



دوین کنفرانس ملی تجربیات ساخت تأسیسات آبی شبکه های آبیاری و
زهدکش

۱ تا ۳ آبان ماه ۱۳۸۶ - دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی آب و خاک، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

2nd Iranian Conference on Construction experiences of Hydraulic structures
and Irrigation and Drainage networks (ICCHID)

23 - 25 October 2007 - Tehran University, Irrigation and Reclamation Dept.

بررسی راهکار علاج بخشی بند انحرافی قازان قایه مراوه تپه واقع در استان گلستان

سارا اسماعیلی

کارشناس ارشد مهندسی آبیاری، بخش تأمین آب مهندسین مشاور شرکت خدمات مهندسی آب و
خاک کشور، sml_sara@yahoo.com

محمد بدلی مشاهیر

دانشجوی دکتری هیدرولیک، بخش تأمین آب مهندسین مشاور شرکت خدمات مهندسی آب و خاک
کشور، m.b.mashahir@aut.ac.ir

عبدالمجید نیکروان

کارشناس ارشد سازه های آبی و سدسازی، بخش تأمین آب مهندسین مشاور شرکت خدمات مهندسی
آب و خاک کشور

چکیده

در طی سالهای گذشته، تأسیسات آبی مختلفی در سطح کشور مطالعه و اجرا شده است. در این بین مهمترین سازه های که برای تأمین آب از رودخانه ها مورد توجه قرار گرفته، احداث بندهای انحراف به منظور بالا آوردن سطح آب در رودخانه و استفاده از آب بهنگام آن برای مصارف مختلف کشاورزی است. در اثر عدم طراحی مناسب بندهای انحراف و یا مشکلات اجرایی آنها، برخی از این سازه ها دچار تخریب یا عدم بهره برداری مناسب می شوند. از مهمترین مشکلات طراحی بندهای انحراف و نیز بهره برداری از آن، رسوبگذاری شدید در نزدیکی آبگیر بند و عدم تکافوی عبور سیلاب از روی سرریز و دور زدن بند انحراف می باشد. فرسایش در پایین دست بند انحراف و عدم استفاده از مصالح مناسب از دیگر عوامل مهم در تخریب این سازه ها است. بند انحرافی قازان قایه در سال ۱۳۷۶ در نزدیکی روستای قازان قایه از توابع شهرستان مراوه تپه واقع در استان گلستان بر روی رودخانه اترک به منظور آبرسانی به حوضچه مکش ایستگاه پمپاژ مجاور رودخانه احداث شده است. ایستگاه پمپاژ مذکور در سال های قبل از احداث بند انحرافی مورد بهره برداری قرار گرفته که به دلیل انتخاب نامناسب محل حوضچه مکش در بستر رودخانه، یک بند انحرافی در پایین دست حوضچه مکش، به منظور تأمین آب مورد نیاز ایستگاه پمپاژ، طراحی و اجرا شده است. انتخاب محل نامناسب برای ایستگاه پمپاژ که در مسیر دشت سیلابی رودخانه واقع شده است، باعث افزایش سرعت و تنش های موضعی در محل بند انحراف شده که در نتیجه وقوع آبشستگی کف و دیواره های پایین دست رودخانه موجب واژگون شدن دیواره ساحل چپ و قسمتی از سازه سرریز بند انحراف شده

است. در این مقاله، ابتدا به بررسی عوامل مختلف واژگون شدن بند انحرافی قازان قایه پرداخته شده و سپس طرح جدیدی به عنوان راهکار علاج بخشی تأسیسات ایستگاه پمپاژ و بند انحرافی یادشده ارائه شده است. در پژوهش حاضر، عبور سیلاب از محل بند انحرافی موجود به لحاظ هیدرولیکی مدلسازی شده و علل آبشستگی و فرسایش پایین دست بند انحرافی مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه با در نظر گرفتن موارد فوق و با ارائه یک طرح مناسب، عوامل تخریبی موجود تا حد امکان کاهش داده شده است.

واژه های کلیدی: ایستگاه پمپاژ، بند انحرافی، تخریب، رودخانه اترک، راهکار علاج بخشی، فرسایش و آبشستگی.

مقدمه

حوضه آبریز اترک در شمال شرق کشور، در مساحتی معادل ۲۵۶۰۰ کیلومتر مربع در استان های خراسان رضوی، خراسان شمالی و گلستان قرار دارد که البته بخشی از آن به مساحت ۷۰۰۰ کیلومتر مربع در کشور ترکمنستان واقع شده است. وضعیت آب و هوای حوضه به گونه ای است که بخش اعظم آن شامل دشت های وسیع دارای اقلیم نیمه خشک، بخش شمالی دارای آب و هوای بیابانی و ارتفاعات جنوبی دارای اقلیم نیمه مرطوب می باشد و اقلیم خشک تنها بر بخش کمی از حوضه حاکم است.

ایستگاه پمپاژ و بند انحرافی قازان قایه مراوه تپه در بخش میانی حوضه آبریز اترک قرار دارد. میانگین ۳۰ ساله مجموع بارندگی سالانه محل طرح برابر ۲۶۳/۹ میلی متر است. همچنین حداکثر بارش ماهانه در بهمن ماه با ارتفاع بارش ۳۹/۴ میلی متر رخ داده است. میانگین آبدهی سالانه در ایستگاه قازان قایه معادل ۸/۵ متر مکعب بر ثانیه معادل سالانه ۲۶۶/۶ میلیون متر مکعب برآورده شده است. لازم به ذکر است که مقدار سیل حداکثر لحظه ای با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله، معادل ۶۵۰ متر مکعب بر ثانیه است و حجم بار کل سالانه رسوب محل طرح معادل ۲/۱۵۷ میلیون متر مکعب می باشد.

سیستم آبرسانی به اراضی کشاورزی روستای قازان قایه در حال حاضر شامل یک ایستگاه با سه دستگاه پمپ به ظرفیت حدودی ۰/۵ متر مکعب بر ثانیه، یک حوضچه مکش در بستر رودخانه، حوضچه رانش، کانال آبرسان و یک بند انحرافی مخروطی در پایین دست حوضچه مکش می باشد که در سال ۱۳۷۶ در نزدیکی روستای قازان قایه احداث شده است. بند انحرافی یادشده به منظور بالا آوردن سطح آب رودخانه در مواقع کم آبی و ایجاد هد مناسب برای مکش ایستگاه پمپاژ اجرا شده است.

از نظر ریخت شناسی (Morphology)، رودخانه اترک از سراب تا پایاب دو حالت کاملاً متفاوت دارد. بخش سراب و میانی اترک که در شرق حوضه واقع شده، ساختاری کاملاً کوهستانی داشته به طوری که قسمت اعظم حوضه را ارتفاعات تشکیل می دهد. بر عکس، قسمت پایاب اترک از یک ناحیه دشتی تشکیل شده که بیشتر پهنه این بخش از حوضه را در برمی گیرد.

بستر رودخانه اترک در قسمت اترک شرقی عموماً پر شیب بوده و از رسوبات آبرفتی درشت دانه پوشیده شده است و مناطق میانی در اثر جریان یافتن سیل دچار فرسایش شده و عموماً از بریدگی ها و پیچ و خم های ناشی از فرسایش تشکیل شده است که ایستگاه پمپاژ مذکور در این قسمت از حوضه قرار دارد.

وضعیت موجود ایستگاه قازان قایه

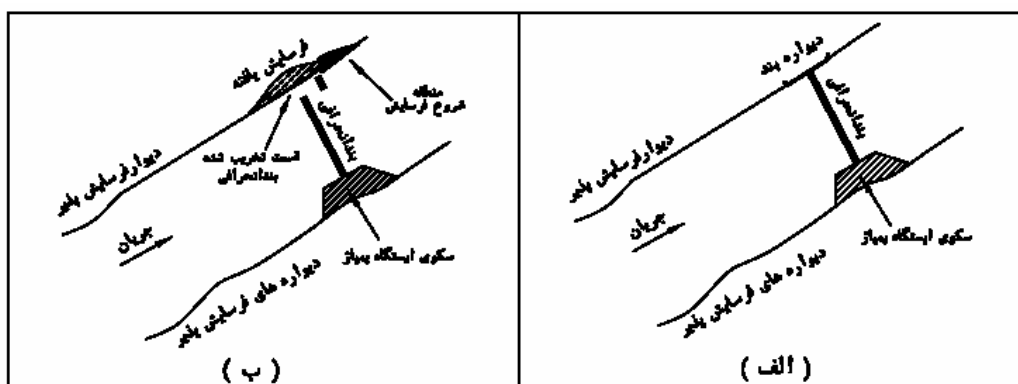
احداث ایستگاه پمپاژ در بستر سیلابی این رودخانه با بستر و کناره های سست و رژیم وحشی سبب تغییر و بهم زدن رژیم جریان آن شده است. بدین صورت که با احداث ایستگاه پمپاژ قازان قایه، عرض رژیم رودخانه کاهش یافته و حالت انسداد در مقطع رودخانه بوجود آمده است. چنین وضعیتی باعث شده است که سیستم رودخانه برای یافتن مجدد حالت پایدار خود بر اساس تئوری رژیم دستخوش فرسایش شدید در دیواره ها و کف

بشود. این وضعیت را می توان چنین تشریح کرد که در محل ایستگاه پمپاژ با توجه به فشردگی خطوط جریان، سرعت های موضعی افزایش پیدا کرده و باعث افزایش تنش های برشی در کف و کناره ها در این محل شده است.

با توجه به این که سکوی ایستگاه پمپاژ کاملاً با دیواره سنگ و سیمان محافظت شده است، قسمت مقابل آن یعنی جناح چپ رودخانه در معرض فرسایش و آبشستگی قرار داشته است. همچنین برخورد جریان به دیواره سکوی ایستگاه پمپاژ و انحناى جریان به سمت چپ رودخانه مسئله را بغرنج تر کرده است (شکل ۱-الف).

با توجه به این که بند انحراف در سمت چپ، دارای دیوار حائل و محافظتی از سنگ و سیمان بوده است، در نتیجه فرسایش کناره های رودخانه از انتهای این دیوار شروع شده است (شکل ۱-ب). همچنین بستر رودخانه نیز در پایین دست بند انحرافی نزدیک به سمت چپ در معرض فرسایش قرار گرفته است. با شسته شدن کناره های سست رودخانه در سمت چپ و خالی شدن زیر پی دیوارهای حائل بند انحراف از پایین دست، واژگونی دیوار سنگ و سیمان را به دنبال داشته است (شکل ۱-ب).

با توجه به این که دیوار حائل سنگ و سیمانی سمت چپ بند انحراف اتصال مناسبی با بدنه بتنی سرریز و حوضچه آرامش بند نداشته است، در نتیجه همراه با واژگون شدن دیوار، قسمتی از سرریز و حوضچه آرامش بند انحراف هم در محل اتصال با دیوار حائل تخریب شده است (شکل ۲). در حقیقت در شرایط فعلی با توجه به این که سازه ایستگاه پمپاژ سمت راست، باعث کاهش سطح مقطع جریان شده است، در نتیجه رودخانه در این منطقه با گسترش عرضی مواجه شده و مسیر خود را بیش از پیش تغییر داده است (3و6). حاصل این فرسایش واژگون شدن دیوار سمت چپ بند انحرافی و قسمتی از خود بند و حوضچه آرامش آن بوده است. حوضچه رانش و کانال آبرسانی در شرایط مناسب و مطلوبی قرار دارند و به نظر می رسد که در زمان های بهره برداری با مشکل حاضی مواجه نگردند. (شکل ۲).



شکل (۱): شکل شماتیک محل بند انحراف و سکوی ایستگاه پمپاژ
الف) قبل از تخریب ب) پس از تخریب



شکل (۲): ساحل چپ بند قدیمی که به کلی تخریب شده است

با توجه به موارد فوق، کشاورزان برای افزایش کارایی بند انحراف مذکور با احداث یک کانال و یا دیواره خاکی نسبتاً کوتاه که در فصل کم آبی بتواند جریان رودخانه را به سمت حوضچه مکش هدایت نماید، این مشکل را بر طرف نموده‌اند. ولی این دیوار بلافاصله پس از سیلاب های فصلی تخریب شده و حوضچه مکش پر از رسوب می-شود (شکل ۳).



شکل (۳): حوضچه مکش حاوی رسوبات.

دیواره سمت راست ساحل رودخانه که ایستگاه پمپاژ بر روی سکویی در دامنه آن ساخته شده است، به علت استفاده از شمع کوبی و وجود دیوار حفاظتی سنگ و سیمان در شرایط پایدار باقی مانده است. با این حال، در یکی از طغیان‌های اخیر که تنگ شدگی مقطع جریان و عدم تکافوی ارتفاع دیوار ساحلی بند انحراف باعث شده که رودخانه ایستگاه را دور بزند، تخریب هایی در گوشه سمت راست سکوی ایستگاه بوجود آمده است (شکل ۴). در حال حاضر، مشکل رسوبگیری حوضچه مکش که در فواصل زمانی کوتاه مدت باید رسوبگیری شود و خطراتی که

رسوبات برای پمپ ها دارند، کاملاً مشهود است. همچنین تخریب بند انحراف باعث عدم بالا آمدن سطح آب برای کارکرد مناسب پمپ ها شده است.



شکل (۴): نمایی از فرسایش سکوی ایستگاه پمپاژ ساحل راست

مخاطرات تهدید کننده ایستگاه پمپاژ قازان قایه

مخاطراتی که در حال حاضر ایستگاه پمپاژ قازان قایه را تهدید می کند، در واقع از انواع مخاطراتی است که این گونه ایستگاه های پمپاژ آبیگری از رودخانه ها را که باید از ایستگاه ای سیار در آن استفاده شود، تهدید می کند. معهدا با توجه به این که ایستگاه موجود از مدتها قبل احداث گردیده است و با استفاده از شمع کوبی و دیواره ساحلی نسبتاً ثابت در شرایط پایدار باقی مانده است، بنابراین جابجایی یا تغییر محل آن از دیدگاه فنی و اقتصادی توجیه پذیر نمی باشد و هرگونه طرح و پیشنهاد مطالعاتی باید براساس آبیگری از رودخانه با ایستگاه پمپاژ در محل تثبیت شده فعلی مورد بررسی قرار گیرد. با این دیدگاه، می توان خطرات قریب الوقوعی که منجر به بوجود آمدن مشکلات در بهره برداری از این ایستگاه می شود را به شرح زیر خلاصه کرد:

- ۱- فرسایش و تخریب سکوی ایستگاه پمپاژ که آثار اولیه آن در گوشه بالادست مشهود است.
- ۲- فرسایش ناشی از سیلابها در دیواره ساحلی سمت راست و ایجاد آبراهه بین سکوی ایستگاه پمپاژ و حوضچه رانش که نهایتاً ممکن است به تخریب حوضچه رانش و کانال آبرسان منجر گردد. در چنین حالتی، ایستگاه پمپاژ حتی در شرایط پایدار دائمی به صورت یک سازه هیدرولیکی بدون خاصیت در میان رودخانه باقی خواهد ماند.
- ۳- فرسایش ناشی از سیلابها در دیواره ساحلی سمت چپ رودخانه که بر اثر تنگ شدگی مقطع جریان در محل ایستگاه پمپاژ و منحرف شدن خطوط جریان از سمت سکوی ایستگاه پمپاژ، باعث شده که هم اکنون آثار آن در سمت چپ رودخانه مشاهده گردد و در سیلاب های آتی با توجه به بافت سست این ساحل، قطعاً گسترش می یابد. هر گاه چنین پدیده بسیار احتمالی بوقوع پیوندد، مسیر جریان رودخانه بتدریج با ایستگاه پمپاژ فاصله می گیرد. در فصول کم آبی، امکان آبیگری از حوضچه مکش از بین رفته و آب مورد نیاز پمپها تأمین نمی شود.
- ۴- مخاطرات غیر قابل پیش بینی ناشی از تغییرات رژیم رودخانه بخصوص برای رودخانه اترک که در این منطقه پس از پشت سر گذاشتن مناطق کوهستانی و ورود به دشت هنوز رژیم پایدار خود را پیدا نکرده

است و در حال تغییر است. در نتیجه امکان انحراف مسیر فعلی از فواصل بسیار دور بالادست و یا پایین دست در آن وجود دارد.

۵- خطراتی که ممکن است رسوبات ورودی به حوضچه مکش برای پمپها ایجاد کنند که باید حوضچه مکش در خارج از مخزن بند انحرافی طراحی شود.

تحلیل هیدرولیکی وضع موجود رودخانه با استفاده از نرم افزار HEC-RAS 3.1.3

به منظور تحلیل هیدرولیکی رودخانه در محدوده ایستگاه پمپاژ بدون وجود بند انحراف در راستای ارائه راهکار مناسب، ابتدا بستر رودخانه در یک بازه یک کیلومتری از بالادست تا پایین دست محل ایستگاه پمپاژ نقشه برداری شد (نقشه ۱:۵۰۰ به روش مستقیم زمینی و منحنی تراز ۲۵ سانتی متری) که از پهنای کافی تا انتهای عوارض موجود در ساحل راست و چپ رودخانه برخوردار بود.

به منظور معرفی مقاطع عرضی رودخانه به مدل، از روی نقشه ۱:۵۰۰ رودخانه و نرم افزار **Auto Cad Land Development 2006** استفاده شد. بدین ترتیب که در طول رودخانه و عمود بر مسیر جریان پروفیل های عرضی به فواصل ۱۰ متر مشخص و مختصات هر مقطع برداشت شد. این بازه تا ۱۵۰ متر بالاتر از محل ایستگاه پمپاژ و ۱۰۰ متر پایین تر از آن در نظر گرفته شد (مجموعاً ۲۶ مقطع).

از مقادیر دقیق ضریب مانینگ در بستر و سواحل سیلابی اطلاع دقیقی در دست نبود، اما با توجه به جنس مصالح بستر، نامنظمی سطح مقطع، پوشش گیاهی (نوع و تراکم)، شکل مسیر و موانع موجود و نیز مراجعه به جداول مربوطه این مقدار در بستر اصلی رودخانه ۰/۰۲۵ و در بستر سیلابی ۰/۰۳۵ تشخیص داده شد (1,4). شرایط مرزی جریان ماندگار عبارت بود از شیب پایین دست بازه برای عمق نرمال که معادل ۰/۰۱ درصد در بازه مورد مطالعه بود. همچنین مدل برای دبی ۱۰۰ ساله طرح یعنی ۶۵۰ مترمکعب بر ثانیه اجرا شد.

نتایج به دست آمده نشان می دهد که جریان قبل از رسیدن به محل ایستگاه پمپاژ زیر بحرانی است. اعداد به دست آمده از جدول (۱) نشان دهنده وقوع جریان بحرانی در مقطع ایستگاه پمپاژ می باشد. توالی مقاطع از بالادست بوده است و مقطع ایستگاه پمپاژ شامل مقاطع ۱۵، ۱۴ و ۱۳ می باشد.

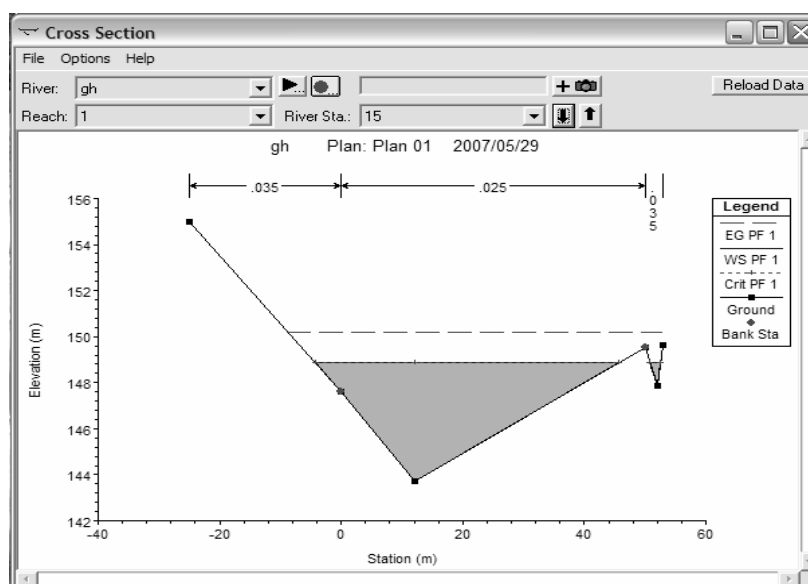
جدول (۱): نتایج اجرای مدل در تمامی مقاطع بازه مورد مطالعه رودخانه اترک

Reach	Direction	Type	Q (m³/s)	Water Depth (m)	Water Surface Elevation (m)	Channel Bottom Elevation (m)	Flow Area (m²)	Velocity (m/s)	Discharge (m³/s)	Velocity (m/s)	Water Depth (m)	Water Surface Elevation (m)	Channel Bottom Elevation (m)
1	20	1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	24	--1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	28	--1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	32	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	36	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	40	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	44	1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	48	--1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	52	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	56	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	60	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	64	1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	68	--1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	72	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	76	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	80	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	84	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	88	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	92	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	96	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	
1	100	==1	02.00	142.00	140.00	141.98	0.0200	2.00	2.00	2.00	141.98	141.98	

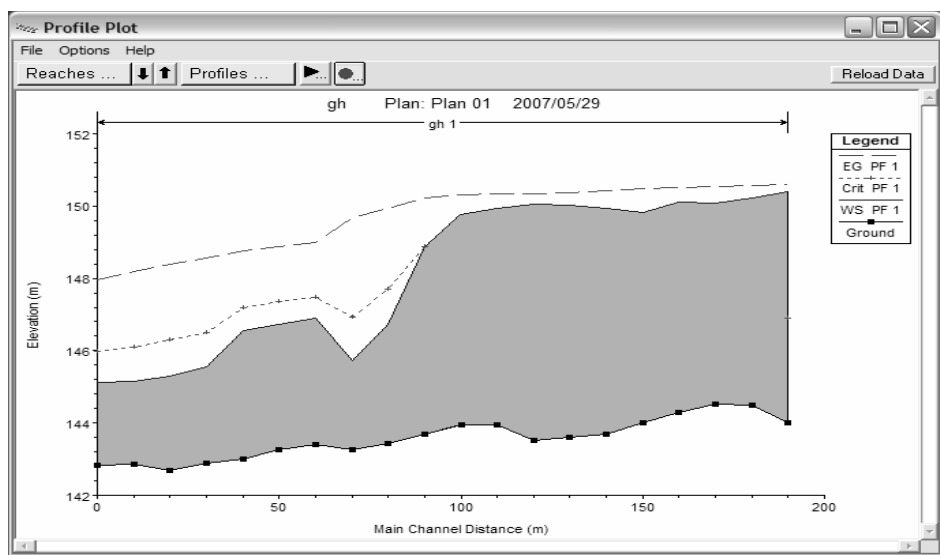
با توجه به وضعیت هیدرولیکی رودخانه، در صورتی که در یک محل تنگ شدگی مقطع جریان تا حدی باشد که وضعیت انسداد رخ دهد، یعنی جریان برای عبور از مقطع تنگ شده انرژی کافی نداشته باشد، در نتیجه انرژی مخصوص در ابتدای تنگ شدگی به اندازه ای افزایش می یابد که عبور جریان از آن مقطع با حداقل انرژی صورت پذیرد (جدول ۱). در این صورت، اگر جریان در بالادست تنگ شدگی زیر بحرانی باشد، عمق جریان در بالادست تا حدی افزایش می یابد که مقطع تنگ شده بحرانی گردد. در این حالت دیواره های حفاظتی بالادست اگر کوتاه باشند، جریان به راحتی قادر به دور زدن تأسیسات احداث شده خواهد بود.

با توجه به جدول (۱)، می توان مشاهده کرد که به دلیل تنگ شدگی مقطع رودخانه در محل ایستگاه پمپاژ، سرعت متوسط جریان و به تبع آن عدد فرود افزایش پیدا کرده است که نتیجتاً باعث افزایش تنش های برشی و نیز پتانسیل فرسایش در این محل شده است. چرا که با توجه به روابط هیدرولیکی تنش برشی با توان دوم سرعت جریان ارتباط مستقیم دارد. با عنایت به نتایج مدل HEC-RAS، صحت تحلیل های قبلی در ارتباط با فرسایش کناره سمت چپ رودخانه و تخریب قسمت هایی از بند انحراف اثبات می شود.

همچنین نتایج مدل نشان می دهد که ارتفاع دیواره های حفاظتی سکوی ایستگاه پمپاژ کم بوده که در نتیجه جریان سیلابی قادر به دور زدن سکوی ایستگاه پمپاژ شده است. شکل (۵) وضعیت مقطع ایستگاه پمپاژ و قرارگیری ایستگاه در وسط بستر رودخانه در هنگام وقوع دبی طرح را نشان می دهد. پروفیل طولی جریان در مسیر رودخانه و تغییر حالت وضعیت جریان نیز در شکل (۶) نشان داده شده است (۷).



شکل (۵): وضعیت مقطع ایستگاه پمپاژ در زمان وقوع سیلاب طرح



شکل (۶): پروفیل طولی جریان در بازه مورد مطالعه در زمان وقوع سیلاب طرح

راهکار علاج بخشی

برای بهره‌برداری از ایستگاه‌های پمپاژ در رودخانه‌هایی که با نوسانات دبی پایه مواجه می‌باشند و یا دارای سواحل ناپایدار هستند، هرگاه از پمپ‌های کوچک قابل جابجائی و یا متحرک استفاده نشود، دو گزینه وجود دارد که یکی از آن‌ها احداث دهانه آبیگر در رودخانه و رساندن آب به حوضچه مکش به فاصله دورتر از ساحل رودخانه می‌باشد و دیگری رساندن لوله‌های مکش به خط القعر رودخانه از طریق احداث اسکله است.

همان‌گونه که قبلاً اشاره شده، هیچ‌یک از روش‌های فوق‌الذکر برای ایستگاه مورد مطالعه با توجه به احداث ایستگاه پمپاژ فعلی قابل اجرا نخواهد بود. بنابراین هرگونه طرح و راهکار علاج بخشی باید براساس آبیگری از رودخانه با ایستگاه پمپاژ در محل تثبیت شده فعلی مورد بررسی قرار گیرد. در نتیجه، کلیه طرح‌های پیشنهادی بر پایه اصل استوار بود. با مطالعه و بررسی‌های متعدد و نیز چندین بازدید کارشناسی از محل طرح، این نتیجه حاصل شد که اولاً بند انحرافی موجود کارایی خود را از دست داده و قابل ترمیم و بازسازی نمی‌باشد. ثانیاً محل بند انحرافی فعلی نیز به منظور آبیگری به سمت حوضچه مکش ایستگاه پمپاژ نامناسب بوده و باید محل آن به سمت بالادست ایستگاه پمپاژ تغییر داده شده و آبیگری به سمت حوضچه مکش ایستگاه پمپاژ صورت پذیرد (2). در نتیجه در طرح اصلاحی یک بند انحراف بتنی و مقاوم در برابر سیلاب‌های رودخانه اترک به فاصله حدود ۲۵ متر بالاتر از بند انحرافی مخروبه، طراحی شده که در این طرح جریان آب به وسیله یک سیستم آبیگری جانبی به سمت حوضچه مکش ایستگاه پمپاژ انتقال داده شده است (2و۶).

در طرح اصلاحی، همچنین یک سیستم تخلیه رسوب در کنار سیستم آبیگری در نظر گرفته شده که در مواقع سیلابی بتوان با باز کردن دریچه‌های کنترل، رسوبات جمع شده در جلوی آبیگری را شستشو داد (6). جسم سد و کلیه دیواره‌ها از بتن مسلح ساخته شده تا چسبندگی و یکپارچگی لازم بین بدنه و دیواره‌ها ایجاد شود و تخریب در اثر واژگونی و لغزش را به حداقل ممکن برساند. با توجه به این‌که، در طرح جدید دیواره‌ها براساس دبی طراحی ۱۰۰ ساله طراحی شده است، جریان نمی‌تواند بند را دور زده و وارد سکوی ایستگاه پمپاژ شود. همچنین در طرح جدید با انجام عملیات خاکبرداری در سمت چپ رودخانه، طول بند انحرافی طراحی شده بزرگتر از عرض قبلی رودخانه و بند انحراف مخروبه در محل ایستگاه پمپاژ در نظر گرفته شده است. وضعیت بند جدید، حوضچه آرامش، دریچه رسوبگیر و مجرای آبیگری آن نسبت به ایستگاه پمپاژ و لوله‌های مکش در شکل (۷) نشان داده شده است.

انرژی بالای سرریز (H_e) معادل $4/88$ متر و با در نظر گرفتن سرعت در پشت بند انحرافی که یک جریان زیر بحرانی در آن حاکم است، ارتفاع آب روی بند در زمان وقوع سیلاب $4/33$ متر به دست می آید. ضریب تخلیه سرریز (C) که بستگی به عواملی همچون نسبت ارتفاع سرریز به هد بالای سرریز، شیب بالادست سرریز، اثر عمق پایین دست و غیره دارد، برابر $2/04$ به دست آمده است (2).

در طراحی بند جدید قازان قایه، دو حالت پایداری در برابر واژگونی و پایداری در برابر لغزش معیار طراحی قرار گرفته است که براساس بارگذاری دبی نرمال همراه با نیروی زلزله کنترل می گردند. در نتیجه، این محاسبات، سرریز بند انحرافی قازان قایه در مقابل نیروهای وارده پایدار می باشد (2). برای انحراف آب به سمت حوضچه مکش ایستگاه پمپاژ قازان قایه باید حداکثر دبی مکش پمپ ها برای طراحی آنگیر بند انحراف مد نظر قرار گیرد. بنابراین سیستم آنگیری باید توان انتقال این میزان دبی را در شرایط نرمال داشته باشد. بر این اساس سیستم آنگیر بند انحراف قازان قایه یک مجرای به عرض $1/2$ و حداکثر ارتفاع بازشدگی دریچه برابر 1 متر طراحی گردید. این سیستم در حالت نرمال قادر به عبور حداکثر جریان یک مترمکعب بر ثانیه است و کنترل میزان آب ورودی به کانال با استفاده از دریچه غلطکی انجام خواهد شد.

کف ورودی سیستم آنگیر $0/5$ متر بالاتر از تراز کف سیستم تخلیه رسوب قرار دارد و بعد از آشغالگیر و دریچه آنگیر و یک قسمت کنترل پرش، کانال انتقال آب به سمت حوضچه مکش قرار گرفته است. جریان آب پس از عبور از این کانال وارد حوضچه مکش ایستگاه پمپاژ می شود. عمق حوضچه مکش نسبت به کف کانال آنگیر برابر $1/6$ متر در نظر گرفته شده است. جریان آب پس از حوضچه مکش به وسیله کانالی از داخل دیوار حوضچه آرامش بند انحراف وارد رودخانه می شود (5و8). همچنین یک دیوار آب بند بتنی به عمق 4 متر برای طولانی کردن خزش در زیر پی بند انحراف و نیز بالا آوردن سطح آب های زیر سطحی در نظر گرفته شده است. با توجه به محاسبات انجام شده، ارتفاع دیوارهای بالادست و پایین دست بند انحراف به ترتیب برابر $6/5$ و 6 متر به دست آمده است.

جمع بندی و نتیجه گیری

بند انحرافی قازان قایه در سال 1376 در نزدیکی روستای قازان قایه از توابع شهرستان مراوه تپه استان گلستان بر روی رودخانه اترک به منظور آبرسانی به حوضچه مکش ایستگاه پمپاژ مجاور رودخانه احداث شده است. احداث ایستگاه پمپاژ در بستر سیلابی این رودخانه با بستر و کناره های سست و رژیم خشن سبب تغییر و برهم زدن رژیم جریان آن شده است. بدین صورت که با احداث ایستگاه پمپاژ قازان قایه، عرض رژیم رودخانه کاهش یافته و حالت انسداد در مقطع رودخانه بوجود آمده است. چنین وضعیتی باعث شده است که سیستم رودخانه برای یافتن مجدد حالت پایدار خود دستخوش فرسایش شدید در دیواره ها و کف بشود. در نتیجه، این وضعیت دیواره تمام دیواره سمت چپ و بخشی از بند انحراف تخریب شده به طوری که بند مذکور کارایی خود را به کلی از دست داده است. دیواره سمت راست ساحل رودخانه که ایستگاه پمپاژ بر روی سکویی در دامنه آن ساخته شده است، به علت وجود دیوار حفاظتی سنگ و سیمان در شرایط پایدار باقی مانده است. با این حال، در یکی از سیلاب های اخیر که عدم تکافوی ارتفاع دیوار ساحلی بند انحراف باعث شده که رودخانه ایستگاه را دور بزند، تخریب هایی در گوشه سمت راست سکوی ایستگاه بوجود آمده است. در حال حاضر، مشکل رسوبگیری حوضچه مکش و خطراتی که رسوبات برای پمپ ها دارند، کاملاً مشهود است. همچنین تخریب بند انحراف باعث عدم بالا آمدن سطح آب برای کارکرد مناسب پمپ ها شده است.

در این مقاله وضعیت موجود رودخانه با استفاده از نرم افزار **HEC-RAS 3.1.3** مورد تحلیل هیدرولیکی قرار گرفت. نتایج حاصل از این نرم افزار حاکی از آن است که قبل از مقطع ایستگاه پمپاژ، جریان زیر بحرانی بوده و در این مقطع جریان بحرانی شده و سرعت ها افزایش می یابند که در نتیجه پتانسیل فرسایش و آبشستگی نیز افزایش می یابد.

با توجه به نتایج به دست آمده در طرح اصلاحی، یک بند انحراف بتنی و مقاوم در برابر سیلاب های رودخانه اترک به فاصله حدود ۲۵ متر بالاتر از بند انحرافی مخروبه، طراحی شده که در این طرح جریان آب به وسیله یک سیستم آبگیر جانبی به سمت حوضچه مکش ایستگاه پمپاژ انتقال داده شده است. همچنین یک سیستم تخلیه رسوب در کنار سیستم آبگیر در نظر گرفته شده است که در مواقع سیلابی بتوان با باز کردن دریچه‌های کنترل، رسوب جمع شده در جلوی آبگیر را شستشو داد. جسم سد و کلیه دیواره‌ها از بتن مسلح ساخته شده تا چسبندگی و یکپارچگی لازم بین بدنه و دیواره‌ها ایجاد شود و تخریب در اثر واژگونی و لغزش را به حداقل ممکن برساند. با توجه به این که در طرح جدید دیواره‌ها براساس دبی طراحی ۱۰۰ ساله طراحی شده اند، جریان نمی تواند بند را دور زده و وارد سکوی ایستگاه پمپاژ شود. همچنین در طرح جدید، با انجام عملیات خاکبرداری در سمت چپ رودخانه، طول بند انحرافی طراحی شده بزرگتر از عرض قبلی رودخانه و بند انحراف مخروبه در محل ایستگاه پمپاژ در نظر گرفته شده است.

تقدیر و تشکر

از زحمات مدیر محترم مهندسین مشاور شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور جناب آقای مهندس ابراهیمی و قائم مقام مشاور جناب آقای مهندس داوودآبادی به خاطر توجه ایشان به کارهای علمی- کاربردی و پشتیبانی از کارشناسان شرکت تقدیر و تشکر می گردد.

منابع

- ۱- حسینی، م. و ج. ابریشمی. (۱۳۷۸). "هیدرولیک کانال های باز، انتشارات آستان قدس رضوی"، چاپ هفتم.
- ۲- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور- وزارت نیرو. (۱۳۷۹). "ضوابط طراحی سازه ای بندهای انحراف"، نشریه شماره ۱۹۸.
- ۳- سامانی، ح. م. و. (۱۳۸۴). "سازه های هیدرولیکی، انتشارات دزآب".
- 4- Chow, V. T. (1959). "Open channel hydraulics", McGraw-Hill Book Co.
- 5- Peterka, A. J. (1978). "Hydraulic design of stilling basins and energy dissipaters", U.S. Bureau of Reclamation.
- 6- Rezvan, Ernest. (1989). "River intake and diversion dams", Elsevier, Amsterdam.
- 7- US Army. (2002). "River analysis system, Application Guide", Corps of Engineers, Ver. 3.1.
- 8- US Bureau of Reclamation. (1977). "Design of small dams", 3rd Ed., Oxford & IBM Publishing Co., New Delhi.

