

بهبودی سازندهای آب مبنا با رعایت حریم برداشت اصولی سنگدانه های بستر با مطالعه موردی رودخانه زاینده رود اصفهان

حسن میسمی¹، سعیده سعیدی²، حامد حقی³، ابوالفضل زرنگاریان⁴
1 هیئت علمی مرکز ملی مقاوم سازی ایران، تهران- صندوق پستی 155-16895
2 و کارشناس ارشد مرکز ملی مقاوم سازی ایران، تهران- صندوق پستی 155-16895
3 کارشناس مرکز ملی مقاوم سازی ایران، تهران- صندوق پستی 155-16895
4 saide82@yahoo.com

خلاصه

رودخانه زاینده رود که گوهر کویر ایران است و شهرهای اصفهان، یزد، کاشان و بسیاری از شهرهای دیگر و مزارع این مرز و بوم از این رودخانه سیراب می گردند، دارای اهمیت ویژه ای می باشد و تعدد و ازدحام کاربری این رودخانه و تراکم جمعیتی مجاورت آن باعث احداث سازه های مختلف آبی در مجاورت این رودخانه گردیده است. پل های متعدد تاریخی و جدید که در طول مسیر این رودخانه احداث گردیده از گذشته شاهد بروز تغییرات متعدد در بستر رودخانه بوده اند و بی تغییرات کنونی آنقدر اثرگذار و مخرب است که سازه های پل و پایه های آن ها تحمل کافی گذر از این نا ملایمات را ندارند. با بررسی حوادث و رخداد های متعددی که در سازه های آبی نظیر پل روی می دهد، آشکار می گردد که یکی از دلایل بروز این حوادث دخالت های خارج از ضابطه انسان از منابع طبیعی موجود در مجاورت آنها می باشد. در این مقاله سعی شده با نگرشی جامع آسیب های زیست محیطی و سازه ای پلها و سازه های آبی این رودخانه بر اثر برداشت غیر اصولی شن و ماسه از بستر رودخانه زاینده رود بررسی و تا حد مجال راهکارهایی در این زمینه ارائه گردد.

کلمات کلیدی: پایداری سازه ای، پلها، فاصله برداشت مصالح، رودخانه، زاینده رود اصفهان

مقدمه:

پایداری پلها در بدو احداث با توجه به شرایط موجود رودخانه ها بررسی و محاسبه می گردد ولی به مرور زمان در استفاده های مختلف انسان از حریم رودخانه دستخوش تغییراتی رودخانه می گردد که عموماً این تغییرات بروز آثار مخرب زیست محیطی و هیدرولیکی را به دنبال دارد در این مقاله سعی شده است با بررسی این آثار بر روی رودخانه زاینده رود سعی شود، راهکاری مناسب در جهت کاهش این آسیب ها ارائه گردد.

1- برداشت مصالح رودخانه ای و رعایت استانداردها:

برداشت بی رویه از بستر رودخانه ها تا دهه 1940 ادامه داشت تا اینکه با تحقیقات انجام شده معلوم گشت برداشت بی رویه می تواند آثار نا مطلوبی را بر اکوسیستم و سازندهای انسانی در برداشته باشد و از آن هنگام بود که بررسی برداشت گاه ها و لزوم مطالعه تا حدودی اجباری شد. بهره برداری از منابع و مصالح سنگی موجود در بستر و حاشیه رودخانه ها یکی از عمده ترین استفاده های انسانی از رودخانه ها می باشد. برداشت مصالح رودخانه ای چنانچه در قالب ضوابط فنی و مطابق با دستورالعملهای کنترل کننده صورت نگیرد، قطعاً موجب آثار مخربی از جمله بهم زدن تعادل طبیعی رودخانه و تخریب ابنیه آبی رودخانه ای از جمله پلها خواهد شد. (3). مطابق با تبصره 5 ماده 1 قانون ایمنی راه ها و راه آهن ها برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه حداقل تا شعاع 500 متر از بالادست و یک کیلومتر از پائین دست پلها ممنوع است و متخلفان به مجازات مربوط محکوم خواهند شد. بوضوح مشخص است که ممنوع مطلق کردن برداشت شن و ماسه در محدوده 500 متر از بالادست پلها و یک کیلومتر از پائین دست پلها از نظر علمی قطعیت ندارد، زیرا محدوده مورد نظر با توجه به شرایط هیدرولیکی و موقعیت مورفولوژیکی مسیر رودخانه و مسیل و نیز وضعیت دانه بندی و زمین شناسی بستر متفاوت است، بطوریکه مواردی مشاهده شده که حتی اعلام ممنوعیت برداشت از فاصله دو کیلومتر پائین دست پل اجتناب ناپذیر است (1).

3- برداشت اصولی و نیاز لایروبی بستر:

البته گاه ها جهت لایروبی سالانه و بازگشایی بعضی از دهانه های پلها بالاخص پل های واقع در مسیرهای رسوب گیر در مناطق شمالی و جنوب شرق کشور، بطور اضطراری دستور برداشت باید صورت گیرد. البته شایان ذکر است که به دلیل سیلابی بودن رسوبات این نهشته ها از نظر ساختمانی جندان

¹ مدیر دفتر تحقیقات آبفاز اصفهان

² کارشناس ارشد دفتر تحقیقات آبفاز اصفهان

مطلوب جهت استفاده نبوده و در مجاورت رودخانه انباشته می گردد تا در پروژه هایی نظیر راهسازی که کیفیت مورد نظر متفاوت از ساختمان می باشد بکار گیری شوند. (2)

لذا باید با توجه به اینکه قانون موجود به صورت کاملاً کلی و غیر علمی مطرح شده است، نحوه انجام مطالعات جهت صدور مجوز و تعیین فاصله بهینه برداشت مصالح از بالادست و پائین دست با توجه به شرایط خاص رودخانه نظیر آورد رسوب سالیانه و سایر مشخصات هیدرولیکی و مورفولوژیکی رودخانه را تدوین نمود. (1)

4- آثار نامطلوب عدم رعایت حریم برداشت بستر:

رعایت حریم برداشت تا حد زیادی به دبی رودخانه، سطح رودخانه و فاصله کرانه ها بستگی دارد. جوامع بشری و شریانهای حیاتی عیور و مرور گاهها در کناره و یا نزدیک رودخانه ها و آب بندها و دریاچه ها احداث می شوند تا از فواید مجاورت و موقعیت آنها استفاده کنند. تل ماسه ها و بستر رودخانه هائی که بده آبی کمی دارند اغلب بعنوان منابع مناسبی از شن و ماسه برای ساخت و سازها مورد استفاده قرار می گیرند. ولی با توجه به حجم و میزان برداشت این مصالح و همچنین روش نادرست نقطه ای برداشت از بستر، زمان، مکان برداشت آنها، آثار گوناگونی از جنبه های مختلف هیدرولیکی، مورفولوژیکی، زیست محیطی و اقتصادی بر رودخانه و تاسیسات وابسته به آن خواهد داشت. این تغییرات محدود به محل استخراج و برداشت نیست بلکه ممکن است در فواصل بسیار بالاتر و پائین تر از آن ظاهر شود. (1)

5- پیامدهای استفاده نادرست بستر:

در بهره برداری درست از بستر رودخانه ها با در نظر گرفتن حریم موثر سعی می گردد برداشت حداقل اثر را بر سازه های موجود داشته باشد و یا در صورت لزوم از سازه های جدید جهت تقویت سازه موجود استفاده می گردد اما می توان پیامدهای بهره برداری بدون رعایت اصول از شن و ماسه رودخانه ها بشرح ذیل گفت:

- کاهش ظرفیت خود پالایی رودخانه در جذب مواد آلی
- کاهش و تنزل کیفیت آب رودخانه (4).
- فرسایش بستر و ساحل و کرانه های رودخانه ها
- پایین افتادن بیش حد سطح آب بصورت نقطه ای و تبعات ناشی از آن
- به خطر افتادن تاسیسات و ابنیه های فنی و سایر سازندهای آبی مجاور بستر
- تعلیق مواد رسوبی و اثرات ناشی از آن مانند تأثیر برگیاها، آبی، جمعیت ماهیان و تولید مثل آبزیان
- ایجاد مسیر انتخابی و شریانی شدن رودخانه در برخی موارد. (1)

6- آثار زیست محیطی استفاده نادرست از بستر:

رودخانه به عنوان یکی از زیستگاههای با ارزش و مهم آبزیان آبهای داخلی از اکوسیستم هایی هستند که کمتر مورد توجه قرار گرفته اند. رودخانه ها بر حسب اینکه دارای آبهای جاری تند یا کند و آرام داشته باشند دارای ویژگیهای زیستی متفاوتی هستند. سد سازی، آلودگی های ناشی از تخلیه فاضلابها و بهره برداری از شن و ماسه بستر رودخانه ها هر یک به نوعی در دگرگونی محیط زیست رودخانه ها موثرند. (6)

پیامدهای زیست محیطی استخراج شن و ماسه از رودخانه زاینده رود در محدوده این رودخانه به آسانی قابل مشاهده است. عدم کنترل باعث تخریب اکوسیستم های رودخانه ای و ساحلی می شوند. با توجه به بررسی های میدانی برداشت شن و ماسه عمدتاً از نهشته های بستر رودخانه زاینده رود و زونهای ساحلی آن انجام می شود. برداشت شن و ماسه باعث تغییر خصوصیات فیزیکی گسترده تحت بهره برداری و تخریب گیاهان، جانوران و حاک های نزدیک به محل بهره برداری شده و در سیستم هیدرولوژی رودخانه منطقه اختلال بوجود آورده است. اثرات منفی برداشت شن و ماسه محدود به محل بهره برداری نبوده و به قسمت های دیگر سیستم ساحلی و رودخانه نیز سرایت می کند. از اثرات مستقیم تعدی برداشت شن و ماسه در بستر رودخانه می توان به مواردی همچون تغییر هیدرولیک رودخانه، محل رسوب و مورفولوژی بستر رودخانه که مستقیماً تحت تأثیر فعالیت های انسانی نظیر بهره برداری بی رویه از شن و ماسه قرار دارد، اشاره کرد. (4)

7- آسیب اکوسیستمی و تغییر ضوابط طراحی پل:

با توجه به اینکه در طراحی اولیه شرایط بستر موجود بررسی شده است، تغییر سطح بستر باعث آثار نامطلوب بر سازه های آبی نظیر پل می گردد. امروزه رودخانه ها به واسطه ذخایر سرشارش و ماسه در درون آنها همواره مورد توجه انسانها بوده و نقش مهمی در توسعه منطقه بازی کرده اند. رودخانه ها جدا از تغییرات طبیعی خود که آرام آرام در جریان است و تحت تأثیر فعالیتهای انسانی در معرض دگرگونیهای ژرفی قرار دارند. منابع غنی آبی و تنوع و گوناگونی زیستگاه های مهم و با ارزش مانند سواحل رودخانه ها، بستر رودخانه و از همه مهمتر آب در جریان و وجود گونه های با ارزش گیاهی و جانوری رودخانه ها را در ردیف اکوسیستم های حساس و آسیب پذیر جای داده است. لذا رودخانه ها بویژه رودخانه زاینده رود همواره تقابل پیامدهای توسعه اقتصادی به ویژه ناشی از عملیات برداشت شن و ماسه بوده است. موقعیت استراتژیک رودخانه زاینده رود و مجاورت آن با کلان شهری نظیر اصفهان و همچنین تعدد شهرهای طول مسیر عبور این رودخانه سبب شده است که تعداد زیادی از برداشت کنندگان شن و ماسه در درون و حاشیه رودخانه طوری پهنه بگیرند که میدان مبارزه برای آبزیان رودخانه و ساکنین آن بسته باشد. از سوی دیگر شتاب ناموزون توسعه اقتصادی و تولید واحدهای شن و ماسه وابسته به معدن رودخانه با ظرفیت محیط و منابع طوری انجام گرفته که مشکلات زیست محیطی این واحدها مستقیماً متوجه رودخانه گشته و آثار سوء ورود آلاینده های ناشی از فعالیت همین واحدهای شن و ماسه به رودخانه تحمیل شده و به سادگی نیز غیر قابل زدايش نمی باشد. (4)

8- آلاینده های رودخانه زاینده رود و اثرات خورنده آنها بر پایه پلها:

آلاینده های صنعتی و غیر صنعتی به دلیل خورنده بودن آنها در صورت عدم تصفیه و تخلیه مستقیمشان به رودخانه می توانند در کوتاه مدت یا دراز مدت باعث بروز آسیب های متعددی به پایه ها و دیواره های کناره ای پل و سایر سازه های مجاور رودخانه وارد نمایند. مهمترین منابع آلوده کننده رودخانه زاینده رود که می توانند در دراز مدت بروز خوردگی و آسیب را سبب شوند عبارتند از:

- فاضلاب روستاهای واقع در حوزه و جوار رودخانه
- فاضلاب صنایع واقع در جوار رودخانه
- پسابهای کشاورزی

یکی از منابع عمده آلوده کننده آب رودخانه ها فاضلاب روستاهای واقع در حاشیه رودخانه می باشد. روستاهای منطقه لنجان شاید با ورود انواع پساب ها نقش بسیار بسزائی در آسیب های وارده دارند. در روستاها اکثراً فاضلاب حاصل از شست و شوی البسه، ظروف آشپزخانه و همچنین فاضلاب حاصل از طویله و شیرابه فضولات دامی به بیرون از هدایت می گردد و فاضلاب مذکور از طریق جوی های روباز به رودخانه می ریزد. آلودگی حاصل از روان آبهای شهری و روستایی عموماً تابع فرایند تجمع شسته شدن است. این فرایند بستگی به درصد سطوح غیر قابل نفوذ مانند سطح خیابانها، پشت بامها و به طور کلی سطوح عایق بندی شده دارد. (12)

غلظت آلودگی در روان آبهای شهری متغیر است و بسته به شرایط و فصل از کیفیت آب شرب تا فاضلاب خام را در بر می گیرد منابع اصلی ورود روان آبهای شهری و روستایی حاشیه رودخانه ها به صورت زیر است:

- منشا آلودگی مواد آلی جامدات معلق مواد مغذی فلزات سنگین باکتری مدفوع و ادرار حیوانات
- ریزش های جوی
- فرسایش خاک

- روان آب سطوح عایق

یکی دیگر از منابع آلوده کننده آب رودخانه ها سموم کشاورزی است که به شکل گسترده ای از انواع این سموم جهت دفع آفات نباتی استفاده می شود. این سموم توسط روان آب های سطحی وارد رودخانه می شود. ورود این سموم کشاورزی تعادل بیولوژیکی رودخانه را به خطر می اندازد و باعث مرگ و میر هزاران ماهی می شود. بطور کلی وضعیت فاضلاب کشاورزی، میزان احتمالی سموم کشاورزی و هم چنین کودهای شیمیایی مصرفی و تخلیه آنها به منابع آب مسئله ای عمومی و کلی است و به میزان فعالیت های کشاورزی و مقدار مواد شیمیایی مصرف بستگی دارد. (4)

9- اثرات فیزیکی و بیولوژیکی برداشت شن و ماسه:

تغییر فیزیکی و بیولوژیکی در یک رودخانه نظیر زاینده رود باعث می گردد که طراحی اولیه سازه های آبی موجود در رودخانه که براساس کیفیت اولیه طراحی شوند دچار تنش و اثر بخشی متفاوت با حالت طراحی گردد. برداشت رسوبات آبرفتی و بهره برداری بی رویه از بستر رودخانه زاینده رود ضمن بالارفتن سطح اثرات زیانبار آلودگی های مکانیکی موجب تغییرات مورفودینامیکی در منطقه برداشت می گردد. این تغییرات محدود به منطقه برداشت نبوده و بلکه کیلومترها پایین تر و بالاتر می تواند ظاهر شود. بروز این تغییرات در اکولوژی رودخانه سبب دگرگونی در ترکیب و تعادل جمعیت زیستمندی آبزی رودخانه شده و در نتیجه باروری و کارکرد اکوسیستم و رژیم رودخانه را به شدت کاهش می دهد. بررسی های انجام شده در طول مطالعه، تفسیر و تحلیل نتایج آزمایشگاهی نشان می دهد بهره برداری و برداشت بی رویه شن و ماسه از بستر رودخانه زاینده رود باعث اختلال شدید در تعادل بیولوژیکی و اکولوژیکی رودخانه می گردد که دارای اثرات زیر در رودخانه می باشد:

- تغییرات در کیفیت فیزیکی شیمیایی آب رودخانه
- تغییر در الگوی جریان طبیعی آب، در نتیجه تغییر و دگرگونی در مقطع طولی و عرضی رودخانه به دلیل عمیق تر سازی بستر و تشدید فرسایش در سازه های مجاور و حاشیه رودخانه و همچنین پایه های پل
- افزایش بار TSS محیط زیست با مواد رسوبی در نتیجه تخلیه آب مورد استفاده در شستشوی شن و ماسه معلق و همین طور عملیات بهره برداری از شن و ماسه اثرات بیولوژیکی برداشت شن و ماسه بر سه گروه مهم از زیستمندان رودخانه مورد بررسی قرار گرفته است.
- بهره برداری از شن و ماسه رودخانه با این که پیامدهای منفی خاص خود را دارد ولی تخلیه مواد رسوبی به رودخانه صرفاً و تنها از سوی واحدهای برداشت شن و ماسه عمدتاً از نهشته های بستر رودخانه زاینده رود فعالیت بخش کشاورزی در حوزه آبخیز رودخانه نیز باشد. (4)

10- پیامدهای جدید بهره برداری نا مناسب شن و ماسه از رودخانه زاینده رود:

پیامدهای زیست محیطی استخراج شن و ماسه از رودخانه زاینده رود در محدوده مورد بررسی به آسانی قابل رویت است. که عدم کنترل باعث تخریب اکوسیستم های رودخانه ای و ساحلی می شوند. با توجه به بررسی های میدانی برداشت شن و ماسه عمدتاً از نهشته های بستر رودخانه زاینده رود و زون های ساحلی آن انجام می شود. اثرات منفی برداشت شن و ماسه محدود به محل بهره برداری نبوده و به قسمت های دیگر سیستم ساحلی و رودخانه نیز سرایت کرده است. برداشت و مصرف بی رویه از منابع شن و ماسه پیامدهای این بهره برداری بشرح زیر می باشد.

- تعلیق مواد رسوبی
- کاهش ظرفیت خود پالایی رودخانه در جذب مواد آلی
- کاهش و تنزل کیفیت آب رودخانه (4).

11- نتایج تخریب های زیست محیطی:

پروژه های استخراج شن و ماسه و احداث و استقرار واحدهای صنعتی تولید دانه بندی شن و ماسه در حاشیه رودخانه زاینده رود در تعارض فزاینده ای با سیستم های بیولوژیکی و اکولوژیکی رودخانه قرار گرفته است. از آنجائیکه انواع فعالیت های مختلف استخراج شن و ماسه عموماً محدود به بهره برداری تجاری بوده، استفاده های صنعتی نظیر تهیه مواد مورد نیاز برای احداث جاده، بتن ریزی، خاک ریزی و منظر سازی و در طول رودخانه زاینده رود در محدوده مطالعاتی برداشت شن و ماسه در چندین نوبت و در چندین نقطه انجام می گیرد و در نتیجه اثرات و پیامدهای آن هم مزمین و هم فزاینده می باشد. بررسی ها نشان می دهد استخراج شن و ماسه از رودخانه زاینده رود با میزان ذخیره آن در یک دوره زمانی برداشت متناسب نبوده و فرصتی برای تجدیدپذیری ذخیره شن و ماسه باقی نمی ماند. (12)

استخراج مواد آبرفتی از بستر رودخانه زاینده رود یا نزدیک به بستر رودخانه بر پارامترهای فیزیکی شیمیایی آن تاثیر منفی می گذارد. از همه مهمتر برداشت بی رویه شن و ماسه از بستر رودخانه زاینده رود بر پارامترهای فیزیکی زیستگاه رودخانه ای نظیر ارتفاع بستر، ترکیب و ثبات تحت الارض، عناصر نامواری داخل رودخانه، عمق، سرعت جریان، شفافیت، محل رسوب، تخلیه رودخانه، دمای آب و اکسیژن محلول رودخانه تاثیر منفی مستقیم گذاشته است. از اثرات مستقیم تعدی برداشت شن و ماسه در بستر رودخانه می توان به مواردی همچون تغییر هیدرولیک رودخانه، محل رسوب و مورفولوژی بستر رودخانه که مستقیماً تحت تاثیر فعالیت های انسانی نظیر بهره برداری بی رویه از شن و ماسه قرار دارد، اشاره کرد. تغییر این پارامترهای زیستگاهی و فیزیکی شیمیایی آب، دارای پیامدهای حرج و منفی بر جوامع حیاتی داخل رودخانه و زیستگاه های حاشیه ای رودخانه می باشد. کاهش جمعیت ماهیان در مناطق تخریب یافته جابجایی و جایگزینی یا خدمت گونه ها، کاهش جوامع بنتوزی و جلبک و کاهش خودپالایی رودخانه از مثال هایی است که می توان در این مورد بیان کند. (4)

12- مدل سازی جهت شبیه سازی برداشت مصالح رودخانه ای:

انتخاب مدل مناسب در شبیه سازی اثرات گودالهای برداشت شن و ماسه بر پایه های پل به عنوان یک اصل مهم در سنجش حریم برداشت در مجاورت سازه های آبی نظیر پل می باشد، لذا انتخاب مدل مناسب جهت شبیه سازی باید موارد ذیل را برای مدل کننده برآورده نمود:

- قابلیت محاسبه پارامترهای هیدرولیکی و رسوبی و نهایتاً روندیابی جریان و رسوب در رودخانه
- شبیه سازی فرسایش و رسوبگذاری در هر دو جهت طولی و عرضی رودخانه
- قابلیت تعریف گودالهای برداشت شن و ماسه از رودخانه
- قابلیت در نظر گرفتن معادلات انتقال رسوب متنوع مناسب جهت آزادی عمل بالاتر در انتخاب معادله باتوجه به کالیبراسیون برنامه
- قابلیت تعریف مستقیم پل به برنامه
- شبیه سازی هیدرولیکی و رسوبی پل در رودخانه
- شبیه سازی جریان برای هر دو حالت زیر بحرانی و فوق بحرانی

البته مواردی همچون زمان کوتاهتر محاسبات، نمایش مناسب خروجی برنامه، همگرایی مناسب برنامه، پیچیده نبودن بیش از حد کالیبراسیون و... از جمله مواردی است که در انتخاب مدل، اثرگذار خواهد بود. با توجه به جهت *BRI-STARS* مقایسه تواناییها و قابلیت های مدل های مرسوم در جدول شماره 1 و توضیحات فوق الذکر مدل شبیه سازی اثرات برداشت شن و ماسه از رودخانه بر پل ها به عنوان مدلی موفق و کارا می تواند انتخاب گردد. (1)

جدول 1 مقایسه توانایی مدل های ریاضی با یکدیگر (1)

نام مدل	شاخصها			
	<i>BRI-STARS</i>	<i>GSTARS</i>	<i>FL12</i>	<i>HEC6</i>
۱- هیدرودینامیک جریان	شبه دو بعدی	شبه دو بعدی	شبه دو بعدی	دائمی یک بعدی
۲- رژیم جریان	فوق بحرانی - زیر بحرانی	فوق بحرانی زیر بحرانی	زیر بحرانی	زیر بحرانی- فوق بحرانی
۳- فرسایش دیواره ها	دارد	دارد	دارد	ندارد
۴- شکل چالاب	هر شکل	هر شکل	هر شکل	هر شکل
۵- نحوه گسترش چالاب در عرض کانال	بدون محدودیت	بدون محدودیت	بدون محدودیت	در تمام عرض
۶- محدوده دانه بندی قابل کاربرد	بدون محدودیت	بدون محدودیت	بدون محدودیت	بدون محدودیت
۷- تعداد توابع انتقال رسوب قابل کاربرد در مدل	۶	۱۳	۶	۱۴
۸- نوع جریان	شبه دائمی	شبه دائمی	شبه دائمی	شبه دائمی
۹- تغییرات بستر در عرض کانال	غیر یکنواخت	غیر یکنواخت	غیر یکنواخت	یکنواخت
۱۰- شبیه سازی پل (تعریف مستقیم به برنامه)	دارد	ندارد	ندارد	ندارد
۱۱- در نظر گرفتن انحنا، آبراهه و دخالت آن در محاسبات	ندارد	ندارد	دارد	ندارد
۱۲- شبیه سازی آبستگي موضعی پایه های پل	دارد	ندارد	ندارد	ندارد
۱۳- شبیه سازی آبستگي عمومی و پایداری پل	دارد	دارد	دارد	دارد

13- بستر زاینده رود:

بررسی تجزیه و آسیب وارده به پلهای زاینده رود با انتخاب محدوده ای از اصفهان که، پل تاریخی مارنان و پل جدید وحید نیز در آن واقع شده اند انتخاب گردید. (10)

- اطلاعات مربوط به آبدی و سیلاب رودخانه زاینده رود: در این بخش با استفاده از نتایج مطالعات انجام شده در مطالعات طرح ساماندهی رودخانه زاینده رود، نتایج سیلاب رودخانه زاینده رود در بازه پل وحید در جدول 2 آورده شده است. (12)

جدول 2 سیلابهای رودخانه زاینده رود با دوره بازگشت های مختلف

شاخه	دوره 2 ساله	دوره 5 ساله	دوره 10 ساله	دوره 20 ساله
دوره بازگشت سیلاب	2 ساله	5 ساله	10 ساله	20 ساله
دبی سیلاب (مترمکعب بر ثانیه)	300	500	560	650
دوره بازگشت سیلاب	25 ساله	50 ساله	100 ساله	200 ساله
دبی سیلاب (مترمکعب بر ثانیه)	745	820	940	1080

-مدلسازی:

با توجه به مبنای تحقیق که عمدتاً مدلسازی هیدرولیک رسوب رودخانه ای است مدل *Bri-Stars* به عنوان مدل هیدرولیک رسوب انتخاب شده و با توجه به هدفمندی مطالعات، مورد استفاده قرار می گیرد. هر چند این مدل رسوبی قابلیت مدلسازی هیدرولیک جریان را نیز به عنوان مقدمه حل معادلات که هیدرولیک رسوب را در خود جای داده است لیکن جهت مدلسازی هیدرولیک جریان از مدل *Hec-Ras* خاص هیدرولیک جریان تهیه شده جهت اطمینان بیشتر استفاده می گردد. (9)

- شبیه سازی محل های برداشت مصالح: محلهای برداشت مصالح در قسمتهای مختلف رودخانه با توجه به امکان کار ماشین آلات پراکنده است و در رودخانه هایی نظیر می سی پی حتی با کمک گرفتن از کشتی مصالح وسط رودخانه در مجاورت جزیره ها استفاده می گردد. در زاینده رود نقاط برداشت عمدتاً در مجاورت کرانه ها قرار دارند و در بعضی از نقاط بنا به شرایط مکانی از حریم قدیمی کرانه ها نیز برداشت صورت گرفته است.

- اثرات گودالهای بالادست و پائین دست بر حد اکثر عمق آبشستگی در بالادست پل: بررسی نتایج خروجی از شبیه سازی ها نشان می دهد که ایجاد گودالها در بالادست و پائین دست عموماً منجر به ایجاد آبشستگی هایی در بالادست پل می گردد، بطوریکه میزان آبشستگی ناشی از گودالهای بالادست از عمق بیشتر و فاصله کمتری نسبت به پل برخوردار می باشد.

اثرات ناشی از گودالهای پائین دست بدین صورت است که هر چه گودالها به پل نزدیکتر و عمق برداشت آنها نیز بیشتر باشد. در بالادست عمق فرسایش بیشتر و فاصله حد اکثر فرسایش نسبت به پل کمتر است. (1)

- اثرات گودالهای بالادست و پائین دست بر حد اکثر آبشستگی در پائین دست پل: بررسی نتایج شبیه سازی ها نشان می دهد که اثر ایجاد گودالهای بالادست و پائین دست بر حد اکثر عمق آبشستگی در پائین دست متفاوت است، بطوریکه عموماً گودالهای بالادست تأثیر کمتری بر عمق آبشستگی در پائین دست پل داشته و در بعضی موارد میزان آبشستگی حتی به صفر نزدیک می شود، این در حالیست که اثرات این گودالها در بالادست پل منجر به ایجاد حفره هایی می شود که هر چه فاصله گودال به پل نزدیکتر باشد و حجم برداشت نیز بیشتر باشد عمق آبشستگی نیز بیشتر و فاصله آن به پل نیز نزدیکتر می گردد. (1)

- اثرات گودالهای بالادست و پائین دست بر طول فرسایش بالادست: همانطور که گفته شد گودالهای حفر شده در بالادست و پائین دست پل همگی منجر به ایجاد آبشستگی با مشخصات متفاوتی در بالادست می گردد. از نظر میزان طول فرسایش چاله های حفر شده در فواصل تا 500 متری پائین دست و 1000 متری بالادست پل منجر به ایجاد طولهای فرسایشی از 500 تا 1000 متر در بالادست پل می گردد.

- اثرات گودالهای بالادست و پائین دست بر طول فرسایش پائین دست: اثرات گودالهای پائین دست و بالادست در پائین دست پل متفاوت از نتایج اخذ شده در بالادست است، بطوریکه طول آبشستگی ناشی از گودالهای بالادست، در پائین دست پل به حداقل ممکن رسیده و بعضاً به صفر رسیده است.

- آبشستگی در موقعیتهای مختلف در اثر برداشتهای با عرض و طول متفاوت: افزایش 2 برابری طول گودال های بالادست تأثیری در حد اکثر عمق آبشستگی بالادست و پائین دست ایجاد نموده ولیکن افزایش 2 برابری عرض گودال موجب کاهش 25 درصدی حد اکثر عمق آبشستگی در بالادست خواهد شد ولیکن در فاصله آن تا پل تغییری ایجاد نمی شود. در پائین دست نیز تغییری در اثر 2 برابر شدن عرض در حد اکثر عمق و فاصله آن تا پل ایجاد نمی گردد. همچنین افزایش 2 برابری طول و عرض گودال در بالادست موجب کاهش آبشستگی در زیر پل و کاهش حد اکثر عمق تا حد صفر می گردد. (1)

14-نتایج:

- با توجه به آنچه بیان شد و یافته های دیگر در این زمینه شاهد هستیم که سازندهای پل تا چه حدی در برابر برداشت مصالح از بستر رودخانه می توانند آسیب پذیر باشند.

- فاصله بهینه برداشت شن و ماسه با توجه به شرایط منحصر به فرد رودخانه نظیر دبی، دبی رسوبی، شیب و دانه بندی کف متفاوت بوده و الزاماً می بایست برای هر پل با توجه به شرایط هیدرولیکی رودخانه مطالعات متناسب انجام شود.

- به منظور تعیین فاصله بهینه برداشت می بایست مشخصات هندسی رودخانه نظیر مقاطع عرضی، دانه بندی در محدوده قابل قبولی از بالادست و پائین دست موجود باشد.

- آبشستگی پل به چاله های ایجاد شده در پائین دست حساستر بوده، بنابراین حتی الامکان می بایست برداشت از بالادست پلها انجام گیرد.

- فاصله بهینه برداشت‌شن و ماسه با توجه به اطلاعات موجود برابر با 1000 متر در بالادست و 1000 متر در پائین دست بوده و توصیه می‌شود که حتی الامکان برداشت از بالادست پل وحید صورت گیرد. ضمن آنکه توسعه شهری و ساخت و ساز نیز در بالادست پل تقریباً وجود ندارد. (12)

- در حالت کلی افزایش طول و عرض گودال نسبت به شرایط اولیه موجب کاهش حداکثر عمق آبشستگی خواهد شد.

- پل های قدیمی موجود در زاینده رود در اثر بروز آشفستگی های بالا دست و تخریب بستر در معرض آسیب قرار دارند و در صورت عدم رسیدگی به شرایط موجود احتمال تخریب این گنجینه های گذشته می رود. (10)

15- مراجع :

- 1- غلامی، ه. ، سبزیوند، ر. مجدزاده، م. ، مشکاتی ه. ، 1385 ، دستورالعمل تعیین فاصله بهینه برداشت مصاخ رودخانه ها از پلها جهت کاهش خسارات ناشی از تخریب سازه پلها ، کنفرانس منابع آب
- 2- 1379 ، اصول و مبانی برداشت‌شن و ماسه از رودخانه ها، سازمان مدیریت منابع آب ایران، فیروز بهادری و خسرو شاهی
- 3- 1384 ، بهسازی و مقاوم سازی سازه ای پل بتنی درجه پیاز رودخانه زاینده رود اصفهان، شهرداری درجه، دانشگاه صنعتی اصفهان، منصور، د. ، میسمی، ح
- 4- 1385 ، بررسی اثرات برداشت‌شن و ماسه از بستر رودخانه بر اکولوژی رودخانه، عصمت ساعتلو
- 5- 1379 ، سازمان آب و برق خوزستان، مهندس کاظم، راهنمای کاربرد و اسنچی مدل کامپیوتری HEC
- 6- 1379 ، توسعه مدل ریاضی پیش بینی شرایط رژیم رودخانه ها، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دکتر امیررضا زراتی و مهندس علی اطاعت،
- 7- 1379 ، ریخت شناسی رودخانه ها - سازمان مدیریت منابع آب ایران - هوشنگ غلامی
- 8- 1378 ، بررسی اثرات برداشت‌شن و ماسه رودخانه ها - پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، دکتر احمد طاهرشمس و مهندس رضا سبزیون
- 9- 1379 ، بررسی عملکرد طوق در جلوگیری از آبشستگی پایه مستطیل شکل پلها، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، رضا زراتی، هوشنگ غلام
- 10- 1385 ، بررسی علل تخریب و آسیب های وارده به پل های قدیمی رودخانه زاینده رود، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، احمدی، م. ، میسمی، ح .
- 11- 1373 ، نگرشی بر برداشت‌شن و ماسه رودخانه ای، آثار برداشت و توصیه های فی، دفتر حفاظت و مهندسی رودخانه و سواحل کشور، مهندس محمد افسوس و مهندس همشید مصباحی
- 12- 1382 ، بررسی مسائل زیست محیطی رودخانه زاینده رود، اداره کل حفاظت محیط زیست اصفهان
- 13- 1374 ، کتر ولایتی، اسد الله - جغرافیای آبها و مدیریت منابع آب - انتشارات خراسان
- 14- Albert Molinas, 2003, User's Manual for BRI-STARS, Federal Highway Administration.
- 12- Howard H.Chang, 1998, User's Manual for Fluvial
- 13- Hynes – H.B. (1970) the ecology of running water university of Toronto press. pp.555
- 14-APHA, AWWA, WEEF (1992) for the examination of water and wastewater