« اولین همایش ملی بررسی ابعاد فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی طرح ۵۵۰ هزار هکتاری »
۳۰ - ۲۹ آبان ۱۳۹۴

بررسی تأثیر نحوه بهره برداری بر پروفیل سطح آب در زهکش‌های روباز با استفاده از مدل HEC-RAS

شهرام باروتکوب [۱]
[۱]دانش آموخته کارشناسی ارشد تأسیسات آبی از دانشگاه تهران(Sh.barootkoob@yahoo.com)
بابک احمدی[۲]
[۲]دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر (Ahmadi.9094@yahoo.com)
امین رامش[۳]
[۳] دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی از دانشگاه صنعتی اصفهان (amin.ra_ab@yahoo.com)

چکیده
عدم توجه به مدیریت و نحوه دفع زه‌آب در شبکه‌های زهکشی باعث ایجاد مشکلات زیادی در زمان بهره‌برداری می‌شود. بدین منظور تحقیق حاضر با هدف بررسی عوامل مختلف بهره‌برداری در پروفیل سطح آب یک سامانه زهکشی روباز با استفاده از مدل Hec-Ras انجام شده است. برای این کار زهکش‌های اصلی کشت و صنعت‌های نیشکر دعبل خزاعی و سلمان فارسی به عنوان مطالعه موردی انتخاب و وضع موجود آن‌ها مقطع‌برداری گردید. سپس با مقایسه پروفیل سطح آب حادث شده با سطح آب طراحی شده، عوامل مختلف نحوه بهره‌برداری، نظیر رشد علف‌های هرز و به تبع تغییر ضریب زبری، کاهش مقطع جریان ناشی از رسوب‌گذاری و گرفتگی سازه‌های مسیر در مدل تهیه شده، تحلیل گردید. نتیجه این بررسی نشان می‌دهد که رسوب-گذاری ، رشد علف های هرز ، گرفتگی سازه های مسیر و ورود زه آب اضافی ، به ترتیب بیشترین تاثیر را در کاهش ظرفیت جریان عبوری از سامانه زهکشی به همراه دارد. در این تحقیق ، اهمیت رعایت اصول بهره برداری و نگهداری از سامانه های زهکشی به صورت کمی ، نشان داده شده است.

واژه های کلیدی: زهکش روباز، پروفیل سطح آب، مدل Hec Ras، بهره‌برداری، ضریب زبری، زه آب، رسوب گذاری.

۱- مقدمه
توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی یک ضرورت انکارناپذیر به جهت افزایش روزافزون جمعیت و نیاز به توسعه و رشد صنایع تولیدی و کشاورزی می‌باشد، لیکن اثرات متقابل این توسعه بر محیط پیرامون و برعکس بایستی مورد توجه دقیق قرار گیرد. متناسب با استفاده از شبکه‌های آبیاری و زهکشی، مشکلات بهره برداری مرتبط به آن نیز افزایش پیدا می‌کند که عدم توجه به این مسائل، صدمات و خسارات جبران‌ناپذیری را متوجه منابع آب و خاک نموده و مسائل و مشکلات اقتصادی و اجتماعی و زیست محیطی زیادی را به دنبال دارد[۷]. در سال‌های اخیر با به زیر کشت رفتن اکثر اراضی پروژه های آبیاری و زهکشی مدرن، حجم زه‌آب وارده به زهکش‌های اصلی این ، افزایش یافته و تراز آب در آن‌ها بیش از حدود طراحی شده بالا آمده است.

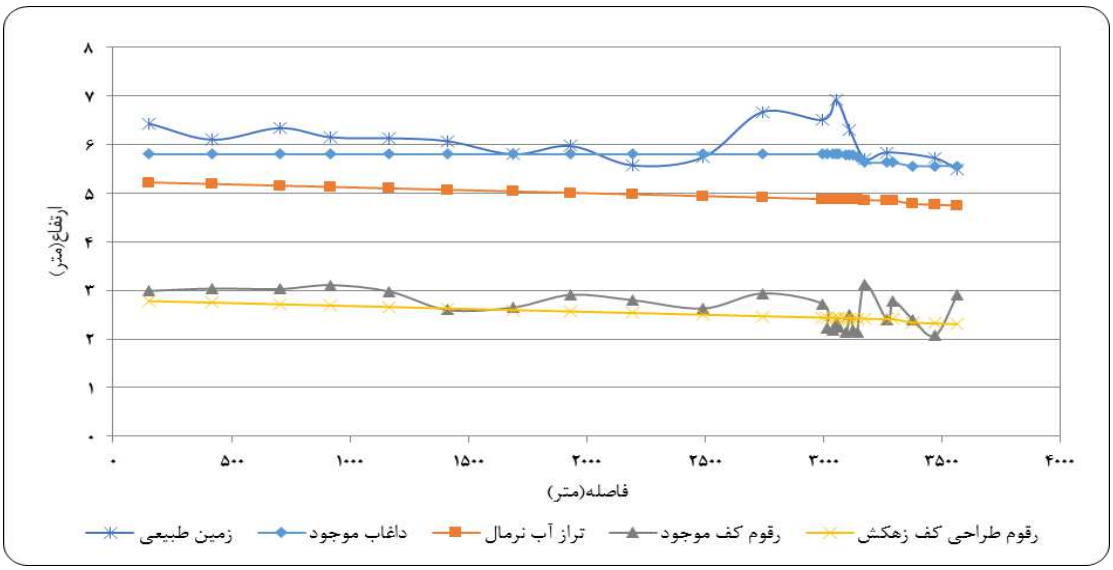
از دلایل این امر را می‌توان رشد علف‌های هرز، رسوب‌گذاری و در نهایت کاهش سطح مقطع جریان در زهکش‌ها و گرفتگی احتمالی سازه‌های مسیر زهکش‌ها اشاره کرد. بر این اساس این تحقیق با هدف بررسی دقیق فنی و هیدرولیکی این امر صورت پذیرفت. با توجه به محاسبات هیدرولیکی در طراحی کانال‌های باز، می توان به برخی از مشخصات مقاطع از جمله عمق جریان، سطح مقطع جریان، عرض سطح آزاد، پیرامون مرطوب، شعاع هیدرولیکی، عمق هیدرولیکی، فاکتور سطح در محاسبه عمق بحرانی و ضریب زبری مانینگ اشاره کرد [۳] و [۶] و [۸]. ضریب زبری مانینگ، یکی از مهمترین ضرایب در علم هیدرولیک است که بیان کننده مجموعه اثرات عواملی است که در افت انرژی در بازه مشخص از کانال نقش دارند. این ضریب به عوامل متعددی همچون زبری سطح کانال، ابعاد کانال، پوشش گیاهی، نامنظم بودن سطح مقطع کانال و انحنای مسیر جریان بستگی دارد[۵]. جریان‌های حادث شده در طبیعت عمدتاً غیر یکنواخت یا متغیر می‌باشند. جریان متغیر تدریجی ، جریانی است که در سامانه‌های با شیب کم اتفاق می‌افتد و تغییرات عمق در فاصله طولانی از مسیر جریان صورت می‌گیرد. در حقیقت این جریان متغیر تدریجی است که پس از طی مسافتی در یک کانال طولانی تبدیل به جریان یکنواخت می‌شود یا برعکس می‌توان گفت که جریان یکنواخت در صورت مواجهه با یک مکانیسم شتاب‌دهنده ، تبدیل به جریان متغیر تدریجی می‌گردد[۴]. یکی از نرم افزار کاربردی در مدلسازی و تحلیل جریان در کانال‌های روباز و رودخانه مدل HEC- RAS است. از قابلیت‌های این نرم‌افزار می‌توان به مدلسازی و تحلیل جریان در حالت ماندگار و غیر ماندگار، محاسبات انتقال رسوب و مدلسازی دمای آب اشاره کرد. همچنین این نرم افزار به منظور انجام محاسبات هیدرولیکی یک بعدی برای شبکه کاملی از کانال‌های طبیعی و مصنوعی طراحی شده است[۲] و [۹].

۲- داده‌ها و روش انجام تحقیق

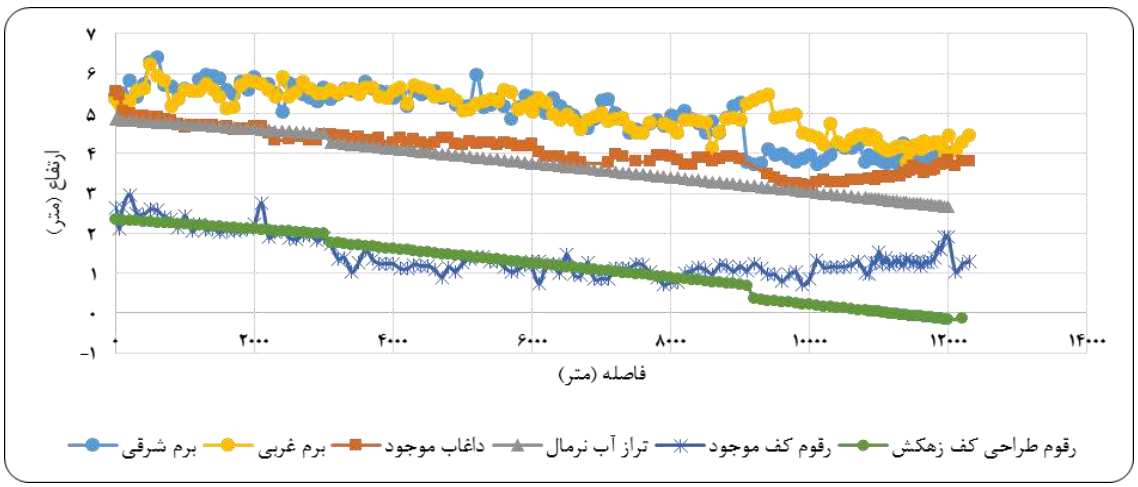
جهت انجام این تحقیق زهکش‌های اصلی کشت و صنعت‌های دعبل خزاعی و سلمان فارسی با نام‌های KMD و GMD-1 به ترتیب به طول‌های ۳۲۰۰ و ۱۲۰۰۰ متر در ۳۰ کیلومتری جاده اهواز – آبادان به صورت مطالعه موردی انتخاب گردید[۱]. زهکش اصلی اراضی دعبل خزاعی (KMD) پس از گذشتن از زیر جاده بین دو کشت و صنعت دعبل و سلمان، وارد زهکش اصلی مجاور اراضی سلمان فارسی شده (GMD-1) شده و زه‌آب اراضی سلمان فارسی نیز در ادامه به آن می‌پیوندد. این زهکش به عنوان زهکش مشترک اراضی دعبل و سلمان شناخته می‌شود. انتهای زهکش GMD-1 ، دو ایستگاه پمپاژ مجموعاً به ظرفیت اسمی ۳۱.۷ مترمکعب در ثانیه جهت انتقال زه‌آب حاصله به سمت پایین دست احداث گردیده است (شکل ۱). نظر به اینکه شیب طراحی زهکش‌های مورد بررسی عمدتاً بسیار کم بوده، کنترل هیدرولیکی جریان از پایین دست صورت می‌گیرد. بدین ترتیب، ظرفیت تخلیه ایستگاه پمپاژ، ظرفیت عبور جریان از مقاطع زهکش‌های بالادست و زه‌آب ورودی به آن‌ها در بالا آمدن سطح آب تعیین کننده بوده است. جهت بررسی عوامل موثر بر شرایط هیدرولیکی موجود و تعیین میزان تأثیر هر کدام از آن‌ها نیاز به نقشه برداری از مقاطع زهکش موجود بود. بر این اساس از زهکش‌های KMD و GMD-1 و همچنین عوارض و سازه‌های موجود در مسیر آن‌ها، عملیات نقشه‌برداری انجام شد که نمونه ای از آن در جدول (۱) ضمیمه ارایه شده است. شکل‌های (۲) و (۳)، وضعیت پروفیل موجود این دو زهکش را نسبت به طراحی اولیه نشان می‌دهد.

با توجه به گستردگی زهکش مورد بررسی و وابسته بودن عوامل مختلف در تحلیل هیدرولیکی این شبکه، تحلیل غیر نرم افزاری سامانه زهکشی مذکور با محدودیت‌ها و تقریب‌هایی روبروست. بدین ترتیب جهت تحلیل جریان شبکه زهکشی، از نرم افزار HEC-RAS استفاده شد. قابلیت این نرم افزار در مدل سازی و تحلیل جریان در حالت ماندگار و غیر ماندگار و همچنین گرافیک قوی، آن را یکی از کاربردی‌ترین نرم افزارهای مهندسی آب کرده است. برنامه HEC-RAS توانایی مدل کردن کامل شبکه‌ها، کانال‌ها و رودخانه‌های شاخه‌ای یا تکی را دارا می‌باشد.

شکل۱- تصویر ماهواره‌ای منطقه عمومی پروژه

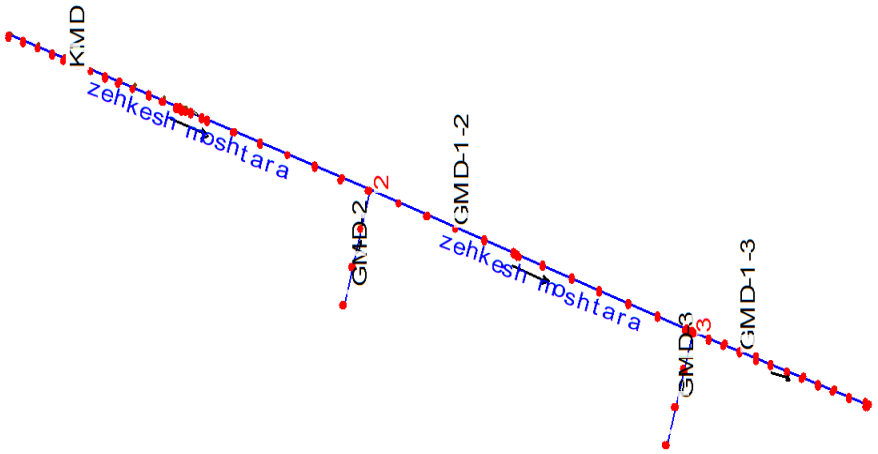


شکل ۲- نمودار مقایسه رقوم پروژه، کف موجود، تراز آب موجود و داغاب زهکش KMD

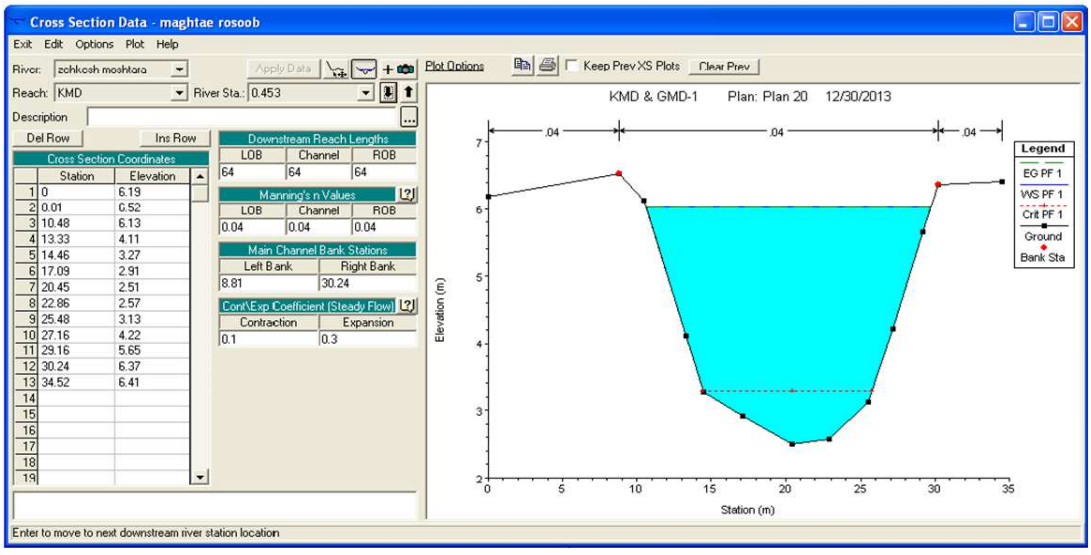


شکل ۳- نمودار مقایسه رقوم پروژه، کف موجود، تراز آب موجود و داغاب زهکش GMD-1

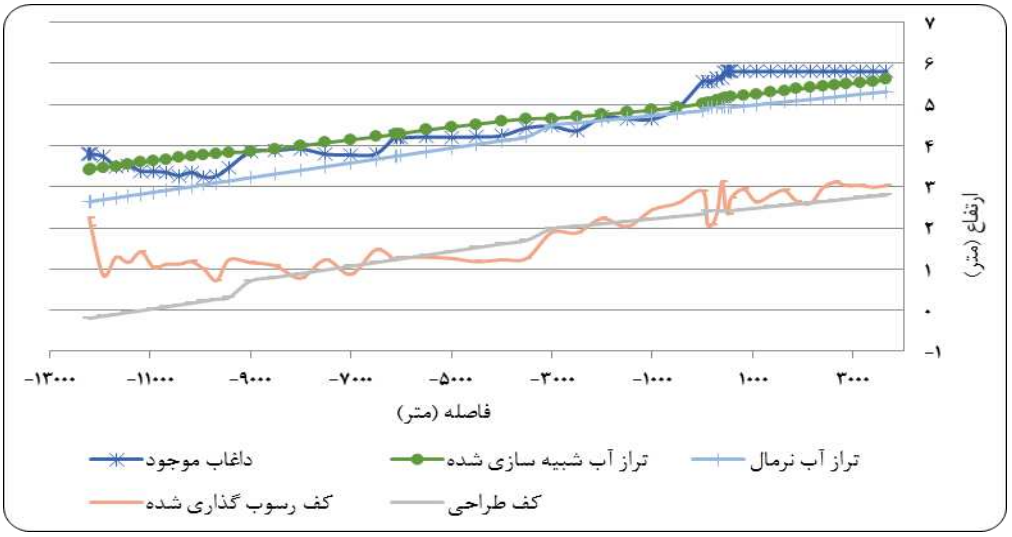
جهت شبیه سازی در این بازه، در ابتدا با توجه به اطلاعات بدست آمده از نقشه‌برداری‌های انجام شده سطح مقطع جریان براساس رقوم کف موجود، ضریب زبری، دبی‌های ورودی به زهکش‌های KMD و GMD-1 و شرایط مرزی در پایین دست برای نرم افزار معرفی گردید. سپس با ایجاد تغییر در ضریب زبری، دبی ورودی و شرایط مرزی، پروفیل سطح آب که بیشترین تطابق با وضع موجود را داشته باشد حاصل شد، بدین معنی که شرایط موجود توسط نرم افزار شبیه سازی گردید. شکل (۴) نمای ترسیم شده از زهکش KMD و GMD-1 را در نرم افزار HEC-RAS نشان می‌دهد. جهت شبیه سازی جریان در زهکش‌های KMD و GMD-1 ابتدا مقاطع برداشت شده از این دو زهکش به همراه سازه‌های مسیر آنها به عنوان داده‌های مشخصات هندسی وارد نرم افزار گردید. شکل (۵) یک نمونه‌ای از این عملیات را نشان می‌دهد. سپس با توجه به داغ آب‌های برداشت شده و دبی‌های اعلام شده در هر یک از زهکش‌ها، شبیه سازی جریان با وضعیت موجود زهکش‌ها طوری انجام شده است که سطح آب به وقوع پیوسته در مدل به شرایط واقعی نزدیک گردد. برای این منظور نقاط مرزی موجود از جمله داغاب به جا مانده بر روی سازه‌های مسیر، ایستگاه پمپاژ، دبی‌های نزدیک به واقعیت، ضریب زبری مانینگ ، در مدل با سعی و خطا اعمال تا پروفیل سطح آب نزدیک به واقعیت به دست بیاید. شکل (۶)، وضعیت پروفیل سطح آب بر اساس داغ آب‌های برداشت شده در زهکش‌های KMD و GMD-1 با سطح آب شبیه سازی شده با مدل را نمایش می‌دهد. در این مطالعه ضریب زبری مانینگ معادل ۰.۰۳۵ و دبی ایستگاه پمپاژ بر اساس بررسی‌های انجام شده برابر ۲۲ متر مکعب در ثانیه در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است در شکل (۶) کیلومتر مثبت مقاطع زهکش KMD و کیلومتر منفی مقاطع زهکش GMD-1 را نشان می‌دهد.



شکل۴- نمای زهکش KMD و GMD-1 ترسیم شده توسط نرم افزار HEC-RAS



شکل ۵- نمونه‌ای از وارد کردن اطلاعات مقاطع زهکش KMD در نرم افزار HEC-RAS



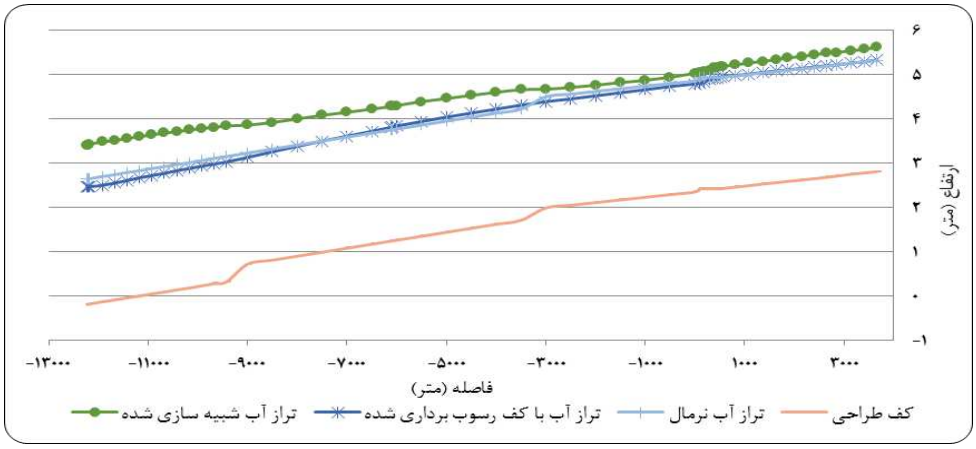
شکل ۶- نمودار مقایسه پروفیل سطح آب شبیه سازی شده با مدل با داغآب‌های برداشت شده در زهکش‌های KMD و GMD-1

شرایط ورود اطلاعات به نرم افزار دلیل این نامگذاری مقاطع می‌باشد. در ادامه با پذیرش سطح آب مدل به عنوان سطح آب جریان به وقوع پیوسته به تحلیل هیدرولیکی جریان پرداخته شده است. برای این منظور تحلیل در چند حالت مختلف مورد بررسی و با شرایط طراحی اولیه مورد مقایسه و نتیجه‌گیری قرار گرفته است.

۱-۲- بررسی رسوب‌گذاری

همانگونه که در شکل (۶) نشان داده شده، رقوم کف دو زهکش KMD و GMD-1 به علت رسوبگذاری(شکل ۸)، تغییرات محسوسی داشته، به طوریکه در برخی مقاطع سطح مقطع جریان کاهش زیادی داشته است. قسمت اعظم کوچک شدن سطح مقطع جریان در زهکش KMD و ۲ کیلومتر ابتدایی زهکش GMD-1 صورت گرفته است. در بخش میانی زهکش GMD-1 به دلیل لایروبی انجام شده کف زهکش پایین‌تر از کف طراحی قرار گرفته است. بدین ترتیب در مرحله اول با اعمال شرایط رقوم کف طراحی و سطح مقطع اولیه به مدل شبیه‌سازی شده، پروفیل سطح آب مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج آن در جدول (۲) ضمیمه و شکل (۹) ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود، با رسوبگذاری صورت گرفته و کاهش سطح مقطع جریان نسبت به شرایط طراحی اولیه، پروفیل سطح آب نسبت به پروفیل سطح آب طراحی بالاتر خواهد بود. بر اساس این اطلاعات در صورتی‌که لایروبی زهکش‌ها انجام شود سطح آب کانال مجدداً به سطح آب نرمال خواهد رسید.

شکل ۸- نمایی از رسوبات جمع شده در کف زهکش GMD-1 در نزدیکی ایستگاه پمپاژ



شکل ۹- نمودار مقایسه پروفیل سطح آب در حالت رسوب گذاری شده و پس از رسوب برداری

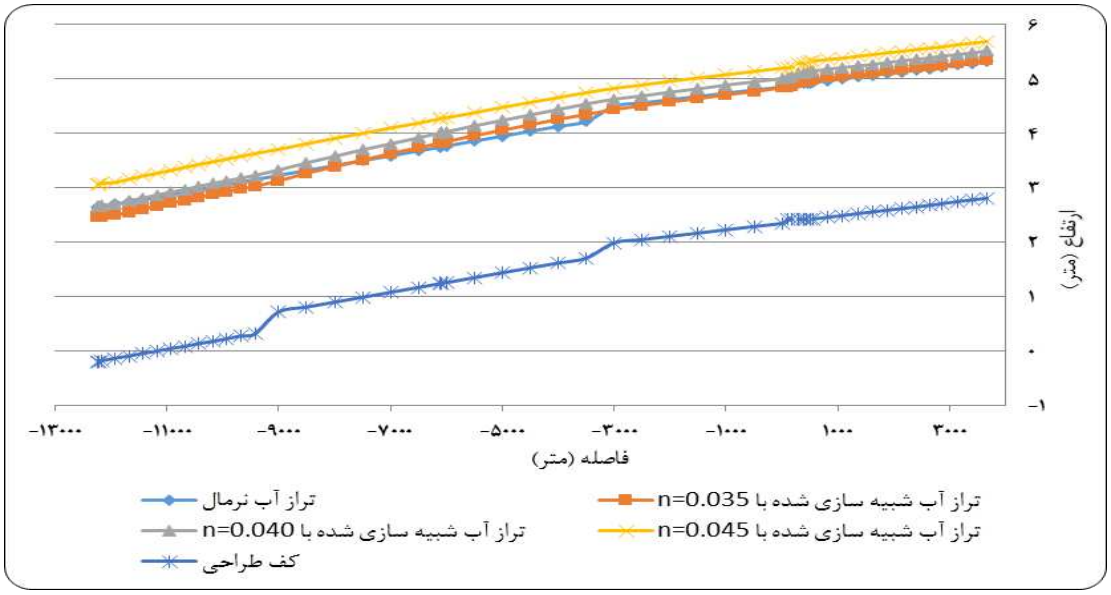
۲-۲- بررسی تغییر ضریب زبری

رشد علف‌های هرز در زهکش‌های KMD و GMD-1 به نحو قابل توجهی ضریب زبری مانینگ را تحت تأثیر قرار داده است(شکل ۱۰). در اینجا چون دقیقاً نمی‌توان این تأثیر را تعیین نمود، صرفاً جهت ارائه یک دیدگاه کلی، مقطع طراحی شده جریان را برای ضرایب زبری ۰.۰۳۵ ، ۰.۰۴۰و ۰.۰۴۵ با مدل هیدرولیکی تحلیل و نتایج مقایسه‌ای آن در جدول (۳) ضمیمه و شکل (۱۱) ارائه شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود با افزایش ضریب زبری پروفیل سطح آب نسبت به پروفیل طراحی شده اولیه برای ضریب زبری ۰.۰۴۵، تا ۱۶درصد (۰.۳۵ تا ۰.۶۵ متر) می‌تواند افزایش داشته باشد.

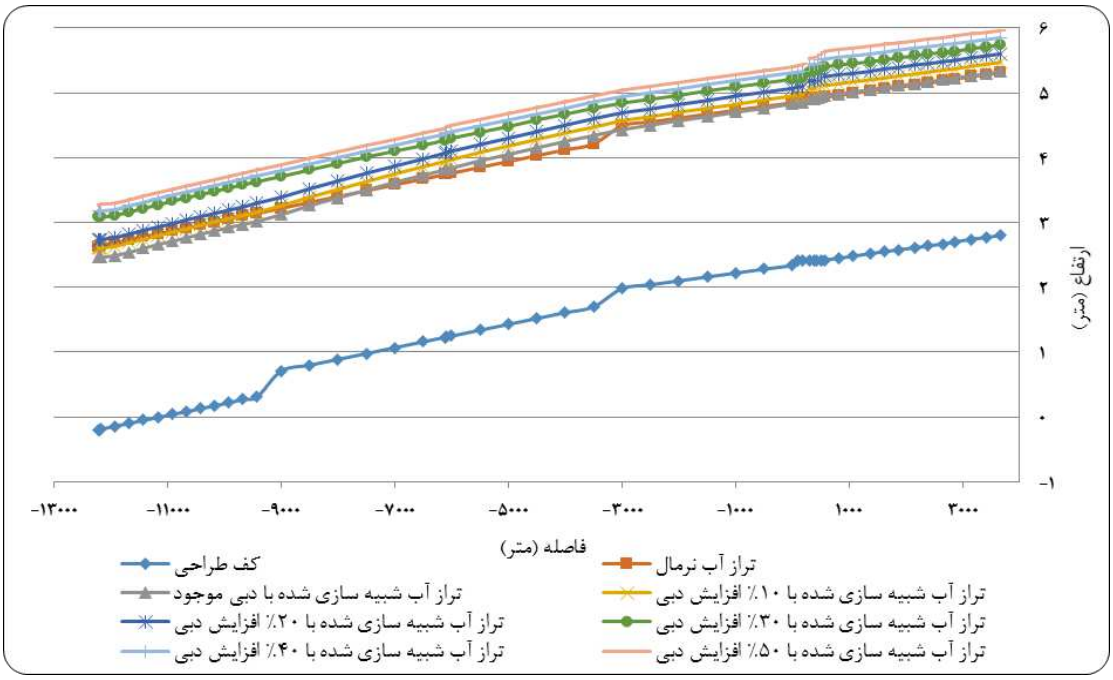
شکل ۱۰- نمایی از رشد علف‌های هرز در زهکش KMD

۲-۳- افزایش زه آب ورودی

افزایش دبی زهکش می‌تواند به علت عدم کارکرد مطلوب ایستگاه پمپاژ و یا ورود زه آب بیش از حد به زهکش‌ها باشد. در حال حاضر و با تغییرات بعدی که در زه‌آب ورودی به زهکش GMD-1 داده شده است، زه‌آب زهکش KMD معادل ۱۲ مترمکعب در ثانیه و زه‌آب زهکش GMD-1 بعد از ورود اولین زهکش فرعی معادل ۱۸.۶ مترمکعب در ثانیه و پس از ورود آخرین زهکش فرعی معادل ۲۲ مترمکعب در ثانیه فرض گردیده و پروفیل سطح آب برای مدل در حالت طراحی اولیه ترسیم گردیده است. بدین منظور با فرض وجود شرایط مقطع طراحی اولیه با کاهش ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد از ظرفیت تخلیه ایستگاه پمپاژ (خاموش شدن ۱، ۲، ۳، ۴ و یا ۵ پمپ به طور همزمان) و یا همین میزان افزایش زه آب ورودی نتیجه افزایش رقوم سطح آب نسبت به طراحی اولیه مقایسه و در جدول(۴) ضمیمه و شکل (۱۲) ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود این عامل نیز می‌تواند تأثیر بسزائی در صعود سطح آب درون زهکش‌ها، خصوصاً مقاطعی از زهکش که به ایستگاه پمپاژ نزدیک‌ترند داشته باشد.



شکل ۱۱ – نمودار مقایسه پروفیل سطح آب با ضرایب زبری مانینگ متفاوت بررسی ضریب زبری مانینگ

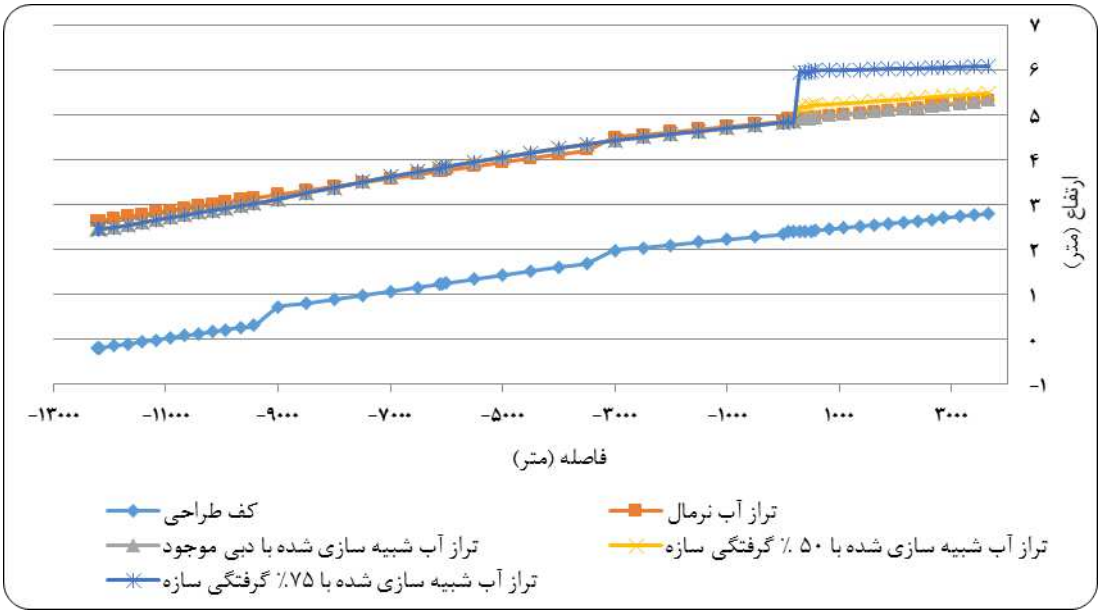


شکل ۱۲– نمودار مقایسه پروفیل سطح آب در شرایط افزایش زه‌آب ورودی

۴-۲- نقش سازه‌های مسیر

تعدادی سازه کالورت، زیرگذر و سیفون در مسیر زهکش KMD و GMD-1 وجود دارد که گرفتگی و یا عدم کارکرد صحیح هر یک از سازه‌های مسیر به صورت کامل بالادست خود را تحت تأثیر قرار می‌دهد(شکل ۱۳). در این جا برای نمونه حالتی فرض شده که سازه خروجی زهکش KMD با ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت طراحی عمل نماید و تأثیر آن بر بالادست این زهکش با مدل تحلیل و در جدول (۵) ضمیمه و شکل (۱۴)، ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد در این شرایط پروفیل سطح آب زهکش KMD نسبت به طراحی اولیه بالاتر خواهد بود.

شکل ۱۳- گرفتگی دهانه ورودی یکی از سازه های مسیر ساملنه زهکشی

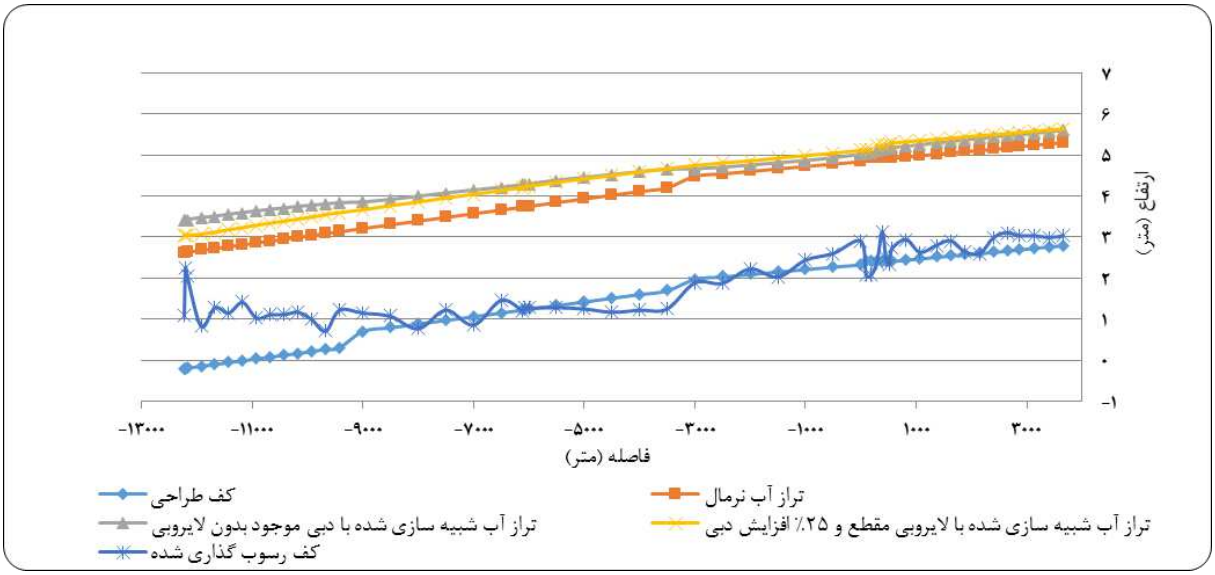


شکل ۱۴- نمودار مقایسه پروفیل سطح آب در شرایط گرفتگی سازه‌های مسیر

۳- نتیجه‌گیری از مباحث

آنچه که مسلم است هر سیستم و یا شبکه زهکشی نیازمند نگهداری مداوم، لایروبی و مبارزه با علف‌های هرز می‌باشد. این اقدامات جزء بدیهی‌ترین و ساده‌ترین اقدامات مدیریت‌های بهره‌برداری و نگاهداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی به حساب می‌آید. در این جا جهت نشان دادن تأثیر لایروبی و حذف علف‌های هرز، با فرض انجام عملیات لایروبی و احیای مقطع اولیه و کاهش ضریب زبری مانینگ به ۰.۰۳۵ ، مدل هیدرولیکی مجدداً تحلیل گردیده که نتیجه آن در جدول (۶) ضمیمه و شکل (۱۵) ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود صرفاً با انجام این اقدامات شرایط پایداری برای سامانه زهکشی به وجود آمده و حتی تا ۲۵ درصد زه آب ورودی بیش تر، افزایش سطح آب قابل توجهی پدید نخواهد آمد. نتیجه این بررسی نشان می‌دهد که رسوب‌گذاری ، رشد علف های هرز ، گرفتگی سازه های مسیر و ورود زه آب اضافی ، به ترتیب بیشترین تاثیر را در

کاهش ظرفیت جریان عبوری از سامانه زهکشی به همراه دارد. در این تحقیق ، اهمیت رعایت اصول بهره برداری و نگهداری از سامانه های زهکشی به صورت کمی ، نشان داده شده است. عدم توجه به این امر خصوصا در سامانه های زهکشی که متولیان امور آنها، کشاورزان سنتی می باشند و بخش اعظم طرح ۵۵۰ هزار هکتاری موسسه جهاد نصر را دربر می گیرد ، می تواند مشکلات عدیده ای برای آنها ، به همراه داشته باشد.



شکل ۱۵- نمودار بررسی پروفیل سطح آب در شرایط لایروبی و افزایش ۲۵٪ دبی

۴- منابع

۱- بی‌نام. ۱۳۹۲. پروژه جداسازی زهکش های اصلی کشت و صنعت های دعبل خزاعی و سلمان فارسی، گزارش فنی مطالعات، شرکت مهندسین مشاور پژآب نگار، ۱۵۰ صفحه.

۲- جلیلی فرد، س. و احمدی، ح. ۱۳۹۲. سیستم تحلیل رودخانه HEC- RAS. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر، چاپ اول، ۶۳۲ صفحه.

۳- حسینی، س. م. و ابریشمی، ج. ۱۳۹۱. هیدرولیک کانال‌های باز. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ بیست و هشتم، ۶۱۳ صفحه.

۴- کبیری سامانی، ع. ر. و باقری، س. ۱۳۹۳. طراحی کانال‌ها و سازه‌های انتقال آب. انتشارات ارکان دانش، چاپ اول، ۸۶۱ صفحه.

۵- مقصودی، ن. ا. و کوچک‌زاده، ص. ۱۳۸۱. هیدرولیک کانال‌ها. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ چهارم، ۲۶۷ صفحه.

6- Chow, V. T. 1959. Open-Channel Hydraulic, Mac Grow Hill Co. Inc. 350 p.

7- Smedema, L. , Voltman, W. , Rycroft, D. 2005. Modern Land Drainage. 491 p.

8- U.S. Department of The Interior. 1984. Drainage Manual. Second Printing, 285 p.

9- U. S. Army Crops of Engineers, 2008. HEC-RAS River Analysis System User's Manual, 747 p.