نشریه

ترویج و توسعه آبخیزداری
Extension and Development of Watershed Management

سال دوازدهم- شماره ۴۵- تابستان ۱۴۰۳ Vol. 12, No. 45, Summer 2024

مروری بر روش‌های مختلف مقابله با سیلاب در ایران و دنیا و معرفی آبخیزداری سبز به‌عنوان بهترین و پایدارترین روش نوین

حمزه سعیدیان*[1]، سید بهرام اندرزیان[2] و بنفشه یثربی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱
DOI: 10.22034/wmji.2024.2030169.1072

چکیده

سیل یکی از حوادث طبیعی غیرمترقبه محسوب می‌شود که در اثر طغیان آب و زیرآب رفتن بخش قابل‌توجهی از زمین رخ می‌دهد و با توجه به خسارات هنگفتی که به بار می‌آورد شناخت روش‌های مختلف مقابله با سیل امری ضروری می‌باشد. این پژوهش بر روی روش‌های مختلف مقابله با سیل در ایران و دنیا انجام‌شده است. برای انجام این پژوهش مطالب موردنیاز از منابع داخلی و خارجی جمع‌آوری شد و ۵۱ روش مقابله با سیلاب بررسی شد. در این پژوهش سعی گردیده است نگرشی جامع بر همه روش‌های مفید و کارآمد مقابله با سیل و درنهایت تجزیه‌وتحلیل اطلاعات به‌دست‌آمده صورت گیرد. نتایج نشان داد بررسی همه روش‌های مقابله با سیل و شناخت آن‌ها و طریقه به کار بردن آن‌ها برای محققین امری ضروری است و هرکدام از روش‌ها نیز در مقیاس زمانی و مکانی خود می‌تواند در کاهش مؤثر سیل و جلوگیری از خسارت مفید باشد. هم‌چنین نتایج نشان داد که از بین ۵۱ روش بررسی‌شده مقابله با سیلاب، ۳۱ روش مربوط به روش‌های سازه‌ای و ۲۰ روش مربوط به روش‌های غیره سازه‌ای می‌باشند. نتایج هم‌چنین نشان داد تا جایی که امکان دارد بهتر است از روش‌های غیر سازه‌ای برای کنترل سیلاب در حوزه‌های آبخیز استفاده شود و ازلحاظ زیست‌محیطی و اقتصادی نیز باصرفه‌تر می‌باشد و دخالت کم‌تری هم در حوزه‌های آبخیز ایجاد می‌کند و در صورت لزوم از ترکیب روش‌های سازه‌ای با روش‌های غیر سازه‌ای استفاده شود و صرفاً از روش‌های سازه‌ای محض خودداری شود. هم‌چنین نتایج نشان داد که آبخیزداری سبز می‌تواند به‌عنوان روشی نوین برای مقابله با سیلاب در آینده گسترش یابد و تبدیل به بهترین و پایدارترین روش مقابله با سیل در ایران و دنیا شود؛ بنابراین توصیه می‌شود که آبخیزداری سبز موردتوجه مسئولین اجرایی کشور به‌طورجدی قرار بگیرد.

واژه‌های کلیدی: ***اقلیم، آب‌شناسی، شیب هیدرولیکی، سیل***

مقدمه

سوانح طبیعی تهدیدی جدی برای توسعه پایدار محسوب می‌شوند [٤ و ٢٧]. پیشینه و هدف سیلاب از فاجعه‌بارترین و خطرناک‌ترین خطرات طبیعی است [٤٠]. امروزه متخصصان آب‌شناسی الگوهای سیل‌هایی که درگذشته رخ‌داده‌اند را موردمطالعه قرار می‌دهند تا به‌پیش‌بینی زمان و مکان وقوع سیل‌های آینده کمک کنند؛ اما به‌هرحال هر نوع پیش‌بینی تنها برآورد است و قطعیت ندارد چراکه آب‌وهوا، خشکی و اقلیم همگی می‌توانند تغییر کنند. شناسایی پهنه‌های سیل‌زده جهت کنترل و مدیریت بهینه سیلاب‌های آتی می‌تواند کمک‌کننده باشد [۳]. پدیده تغییر اقلیم و گرمایش جهانی یکی از مهم‌ترین و بزرگ‌ترین چالش‌های عصر کنونی است که چرخه هیدرولوژیکی در مقیاس جهانی و منطقه‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۸] که مهم‌ترین تأثیرات منفی تغییر اقلیم وقوع سیلاب‌های ناگهانی است [١٦]. انجام عملیات مهار سیل در سراسر حوزه‌های آبخیز نه‌تنها امکان‌پذیر نیست بلکه ممکن است اثرات تشدیدکننده در بر داشته باشد [۳۱]. سیل یکی از مخرب‌ترین مخاطرات طبیعی که اثرات منفی را در زمینه‌های توسعه اجتماعی- اقتصادی، صنعت، کشاورزی و زیرساخت‌ها از خود برجای می‌گذارد [۸، ۲۸ و ۲۰]. عموماً تغییرات سیل‌خیزی تحت کنترل سه عامل خاک، پوشش گیاهی و توپوگرافی می‌باشد [۲۳]. «یو» چهره‌ای افسانه‌ای در تاریخ چین است که علت آن این است که در حدود ۲۱۰۰ پیش از میلاد یو راهی برای کنترل سیل ویرانگر رود زرد پیدا کرد. یو اطلاعات مربوط به سیل‌های قبلی رود زرد را موردمطالعه قرار داد و یادداشت کرد که در کجا جریان این رود از همه قوی‌تر بوده و دشت‌های سیل در کدام مکان‌های رود از همه آسیب پذیرتراند. یو به‌جای ساختن سد بر روی رود زرد توصیه کرد آن را لایروبی کنند و گروهی از

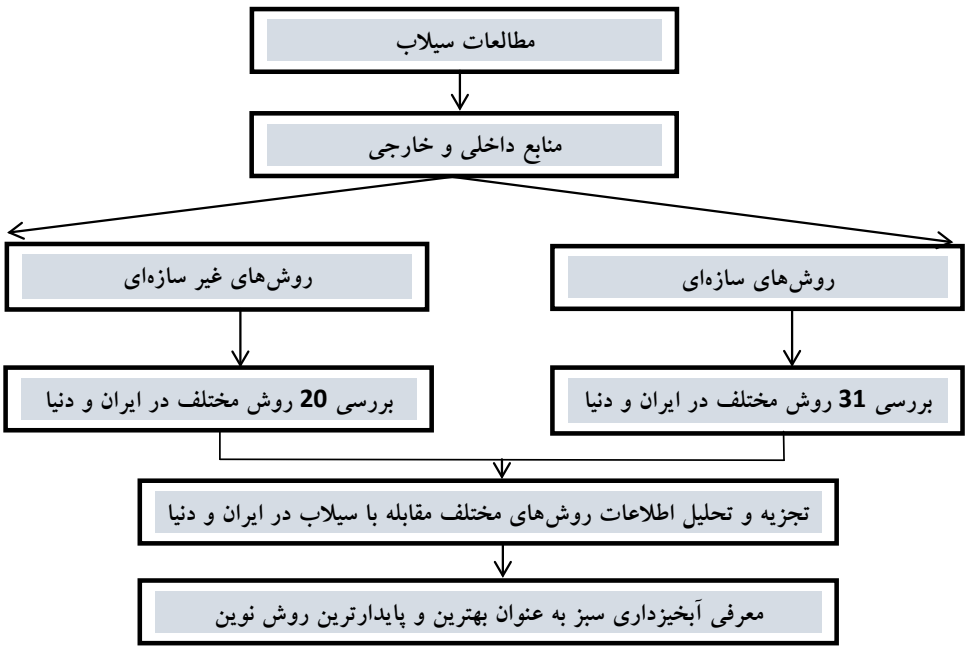
۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حافظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران. Hamzah.4900@yahoo.com
۲- دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
۳- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات جنگل ها و مراتع، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

مهندسان کانال‌های این رود را عمیق‌تر کردند تا پذیرای آب بیش‌تری باشد. یو هم‌چنین بر ساخت کانال‌های آبیاری متعدد نظارت کرد تا جریان کانال اصلی رودخانه در زمان جاری شدن سیل منحرف شود. در سال‌های اخیر خسارات ناشی از سیل در شهرها ابعاد بیش‌تری به خود گرفته است که دلیل آن تراکم جمعیت و توسعه پهنه‌های نفوذناپذیر می‌باشد طوری که مناطق شهری ۳۰ تا ۱۰۰ درصد، حجم رواناب‌ها را افزایش می‌دهند [۷]. امروزه باوجود پیشرفت‌هایی که در عرصه‌های مختلف علم و صنعت صورت پذیرفته، هنوز بشر در مقابل پدیده سیل آسیب‌پذیر است [۳۷ و ٤١]. همیشه ممکن نیست که از سیل جلوگیری کرد، اما اغلب امکان دارد که آسیب ناشی از سیل به حداقل رسانده شود. ساختمان‌های اطراف رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دریاها می‌توانند دچار سیل شوند و بندها، کانال‌های رواناب و مخازن قادرند جلوی سرریز شدن آب را بگیرند. بااینکه سیل و طغیان رودخانه‌ها پدیده‌ای طبیعی است و درگذر زمان رخ داده است، امروزه به دلیل دخالت‌های بی‌رویه در بسیاری نقاط که قبلاً سیل نمی‌آمده، طغیان‌های بزرگی مشاهده می‌شود. درواقع چنانچه با اندکی از بارندگی، سیل‌های مخرب ایجاد می‌شود، نشان‌دهنده ضعف در برنامه‌ریزی و نبود پیش‌بینی‌های لازم می‌باشد [۱۹]. ضمناً فراوانی وقوع سیل و خسارت‌های ناشی از آن در ایران و در استان‌های مختلف آن از یک‌روند فزاینده برخوردار می‌باشد [۲٤، ۳۰ و ۳۵]. استفاده از سنجش‌ازدور و به‌خصوص داده‌های رادار ابزاری مناسب جهت استخراج منطقه سیل‌زده در کم‌ترین زمان ممکن، جهت مدیریت به‌موقع منطقه سیل‌زده محسوب می‌شود [۱۰ و ۱۷]. سیلاب‌ها بر دو گونه‌اند: سیلاب‌های آرام که به‌تدریج در طی روزها و هفته‌ها در اثر بارندگی و افزایش حجم ناگهانی آب رودخانه و دریاچه‌ها ایجاد می‌شود و سیلاب‌های ناگهانی در اثر افزایش ناگهانی حجم آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها ایجادشده و با خود مرگ و مصدومیت افراد و تخریب منازل را به همراه دارد. بسیاری از اندیشمندان اعتقاد دارند که سیل و پیامدهای مخرب آن از زمانی آغاز شد که بشر قوانین حاکم بر طبیعت را نادیده گرفت و تلاش کرد بدون توجه به این قوانین، اهداف خود را دنبال کند [۲۹]. امروزه با ابداع روش‌های مختلف و به کار بردن روش‌های گوناگون برای پیش‌بینی سیلاب و عوامل مؤثر ایجادکننده آن، سعی در مهار این نیروی سر کش طبیعت دارند [۲٦]. ضمناً جوامع پیشرفته با استفاده از توان علمی و فنی و سازمان‌دهی اصولی توانسته‌اند به مقابله با این بلایا برخاسته و میزان خسارات ناشی از وقوع حوادث را به حداقل کاهش دهند [۲۵]. البته علیرغم توسعه علم و فن‌آوری، شواهد نشان می‌دهند که آسیب‌پذیری نسبت به سیل در مقایسه با گذشته افزایش‌یافته است [٦]. تعداد حوادث سیل و خسارت‌های ناشی از آن در دهه‌های گذشته به‌طور چشمگیری افزایش‌یافته است [۱۲، ۱۳، ۲، ۱۱ و ۳٦]؛ بنابراین شناخت روش‌های مختلف مقابله با سیل می‌تواند به محققان کمک کند تا از روش‌های ترکیبی سازه‌ای و غیر سازه‌ای برای مهار سیلاب در حوزه‌های آبخیز سراسر کشور به‌خصوص حوزه‌های آبخیز سیل‌خیز استفاده مناسب کنند.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش مطالب موردنیاز از منابع داخلی خارجی جمع‌آوری شدند. در این پژوهش ۵۱ روش مقابله

با سیلاب بررسی شد و سعی گردیده است روش‌های مختلف مقابله با سیل و چگونگی اجرای آن‌ها، در ایران و دنیا بررسی‌شده و درنهایت تجزیه‌وتحلیل اطلاعات و بهترین راه‌کارهای استفاده از روش‌های مختلف مقابله با سیل در ایران و دنیا ارائه شود.



شکل ۱: نمودار مراحل انجام تحقیق

نتایج

روش‌های پیشگیری و مقابله با سیل در ایران و دنیا:

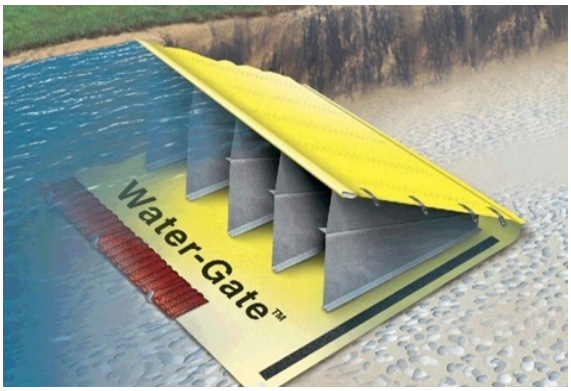
روش‌های سازه‌ای:

روش‌های سازه‌ای به‌تمامی فعالیت‌هایی گفته می‌شود که با احداث سازه‌های مهندسی، سعی در کاهش دبی اوج سیلاب، افزایش ظرفیت رودخانه‌ها و جلوگیری از طغیان رودخانه‌ها و انتقال و هدایت آب اضافی به مناطق دیگر می‌شود و باعث کاهش خسارات سیل می‌شود [۳۳]. یکی از روش‌های مقابله با سیل، ساخت کانال‌های آبیاری می‌باشد. ساخت کانال‌های آبیاری متعدد، جریان کانال اصلی رودخانه را در زمان جاری شدن سیل منحرف می‌کند و باعث کاهش خسارات وارده می‌شود؛ بنابراین می‌تواند در مواقع لزوم مورداستفاده قرار گیرد و در کاهش سیلاب نقش‌آفرینی کند. البته دریچه‌های تنظیم آب و کنترل دبی از مهم‌ترین بخش‌های هر شبکه آبیاری محسوب می‌شود [۳۹]. یکی دیگر از روش‌های کنترل خسارت‌های سیل، احداث بندهای آبخیزداری می‌باشد [۳٤].

بندهای آبخیزداری سازه‌های کوتاهی هستند که در مسیر جریان آبراهه‌ها به‌منظور کاهش شیب، کاهش سرعت جریان مهار رسوب و سیلاب، ایجاد شرایط مناسب برای تثبیت بستر و شیب‌های جانبی مسیل‌ها استفاده می‌شوند [۹].

بندها معمولاً از خود زمین منطقه ساخته می‌شوند. بندها را با ستون کردن خاک، شن و ماسه و یا سنگ‌ها در نزدیکی کناره‌های یک رودخانه می‌سازند. بندها هم‌چنین ممکن است از بلوک‌های چوبی، پلاستیکی یا فلزی ساخته‌شده باشند. حتی آن‌ها را می‌توان به‌وسیله بتن تقویت کرد. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، تغییر ساختار منازل و محل کار می‌باشد. انعطاف‌پذیری در مقابل سیل یکی از روش‌های مقابله با سیل می‌باشد. بتن‌سازی کف و استفاده از مواد قدرتمندتر در ساختار خانه‌ها و محل کار توصیه می‌شود. ساخت خانه‌های ضد آب و انتقال سیستم الکتریکی به مکان‌های بالاتر بر روی دیوارها باید در اولویت مقابله با سیل قرار گیرد. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل دیوار طبیعی و مصنوعی می‌باشد. یکی از ساده‌ترین و کارآمدترین روش‌های جلوگیری از جاری شدن سیل در مناطق ساحلی، درست کردن دیوار طبیعی از سنگ‌های ساحلی است. این کار به میزان قابل‌توجهی مانع از نفوذ آب دریا به ساحل و جاری شدن سیلاب می‌شود. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، تأسیس دیوارهایی با جداره‌های شیشه‌ای در نزدیکی ساحل دریاها است. البته این روش در حاشیه رودخانه‌ها نیز استفاده می‌شود که در آنجا نیز کارایی بالایی را از خود نشان داده است. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل ساخت سازه‌ها با ارتفاع بالاتر از سطح سیل می‌باشد باید تمام ساختمان‌های جدید یک متر بالاتر از سطح زمین برای جلوگیری از آسیب‌های سیل ساخته شوند وقتی‌که سطح ساختمان‌ها بالا باشد سیلاب کوچک و متوسط قادر به تخریب آن‌ها نخواهند بود و فقط سیلاب‌های نادر و بزرگ به این ساختمان‌ها آسیب وارد می‌کنند. برای شروع، معماران باید سازه را بالاتر از سطح تراز سیل بسازند تا در صورت وقوع حادثه، خسارت به حداقل برسد. باید اطلاعات مربوط به پهنه‌بندی سیل که توسط سازمان‌های مربوطه تهیه می‌شود در اختیار معماران قرار گیرند. با این اطلاعات، معماران می‌توانند تشخیص دهند که ساختمان را در چه ارتفاعی بسازند و با چه روشی باید تنظیم ارتفاع شود. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، لوله‌های هوا می‌باشد. یکی از مؤثرترین موانع، قرار دادن لوله‌های هوا در مقابل سیلاب است که به شکلی باورنکردنی جلوی وقوع سیلاب در روستاها و شهرها می‌گیرد. این لوله‌ها که در آن‌ها هوا جریان دارد را به‌سادگی می‌توان در حاشیه ساحل دریاها یا رودها و یا حتی شهر و روستا به‌منظور جلوگیری از نفوذ سیلاب پهن کرد تا آسیب ناشی از سیلاب به حداقل برسد. به‌عنوان‌مثال کشور دانمارک در اقدامی جالب در سال ۲۰۱۱ اقدام به ساخت لوله‌های دوقلو و سه‌قلو کرد که در عین سادگی، ناباورانه از نفوذ آب به سطح شهر کپنهاگ جلوگیری می‌کنند. این لوله‌ها در سه اندازه متفاوت و به‌منظور جلوگیری از سیلاب‌هایی با شدت و سه ارتفاع مختلف ساخته شده‌اند. کوچک‌ترین لوله دوقلو متشکل از دو لوله با قطر ٦۰ سانتی‌متر است که برای پیشگیری از جاری شدن سیلاب‌هایی با ارتفاع ۳۷ سانتی‌متر طراحی‌شده است. مدل دوم از سه لوله با قطر ٦۰ سانتی‌متر ساخته‌شده که می‌تواند با سیلاب‌های تا ارتفاع ۵۰ سانتیمتر مقاومت کند؛ اما سازه سوم متشکل از دو لوله با قطر ۱۲۵ سانتی‌متر برای مقابله با سیلاب‌های شدیدی است که ارتفاع آب را تا ۸۰ سانتی‌متر بالا می‌آورد. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، سیستم هوشمند CENTAUR می‌باشد. دانشگاه شفیلد و کویمبرا در پروژه‌ی موسوم به پروژه CENTAUR راه‌حلی خلاقانه برای رفع مشکل سیلاب شهری ارائه دادند که هزاران نفر را در مناطق شهری دنیا تحت تأثیر قرار می‌دهد. محققان بر این باورند که CENTAUR نوعی سیستم هوشمند، خودکار و منطقه‌ای است که از ظرفیت ذخیره شبکه زه کشی به‌منظور کاهش خطر سیلاب‌های شهری و کاربردهای مشابه استفاده می‌کند. پروژه CENTAUR از رویکردهای داده محور برای ایجاد راهکارهای کنترل زمان واقعی به‌منظور فعال کردن ذخیره‌سازی فاضلاب در مقیاس محلی استفاده می‌کند. در این پروژه روش‌های پیچیده‌ای وجود دارد که از طریق محاسبات کامپیوتری به‌دست‌آمده در ترکیب با وسایل کنترل جریان‌های طراحی‌شده خاص به‌منظور کاهش خطر سیلاب استفاده می‌شوند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، مناطق ذخیره‌سازی آب می‌باشد. در برخی کشورها برای استفاده از سیل‌ها و افزایش منابع آبی، مخازنی برای جمع‌آوری سیلاب ایجادشده است. یکی از این مناطق بریتانیا است که مخازن خاصی در خیابان‌ها ایجاد کرده است. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل دیواره آبی می‌باشد. در این روش‌ها در هنگام سیلاب جداره‌های نفوذناپذیر به‌وسیله آب، پل می‌شوند و دیواره آبی در مقابل سیلاب را تشکیل می‌دهد. در این روش به‌وسیله سیلاب، سیلاب مهار می‌شود. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، ایجاد موانع هوشمند در مسیر سیلاب‌ها می‌باشد، آژانس

محیط‌زیست بریتانیا برای کاهش ورود سیلاب، موانع متحرکی در مسیر خطر سیل ایجاد کرده است. این موانع موقت می‌تواند به روش دفاعی دائم در برابر سیلاب نیز تبدیل شود. ساختاری هوشمند در این موانع ایجادشده که به‌طور خودکار در زمان لازم، عملکرد موردنیاز را اجرا می‌کند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، استفاده از کیسه‌های شن و خاک می‌باشد، استفاده از کیسه‌های شن و خاک یکی از روش‌های متداول در مهار جریان سیل است اما تغییرات اقلیمی و گرمایش کره زمین به طبع آن، با تشدید شدت و فراوانی وقوع سیلاب در جهان، رفته‌رفته روش‌های سنتی را بی‌اثر کرده است و دارای کارایی اندک و درجاهای خاص کاربرد دارند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، سیل بندهای متحرک می‌باشد. سیل بندها تأسیساتی هستند که معمولاً در مجاورت رودخانه‌ها یا دریاچه‌ها و در مسیر مسیل‌ها احداث می‌گردند تا از پخش و انتشار سیل به داخل اراضی و محلات شهری محافظت به عمل آید [۵]. مجمع‌الجزایر ژاپن تاریخچه‌ای طولانی در مواجه با سیلاب‌های ویرانگر دارد که بیش از همه مناطق ساحلی این کشور را تهدید می‌کند. مهندسان ژاپنی برای حفاظت از این مناطق در برابر خطر سیل، سیستم پیچیده‌ای از کانال‌ها و سدهای سلولی سیل گیر را طراحی کرده‌اند. انرژی اکثر دروازه‌های آبی موجود در مناطق سیل‌خیز ژاپن از طریق موتورهای پیشران آبی خودکار تأمین می‌شود و فشار آب نیروی لازم برای باز و بسته شدن دروازه‌ها را فراهم می‌کند. ازآنجاکه موتورهای هیدرولیک [آبی] با برق‌کار نمی‌کنند، قطع برق در طول طوفان، تأثیری بر عملکرد آن‌ها ندارد. هلند نیز از دیگر کشورهای سیل‌خیز است که ۶۰ درصد از جمعیت آن پایین‌تر از سطح دریا زندگی می‌کنند. هلندی‌ها در فاصله سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۷برای مقابله با سیل، عملیات دلتا را به راه انداختند که شامل مجموعه‌ای از سدها، بندهای سیل گیر، سدهای سلولی، خاک‌ریز و موانع طوفان است. آنچه سدهای هلندی را از سدهای رایج متمایز می‌کند این است که در این بندها از دروازه‌های متحرک استفاده‌شده است که در زمان لزوم باز و در وقت نیاز بسته می‌شوند، مکانیزمی که به کنترل و مدیریت جریان سیل کمک شایانی می‌کند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، شفت‌های زیرزمینی می‌باشد. ژاپنی‌ها در قرن‌های متمادی، لزوم استفاده از فناوری‌های پیشگیرانه را برای تضمین امنیت جانی شهروندانش در مواجهه با بلایای طبیعی درک کرده‌اند. ژاپنی‌ها در همین راستا پروژه‌ای را با عنوان کانال زیرزمینی تخلیه خارجی حوزه کلان‌شهر به راه انداخته‌اند که هدف اصلی آن منحرف کردن مسیر آب اضافی حاصل از بارش‌های سنگین از ناحیه شهری به سمت شفت‌های زیرزمینی است. این آب در ادامه به رودهایی که فاصله زیادی با کانون‌های جمعیتی دارند، منتقل می‌شود. در این سیستم حداقل ۵ شفت عمودی به‌کاررفته که آن‌چنان بلند و عمیق هستند که می‌توانند یک شاتل فضایی را در خود جای دهند. هر شفت به یک کانال۳ / ۶کیلومتری با قطر ۱۰ متر متصل است که به یک مخزن بزرگ تنظیم فشار منتهی می‌شود. هدف از تعبیه این مخزن آن است تا از سرعت جریان بی‌وقفه آب بکاهد و فشار مطلوب آب را حفظ کند. این سیستم۱۷۷ متری، حداقل ۲۲ متر زیرزمین قرار دارد و پمپ‌های بزرگی در آن تعبیه‌شده‌اند که سطح و فشار آب را کنترل می‌کنند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، استفاده از دروازه آب می‌باشد. دروازه آب دستگاهی است که از انرژی آب وارده برای برقراری تعادل در خود استفاده می‌کند. هرچند استفاده از این دستگاه نسبت به کیسه‌های شنی هزینه‌بر تر بوده اما کارایی آن در مهار آسیب‌های ناشی از سیل اثبات‌شده است. هر کس می‌تواند برای حفاظت از خانه خود در برابر سیلاب تنها ظرف چند ساعت این دستگاه را نصب کند. دستگاه‌های بزرگ‌تر نیز برای حفاظت از مناطق بزرگ‌تر در دسترس هستند. دروازه آب از کیسه‌های شنی سبک‌تر است و امکان استفاده مجدد از آن وجود دارد. دروازه آب یک دستگاه پی‌وی‌سی هوشمند است که از فشار آب در حال عبور برای ایجاد تعادل خود استفاده می‌کند. شاید این روش از روش چیدن کیسه‌های شن و ماسه روی‌هم گران‌تر تمام شود، ولی تجربه ثابت کرده که ابزاری بسیار مؤثر برای جلوگیری از آسیب‌های سیل است.



شکل ۲: استفاده از دروازه آب

یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، دیواره جلوگیری از ورود آب می‌باشد. دیواره‌ای از جنس پلی‌استر فوق مقاوم است که هدف اولیه ساخت آن مقابله با آب از طریق آب بود. این سیستم یک تیوب بلند با یک ساختار پشتیبان داخلی است که با وصل شدن به هر منبع آبی در نزدیکی خود پر از آب‌شده و همچون سدی مقاوم در برابر جریان سیل می‌ایستد. استفاده، تعمیر و جمع‌آوری این دیواره‌ها همچون دیگر دستگاه‌های مشابه به‌راحتی و در کم‌ترین زمان انجام می‌شود. دیواره‌های حفاظتی برای ممانعت از نفوذ آب، سامانه‌ای بادوام است که از پلی‌استر ساخته‌شده و طول آن به حدود ۵۰ متر می‌رسد. ایده اصلی در ساخت این دیواره‌ها جنگیدن با آب در مقابل آب است.

در ساختار داخلی این دیواره‌ها یک لوله بلند به‌کاررفته است که با وصل شدن به نزدیک‌ترین منبع آب پرشده و به‌صورت مانعی سنگین در برابر هجوم سیلاب‌ها عمل می‌کند. این سامانه‌ها به‌سادگی جمع‌آوری و بسته‌بندی می‌شوند.

شکل ۳: دیواره جلوگیری از ورود آب

یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، سدها و آب‌بندهای فوری می‌باشد. آب‌بندهای فوری از محبوب‌ترین دستگاه‌های مقابله با سیل در آمریکای شمالی بوده که در ابعاد۵ ، ۱۰ و ۱۷ فوتی و مناسب برای هر شرایط محیطی در دسترس هستند. نظراتی که تاکنون در مورد این فناوری ارائه‌شده از رضایت مصرف‌کنندگان از کارایی آن حکایت دارد. سدهای فوری سریع‌ترین روش و ابزار ممکن برای مقابله با سیل در آمریکای شمالی است. این سدهای فوری هم‌اکنون در اندازه‌های گوناگون تا ۵ متر وجود دارند و مناسب برای انواع محیط‌ها هستند. تجربه نشان داده که این محصول تا زمانی که سیل افزایش نیافته است، به‌راحتی می‌تواند از یک‌خانه در مقابل ورود سیل به آن محافظت کند و آن را خشک نگه دارد.

شکل ٤: سدها و آب‌بندهای فوری

یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل قطعات ضد سیل می‌باشد که قطعاتی هم‌چنین مانند هستند که می‌توان با وصل کردن آن‌ها به هم و قرار دادن الگوی حاصل در محل مناسب، از ساختمان‌های مسکونی و تجاری در برابر سیل محافظت کرد. فوم به‌کاررفته در کف این قطعات آب را در خود نگه‌داشته و از نشت آن جلوگیری می‌کنند. با توجه به‌سادگی و وزن پایین این سیستم افراد برای استفاده از آن نیازی به آموزش‌های ویژه ندارند. مقرون‌به‌صرفه بودن و کیفیت بالا، آن‌ها راهکار مؤثرتری نسبت به سیل بند می‌باشند. این ابزار درواقع جعبه‌هایی هستند که به‌صورت اتوماتیک از آب پر می‌شوند و ازآنجاکه کف‌پوش آن‌ها فوم است، با محصور کردن آب مانع خروج آن به بیرون می‌شوند. این سیستم کاملاً ساختار ساده و سبکی دارد که موجب می‌شود جمع‌آوری آن نیز بسیار راحت باشد و به دلیل کیفیت بالایی که دارد، یکی از بهترین جایگزین‌ها برای کیسه‌های شن و ماسه به شمار می‌رود.

شکل ٥: قطعات ضد سیل

یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل،Hertiage Floodguard می‌باشد. آکواباکس یک شرکت پیشگام در زمینه مقابله با آسیب جریان سیل است که تاکنون ابزارهای مختلفی را برای محافظت از خانه و شهرها در مقابل بالا آمدن سیل ارائه کرده است اما محبوب‌ترین این ابزارها Hertiage Floodguard است که به‌نوعی یک خط دفاعی برای جلوگیری از نفوذ آب به درها و پنجره‌ها به شمار می‌رود. این موانع بسیار سبک و چند بار مصرف همانند حفاظ‌های دائمی عمل می‌کنند و تاکنون توانسته‌اند از نفوذ آب سیل به هزاران خانه جلوگیری کنند.

شکل ٦: استفاده از Hertiage Floodguard

یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، تعمیر دریچه‌های می‌باشد. تعمیر دریچه‌های آب و اتصال به سیستم آب و فاضلاب با بالاترین استاندارد جهانی تعمیر و اصلاح دریچه‌های آب و سامانه‌های فاضلاب نیز نقش مهمی در کاهش خسارت سیل دارند. دریچه‌های آب باید به‌گونه‌ای باشند تا در صورت وجود خطر به‌راحتی توسط افراد باز شوند تا آب جریان یابد و محبوس نشود. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، سد مقابله با سیل در رودخانه‌ها می‌باشد. در انگلستان، مهندسان برای جلوگیری از جاری شدن سیل در رودخانه تایمز ابتکار جالبی به خرج داده‌اند و از موانع متحرک استفاده می‌کنند. این سدهای متحرک از فولاد تو خالی ساخته شده‌اند و دروازه‌های آب آن به‌گونه‌ای تعبیه‌شده که کشتی‌ها بتوانند از کنار آن عبور کنند. در صورت نیاز این دروازه‌های آب بسته می‌شوند تا آب از طریق جریان آب رودخانه کنترل شود و سطح رودخانه تایمز به‌صورت ایمن باقی بماند. گفتنی است که این سدها از پوشش براق و فولادی درست‌شده‌اند تا بازوهای دروازه‌های بزرگ آب قابل باز و بسته شدن باشند.

شکل ۷: سد مقابله با سیل در رودخانه

یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، دروازه‌های آب با موتورهای هیدرولیک می‌باشد. ژاپن جزیره‌ای است که با آب احاطه‌شده است و درنتیجه سابقه‌ای طولانی در وقوع سیل دارد. مناطق ساحلی و امتداد رودخانه‌های این کشور همیشه در معرض خطر هستند. در همین راستا مهندسان آب ژاپنی سیستم پیچیده‌ای از کانال‌ها و قفل‌های دروازه ورودی ابداع کرده‌اند تا مانع این سیل‌ها شوند. ژاپن پس از وقوع سیل فاجعه آور سال۱۹۱۰ ، شروع به کشف روش‌هایی برای حفاظت از مناطق پایین‌دست در بخش کیتا در توکیو کرد. در همین راستا نیز معماری اولیه دروازه‌های سرخ ضد سیل در ژاپن در سال ۱۹۸۲ آغاز شد. موتورهای خودکار آبی در زمان وقوع سیل، قدرت لازم برای باز و بسته شدن دروازه‌های آبی را به سدها می‌دهند تا بتوانند مانع ایجاد سیل شوند. درواقع فشار آب نیرویی ایجاد می‌کند تا این دروازه‌ها در صورت نیاز باز یا بسته شوند. اگر سیل یا طوفان موجب قطع برق شوند، این سدها فعالیت خود را همچنان حفظ می‌کنند.

شکل ۸: دروازه‌های آب با موتورهای هیدرولیک

یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، استفاده از مواد مقاوم در برابر سیل می‌باشد. مواد مقاوم در برابر سیل، موادی هستند که می‌توانند به مدت حداقل ۷۲ ساعت بدون دیدن آسیب جدی در مقابل آب جاری قرار گیرند. آب سیل می‌تواند هم هیدرو استاتیک و هم هیدرودینامیکی باشد و در بیش‌تر موارد منجر به‌جا به‌جایی دیواره‌های فونداسیون، خرابی سازه، شناورسازی مخازن سوخت می‌شود. برای جلوگیری از آسیب‌های جدی، مواد مقاوم در برابر سیل باید بادوام بالا و مقاوم در برابر رطوبت باشند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، سدی با دروازه‌های متحرک می‌باشد. هلند همیشه چالش بزرگی با دریا دارد؛ زیرا ۶۰ درصد زمین‌های این کشور زیر سطح دریا هستند و درنتیجه کنترل سیلاب‌ها کار بسیار دشواری است؛ اما این کشور برای جلوگیری از جریان سیل شبکه پیچیده‌ای از سدها، بندهای سیل گیر، قفل‌ها، دیواره‌ها و موانع درست کرده است که می‌تواند جریان سیلابی را هدایت و از بروز جریان شدید سیل جلوگیری کند. یکی از مهم‌ترین این پروژه‌ها، پروژه Oosterschelde است که به‌عنوان یک سد بزرگ دروازه‌های آن متحرک و قابل‌کنترل هستند.

شکل ۹: سد با دروازه‌های متحرک

یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، سد طوفان می‌باشد. هلند راهکار دیگری برای مقابله با سیل که Maeslantkering یا Maeslantنام دارد و درواقع آبراهه‌ای هوشمند با توربین‌های بادی است که در سال ۱۹۹۷ برای مقابله با طوفان طراحی شد و یکی

از بزرگ‌ترین سدهای متحرک در جهان لقب گرفت. هنگامی‌که سطح آب در این منطقه افزایش می‌یابد دیواره‌های این آبراه که با کامپیوتر کنترل می‌شوند به یکدیگر نزدیک می‌شوند و آب مخازن داخل سد را پر می‌کند. وزن آب داخل مخازن دیواره‌ها موجب می‌شود که دیواره‌ها به پایین حرکت کنند و مانع عبور آب شوند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، مخازن آرامش یا تسکین سیل می‌باشد. مخازن تشکیل سیل جهت ذخیره کردن بخشی از جریان‌های سیلابی رودخانه در زمانی که امکان وارد آمدن خسارات به پایین‌دست وجود دارد و برای رها شدن تدریجی و مطمئن آن پس از فروکش کردن سیلاب به کار می‌رود [۱۵]. مخازن تشکیل سیل به دو نوع مخازن ذخیره‌ای و مخازن تأخیری تقسیم می‌شوند، مخازن ذخیره‌ای به‌صورت کنترل‌شده، خروجی‌های آن توسط دریچه‌ها و شیرها انجام می‌شود درصورتی‌که خروجی مخازن تأخیری بدون دریچه بوده و به‌صورت خودکار از طریق حجم آب موجود در مخزن تنظیم می‌گردد [۲۲]. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، پروژه Mose می‌باشد. شهر ونیز در ایتالیا هم یکی از شهرهای شناخته‌شده ازنظر نزدیکی آن با آب است. گرم شدن زمین یکی از مسائلی است که موجب شده مقامات این شهر هزینه هنگفتی را برای اجرای پروژه MOSE صرف کنند. این پروژه شامل ۷۸ مانع است که هرکدام می‌توانند به‌طور مستقل وضعیت آب را کنترل کنند و از ونیز در مقابل جزر و مد و سیل محافظت کنند.

شکل ۱۰: پروژه Mose

یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، حصارهای روزنه دار می‌باشد. حصارهای روزنه‌دار سازه‌هایی انعطاف‌پذیر هستند که با سنگ یا خاک در محل پر می‌شوند. اولین بار برای کنترل و مهار سیل در بزرگراه‌های آمریکا استفاده شد. انعطاف‌پذیری قفس فلزی سبب شده است که این سازه‌ها در مقابل سیلاب مقاوم باشند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل گوره می‌باشد. گوره بند خاکی کوتاهی است که در فواصل مختلف از کنار رودخانه و در امتداد آن ساخته می‌شود تا به‌عنوان کناره‌های مصنوعی در دوره‌های سیلابی که آب رودخانه از کناره‌های طبیعی خود بیرون می‌رود، زمین‌های اطراف رودخانه را از آب‌گرفتگی محافظت کند [۱]. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، بلوک‌های هوشمند می‌باشد. استفاده از بلوک‌های هوشمند باهدف کنترل سیل از دیگر روش‌هایی است که می‌تواند پشت در خانه‌ها، انبارها و غیره استفاده شود. این بلوک‌های هوشمند باکیفیت بالای خود گاهی مؤثرتر از کیسه‌های شن و ماسه هستند. درواقع این بلوک‌ها می‌توانند ضمن اندازه‌گیری فشار آب، به ساکنان خانه‌ها هشدار دهند که وضعیت پشت در بحرانی است یا قابل‌کنترل. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، سیل بند می‌باشد. عملکرد اصلی دیوارهای سیل بند، هدایت رواناب و جلوگیری از گسترش سیل در منطقه مورد محافظت است. دیوارهای سیل بند، در یک وجه تحت تأثیر بارگذاری فشار هیدرواستاتیک سیلاب و در وجه دیگر تحت تأثیر فشار خاک و آب زیرزمینی است. دو نوع اصلی سیل بندها، عبارت‌اند از سیل بندهای رودخانه‌ای و سیل بندهای ساحلی. سیل بندهای رودخانه‌ای در طول مشخصی از ساحل رودخانه یا مسیل اجراشده و در هنگام سیلاب با جلوگیری از ورود سیل به اراضی کشاورزی و شهری تحت تأثیر فشار هیدرواستاتیک از سمت رودخانه تا تراز سیلاب قرار می‌گیرند. در مقابل سیل بندهای ساحلی که در کنار دریاها اجرا می‌شوند، تحت تأثیر بارهای کوتاه‌مدت ناشی از بالا آمدن آب در اثر موج ضربات موج یا اثر جزر و مد دریا هستند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل آبخیزداری سبز می‌باشد که تلفیقی از آبخیزداری سنتی، آبخیزداری نوین و آبخیزداری هوشمند است. فعالیت‌های آبخیزداری سنتی، نوین و هوشمند تأثیر زیادی در کاهش اثرات ناشی از سیل دارد. در همین راستا ارزیابی پروژه‌های آبخیزداری از بنیادی‌ترین اقداماتی است که به‌منظور برنامه‌ریزی‌های آتی در خصوص طرح‌های اجرایی و مدیریت منابع طبیعی باید موردتوجه قرارگرفته و انجام شود. کل منابع طبیعی ازجمله آب، جنگل، مرتع، پوشش گیاهی و غیره که در حوزهٔ آبخیز قرار دارد باید به نحوی مدیریت شوند و مورد بهره‌برداری قرار گیرد تا منجر به حفظ آب‌وخاک و مقابله با سیل شود. آبخیزداری سنتی شامل روش‌هایی قدیمی است که مورداستفاده قرار می‌گیرند و آبخیزداری نوین نیز مربوط به روش‌هایی است که در دهه‌های اخیر مورداستفاده قرار گرفتند ولی آبخیزداری هوشمند نیز شامل روش‌هایی است که هنوز یا به‌کاربرده نشده‌اند یا اینکه به علت عدم علم و دانش مناسب مورداستفاده کمی قرارگرفته‌اند. تلفیقی از آبخیزداری سنتی، نوین و هوشمند می‌تواند به آبخیزداری سبز منجر شود که از بهترین و پایدارترین روش‌های مقابله با سیل در دنیا باشد. آبخیزداری سبز می‌تواند از به هم خوردن شیب طبیعی رودخانه‌ها و آبراهه‌ها که توسط آبخیزداری فعلی انجام می‌شود جلوگیری کند و قطره باران را در همان‌جایی که بر زمین می‌افتد کنترل نماید و از میزان فرسایش و ایجاد سیل به میزان خیلی زیادی جلوگیری نماید. آبخیزداری سبز معمولاً روی دامنه‌ها با استفاده از روش‌های سازه‌ای و غیره سازه‌ای انجام می‌شود ولی بهتر است بیش‌تر از روش‌های غیر سازه‌ای استفاده شود و در صورت لزوم از ترکیب روش‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای استفاده شود. آبخیزداری سبز نه‌تنها شیب هیدرولیکی رودخانه‌ها و آبراهه‌ها را به هم نمی‌زند بلکه باعث شیب هیدرولیکی مناسب طبیعی نیز در رودخانه‌ها و آبراهه‌ها می‌شود؛ بنابراین لازم است

که آبخیزداری سبز موردتوجه مسئولین اجرایی کشور به‌طورجدی قرار بگیرد. ضمناً آبخیزداری سبز می‌توانند به‌عنوان کم‌هزینه‌ترین و مؤثرترین روش مقابله با سیلاب در آینده موردتوجه محققان مختلف در سرتاسر دنیا قرار گیرد که علت آن به خاطر الهام گرفتن از طبیعت و در راستای قوانین طبیعی حرکت کردن در حوزه‌های آبخیز می‌باشد.

روش غیر سازه‌ای:

روش غیر سازه‌ای روشی است که نحوه برخورد با مسئله سیل و کاهش خسارت آن بیش‌تر جنبه نرم‌افزاری و مدیریت دارد و برای رفع یا تسکین اثرات تخریبی سیلاب سازه‌های فیزیکی احداث نمی‌شود [۳۳]. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، دخالت نکردن در طبیعت و مدیریت کاربری اراضی می‌باشد، یکی از مهم‌ترین راه‌های مقابله با سیل، دخالت نکردن در حوزه‌های آبخیز و طبیعت می‌باشد. حوزه‌های آبخیز به‌طور طبیعی تمایل دارند به حالت پایدار و درنتیجه به تعادل برسند وقتی انسان به صورت‌های مختلف در طبیعت دخالت می‌کند باعث تخریب و درنتیجه به هم خوردن این تعادل پایدار می‌شود و چون طبیعت باید به حالت پایدار برسد بنابراین با سیل‌های مخرب در حوزه‌های آبخیز این عدم تعادل را جبران می‌کند. در حقیقت عنصر انسانی در ارتباط با حفظ پایداری و توانایی حوزه‌های آبخیز ضعیف عمل کرده و به همین دلیل شاهد بروز سیل بوده و خواهیم بود. امروزه افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به غذا منجر به بهره‌گیری از اراضی دست‌نخورده طبیعی از قبیل جنگل‌ها، مراتع و تغییرات کاربری گسترده در این اراضی شده که بی‌شک این تغییر کاربری گسترده می‌تواند از دلایل ازدیاد سیل در طی دهه‌های اخیر بوده باشد؛ بنابراین برای کاهش سیل برنامه مدیریت کاربری اراضی باید موردتوجه ویژه محققین و مسئولین اجرایی قرار بگیرد. یکی از روش‌های مقابله با سیل، استفاده از پوشش گیاهی می‌باشد. پوشش گیاهی می‌تواند تا حدود زیادی از شدت سیلاب جلوگیری کنند. در صورت وجود پوشش گیاهی حرکت بخشی از نزولات جوی توسط تاج پوشش گیاهی و بقایای گیاهی و آلی پای آن باز داشته می‌شود [۱٤]. پوشش‌های مرتعی و جنگلی کارایی مؤثری در مقابله با سیلاب دارند و هر حوزه آبخیزی که پوشش گیاهی خود را ازدست‌داده است موجب بروز سیل‌های مخرب در پایین‌دست آن می‌شود؛ بنابراین یکی از راه‌کارهای اصلی و مهم مقابله با سیل، تقویت پوشش گیاهی در حوزه‌های آبخیز می‌باشد. یکی از ابزارهای قدرتمند در زمینه پیش‌بینی و کاهش خسارت ناشی از سیل، می‌تواند اجرای طرح‌هایی مانند طرح‌های حفاظت و احیای جنگل و مراتع طبیعی و احداث جنگل و مراتع مصنوعی باشد که می‌تواند برخلاف طرح‌هایی مانند احداث سد بدون آسیب به اکوسیستم طبیعی در کنترل سیل مؤثر باشد. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، معرفی سامانه‌های هشداردهنده سیل و پهنه‌بندی سیلاب می‌باشد. سامانه‌های هشداردهنده سیل می‌تواند زمان بیشتری برای انجام اقدامات در هنگام سیل ایجاد کنند و هشدار پیشگیرانه و از پیش برنامه‌ریزی‌شده می‌تواند تأثیرات ناشی از وقوع سیل را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهد. بررسی هرچه بیش‌تر در مورد سیلاب ازنقطه‌نظرهای مختلف هیدرومتئولوژی و سیستم حوزه‌های آبخیز و تحلیل مدل‌های بارش-رواناب و تعیین پهنه‌های سیل‌گیر با توجه به شرایط هیدرولوژیکی و هیدرولیکی حوضه نه‌تنها ازنظر مالی و حقوقی بلکه برای پیش‌بینی و کمک به سامانه‌های هشدار سیل راهگشا می‌باشد [۳۸]. یکی از کشورهایی که در این زمینه اقدامات جدی انجام داده بریتانیا است که سامانه‌های هشداردهنده سیل خود را به‌مرورزمان تقویت کرده است. هم‌چنین می‌توان با پهنه‌بندی سیلاب نقاطی را که دارای خطر می‌باشند مشخص کرده و از ساخت‌وساز در آن مناطق جلوگیری شود. اولین قدم برای تحقق این هدف، بررسی منطقه احداث ساختمان‌ها از حیث رویارویی با خطر سیلاب است. این کار می‌تواند با بررسی نقشه‌های سیلابی انجام شود که توسط سازمان‌های مسئول تهیه می‌شود و به‌صورت آنلاین نیز در دسترس باشد. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، بالا بردن درک خطر سیل در جامعه می‌باشد. برای رویارویی با چالش‌های جدید سیلاب در درجه اول باید درک مناسبی از مخاطرات ناشی از سیلاب فراهم شود. بدین منظور باید شناسایی شدت و فراوانی وقوع سیلاب بر پایه‌ی اطلاعات طوفان‌های تاریخی منطقه موردنظر یا استفاده از روش‌های آماری صورت گیرد. هرچه اطلاعات جامعه از وقوع سیلاب در درجه اول باید درک مناسبی از مخاطرات ناشی از سیلاب فراهم شود. بدین منظور باید شناسایی شدت و فراوانی وقوع سیل بر پایه‌ی اطلاعات طوفان‌های تاریخی منطقه موردنظر یا استفاده از روش‌های آماری صورت گیرد. هر چه اطلاعات جامعه از وقوع سیلاب‌های گذشته بیش‌تر باشد به همان میزان می‌توان از آن‌ها استفاده کرد و درک جامعه در مورد خطرات ناشی از سیل را بالا برد؛ بنابراین برای کاهش خسارات ناشی از سیل، قدم اول شناخت و درک صحیح این پدیده می‌باشد [۳۳]. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، لایروبی و تعریض و تعمیق و پاک‌سازی و تثبیت کف رودخانه می‌باشد. لایروبی عبارت است از استخراج یا جابه‌جایی خاک و سنگ در بستر دریا، رودخانه، بنادر و غیره. به‌طورمعمول فعالیت‌های لایروبی به دو صورت انجام می‌شود: لایروبی احداث که برای بار اول انجام می‌شود و لایروبی به‌منظور نگهداری که به دو شکل، ادواری و منظم است. لایروبی اهدافی را در پی دارد که به‌اختصار شامل عمیق کردن رودخانه‌ها و یا دریاچه‌ها و یا حوضچه بنادر، پر کردن گودی‌ها در زیر آب یا خشکی، جایگزینی مواد باکیفیت خوب و مناسب به‌جای مواد ضعیف در زیرآب. با این کار حجم آب ورودی توسط رودخانه‌ها به‌راحتی تخلیه می‌شود و از سیل جلوگیری می‌شود. پاک‌سازی مسیر رودخانه از عوامل و موانع موجود در بستر و سیلاب‌دشت اعم از پوشش‌های گیاهی، انباشته‌های رسوبی، اصلاح ساختار هیدرولیکی سازه‌های متقاطع، موازی و غیره و اصلاح مقطع و مشخصه‌های هندسی مجرای رودخانه می‌باشد. به‌منظور تثبیت موقعیت رودخانه

و ایجاد شرایط مناسب برای هدایت جریان‌های رودخانه‌ای لازم است بستر رودخانه حفاظت شود. روش‌های مختلفی برای تثبیت بستر رودخانه‌ها متداول است که از آن جمله لایه، سنگفرشی، احداث کف بند و یا احداث شیب شکن را می‌توان نام برد. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، مقابله با تغییرات اقلیمی می‌باشد، دانشمندان بر این باورند که تغییرات اقلیمی باعث افزایش بلاهای طبیعی شده است. پس تمامی کشورها باید به توافقنامه آب و هوایی پاریس وفادار باشند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، استفاده از رادار می‌باشد فن‌آوری‌های جدید مانند رادار به محققان کمک می‌کند وقوع سیل‌ها را بهتر پیش‌بینی کنند. برای مثال رادار داپلر به دانشمندان نشان می‌دهد در کجا طوفان شدیدتر از جاهای دیگر رخ می‌دهد. رادار داپلر با بررسی حرکت‌ها، الگوهای هوا را تشخیص می‌دهد و بر این اساس تصاویر رایانه‌ای از بارش باران در اختیارمان قرار می‌گیرد. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، بیمه سیل می‌باشد. بسیاری از دولت‌ها ساکنان مناطق سیل‌خیز را مجبور می‌کنند که بیمه سیل خریداری کنند و ساختمان‌های مقاوم در برابر سیل بسازند. حتی می‌توانند دام‌ها و محصولات کشاورزی خود را در مقابله سیل بیمه کنند و در صورت آمدن سیل خسارات خود را از بیمه‌ها دریافت کنند. بیمه سیل می‌توانند کمک شایانی به مردم در هنگام وقوع سیل کند و از روش‌های پیشگیرانه سیل نیست و پس از سیل کاربرد دارد. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل افزایش هزینه‌های مقابله در برابر سیل می‌باشد. در برخی کشورها هزینه‌های خاصی برای مقابله با سیل اختصاص داده می‌شود. برای بهبود عملکرد در برابر وقوع سیل باید این ارقام تغییر کنند، باید دولت‌ها بودجه‌های مقابله با سیلاب را افزایش داده تا در موقع خطر با کمبود منابع مالی روبرو نشوند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، استفاده از ابزار خودکار در رودخانه می‌باشد. ابزار اندازه‌گیری خودکار در رودخانه‌ها قرار داده می‌شود تا ارتفاع و سرعت جریانات رودخانه‌ای و مقدار بارش را اندازه‌گیری کند. نقشه‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی که با این اطلاعات درست می‌شوند به دانشمندان کمک می‌کنند اگر رودی سواحل و مناطق سیل را مورد تاخت‌وتاز قرار دهد به مردم هشدار دهند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل حفاظت از تالاب‌ها و معرفی گیاهان و درختان در مهار سیل می‌باشد. ایجاد تالاب‌های بیش‌تر می‌تواند سرعت جاری شدن سیلاب را کاهش دهد و مانند اسفنج رطوبت را در خود نگه دارد، اما اغلب این مناطق به دلیل توسعه کشاورزی و ساخت‌وساز تخریب آن‌ها استفاده کرد. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، بازگرداندن رودخانه‌ها به حالت طبیعی خود می‌باشد، بسیاری از کانال‌های رودخانه درگذر زمان به‌منظور بهبود قابلیت حمل‌ونقل مناسب تغییر کرده‌اند برگرداندن این کانال‌ها به‌صورت طبیعی خود جریان سیلاب را کاهش خواهد داد. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل بهبود شرایط خاک می‌باشد، مدیریت نامناسب خاک، ماشین‌آلات و سم حیوانات بر روی زمین می‌تواند سبب فشرده شدن خاک شده و درنتیجه به‌جای جذب آب و نگهداری از آن آب بلافاصله خارج‌شده و درواقع مانعی در جذب سیلاب محسوب می‌شود. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، پادسیل سازی می‌باشد. پادسیل سازی، هر ترکیبی از تغییرات ساختاری و یا تنظیماتی است که در طراحی و یا ساخت‌وساز و تغییر ساختمان، سازه و یا خصوصیات فردی در درجه اول برای کاهش آسیب‌های سیل صورت می‌گیرد [۳۲] یا پادسیل سازی شامل مجموعه‌ای از تنظیمات و اقداماتی است که برای کاهش یا حذف خسارت سیلاب انجام می‌شود. دو نوع روش پادسیل سازی وجود دارد: روش خشک و روش مرطوب. در روش خشک از ورود سیلاب به داخل جلوگیری می‌شود، درحالی‌که پادسیل سازی مرطوب اجازه می‌دهد سیلاب وارد خانه شود. پوشش‌ها، درزگیرها و روکش‌های مقاوم در برابر سیل از نوع خشک هستند زیرا از رسیدن آب به فضای داخلی جلوگیری می‌کنند. روکش ضد آب می‌تواند از ردیفی از آجر تشکیل‌شده باشد که توسط غشای ضد آب پوشیده شده و دیواره‌های خارجی را در برابر نفوذ عایق می‌کند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، مرتفع سازی تجهیزات می‌باشد. قرارگیری تجهیزات خدماتی بالاتر از سطح سیلاب بهترین راه محافظت از آن‌ها است. این تجهیزات شامل تجهیزات گرمایشی، سرمایشی، تهویه هوا، لوازم لوله‌کشی، داکت‌ها و تجهیزات الکتریکی ازجمله کنتورها، کلیدها و پریزها است. اگر این اجزا حتی برای مدت‌زمان کوتاهی داخل آب وارد شوند، به‌شدت آسیب می‌بینند و باید جایگزین شوند. تجهیزات الکتریکی در صورت اتصال کوتاه حتی می‌توانند موجب آتش‌سوزی شوند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، فناوری‌های امدادرسان می‌باشد. یکی از مزایای معنی‌دار فناوری در سیلاب جامعه در بخش بشردوستانه و مکان‌های دور و خطرناکی است که به دلیل وقوع فجایع طبیعی مانند سیل یا زلزله دیگر در دسترس مردم قرار ندارد. از میان این فناوری‌ها می‌توان به پهپادها یا هواپیماهای بدون سرنشین اشاره کرد که برای تسریع و افزایش اثربخشی کمک‌های بشردوستانه کارایی دارند. افراد می‌توانند از پهپادها یا هواپیماهای بدون سرنشین برای انجام عملیات جستجو و نجات استفاده کنند تا اطلاعاتی را از مکان‌های صعب‌العبور به دست آورند. به نظر می‌رسد که یکی از مهم‌ترین فاکتورها در جریان وقوع چنین بلایایی اطلاعات و انتشار آن‌هاست. پیشرفت‌های سریع فناوری به‌خوبی از پس این کار بر می‌آیند و گوشی موبایل یکی از فناوری‌هایی است که به دلیل سرعت انتقال اطلاعات و مهم‌تر از آن در دسترس بودن، بسیار کارآمد است. استفاده از رسانه‌های اجتماعی، هواپیماهای بدون سرنشین، تصاویر ماهواره‌ای از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل‌سازی فاجعه در زمان واقعی و اتصال گسترده، به معنی جریان اطلاعاتی از فاکتورهای مهم برای امدادرسانی به روش فناورانه است. داده‌های زمان واقعی به مدیریت اضطراری یا بحران کمک شایانی می‌کند. درواقع، مدیران بحران می‌توانند مناطق

بسیار آسیب‌دیده را مشخص کنند و کمک‌های خود را به شیوه‌ای هوشمند و کارآمد هدایت کنند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، اتصال پایه می‌باشد. در زمان فاجعه اتصال پایه نوعی کمک است که مردم را به منابع حیاتی برای زنده ماندن متصل می‌کند و سازمان‌های بشردوستانه را قادر می‌سازد تا به‌سرعت و با کم‌ترین اتلاف وقت، نیروها و تجهیزات خود را به مکان‌های مهم ارسال کنند. برای مثال عملیات تاکتیکی سازه‌ای سیسکو (TacOps) از آخرین فناوری شبکه‌های تلفن همراه، ازجمله فناوری Meraki تحت کنترل رایانش ابری برای ایجاد ارتباط در هنگام فجایای انسانی بهره می‌برد. گروه TacOps متشکل از متخصصان زیرساخت بامهارت بالا و پشتیبانی شبکه جهانی داوطلبان، می‌توانند طی چند روز به هرجایی از کره زمین کمک‌های خود را ارسال کند. این گروه از سال۲۰۰۵ تاکنون توانسته است حدود٤٥ فاجعه در شش قاره جهان را پاسخ دهد. به‌طور مثال در فاجعه طوفان ایرما در کارائیب در سال۲۰۱۷ ، بیش از٦۰۰ هزار دستگاه موبایل از طریق شبکه‌های TacOps متصل شدند تا کاربران آن‌ها بتوانند به اردوگاه‌های پناهندگی در سرتاسر اروپا وصل شوند و برای خود پناه بگیرند. در طول دو ماه این شبکه ٤٦ترابایت داده را برای اتصال کاربران به مراکز امدادرسانی منتقل کرد. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، مهار آب یا آب می‌باشد. این روش یک فناوری نسبتاً جدیدی است که در آن از ورق‌های لاستیکی برای ایجاد سدهای لاستیکی لوله‌هایی در امتداد رودخانه باضخامت و مشخصات فنی محاسبه‌شده استفاده می‌گردد. هنگام وقوع سیلاب جریان آب وارد این ورقه‌ها شده و با ایجاد تورم موجب توله‌ای شدن ورقه‌ها و افزایش ارتفاع آن‌ها می‌شود [۲۱]. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، سامانه‌های بادی پیشگیری از سیل می‌باشد. استفاده از حوزه‌های امن بادی یکی از روش‌های رایج برای حفاظت از جان افرادی است که در محدوده‌های شهری و روستایی زندگی می‌کنند. اغلب سنگرهای بادی از جنس پلی‌استر هستند. این سنگرهای بادی بسیار بادوام هستند. ایده اصلی این سامانه‌ها این است که با آب بجنگد اما در سامانه‌های هوشمندتر که در حال آزمون هستند، استفاده از سامانه‌های بادی است که بر اساس شدت آب و شدت باد خود را کم‌وزیاد می‌کنند. این موضوع به کنترل انرژی نیز کمک می‌کند. یکی دیگر از روش‌های مقابله با سیل، آبخیزداری سبز می‌باشد که علاوه بر روش‌های سازه‌ای به‌عنوان روش غیر سازه‌ای نیز می‌تواند به‌کاربرده شود که در بخش روش سازه‌ای به‌صورت مفصل بیان شد.

بحث و نتیجه‌گیری

همه روش‌های مقابله با سیل از قدیمی تا نوین و هوشمند که در دنیا وجود دارد باید موردمطالعه دقیق قرار گیرند و برای محققان و مسئولین اجرایی کاملاً شناخته‌شده باشند تا بتوانند در مواقع لزوم و در شرایط مختلف و با توجه به هزینه اجرایی از آن‌ها استفاده کنند؛ اما از بین روش‌های مختلف بررسی‌شده در این تحقیق، آبخیزداری سبز می‌تواند از بهترین و پایدارترین روش‌های مقابله با سیل در دنیا باشند که شامل روش‌های سازه‌ای و غیره سازه‌ای مختلف می‌باشند و می‌توانند حوزه‌های آبخیز را به تعادل اکولوژیک بازگردانند. آبخیزداری سبز می‌تواند از به هم خوردن شیب طبیعی رودخانه‌ها و آبراهه‌ها که توسط آبخیزداری فعلی انجام می‌شود جلوگیری کند و قطره باران را در همان‌جایی که بر زمین می‌افتد کنترل نماید و از میزان فرسایش و ایجاد سیل به میزان خیلی زیادی جلوگیری نماید. آبخیزداری سبز نه‌تنها شیب هیدرولیکی رودخانه‌ها و آبراهه‌ها را به هم نمی‌زند بلکه باعث شیب هیدرولیکی مناسب طبیعی نیز در رودخانه‌ها و آبراهه‌ها می‌شود؛ بنابراین توصیه می‌شود که آبخیزداری سبز موردتوجه مسئولین اجرایی کشور به‌طورجدی قرار بگیرد. یکی از مهم‌ترین علت‌های وقوع سیل عدم تعادل اکولوژیک می‌باشد که در میان همه روش‌های مقابله با سیل، آبخیزداری سبز به‌طور کامل می‌تواند در یک حوزه آبخیز تعادل اکولوژیک ایجاد کند و از سیلاب‌های مخرب و ویرانگر جلوگیری کند. با عملیات مناسب آبخیزداری سبز می‌توان از سایر هزینه‌های اضافی که برای مقابله با سیل در حوزه آبخیز می‌شود نیز جلوگیری کرد. هم‌چنین توصیه می‌شود تهیه نقشه عملیات سازه‌ای و غیرسازه‌ای برای کنترل سیلاب در حوزه‌های آبخیز کشور نیز موردتوجه جدی مسئولین اجرایی کشور قرار گیرد.

منابع

1- Adnan., S. 1991. Floods, people and the environment, research and advisory sevisec, Dhaka.

2- Aerts, J.C., Botzen, W.W., Emanuel, K., Lin, N., De Moel, H., and Michel-Kerjan, E.O. 2014. Evaluating flood resilience strategies for coastal megacities. Science 344: 473-475.

3- Amini, L. Argany, M. Abdollahi Kakroodi, A. 2022. Detection of Flooded Areas in Golestan Province Using VV, VH and VV + VH Polarizations of Sentile-1 and Landsat-8 Images, Journal of Geography and Environmental Studies, 11 (43), 94-107.

4- Anaya-Arenas, A. M., Renaud, J., and Ruiz, A. 2014. Relief distribution networks: a systematic review. Annals of Operations Research, 223(1), 53-79.

5- Asghari Moghaddam, M. 1998. Physical Geography of the City 2, Hydrology and Flooding of the City, Masami Publications.

6- Attaran, S., Mosaedi, A., and Sojasi, H. 2022. Investigating the Role of Natural and Human Factors on Intensification of Floods and Flooding in Kalat City. Journal of Water and Soil 36(4), 421-438.

7- Barron, O. D. Pollock and W. Dawes. 2011.

Evaluation of catchment contributing areas and storm runoff in flat terrain subject to urbanization. Hydrology and Earth System Sciences, 15, 547-559.

8- Chan, N.W. 2015. Impacts of disasters and disaster riskmanagement in Malaysia: the case of floods. In: Aldrich, D.P., Oum, S., Sawada, Y. (Eds.), Resilience and Recovery in Asian Disasters, Risks, Governance and Society. Springer (e-Book). ISBN: 978-4-431-55022-8, Pp. 239-265.

9- Dabiri, S.S., Sofi, M. and Talbbedokhti, N. 2014. Effects of watershed check dams in sediment control (case study: Eghlid, Marvdasht and Mamsani Watersheds). Journal of water Resources Engineering, 6: 1-21.

10- Dadhich, G. Miyazaki, H. and Babel, M. 2019. Applications of sentinel-1 synthetic aperture radar imagery for floods damage assessment: A case study of Nakhon Si Thammarat, Thailand. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences. 1927-1931.

11- Dankers, R., Arnell, N.W., Clark, D.B., Falloon, P.D., Fekete, B.M., Gosling, S.N., and Satoh, Y. 2014. First look at changes in flood hazard in the Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project ensemble. Proceedings of the National Academy of Sciences 111: 3257-3261.

12- Di Baldassarre, G., Viglione, A., Carr, G., Kuil, L., Salinas, J., and Blöschl, G. 2013. Socio-hydrology: conceptualising human-flood interactions. Hydrology and Earth System Sciences 17: 3295-3303.

13- Du, J., Qian, L., Rui, H., Zuo, T., Zheng, D., Xu, Y., and Xu, C.-Y. 2012. Assessing the effects of urbanization on annual runoff and flood events using an integrated hydrological modeling system for Qinhuai River basin, China. Journal of Hydrology 464: 127-139.

14- Ebrahimi Ghajuti, T., Razban Haghighi, A., Abdi Ghazijahani, A. 2006. Investigation of plant vegetation density in prevention of effects of flood injury, 2nd International Conference on Comprehensive Crisis Management in Natural Disasters, Pp: 1-8.

15- Ghodsian, M. 1998. Flood Control and Drainage Engineering, Tarbiat Modares University Press (In Persian).

16- Habibnejad, R., and Shokoohi, A. 2020. Evaluating intensity, duration and frequency of short duration rainfalls using a regional climate change model (Case study: Tehran). Iran- Water Resources Research, 15(4), 412–424 (in Persian).

17- Hahmann, T., Martinis, S. Twele, A. Roth, A. and Buchroithner, M. 2008. Extraction of water and flood areas from SAR data. International 7th European Conference on Synthetic Aperture Radar. 1-4.

18- Hejazizadeh, Z., Akbari, M., Sasanpour, F., Hosseini, A., Mohammadi, N. 2022. Investigating the Effects of Climate Change on Torrential Rainfall in Tehran Province, Water and Soil Management and Modeling, 2(2), 87-105 (In Persian).

19- Huang, G. and Z. Shen., 2019. Urban planning and water related disaster Management. Switzerland: Springer International Publishing.

20- Jonkman, S.N. 2005. Global perspectives on loss of human life caused by floods. Nat. Hazards 34 (2):151–175.

21- Karamooze, M. 1997. Flood and management measures for flood control, specialized workshop on flood control of rivers, Hydraulic Association of Iran.

22- Linsley. RAY K and Franzini.joseph B, 1979. Water Resources Engineering, third edition.

23- Miller, S.N., W.G. Kepner, M.H. Mehaffey, M. Hernandez, R.C. Miller, D.C. Goodrich, K. Devonald, D.T. Heggem and W.P. Miller. 2002. Integrating landscape assessment and hydrologic modeling for land cover change analysis. Journal of the American Water Resources Association, 38(4), 915-929.

24- Mohammadi, A., Mosaedi, A., and Tahmasebi, A. 2006. Flood characteristics of Gorgan Roud river in Gonbad hydrometric station. Proceeding of 2nd national conference on Watershed and Soil & Water Management. Kerman, Iran. Pp: 2255-2261.

25- Montz, B. E. Tobin, G. A. Hagelman, R. R. Natural hazards. 2017. explanation and integration. Guilford Publications.

26- Najafpour, B. 2013. Identification of circulation patterns producing floods over south-west of Iran case study: Mond Basin. Geography and Development, 31:

77-92 (In Persian).

27- Papadopoulos, T., Gunasekaran, A., Dubey, R., Altay, N., Childe, S. J., and Fosso-Wamba, S. 2017. The role of Big Data in explaining disaster resilience in sup- ply chains for sustainability. Journal of Cleaner Pro-duction, 142:1108-1118.

28- Roy, R., Gain, A., Hurlbert, M.A., Samat, N., Tan, M.L., Chan, N.W. 2020. Designing adaptation pathways for flood-affected households in Bangladesh. Environ. Dev. Sustain.

29- Saberifar, R. 2009. Prediction Floods from Urban Development Scenarios: Case Study of the Cabotar Khan Basin. Birjand: PNU.

30- Sadeghi, S.H.R. 1995. Study on effective factors on flood occurrence and assessment of its controllable factors. Journal of Forest and Rangeland. 29:54-61.

31- Saghafian, B. and Khosroshahi. M. 2005. Unit response approach for priority determination of flood source areas. J. of Hydrologic Engineering, ASCE, 10(4), 270-277.

32- Seyed Kalbadi, M., Alvand, R., Mirzaei, A., Shabani, B., 2017. Flood Proofing Systems and Methods of Residential Areas Based on International Experiences and Standards, 5th Comprehensive Conference on Flood Management and Engineering, Pp. 1-11.

33- Seyediyan, M., Ghaznavi, S. 2019. Strategies to reduce flood damages in Golestan province, 2ndNational Conference on Natural Resources Mangment (Water, Flood and Environment) 14 Nov 2019|, Pp: 508-512.

34- Shiravi, B., Golkarian, A., Aboutalebi Pir Naeimi, A., 2016. Spatial Optimization of Watershed Management Dams for 25, 50 and 75% Flood Control (Case Study: A Sub-Basin of Kashfrud). Iranian Journal of Soil and Water Research, 3: 605-611.

35- Tavakoli, M. 2001. Flood hazard zonation and its characteristics in a part of Atrak River (Iran). M.Sc. thesis on watershed management, Gorgan University of agricultural science and natural resources. 92 p.

36- Tripathi, G., Pandey, AC., and Parida, BR. 2022. Flood Hazard and Risk Zonation in North Bihar Using Satellite-Derived Historical Flood Events and Socio-Economic Data. Sustainability 14(3): 1472.

37- Yakhkeshi, M., Meftah Helgi M., Zahiri A., Yakhsheki M. E. and Madadi M. R. 2014. Effect of construction of Narmaab storage dam on the reduction of flood plain and flood damage at downstream lands. Iran Irrig. Water Eng., 4(16), 24-36 (In Persian).

38- Yazdani, V., Behjati, E., Arfa, A., 2015. Flood warning system established by the integrated management of hydrological and hydraulic modeling, Natural Ecosystems of Iran, 5(4): 109 – 122.

39- Zahiri, J., Jafari., A. 2022. Design and Construction of Electronic Irrigation Canal Gate. Iranian Journal of Irrigation and Water Engineering, 49(1): 191-205.

40- Zali, M., Soleimani, K., Habibnejad Roshan, M., Mir Yaghoubzadeh, M. 2022. Comparison and Prioritization of Flood Vulnerability in Nekarud Sub-Basins Using Morphometric Method in Geographic Information System, Journal of Remote Sensing & Geographic Information System in Natural Resources, 13(2): 6-10.

41- Zeaiean Firoozabadi, P., Mousavi A., Shakiba A. and Naseri H. 2003. Flood incident simulation using remote sensing data and automatic cell model (Case study part of Ghaemshahr Talar River Basin). Geogr., 1, 125-144.

نشریه

ترویج و توسعه آبخیزداری

Extension and Development of Watershed Management

Vol. 12, No. 45, Summer 2024

سال دوازدهم- شماره ۴۵- تابستان ۱۴۰۳

Abstract

A Review of Different Methods of Dealing with Flood in Iran and the World and Introducing Green Watershed Management as the Best and Most Sustainable New Method

H. Saeediyan[1]*, B. Andarzian[2] and B. Yasrebi[3]

Received: 2024/05/25 Accepted: 2024/07/10

Flood is one of the natural disasters that occur due to water outburst and submersion of a significant part of the land and due to the huge damage it causes, it is necessary to know different methods of dealing with floods. This study was performed different methods of dealing with floods in Iran and the world. For this study, the required materials were collected from domestic and foreign sources and 51 methods of flood management were investigated. In this research, we have tried to take a comprehensive approach on all useful and efficient methods of dealing with floods and finally analyzing the obtained information. The results showed that investigating all methods of flood control and their recognition and how to use them is essential for researchers, and each method can be useful in effective flood reduction and damage prevention in its time and spatial scales. The results also showed that between 51 methods of flood control, 31 were related to structural methods and 20 were related to other structural methods. The results also showed that as much as possible, it is better to use non-structural methods to control floods in watersheds, and it is more economical from an environmental and economic point of view, and it creates less interference in watersheds, and if necessary, a combination of structural methods with non-structural methods should be used, and only structural methods should be avoided. The results also showed that green watershed management can be developed as a new method to deal with floods in the future and become the best and most sustainable method of flood management in Iran and the world. Therefore, it is recommended that green watershed management be seriously considered by the country's executive authorities.

Keywords: Climate, Hydrology, Hydraulic slope, Flood.

1. Assistant Professor, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Kerman Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kerman, Iran. Email: Hamzah.4900@yahoo.com.
2. Associate Professor, Seed and plant Improvement Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Forest and Rangeland Research, Khuzestan Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Khuzestan, Iran.