$

۲-حساسیت انتقال

$$S_2 = \frac{dq/Q}{dH_{us}} \qquad (۲)$$

۳-حساسیت به تنظیم دریچه

$$S_3 = \frac{dq/q}{dw} \qquad (۳)$$

که در روابط (۱) تا (۳)، q دبی آبگیر، dq تغییرات دبی آبگیر، Q دبی کانال اصلی، dH_{us} تغییرات عمق آب بالادست و dw تغییرات در مقدار بازشدگی دریچه می‌باشد. پس از محاسبه حساسیت سازه‌ها از روابط فوق سازه‌های حساس تر مشخص می‌گردند که این سازه‌ها بایستی تحت نظارت و کنترل بیشتری قرار گرفته و در صورت امکان تمهیداتی برای آن در نظر گرفته شود.

روش تحقیق

در پژوهش حاضر جهت شبیه‌سازی جریان در کانال اردیبهشت از شبکه درودزن، از نسخه ۳ سال ۲۰۰۱ نرم‌افزار HEC-RAS استفاده گردید. بدین منظور تعداد ۱۲۰ مقطع عرضی از ابتدای کانال اردیبهشت تا ابتدای کانال‌های درجه ۳ و مشخصات و رقوم سازه‌های مربوطه از نقشه‌های موجود و نقشه برداری بدست آمد. از روابط دبی–اشل در ابتدای کانال‌های درجه ۳ جهت شرایط مرزی پائین دست استفاده گردید که این روابط توسط مولینه و بوسیله اندازه‌گیری مستقیم بدست آمد. در ابتدای شبیه‌سازی از مقادیر فرضی ضریب زبری مانینگ و ضریب دبی دریچه استفاده گردید که پس از واسنجی مدل، از مقادیر نهایی آنها در محاسبات استفاده گردید. جهت واسنجی و بررسی اعتبار مدل به این صورت عمل گردید که در یک فصل آبیاری دبی جریان در طول کانال اردیبهشت و در کانال‌های درجه ۳، رقوم سطح آب در طول کانال اردیبهشت و کانال‌های درجه ۳ در قبل و بعد از هر سازه و مقدار بازشدگی هر دریچه اندازه‌گیری گردید و اتلاف آب در طول کانال‌های اصلی ناچیز فرض شد. با استفاده از دبی‌های اندازه‌گیری شده، مقادیر بازشدگی دریچه‌ها و مقادیر فرضی ضریب زبری مانینگ مدل اجرا گردید و رقوم سطح آب محاسبه شده توسط مدل با رقوم سطح آب اندازه‌گیری شده مقایسه گردید. سپس ضریب زبری مانینگ و ضریب دبی دریچه‌ها تصحیح گردید و مجدداً مدل اجرا شد و رقوم سطح آب محاسبه شده و اندازه‌گیری شده مقایسه گردید. این روال آن قدر تکرار گردید تا اختلاف بین این دو رقوم سطح آب به حد می‌نیمم رسید. ضریب دبی و زبری بدست آمده پس از این کار ضریب دبی و زبری واقعی خواهد بود. جهت بررسی اعتبار مدل از یک سری دیگر داده‌های اندازه‌گیری شده دبی، رقوم سطح آب و بازشدگی دریچه‌ها استفاده گردید و مدل با ضرایب دبی و زبری بدست آمده از مرحله واسنجی مجدداً اجرا گردید. اگر در این حالت نیز رقوم سطح آب محاسبه شده و اندازه‌گیری شده همخوانی داشته باشد می‌توان گفت که مدل از اعتبار کافی برای محاسبات دیگر در منطقه مورد نظر برخوردار است. دبی کل کانال در شرایط واسنجی و اعتبار مدل بترتیب ۳/٥٥٤ و ۳/۳۱۱ متر مکعب بر ثانیه بوده و مقدار بازشدگی دریچه‌ها کاملاً متفاوت بوده است. با واسنجی و معتبر بودن مدل می‌توان آن را برای شرایط دیگر جریان و مقاصد مورد نظر برای منطقه مورد مطالعه به کار برد.

به منظور تعیین حساسیت سازه‌های موجود در شبکه ابتدا هیدرولیک جریان در یک فصل آبیاری (بهار ۸۱) توسط مدل شبیه‌سازی گردید. برای این کار دبی‌های مورد نیاز در ابتدای هر کانال درجه ۳ از شرکت بهره برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی استان فارس اخذ گردید. دبی مورد نیاز کل سیستم در این حالت ٤/۱۱۳ متر مکعب بر ثانیه بوده است. با داشتن این دبی‌ها مدل مکرراً اجرا گردید تا بازشدگی مورد نیاز برای هر دریچه بدست آید. طبیعتاً با تغییر دبی در ابتدای سیستم در دبی و رقوم سطح آب بالادست هر سازه تغییراتی حاصل می‌گردد که این تغییرات توسط مدل شبیه‌سازی شد و حساسیت سازه‌ها از روابط ۱ و ۲ تعیین گردید. برای تعیین حساسیت سازه‌ها به تنظیم دریچه تغییراتی در بازشدگی دریچه‌ها داده شد و مدل اجرا گردید و تغییرات دبی مربوط به هر سازه بدست آمد و حساسیت مربوطه از رابطه ۳ تعیین گردید. با ثابت نگه داشتن دبی در ابتدای سیستم و تغییر در بازشدگی هر کدام از چک‌ها و (دریچه‌های قطاعی) می‌توان تغییرات دبی در آبگیرهای مختلف را توسط مدل بررسی کرد.

بحث و نتیجه‌گیری

جدول ۱ اختلاف بین رقوم سطح آب محاسبه شده توسط مدل و اندازه‌گیری شده را پس از واسنجی و بررسی اعتبار مدل نشان می‌دهند. همانگونه که ملاحظه می‌گردد اختلاف رقوم سطح آب پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری کم می‌باشد (حداکثر ٤ سانتیمتر). در این حالت ضریب زبری کانال ۰/۰۲۵ و ضریب دبی آبگیرها ۰/۸ بوده است. با توجه به همخوانی رقوم سطح آب پیش‌بینی شده توسط مدل و اندازه‌گیری شده می‌توان نتیجه گرفت که مدل بخوبی واسنجی شده و برای شبیه‌سازی‌های دیگر از اعتبار کافی برخوردار است.

جدول ۲ حساسیت تحویل آب به تغییرات عمق آب و حساسیت انتقال را برای آبگیرهای موجود نشان می‌دهد. این مقادیر با استفاده از روابط (۱) و (۲) و با استفاده از نتایج خروجی مدل در فصل آبیاری مورد نظر بدست آمده است. در این محاسبات تغییرات عمق آب بر حسب متر و تغییرات دبی بر حسب متر مکعب بر ثانیه می‌باشد. به عنوان نمونه حساسیت ۱/٤ (بر متر) بدین معنی است که در صورت تغییر عمق آب به اندازه ۱ متر، مقدار دبی به اندازه ۱/٤ برابر مقدار قبلی خود (۱٤۰ درصد) تغییر می‌کند.

جدول ۱- اختلاف عمق آب پیش‌بینی و مشاهده‌ای در واسنجی و اعتبار مدل، سانتی متر

فاصله از ابتدای کانال (متر)	۲۳۷۷	۵٦۹۳	۷۵۷۸	۱۰۱۷۸	۱٤٦٦۲	۱۷۷۵۲	۱۸۷۰٤	۲۰۸٤٤	۲۲۲۵۰
واسنجی مدل	-۱	۰	۱	۲	-۲	-۱	-۱	-۱	۱
اعتبار مدل	-۲	-۲	۱	-۲	-۳	۰	-۲	-٤	۲

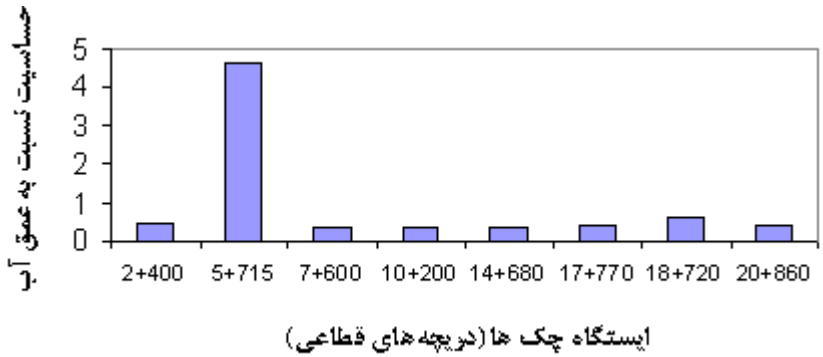
جدول ۲- مقادیر حساسیت‌های تحویل آب و انتقال در آبگیرهای مختلف (m^{-1})

آبگیر	T-15	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	T-21	T-22	T-23	T-24
حساسیت به عمق آب	۱/۹۵	۲/٦۹	۲/۹٦	۱/٤۰	۱/۷۸	۱/۹٦	۲/۰٤	۱/۵۸	۱/٤۹	۰/٤۵
حساسیت انتقال	۰/۲٤	۰/۱٤	۰/۱۸	۰/۲٦	۰/۲۷	۰/۷۲	۰/۳۵	۰/٦۳	۰/۸۳	۰/٤۵

مشاهده می‌گردد که آبگیرهای T-۱۸، T-۱۹، T-۲۲، T-۲۳ و T-۲٤ حساسیت تحویل آب کمتری نسبت به بقیهٔ آبگیرها دارند بنابراین لازم است که آبگیرهای دیگر و علی‌الخصوص آبگیرهای شماره T-۱٦، T-۱۷ و T-۲۱ تحت مراقبت بیشتری قرار گیرند تا سطح آب بالادست سازه در حین آبیاری تغییرات زیادی نداشته باشد چون باعث تغییرات بیشتری در دبی تحویلی به کانال‌های مربوط می‌شود. بررسی حساسیت انتقال این آبگیرها نشان می‌دهد که آبگیرهای ابتدایی‌دارای حساسیت کمتر و آبگیرهای انتهایی دارای حساسیت بیشتری است. علت آن است که هر چه به طرف پائین دست کانال پیش می‌رویم از مقدار دبی در کانال اصلی کاسته می‌شود بنابراین اگر دبی آبگیرهای پائین دست نسبت به آبگیرهای بالا دست کم نباشد نسبت تغییرات دبی آبگیر به دبی کانال اصلی (کانال مادر) بیشتر می‌گردد. بررسی این حساسیت از این لحاظ اهمیت‌دارد که تغییرات دبی هر آبگیر می‌تواند باعث تغییراتی در دبی کانال مادر شده که این تغییرات دبی می‌تواند بر دبی آبگیرهای پائین دست اثر گذار باشد. با توجه به مقادیر این حساسیت (جدول ۲) لازم است تا بر آبگیرهای انتهایی نظارت بیشتری صورت گیرد.

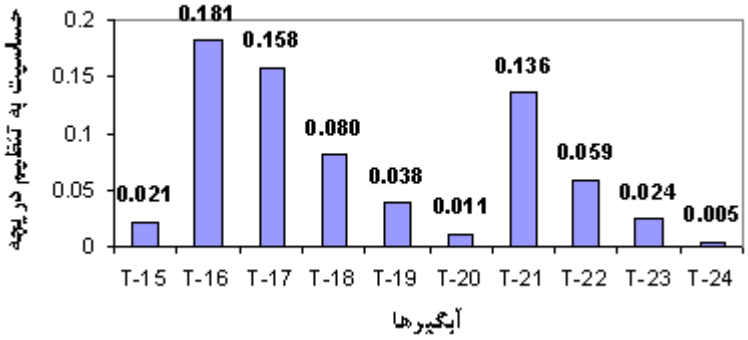
شکل ۳ حساسیت دبی چک‌ها (دریچه‌های قطاعی) نسبت به تغییرات سطح آب را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌گردد چک واقع در ایستگاه 5+715 از حساسیت بیشتری نسبت به بقیه چک‌ها برخوردار است. علت آن است که بازشدگی این دریچه به علت مستغرق بودن از بقیه چک‌ها بیشتر است و چون در اوایل کانال واقع است دبی زیادی را از خود عبور می‌دهد. بنابراین تغییرات سطح آب تأثیر زیادتری بر دبی عبوری از آن دارد.

شکل ٤ حساسیت دریچه‌های آبگیر به تنظیم دریچه را نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که از میان این ۱۰ آبگیر آبگیرهای T-۱٦، T-۱۷ و T-۲۱ بیشترین و آبگیرهای T-۱۵، T-۲۰ و T-۲٤ کمترین مقدار حساسیت را نسبت به تنظیم دریچه دارند. به عنوان نمونه حساسیت ۰/۰۸ (بر سانتی متر) بدین معنی است که در صورت تغییر بازشدگی دریچه به اندازه ۱ سانتی متر، مقدار دبی به اندازه ۰/۰۸ برابر مقدار قبلی خود (۸ درصد) تغییر می‌کند.

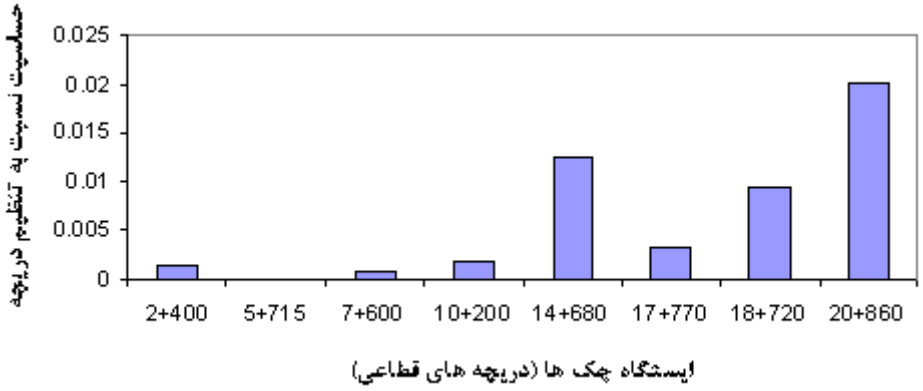


شکل ۳- حساسیت چک‌ها به تغییرات عمق آب (m^{-1})

شکل ٥ که حساسیت دبی دریچه‌های چک‌ها نسبت به تنظیم دریچه را نشان می‌دهد، بیان می‌کند که چک‌های واقع در ایستگاه‌های انتهایی حساسیت بیشتری نسبت به چک‌های ابتدایی دارند. علت آن است که چک‌های ابتدایی‌دارای دبی زیاد و بازشدگی زیادتر و چک‌های انتهایی‌دارای دبی و بازشدگی کمتری می‌باشند. این موضوع باعث می‌گردد تا تغییرات در بازشدگی دریچه‌ها در چک‌های انتهایی اثر بیشتری بر تغییرات دبی بگذارد.

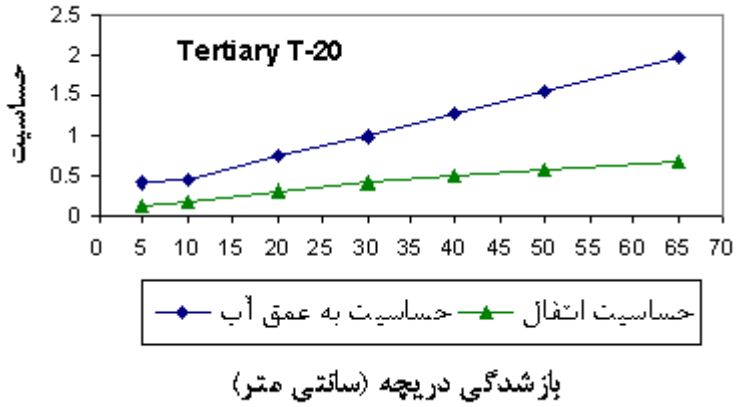


شکل ٤- حساسیت آبگیرها به تنظیم دریچه (cm^{-1})



شکل ٥- حساسیت چک‌ها به تنظیم دریچه (cm^{-1})

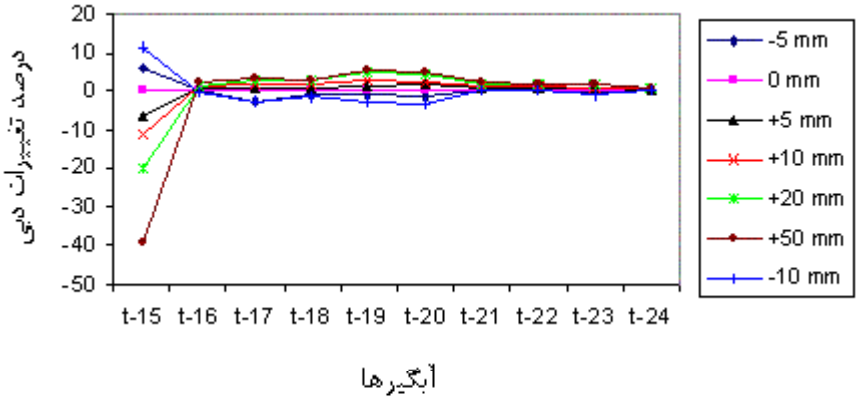
شکل ٦ تغییرات حساسیت انتقال و حساسیت دبی نسبت به عمق آب را در بازشدگی‌های متفاوت، برای یکی از دریچه‌های آبگیر نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌گردد با افزایش بازشدگی دریچه حساسیت دریچه نیز افزایش پیدا می‌کند. بقیه آبگیرها نیز نتایجی مشابه با این آبگیر را از خود نشان داده‌اند. بنابراین می‌توان گفت بهتر است دریچه‌های آبگیر حتی‌الامکان به مقدار می‌نیمم خود باز شوند و با افزایش عمق آب بالادست (با کمتر باز کردن دریچه چک واقع در پایین دست آبگیر) دبی مورد نظر را وارد کانال‌های درجه ۳ کرد.



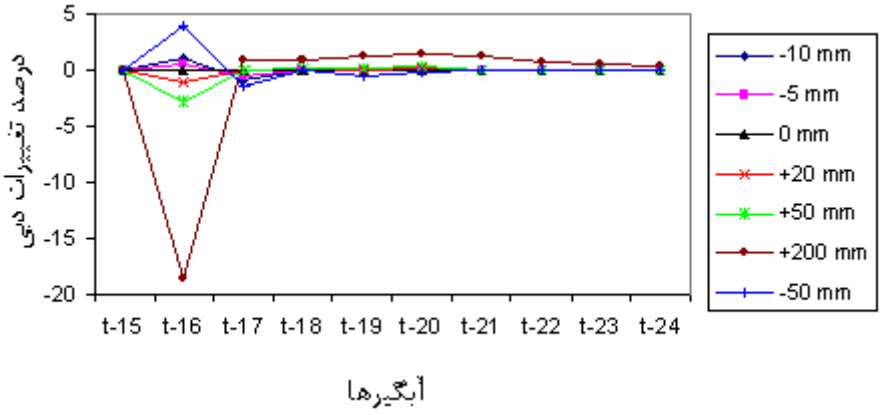
شکل ٦- تغییرات حساسیت یکی از آبگیرها در بازشدگی‌های مختلف دریچه (m^{-1})

شکل ۷ تا ١٤ تغییرات ایجاد شده در آبگیرهای مورد بررسی در اثر تغییرات ایجاد شده در بازشدگی دریچه‌های چک را نشان می‌دهند. تغییرات ایجاد شده در بازشدگی دریچه چک‌ها که در اثر خطای مسئولان تنظیم دریچه‌ها ممکن است پیش آید می‌تواند تغییرات قابل ملاحظه‌ای در دبی آبگیرهای متفاوت داشته باشد که درصد این تغییرات در شکل‌های ۷ تا ١٤ قابل مشاهده‌اند. قابل توجه است که در بالادست چک‌های موجود بر روی این شبکه دو نوع سرریز اضطراری وجوددارد. سرریز اضطراری داخلی که آب را از دو طرف دریچهٔ چک، در پائین دست دریچه به داخل کانال باز می‌گردانند و سرریز اضطراری خارجی که آب را به داخل زهکش‌ها ریخته و از دسترس خارج می‌سازد. باز و بسته شدن این دریچه چک‌ها می‌تواند باعث سرریز شدن آب از بعضی از این سرریزها گردد. اگر چک واقع در ایستگاه ۲+٤۰۰ به اندازه ۵۰ میلیمتر بیشتر باز شود دبی پائین دست افزایش یافته به طوری که از ایستگاه ۷+٦۰۰، سرریز خارجی به اندازه ۸۵ لیتر در ثانیه روی خواهد داد در حالی که با باز شدن دریچه ایستگاه ۷+٦۰۰ به همین میزان از سرریز داخلی چک ۱۰+۲۰۰ به میزان ۲۰ لیتر در ثانیه سرریز داخلی صورت می‌گیرد. وقتی که دریچه ۱۰+۲۰۰ به اندازه ۵۰ میلیمتر بیشتر باز شود ۷۳ لیتر در ثانیه از سرریز خارجی ایستگاه ١٤+٦٨۰ آب به هدر می‌رود. باز شدن بیشتر دریچه واقع در ایستگاه ١٤+٦٨۰ به اندازه ۵ میلیمتر باعث می‌شود به

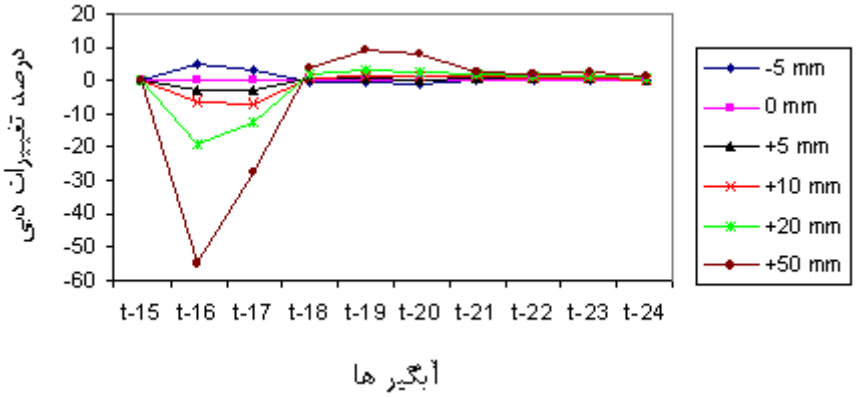
اندازه ١٦ لیتر در ثانیه از ایستگاه ١٨+٧٢٠ سرریز خارجی صورت گیرد. با بازتر شدن دریچه ١٧+٧٧٠ به اندازه ١٠ میلیمتر سرریز خارجی از ایستگاه ١٨+٧٢٠ شروع می‌گردد. وقتی که دریچه چک ١٨+٧٢٠ به اندازه ٥ میلی متر بیشتر بسته شود از سرریز خارجی همین ایستگاه به اندازه ٩ لیتر در ثانیه آب به هدر می‌رود در حالی که با ٢٠ میلی متر بیشتر باز شدن، از ایستگاه ٢٠+٨٦٠، ٩ لیتر در ثانیه سرریز خارجی صورت می‌گیرد. در ایستگاه ٢٠+٨٦٠ وقتی دریچه ١٣ میلیمتر بسته شود از همین ایستگاه سرریز خارجی شروع می‌شود در صورتی که زمانی که ١٥ میلیمتر بازتر شود از سرریز خارجی انتهای کانال واقع در ایستگاه ٢٢+٢٥٠ سرریز خارجی به اندازه ٧ لیتر در ثانیه مشاهده می‌شود. اشکال ٧ تا ١٤ نشان می‌دهند که بسته شدن هر چک عمق آب بالادست و در نتیجه دبی آبگیر بالادست را افزایش می‌دهد که این باعث کم شدن دبی در پائین دست چک می‌شود. باز شدن هر دریچه نتیجه ای عکس را به دنبال خواهد داشت. بعنوان نمونه در شکل ١٠ اگر بازشدگی چک واقع در ایستگاه ١٠+٢٠٠ به اندازه ٢٠ میلیمتر (٢ سانتی متر) افزایش یابد، دبی آبگیر بالادست (T-18) حدود ٢٠ درصد کاهش خواهد یافت و دبی آبگیرهای پایین دست به میزان کمتری افزایش خواهد یافت. همچنین مشاهده می‌گردد که دبی سه آبگیر ابتدایی کانال تغییری نکرده است که این به دلیل وجود آبشار (دراپ) در پایین دست چک‌ها (بجز چک‌های واقع در ایستگاه‌های ٥+٧١٥ و ٢٠+٨٦٠) می‌باشد. زیرا دراپ‌های موجود از انتقال تغییرات سطح آب ایجاد شده در پایین دست به سازه‌های بالادست جلوگیری می‌کنند. در هر صورت تغییرات دبی آبگیرها باعث از بین رفتن عدالت توزیع آب در بین مزارع و کاهش کمی و کیفی محصولات کشاورزی خواهد شد.



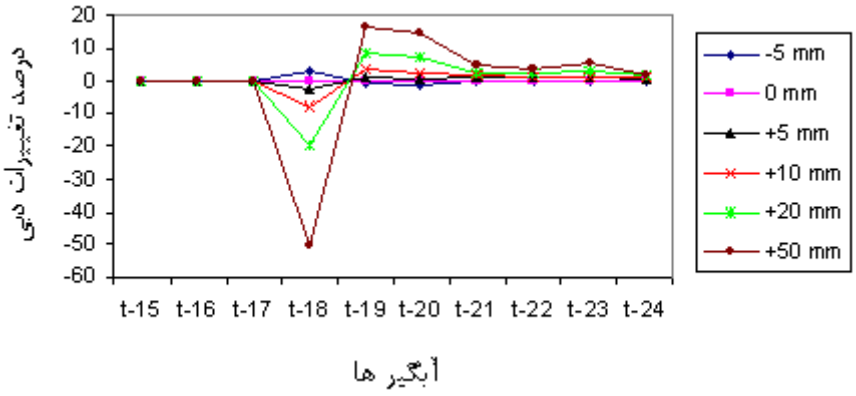
شکل ٧- درصد تغییرات دبی آبگیرها در اثر تغییرات در بازشدگی چک ٢+٤٠٠



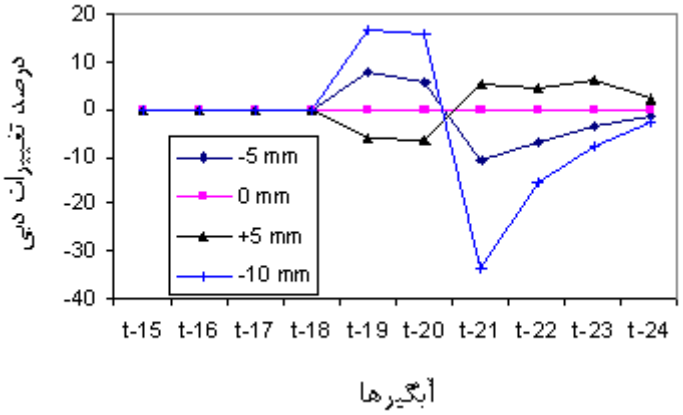
شکل ۸- درصد تغییرات دبی آبگیرها در اثر تغییرات در بازشدگی چک ۵+۷۱۵



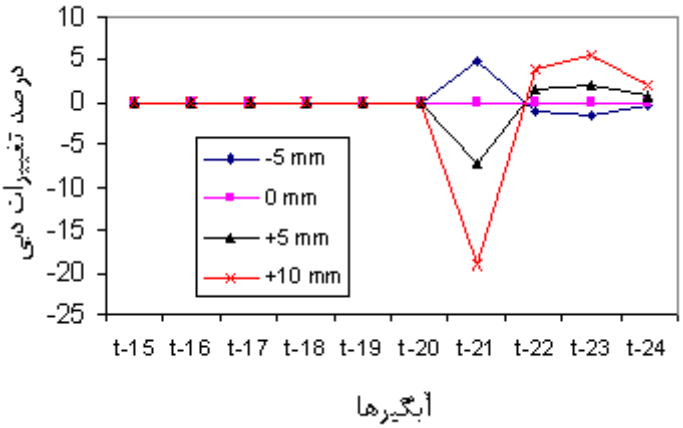
شکل ۹- درصد تغییرات دبی آبگیرها در اثر تغییرات در بازشدگی چک ۷+۶۰۰



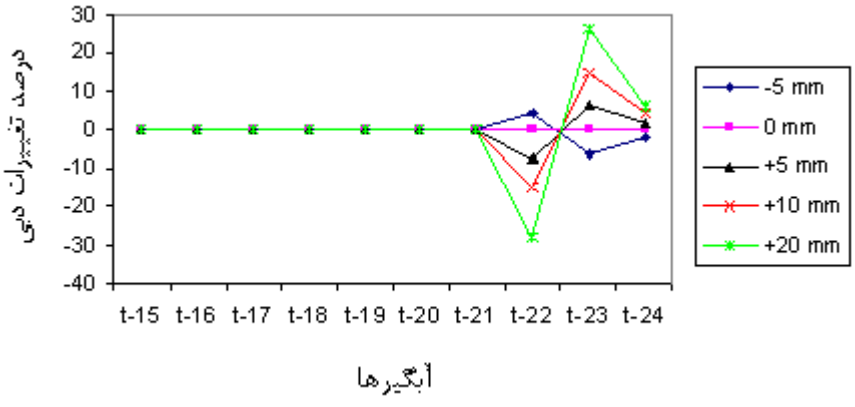
شکل ۱۰- درصد تغییرات دبی آبگیرها در اثر تغییرات در بازشدگی چک ۱۰+۲۰۰



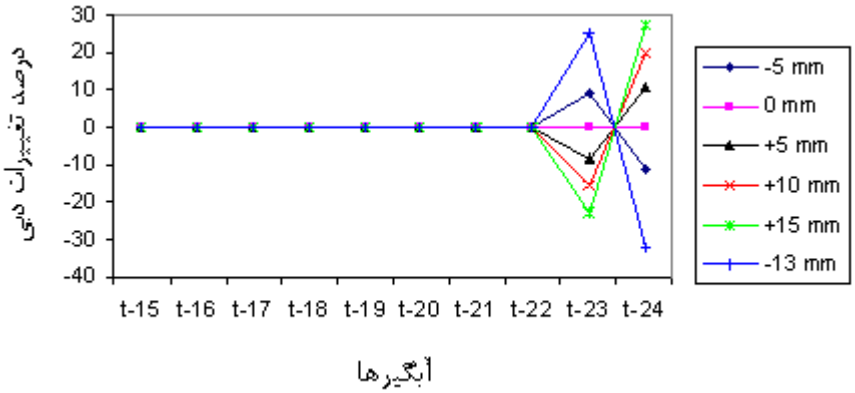
شکل ۱۱- درصد تغییرات دبی آبگیرها در اثر تغییرات در بازشدگی چک ۱۴+۶۸۰



شکل ۱۲- درصد تغییرات دبی آبگیرها در اثر تغییرات در بازشدگی چک ۱۷+۷۷۰



شکل ۱۳- درصد تغییرات دبی آبگیرها در اثر تغییرات در بازشدگی چک ۱۸+۷۲۰



شکل ۱۴- درصد تغییرات دبی آبگیرها در اثر تغییرات در بازشدگی چک ۲۰+۸۶۰

نکته دیگر آن که مقدار ضریب زبری بدست آمده از مدل پس از کالیبراسیون ۰/۰۲۵ بوده است که با توجه به سیمانی بودن کانال‌ها این مقدار زیادتر از حد معمول به نظر می‌رسد. علت زیاد بودن ضریب زبری کانال این است که به مرور زمان سنگ و دیگر اشیاء به داخل کانال‌ها افتاده به طوری که در بیشتر نقاط کف کانال را پوشانیده است. علاوه بر این در قسمت‌هایی از کانال و به ویژه در پائین دست بر روی دیواره‌های کانال و کف کانال گیاهانی روئیده است که باعث افزایش ضریب زبری می‌شوند. فرسایش دیواره‌های سیمانی کانال به مرور زمان، یکی دیگر از عوامل افزایش زبری می‌باشد. افزایش ضریب زبری نسبت به حالت اولیه باعث افزایش رقوم سطح آب در یک دبی خاص می‌گردد. این افزایش رقوم سطح آب باعث افزایش دبی آبگیرها نسبت به آنچه قبلاً طراحی شده است می‌شود. بنابراین در اینجا می‌توان یک حساسیت جدید دیگر به نام "حساسیت به تغییرات ضریب زبری مانینگ" به صورت زیر معرفی کرد:

$$S_n = \frac{dq/q}{dn} \qquad (۴)$$

که در این رابطه q دبی آبگیر، dq تغییرات ایجاد شده در دبی آبگیر در اثر افزایش زبری کانال اصلی و dn تغییرات ایجاد شده در ضریب زبری مانینگ کانال اصلی می‌باشد. به علت نزدیکی آبگیرهای موجود در کانال مورد مطالعه به چک‌ها، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در دبی آبگیرها در اثر تغییرات فرضی در ضریب زبری مانینگ مشاهده نگردید اما در مورد شبکه‌هایی که آبگیرها در فاصله نسبتاً زیادی در بالادست چک‌ها قرار دارند این موضوع می‌تواند اهمیت داشته باشد که پیشنهاد می‌شود مورد بررسی بیشتری واقع گردد.

نتایج این تحقیق نشان داد که هر کدام از سازه‌های مورد بررسی از یک لحاظ دارای حساسیت زیادی می‌باشد که این ممکن است باعث تغییرات چشمگیر در دبی آبگیرها و کاهش کمی و کیفی محصولات کشاورزی شود. برای جلوگیری از تغییرات دبی سازه‌ها در اثر عوامل ذکر شده باید تا حد امکان از نوسانات سطح آب و تغییرات هر چند اندک در بازشدگی دریچه‌ها جلوگیری کرد. بنابراین پیشنهاد

می‌گردد از سیستم اتوماتیک تنظیم دریچه‌ها که اخیرا در دنیا مورد توجه و مقبولیت زیادی واقع شده استفاده گردد. بررسی این روش کنترل و تنظیم دبی و عمق آب برای هر شبکه آبیاری نیاز به بررسی‌های فنی و اقتصادی زیادی‌دارد که در تحقیق حاضر نمی‌گنجد.

سپاسگزاری

مولفین از همکاری صمیمانه شرکت بهره برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی استان فارس و دانشگاه شیراز در انجام این تحقیق کمال تشکر را دارند.

منابع

1- ASCE Task Committee on Irrigation Canal System Hydraulic Modeling. 1993. "Unsteady- flow modeling of irrigation canals." J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 119(4),615-630.

2- Javan, M.; S. Sanaee-Jahromi and A. A. Fiuzat. 2002. Quantifying management of irrigation and drainage systems., J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 128(1), 19-25.

3- Kumar, P.; A. Mishra, N. S. Raghuwanshi and R. Singh. 2002. Application of unsteady flow hydraulic-model to a large and complex irrigation system., Agric. Wat. Manag., Elsevier, 54, 49-66.

4- Mishra, A.; A.Anand; R.Singh and N.S.Raghuwanshi. 2001. Hydraulic modelling of Kansabati main canal for performance assessment., J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 127(1), 27-34.

5- Molden, D. J., and T. K. Gates. 1990. Performance measures for evaluation of irrigation-water-delivery systems. J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 116(6), 804-823.

6- Renault, D., and H. M. Hemakumara. 1999. Irrigation offtake sensitivity. J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 125(3),131-136.

7- Sanaee-Jahromi, S.;H. Depeweg, and J. Feyen. 2000. Water delivery performance in the Doroodzan irrigation scheme, Iran. Irrigation and Drainage Systems, 14(3): 207-222.

8- U.S. Army Corps of Engineers. 2001. HEC-RAS: User's and hydraulic reference manuals.

Assessment of delivery structures' sensitivities in Doroodzan irrigation system by mathematical modeling

M.A. Shahrokhnia and M. Javan
(Irrigation Dept., Shiraz Univ., Shiraz, Iran)

Abstract

Low irrigation efficiency of many irrigation systems in the world, has necessitated evaluation of the factors causing such effects. One of these factors is the hydraulic of the canal systems. Doroodzan irrigation and drainage network with modern structures such as radial gates and sluiced orifices, is one of these systems that is under operation with low efficiency. In the present study, sensitivity of the delivery structures in a part of Doroodzan irrigation system, is assessed and evaluated by HEC- RAS steady state model. The more sensitive structures need more consideration. The model was calibrated and validated using Manning's roughness coefficient, discharge coefficients of structures and observed water levels, gate openings and discharges. The sensitivities were assessed using relationships proposed by Renault and Hemakumara (1999). The changes in offtake discharges due to changes in the setting of checks were also evaluated.

Results showed that the second, third and seventh offtakes had the higher sensitivities to water depth and setting while the tail end structures had higher conveyance sensitivity. The second check had the higher sensitivity to water depth while the tail end checks had higher sensitivity to setting. In this study a new sensitivity indicator " sensitivity to roughness" was also introduced for the first time. Results showed that the HEC- RAS model could be a proper tool for hydraulic simulation and evaluation of Doroodzan irrigation system.