بررسی پارامترهای اساسی در ساخت سازه آبگذر (پـل) در مسیر رودخانه

محمدرضا حبیبی[۱] ،حمید پاک باز[۲*]، علیرضا صفایی کوچکسرایی[۳]

۱- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اسلامشهر، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اسلامشهر، ایران

۳- کارشناس امور آب، کشاورزی و محیط زیست سازمان برنامه و بودجه کشور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۱

چکیده

یک آبراهه دائمی در پایین دست سد با وقوع رگبارهای متناوب، سبب بالا آمدن آب و طغیان رودخانه گشته و همواره مسیرهای دسترسی را با چالش روبرو می سازد، در سالهای پربارش یک رودخانه با تشدید بارش ها در منطقه همواره موجب پهنه سیلاب، انسداد تردد و تغییر رژیم جریان رودخانه می گردد. در این تحقیق با روش های میدانی و مطالعاتی سعی شده است که با یک رویکرد اساسی این مسئله را بررسی نموده و هدف از طراحی یک سازه هیدرلیکی مناسب و احداث آن در نقطه هدف، که پیامدهای طغیان رودخانه و مخاطرات ناشی از سیلاب را به نحو چشمگیری کاسته است، ارزیابی گردد. لذا با توجه به حساسیت موضوع در بحث اجرایی سازه و در نظر گرفتن پارامترهای هیدرولیکی و هیدرولوژیکی می توانیم به این نتیجه برسیم که اعمال یک سازه تقاطع آبگذر خواهد توانست بحث پهنه بندی سیلاب در منطقه را کنترل نماید و علاوه بر آن بستری مناسب جهت تردد افراد و وسایل نقلیه در درازمدت باشد.

واژه های کلیدی : ***آبراهه ، سیلاب ، روگذر ، هیدرولیک***

مقدمه

در ایران که کشوری خشک و کم آب می باشد و همواره با بحران آب مقابله می نماید، توزیع بارش از نظر زمانی و مکانی یکنواخت نمی باشد. بر این اساس ممکن است بعضی مواقع بخش عمده ای از بارش سالیانه به صورت رگبار و بارش های تند در طی چند ساعت ریزش نماید که این امر باعث وقوع سیلاب های مخربی در حوضه های آبگیر مربوطه می شود، بنابراین بررسی مخاطرات آبی در یک حوضه آبریز در تعادل و بیلان آبی آن حوضه و نیز شناخت و چگونگی وضعیت آن حوضه در طی سالهای گذشته جهت هر گونه برنامه ریزی و اعمال نظر نقش مهمی دارد، پیش بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه ها که از نواحی مختلفی اعم از مراکز کشاورزی، صنعتی و شهری می گذرد در مقابل سیلاب های احتمالی، از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد[۱]. یک رودخانه فرآیندی پویا می باشد و بسته به مشخصه های زمین ساختی حاشیه رودخانه، در طول زمان در حال تغییر می باشد. این تغییرات شرایط هیدرولیکی رودخانه را تحت تاثیر قرار می دهد و لازمست خصوصا در رودخانه های ناپایدارتر اثر توامان جریان با رسوب مورد توجه قرار گیرد.

خصوصیات فیزیکی حوضه ها از جمله پارامترهای مهم در مطالعات هیدرولوژی است که مقادیر آنها نشان دهنده وضع ظاهری و مورفولوژی منطقه است که برای پیش بینی مشخصه های جریان در بازه ای از رودخانه نیاز به شرایط مرزی منطبق با طبیعت می باشد که شرط مرزی معرف وضعیت ورودی و خروجی

جریان در بالادست و پایین دست و در طول بازه مورد مطالعه می باشد [۲].

در این تحقیق نقطه مورد مطالعه از رودخانه مربوط به کیلومتر ۴۰۰+۴ از مسیر یک آبراهه دائمی می باشد که در این محل بارها شاهد ایجاد پهنه سیلاب و تغییرات بارز شرایط رودخانه بوده ایم به نحوی که سازه موقت ساخته شده در مسیر، بارها دچار خسارت و به موجب آن انسداد مسیر مذکور بوده و علاوه بر آن اراضی منطقه و سیمای اکولوژیکی را تحت تاثیر قرار داده بود. شرایط تداوم سیلاب در نقاط حساس از روی نقشه های توپوگرافی در فصول پر بارش سال به وضوح قابل رویت بوده، به نحوی که ایجاد یک سازه تقاطع در مسیر به نحوی که پاسخگوی نیازهای منطقه باشد بشدت احساس نیاز میشده، لذا ابتدا بایستی هندسه رودخانه که بستگی به چند عامل دبی، مشخصات بستر و مصالح کناری، مقدار رسوب حمل شده توسط رودخانه و توانایی انتقال رسوب موجود از منابع بالادست دارد [۳]، مورد مطالعه قرار گیرد. علاوه بر این باید عوامل موثر در فرسایش آبی مانند عوامل اقلیمی، فرسایش پذیری خاک، شیب زمین، پوشش گیاهی، مدیریت نحوه بهره برداری از اراضی به نحوی مطلوب مورد ارزیابی قرار گیرد و عوامل موثر بر فرسایش در رودخانه مانند عوامل فیزیکی، شیمیایی، هیدرولیکی شناسایی شوند و البته در طراحی سازه مدنظر قرار گیرند.

و البته مطالعات مورفولوژی رودخانه و بررسی روند تغییرات مکانی جریان و مشخص کردن محدوده جابجایی پیچان رودها، یکی از بخش های اساسی در مطالعات مهندسی رودخانه است و توجه به شکل الگوی رودخانه در بسیاری از مسائل طراحی و مهندسی رودخانه، از جمله تعیین محل پلها، محل انجام عملیات بهسازی مسیر، ایجاد تاسیسات و غیره حائز اهمیت می باشد [۴]. که در این تحقیق به این موارد پرداخته شده است. همچنین رعایت اصولی به شرایط محلی ویژه ای شامل وضعیت جغرافیایی محل (دشت های پست یا ارتفاعات) و مقدار توسعه آن (ارزش اقتصادی)، وجود تجهیزات، نیرو و مصالح ساختمانی بستگی دارد. هزینه های اجرایی و نگهداری معمولا یک عامل کنترل کننده در تعیین نوع سازه آبی مورد نیاز می باشد. به همین دلیل است که نقاط شروع طراحی با دقت تمام و ضمن همکاری با مدیریت بهره برداری آتی از پروژه، ارزیابی می گردد [۵].

پیشینه تحقیق

باردلمس و ریگبی [۱۵] پیشنهاد کردند که برای هر طراحی، ارزیابی و مدلسازی سازه روگذر (کالورت) نیاز است تا شرایط انسداد سازه در نظر گرفته شود و بیان داشتند که در منطقه ی مورد مطالعه شیب موضعی اطراف ساختار همبستگی زیادی با درصد انسداد ثبت شده دارد و در تحقیقی دیگر توسط این محققین که مکانیزم انسداد و اثر شدید آن را در رفتار سیل بررسی کردند، اظهار داشتند که یکی از نتایج انسداد این سازه ها، انحراف جریان می باشد.

یزدی و همکاران [۱۶] عملکرد هیدرولیکی سازه های آبگذر با سطح مقطع های دایره ای، مربعی و مستطیلی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که میزان افت انرژی در این سازه ها با مقطع مستطیلی کمتر از مقطع دایره ای و حالت دایره ای کمتر از مربعی است.

مصباحی [۱۷] با توجه به طرح انواع کالورت های مختلف، بهترین نوع آنها از نظر هیدرولیکی و حداکثر دبی عبوری را مشخص کرده و نتیجه گرفت که استفاده از روابط هیدرولیکی مناسب ترین روش از نظر اقتصادی و دوام می باشد.

حسینی و همکاران [۱۸] نقش طراحی و نگهداری این سازه ها را در وقوع لغزش و رانش جاده های جنگلی منطقه برنجستانک بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که دلیل وقوع لغزش دیواره ی خاکریزی

عدم رعایت استانداردها در طراحی و نصب می باشد و هم چنین بسیاری از این سازه ها به علت عدم اجرای حفاظت و نگهداری مسدود شده و فاقد کارایی لازم می باشند.

مواد و روش ها

منطقه هدف

در مسیر یک رودخانه دائمی در مناطقی شاخص که رفتار هیدرولیکی رودخانه و به دنبال آن ایجاد پهنه سیلاب قابل پیش بینی و البته تثبیت شده می باشد، نیاز به ایجاد سازه هایی به منظور کنترل آب رودخانه و یک سازه هیدرولیکی امن برای رفع نیازهای منطقه می باشد، که از جمله این نقاط می توان به سازه احداثی کیلومتر ۴+۴۰۰ در منطقه اشاره نمود که از لحاظ فنی و هیدرولیکی مورد بررسی قرار می گیرد.

این آبراهه بصورت دائمی می باشد که در مقاطع مختلف زمانی و بخصوص در زمان بارندگی دبی آن افزایش یافته و در مناطق مشخص از مسیر سبب پهنه بندی سیلاب می گردد. بر روی این رودخانه یک سد واقع شده که هدف از ایجاد آن تامین آب کشاورزی مطمئن برای اراضی دیم و مستعد پایاب و اطراف دریاچه ، جلوگیری از خسارت سیلاب های بزرگ به اراضی پایین دست و روستاهای مجاور، کمک به تامین آب آشامیدنی پایین دست و غیره بوده است.

پارامترهای اساسی در طراحی

در یک حوضه آبریز، به منظور یافتن داده های جریان می توان از ایستگاه های آبسنجی که به منظور ثبت مداوم خصوصیات جریان رودخانه ها احداث می گردند، بهره جست؛ که برای اهداف مختلف هیدرولوژیکی و هیدرولیکی مانند طراحی سازه های هیدرولیکی استفاده می شوند. علاوه بر آن شرایط توپوگرافی و چگونگی امکانات با ساخت سازه، تاثیر زیادی دارد، به همین دلیل نحوه موفقیت در احداث سازه ها به شرایط و مورفولوژی حوضه آبریز و نوسانات آن بستگی دارد. از آنجایی که در مجاورت سازه احتمال فرسایش مصالح وجود دارد، باید نسبت به احداث سازه های حفاظتی مانند دستک های آبگذر در نقاط مورد نیاز برای مقابله با فرسایش اقدام شود.

در طراحی سازه، رعایت دیدگاه های زیر الزامی است [۶] :

– نقش سازه؛ تا آنجا که در عملکرد سازه تغییری حاصل نشود، آب شستگی اهمیتی ندارد.

– عوامل فیزیکی محیطی؛ سازه باید درجه ای مطلوب از حفاظت در مقابل بارگذاری هیدرولیکی را با خطرپذیری – قابل قبولی، تامین کند. ضمنا هر جا که ممکن باشد، نقطه نظرهای زیست محیطی، تفریحی و ضروریات مرتبط با چشم انداز را پوشش دهد.

– روش اجرا؛ هزینه های اجرائی تا سطح قابل قبول کمینه شود و محدودیت های قانونی اکیدا رعایت گردد.

مشخصات آبراهه هدف و پارامترهای هیدرولیکی برداشت شده و به شکل زیر می باشد (فرضیات طرح) :

- نوع رودخانه عبوری : رودخانه دائمی
- نوع جریان : غیریکنواخت
- عمق میانگین رودخانه : ۲ متر
- شیب آبراهه : ۰,۰۰۲
- عرض میانگین : میانگین ۱۲ متر
- ضریب زبری آبراهه با توجه به بستر ماسه ای : ۰,۰۲۳
- وضعیت رسوب در رودخانه : رسوبات داخلی جریان
- نوع سازه هدف : پل روگذر
- علت سازه هدف : هدایت و کنترل آب رودخانه، جلوگیری از پهنه سیلاب و ایجاد یک سازه پایدار جهت انتقال آب از بالادست به پایین دست
- ایجاد دستک های حفاظتی : با توجه به کنترل رسوب رودخانه بایستی تعبیه گردد.

در این آبراهه روباز با مشخصات برداشت شده فوق، ابتدا سرعت آب و دبی جریان را با توجه به معادله مانینگ به دست می آوریم :

سرعت جریان $V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times s^{\frac{1}{2}}$

پیرامون مرطوب $R = \frac{A}{P_W} = \frac{12 \times 2}{2+12+2} = 1.5\ m$

$$\rightarrow V = \frac{1}{0.023} \times 1.5^{\frac{2}{3}} \times 0.002^{\frac{1}{2}} = 2.547\ m/s$$

$$Q = A \times V \rightarrow (12 \times 2) \times 2.547 = 61.125\ m^3/s$$

با توجه به معادلات فوق میزان دبی جریان عبوری به مقدار ۶۱,۱۲۵ مترمکعب بر ثانیه و سرعت جریان نیز به میزان ۲,۵۴۷ متر بر ثانیه تعیین گردید، هم اکنون نیاز است عدد فرود جریان را بدست آوریم :

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{g \times D}} \rightarrow \frac{2.547}{\sqrt{9.81 \times 2}} = 0.575$$

حال با توجه به اینکه عدد فرود کمتر از یک می باشد نوع جریان زیر بحرانی و لایه ای می باشد. زیرا اگر عدد فرود کمتر از یک باشد جریان زیر بحرانی است که در آن به ازاء یک دبی ثابت عمق جریان زیاد و سرعت کم می باشد [۷]. که این مهم باعث جلوگیری از شست و شو و آبشستگی در مسیر جریان می شود.

از آنجا که طراحی سازه بر اساس دبی طرح انجام می گیرد که بسته به نوع سازه و هدف از ساخت آن متغیر می باشد، لذا اگر جریان را یکنواخت فرض می کنند دلیلش این است که در میان هیدروگراف جریان، دبی پیک را برداشته و توجیه این است که حداکثر مخاطرات در این دبی وجود دارد.

بنابراین با در نظر گرفتن دوره بازگشت سیلاب در منطقه و برای اقتصادی کردن طرح اصولا سعی می شود که از تمام مقطع مجرا استفاده شود و سطح آب در بالادست مجرا بالاتر از سقف مجرا قرار بگیرد [۸].

برای طراحی آبگذرها، بهتر است ارتفاع بار یا فشارهای مختلف را جداگانه در نظر گرفت [۹] :

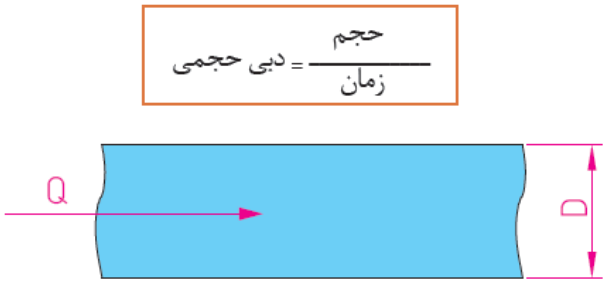
- بارهای عمودی (Vertical loads) : ناشی از تردد وسایل نقلیه بر روی سازه
- عکس العمل های عمودی (Vertical reactions)
- فشارهای جانبی (Lateral pressures) : ناشی از فشار آب در دو طرف آبگذر به حالت قرینه، که در نظر گرفتن عامل ضریب اطمینان در طراحی آبگذر برای جلوگیری از تغییرات فشارهای جانبی لازم است.
- بارهای غیر متقارن (Unsymmetrical loads) : آبگذرها در قسمت سرازیری نیز تحت تاثیر بارهای جانبی نامتعادل قرار می گیرند.
- فشارهای هیدرواستاتیک داخلی (Internal hydrostatic pressures): فشارهای هیدرواستاتیک داخلی دو نوع می باشند. نوع اول آنکه در اثر پر شدن دهانه آبگذر از آب شکل می گیرد و نوع دوم آن که در اثر نیروهای هیدرواستاتیک در قسمت فوقانی آبگذر به وجود می آید.

بررسی ویژگی های سازه ای

انتخاب مقاطع مناسب جهت عبور دبی عبوری

از آنجا که انتخاب یک سازه باید بتواند جوابگوی نیازهای طرح باشد و شرایط هیدرولیکی محاسباتی را برآورده سازد، نخستین گام انتخاب نوع و طرح هندسی و تقریبی سازه مورد استفاده می باشد، در این راستا، نخست برای هر مقطع ابعاد اولیه ای حدس زده می شود و سپس تحلیل دقیق تر بر روی آن انجام گرفته و سرانجام اندازه ها کنترل و نهایی می شوند [۱۰].

انتخاب مقاطع عبوری برای عبور جریان بسته به سرعت و شدت آبراهه می تواند از نوع لوله ای و یا مقاطع باکسی انتخاب گردد، که به منظور سهولت و تسریع در عملیات نوع مقطع لوله ای انتخاب می گردد، اما قطر لوله و تعداد آن بایستی از روی دبی حجمی مشخص گردد.



شکل ۱ - نمایشی از دبی حجمی در لوله

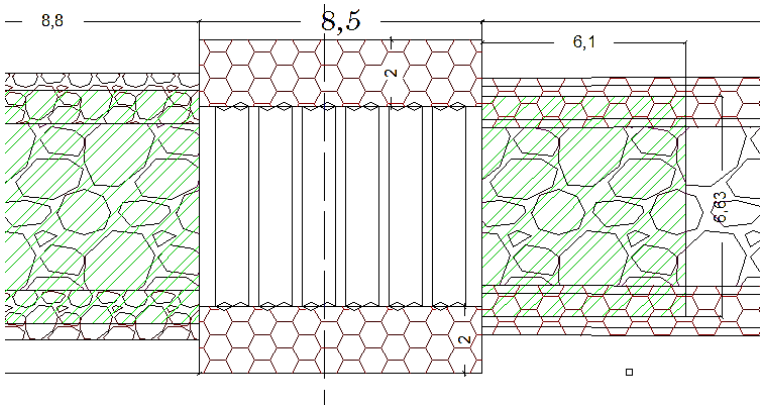
از آنجا که حجم دبی و سرعت جریان ورودی آبراهه مشخص می باشد، می توانیم با توجه به معادله پیوستگی قطر لوله را تعیین می کنیم :

$$Q = A \times V$$

$$\rightarrow 61.125 = \frac{\pi \times D^2}{4} \times 2.547 \rightarrow 61.125 = 0.785D^2 \times 2.547$$

$$\rightarrow 0.785D^2 = \frac{61.125}{2.547} = 23.99 \rightarrow D = \sqrt{\frac{23.99}{0.785}} = 5.528\,m \approx 6m$$

از آنجا که ظرفیت سازه ای برای عبور بده جریان طبق محاسبات انجام شده برای حجم آبراهه به قطر تقریبی ۶ متر بدست آمد باید با توجه به ظرفیت سازه در طول و عرض مشخص این قطر به مقادیر کوچکتر توزیع پیدا کند، که چنانچه قطر تقریبی ما ۶ متر باشد می تواند ۶ لوله با قطر ۱ متر جایگزین گردد و در بدنه سازه اعمال گردد، البته بایستی میزان افت لوله ها نیز لحاظ گردد.



شکل ۲- اعمال ٦ مقطع لوله ای با قطر ۱ متر در سازه آبگذر

البته قطر لوله آبرو، از فرمول زیر نیز می تواند بدست آید [۱۴] :

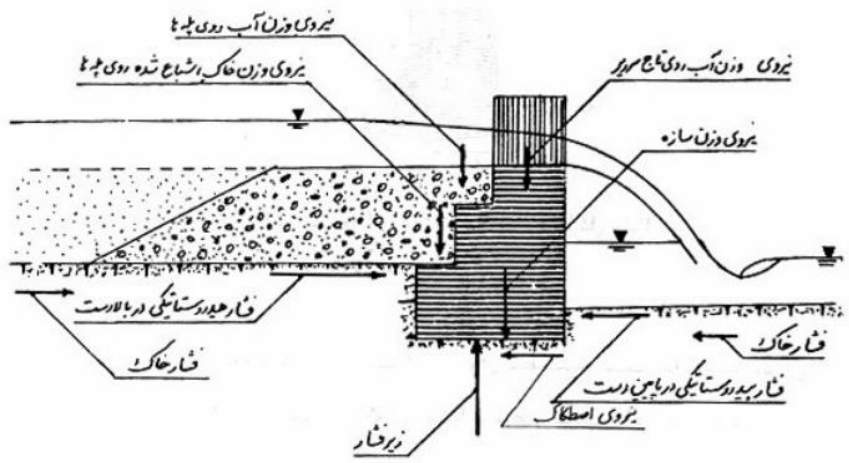
$$D = 0.35\sqrt{\frac{Q}{V}} \rightarrow 0.35\sqrt{\frac{61.125}{2.547}} \rightarrow 1.07 \approx 1\,m \times 6$$

انتخاب دستک های سازه

این دستک ها را معمولا برای حفاظت از سازه و بر پایه مصالح ساختمانی یا ارتفاع تکیه گاه در طغیانها مثلا مستغرق گروه بندی کرد. دستک ها در این سازه بطور متقارن در هر دو ساحل آبراهه احداث می شود. بستر در بین دو تکیه گاه (دستک) را افقی فرض می کنند. زمانی که از سنگریز یا کف پوش توری سنگی (گابیون) استفاده می شود، به فرسایش یافتن ریزدانه ها از زیر حفاظت بستر و از طریق خلل و فرج حفاظ بایستی توجه شود [۱۱]. سازه های گابیونی، بسته به نوع، مورد استفاده، و محل کاربرد خود در معرض بارهای گوناگونی قرار می گیرند، در یک جمع بندی بارهای وارده بر این سازه ها را از نظر چگونگی تاثیرشان بر سازه به دو گروه اصلی می توان تقسیم کرد، این دو گروه عبارتند از [۱۲] :

الف. نیروهای محرک؛ مانند فشار هیدرواستاتیکی آب زیرفشار نیروهای هیدرودینامیکی ناشی از جریان آب، نیروهای زلزله و اثرات ناشی از آن و فشار خاک در پشت سازه

ب. نیروهای مقاوم؛ مانند وزن سازه که در مورد سازه های گابیونی بسیار چشمگیر است و یکی از ویژگی های مطلوب این سازه ها حجیم بودن و وزین بودن آنهاست.



شکل ۳- نیروهای وارد بر یک سازه گابیونی (دستک) [۱۳]

در واقع سازه گابیونی (شکل ۴) نقش رسوبگیری در هنگام سیلاب و در واقع جلوگیری از فرسایش را دارند و برای اینکه جلوی شستگی خاک را در اثر برخورد آب بگیرد نتیجه بخش و کارا می باشد.

شکل ٤- سازه گابیونی برای دستک آبگذر ٤٠٠+٤

بحث و نتیجه گیری

در فرایند طراحی سازه آبگذر باید پارامترهای هیدرولیکی از جمله دبی ماکزیمم رودخانه، پهنه بندی سیلاب، آبشستگی، فرسایش و جریان گردابه ای بر اساس بافت و مورفولوژی رودخانه در طراحی لحاظ گردد تا در مرحله بهره برداری از سازه، نیازهای مورد انتظار برآورده گردد و بر عمر مفید و بازدهی سازه در طولانی مدت و در شرایط منطقه افزوده گردد. پارامترهایی نظیر ضریب زبری که بسیار در سازه انتقال اهمیت دارد و نقشی تعیین کننده در حرکت آب در لوله بخصوص در نقاط میانی و جداره ها ایجاد می کند بسیار مهم در طراحی می باشد، از آنجایی که سرعت در سطح مقطع لوله یکسان نیست و بررسی این پارامتر به علاوه شیب، شعاع هیدرولیکی و سطح مقطع در دبی عبوری حائز اهمیت می باشد./. علاوه بر این سازه باید بتواند آب شستگی را مهار کند زیرا آبشستگی می تواند پیامدهای زیر را داشته باشد [۱۱]:

- ❖ به خطر انداختن پایداری خود سازه
- ❖ به خطر انداختن بستر پائین دست رودخانه و سواحل آن
- ❖ شکل گیری ماهوری از مصالح فرسایش یافته که ممکن است سطح پایاب را بالا ببرد.

در این تحقیق ما آمدیم با بررسی پارامترهای هیدرولیکی و انجام محاسبات مربوطه سازه ای در منطقه هدف طراحی کردیم که با در نظر گرفتن شرایط محیطی و اقلیمی پاسخگوی نیازهای طرح باشد و بتواند یک سازه پایدار در دراز مدت برای منطقه باشد و در نهایت بتواند میزان بده عبوری را به سهولت انتقال دهد و همواره بر اساس اصول هیدرولیکی طراحی و ساخته شود. لازم به ذکر است بعد از پروسه طراحی سازه و قبل از احداث بایستی آبراهه انحراف داده شود و توسط کانالهای موقت انحرافی و دایک های حفاظتی این امر میسر گردد و پس از اعمال سازه و پایان ساخت آن، آبراهه به مسیر اصلی خود انتقال داده شود.

منابع

۱.پاکباز، ح.؛ نجفی جیلانی، ع.؛ ذاکری نیری؛ م.؛ (۱۳۹۲)، تاثیر ساماندهی رودخانه ها در کاهش خسارات ناشی از سیل (مطالعه موردی : رودخانه راوند)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران.

۲.شفاعی بجستان، م.؛ (۱۳۹۰)، مبانی نظری و عملی هیدرولیک انتقال رسوب، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز .
۳.نشریه شماره ۴۱۷. مبانی طراحی سازه های کنترل فرسایش در رودخانه ها و آبراهه ها، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری، دفتر نظام فنی اجرایی، ۱۳۸۷.
۴.یمانی، م.، دولتی، ج.، زارعی، ع. ۱۳۸۹. تاثیرگذاری عوامل هیدرو ژئومورفیک در تغییرات زمانی و مکانی بخش میانی رودخانه اترک، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۵، شماره ۹۹ .
۵. پاکباز، ح.؛ نجفی جیلانی، ع.؛ ذاکری نیری؛ م.؛ (۱۳۹۲)، بررسی سیمای ساماندهی رودخانه راوند و نقش آن در اکولوژی منطقه، اولین کنفرانس بین المللی اکولوژی سیمای سرزمین، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.
6. 10. Pilarczyk K.W. & R.B. Zeidler, 1996, Offshore breakwaters and shore evolution control, Balkema, Rotterdam.
۷. ابریشمی، ج و حسینی، م. (۱۳۹۰)، هیدرولیک کانال های باز؛ انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ بیست و پنجم، مشهد.
۸.بیرامی، م. سازه های انتقال آب؛ (۱۳۹۴)، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ سیزدهم، اصفهان.
۹.شمسائی، الف. سیستم های انتقال آب؛ (۱۳۸۲)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ دوم، تهران.
۱۰. روبرت دی. انکور؛ ترجمه جهانی بهنمیری، الف وع، (۱۳۸۳)، طراحی سازه های بتنی نگهداره مایعات آبی، انتشارات شهرآب، چاپ اول، تهران.
۱۱. بیات، ح. اندرکنش سازه های آبی و فرسایش؛ انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ اول، تهران، ۱۳۷۹.
۱۲. نشریه شماره ۴۱۶. (۱۳۸۷)، دستورالعمل طراحی، اجرا و نگهداری سازه های کنترل سیل و رسوب (بندهای اصلاحی)، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریس جمهور .
۱۳. جوان، م؛ بیدختی، ن و جواهری، پ؛ (۱۳۷۹)، سازه های توریسنگی؛ انتشارات کمیته امور آب جهاد سازندگی استان فارس.
۱۴. نشریه شماره ۳۳۷. (۱۳۸۴) ضوابط طراحی هیدرولیکی ساختمان های حفاظتی و تقاطعی، تبدیل و ایمنی و ساختمان های حفاظت در مقابل فرسایش سامانه های آبیاری، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
15. Barthelmess,AJ. & Rigby, EH. 2009. Quantification of debris potential and the evolution of a Regional Culvert Blockage Model.
16. Yazdi, AS. Manafpur, M. & Mohammadi, M. 2010. Brrsy hydraulic performance culverts with different geometric sections. Ninth Iranian Hydraulic Conference, Tarbiat Modarres University.
17. Mesbahi, M.2010. The most appropriate study design criteria culverts through compare are on of hydraulic and charts USBR. National Conference on Sustainable Development, Islamic Azad University Arsanjan.
18. Hosseini, AS. Mohammadzai, SA. Zandi, SA. & Nasiri, D.2014. The role of the construction and maintenance of cross-system (Culvert) to create alandslide margin forest road. Third International Conference on Planning and Environmental Management, Tehran University.