سیلاب و تمهیدات مدیریتی برای مهار آن در رودخانه میناب (حدفاصل سد میناب تا تنگه هرمز)

دکتر احمد نوحه‌گر
استادیار دانشگاه هرمزگان

دکتر محمد مهدی حسین‌زاده
استادیار موسسه آموزش عالی طبرستان، چالوس

دکتر برومند صلاحی
استادیار دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

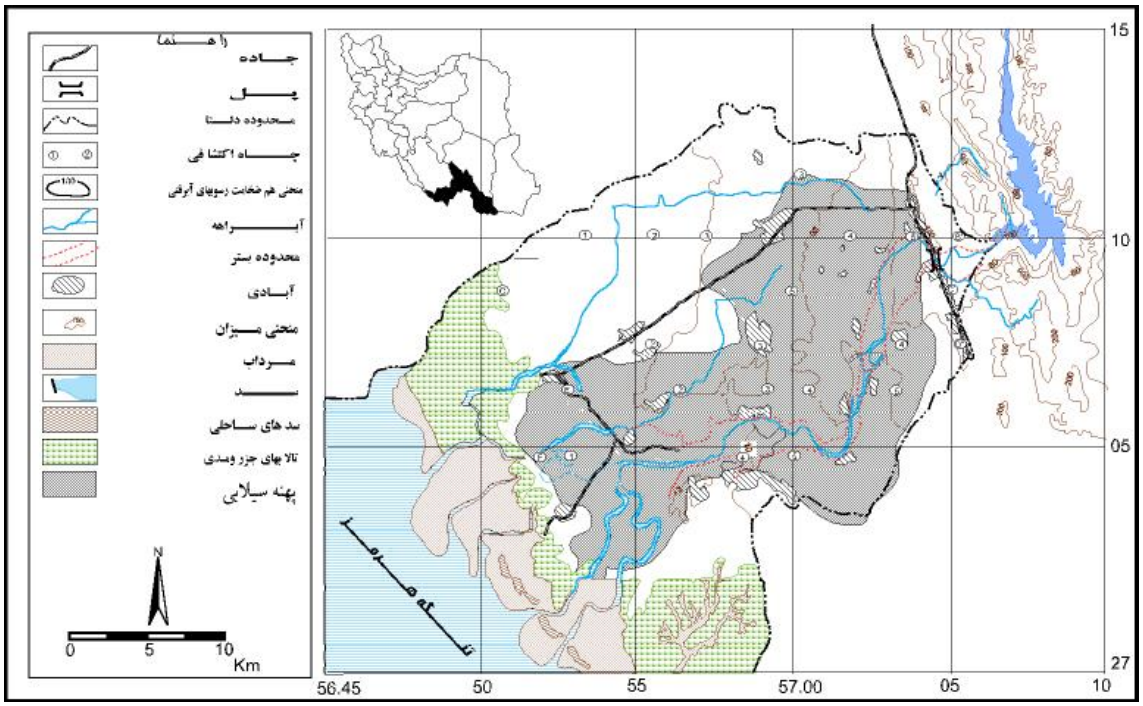
بررسی روش‌های کنتزل سیلاب و تخمین میزان خسارات ناشی از آن به‌منظور تدوین روش‌های عملی برای حفظ سرمایه‌های ملی از ضرورت‌های مطالعاتی است. هرساله بخشی از بناها و تأسیساتی که در پایین دست سدهای مخزنی کشور قراردارند به‌دلیل وقوع طغیان‌های فصلی و آزاد سازی جریان‌های بزرگ‌تر از ظرفیت سالم رودخانه از سدها، متحمل خسارات فراوانی می‌شوند. اگر بخواهیم مدیریت سیلاب را به‌عنوان مدیریت بحران بپذیریم، باید همه ساله مدیریت سیلاب داشته باشیم، و حتی در بحران بپذیریم که باید همه ساله خردمندانه برنامه‌ریزی کرده و برای سال‌های آتی نیز برنامه داشته باشیم. در منطقه خشکی مانند میناب مهم‌ترین مسئله، ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب است. با توجه به ویژگی‌های طبیعی منطقه مورد مطالعه، عرضه طبیعی آب محدود است و از طرف دیگر مقدار تقاضا با افزایش جمعیت، افزایش زمین‌های زیرکشت، توسعه صنایع، شهرنشینی و غیره، مدام رو به فزونی است. بنابراین برنامه‌ریزی در جهت استفاده بهینه از منابع آبی منطقه اهمیت فراوانی دارد. از جمله برنامه‌ریزی‌های اساسی در زمینه مدیریت آب، مدیریت سیلاب است. در این نوع مدیریت روش‌های مختلفی جهت کنترل و جلوگیری از خسارات سیل وجود دارد که می‌توان روش‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای برای آن بیان کرد. سیلابی بودن رودخانه میناب و ناپایداری کناره‌های آن، به علت سست بودن جنس رسوب ها، کمبود بار معلق به دلیل احداث سد میناب، تند بودن شیب رودخانه مخصوصا حد فاصل سد میناب تا پل میناب، باعث می‌شود تا سرریزهای استثنایی سد میناب سریعا تمرکز یافته و تبدیل به سیلاب‌هایی خطرناک گردد که در اغلب سال‌هایی که سیستم‌های باران‌زا منطقه را فرا می‌گیرد، به یکی از بزرگ‌ترین بلایای محیطی تبدیل می‌گردد. بالاترین مقدار دبی حداکثر رودخانه میناب متعلق به سال‌های آبی ۵۶-۵۵، ۵۸-۵۷ و ۷۱-۷۲ می‌باشد. بررسی آمار سیلاب در ایستگاه‌های مختلف از جمله ایستگاه برنطین، وقوع سیلاب‌های حداکثر در فصل زمستان، و حدود ۹۳ درصد آن‌ها در دوره ۵ ماهه آذر تا فروردین اتفاق می‌افتد. هیدرولیک که حاصل میانگین عمق، پهنا و سرعت جریان است، ارتباط تنگاتنگی با ویژگی‌هایی ازقبیل وسعت ناحیه غرق شده و بار رسوب این رودخانه دارد که کارهای عمرانی و مدیریتی که روی آن انجام می‌گیرد بدون در نظر گرفتن آن امکان پذیر نیست.

واژگان کلیدی: سیلاب، دشت سیلابی، مدیریت، دبی، میناب.

مقدمه

حوضه آبریز میناب در جنوب کشور و با مساحت ۱۰۵۱۹ کیلومتر مربع در محدوده تقسیمات کشوری دو استان کرمان و هرمزگان واقع شده و سطح اساس این رودخانه تنگه هرمز می‌باشد (نقشه۱). در این مقاله سعی شده است تا با استفاده از خصوصیات فیزیکی حوضه آبریز میناب و شناخت عواملی که در تشکیل رواناب تأثیردارند، مطالعاتی به‌عمل آمده و سپس به روش‌های کنترل، اعم ازسازه‌ای و غیرسازه‌ای پرداخته شود. در روش‌های سازه‌ای، تأسیسات مختلفی نظیر دریاچه‌های تأخیری، سدهای مخزنی، خاکریزها و کانال‌ها برای آوردهای رودخانه و تخفیف پیک سیلاب و یا جلوگیری از ورود سیلاب به دشت‌ها یا محدوده تأسیسات مهم، مورد استفاده قرارمی‌گیرد. روش‌های غیرسازه‌ای باتکیه بر دستورالعمل‌های مدیریتی و اعمال روش‌های مناسب بهره‌برداری، سعی درکاهش خسارات سیل دارند. دراین بررسی روی سیل و آسیب‌پذیری بخش‌های پایین دست رودخانه میناب و تعیین روشی جهت مشخص نمودن مقاطع بحرانی با استفاده از نیم‌رخ‌های عرضی رودخانه با تأکید بر ژئومورفولوژی این سیستم آبرفتی انجام گرفته است. برای برآورد میزان خسارت ناشی از سیل باید شناخت و اطلاع دقیقی از میزان شدت سیل نسبت به احتمال وقوع (دوره بازگشت) داشته باشیم. این برآورد اهمیت زیادی در آنالیز خسارت دارد، لذا با استفاده از جداول و نمودارهای متعدد، حداکثر سیلاب نسبت به احتمال وقوع آن برای رودخانه میناب انتخاب گردیده است. پس از بررسی اطلاعات پایه و سیلاب های بحرانی و روندیابی سیل در مخزن سد میناب، نتایج این پارامترها در قالب انتخاب روش‌های مناسب برای کاهش خسارات سیل در نظر گرفته شده است.

برای شناسایی رفتار رودخانه میناب با استفاده از مقاطع عرضی‌ای که در محدوده آن برداشت شده است ویژگی‌های فرسایشی آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. این مقاطع گویای وضعیت این رودخانه در زمان سیلابی آن است.



نقشه ۱- محدوده مورد مطالعه و موقعیت حوضه آبریز میناب در کشور

در هر حال هدف این بررسی کمک به شناسایی سیلاب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل فرسایشی در این رودخانه و ارائه راهکارهای لازم در این زمینه است. رسوبات (شن و ماسه) این بخش از رودخانه میناب مورد بهره‌برداری بی‌رویه قرار گرفته که اگر راهکارهای اساسی برای آن ارائه نگردد در آینده معضلات محیطی متعددی را برای این عرصه (سیستم) آبرفتی پدید خواهد آورد.

به منظور بررسی منطقه مورد مطالعه ابتدا نقشه محدوده دلتای رودخانه میناب که محدوده آبادی‌ها نیز بر روی آن مشخص گردیده، تهیه شده است. سپس با بررسی رفتار رودخانه در زمان طغیان‌های استثنایی، با استفاده از داده‌های موجود، جداول مختلفی تهیه گردید. این جداول شامل، حداکثر دبی لحظه‌ای، پیک سیلاب در زمان سرریزهای استثنایی سد میناب، دوره‌های بازگشت، تغییرات زمانی دبی ورودی و خروجی از سد میناب و... . نمودارهای مختلف، و نقشه و اشکال متفاوت از محدوه مورد نظر می باشد. عملکرد وضیعت ژئومورفولوژیک در تغییر مشخصه‌های هندسی رودخانه و مقاومت بستر و تاثیر آن بر کاهش و یا تشدید حالت سیلابی مورد بررسی قرارخواهد گرفت.

جزئیات روش تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

الف): با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ میناب و عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ سال ۱۳۷۸ و نقشه ۱:۲۵۰۰۰ میناب نقشه محدوده دلتای میناب و پهنه بندی سیلاب تهیه گردید. (نقشه ۱)

ب):با استفاده ازمنابع ذکر شده در بند «الف» و با استفاده از تصویر ماهواره‌ای لندست ‹› T.Mبا مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، نقشه محدوده سیلاب دلتای رودخانه میناب تهیه گردید.

ج): با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی میناب، سد میناب و برنطین، انواع هیدروگراف سیل تهیه گردید.

د):با استفاده از داده‌های برنامه رایان‌های HEC-2 موقعیت نیم‌رخ‌های عرضی، روی رودخانه میناب، جهت تشریح مقاومت سازندهای مسیر رودخانه در مقابل سیلاب، و چگونگی ایجاد اشکال مورفولوژیک، مشخص گردید.

ذ):از برنامه رایان‌های فوق برای تشریح شرایط رودخانه، در دبی‌های مختلف استفاده گردید.

ر): تمام مراحل تهیه نقشه‌ها و مقاطع عرضی با استفاده از نرم افزار Freehand انجام گردیده است.

نتایج

براساس مطالعات میدانی و بررسی داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی و سینوپتیکی منطقه، و سایر منابع موجود، رفتار رودخانه میناب در زمینه انتقال سرریزهای سد، در بازه‌های مختلف آن مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به وضیعت ژئومورفولوژیک حوضه مورد مطالعه، نتایج زیر به‌دست آمد. این مطالعات با استناد به نقشه‌ها، جداول، مقاطع و نمودارها انجام گرفته است.

بررسی سیلاب رودخانه میناب درزمان‌های مختلف:

بررسی آمار سیلاب در ایستگاه برنطین نشان می‌دهد که سیلاب‌های حداکثر، با زمان وقوع حداکثر آبدهی سالانه منطبق است. یعنی۹۳ درصد از دبی‌های حداکثر لحظه‌ای در دوره ۵ ماهه آذر تا فروردین (۷۵ درصد آن در فصل زمستان) اتفاق می‌افتد. براساس آنالیز فراوانی سیلاب‌های مشاهده شده در دوره آماری موجود، حداکثر دبی لحظه‌ای سیل با دوره بازگشت‌های مختلف، و حجم سیلاب متناظر با آن برای رودخانه میناب در ایستگاه ذکر شده به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- حجم سیلاب‌های رودخانه میناب در ایستگاه برنطین با دوره برگشت‌های مختلف

دوره بازگشت	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰۰
حجم سیل به(میلیون متر مکعب)	۶۵	۱۷۵	۲۶۳	۳۴۹	۴۵۴	۵۲۶	۶۶۷	۷۱۶	۸۳۵
آبدهی بیشینه(متر مکعب در ثانیه)	۱۷۰۶	۳۵۴۹	۴۸۳۲	۶۰۷۶	۷۶۴۰	۸۹۰۷	۱۱۷۱۹	۱۲۹۴۳	۱۷۰۰۵

منبع : سازمان مدیریت منابع آب ایران - تمآب

تحلیل فراوانی حداکثر لحظه‌ای سیلاب‌های سالانه مربوط به ایستگاه برنطین برای دوره های برگشت ۲ تا۱۰۰۰۰ نشان می‌دهد که سیلاب‌های این رودخانه از نوع سیلاب‌های شدید است.

ارقام مندرج در جدول ۱ مربوط به سیلاب‌های وارد شده به مخزن سد میناب می‌باشد. از آن‌جا که هدف بررسی سیلاب‌های این رودخانه، کاهش خسارات ناشی از آن در پایین دست سد می‌باشد، لذا برای مقاصد طراحی در سازه‌های پایین دست رودخانه و مسائل ساماندهی آن بایستی حداکثر خروجی از سد مد نظر قرار گیرد(جدول۲). یا به‌عبارت دیگر آن چیزی که در حال حاضر تغییرات مورفولوژی پایین دست رودخانه را در کنترل دارد ، سرریزها و مخصوصاً سرریزهای اتفاقی مانند سیل سال ۱۳۷۱ می‌باشد. بدین منظور روندیابی سیل در مخزن سد میناب انجام گرفته که برای این کار وضعیت مخزن از لحاظ حجم آب آن در دو حالت به ترتیب ۲۵۰و۲۸۰ میلیون مترمکعب در نظر گرفته شده است. همان‌طورکه در جداول ۱ و ۲ ملاحظه می‌گردد، نسبت دبی خروجی به دبی ورودی با افزایش دوره بازگشت افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که این نسبت در شرایط حجم آب مخزن برابر۲۵۰و۲۸۰و برای دوره بازگشت ۵۰ ساله به ترتیب برابر ۶/ و۶۴/ و برای دوره بازگشت ۵۰۰ ساله برابر۷۴/ و ۷۷/ درصد می‌باشد که این افزایش در نسبت دبی خروجی به ورودی نشان دهنده کاهش اثربخشی سیل در مخزن سد میناب می‌باشد(منبع۱۳).

جدول ۲ – دبی حداکثر لحظه‌ای ورودی و خروجی از سد میناب برای دوره بازگشت‌های مختلف

دوره بازگشت(سال)	حجم آب در مخزن (میلیون متر مکعب)	دبی حداکثر لحظه‌ای به مخزن (متر مکعب در ثانیه)	دبی حداکثر خروجی از سد (متر مکعب در ثانیه)
۵۰	۷۵۰	۷۶۶۰	۴۶۰۰
	۲۸۰	۷۶۶۰	۴۹۰۰
۱۰۰	۲۸۰	۸۹۰۰	۵۴۵۰
	۲۵۰	۸۹۰۰	۵۸۰۰
۱۵۰	۲۵۰	۹۴۵۲	۶۲۰۰
	۲۸۰	۹۴۵۲	۶۶۵۰
۲۰۰	۲۵۰	۱۰۰۶۸	۷۰۰۰
	۲۸۰	۱۰۰۶۸	۷۵۵۰
۵۰۰	۲۵۰	۱۱۷۲۰	۸۶۵۰
	۲۸۰	۱۱۷۲۰	۸۹۷۰

به منظور شناخت بیشتر سیلاب‌های رودخانه میناب و سرریزهای آن از سد و انتقال به پایین دست رودخانه، شاخص‌ترین هیدروگراف‌های سیلاب‌های ورودی به مخزن سد میناب از سال ۱۳۷۰ تا سال۱۳۷۹ مورد بررسی قرار گرفته است که مهم‌ترین آن‌ها که مربوط به سیل سال ۱۳۷۱ می‌باشد، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

بررسی سیل سال ۱۳۷۱:

در میان سیلاب‌های مشاهده شده رودخانه میناب، بعد از بهره‌برداری از سد میناب، سیل بهمن ماه سال۱۳۷۱ به‌طور مشخصی از دیدگاه کمی و ایجاد خسارات با سایر سیلاب‌ها متفاوت می‌باشد. زیرا، در جریان این سرریز استثنایی، حجم عظیمی از آب درفاصله کم‌تر از۳۲ کیلومتر تا ساحل تنگه هرمز، در دشت سیلابی پخش گردید و خسارات فراوانی را به‌دنبال داشت. شکل ۱ هیدروگراف ورودی و خروجی را از مخزن سد میناب نشان می‌دهد.

همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، فرم هیدروگراف بسیار تیز بوده و در این رودخانه، به سرعت به اوج خود رسیده است و مدت دوام اوج در این حالت حدود یک ساعت بوده، که پس از فروکش کردن آن چند نقطه دیگر هیدروگراف دیده می‌شود که پس از حدود ۲۴ ساعت جریان رودخانه به شرایط عادی باز می‌گردد. در جریان این سیلاب مجموعاً ۴۷۰ میلیون مترمکعب آب ازطریق سرریزهای سد تخلیه شده که علیرغم تله‌اندازی سیلاب توسط سد به میزان ۳۰ درصد، آب رها شده در پایین دست، در یک پهنه وسیع جریان یافته و خسارات فراوانی به تأسیسات صنعتی و اراضی کشاورزی وارد نموده است. در این سیلاب ارتفاع آب به تاج پل میناب رسیده و دبی حداکثر جریان از روی پل نیز سرریز نموده است. وقوع چنین سیلاب‌هایی در آینده نیز محتمل به نظر می‌رسد، لذا در انتخاب راهکارهای لازم در زمینه مدیریت دشت سیلابی، بایستی خصوصیات این نوع سرریزهای استثنایی را مد نظر قرارداده و عملکرد طرح های ساماندهی بستر رودخانه میناب در پایین دست سد را، در شرایط بروز چنین سیلاب‌هایی، مد نظر قرار داد.

بر پایه آمار تغییرات زمانی دبی ورودی و خروجی از سد میناب در سیل بهمن ماه ۱۳۷۱ هیدروگراف سیل سال ۱۳۷۱ رودخانه میناب ترسیم گردیده است. (شکل ۱)

روش‌های کنترل سیلاب در دلتای میناب:

روش‌های مقابله با خطرات و خسارات سیل را امروزه به دو گروه عمده تقسیم می‌کنندکه عبارتند از:

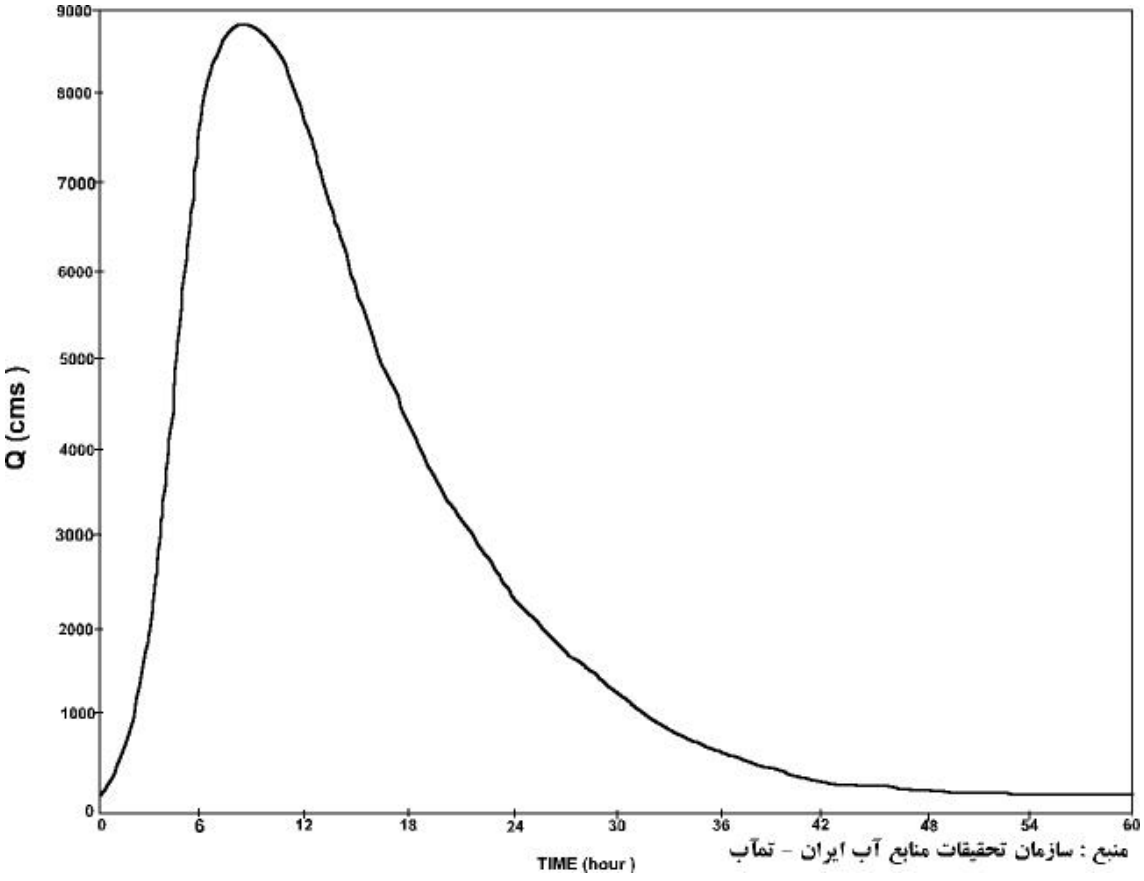
۱ـ روش‌های سازه‌ای، شامل احداث سازه‌های متقاطع و موازی رودخانه(پل، سد ودایک و سیل برگردان غیره) برای تنظیم و هدایت مهار سیلاب‌ها، ساماندهی، بهسازی و اصلاح مسیر رودخانه‌ها، تغذیه منابع آب زیرزمینی و مقاوم‌سازی سازه‌ها در برابرسیلاب.

۲- روش‌های غیرسازه‌ای(برداشت شن و ماسه و اصلاح مسیر و توسعه پوشش گیاهی در سواحل رودخانه) که بیشتر به بررسی روش‌های مدیریت، در یک حوضه آبریز می‌پردازد. (جداول ۴و۵)

۳ـ با استفاده از مدل HEC-2 که به‌نام نیم‌رخ‌های سطح آب معروف است(این مدل توسط رسته مهندسی ارتش آمریکا تهیه شده است)، می‌توان نحوه عملکرد سیلاب را در یک دشت سیلابی برای دبی‌های مختلف اندازه‌گیری نمود. با این مدل دو جریان زیر بحرانی و فوق بحرانی، قابل محاسبه می‌باشد. در این برنامه اطلاعاتی از قبیل دبی، ناهمواری سطح بستر(ضریب مانینیگ)، نیم‌رخ عرضی و فاصله نیم‌رخ‌های عرضی از

همدیگر را به مدل معرفی نموده و برنامه نتایج حاصل ازاین داده‌ها را به ما می‌دهد(منبع۱۶). برای پایین دست سد میناب، این برنامه، با ارائه تعدادی نمودار و جداول، در شرایطی که هدف مورد مطالعه، انجام کارهای مدیریتی است، انجام گرفته است. منظور از بررسی هیدرولیک رودخانه میناب درشرایط مدیریتی، این است که حاصل میانگین عمق، پهنا و سرعت جریان، که ارتباط تنگاتنگی با ویژگی‌های وسعت ناحیه غرق شده در پایین دست سد میناب و بار رسوب آن دارد، انجام گیرد. با استفاده از این روش می‌توان کارهای عمرانی، به‌سازی و ساماندهی این رودخانه را هم از طریق روش‌های سازه‌ای و هم از طریق غیر سازه‌ای، انجام داد. در هر صورت همان‌طور که جداول۴و۵ نشان می‌دهد، هدف اصلی، دور کردن مردم و تأسیسات اطراف بستر سیلابی رودخانه میناب از سیلاب است. مدیریت رودخانه‌هایی که وضعیت رودخانه میناب را دارند، با مشکلات عدیده‌ای مواجهند. براساس جدول ۳ در عرض ۵ روز بیش از ۴۵۰ میلیون مترمکعب از طریق سریز سد میناب وارد بخش پایینی سد شد. چنین سیلابی در صورتی‌که کارهای مدیریتی مشابه سال ۱۳۷۱ باشد خطرآفرین‌تر خواهد بود زیرا در ۷ سال گذشته در اثر خشکسالی نه تنها سرریز سد به‌طور کامل به پایین دست قطع گردیده بلکه تجاوز به حریم رودخانه چه توسط ساکنین منطقه و چه توسط سازمان‌های ذینفع شرکت‌های خصوصی و دولتی به شدت افزایش یافته است. بنابراین در صورتی‌که سیل مشابه سال ۷۱ داشته باشیم خسارات وارده به‌طور قطع چشمگیرتر خواهد.

جدول ۶ پاره‌ای از مشخصات هیدرولیکی جریان در مقاطع مختلف عرضی(نقشه ۲)، را نشان می‌دهد. بر



شکل ۱- هیدروگراف سیل سال ۱۳۷۱ رودخانه میناب

اساس این جدول، تراز سطح آب، سرعت جریان در آبراهه و شیب خط انرژی (شیب طولی رودخانه) از جمله عوامل اصلی‌اند، که مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.

براساس این جدول ملاحظه می‌شود که، کمینه سرعت جریان در نیم‌رخ ۲۱۶ اتفاق می‌افتد و مقدار آن برابر با ۱/۳۱ متر در ثانیه است. بیشینه آن متعلق به نیم‌رخ ۲۴۶ است، که حدود ۶/۷۲ متر در ثانیه محاسبه شده است. از مقایسه این دو نیم‌رخ این نتیجه حاصل می‌شود که، تغییرات سرعت و توزیع ناموزون آن، از نیم‌رخ به نیم‌رخ دیگر، در حالی که مبین تغییرات شدید سطح مقطع جریان در نیم‌رخ‌های مختلف می باشد، نشان دهنده پتانسیل فرسایش و رسوبگذاری نسبتاً بالا در طول مسیر رودخانه با توجه به جنس و مقاومت آبرفت‌ها می‌باشد. بالاترین سرعت جریان متعلق به نیم‌رخ ۲۴۶ یعنی اولین مقطع بعد از ساختمان سد میناب می‌باشد. این موضوع می‌تواند یک عامل طبیعی باشد. ولی در بین مقاطع دیگر کم‌ترین سرعت متعلق به نیم‌رخ ۲۱۶ در بالا دست پل میناب می‌باشد که سرعت جریان آب حتی از نیم‌رخ ۱۰۰ یعنی آخرین نیم‌رخ نیز پایین‌تر است. علت اساسی کاهش سرعت جریان آب در نیم‌رخ ۲۱۶ وجود پل میناب به‌عنوان مانع اساسی در جهت سطح آب بوده که باعث پس زدن آب به‌طرف بالا دست می‌باشد(نوحه‌گر ۱۳۸۱).

این پل به‌عنوان مهم‌ترین سازه آبی بعد از سد میناب در این رودخانه محسوب می‌شود. بنابراین به‌عنوان مانعی در مقابل جریان طبیعی عمل نموده و با افزایش مقاومت اصطکاکی و ایجاد وضعیت برگشت، موجب بالا آمدن سطح آب و تکرار حالت سیلابی به اراضی و مناطق اطراف مانند روستاهای باغ ملک و باغ مهمانسرای اداره آب میناب می‌گردد. این پل در زمان طغیان استثنایی که از طریق سرریزهای سد ایجاد می‌گردد به صور گوناگون توان انتقال رودخانه را تحت تإثیر قرارمی‌دهد. با احداث این سازه آبی(پل)عرض موثر جریان کاهش یافته و جریان عبوری ازدشت سیلابی میناب الزاماً به دهانه پل هدایت می‌گردد. این امر با ایجاد پس زدگی موجبات افزایش سطح آب در بخش‌های بالا دست را فراهم می‌آورد و در پایین دست نیز با جایگذاری مواد رسوبی افزایش تراز آب را به‌وجود می‌آورد. بنابراین برای کنترل یا کاهش خسارات ناشی از سرریزهای اتفاقی از سد میناب بایستی نقش سازه‌های آبی موجود را در نظر گرفت و با توجه به وجود آن‌ها اقدام به احداث سازه‌های جدید برای جلوگیری از خسارات ناشی از سیل نمود(احمری ۱۳۷۵).

جدول ۶، ویژگی‌های بیش از ۱۰۰ نیم‌رخ عرضی برداشت شده از بستر رودخانه میناب را نشان می دهد. تجزیه و تحلیل ویژگی‌های مورفولوژی این رودخانه با استفاده از این جدول، گویای این واقعیت است که، فرسایش کناره‌های رودخانه میناب با توجه به جنس و مقاومت رسوب‌های آن، در هر شرایط، به‌ویژه هنگام سیلاب، برای پایداری هرنوع سازه‌ای که بدون توجه به ویژگی‌های ژئومورفولوژیک و هیدرولیک رودخانه احداث شود، برای پایداری آن‌ها مسئله‌ساز خواهد بود. گسترش فرسایش با توجه به جنس رسوب‌های بستر و کناره‌های آن، که از مقاومت کمی برخوردار بوده وتا اعماق زیاد(حداقل ۱۰۰متری)، از آبرفت‌های رودخانه(اغلب شن و ماسه) می‌باشد، موجب از بین رفتن نیروهای مقاوم در پای پی دیوارهای محافظت شده می‌گردد و خطر شکست این دیوارها را در پی خواهد داشت.

به این ترتیب لازم است حدودی از شرایط سیلابی که به میزان حداکثر خود می‌رسد، برآورد گردد. نتایج بررسی‌ها برای آبدهی ۷۰۰۰ مترمکعب در ثانیه نشان می‌دهد که حداکثر عمق فرسایش در مقطع ۲۴۶ اتفاق می‌افتد و میزان آن نزدیک به ۲۲/۵ متر برآورد گردیده است، در حالی‌که حداکثر رسوب‌گذاری در نیم‌رخ ۱۴۰ برآورد گردیده و میزان آن حدود ۰/۱۲ متر می‌باشد. در هر دوی این مقاطع ذکر شده وضعیت کناره راست رودخانه میناب، به لحاظ وجود مناطق مسکونی(نیم‌رخ ۲۴۶ تا۲۰۵)و باغات و مزارع(نیم رخ۱۶۴ تا۱۳۰) در

جدول ۴ - روش‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای مدیریت سیلاب

	ماهیت	روش	زمان	هدف
تمهیدات برنامه‌ریزی	پیش‌بینی سیلاب با استفاده از داده های اقلیمی و هیدرولوژی	غیر سازه‌ای	قبل و هنگام وقوع سیلاب	جلوگیری از گسترش سیلاب‌دشت و دور کردن مردم از سیلاب
	کنترل گسترش سیلابدشت از طریق طالعات سازندهای حساس به فرسایش در بستر رودخانه میناب	غیر سازه‌ای	قبل از هنگام وقوع سیلاب	جلوگیری از گسترش سیلاب‌دشت و دور کردن مردم از سیلاب
	مقاوم سازی در مقابل سیلاب از طریق مدل رایان های Hec-2 و ایجاد سازه‌های مقاوم با استفاده از داده های این مدل در دلتای میناب	سازه‌ای و غیرسازه‌ای	قبل از وقوع سیلاب	جلوگیری از گسترش سیلاب‌دشت و دور کردن مردم از سیلاب
	مدیریت سیلاب فصلی در مخزن سد میناب با استفاده از داده‌های اقلیمی و آبنگاری	غیر سازه‌ای	قبل از وقوع سیلاب	عمدتا دور کردن سیلاب از مردم

جدول ۵- روش‌های غیر سازه‌ای مدیریت سیلاب

تمهیدات واکنشی	تدوین ضوابط و معیارهای فنی توام با شناسایی رفتار رودخانه در زمینه برداشت منابع رسوب رودخانه میناب	غیرسازه‌ای	قبل از وقوع سیلاب	جلوگیری از گسترش سیلاب‌دشت
	تهیه نقشه سیلاب‌دشت در دلتای رودخانه میناب	غیرسازه‌ای	قبل و بعد از وقوع سیلاب	جلوگیری از گسترش سیلاب‌دشت
	تشکیل حوضچه‌های مصنوعی در بستر رودخانه میناب برای نفوذ آب در آبخوان‌های آزاد	غیرسازه‌ای	قبل و بعد از وقوع سیلاب	جلوگیری از گسترش سیلاب‌دشت و دور کردن مردم از سیلاب
	مدیریت به‌هنگام سیلاب در مخزن سد	غی سازه‌ای	به هنگام سیلاب	جلوگیری از گسترش سیلاب‌دشت و دور کردن مردم از سیلاب

هنگام وقوع سیلاب به شدت بحرانی شده و خطر سرازیر شدن سیلاب به مناطق ذکر شده وجود دارد. بنابراین بایستی بر مبنای میزان فرسایش در نیم‌رخ‌های مختلف به ایجاد سازه‌های موازی (دیواره سیل‌گیر، دایک و دیواره سیل برگردان) و سازه‌های متقاطع(سد و پل) به‌روی این رودخانه اقدام نمود. زیرا یک سیل طراحی برای انجام کارهای عمرانی و ساماندهی مناسب، باید بتواند با توجه به عوامل اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی، کاهش خسارت سیل، یک سطح واقعی از خطر پذیری سیل را در بر داشته باشد. ضمن اینکه می توان در محدوده‌های ذکر شده با کاشت و تقویت پوشش گیاهی یعنی استفاده از روش غیر سازه‌ای خطر

جدول ۶- مشخصه‌های هیدرولیکی جریان برای آبدهی ۷۰۰۰مترمکعب در ثانیه(Q=7000m3/s)

عرض سطح آب در هر نیم‌رخ(متر)	سطح نیم‌رخ جریان (متر)	سرعت جریان کل (متر بر ثانیه)	شیب جریان	تراز سطح آب در شرایط بحرانی(متر)	تراز سطح آب (متر)	تراز بستر آبراهه اصلی(متر)	نیم‌رخ عرضی
۲۱۷/۸۵	۱۰۴۱/۴۳	۶/۷۲	۰/۰۰۶۵۵۶	۵۱/۴۹	۵۱/۴۹	۴۵/۵۰	۲۴۶
۲۰۴/۲۰	۱۱۳۳/۸۱	۶/۱۷	۰/۰۰۴۴۸۱	۵۰/۷۶	۵۱/۳۹	۴۵/۰۰	۲۴۴
۲۰۶/۶۴	۱۲۶۰/۰۷	۵/۵۶	۰/۰۰۳۳۲۹	۵۰/۱۱	۵۱/۳۷	۴۴/۰۰	۲۴۲
۲۵۲/۱۴	۱۳۲۶/۷۸	۵/۲۸	۰/۰۰۳۷۰۰	۵۰/۰۱	۵۱/۰۷	۴۴/۵۰	۲۴۰
۲۵۷/۹۳	۱۰۹۵/۰۷	۶/۳۹	۰/۰۰۷۱۹۵	۴۹/۳۹	۴۹/۳۹	۴۴/۰۰	۲۳۸
۵۱۵/۱۲	۱۷۶۷/۱۶	۳/۹۶	۰/۰۰۲۹۷۹	۴۸/۲۹	۴۸/۹۱	۴۲/۰۰	۲۳۶
۶۰۳/۲۰	۱۷۰۶/۸۸	۴/۱۰	۰/۰۰۳۷۸۳	۴۷/۸۷	۴۷/۸۷	۴۱/۰۰	۲۳۴
۷۷۷/۱۲	۱۷۷۳/۰۴	۳/۹۵	۰/۰۰۴۸۴۷	۴۵/۸۷	۴۶/۱۸	۳۹/۵۰	۲۳۲
۶۵۲/۳۴	۱۷۹۰/۸۵	۳/۹۱	۰/۰۰۴۰۰۱	۴۴/۸۵	۴۵/۰۹	۳۹/۵۰	۲۳۰
۷۸۸/۸۰	۱۹۶۴/۴۸	۳/۵۶	۰/۰۰۳۹۹۸	۴۴/۲۵	۴۴/۵۱	۳۹/۵۰	۲۲۸
۱۱۲۶/۳۰	۳۳۰۴/۷۷	۲/۱۲	۰/۰۰۱۲۲۴	۴۳/۲۷	۴۴/۵۰	۳۸/۰۰	۲۲۶
۱۱۰۵/۱۵	۲۳۱۱/۴۷	۳/۰۳	۰/۰۰۳۶۰۵	۴۳/۴۶	۴۳/۶۳	۳۶/۵۰	۲۲۴
۱۰۵۲/۱۰	۲۵۷۹/۷۰	۲/۷۱	۰/۰۰۲۴۷۵	۴۲/۴۴	۴۳/۱۶	۳۶/۵۰	۲۲۲
۷۲۹/۶۹	۲۳۵۵/۱۳	۲/۹۷	۰/۰۰۱۸۰۶	۴۱/۴۴	۴۲/۵۰	۳۵/۰۰	۲۲۰
۱۲۳۰/۷۹	۲۷۱۲/۳۳	۲/۵۸	۰/۰۰۲۰۳۵	۴۱/۲۴	۴۲/۰۸	۳۵/۰۰	۲۱۸
۹۸۶/۶۰	۵۳۲۰/۶۵	۱/۳۱	۰/۰۰۰۲۱۴	۳۸/۶۱	۴۲/۲۳	۳۴/۰۰	۲۱۶
۴۸۱/۸۱	۲۶۱۵/۷۰	۲/۶۸	۰/۰۰۰۸۴۸	۳۹/۱۳	۴۱/۷۸	۳۴/۰۰	۲۱۴
۳۴۵/۸۴	۱۸۸۰/۷۵	۳/۷۲	۰/۰۰۱۷۴۰	۳۹/۲۶	۴۱/۰۹	۳۱/۵۰	۲۱۲
۲۴۶/۷۸	۱۴۱۵/۹۵	۴/۹۴	۰/۰۰۲۸۵۱	۳۸/۶۸	۳۹/۹۷	۳۲/۵۰	۲۱۰
۳۰۰/۰۰	۲۱۰۲/۱۵	۳/۳۳	۰/۰۰۱۰۲۱	۳۹/۹۹	۴۰/۲۹	۳۲/۳۰	۲۰۵
۲۹۱/۴۲	۱۳۸۰/۷۷	۵/۰۷	۰/۰۰۳۹۳۳	۳۶/۹۹	۳۷/۸۵	۳۲/۳۰	۲۰۴
۳۵۸/۶۵	۱۵۶۵/۷۱	۴/۴۷	۰/۰۰۳۳۰۸	۳۶/۴۴	۳۷/۴۱	۳۱/۵۰	۲۰۳
۵۴۵/۸۶	۱۷۶۵/۲۳	۳/۹۷	۰/۰۰۳۷۲۰	۳۶/۰۶	۳۶/۵۶	۳۱/۱۰	۱۶۴

سرریز سیل را کاهش داد. برداشت مصالح رودخانه (شن و ماسه) البته به صورت اصولی نیز از جمله روش‌های غیرسازه‌ای مؤثر برای رودخانه میناب می‌باشد.

در بررسی محیط رسوبی رودخانه میناب، با توجه به طبقه‌بندی سلی۱۹۷۶(تلوری ۱۳۷۳)، محیط رسوبی این رودخانه، مدل رسوبی رودخانه‌های مئاندری در نظر گرفته شده است. در این مدل، رسوب‌های بارهای کناره‌ای، دشت سیلابی و پشته‌های طبیعی به چشم می‌خورد و چینه‌بندی‌های متنوعی از نظر نوع و اندازه آن‌ها مشاهده می‌گردد. زمانی که شدت جریان رودخانه میناب بالا باشد، رسوب‌های پشته‌ای طبیعی در قوس

کانال مئاندر بزرگ میناب رسوب می‌کند(نقشه۲). این رسوب‌ها برروی گنگلومرای کف بستر رودخانه میناب قرار دارد و با ذرات درشت دانه شروع شده و نهایتا در سطح بستر رودخانه به رسوب‌های ریزدانه گلی ختم می‌شود. این توالی رسوبی که در بین نیم‌رخ‌های پل میناب تا نیم‌رخ ۱۴۰ دیده می‌شود، گاهی تا چندین ده متر می‌رسد. این محدوده مورد مطالعه، شدیدترین فرسایش را در پایین دست سد میناب به خود اختصاص داده است، به‌طوری فرسایش بستر و مخصوصا کناره‌ها نسبت به بخش‌های دیگر رودخانه بیشتر است. عامل اصلی فرسایش در این محدوده علاوه بر سیلاب، به عهده انسان است. این بخش از رودخانه توسط سازمان ها و ارگان‌های مختلف در اثر برداشت بی‌رویه شن و ماسه به شدت فرسایش یافته است. شتشوی شن و ماسه برداشت شده و برجا ماندن رسوب‌های دانه‌ریزی مثل رس و لای به سیل این امکان را می‌دهد که کم‌تر در زمین نفوذ کرده و سطح آب در زمان کم‌تری بالا بیاید.

ژئومورفولوژی و مدیریت دشت سیلابی

محدوده مورد مطالعه(پایین دست سد میناب)دچار شدیدترین فرسایش گردیده است. تنش برشی بستر، بین پل میناب تا نیم‌رخ ۱۳۴(نقشه۲) زیاد بوده و به همین دلیل مواد تشکیل دهنده بستر دچار فرسایش شدید شده و بستر رودخانه پهن گردیده است. شکل هندسی رودخانه، بین نیم‌رخ ۱۶۰ تا نیم‌رخ ۱۵۰ مئاندر بزرگی را در کناره راست رودخانه ایجاد نموده است. تنش برشی و متعاقب آنتلف شدن انرژی جریان، باعث انحنایی شدن مسیر رودخانه دراین بخش شده است. مئاندری شدن این بخش ازرودخانه میناب با اندازه مواد، رابطه میان دبی و میزان بار موجود در رودخانه و میزان تغییر دبی و بار موجود در آن بستگی دارد. افزایش بارهای رسوبی در زمان وقوع سیلاب، حاصل از سرریزهای سد می‌باشد. زیرا زمانی که بار رسوبی از آنچه که برای ایجاد تعادل لازم‌است بیشتر شود، بارها شروع به رسوبگذاری در بستر می‌کنند. بالا آمدن کف بستر، افزایش شیب و کاهش عمق رودخانه بین پل میناب تا نیم‌رخ ۱۳۸، نتیجه عملکرد افزایش تنش برشی در این محدوده است. فرسایش شدید کناره‌ها مخصوصا از اوایل دهه۶۰، در اثر احداث سد و برداشت بی رویه شن و ماسه از رودخانه، باعث عریض شدن فوق‌العاده بستر رودخانه در همین محدوده شده، به‌طوری‌که عرض بستر رودخانه در نیم‌رخ ۱۵۴ به بیش از ۲/۴ کیلومتر می‌رسد. این گسترش بستر با انجام فعالیت‌های عمرانی در بستر رودخانه روز به روز در حال افزایش بوده و امکان افزایش خسارت در زمان سیلابی شدن رودخانه را بیشتر می‌کند. این محدوده از جمله واحدهایی است که احتیاج به کنترل سیلاب دارد. بهبود عملکرد رودخانه، به‌گونه‌ای که توانایی انتقال دبی بالای سیلاب را به مناطق پایین دست داشته باشد یکی از روش‌های کنترل سیلاب است. ایجاد میانبر به منظور جلوگیری از گسترش مئاندرها، جهت کاهش خسارات سیل در این رودخانه توصیه می‌گردد. برای جلوگیری از توسعه مئاندر و گسترش بستر ، می‌توان بین پل تا نیم رخ ۱۰۰ کانال میانبری را در بستر رودخانه در نظر گرفت. این کانال پیشنهادی در شکل ۲ نشان داده شده است. احداث این کانال باعث کاهش پیچ و خم‌های مئاندر، افزایش شیب انرژی(جریان) و به‌طورکلی سبب افزایش ضریب آبگذری شده، شدت و خسارت سیل را به حداقل می‌رساند. استفاده از این روش می‌تواند سرعت جریان را تا ۴۰٪ افزایش دهد. این روش نیز می‌توان جزء روش‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای قلمداد نمود(نوحه‌گر ۱۳۸۱).

پدیده دیگر در این محدوده، شریانی شدن رودخانه است. بعد از پل میناب و در انتهای مئاندر بزرگ، رودخانه به دو شاخه تقسیم می‌شود. به احتمال فراوان عامل اصلی شریانی شدن رودخانه، مقدار بار رسوبی و شیب بستر باشد. در این محدوده مقدار بار رسوبی بیشتر از ظرفیت و حمل رودخانه است.

شیب بالا (۲در هزار) موجب عریض شدن و کم عمق شدن رودخانه توام با رسوبگذاری به صورت جزایر و بارهای رسوبی شده است. این بار رسوبی به‌تدریج افزایش یافته و در اثر ته‌نشینی مداوم، کف بستر بالا آمده ولی شیب و سرعت در پایین دست افزایش پیدا می‌کند. گردش سریع آب در زمان سرریزهای استثنایی سد در بستر در حال رسوبگذاری، مسیرهای چند شاخه‌ای را توسعه داده است. عملکرد مداوم این فرایندها، موجب ناپایداری نسبی جزایر و بارهای رسوبی شده است. به‌طوری که در سال‌های اخیر شاهد تغییر موضعی خط القعر جریان و نهایتاً شریانی شدن رودخانه بوده‌ایم. فرسایش پذیری کناره‌ها، توام با افزایش تنش برشی به دلایلی که قبلاً ذکر شد، حمل مواد درشت دانه در هنگام طغیان‌های استثنایی، شرایط را برای شریانی شدن فراهم می‌کند. برداشت شن و ماسه در این محدوده و پدیده توسعه خندقی در زمان‌های سیلابی در محل چاله های برداشت، موجب فرو ریختن توده‌های فوقانی چاله‌ها شده، که تداوم این عمل نیز می‌تواند این پدیده را شدت بخشد.

چون رودخانه میناب جزء رودخانه‌های ناپایدار قلمداد می‌شود، پدیده شریانی شدن وضعیت پایدار و ثابتی ندارد و جهت جریان و موقعیت جزایر و بارهای رسوبی و عرض رودخانه دائماً در معرض تغییر و تحول می‌باشد. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که پدیده شریانی شدن دراین رودخانه در واقع یک وضعیت شبه تعادلی بین متغیرهای دبی جریان، باروشیب بستر بوده و عوامل دیگر مانند چاله‌های برداشت مصالح می‌تواند آن را تقویت نماید ولی نقش چندانی در ایجاد آن ندارند. بنابراین می‌توان بارعایت اصول برداشت، مصالح شن و ماسه این محدوده را که از نظر کمیت و کیفیت نیز مناسب هست، بهره‌برداری نمود. این عامل می‌تواند ضریب آبگذری را افزایش داده و از ایجاد پشته‌های رسوبی تا حدی جلوگیری نماید و در نتیجه شدت سیلاب را کاهش دهد. نبود داده‌های کمی از میزان تله‌اندازی رسوب توسط سد میناب از یک سو و فقدان اندازه‌گیری و آمار رسوب در پایین دست سد ازسوی دیگر، دو جنبه اساسی بررسی دقیق پدیده شریانی شدن رودخانه را تشکیل می‌دهد. در عین حال نتایج مدل نشان می‌دهد که حداکثر رسوبگذاری در نیم‌رخ ۱۴۰ به‌وقوع می‌پیوندد و میزان آن حدود ۰/۱۲ متر می‌باشد. نیم‌رخ ۱۴۰ ازمحل شریانی شدن رودخانه برداشت شده است.

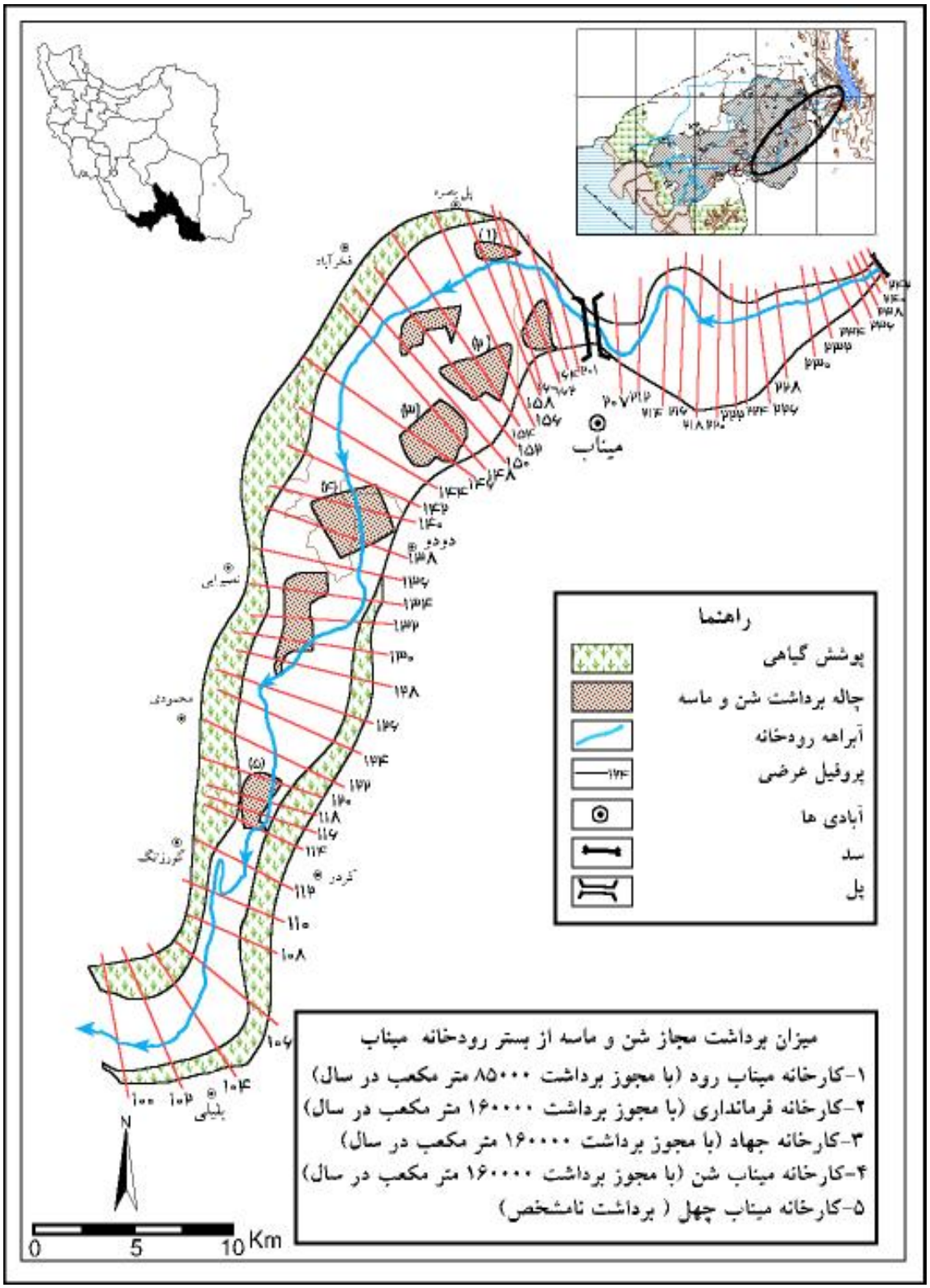
پیشنهادها

بررسی روش‌های کنترل سیلاب و تخمین میزان خسارات ناشی از آن به منظور تدوین روش‌های عملی برای حفظ سرمایه‌های منطقه از ضرورت‌های مطالعاتی است. بنابراین سعی برآن است که قبل از وقوع سیل، شدت جریان و تراز آب تخمین زده شود و با هدایت، انحراف و نفوذ به داخل سازندها با توجه به شناخت فرایندهای زمین ساخت و مطالعه مورفولوژی منطقه، و یا مهار سیلاب با تلفیقی از متغیرهای ذکر شده و احداث سازه‌های مناسب، خسارات وارده در این سیستم آبرفتی را کاهش داد. در این زمینه روش های پیشنهادی به شرح زیر می‌باشد:

۱- مطالعه دقیق اقلیم ، تعمیر ، احداث و نوسازی ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرولوژی منطقه و نقشه پهنه‌بندی خطر سیلاب (نقشه ۳)

۲- شناخت و بررسی سازندهای زمین ساختی، دانه‌بندی رسوب و تعین مقاومت و جنس رسوب و شناخت مقاومت نسبی آن‌ها در مقابل عامل اصلی فرسایش یعنی سیلاب.

۳- احداث سازه‌هایی برای تنظیم، هدایت و مهار سیلاب. این سازه‌ها شامل سد، خاکریز، بهسازی سازه‌های قدیمی، لایروبی بستر رودخانه مخصوصاً بعد از پل میناب به‌طرف پایین دست رودخانه.



شکل ۲ -کانال میان بر و بستر متعادل کننده جریان

۴- احداث کانال میان‌بر با رعایت مقدار دبی و نوع سازندها. احداث کانال‌ها برای کاهش پیچ و خم های مئاندری، مخصوصاً احداث کانال میانبر بعد از پل میناب تا نیم‌رخ ۱۳۰. این کانال علاوه بر افزایش شیب، ضریب آبگذری رودخانه را نیز افزایش می‌دهد.

۵- تدوین ضوابط و معیارهای فنی توأم با شناسایی رفتار رودخانه در زمینه برداشت منابع رسوب رودخانه‌های. شایسته ذکر است که تدوین این ضوابط مستلزم بهره‌گیری از تجارب کارشناسی و نتایج تحقیقات زمین شناسی، ژئومورفولوژیک و مهندسی رودخانه می‌باشد. بدیهی است محل، مقدار و نوع برداشت شن و ماسه در این رودخانه برای کاهش خسارت سیل حایز اهمیت فراوانی است(بهادری ۱۳۷۸). رعایت موارد زیر در این زمینه پیشنهاد می‌گردد:

الف- محل‌های برداشت بایستی با فاصله انتخاب شوند. زیرا در این رودخانه به‌علت احداث سد، تغذیه مصالح سنگی کم‌تر انجام می‌گیرد. رعایت محل‌های برداشت، از گود افتادگی بستر جلو گیری نموده واز فرسایش خندقی و در نتیجه گردابی شدن و توسعه مئاندرها می‌کاهد. پیشنهاد می‌گردد حتی الامکان محل های برداشت منطبق بر مسیر کانال میانبر باشد. این کانال در نقشه ۴ به‌طور واضح نشان داده شده است. با این کار علاوه بر رفع نیازهای کارهای عمرانی مسیر بستر نیز اصلاح خواهد شد (احمری ۱۳۷۵).

ب- چنانچه نرخ متوسط برداشت از بستر رودخانه میناب در پایین دست سد سالانه حدود ۲۷۵۰۰۰ مترمکعب باشد تغییر محسوسی در دراز مدت درمورفولوژی بستر رودخانه ایجاد نخواهد شد.

ج- برای پایداری بیشتر رودخانه و جلو گیری از گسترش و تحول مئاندر و در نتیجه گسترش دشت سیلابی، برداشت مصالح بیشتر از ساحل کوژ مئاندر انجام گیرد(احمری ۱۳۷۵).

د- رها شدن نخاله‌های باقیمانده از سرند شدن شن و ماسه با ابعاد بسیار بزرگ در بستر رودخانه میناب (محدوده مورد مطالعه)به وفور دیده می‌شود. این تپه‌های مصنوعی در سراسر بستر سیلابی رودخانه دیده می‌شود. این تپه‌ها علاوه برکاهش جریان آب، تأسیسات صنعتی مجاور بستر و خود شهر میناب و روستاهای اطراف را در زمان سیلابی، تهدید می‌نماید.

ذ- برداشت مصالح بر سفره‌های آب زیرزمینی نیز تأثیر منفی دارد، به‌طوری که علاوه بر جلوگیری از نفوذ آب به علت رها شدن و ترسیب رسوب‌های ریزدانه (رس ولای) در اثر شستشوی شن و ماسه با وسایل مخصوص، باعث سیل گرفتگی نواحی مجاور رودخانه نیز می‌شود. پیشنهاد می‌گردد شستشوی مصالح برداشت شده در خارج از محل برداشت انجام گیرد. یا آبی که در اثر شستشو حاصل می شود در حوضچه‌های جداگانه ذخیره و مجددا استفاده شود.

۶- حذف پوشش گیاهی مانند درختان گز، کنار، کرت، کهور و کهورک از بستر رودخانه مخصوصاً در بخش انتهایی.

۷- تشکیل حوضچه‌های مصنوعی در بستر رودخانه برای تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی. از این طریق علاوه بر کاهش خسارات سیل، تا حدی جبران برداشت‌های بی رویه آب از بعضی آبخوان‌های دلتای میناب می‌شود. با این روش انتقال رسوب نیز کاهش می‌یابد. این روش در دلتای میناب حد فاصل پل تا نیم رخ (نقشه۲) وجود آبخوان‌های آزاد و نفوذپذیری لایه‌های غیر اشباع شن و ماسه در حد مناسبی است.

۸- امروزه مشخص شده است که مهار همه سیلاب‌ها امکان‌پذیر نیست تنها می‌توان با مدیریت آن ها، خسارت‌ها را به حداقل رساند. مدیریت سیلاب نیز بدون در نظر گرفتن ۷ مورد ذکر شده در رودخانه میناب عملی نخواهد بود.

۹- ترکیب روش‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای (جدول‌های۴و۵) راه حل بهینه برای به حداقل نمودن خسارات سیلاب است در عین حال این ترکیب روش‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای کم هزینه‌تر از روش‌های سازه‌ای به تنهایی می‌باشد.

منابع و مآخذ

۱- آریان‌پور، حمیدرضا، بهمن ۱۳۷۵، بررسی فنی و اجرایی روش‌های تثبیت سواحل رودخانه‌ها، چهارمین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران.
۲ - آل یاسین، احمد، اردیبهشت۱۳۷۹، راهبرد مدیریت رودخانه‌ها، مجله آب و محیط زیست- ۳۹.
۳- احمری، حبیب، ۱۳۷۵، بررسی اثرات برداشت مصالح بر شکل بستر و رژیم رودخانه، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف.
۴- بزرگ‌زاده، مصطفی، پاییز۱۳۷۲، خطر سیل و شیوه‌های مقابله با آن، مجله آب و توسعه- ۱.
۵- بهادری، فیروز، ۱۳۷۶، اصول و مبانی برداشت شن و ماسه از رودخانه‌ها، دفتر مهندسی رودخانه و سواحل و کنترل سیلاب، وزارت نیرو .
۶- پور مختار، محمد جعفر،۱۳۷۶، مدیریت برداشت شن و ماسه از رودخانه، پنجمین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه اهواز
۷- تلوری، عبدالرسول،۱۳۷۳، رودخانه و مشخصات هندسی آن‌ها، تحقیقات جهاد کشاورزی.
۸- رفاهی، حسینقلی،۱۳۷۵، فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران.
۹- سازمان جغرافیای کشور، نقشه‌های توپوگرافی، مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰۰، ۱:۵۰۰۰۰و ۱:۲۵۰۰۰ میناب.
۱۰- سازمان نقشه‌برداری کشور، عکس‌های هوایی با مقیاس‌های ۱:۵۵۰۰۰و ۱:۲۰۰۰۰ میناب.
۱۱- سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۴۱، ۱۳۷۹، سال‌نامه‌های آماری بارندگی و تبخیر استان هرمزگان.
۱۲- سازمان مدیریت منابع آب ایران، تمآب،۱۳۸۰، مهندسی سواحل و رودخانه.
۱۳- شرکت سهامی‌آب منطقه‌ای هرمزگان، ۱۳۷۱، بررسی سیلاب رودخانه میناب.
۱۴- شرکت سهامی‌آب منطقه‌ای هرمزگان،۱۳۷۴، طرح کنترل سیلاب و سازماندهی رودخانه میناب.
۱۵ - مهندسین مشاور لار،۱۳۷۲، مطالعه زمین‌شناسی حوضه آبریز رودخانه میناب.
۱۶- مهندسین مشاور لار، ۱۳۷۴، بررسی وضعیت هیدرولوژی رودخانه میناب.
۱۷ - نوحه‌گر، احمد،۱۳۸۱، ژئومورفولوژی رودخانه میناب و مدیریت آن، ساله دکتری دانشگاه تهران.
18- D. M. Lawler. (1997)- Bank erosion and instahility. John wiley
19- Borns, Miller. (1998)- Assessing networked coastal zone management programs. CoastalManayement.
20- Beatty. D. A. (1984)- Discussion of channel migration and incision on the Beatton River,Journal of Hydraulic.