Journal of Water and Wastewater Science and Engineering (JWWSE)
Vol. 4, No. 4, PP. 60-68, Winter 2020
DOI: 10.22112/jwwse.2019.188213.1160

نشریه علمی
علوم و مهندسی آب و فاضلاب
سال چهارم، شماره ۴، صفحات ۶۰-۶۸، زمستان ۱۳۹۸

Technical Note

The Performance of Tajan Rubber Dam in Mellal Park in City of Sari during March 2019 Flood

Mir Majid Emadi[1], Mohsen Masoudian[2*] and Klaus Rottcher[3]
1- M.Sc. Student in Hydrauulic Structures, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2- Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
3- Professor, Ostfalia University of Applied Sciences, Wolfenbuettel, Germany.
* Corresponding author, Email: masoudian@sanru.ac.ir

Received: 04/06/2019
Revised: 04/10/2019
Accepted: 06/10/2019

Abstract

Building rubber dams in the northern provinces of Iran are emerging, though the function of such dams in the critical situations especially in great floods is still not given much investigations. In this paper, the function of the rubber dam constructed in Sari (the center of Mazandaran Province) is studied in the flood event of March 2019 with the peak of 880 m^3/s which was exceptional in the past 100 years. As a recent structure, investigating the function of the rubber dam in this floods is very important. Investigating different parts of the dam showed some deficiencies such as failing of the automatic discharge system, lack of operating plans for flood events, lack of suitable sealing for installations which resulted in the intrusion of water into the control room. In this paper suggestions are presented for design and using the rubber dams.

Keywords: Rubber Dam, Tajan River, Exploitation, 2019 Flood

یادداشت فنی

عملکرد سد لاستیکی تجن واقع در پارک ملل ساری در سیلاب اسفند ۱۳۹۷

میرمجید عمادی[۱]، محسن مسعودیان[۲*] و کلاوس راتچر[۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران.
۳- استاد دانشگاه علوم کاربردی استفالیا، ولفن‌باتل، آلمان.
* نویسنده مسئول، ایمیل: masoudian@sanru.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۴
تاریخ اصلاح: ۱۳۹۸/۰۷/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۴

چکیده

احداث سدهای لاستیکی در شمال کشور رو به گسترش است. از آن‌جایی‌که عمر زیادی از این سازه‌ها نگذشته عملکرد آن‌ها در شرایط بحرانی و به‌ویژه سیلاب‌های بزرگ نامشخص است. با توجه به‌این موضوع در این مقاله عملکرد سد لاستیکی احداث شده روی رودخانه تجن در محدوده شهر ساری در سیلاب ۲۷ اسفند ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار می‌گیرد. سیلاب اسفند ۱۳۹۷ با دبی اوج ۸۸۰ مترمکعب بر ثانیه در ۱۰۰ سال اخیر بی‌سابقه بوده و عملکرد سد لاستیکی به‌عنوان سازه‌های نوین در این‌گونه سیلاب‌ها حائز اهمیت است. بر این اساس بررسی‌های میدانی به‌عمل آمده در بخش‌های مختلف سد از طراحی تا بهره‌برداری دارای نقطه ضعف‌هایی بوده است ازجمله: عمل نکردن سیستم تخلیه خودکار سد لاستیکی، عدم وجود برنامه بهره‌برداری سد در مواقع سیلابی نزد اپراتور، عدم آب‌بندی مناسب تاسیسات که منجر به نفوذ آب به داخل اتاق کنترل شده می‌توان اشاره کرد. در این مقاله ضمن تشریح موارد ذکر شده، پیشنهادهای لازم در خصوص طراحی و بهره‌برداری سدهای لاستیکی ارائه شده است.

کلمات کلیدی: سد لاستیکی، رودخانه تجن، بهره‌برداری، سیلاب ۱۳۹۷.

۱- مقدمه

از گذشته دور در ساخت سازه‌های آبی نظیر سدها، بندهای انحرافی یا تنظیمی و کانال‌های آبرسانی از مصالح گوناگونی نظیر بتن، سنگ و خاک استفاده شده است. با گذشت زمان و با پیشرفت در علم مکانیک خاک و سنگ، حل مسائل هیدرولیک و هیدرولوژی و از طرف دیگر احتیاج روز افزون به ذخیره و تامین آب، مصالح جدیدی به‌دست آمده که کاربرد مناسبی در طرح‌های آبی پیدا کرده‌اند. از جمله این مصالح جدید می‌توان به موادی نظیر ژئوتکستایل[۱]، ژئوممبران[۲]، پی وی سی[۳] و لاستیک[۴] را نام برد. ایده استفاده از سدهای لاستیکی اولین‌بار در سال ۱۹۵۰ توسط ایمبرسون مطرح شد. در سال ۱۹۶۵ اولین سد لاستیکی بادی در ژاپن برای ذخیره‌سازی آب به بهره‌برداری رسید. نحوه کار و سهولت اجرا و بهره‌برداری از سدهای لاستیکی، آن‌ها را مناسب برای جایگزینی برخی سدهای کوتاه می‌سازد. این سدها با توجه به طراحی سریع، سهولت نصب و بهره‌برداری، هزینه اندک اجرای طرح، مدت‌زمان کوتاه اجرا، انعطاف‌پذیری قابل‌توجه آن در مقابل عوامل خارجی، امکان تغییر شکل و سبکی می‌توانند در بسیاری از طرح‌های آبی کشور به‌ویژه در نواحی ساحلی شمالی و جنوبی که با مشکلات متعدد آبی از جمله کمبود آب کشاورزی و سیلاب‌های فصلی روبرو هستند، مناسب واقع شوند. کاربرد این سدها متنوع بوده و می‌توان از اثرات آن‌ها در افزایش حجم ذخیره‌سازی سدهای بزرگ، استفاده از آن‌ها به‌جای دریچه‌های فولادی، کاهش فرسایش رودخانه‌ها، کنترل سیلاب به‌عنوان بندهای انحرافی، ساخت حوضچه‌های پرورش آبزیان و غیره نام برد. از آن‌جایی‌که تامین آب همواره نیاز اساسی بشر است، لذا مهار سیلاب‌ها و آب‌های جاری از طریق احداث سد از کارهای اساسی و زیربنایی برای خودکفایی کشور بوده است. (دانشنامه ویکی پدیا)

گاهی اوقات سدهای لاستیکی را در چم رودخانه و ساحل در راستای مسیر مستقیم رودخانه ساخته شده و سپس با خاکبرداری مسیر رودخانه تغییر می‌کند. لذا در هزینه انحراف صرفه‌جویی شده و هزینه تغییر مسیر فقط شامل مقداری خاکبرداری است که جزء اقلام کم‌هزینه عمرانی محسوب می‌شود Hasan and (Kabir, 2014). گرچه عمر استفاده از لاستیک در سازه‌های هیدرولیکی به ۶۰ سال نمی‌رسد، اما در همین دوره کوتاه در بسیاری از کشورهای جهان حدود ۵۰۰۰ سدلاستیکی ساخته شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است (دانشنامه ویکی پدیا). این فناوری جدید دریچه‌ای به‌سوی طرح‌های زود بازده در زمینه منابع آب باز نموده که هر روز درگوشه و کنار دنیا گسترش قابل‌ملاحظه‌ای پیدا کرده است. به‌طور خلاصه می‌توان کاربردهای سدهای لاستیکی را به‌شرح زیر برشمرد (عاطفی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۴):

- افزایش ارتفاع آب برای انحراف: به‌منظور انحراف آب به کانال آبگیر نیاز به تثبیت رودخانه و افزایش ارتفاع آب است.
- جداسازی آب شور و شیرین در سواحل دریاها: در فصول تابستان که دبی جریان رودخانه کاسته شده و از طرفی بنا به نیاز کشاورزی برداشت از رودخانه زیاد می‌شود در نواحی ساحلی مانند مازندران آب دریا در مسیر رودخانه به‌سمت بالادست حرکت نموده و باعث اختلاط آب شور و شیرین و شور شدن سفره آب زیر زمینی می‌شود.
- طرح‌های تغذیه مصنوعی: با توجه به قابلیت انعطاف‌پذیری سدهای لاستیکی در ذخیره‌سازی و رهاسازی جریان آب، بندهای انحراف پائین‌دست سدهای بزرگ برای تنظیم جریان آب رها شده از تاسیسات هیدروالکتریک سدهای برقابی بزرگ و استفاده آن در قطب‌های اراضی کشاورزی با توجه به ناکارآمد بودن بندهای صلب به‌دلیل حجم زیاد رسوبات است.
- کنترل سیلاب‌ها و تنظیم جریان رودخانه: این‌کار توسط دستگاه‌های الکترونیکی در اتاق کنترل و به‌طور خودکار انجام می‌گیرد. پایین آمدن رقوم سطح آب از یک سطح مشخص به معنای پایان سیلاب است، که در این‌صورت دستگاه کنترل الکترونیکی، دستور افراشتن سد را اعلام می‌دارد که با این اعلام، کمپرسور هوا به‌کار افتاده و سد را باد می‌کند. بنابر گفته مسئول فنی، سد لاستیکی تجن در روز سیلاب از حالت اتوماتیک خارج شده بود و به‌صورت دستی فرمان پایین‌آمدن سد را انجام داده بودند.
- کنترل رسوب رودخانه: از آن‌جا که سکوی بتنی محل استقرار سد لاستیکی، در کف رودخانه و هم‌تراز با بستر آن کار گذاشته می‌شود، در هنگام خواباندن سد، شرایط رودخانه مانند شرایط قبل از احداث سد لاستیکی است. به‌عبارت دیگر پشت سد رسوب‌گذاری نمی‌شود، زیرا در هنگام وقوع سیل که بیشترین بار رسوب توسط جریان حمل می‌شود، سد به‌صورت اتوماتیک تخلیه شده و رودخانه شرایط طبیعی پیدا می‌کند.

بوستانی و همکاران (۱۳۸۹) موارد استفاده از سدهای لاستیکی، به‌عنوان سازه‌های قابل انعطاف در انحراف جریان و هم‌چنین تنظیم آن در مواقع سیلابی را برشمردند: به‌عنوان دریچه در کانال‌های بزرگ و هم‌چنین در رودخانه‌ها، افزایش ارتفاع سرریز سدها و استفاده از مخزن سیلاب در سدها. اگر از این سازه به‌عنوان یک سد انحرافی موقتی استفاده شود، در ابتدا باید هزینه آن را با یک سد انحرافی ساده در منطقه مورد مطالعه مقایسه و سپس گزینه مناسب را انتخاب کرد. علیزاده و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعات خود بیان داشتند که سدهای لاستیکی علاوه‌بر تنظیم آب رودخانه‌های ساحلی، می‌توانند با ساماندهی رودخانه‌ها در محدوده‌های شهری جاذبه‌های توریستی و تفریحی را به‌دنبال

داشته باشند.

سدهای لاستیکی شامل سه بخش بدنه، پی و تاسیسات کنترل و بهره‌برداری به شرح زیر هستند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳):

الف) بدنه سد:

بدنه سد پیشرفته‌ترین جزء تشکیل‌دهنده سد لاستیکی است که ترکیبی از لاستیک و الیاف تقویت‌کننده بوده و به‌صورت ورق به‌عرض یک تا دو متر درکارخانه تولید می‌شود. سپس ورق‌ها در طول‌های مورد نیاز بریده و به یکدیگر به‌صورت عرضی متصل (دوخته) می‌شوند تا ورق بدنه سد به‌شکل یکپارچه ایجاد شود. برای حفاظت بدنه در برابر عوامل جوی و هم‌چنین اجسام معلق در آب از مواد مختلفی برای مقاوم‌کردن بدنه استفاده می‌شود، از جمله کلروپرن[۵] و اتلین پروپیلن دی ان مونومر[۶] که هر دو ماده مقاومت بالایی در برابر عوامل جوی و تغییرات گسترده درجه حرارت محیط دارند. این نوع مواد از فیبرهای سخت که تحت فشار و حرارت زیاد قرار می‌گیرند تشکیل می‌شود.

ب) پی سد و تجهیزات مهار:

پی سد عموماً در کف به صورت سطح و در دو طرف به صورت شیب‌دار ساخته می‌شود. لوله‌هایی که در پر و خالی کردن آب یا هوا به‌کار می‌روند عمدتاً در بستر کار گذاشته می‌شوند. بدنه لاستیکی سد به‌وسیله لوله و میله در محل نگه‌داشته و توسط پیچ مهار، نصب می‌شود. با تزریق رزین پلی‌استر[۷] در محل، این قسمت سخت و محکم می‌شود. بخش بیرونی پیچ‌های مهار پس از عبور از سوراخ‌های تعبیه شده در بدنه سد لاستیکی توسط مهره و واشر به پی محکم می‌شود. ارتفاع این پیچ و مهره‌ها پس از بستن سد لاستیکی باید پایین‌تر از سطح کف بستر رودخانه باشد تا از تجمع گل و لای هنگامی که سد خالی است جلوگیری به‌عمل آید. نصب بدنه سد به پی به دو روش سیستم مهار یک ردیفی و سیستم مهار دو ردیفی صورت می‌گیرد. مزیت سیستم مهار دو ردیفی این است که هر چه فاصله دو ردیف بیشتر باشد تاثیر تغییرات ارتفاع سد با نوسانات سطح آب به حداقل می‌رسد.

ج) سیستم کنترل و بهره‌برداری:

مساحت یک اتاق کنترل استاندارد در حدود ۱۰ مترمربع و شامل تجهیزاتی مانند تابلوکنترل، شیرآلات و کمپرسور هوا است.

در محدوده پارک ملل ساری سازه‌های هیدرولیکی مختلفی ساخته شده است که می‌توان به کف‌بندها، دیواره‌سازی‌های سد لاستیکی، پل عابر و غیره اشاره نمود. سد لاستیکی روی رودخانه به‌منظور ایجاد مخزن تفریحی ساخته شده است و در زمان سیلاب باید تخلیه شده و رودخانه به حالت اولیه برگردد. در این مقاله با توجه به اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای استان مازندران (۱۳۹۷) و داده‌های ایستگاه هیدرومتری ریگ چشمه و ظالمرود (گرمرود) که در بالادست این محدوده قرار دارند به بررسی عملکرد این سد در سیلاب ۲۷ اسفند ۱۳۹۷ پرداخته می‌شود. سیلاب از تاریخ ۲۶ اسفند شروع شده و تا ۱ فروردین ۱۳۹۸ ادامه داشته است.

۲- معرفی منطقه مورد مطالعه

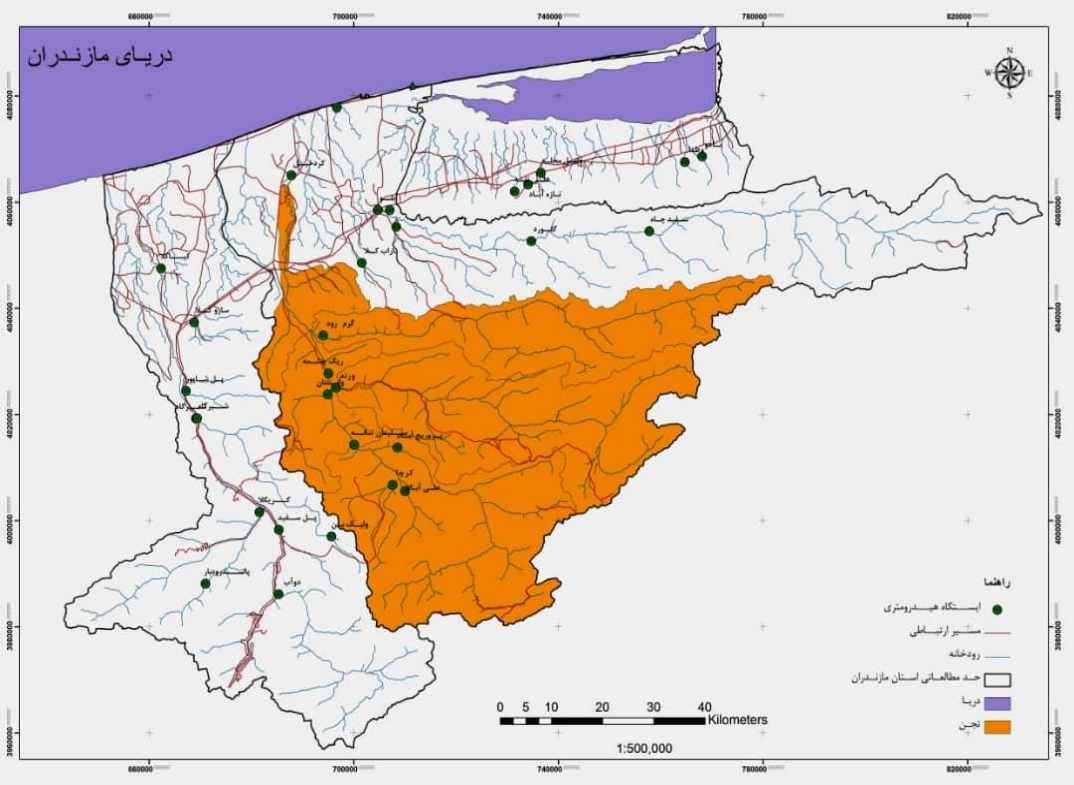
۲-۱- مشخصات حوضه آبریز تجن

تجن از رودخانه‌های مهم حوضه‌آبریز دریای مازندران است که از ارتفاع ۳۲۵۱ متری کوه‌های هزار جریب در دامنه شمالی سلسله جبال البرز در جنوب شهرستان ساری از چشمه‌های متعددی در دهستان پشتکوه سرچشمه می‌گیرد. حوضه آبریز این رودخانه از شمال به دریای خزر، از شرق به حوضه رودخانه دارابکلا و نکارود، از جنوب به استان سمنان و از غرب به حوضه سیاهرود و رودخانه تالار محدود می‌شود. طول شاخه اصلی رودخانه ۱۷۲ کیلومتر و سه شاخه اصلی آن دودانگه و چهاردانگه و ظالمرود نام دارند که بر روی شاخه دودانگه سد مخزنی شهید رجایی و سد خاکی فریم اجرا شده و در مسیر شمالی تا رسیدن به دریای خزر از شهرستان ساری می‌گذرد. مساحت حوضه آبریز تا ایستگاه کردخیل واقع در پایاب رودخانه حدود ۴۰۰۰ کیلومتر مربع است (شکل ۱). حدود پنجاه درصد آن مناطق کوهستانی پوشیده از جنگل است و رژیم جریان رودخانه برفی- بارانی بوده که دارای جریان پایه‌ای دائم است.

رودخانه تجن در محدوده کوهستانی به‌صورت دره-رودخانه است. رودخانه تجن از میانه شهر ساری عبور کرده و در محل شهرستان ساری وارد پهنه ساحلی خزر شده و نهایتاً در ناحیه فرح‌آباد به دریای خزر می‌ریزد. براساس خصوصیات دما و بارش و توپوگرافی، می‌توان حوضه تجن را به دو نوع آب و هوای معتدل خزری و آب و هوای کوهستانی تقسیم کرد. آب و هوای کوهستانی خود بر دو نوع معتدل کوهستانی و سرد کوهستانی است.

تجن دارای آب و هوای معتدل خزری است که این اقلیم جلگه‌های غربی و مرکزی استان تا کوهپایه‌های شمالی البرز را شامل می‌شود. در این نواحی به‌دلیل کمی فاصله کوهستان و دریا رطوبت تجمع می‌یابد که به‌عنوان پیامد آن می‌توان بارش‌های قابل‌ملاحظه و دمای معتدل را ذکر کرد. میانگین بارندگی سالانه در نواحی ساحلی استان برابر با ۹۷۷ میلیمتر است. توزیع مکانی آن از غرب به شرق با کاهش همراه است، در حالی‌که توزیع زمانی آن وضعیتی کمابیش منظم دارد (حداکثر بارندگی در پائیز و حداقل آن در بهار اتفاق می‌افتد).

میزان متوسط آبدهی رودخانه تجن از سال آبی ۱۳۵۴-۱۳۵۵ تا سال آبی ۱۳۹۲-۱۳۹۳در ایستگاه کردخیل برابر با ۱۳/۷۹ مترمکعب در ثانیه و حجم معادل ۴۳۳ میلیون مترمکعب در سال تخمین زده شده است (شرکت آب منطقه‌ای استان مازندران، ۱۳۹۳).



شکل ۱- زیرحوضه‌های رودخانه تجن و ایستگاه‌های هیدرومتری (حسینی و رحمانی، ۱۳۹۳)

۲-۲- موقعیت سد لاستیکی تجن

سدلاستیکی تجن در محدوده حد فاصل پل راه آهن تا پل تجن و در فاصله ۲۰۰ متری بالادست پل تجن احداث شده است. شکل ۲ موقعیت سد لاستیکی تجن در منطقه را نشان می‌دهد.

شکل ۲- موقعیت سد لاستیکی در نقشه گوگل ارث

۲-۳- مشخصات فنی سد لاستیکی تجن ساری

این سد متشکل از دو دهنه که طول هر دهنه آن ۵۵ متر با هسته مرکزی بتنی است. کناره‌های سد دارای ایمن‌سازی طرفین با پاشنه سنگی بوده و شیب آن یک به دو است (جدول ۱). در طرفین سد نیز اتاق کنترل برای کمپرسورهای باد سد تعبیه می‌شود. لازم‌به ذکر است که عمر اقتصادی این سازه ۴۰ سال است (مهندسین سازه‌پردازی ایران، ۱۳۸۸). در شکل ۳ سد لاستیکی تجن ساری قبل از وقوع سیل نشان داده شده است.

شکل ۳- سد لاستیکی تجن ساری قبل از وقوع سیل

جدول ۱- مشخصات فنی سد لاستیکی تجن ساری

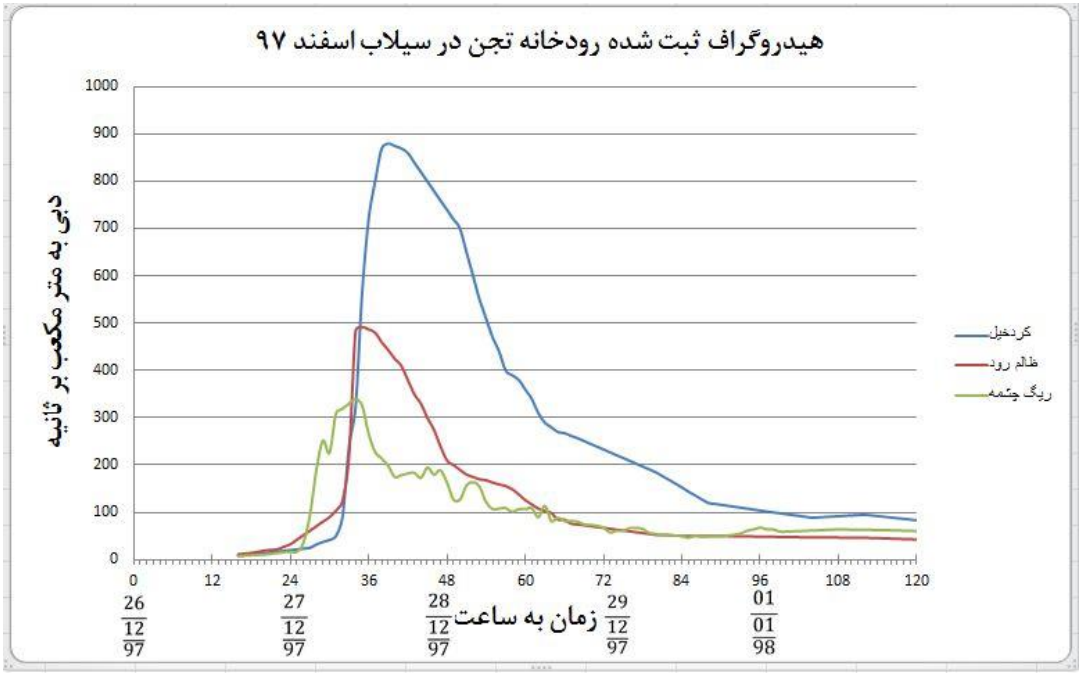
طول سد (m)	عرض فوندانسیون سد (m)	فاصله سد تا شیب شکن (m)	حداکثر ارتفاع آب از سد (m)	طول شیب شکن (m)	سطح دریاچه (m^2)	دبی (m^3/s)	(ظرفیت) حجم آب دریاچه (m^3)
۱۲۰	۱۱	۵۹۰	۲/۵	۱۲۰	۷۰۸۰۰	۱۸	۱۷۷۰۰۰

۲-۴- اهداف اصلی و جانبی سد لاستیکی تجن

هدف اصلی و اساسی از اجرای این طرح، ایجاد دریاچه مصنوعی با کاربری تفریحی و در واقع احداث یک محور سبز[۸] حفاظتی- شهری در حاشیه رودخانه تجن برای ارتقای کیفیت زیرساخت‌های شهری در محدوده شهر ساری بوده است. لیکن دلیل اساسی برای مطرح نمودن سد لاستیکی به‌عنوان یکی از گزینه‌های مطرح برای احداث دریاچه مصنوعی، خالی شدن سد لاستیکی و قرار گرفتن آن بر روی بستر رودخانه در مواقع سیلابی و در نتیجه عدم ممانعت آن در مقابل جریان سیل و رسوب بوده است.

۳- مشخصات سیلاب اسفند ۱۳۹۷

سیلاب اسفند ۱۳۹۷ با بارندگی‌هایی که در حوضه بالادست رودخانه تجن اتفاق افتاد شکل گرفت. بارندگی از ساعت ۴ بعدازظهر روز ۲۶ اسفند شروع شد و براساس آمار و اطلاعات به‌دست آمده، هیدروگراف سیل دارای نقطه اوج ۸۸۰ مترمکعب بر ثانیه در ساعت ۲ بعدازظهر روز ۲۷ اسفند و بیش‌ترین حجم آب برابر ۳۱۱۲۵۶۰ مترمکعب در ایستگاه هیدرومتری کردخیل (که در پایاب رودخانه تجن قرار دارد) بوده است. شکل ۴ هیدروگراف سیلاب از روز ۲۶ اسفند تا ۱ فروردین را نشان می‌دهد.



شکل ۴- هیدروگراف سیلاب از روز ۲۶ اسفند تا ۱ فروردین

در زمان وقوع سیل و بعد از آن، با حضور در محل سد لاستیکی نسبت به جمع‌آوری اطلاعات میدانی از سایت اقدام شد. شکل ۵ سیلاب عبوری از محل سایت را نشان می‌دهد. گستره سیلاب به‌حدی بوده که آب از دایک‌های اطراف رودخانه در محدوده پارک سریز نموده و کل محوطه را فراگرفته بود. دایک‌ها حدود یک متر بالاتر از تاج سد لاستیکی بوده که بیانگر شدت سیلاب است.

شکل ۵- تصاویر مربوط به‌هنگام وقوع سیل در پارک ملل روز ۲۷ اسفند ۱۳۹۷

قاعدتاً در سیلاب‌هایی شدید و حوضه‌هایی به بزرگی تجن، زمان تمرکز حوضه نسبتاً بالا است و به‌اندازه کافی زمان وجود دارد تا اقدامات اولیه برای تخلیه سد لاستیکی انجام گیرد. معمولاً باید هشدار لازم داده شود تا قبل از رسیدن سیلاب به محل سد نسبت به تخلیه آن اقدام شود. ولی در سیلاب مذکور متاسفانه این هشدار انجام نگرفته و براساس مصاحبه با اپراتور سد در زمان وقوع سیلاب، تخلیه سد براساس رقوم سطح آب روی سد انجام گرفته است. چون زمان تخلیه مورد نیاز تا رسیدن پیک سیلاب مناسب نبود، لذا باعث ایجاد خساراتی شد. در شکل ۶ تصویرمربوط به سد لاستیکی در زمان سیلاب نشان داده شده است.

شکل ۶- تصویرمربوط به سد لاستیکی در زمان سیلاب

از طرفی بعضی از سنسورهای سد نیز عمل نکردند و باعث تشدید بحران شدند. براساس اطلاعات کسب شده از اپراتور ایشان هیچ‌گونه اطلاعی از وقوع سیلاب نداشته و هم‌چنین هیچ‌گونه دستورالعمل و آموزشی نیز در این ارتباط ندیده بود. نهایتاً پس از وقوع سیل و مشاهده شدت آن، تنها کاری که کرده ترک محل سد بوده است. اپراتور سد بیان کرد که با توجه به ارتفاع آب روی سد لاستیکی ساعت ۳:۴۵ بامداد ۲۷ اسفند اقدام به تخلیه باد سد و ساعت ۴ بامداد محل کنترل سد را ترک کرده است. براساس گفته‌های اپراتور، قبل از ورود پیک سیل در ساعت حدود ۶ صبح روز ۲۷ اسفند سد کاملاً تخلیه و پارک ملل دچار آب‌گرفتگی شده که در شکل ۷ با خط قرمز نشان داده شده است.

شکل ۷- تصویر مربوط به سطح سیلاب، اتاق کنترل و کمپرسورهای سد لاستیکی

حدوداً به اندازه ۲۰ سانتی‌متر بدنه سد لاستیکی سمت پارک ملل به‌دلیل برخورد سکوهای فلزی (شکل ۸) که برای قرارگیری محل پدالوها تعبیه شده بود دچار پارگی شده (شکل ۹) و همین پارگی باعث شد که آب از این طریق وارد اتاق کنترل و خراب شدن موتورهای کمپرسورهای مورد استفاده برای باد کردن سد قرار دارند شود. براساس نمودار و دستورالعمل بهره‌برداری از سدهای لاستیکی، اگر روز قبل از سیلاب، اقدام به تخلیه سد لاستیکی توسط بهره‌بردار می‌شد خسارت وارده به سد و محیط پارک ملل کمتر بود.

شکل ۸- سکوهای فلزی محل قرارگیری پدالو

شکل ۹- تصاویر مربوط به سد لاستیکی تجن بعد از وقوع سیل

۴- اثر سد لاستیکی بر محیط‌زیست

به‌طور طبیعی سد لاستیکی نیز خود می‌تواند بر محیط اطراف اثر بگذارد و این اثرات را می‌توان از جنبه‌های مختلف مورد توجه قرار داد. یکی از این موارد بحث ناسازگاری سد لاستیکی با طبیعت آبرفت رودخانه است. احداث یک سازه بتنی به‌عنوان بالشتک سد لاستیکی و دیواره‌های تقارب بتنی در ساخت‌گاه سد با توجه به رسوبات آبرفتی در رودخانه در یک مقطع صلب و غیرقابل فرسایش تبدیل شود. به‌علاوه کاهش احتمالی سطح مقطع سد نیز موجب می‌شود که هیدرولیک جریان رودخانه در ساخت‌گاه سد دست‌خوش تغییر شده و در نتیجه سبب آب‌شستگی در بالا و پائین دست سد لاستیکی شود (شکل‌های ۱۰ و ۱۱). به‌ویژه که با بالا آمدن سطح تراز نرمال آب و تماس جریان با مقطع بزرگ‌تر شده، موجب ریزش دیواره‌ها و گاهی سبب پر شدن مجرای بالا دست رودخانه می‌شود. از این‌رو شستشوی رسوبات بالا دست با استفاده از طغیان‌های رودخانه می‌تواند به‌این امر کمک به‌سزایی نماید. در بعضی از سدهای لاستیکی برای ایجاد شرایط هیدرولیکی مناسب به‌منظور احداث سد لاستیکی، معمولاً از یک مئاندر مناسب رودخانه برای احداث سد لاستیکی استفاده می‌کنند. یکی از مسائل زیست‌محیطی را در سدهای لاستیکی باید لحاظ شود، احداث پلکان ماهی‌رو است.

شکل ۱۰- رسوبات جمع‌شده در بالادست سد لاستیکی بعد از وقوع سیل

شکل ۱۱- تصاویر مربوط به آبشستگی‌های دیواره بتنی و تخریب جدول‌های بتنی در بالادست سد لاستیکی بعد از وقوع سیل

۵- نتیجه‌گیری

با بررسی‌های به‌عمل آمده در این مقاله نتیجه‌گیری می‌شود که با بررسی دلیل مشکلات به‌وجود آمده برای سد در سیلاب اسفند ۱۳۹۷، لازم است در طراحی، اجرا و بهره‌برداری از سدهای لاستیکی موارد ذیل با دقت در نظر گرفته شود:

- جایابی و مهار مناسب تاسیسات بالادستی سازه که احتمال جدا شدن از سیستم مهار را دارند مانند اسکله قایقرانی و غیره؛
- آب‌بندی مناسب اتاق‌های تاسیسات و ابزار؛
- تهیه دستورالعمل ویژه اقدام اضطراری برای سدهای لاستیکی،
- تهیه برنامه منظم بازرسی و پایش سیستم‌های خودکار الکترونیکی و مکانیکی (سنسورها و ابزارها، دریچه‌ها و غیره)،
- آموزش پرسنل بهره‌برداری برای انجام دستورالعمل‌های اقدام اضطراری.

نکته قابل تاکید این‌که سدهای لاستیکی به‌دلیل ماهیت عملکردی و جنس مصالح به‌کار رفته با دیگر سدها متفاوت بوده و به‌این دلیل باید آیین‌نامه‌های ویژه‌ای در راستای طراحی، اجرا و بهره‌برداری آن‌ها تهیه شود.

۶- پی‌نوشت‌ها

1- Geotextile
2- Geomembrane
3- PVC
4- Rubber
5- Chloroprene
6- EPDM
7- Polyester resin
8- Green Corridor

۷- مراجع

بوستانی، آ.، عمادی، ع.، و اکبرزاده، م.، (۱۳۸۹)، "بررسی و مقایسه سدهای لاستیکی با سازه‌های معمول تنظیم جریان در شبکه‌ها و انهار مناطق ساحلی کشور"، اولین همایش ملی مدیریت منابع آب اراضی ساحلی، ساری، ایران.

حسینی، ح.، و رحمانی، س.، (۱۳۹۳)، "مزایا و معایب و نحوه ساخت سدهای لاستیکی"، *همایش ملی آب انسان و زمین*، ایران، اصفهان، شرکت توسعه سازان گردشگری اصفهان، اصفهان، ایران.

شرکت آب منطقه‌ای استان مازندران (۱۳۹۴)، "گزارش مطالعات هیدرولوژیکی پروژه زیباسازی رودخانه تجن، ۲۳-۲۸.

شرکت آب منطقه‌ای استان مازندران (۱۳۹۷)، دفتر مطالعات پایه منابع آب.

عاطفی‌فرد، م.، خیری، م.، داوودی، س.، آزاد فلاح، ع.، و بهنیا، س.، (۱۳۹۴)، "بررسی اجمالی سدهای لاستیکی"، *دومین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، معماری، شهرسازی و محیط زیست پایدار*، استانبول، ترکیه.

علیزاده، م.، میرزایی، ا.، باباتبار، م.، و عرب لاریمی، ع.، (۱۳۸۹)، "افزایش بهره‌وری منابع آب اراضی ساحلی با احداث سدهای لاستیکی (مطالعه موردی: سدهای لاستیکی نوار ساحلی دریای خزر)"، *اولین همایش ملی مدیریت منابع آب اراضی ساحلی*، ساری، ایران.

مهندسین سازه‌پردازی ایران (۱۳۸۸)، "گزارش مطالعات هیدرولیک پروژه زیباسازی رودخانه تجن"، ۳۲-۴۷.

Hasan, M.S., Kabir, M.I., (2014), “Feasibility of Natore Rubber Dam on Mahanonda river in Bangladesh and its performance on irrigation”, American Journal of Engineering Research (AJER), 3(1), 27-34.