

## بررسی و مقایسه سدهای لاستیکی با سازه های معمول تنظیم جریان در شبکه ها و انهار مناطق ساحلی کشور

آرمین بوستانی

دانشجوی ارشد سازه های آبی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (Water\_structure82@yahoo.com)

علیرضا عمادی

استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (Emadia355@yahoo.com)

محمد رضا اکبرزاده

عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد (Mrakbarzade@yahoo.com)

### چکیده

در مناطق ساحلی کشور، بدلیل وجود شرایط خاص اعم از وجود آبرفت، مشکل خوردگی، تجمع رسوب در شیار و دریچه های صلب تا نیمه انعطاف پذیر چوبی و فولادی تنظیم جریان آب، لزوم استفاده از سدهای لاستیکی اهمیت می یابد. بدین منظور مقایسه ای بین سازه های انحراف و تنظیم جریان نظیر تخته های چوبی، سردریچه ها، دریچه های لولا دار فولادی با نوع انعطاف پذیر آن، سدهای لاستیکی بادی صورت گرفت. مسائلی چون انتقال رسوبات و امکان جابجایی ساده تر در تنظیم جریان و همچنین بکارگیری سدهای لاستیکی بعنوان سازه های انحراف در شرایط خاص از جمله برتری این سازه نسبت به دریچه های فولادی صلب می باشد.

**واژه های کلیدی:** سدهای بادی لاستیکی، سازه های تنظیم جریان، تخته های چوبی، دریچه لولا دار، سر دریچه.

### مقدمه

از زمان نصب اولین سد لاستیکی در سال 1978 بیش از 1000 سد لاستیکی بریجستون نصب شده است، از رودخانه شیب دار در ژاپن تا جزیره ای گرم در اندونزی و صحرای استرالیا تا رودخانه منجمد در ایالت متحده آمریکا که بسمت آمریکای جنوبی جریان دارد.

سدهای لاستیکی سازه هایی انعطاف پذیر بوده که قابلیت متصل شدن به سازه های صلب را دارد. از 1950 میلادی که نورمن ایمبرستن (مدیر بخش آب و برق در لس آنجلس) این سازه را معرفی کرد، بیش از 2500 سد لاستیکی در سراسر جهان نصب شده است. ماکزیمم طول این سدها به بیش از 150 متر و ارتفاع آن نیز به بالغ بر 6 متر می رسد. بطور کلی این سازه ها با هوا پر می شوند، ولی در بعضی اوقات از مخلوط آب و هوا برای پر کردن آن ها استفاده می شود (میسور و لیاپیز، 1998).

شرکت بریجستون سد لاستیکی را که تماماً با هوا پر می شد را در سال 1978 در ژاپن و در 1982 در بازار بین المللی عرضه نمود. این سیستم از یک تیوب لاستیکی بادشده ضد نشت هوا تشکیل شده که بر روی سرریز دائمی ثابت است، تشکیل شده است. سد لاستیکی بریجستون سریع و آسان نصب می شود می توان آن را بر روی فونداسیون جدید نصب کرده و به یک سرریز یا سرریز تخلیه حتی اگر منحنی باشد متصل نمود.

علی الخصوص هزینه نصب آن بسیار کمتر از دریچه های فولادی می باشد. این نوع سدها می توانند در دهنه هایی بیشتر از 200 متر نصب شوند. بدنه لاستیکی 30 سال عمر می کند که در طول این مدت نیز به نگهداری معمولی نیز نیاز ندارند. این سدها برخلاف دریچه های فولادی هرگز به رنگ یا روغن کاری نیاز ندارند (شمسایی، 1382).

(تام، 1997)، به مطالعه موردی روی حالات یک سد موقت لاستیکی احداث شده در یکی از رودخانه های ساحلی کشور هنگ کنگ در اثر سیلاب ها پرداخت. وی با بررسی پارامترهای مختلف دوره ای زمانی و مکانی متوجه شد که زمانی که ارتفاع آب در روی سرریز زیاد می شود، ارتعاش در بدنه سد لاستیکی بوجود می آید. دامنه و دوره تناوب ارتعاش، به عمق آب روی سد، فشار داخلی، شکل و فرم سد و کیفیت مصالح سد بستگی دارد

(شمسایی، 1386). به بررسی روابط معمول در طراحی سدهای لاستیکی بعنوان سازه های انحراف جریان از قبیل نیروی Uplift و توزیع فشار هیدرواستاتیکی پرداخت. وی همچنین به بررسی اثرات پدیده هایی چون سیلاب و انباشته شدن رسوبات در پشت سدهای لاستیکی پرداخت.

(بوستانی و همکاران، 1388)، در مطالعه ای به بررسی هزینه های اجرایی بکارگیری سدهای لاستیکی در دشت های ساحلی کشور پرداختند. مشخص شد که هزینه استقرار مجدد در صورت بروز سیلاب های مخرب برای سازه های صلب انحراف جریان نسبت به سدهای لاستیکی و همچنین هزینه های نگهداری و عملیاتی و بازدید دوره ای بیشتر می باشد.

در این بررسی استفاده از سدهای لاستیکی منوط به عوامل زیر شد:

\* وجود یا عدم وجود آب به مقدار و کیفیت مناسب در محل

\* مشکل پایداری سد در هنگام ایستادگی کامل بر روی پی

\* مدت زمان لازم برای پر و خالی نمودن تیوب سد در مقابله ی به هنگام سیلاب رودخانه ها.

نخستین سد لاستیکی ایران سد میان دشت بابلرس است. ساخت این سد روی رودخانه بابل صورت گرفته است. ارتفاع سد 2/8 متر و طول تاج آن 60 متر در نظر گرفته شده است که نقش یک بند انحرافی را ایفا می کند. این سد می تواند ظرف مدت 30 دقیقه بطور کامل از هوا تخلیه شود.

هدف از ساختن این نوع سد جلوگیری از نفوذ آب شور دریا به رودخانه و زمین های مجاور و همچنین تسهیل پمپاژ آب از رودخانه می باشد. از دلایل انتخاب این نوع سد می توان به شرایط ضعیف ژئوتکنیک منطقه اشاره نمود. این گونه سدها که در زمان اندکی و با هزینه کم قابل اجرا می باشند. راه حل مناسبی برای مهار آبهای سطحی و کنترل سیلاب به نظر می آیند.

سد سرریز لاستیکی بند امیر نیز در بخش زرقان شیراز با حدود 37 میلیارد ریال هزینه به بهره برداری رسیده است. سد سرریز لاستیکی بند امیر در مجاورت بند باستانی امیر در حدود 40 کیلومتری شمال شیراز و 10 کیلومتری جنوب شرقی شهرستان مرودشت روی رودخانه کر ساخته شده است.

سد بند امیر که ظرفیت حدود 380 متر مکعب آب در ثانیه را دارد از نوع سد لاستیکی و بادی است. این سد دهانه ای به ارتفاع یک و شش دهم متر از کف بند بتنی و طول 39 متر از کف و 44 متر از تاج سد دارد. از این سد با ضخامت لاستیکی 15 و 8 دهم میلی متر به عنوان تاسیسات تامین آب بخشی از اراضی شبکه آبیاری و زه کشی دشت کربال استفاده می شود.

از دیگر سدهای لاستیکی در شمال کشور می توان به سد لاستیکی عرب خیل (بابلرس)، آرمیچ کلا و میاندشت اشاره کرد. در سال 1389 تقریباً تکنولوژی این سد در کشور بومی شد و در شهر ساری و قبل از پل تجن نمونه ای از این سازه موقت لاستیکی نصب شده است. در جدول (1) مشخصات این سدها و سال نصب آن ها آمده است.

جدول (1): طبقه بندی نهادهای مسئول مشارکتی در خدمات امور آب

عنوان پروژه	طول (متر)	ارتفاع (متر)	سال نصب
میاندرشت	70	2/80	1375
عرب خیل	45/5	3	1383
آرمیچ کلا	50/5	3/5	1384

با توجه به محیطی که انحراف جریان برای کل مسیر رودخانه مورد اهمیت است مقایسه ای بین سازه های صلب موجود با سدهای لاستیکی صورت گرفت. از خصوصیات بارز سازه های صلب این است که بدون تغییر شکل در مسیر رودخانه در سواحل دریا و یا در سرریز سدها همواره در مقابل جریانهای ورودی و خروجی با شرایط خاصی عمل می کنند و لذا با تغییر شرایط در محل ساختگاه مانند وقوع سیلابها، زلزله و ... این سازه ها خود به صورت یک مشکل در بهره برداری عمل نموده و عبور جریانهای سیلابی را با مانع روبرو می سازد و موجب غرقاب شدن اراضی و تجمع رسوب در داخل مخزن می گردد.

حال اگر از یک سازه انعطاف پذیر مانند لاستیک استفاده شود این سد در حالات و شرایط مختلف و ویژ گیهای خاص رودخانه از جمله در هنگام وقوع سیلاب ها و یا جریان دبی پایه جزر و مد در سواحل دریا و در سرریز سدها برای رها سازی جریان ذخیره آب با تغییر شکل مناسب خود به صورت سازه ای با کارکرد متغییر عمل می کند و بهره برداری از سیستم در مقابله با عدم قطعیت پارامترهای طبیعی محیط ساده تر و کم خطر تر و ارزانتر صورت خواهد گرفت. در ایستگاههایی که از کل جریان رودخانه استفاده می کنند کاهش مقدار آبی که بی دلیل از سرریزها تخلیه می شود و جلوگیری از کاهش خارج از کنترل سطح آب بالادست می تواند سرمایه گذاری ارزشمندی باشد. این سدها همچنین برای انتقال آب در طرح های آبیاری و یا بعنوان انتقال دهنده آبهای زیرزمینی پمپاژ شده، در کشورهای توسعه یافته استفاده می شود.

## مواد و روشها

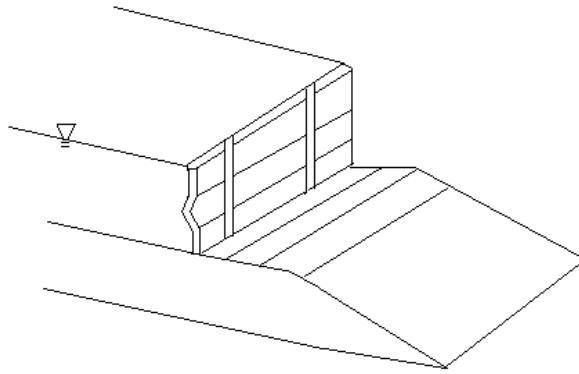
این تحقیق به روش بررسی مطالعه تحقیقات صورت گرفته و مرور منابع علمی (ادبیاتی) در داخل و خارج روی سدهای لاستیکی صورت گرفته است. بدین منظور اطلاعات مبتنی بر واکاوی پایگاه های اطلاعاتی الکترونیکی، مجلات معتبر علمی- پژوهشی و طرح های احداث و اجرای سدهای موقت لاستیکی در منطقه و ایران استخراج شده است.

## 2. مقایسه ابزارهای تنظیم جریان

اندازه و الگوهای جریان رودخانه در هر مکان خاص چارچوب کلی برای نوع کنترل تاج را تعیین می کند و تخته های تنظیم موقتی معمولا بر روی رودخانه هایی بکار می روند که سطح سرآب محدودیت مساحتی دارد. در چنین مواردی آبی که پیش از استقرار مجدد تاج از دست می رود مقدار نسبتا کمی از جریان آب سالانه است. بطور مشابه در رودخانه هایی که جریان بحرانی دارند دوره های کوتاه مدت متناوب جریان زیاد باید بگونه ای کنترل شوند که میزان افت ارتفاع حداقل شود. مقایسه ای بین سازه های متداول تنظیم جریان آب که در مناطق ساحلی کشور علی الخصوص در حاشیه دریای خزر، آب بندان و رودهای منشعب از حوزه آبریز بکار برده می شود، صورت گرفته است.

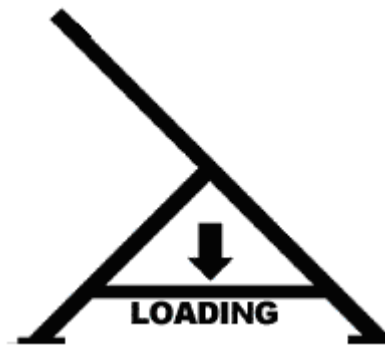
### 1-2. تخته های چوبی تنظیم سرآب

معمولترین روش تنظیم تاج در گذشته و حال استفاده از تخته های چوبی موقتی بوده است. همانطور که در شکل (1) نشان داده شده است. این وسیله از لوله ها یا پین های فولادی تشکیل شده است که درون تاج سد کار گذاشته شده و صفحه های چوبی یا تخته های سه لایه را نگه می دارد.



شکل (1): تخته های چوبی تنظیم سرآب - نوع پینی

گاهی برای پوشاندن درزها در سطح رویاروی جریان بالا دست تخته را با مواد ضد آب مانند لایه های پلاستیکی می پوشانند. این سیستم طوری طراحی شده است که در سطح مشخصی از آب بالادست فشار ناشی از آب روی لوله های فولادی عمودی خم شود که باعث شکسته و شسته شدن تخته های چوبی می گردد. سیستم پین های فولادی معمولاً در صفحه هایی که ارتفاع آن ها تقریباً تا 6 فوت (1/83 متر) است مورد استفاده قرار می گیرد. روی بعضی سدها سازه ای تماماً چوبی که با شمعک های مورب نگهداشته می شود، احداث می گردد (شکل 2).

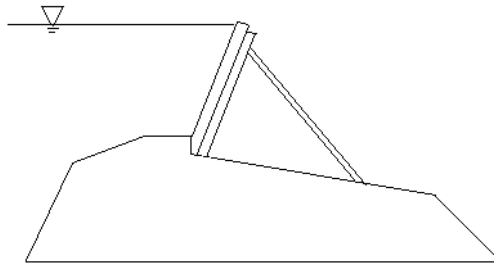


شکل (2): تخته های چوبی تنظیم سرآب - نوع Frame

این صفحات محکم را می توان به کمک جرثقیل و کابلی که در عرض تاج سرریز کشیده می شود، از محل خود حرکت داد. ترکیب ها و شکل های مختلفی از تخته های تنظیم وجود دارد. در یک نوع ترکیبی شمعک های چوبی در قسمت پشت پین های فولادی اضافه می شود تا بر قدرت پین ها بیافزاید. گاهی انواع پین دار و شمعک دار به این صورت ترکیب می شوند که پین های کوچک روی تیرهای عمودی بالای شمعک های محافظ نصب می شوند. این نوع تخته ها برای این منظور بکار می روند که ظرفیت تخلیه سرریز افزایش یابد بدون آنکه نیاز به برپایی مجدد تخته ها باشد. مزیت آشکار تخته های تنظیم چوبی اینست که مواد مورد نیاز به آسانی و با قیمت پایین در دسترس می باشند. کار بدون ابزار برپایی مجدد تخته ها معمولاً کاری غیر پیچیده است که میتواند بوسیله تیم نگهداری معمولی نیز انجام شود. عیب اصلی اینست که وقتی صفحات چوبی می افتند برای برپا کردن مجدد آن ها باید سطح آب بالادست پایین کشیده شود. پتانسیل تولید انرژی به علت کاهش ارتفاع آب در حوضچه و ریزش آب بدون عبور از توربین کم می شود. دهنه امنی که برای کارگرانی که باید روی تاج رفته و تخته ها را عوض کنند متفاوت است، اما می تواند بسیار مهم و قابل توجه باشد. نشت از درزهای صفحات و نیاز به تعویض کامل صفحات بعد از هر بار انداختن اشکالات دیگر این روش می باشند.

## 2-2. تخته های لولا دار

نوع دیگر سیستم تنظیم تاج (شکل 3) استفاده از صفحاتی است که بطور دائمی به تاج سرریز لولا شده اند. معمولاً بوسیله شمعک هایی در پایین دست نگه داشته می شوند که یا در اثر کج شدن در برابر ارتفاع آب حوضچه و یا با دست از جای خود خارج می شوند. جنس این صفحات معمولاً از فولاد و یا ترکیبی از فولاد و چوب می باشد. با وجود بالا بودن هزینه اولیه این روش نسبت به نوع چوبی موقت این روش عمر بیشتری دارد. اگر در بالای آن یک معبر تعبیه شده و خود آن با یک وسیله بالابرنده مجهز گردد معمولاً می توان آن را پیش از پایین آوردن سطح آب بالادست تا ارتفاع دائمی تاج بالا آورد.



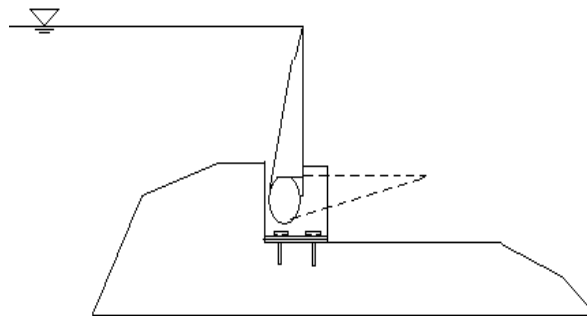
شکل (3): تخته های لولا دار

همچنین این سیستم به اندازه تخته های چوبی در برابر خرده سنگهای حمل شده در آب آسیب پذیر نیست. اشکالات این روش عبارتند از مشکلات بالا آوردن صفحات در صورتی که سیستم بالابر موجود نباشد. اندازه و وزن دریچه های صفحه ای در اندازه های بزرگتر در کار تولید مشکل می کند و رفتار غیرقابل پیش بینی شمعک های فشاری تنظیم زمان افتادن تخته ها را برحسب سطح آب مشکل تر می نماید.

این مشکلات با روشهای مختلف حل شده اند اگرچه نتیجه بدست آمده تفاوت زیادی با سردریچه ندارد. نوع جدید صفحات لولادار از صفحات فولادی تشکیل شده است که بوسیله یک کیسه بادی نگه داشته می شود. این کیسه در زیر وجه روبروی پایین دست قرار می گیرد. ارتفاع صفحات با کنترل فشار هوا در کیسه های بادی تغییر می کند.

## 3-2. سردریچه ها

سردریچه هایی که خوب طراحی شده اند از عملکرد قابل اعتمادی برخوردارند. این دریچه ها که گاهی دریچه های تاج یا باسکول نامیده می شوند، صفحه های فولادی اند که در پایین لولا شده و از دور بوسیله سیستم های بالابر و پایین آورنده کنترل می شوند. این دریچه ها برای تنظیم تحت کنترل سد در سطوح متوسط و همچنین بازگشت فوری به سطح قبلی سرآب پس از تخلیه سیلاب بکار می روند (شکل 4).



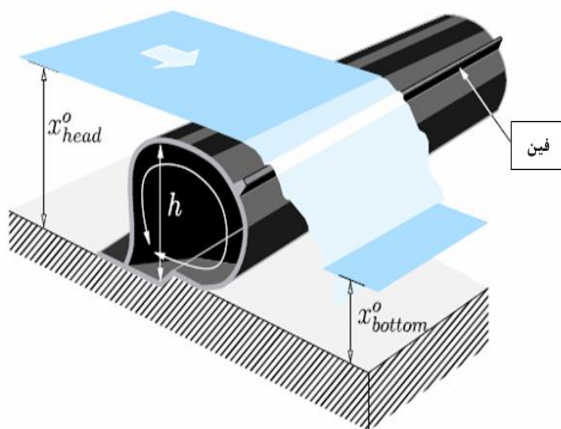
شکل (4): سردریچه

این سیستم ها معمولاً توسط نیروی هیدرولیکی حرکت کرده و وضعیت دریچه ها یا بصورت دستی و یا خودکار کنترل می شود. معمولاً پوشش های لاستیکی برای محدود کردن تراوش از کف و جوانب مورد استفاده قرار می گیرند. ابعاد به لحاظ تئوری محدودیتی ندارد، اما محدودیتهای ساخت و حمل سازندگان را بر آن داشته که طول هر یک بخش از دریچه ها را به 20 فوت (6/1 متر) تا 75 فوت (22/9 متر) بسته به نظر سازنده محدود کنند. تنظیم سطح آب و امکان حذف خرده سنگ ها و یخ از رودخانه در شرایط از پیش انتخاب شده می تواند به مقدار زیادی نیروی تولیدی توسط ایستگاه برقیایی مجاور را افزایش دهد.

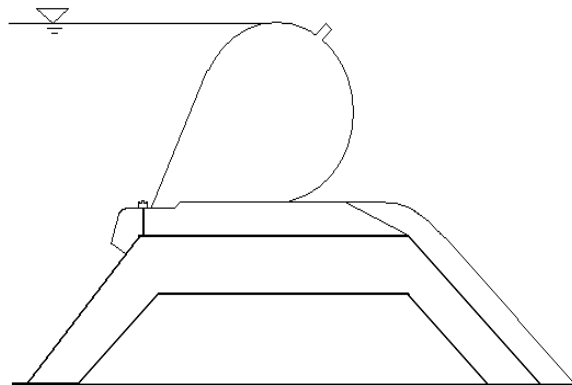
اشکال عمده این روش هزینه اولیه بالاتر آن نسبت به روشهای کنترل سطح آب که قبلاً ذکر شد می باشد. هزینه نصب بویژه زمانی که به سد قبلی اضافه می شود بالاست. فلز بیشتری باید به بدنه سد فرو کرد که بایستی مقاومت تقریباً یکسانی داشته باشند. در اقلیم های شمالی در طول فصل یخبندان سیستم های حرارتی و گرمایی مورد نیاز است. در مدت عمر دریچه ها نگهداری هایی مورد نیاز خواهد بود. بویژه رنگ کاری، تعویض پوشش ها، نگهداری سیستم های هیدرولیکی. در حال حاضر شرکتهایی در ایالات متحده آمریکا وجود دارد که سر دریچه طراحی نموده و می سازند. انواع دیگری از دریچه نیرو وجود دارند که برای کنترل تاج یا تخلیه سیلاب بکار می روند، مانند دریچه های شیروانی شکل، دریچه های قطاعی و کشویی، دریچه غلتان و دریچه خوابان.

### 3. احداث سدهای لاستیکی روی سرریز دائمی

این سیستم از یک تیوب لاستیکی باد شده ضد نشت هوا تشکیل شده که روی سرریز دائمی ثابت است، تشکیل شده است. در سدهای لاستیکی بادی حدود 20٪ و آبی حدود 50٪ افزایش ارتفاع آب از سطح تراز تاج امکان پذیر است. در شکل (5) بصورت شماتیک احداث سد روی سرریز ثابت دائمی و شکل (6) در بستر رودخانه نشان داده شده است.



شکل (6): سد لاستیکی فین دار در تماس با آب



شکل (5): سد لاستیکی نصب شده روی فونداسیون (وضعیت باد شده)

ساختمان سدهای لاستیکی را می توان متشکل از سه بخش دانست: بدنه سد، بستر سد و تجهیزات مهار و سیستم کنترل و بهره برداری.

بدنه سد: بدنه سد پیشرفته ترین جزء تشکیل دهنده سد لاستیکی می باشد که ترکیبی از لاستیک و الیاف تقویت کننده بوده و به صورت ورق تولید می گردد. ورقه های لاستیکی در طول های مورد نیاز به عرض 1 متر الی 2 متر تولید می گردد که از اتصال آن ها به یکدیگر به صورت عرضی بدنه سد به طور یکپارچه تولید می شود (نجمایی، 1381). سدهای لاستیکی به دو صورت نصب می شوند: روی تاج سدهای قدیمی تر و روی بستر رودخانه.

در نوع اول نیازی به ساخت بستر وجود ندارد و تنها عمل نصب شامل پرداخت سطح تاج و تعبیه بولت هایی برای مهار تیوب می باشد. در حالت دوم برای ساخت یک بستر که دارای پی نسبتاً ساده ای است لازم است تا آرماتوربندی و بتن ریزی انجام شود. مزیت مهم سد لاستیکی امکان تغییر ارتفاع آن ها می باشد که این کار با کنترل فشار هوای داخل تیوب انجام می

پذیرد. در کنار سدهای لاستیکی کمپرسورهایی تعبیه می شوند که کار باد کردن تیوب را انجام می دهند. برای رسیدن به ارتفاع بیشتر کمپرسورهای فشار هوای داخل تیوب را زیاد و برای کم کردن ارتفاع فشار را کم می کنند. این کمپرسورها به آسانی قابل اتصال به سیستم های کنترلی هستند که به این ترتیب می توان رژیم رودخانه را بصورت بهینه تنظیم نمود. اگر تیوب خالی از هوا باشد رودخانه جریان طبیعی خود (قبل از نصب) را خواهد داشت.

#### طبقه بندی سیستم های باد(تخلیه) کردن سدهای لاستیکی:

دو نوع کلی سیستم تخلیه باد خودکار مکانیکی وجود دارد: نوع شناور (نوع A) برای کاربردهای معمولی و نوع سطلی (نوع B) که برای کنترل جزرومدی و سد چند دهنه ای مناسب است. نوع شناور یا نوع سطلی باید به گونه ای انتخاب شود که مسئله تخلیه را مطمئن سازد.

جدول (2): نوع شناور (نوع A)

ویژگیها	کاربردها
گودالی کم عمق برای اتاق کنترل	کاربردهای معمولی در کانال های آب
آب زه کشی شده از پایین دست به رودخانه تخلیه می شود	دهنه های متعدد و یا در شرایطی که سطح آب در پایین دست جریان بالاست این نوع مناسب نمی باشد

جدول (3): نوع سطلی (نوع B)

ویژگیها	کاربردها
گودالی عمیق برای اتاق کنترل	در شرایطی که سطح آب در پایین دست بالاست این نوع مناسب می باشد
آب زهکشی شده توسط یک پمپ شناور به خارج پمپ می شود	در مدت تخلیه خودکار مکانیکی آب زهکشی شده به اتاق کنترل تخلیه می شود

در هنگام سیلاب کلیه اجزاء سد در محل ساختگاه سد در آب رودخانه غرقاب است، در رسوبات آبرفتی رودخانه های مناطق ساحلی مواد بستر قابل فرسایش بوده و لذا در بالا و پایین دست مقطع بند لاستیکی احتمال آبشستگی وجود دارد که راه حل آن استفاده از دیواره ها و گابیون بندی برای جلوگیری از فرسایش دیواره ها است. در بستر بعضی رودخانه های شمال، بدلیل وجود آبرفت، پی آبرفتی برای سازه های انحرافی صلب آبی غیرمقاوم بوده و به مشکل استفاده از سازه های صلب می افزاید. استفاده از تاسیسات فولادی نظیر دریچه ها نیز در سواحل شمال کشور بدلیل مشکل خوردگی، تجمع رسوب در شیار و دریچه ها مزاحمت شاخ و برگ های حمل شده عملکرد سازه را با مشکل روبرو می سازد (چانسون، 1998).

تنها در مواقعی که آب ساکن است مقدار رسوب در بالادست سد لاستیکی بجا می ماند. برای جلوگیری از این وضعیت بایستی در هنگام تخلیه نمودن رسوب از آب یا هوا به شستشوی رسوبات کمک کرد تا از این طریق بار اضافی بر سد لاستیکی وارد نیاید معمولاً از طغیان رودخانه یا جت آب برای شستشوی رسوبات استفاده می گردد.

در مناطق ساحلی دریای خزر بدلیل کمبود میزان آب و کیفیت نامناسب آب زیرزمینی یا گل آلود بودن دبی پایه رودخانه ها استفاده از سدلاستیکی آبی مشکل ساز است. در سدهای لاستیکی بادی حدود 20٪ و آبی حدود 50٪ افزایش ارتفاع آب از سطح تراز تاج امکان پذیر است. بیشنه ارتفاع سدهای لاستیکی که تاکنون در جهان ساخته شده 8 تا 10 متر است. مزیت سد لاستیکی در نیاز آن به سازه های نسبتاً ساده در قیاس با دریچه های فولادی می باشد (بایر، 1993). برخی مشکلات در هنگام اجرا و نصب سدهای موقت لاستیکی بوجود خواهد آمد، که مهمترین آن ها عبارتند از: وجود ارتعاشات در بدنه سد لاستیکی با افزایش ارتفاع آب در آستانه سد لاستیکی، تشکیل معبر جریان بصورت V-notch در طول تاج سد و باتبع آن پارگی تیوب در نتیجه اضافه فشار و همچنین مشکل تعمیرات سد لاستیکی در هنگام طغیان سدها از این جمله می باشد.

#### 4. نتیجه گیری و پیشنهادات

حضور وسایل دیگر برای عبور جریان رودخانه مانند دریچه های قطاعی و دریچه های دیگر تخلیه سیلاب اهمیت قابلیت اعتماد تخته های تنظیم را برای کنترل جریان رودخانه کاهش می دهد. برعکس یک ایستگاه دوردست بخصوص اگر بطور خودکار عمل کند نیاز به یک سیستم خودکار بسیار قابل اعتماد دارد. در دسترس بودن و هزینه پرسنل امور نگهداری برای استقرار مجدد تخته ها یا کنترل یک سیستم باید ارزیابی شود. در تطبیق یک سیستم کنترل تاج با یک سد موجود شکل و اندازه سازه های مورد نیاز برای تطبیق نظیر ستون های جدید و تغییر در شکل تاج می تواند بطور قابل ملاحظه ای هزینه نصب سیستم کنترل سرآب خریداری شده را تحت تأثیر قرار دهد. دسترسی برای ساخت و اجرا شرط دیگری از خواص هر جایگاه است که نباید فراموش شود.

ایمنی مسئله دیگری است که با در نظر گرفتن مزایای تخته های تنظیم دستی نسبت به نوع مکانیکی مورد توجه روزافزون قرار گرفته و تنظیم دستی بر خطر وقوع حادثه می افزاید. بنابراین موارد استفاده از سدهای لاستیکی با توجه به نتایج بدست آمده بعنوان سازه های قابل انعطافی در مبحث انحراف جریان و همچنین تنظیم آن در مواقع سیلابی به صورت زیر خواهد بود:

الف- بعنوان دریچه در کانال های بزرگ و همچنین در رودخانه ها، ب- افزایش ارتفاع سرریز سدها و استفاده از مخزن سیلاب در سدها، ج- اگر از این سازه ها بعنوان یک سد انحرافی موقتی استفاده شود، باید در ابتدا هزینه آن را با یک سد انحرافی ساده در منطقه مورد مطالعه مقایسه و سپس گزینه مناسب انتخاب گردد.

#### منابع

1. بوستانی، آ. اکبرزاده، م.ر. صدرنیا، ح. (1388)، " مطالعه اقتصادی روی هزینه های اجرای سدهای لاستیکی و بررسی مشکلات و مزایای بکارگیری آن در مناطق شمالی ایران"، دومین کنفرانس سراسری آب، اسفند 1388، بهبهان، خوزستان.
2. شمسایی، ابوالفضل، (1382)، "سدهای لاستیکی"، نشریه مهندسی عمران، دوره 19، شماره 23، دانشگاه صنعتی شریف، صفحات 77-82، بهار 1382.
3. شمسایی، ابوالفضل، (1386)، "طراحی سدهای انحرافی"، چاپ دوم، ویرایش سوم، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، 1386.
4. نجمایی، محمد، (1381)، "سدهای لاستیکی"، نشریه شماره 35، چاپ اول، تهران، انتشارات کمیته ملی سدهای بزرگ ایران، 1381.

5. Bayer AG ., "Manual for the Rubber Industry",. pp:113-117,1993.

6. Chanson ,H., "Hydraulics of Rubber dam overflow: a simple Design Approach", 1998.

7. G.V.Mysore & S.I.Liapis ., "Dynamic Analysis of Single-Anchor Inflatable Dams",. Journal of Sand & Vibration, Vol 215-(2), pp 251-272, 1998.

8. P.W.M.Tam., "Use of Rubber dams for flood migttation in Hong-Kong", Journal of Irrigation & Drainage engineering, Vol 123, pp 73-78, 1997.