

ارزیابی اثرات سازه‌های عرضی بر تغییر بستر و رفتار سیل

مطالعه موردی: حوزه آبخیز بنادک سادات، استان یزد

محمدرضا اختصاصی، محمدرضا کوثری، مهدی تازه

استادیار مجتمع کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه یزد، کارشناس ارشد آبخیزداری، کارشناس ارشد بیابان زدایی

چکیده

تغییر شکل بستر رودخانه بر رفتار هیدرولوژیکی و سیل‌گیری سواحل رودخانه تاثیر بسزایی دارد. شیب، سطح مقطع و ضریب زبری از عوامل تاثیرگذار بر حرکت سیل در رودخانه هستند. اگر تغییر شکل بستر بر مبنای تحلیل عوامل تاثیرگذار بر حرکت سیل باشد و تغییر کلی در جهت ایجاد بستر مناسب برای عبور سیلاب باشد، از سیل‌گیری سواحل رودخانه کاسته خواهد شد. همچنین بایستی عملیات کنترل سیلاب در جهت توان سیل‌خیزی حوزه بالادست صورت پذیرد تا از کارایی مطلوبی برخوردار باشد. در این مطالعه ابتدا توان سیل‌خیزی حوزه آبخیز بنادک سادات مورد ارزیابی قرار گرفت و سپس اثر تغییر بستر رودخانه در قالب ایجاد سازه‌های عرضی بر رفتار دبی اوج سیلاب بررسی گردید. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که ایجاد سازه‌های عرضی در مسیل اصلی سیلاب از طریق کاهش شیب و بالا آوردن بستر، سیل‌گیری سواحل را تشدید می‌نماید. این پدیده در مواقع ظهور دبی‌های اوج با افزایش دوره بازگشت بیش از ۲۵ سال به حداکثر خود می‌رسد. در مجموع سازه‌های در مسیل اصلی حوزه حدود ۱/۶ متر کف بستر را بالا آورده و به همین میزان بر سیل‌گیری افزوده است.

مقدمه

سیل، سیل‌خیزی و سیل‌گیری واژه‌هایی آشنا است که همیشه مورد توجه بیشتر متخصصین مرتبط با آب و آبخیزداری است. در این راستا، همواره تلاش‌ها از یک طرف در جهت بکارگیری و ذخیره‌سازی آب سیلاب‌ها و از طرف دیگر در جهت کاهش خسارات ناشی از سیلاب‌ها سازماندهی شده‌اند. کاهش سیل‌خیزی و ذخیره رواناب در سطح حوزه و بازگشایی در تعریض بستر اصلی به منظور کاهش اثرات سیل‌گیری بوده است.

کشور ما کشوری سیل خیز است و همواره شاهد وقوع سیلاب‌های فراوان و گاه خسارت‌بار هستیم. با این حال می‌دانیم که بخش عظیمی از منابع آب ما از سیلاب‌ها حاصل می‌شود و از طرف دیگر خسارات ناشی از سیلاب‌ها (مالی و جانی) نیز در کشور ما ارقام قابل توجهی را به خود اختصاص می‌دهد. این موارد همه نشان‌دهنده نیاز به یک برخورد علمی و منطقی، محتاطانه و با ریسک کم در مقابل پدیده سیلاب است. شاید تصمیم‌گیری‌ها بر طبق این اصل که برخورد با سیل به گونه‌ای باشد که احتمال تخریب و خسارت سیلاب‌ها، حتی سیلاب‌های با دوره بازگشت زیاد نیز کم شود، بسیار مطلوب باشد.

شکل گیری و زایش سیل از مدیریت و تغییر ناصحیح در حوزه‌های آبخیز نشات می‌گیرد و تغییر در رفتار رواناب دامنه‌ها، سیل‌خیزی و تغییر در رفتار آبراهه‌ها و مسیل‌ها، سیل‌گیری را بدنبال دارد. بخشی از عملیات کنترل سیلاب معطوف به هدایت کنترل شده سیل در مسیر رودخانه اصلی است. پیش‌بینی و برنامه‌ریزی حرکت سیل در این مسیر جایگاهی ویژه دارد. این مطالعه به بررسی سیل‌خیزی حوزه آبخیز بنادک سادات و همچنین تاثیر سازه‌های عرضی بر تغییر شکل بستر و رفتار سیل در مسیر رودخانه اصلی پرداخته و در پایان پیشنهاداتی را در این زمینه ارائه می‌دهد.

مشخصات منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز بنادک سادات با مساحت تقریبی ۳۸۴۱ هکتار یکی از زیر حوزه های میانکوه از توابع شهرستان مهریز استان یزد می باشد. حوزه آبخیز بنادک سادات از نظر جغرافیایی بین عرضهای ۳۱ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و ۵۴ درجه و ۸ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این حوزه درفاصله ۵۰ کیلومتری جنوب شرق شهر یزد و دربخشی از رشته کوه شیرکوه واقع گردیده است.

شرایط توپوگرافی، کوهستانی و پر شیب بودن، وضعیت اقلیمی خشک و سرد و بارشهای رگباری از خصوصیات این منطقه می‌باشد. وجود چنین شرایطی در حوزه های آبخیز با وضعیت خاص ژئومورفولوژیکی که عمدتاً بصورت توده سنگی ولخت و فاقد پوشش گیاهی است، زمینه افزایش رواناب را فراهم نموده، سیل‌خیزی و جاری شدن سیلاب را به دنبال دارد.

بر روی رودخانه اصلی بنادک با رتبه ۳ و ۴ بالغ بر ۸۱ عدد بند سنگچین ملات دار (سد پلکانی) با ارتفاعهای مختلف ۱ تا ۵ متر و با هدف ذخیره آب در بستر و نفوذ آن، جهت تغذیه قنوات احداث شده است. همچنین برای محافظت از باغ‌ها و مناطق مسکونی اقدام به ایجاد دیوارهای سنگی شده که اکثراً بدون سیمان و به صورت خشکه چین است. تعدادی از این بندها در کنار منازل مسکونی و جاده اصلی ایجاد گردیده‌اند. مطمئناً ایجاد چنین بندهایی بر رفتار رودخانه در هنگام سیلاب تاثیر گذار است. هدف اصلی در این مطالعه بررسی و پیش‌بینی تغییرات ایجاد شده در بستر بر روی رفتار سیلاب است.

مواد و روش‌ها

برآورد دبی اوج

برای پیش‌بینی رفتار سیل در مقابل تغییر رفتار رودخانه بایستی دبی اوج حوزه برآورد گردد. چرا که مهم‌ترین و اصلی‌ترین تغییرات در هنگام دبی اوج اتفاق می‌افتد. بدین منظور دبی اوج حوزه بنادک با دوره بازگشت‌های معین در دو حالت قبل و بعد از احداث بندها بر رودخانه بنادک محاسبه گردیدند.

برای تعیین دبی اوج حوزه روش‌های متفاوتی وجود دارد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها روش‌های آماری و استفاده از فرمول‌های تجربی است. روش‌های آماری برای حوزه‌هایی مورد استفاده هستند که دارای ایستگاه هیدرومتری درخود حوزه یا حوزه‌ای مشابه (هموژنیک) باشند. حوزه بنادک زیرحوزه‌ای از حوزه فخرآباد محسوب می‌گردد و فخرآباد دارای ایستگاه هیدرومتری در دهانه خروجی می‌باشد. استفاده از آمار هیدرومتری حوزه مستلزم کنترل صحت داده‌هاست. برای محاسبه دبی اوج با دوره بازگشت مشخص استفاده از آمار ایستگاه هیدرومتری فخرآباد مقدور نمی‌باشد.

چرا که وجود داده‌های پرت مانند دبی‌های نزدیک به صفر مربوط به حوزه در برازش کلی داده‌ها اثر کرده و بی‌نظمی خاصی را بر داده‌ها وارد می‌سازد. دیگر آنکه آمار چندساله اخیر نشان دهنده وجود یک دوره خشکسالی طولانی مدت در این منطقه است که باعث می‌گردد دبی اوج کمتر از میزان واقعی برآورد گردد. برازش داده‌های موجود با نرم افزار SMADA موارد فوق را تایید نمود.

محاسبه دبی اوج با استفاده از هیدروگراف واحد SCS

برای برآورد دبی اوج حوزه با دوره بازگشت مشخص از روش SCS استفاده شده است. این روش به خصوص در صورت دقت مناسب در تعیین CN، کارایی خوبی در حوزه‌های فاقد آمار یا آمار نامناسب دارد.

پارامترهای مهم فیزیوگرافی حوزه بنادک

استفاده از مطالعات فیزیوگرافی برای برآورد زمان تمرکز، دبی اوج و سایر پارامترهای موثر در مدیریت آبخیز، اجتناب‌ناپذیر است. از مهمترین پارامترهای موثر فیزیوگرافی بر دبی اوج، مساحت حوزه، شیب و طول آبراهه می‌باشد. این اطلاعات در دو زمان قبل و بعد از ایجاد سازه‌های عرضی در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول ۱- اطلاعات فیزیوگرافی مورد نیاز در محاسبات هیدرولوژی

وضعیت حوزه	شیب آبراهه اصلی به درصد	طول آبراهه اصلی (km)	مساحت حوزه (km ²)
قبل از احداث سازه (سال ۱۳۷۵)	۱۰/۶	۱۱/۷۶	۳۸/۴۱
بعد از احداث سازه (سال ۱۳۸۵)	۸/۴۸	۱۱/۷۶	۳۸/۴۱

اندازه‌گیری‌ها نشان داد که شیب آبراهه اصلی حوزه به خاطر احداث سازه‌های عرضی و بندهای سنگی ملاتی حدود ۲۰ درصد نسبت به زمان قبل از احداث سازه‌ها کاهش یافته است. از اطلاعات ردیف ۱ و ۲ برای محاسبه پارامترهای مهم هیدرولوژی در دو حالت قبل و بعد از اجرای این عملیات، استفاده شده است.

محاسبه زمان تمرکز

برای محاسبه زمان تمرکز حوزه بنادک، استفاده از رابطه SCS جواب معقول و منطقی‌تری را ارائه می‌دهد. برای بدست آوردن زمان تمرکز ابتدا با استفاده از روش SCS، بایستی زمان تاخیر حوزه مشخص گردد.

$$Tlag = \frac{L^8 (s+1)^7}{1900 y^5}$$

$Tlag$ زمان تاخیر به ساعت، L طول آبراهه اصلی به فوت، s نگهداشت آب در حوزه، y شیب آبراهه اصلی به درصد. S نگهداشت آب در حوزه از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

قابل ذکر است که متوسط وزنی شماره منحنی حوزه، برابر با ۸۶ بدست آمده است. زمان تمرکز نیز از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$Tc = 1.67(Tlag)$$

جدول ۲- زمان تمرکز و تاخیر حوزه در دو حالت قبل و بعد از اجرای عملیات اجرای بندهای سنگی ملاتی

ردیف	وضعیت حوزه	زمان تاخیر به ساعت	زمان تمرکز به ساعت
۱	قبل از عملیات	۱/۴۸	۲/۴۷
۲	بعد از عملیات	۱/۶۶	۲/۷۷

حداکثر بارش ۲۴ ساعته در دوره بازگشت های معین

حداکثر بارش ها با دوره بازگشت معین نیز از گزارش هیدرولوژی سال ۱۳۷۵ حوزه بنادک اقتباس شده است.

جدول ۳- ارتفاع بارش و بارش موثر با دوره بازگشت های معین برگرفته از گزارش هیدرولوژی سال ۱۳۷۵

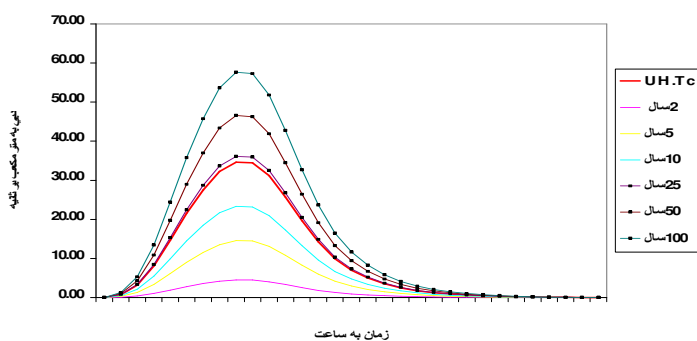
دوره بازگشت	سال 2	سال 5	سال 10	سال 25	سال 50	سال 100
بارش (میلیمتر)	16/25	23/71	28/65	34/89	39/51	44/1
بارش موثر (میلیمتر)	1/29	4/2	6/73	10/43	13/44	16/63

محاسبه هیدروگراف و دبی اوج هیدروگراف سیلاب در زمان تمرکز حوزه در دوره بازگشت های معین

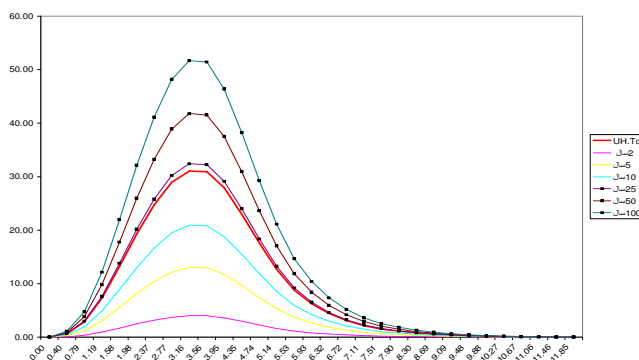
هیدروگراف واحد در زمان تمرکز حوزه (UH.Tc) از روش هیدروگراف واحد بدون بعد SCS استخراج گردید.

همچنین هیدروگراف سیلاب در دوره بازگشت های معین با استفاده از هیدروگراف واحد در زمان تمرکز حوزه و ارتفاع بارش موثر در دوره بازگشت های معین (جدول ۳) در دو حالت قبل و بعد از عملیات آبخیزداری حوزه بدست آمد. (شکل ۲ و ۳). جدول شماره ۴ دبی های اوج هیدروگراف در زمان تمرکز حوزه بنادک سادات را با توجه به دوره بازگشت معین نشان می دهد.

جدول شماره ۵ نیز پارامتر های موثر در دبی اوج را در دو حالت قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری نشان می دهد. دبی اوج هیدروگراف واحد نیز در دو حالت مذکور در این جدول آمده است.



شکل ۱- هیدروگراف با دوره بازگشت مختلف بارندگی در زمان تمرکز حوزه قبل از احداث سازه‌ها



شکل ۲ - هیدروگراف واحد و هیدروگراف دوره بازگشت‌های مختلف در زمان تمرکز حوزه بعد از احداث سازه‌ها

جدول ۴- مقایسه دبی هیدروگراف واحد و دبی در خروجی حوزه با دوره بازگشت معین در دو حالت قبل و بعد از ایجاد بندهای سنگی ملاتی

وضعیت حوزه	UH.Tc	2سال	5سال	10سال	25سال	50سال	100سال
بعد از عملیات	31/08	4/01	13/06	20/92	32/42	41/78	51/69
قبل از عملیات	34/66	4/47	14/56	23/32	36/15	46/58	57/63

جدول ۵- مقایسه پارامترهای موثر بر دبی خروجی در دو حالت قبل و بعد از عملیات ایجاد بندهای سنگی ملاتی

وضعیت حوزه	شیب آبراهه اصلی به درصد	طول آبراهه اصلی (km)	مساحت حوزه (km ²)	CN	زمان تاخیر به ساعت	زمان تمرکز به ساعت	زمان تا اوج	دبی اوج هیدروگراف واحد m ³
قبل از عملیات	10/60	11/76	38/41	86/0	1/48	2/47	2/83	34/66
بعد از عملیات	8/48	11/76	38/41	86/0	1/66	2/77	3/16	31/08

بررسی اثرات سیل و سیل‌گیری در حوزه بنادک سادات

محاسبه حداکثر توان آبگذری رودخانه در مقابل سیلاب در مقاطع برداشت شده

بعد از محاسبه دبی اوج در دوره بازگشت‌های مختلف می‌توان با داشتن اطلاعاتی از قبیل شیب بستر، سطح و محیط خیس شده و ضریب زبری بستر حداکثر ظرفیت رودخانه برای عبور سیلاب را برآورد نمود. ضرورت این امر جهت تعیین پتانسیل زهکشی رودخانه در هنگام سیلاب و همچنین تعیین حریم رودخانه است.

باید گفت که دو دبی حداکثر با دوره بازگشت ۲۵ و ۱۰۰ سال به ترتیب برای آبگذری در مقطع عرضی رودخانه و حفظ حریم رودخانه به طور استاندارد در نظر گرفته می‌شوند. یعنی شرایط رودخانه به گونه‌ای باشد که دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال را به راحتی از خود عبور داده و در صورت وقوع سیلاب بزرگتر نیز حریم به گونه‌ای رعایت شده باشد که سیلاب توان ایجاد خسارت‌های جانی و مالی را نداشته باشد.

دبی برآورد شده در نقطه خروجی با دوره بازگشت ۲۵ سال (۳۲ متر مکعب) به عنوان مبنای آبدگزی بستر در نظر گرفته شده است. جدول ۶ مقاطع حساس برداشت شده و حداکثر آبدگزی آن‌ها را با استفاده از فرمول مانینگ نشان می‌دهد.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{3}{2}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

V سرعت آب به متر بر ثانیه، n ضریب زبری بستر، R شعاع هیدرولیکی، i شیب بستر به متر بر متر. با داشتن سطح مقطع و سرعت، دبی با توجه با رابطه پیوستگی ($Q = AV$) محاسبه می‌گردد (جدول شماره ۶). با توجه به بازدیدهایی که از منطقه به عمل آمده و با توجه به جداول ضرایب مانینگ، متوسط ضریب زبری معادل ۰/۰۴ برای بازه‌ای از رودخانه که در آن سازه‌ها احداث شده است، بدست آمد.

جدول ۶- پارامتر های مورد نیاز برای فرمول مانینگ و محاسبه ظرفیت آبدگزی رودخانه در مقاطع حساس در دوره بازگشت ۲۵ سال (ضریب زبری ۰/۰۴)

ظرفیت آبدگزی m3	دبی عبوری m3	سطح مقطع m2	سرعت m/ s	شیب m/m	ضریب زبری	عرض بستر m	ارتفاع بستر m
-9/5	22/5	9	2/5	0/01	0/04	3	3
-4/88	27/11	10/5	2/58	0/01	0/04	3	3/5
1/879	33/88	12	2/828	0/01	0/04	4	3
16/46	48/46	16	3/03	0/01	0/04	4	4
55/87	87/87	25	3/51	0/01	0/04	5	5

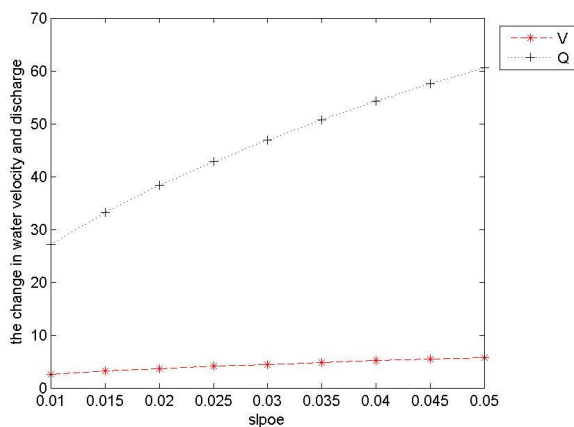
اعداد مثبت و منفی در ستون آخر (ظرفیت آبدگزی سیل) به ترتیب نماینده ظرفیت کافی برای عبور دبی و عدم ظرفیت کافی برای آبدگزی در مقاطع حساس می باشند. با توجه به این جداول، بسیاری از مقاطع رودخانه کنونی حتی سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ سال را نیز از خود عبور نمی‌دهند و همین امر باعث سیل گیری مناطق اطراف خواهد شد. چنانچه از جداول بالا استنتاج می شود در جاهایی که رودخانه عرض کافی دارد سیلاب بدون مشکل و به راحتی عبور خواهد کرد. از طرفی دیگر فراوانی سطح مقطع‌های با ابعاد کوچک به مراتب بیش از سطح مقطع‌های با ابعاد کافی است. باید یادآوری کرد که در مسیر رودخانه و روبروی اکثر منازل پلهایی با ارتفاع کم احداث شده است که این پل‌ها نیز در هنگام سیلاب بر سیل گیری منطقه و کاهش توان آبدگزی منطقه می‌افزایند. همچنین با گیرکردن تنه‌های درختان با ارتفاع زیاد در دهانه پل‌ها و خود عرض بستر، بر کاهش توان آبدگزی منطقه اضافه خواهد شد. یک پارامتر موثر در سرعت آب و آبدگزی در فرمول مانینگ، شیب بستر می باشد. شیب بستر با سرعت آب و میزان آبدگزی رابطه مستقیم دارد. در ادامه اشاره خواهد شد که چگونه سازه‌های عرضی با کاهش شیب بستر، میزان آبدگزی مقطع را کاهش خواهند داد. می توان ثابت نمود که تاثیر شیب بر روی آبدگزی (دبی) به مراتب بیشتر از تاثیر بر روی سرعت آب است.

برای مثال و طبق برداشت های میدانی مشخصات یک مقطع برداشت شده به صورت زیر ارائه شده است:

جدول شماره ۷- مشخصات یک مقطع برداشت شده از رودخانه بنادک برای دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال

ظرفیت آبدگزی m3	دبی عبوری m3	سطح خیس شده	سطح مقطع m2	سرعت m/ s	شیب m/m	ضریب زبری	عرض بستر m	ارتفاع بستر m
-5/30	22/5	10	10/5	2/58	0/01	0/04	3	3/5

پارامتر شیب در اینجا برابر با ۱ درصد است. در صورتی که قبل از ایجاد سد های عرضی (پله کانی کردن رودخانه)، شیب همین قسمت بیش از ۵ درصد بوده است. حال تغییرات شیب و دبی و سرعت را طبق رابطه مانینگ، بر اساس افزایش شیب (۱ تا ۵ درصد) بر روی یک نمودار رسم می نمایم.



شکل شماره ۳- تاثیر تغییرات شیب ناشی از سازه های عرضی بر سرعت و دبی آب

همان طور که مشاهده می شود تغییرات مربوط به منحنی دبی با افزایش شیب بستر بیش از تغییرات منحنی سرعت آب است. به عبارتی دیگر، کاهش شیب بستر، هر چند که ممکن است بر تغییرات سرعت جریان تاثیر زیادی نداشته باشد ولی با کاهش سرعت آب، آبگذری به شدت کاهش می یابد و در واقع توان آبگذری مقطع کاهش می یابد. البته سیلاب در هنگام اوج، طبق رابطه پیوستگی ($Q = A.V$)، عامل کاهش سرعت را با افزایش سطح مقطع جبران می کند و همین عامل مهمی بر سیل گیری سواحل رودخانه است.

جدول شماره ۸- جدول تغییرات دبی و ظرفیت آبگذری برای دبی ۲۵ ساله در مقابل تغییرات شیب برای یک مقطع برداشت شده از رودخانه بنادک

ظرفیت آبگذری m3	دبی عبوری m3	سرعت m/ s	شیب m/m	سطح خیس شده	سطح مقطع m2	ضریب زبری	عرض بستر m	ارتفاع بستر m
-5/30	27/11	2/58	0/010	10	10/5	0/04	3	3/5
0/79	33/21	3/16	0/015	10	10/5	0/04	3	3/5
5/93	38/35	3/65	0/020	10	10/5	0/04	3	3/5
10/45	42/87	4/08	0/025	10	10/5	0/04	3	3/5
14/54	46/96	4/47	0/03	10	10/5	0/04	3	3/5
18/31	50/73	4/83	0/035	10	10/5	0/04	3	3/5
21/81	54/23	5/16	0/04	10	10/5	0/04	3	3/5
25/10	57/52	5/47	0/045	10	10/5	0/04	3	3/5
28/21	60/63	5/77	0/050	10	10/5	0/04	3	3/5

همان طور که در جدول ۸ مشاهده می شود با افزایش شیب و سرعت، دبی عبوری افزایش یافته و ظرفیت آبگذری مقطع نیز افزایش می یابد. این نشان دهنده اهمیت وجود شیب کافی برای عبور جریان در مناطق حساس سیل گیر است. همچنین باید گفت که با افزایش سرعت آب، ارتفاع آب (پروفیل سطح آب) پایین می افتد و توان سیل گیری سواحل رودخانه کاهش می یابد. ولی در اینجا با کاهش سرعت آب به خاطر کاهش شیب، ارتفاع آب افزایش می یابد و پتانسیل سیل گیری اطراف بیشتر می گردد.

بررسی حوزه بنادک از جهت توان طبیعی سیل خیزی

حوزه بنادک از جهت پتانسیل سیل خیزی دارای توان بالایی است. هر چند این امر به دلایل خشکسالی های پیاپی چند ساله اخیر از نظر همه پنهان شده و به فراموشی سپرده شده است ولی در دوره ترسالی می تواند شدیدتر عمل نموده و سیلاب های بزرگی را بوجود آورد.

باید دانست که حوزه بنادک به خاطر واقع شدن در شرایط آب و هوایی ایران مرکزی داری بی نظمی آب و هوایی فراوانی است که گاه استفاده از آمار های موجود را با تردید روبرو می سازد. آب و هوای مناطق خشک دارای نوسان فراوانی است و هر حادثه ای اعم از سیل های بزرگ و مخرب و خشکسالی های طولانی در این نوع آب و هوا انتظار می رود. احتمال وقوع سیلاب های سنگین در ماه های گرم سال مثل خرداد، تیر، مرداد بیشتر است که اکثرا به صورت تک اوجی، حجم کم، زمان تداوم کم ولی دبی اوج بسیار بالا و مخرب است که تحت عنوان تند سیل ها (flash flood) معرفی می شوند.

باران های با شدت زیاد ولی در زمان اندک که شدت آن ها بسیار زیادتر از توان تلفات حوزه است که گاه به صورت همرفتی و در مقیاس مکانی و زمانی کوچک می تواند منشا سیل های بزرگ و ویرانگر باشند. حال اگر این باران ها بر روی برف های حوزه ببارد دبی هایی به مراتب بزرگتر از دبی اوج محاسباتی ایجاد خواهد کرد.

انطباق جهت حوزه با جهت حرکت ابر های باران زا که عموما از سمت غرب وارد حوزه می شود بر کاهش زمان اوج و افزایش دبی اوج سیلاب در محل خروجی حوزه موثر است.

با نگاهی کلی بر دو لایه نقشه آبراهه ها و توپوگرافی منطقه مشاهده می شود که آبراهه اصلی (رودخانه) تقریبا در یک منطقه کم شیب واقع گردیده است. در صورتی که مناطق اطراف تا خروجی حوزه شامل کوهستان های با شیب بسیار تند است و شیب زیاد خود عاملی در جهت افزایش دبی اوج و سیل خیزی حوزه است. این در حالی است که در قسمت رودخانه اصلی به یکباره شیب می شکند و کاهش شیب باعث کاهش سرعت و به نوبه خود باعث کاهش آبگذری و افزایش شرایط سیل گیری می شود.

عامل تاثیر گذار دیگر بر روی سیل خیزی منطقه، کمی پوشش گیاهی و همچنین سازندهای نفوذناپذیر مانند گرانیت و یا کم نفوذپذیر مانند آهک های ماسیو و توده ای است. این امر باعث کاهش توان تلفات حوزه و افزایش مقدار شماره منحنی حوزه (CN) می گردد.

در نهایت می توان چنین نتیجه گرفت که کوهستان های پرشیب، سازندهای نفوذناپذیر، پوشش گیاهی اندک، شیب کم آبراهه و دشت در مقابل کوه های پرشیب اطراف که تا دهانه حوزه کشیده شده اند و نفوذ جریانات مونسونی و ذوب سریع برف ها بر اثر ریزش باران های بهاری، همگی عواملی طبیعی هستند که توان سیل خیزی حوزه بنادک را بالا می برند.

بررسی سواحل رودخانه بنادک از جهت توان طبیعی سیل گیری

همان طور که قبلا بیان گردید سیل گیری مربوط به طغیان بستر اصلی و افزایش پهناهای سیلاب بر رودخانه در امتداد محور اصلی است. در این رابطه باید گفت هر عمل یا اقدامی که مانع عبور سیل یا کاهش سرعت عبور سیلاب گردد، موجب تشدید سیل گیری در امتداد محور اصلی رودخانه می شود. طبق رابطه پیوستگی $Q=V.A$ ، برای یک دبی معین کاهش سرعت با افزایش سطح مقطع جریان، جبران خواهد شد. افزایش سطح مقطع جریان، باعث سیل گیری مناطق اطراف رودخانه اصلی خواهد شد. بنابراین هر اقدامی که در رودخانه اصلی، خاصه در حاشیه مناطق مسکونی، انجام می شود بایستی با احتیاط زیاد و در نظر گرفتن شرایط منطقه از لحاظ سیل گیری، اجرا گردد. از جمله اقدامات انجام شده در رودخانه بنادک، طرح پلکانی کردن و دیوار چینی در رودخانه اصلی است که اثرات این اقدامات در زیر بررسی خواهد شد.

بررسی اثر عملیات پلکانی کردن رودخانه بر سیل گیری منطقه

همان طور که در ابتدا عنوان گردید بر روی رودخانه اصلی بنادک بالغ بر ۸۱ عدد بند سنگچین ملات دار (سد پلکانی) در دامنه های مختلف ارتفاعی و با هدف ذخیره آب های سطحی و نفوذ آن، جهت تغذیه قنوات صورت گرفته است. همچنین برای محافظت از باغ ها و مناطق مسکونی اقدام به ایجاد دیوارهای سنگی شده که اکثرا بدون سیمان و به صورت خشکه چین احداث شده اند.

اصولا در جایی که دبی سیلاب زیاد و در کنار رودخانه، زندگی انسانی در جریان باشد، ترجیح داده می شود که با فراهم کردن شرایط عبور سیلاب با سرعت زیاد، از سیل گیری مناطق اطراف رودخانه کاست. از جمله اقدامات مفید در این رابطه حفظ شیب طبیعی بستر رودخانه و افزایش عرض یا پاکسازی بستر و مناطق خطرپذیر، برای عبور سیلاب است. از جمله اقدامات دیگر مدیریت سیل در رودخانه اصلی، ایجاد دیواره های طولی در کنار رودخانه است. این عمل برای ایجاد محلی مناسب برای عبور سیلاب با سرعت بالا، بدون آسیب به دیواره های رودخانه و در معرض خطر قرار دادن مناطق اطراف در هنگام عبور سیلاب است. البته برای اجرای چنین شرایطی باید ابتدا عرض لازم برای عبور سیلاب با دوره بازگشت مورد نظر را تامین کرد و سپس اقدام به ساخت چنین سازه هایی نمود. ساخت دیواره های طولی بدون ایجاد عرض لازم برای عبور سیلاب، کاری بی حاصل است. چرا که با این عمل، اولاً سطح مقطع قبلی نیز کاهش یافته و برای عبور سیلاب ایجاد مزاحمت می کند، ثانیاً دیواره ها در هنگام عبور سیلاب مستغرق خواهند شد که باعث آسیب به بدنه این سازه ها و همچنین صدمه به مناطق اطراف مانند منازل مسکونی خواهد شد.

اجرای عملیات دیوارچینی در کناره رودخانه و پلکانی کردن رودخانه اصلی که به منظور محافظت از دیواره های کناره رودخانه ایجاد شده اند بدون در نظر گرفتن موارد فوق ایجاد گردیده و این عمل به شدت منطقه را از لحاظ سیل گیری تهدید می کند.

در وهله اول سازه های عرضی باعث کاهش شیب رودخانه اصلی شده اند. اگر به نقشه توپوگرافی توجه شود مشاهده می شود که رودخانه و اطراف آن تنها منطقه ای است که دارای شیب کمتر نسبت به دامنه های اطراف خود

می‌باشد. این شیب کم در برابر شیب کوهستان‌های اطراف خود عاملی در جهت سیل‌گیری منطقه است. اجرای سازه‌های عرضی و جمع شدن رسوب در پشت آن‌ها باعث می‌گردد تا همین شیب کم رودخانه اصلی نیز کاهش یابد. به عبارتی شیب منطقه به شیب حد برسد که خود باعث کاهش سرعت آب و کاهش عمق کنش بستر در هنگام سیلاب می‌شود. طبق رابطه پیوستگی، دبی جریان، کاهش سرعت آب را با افزایش سطح مقطع جریان جبران می‌کند. افزایش سطح مقطع همراه با افزایش ارتفاع سیل و سیل‌گیری مناطق اطراف را به دنبال خواهد داشت.

معمولاً در شرایط طبیعی بستر رودخانه، همراه با افزایش دبی، کنش بستر نیز افزایش یافته به طوری که در هنگام دبی اوج، عمق کنش بستر نیز به حداکثر می‌رسد. این پدیده باعث می‌شود که تا حدودی سیلاب با بستر رودخانه هماهنگ شده و همراه با افزایش دبی، افزایش سطح مقطع (به طرف کف بستر) اتفاق افتد و در نهایت آبگذری بیشتری ایجاد شود. گاهی این کنش بستر تا حدود ۱ متر و یا بیشتر نیز ادامه می‌یابد. سازه‌های عرضی مانعی برای کنش بستر توسط سیل و کاهش سطح مقطع برای عبور جریان سیل به حساب می‌آیند. به عبارت دیگر، با تثبیت بستر توسط این سازه‌ها، سیلاب قادر نیست تا سطح مقطع مورد نیاز خود را با فرآیند کنش بستر بدست آورد. در نتیجه این کمبود را با افزایش سطح مقطع در بالای جریان جبران می‌کند که همان بالا آمدن سطح سیلاب نسبت به مناطق اطراف است.

حتی بدون در نظر گرفتن موارد فوق‌الذکر، ایجاد سازه‌های عرضی در طول زهکش اصلی باعث گردیده که بستر رودخانه حدود ۱/۶ متر (ارتفاع مفید متوسط سازه‌ها) نسبت به شرایط قبل از احداث سازه بالا بیاید. بالا آمدن بستر باعث کاهش توانایی رودخانه در عبور جریان سیلاب می‌شود.

ایجاد دیواره‌ها در بسیاری از بازه‌ها بدون در نظر گرفتن عرض لازم برای عبور سیلاب با دوره بازگشت مورد نظر ایجاد شده‌اند. این کار اولاً باعث کاهش سطح مقطع رودخانه شده و دوماً اجرای عملیات دیوارچینی را عملاً بی‌فایده نموده است. زیرا همان‌طور که قبلاً بیان گردید دیواره‌ها در هنگام سیلاب مغروق خواهند شد و هم‌بدنه آن‌ها آسیب خواهد دید و هم مناطق اطراف آن‌ها در معرض سیل قرار خواهند گرفت.

نتایج

مناطق خشک همواره در معرض تهدید سیلاب‌های مخرب همراه با خشکسالی‌های شدید هستند. تکرار این پدیده در حوزه مطالعاتی کاملاً مشهود است.

کاهش دبی اوج بر اثر کاهش شیب به خاطر ایجاد سازه‌های عرضی، چندان مطلوب به نظر نمی‌رسد. این اثر کاهش شیب در برآورد دبی در بخش مواد و روش‌ها و برآورد دبی اوج، قبل و بعد از ایجاد سازه‌های عرضی مورد بررسی قرار گرفت. این کاهش دبی در نقطه خروجی حوزه بوده که نشانه‌ای از کاهش توان آبگذری سیلاب و افزایش توان سیل‌گیری سواحل رودخانه در بالادست است.

حفظ حریم و بستر رودخانه و عدم تجاوز به آن‌ها از جمله مهم‌ترین روش‌های مدیریت سیلاب هستند. در رودخانه بنادک، حریم کنونی نه تنها ظرفیت عبور سیلاب‌های ۱۰۰ ساله را در محدوده حریم ندارد، بلکه در بسیاری از نقاط پاسخگوی عبور سیلاب‌های با دوره بازگشت کمتر (۲۰ ساله) نیز نمی‌باشد و حتی در بسیاری از نقاط بازه فعلی، عرض رودخانه کمتر ۸ متر (عرض تعریض و بازگشایی طبق دستورالعمل شرکت آب منطقه‌ای) می‌باشد.

تجاوز به بستر رودخانه، نیز از جمله مشکلات موجود در این منطقه است که در هنگام سیلاب می تواند بسیار خطر آفرین باشد.

مناسب است عملیات سازه ای برای مدیریت سیلاب در این مناطق بر مبنای مدیریت سیلاب های بزرگ و در نظر گرفتن دبی اوج سیلاب حداقل در دوره بازگشت حداقل ۲۵ سال صورت گیرد. در اقدامات سازه ای انجام شده در بسیاری از بازه های رودخانه بنادک، دبی های برآورد شده با دوره بازگشت های حتی ۲۵ سال در عبور چنین سیلاب هایی با مشکل مواجه خواهند شد.

اجرای عملیات پلکانی کردن و ایجاد دیواره های سنگ چین در رودخانه اصلی بنادک، باعث کاهش سرعت جریان و افزایش توان سیل گیری مناطق اطراف شده است.

ایجاد پل های کوچک با ارتفاع کم از کف بستر رودخانه در مقابل مناطق مسکونی و وجود درختان فرسوده یا رها شده در حاشیه رودخانه، خطر جدی برای تشدید سیل گیری به حساب می آید.

پیشنهادات

در مکان هایی که ابعاد سیلاب ها در حد کنترل است مانند سرشاخه های رودخانه، ایجاد سازه سدهای عرضی برای افزایش زمان تا اوج سیلاب و همچنین به هم ریختن زمان تمرکز حوزه، به نحوی که اجتماع کمتری از سیلاب در رودخانه اصلی ایجاد گردد، در جهت کاهش سیل گیری منطقه بسیار موثر است. ولی در رودخانه هایی که زهکش اصلی حوزه به حساب می آید و عمدتاً باغات و اراضی مسکونی را شامل می شوند، بایستی همه تلاش ها را به سمت عبور سریع و بی خطر سیل از این بازه سازمان دهی نمود و علاوه بر ایجاد مسیر مناسب برای سیل، از هر گونه اقدامی که در حرکت و سرعت سیل اختلال بوجود آورد، خودداری نمود.

در نهایت موارد زیر به طور خلاصه پیشنهاد می گردد:

۱. نقشه پهنه بندی سیلاب با مقیاس های مناسب برای تعیین بستر و حریم رودخانه بنادک تهیه گردد.
۲. کلیه بستر رودخانه خاصه مناطق خطر ساز از جمله پل ها، برای عبور دبی ۲۵ ساله، تعریض و پاکسازی گردد.
۳. حریم رودخانه با توجه به سیلاب دوره بازگشت ۱۰۰ سال کنترل و حفظ گردد (بین ۸ تا ۱۲ متر).
۴. در مناطقی که شکل رودخانه هنوز بدون تغییر باقی مانده و از فعالیت های انسانی به دور مانده تغییری ایجاد نگردد تا تعادل منطقه حفظ گردد.
۵. جلسات توجیهی و آشنایی با سیلاب برای ساکنین اطراف رودخانه برگزار گردد.
۶. نسبت به پاکسازی درختان فرسوده و ناسالم در مجاورت رودخانه و تنه درختان رها شده در بستر اقدام به جمع آوری و درختانی که هنگام سیلاب احتمال کنده شدن و حرکت همراه سیلاب را دارند قطع گردند. همچنین درختان موجود در بستر که ضریب زبری را افزایش و سطح مقطع را کاهش می دهند شناسایی و قطع گردند.

۷. چون بسیاری از دیواره های ساحل رودخانه به صورت خشکه چین هستند و فقط روکش ملاتی دارند و به خاطر اینکه احتمال تخریب آن ها در هنگام سیلاب فوق العاده زیاد است، در مناطقی که امکان افزایش عرض بستر است عقب نشینی و به صورت سنگ و ملات ساخته شوند.
۸. در صورت امکان بیمه منازل مسکونی در برابر سیلاب در منطقه اجرا گردد.
۹. مقرراتی برای ساخت و ساز های جدید و مقاوم سازی ساختمان ها در برابر سیلاب در منطقه تدوین گردد.
۱۰. سیستم هشدار سیل هر چند ساده ولی کارا، برای منطقه در نظر گرفته شود. این کار خصوصا در ماه های گرم سال به خاطر تندسبیل ها از اهمیت بیشتری برخوردار است.
۱۱. برای احداث پل ها عبور وسایط نقلیه بر روی رودخانه طراحی و ضوابط جدید تنظیم گردد، به نحوی که بتواند با حداقل دهانه ۸ متری تنه درختان معمولی را از خود عبور داده و منجر به تشدید سیل گیری نگردد.

منابع

- ۱) اختصاصی، محمدرضا، مهدی تازه، محمدرضا کوثری. مطالعات ارزیابی اثرات پروژه آبخیزداری حوزه بنادک سادات، پژوهشکده مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه یزد، ۱۳۸۶
- ۲) اختصاصی، محمد رضا. ژئومورفولوژی کاربردی، جزوه درسی، انتشارات دانشگاه یزد، ۱۳۸۵.
- ۳) دستورانی، محمد تقی. مهندسی رودخانه، جزوه درسی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه یزد، ۱۳۸۵.
- ۴) دستورانی، محمد تقی. کنترل سیلاب، جزوه درسی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه یزد، ۱۳۸۵.
- ۵) صارمی نائینی، محمد علی. مهدی دهقان کروکی. گزارش طراحی نرم افزار MSD DROGRAGHHY، سمینار کارشناسی مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد، ۱۳۸۰.
- ۶) علیزاده، امین. اصول هیدرولوژی کاربردی، نشر آستان قدس رضوی، دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۸۶.
- ۷) مطالعات طرح جامع مرتع و آبخیزداری حوزه بنادک سادات، دانشگاه یزد، ۱۳۸۳.
- ۸) مطالعات مرحله اجرایی طرح کنترل سیلاب بنادک سادات، مهندسین مشاور عمران کویر، ۱۳۷۵.
- ۹) مقصودی، نصرت الله. صلاح کوچک زاده، هیدرولیک کانالها، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
- ۱۰) ملکی نژاد، حسین. کنترل سیلاب، جزوه درسی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه یزد، ۱۳۸۱.
- ۱۱) مهدوی، محمد. هیدرولوژی کاربردی، جلد ۱ و ۲، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴.