

مسلسل: ۱۸۵۲۸
آذر ۱۴۰۱

بررسی و تحلیل وقایع سیل مردادماه سال ۱۴۰۱: بخش‌های زیربنایی





مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۸۵۲۸

کد موضوعی: ۲۵۰

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: بررسی و تحلیل وقایع سیل مردادماه سال ۱۴۰۱: بخش‌های زیربنایی

نام دفتر: مطالعات زیربنایی

تهیه و تدوین‌کنندگان: مهدی مظاهری، نرجس عبدالمنافی، مراد اسدی، محمدتقی فیاضی،

الهه سلیمانی، مهسا پایاب، حجت ورمزیاری، محسن بابائی، محمدتقی فیاضی

مدیران مطالعه: علی اکبر شیرزادی جاوید، جمال محمدولی سامانی، حجت ورمزیاری، مجید حسین‌زاده

ناظر علمی: علیرضا رهایی

ویراستار تخصصی: —

ویراستار ادبی: شیوا امین اسکندری

صفحه آرا: آذر مهمان‌نواز

واژه‌های کلیدی:

۱. سیل

۲. مردادماه ۱۴۰۱

۳. زیربنایی

۴. تغییرات اقلیمی

۵. مدیریت بحران



تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۹/۶

به نام خدا

فهرست مطالب

۱	چکیده
۱	خلاصه مدیریتی
۳	مقدمه
۴	۱. آسیب‌شناسی وقوع سیل مردادماه ۱۴۰۱: دلایل و زمینه‌ها
۴	۱-۱. تغییرات اقلیمی
۱۰	۱-۲. عوامل داخلی
۱۵	۲. خسارات سیل
۱۷	۲-۱. خسارات ناشی از سیلاب بر بخش محیط زیست
۱۸	۲-۲. خسارات ناشی از سیلاب در بخش روستایی و عشایری
۲۰	۲-۳. خسارت ناشی از سیلاب در بخش زیرساخت‌های شهری
۲۱	۲-۴. خسارت ناشی از سیلاب در بخش آب
۲۲	۳. راهکارها و پیشنهادها
۲۲	۳-۱. بخش محیط زیست
۲۴	۳-۲. بخش روستایی و عشایری
۲۵	۳-۳. زیرساخت‌های شهری
۲۷	۳-۴. بخش آب
۲۸	جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
۲۹	منابع و مآخذ

فهرست جداول و شکل‌ها

۶	شکل ۱. نقشه پیش‌بینی اجراشده در تاریخ ۲۹ تیرماه برای بارش تجمعی مناطق مختلف کشور
۷	شکل ۲. نقشه پیش‌بینی اجراشده در تاریخ ۵ مرداد برای بارش تجمعی مناطق مختلف
۹	شکل ۳. اختلاف بارش تجمعی در بازه ۱۴۰۱/۰۴/۲۹ تا ۱۴۰۱/۰۵/۰۸ با بازه مشابه در بلندمدت
۱۰	شکل ۴. نقشه نقاط درگیر سیل و آبگرفتگی در کشور
۱۸	شکل ۵. خسارت سیلاب مردادماه ۱۴۰۱ بر مناطق تحت مدیریت ادارات کل حفاظت
۱۶	جدول ۱. اطلاعات بارش‌های مونسون مردادماه سال ۱۴۰۱
۱۹	جدول ۲. برآورد اولیه میزان خسارات وارده به بخش کشاورزی ناشی از وقوع سیل
۲۰	جدول ۳. برآورد خسارات در بخش زیرساخت‌های شهری
۲۱	جدول ۴. شرح و میزان خسارات وارده به تأسیسات آبی و آبرسانی در استان‌های کشور



بررسی و تحلیل وقایع سیل مردادماه سال ۱۴۰۱: بخش‌های زیربنایی

چکیده

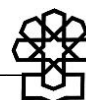
سیلاب مردادماه ۱۴۰۱ خسارات متعددی در بخش‌های مختلف زیربنایی به همراه داشته است. این خسارت‌ها در زیرساخت‌های شهری، جاده‌ها و ابنیه فنی، شبکه و تأسیسات آب‌رسانی، توزیع برق و واحدهای مسکونی شهری و روستایی، بخش کشاورزی و حیات وحش رخ داده است. هرگونه اقدام هنگام وقوع بحران باید قبلاً و در زمان پیش از بحران برنامه‌ریزی شده باشد. این بخش از فعالیت مهم‌ترین نقص در عملکرد دستگاه‌های اجرایی به‌ویژه وزارت نیرو و ستاد بحران است. همه اقدام‌هایی که در زمان وقوع بحران به ذهن مدیران در صحنه می‌رسد، باید قبل از بحران پیش‌بینی و برنامه‌ریزی شده باشد. مهم‌ترین آسیب اجرایی - مدیریتی برای مهار سیلاب‌های اخیر نیز نبود برنامه مدیریت سیلاب است. این موضوع به‌ویژه در مدیریت سیلاب‌های اخیر به چشم می‌خورد. ازسوی دیگر تصمیم‌گیری درباره اصلاح برنامه‌های جاری و با رویکرد مدیریت و مقابله با سیل در کشور نباید بدون در نظر گرفتن عمل و متغیرهای مستقل چندگانه‌ای باشد که در گذشته موجب بروز پدیده‌های پیش‌گفته شده است؛ به‌عبارت‌دیگر و براساس تجربیات ملی و بین‌المللی شاید مهم‌ترین اقدام راهبردی، آماده‌سازی سند جامع تاب‌آوری فعال - تعاملی و فرابخشی به برنامه عمل راهبردی مقابله با پدیده‌های فوق باشد. نکته دیگر آنکه به‌رغم وجود قوانین و مقررات متعدد برای جلوگیری از تغییر کاربری‌های منابع آبی و تالاب‌ها، جلوگیری از تجاوز به حریم منابع مهم آبی، جلوگیری از برهم خوردن تعادل اکوسیستمی و ...، به دلایل مختلف از جمله منافع شخصی و عدم نظارت مؤثر ازسوی دستگاه‌های نظارتی امکان اجرای آنها فراهم نشده است.

خلاصه مدیریتی

رویدادهای حدی اقلیمی می‌توانند سبب بروز آشفتگی در زیست‌بوم‌ها و ساختارهای زیربنایی جوامع بشری شوند. پدیده‌های حدی اقلیمی در ایران نیز که در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته، تأثیرگذاری زیادی دارند. در سال‌های اخیر به‌دلایل تغییرات آب و هوایی و فعالیت‌های انسانی، شدت و فراوانی این پدیده‌ها، از جمله سیلاب، افزایش یافته است. اما هم‌اکنون طرح جامع سیلابی که بتواند ضمن شناخت علل و پیامدهای منتج از سیلاب و پیش‌بینی احتمال وقوع حوادث، راهبردهای آمادگی، مدیریت بحران و پس‌بحران‌ها و درمجموع «تاب‌آوری فعال و تعاملی اجتماعی» را ارائه کند، وجود ندارد. از این رو در شرایط وقوع سیلاب، فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و شرایط سیاسی امنیتی، زیست‌محیطی و بهداشت کشور دچار اختلال شده و تأثیر مخربی بر توسعه کشور داشته و موجب کاهش ضریب امنیت اجتماعی خواهد شد. همچنین بی‌توجهی به قوانین و اسناد بالادستی نظیر استقرار سامانه هشدار سیل (براساس قانون هوای پاک مصوب سال ۱۳۹۶) و قانون مدیریت بحران کشور (مصوب سال ۱۳۹۸) خسارات سیل را بیشتر خواهد کرد.

سیلاب مردادماه ۱۴۰۱ که ۲۴ استان کشور را دچار آبگرفتگی کرد، خسارات متعددی در بخش‌های مختلف زیربنایی به همراه داشته است. ارزیابی صورت گرفته در مناطق درگیر سیلاب نشان می‌دهد زیرساخت‌های شهری، جاده‌ها و ابنیه فنی، شبکه و تأسیسات آبرسانی، توزیع برق و واحدهای مسکونی شهری و روستایی دچار خسارت شده‌اند. استان‌های مازندران، تهران و سیستان و بلوچستان در صدر خسارات وارده به تأسیسات آب شرب و کاهش ظرفیت تصفیه‌خانه‌ها قرار داشته‌اند. خسارت بخش کشاورزی شامل زراعت، باغبانی، دام، طیور و آبیان و خاک بوده و تقریباً نیمی از خسارت‌ها به زیرساخت‌هایی مانند چاه، قنات، ایستگاه پمپاژ، جاده بین مزارع، باغات و غیره وارد شده است. در بخش محیط زیست عمده خسارات در بخش حیات وحش رخ داده به طوری که بسیاری از آبشخورها از رسوبات پرشده و راه‌های دسترسی و زیرساخت‌های تأمین و حفاظت از حیات وحش مانند پاسگاه و ادارات محیط‌بانی آسیب دیده و بعضاً گونه‌های واقع در مناطق حفاظت شده و شکارممنوع تلف شده‌اند.

در راستای کاهش خسارات سیلاب نیاز است تا موضوع‌های مربوط به بستر و حریم رودخانه‌ها و چالش‌های آن از منظر هماهنگی‌ها و تعارضات بین‌دستگاهی، قوانین و آیین‌نامه‌ها و عملکرد وزارت نیرو تعیین تکلیف شوند. در این راستا «نظام‌نامه سیل» تهیه شده وزارت نیرو در جهت جامعیت برای فعالیت‌های همه دستگاه‌های مرتبط باید اصلاح شده و عملاً با محوریت این وزارتخانه، طرح جامع مدیریت سیلاب در سطح ملی و برای حوضه‌های آبریز رودخانه‌ای تهیه شود. همچنین در راستای تقویت بخش هواشناسی، تقویت زیرساخت‌های مربوط به سامانه‌های پیش‌بینی و هشدار سیل باید مورد توجه قرار گیرد. در بخش زیرساخت‌های شهری، تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی و خطرپذیری سیلاب در حوضه‌های آبریز و تعیین حد بستر و حریم رودخانه‌ها و به‌روزرسانی طرح‌های تفصیلی شهرها براساس آن، تدوین قوانین جامع شهرسازی با سرفصل تاب‌آوری، آزادسازی و رفع تصرفات غیرمجاز واقع در حریم رودخانه‌ها باید مورد توجه قرار گیرد. جهت ارتقای سطح آمادگی در مقابل سیلاب، بهره‌گیری از ظرفیت‌های ملی، بین‌المللی و فناوری‌های نوین حائز اهمیت است. تدوین و اجرای طرح‌های جامع مدیریت پسماند شهری با تأکید بر مدیریت در شرایط اضطراری به‌منظور جلوگیری از آلودگی منابع آبی و گرفتگی آبراهه‌ها و با تکیه بر آموزش‌های عمومی و تخصصی می‌تواند به ارتقای شرایط محیط زیستی بیانجامد. در بخش روستایی و عشایری، توسعه بیمه اجباری محصولات اساسی کشاورزی، اصلاح و ارتقای قانون پیشگیری و مبارزه با خطرات سیل (مصوب ۱۳۴۸) و تشدید مجازات زمین‌خواری و تغییر کاربری اراضی می‌تواند از شدت خسارات سیل بکاهد. همچنین نیاز است تا استقرار سکونتگاه‌ها براساس نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب و از طریق سیاست‌های تشویقی، آموزش همگانی، تقویت معیارهای کیفی ساخت مسکن روستایی و متناسب با ویژگی‌های طبیعی روستاها صورت گیرد. همچنین به‌طور کلی تحلیل اقلیمی توده‌های باران‌زا نظیر مونسون، اجرا و مدیریت صحیح عملیات آبخیزداری و آبخوان‌داری، استقرار سامانه هشدار سیل در حوضه‌های آبخیز رودخانه‌های مهم و مخازن سدها، در نظر گرفتن منابع آب جایگزین برای سامانه تأمین آب شرب شهری و روستایی، بهره‌برداری چندمنظوره از تأسیسات زیربنایی و پایش مستمر عملکرد آنها برای شرایط اضطراری از راهکارهای کاهش تبعات سیلاب در آینده هستند.



تغییر اقلیم، گرمایش جهانی و خشک‌سالی‌های حاصل از آن، از چالش‌های مهم حال حاضر جامعه بشری به‌شمار می‌رود که زندگی میلیارد نفر را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار داده است. تغییرات اقلیمی موجب تغییرات وسیعی در الگوهای آب و هوایی، نظیر توزیع بارش و رخداد پدیده‌های حدی جوی شده و در پی آن باعث گسترش و تداوم خشک‌سالی، فرسایش خاک، بیابان‌زایی، وقوع ریزگرد و تخریب‌های محیط زیستی شده است. از عوامل و پیامدهای تغییر اقلیم به گرم شدن هوای کره زمین (که به نام گرمایش جهانی نیز معروف است)، تغییر در الگوی بارندگی و رگباری شدن بارش‌ها، تغییر شکل بارش از حالت برف به باران و درنهایت تأثیر این عامل بر بروز سیلاب است. به‌صورت کلی، فعالیت‌های انسانی می‌تواند آثار مهمی بر آب‌وهوا و اقلیم در مقیاس‌های محلی، منطقه‌ای و جهانی داشته باشد. همچنین درک اینکه اقلیم به‌طور طبیعی با زمان در حال تغییر است، اهمیت دارد. آب‌وهوا و تغییر اقلیم، تبعات زیادی برای ارزیابی ریسک و دفاع از سیلاب آینده دارد؛ بنابراین درک اینکه چگونه آب‌وهوا و اقلیم از طریق فعالیت‌های بشری، عمداً یا سهواً تغییر می‌یابد، اهمیت دارد (داوی هان، ۱۳۹۶). در سال‌های اخیر، احتمال وقوع سیل در بسیاری از نقاط جهان موجب نگرانی دائمی برای مردم و دولت‌ها شده است. تعاریف زیادی درباره سیلاب‌ها وجود دارد برخی از این تعاریف عبارتند از: لبریز شدن یک پیکره آبی بزرگ روی زمینی که در حالت معمول، مستغرق نیست؛ مقدار زیادی آب که ناحیه‌ای را که معمولاً خشک است، می‌پوشاند؛ سرریز شدن آب روی زمین که در حالت عادی خشک است. ملاحظه می‌شود که عبارت مشترک در بین این تعاریف، «آب روی یک زمین معمولاً خشک» است (همان). در واقع سیل زمانی رخ می‌دهد که خاک و پوشش گیاهی یک منطقه توانایی جذب کامل آب را نداشته باشد. در این زمان حجم آب به‌صورت غیرقابل کنترل از طریق کانال‌های رودخانه‌ای یا حفره‌های طبیعی یا مخازن آب دست‌ساز بشر، ریزش می‌کند. شهرسازی‌ها و حذف گیاهان باعث کاهش مقدار آب نفوذی و افزایش آب سطحی می‌شود. حجم زیاد آب از یک‌طرف بر بزرگی طغیان می‌افزاید و از طرفی با افزایش فرسایش، رسوباتی به‌وجود می‌آورد که با برجای گذاشتن آنها ظرفیت بستر اصلی رود کاهش می‌یابد.

زیست‌بوم ایران از یک‌سو به‌دلیل ویژگی‌های جغرافیایی، اقلیمی و ریخت‌شناسی منابع آب‌و‌خاک در تاریخ طولانی خود، به‌عنوان یک سرزمین نیمه‌خشک در بخش عمده‌ای از فلات ایران شناخته شده است، اما از سوی دیگر به‌علت تنوع سرزمینی و اقلیمی و نیز شرایط حاکم بر شیوه توسعه جاری و حاکم، در همین دوران همواره با بروز حوادث متعدد طبیعی و به‌ویژه طغیان و جریان نابهنگام آب‌های سطحی در بسیاری از مناطق کشور صرف‌نظر از شرایط متنوع جغرافیایی خود نیز در چالش بوده است.

بررسی اجمالی از سازه‌های مقابله با سیل در بسیاری از نقاط کشور و از جمله احداث سیل‌گیرها، تله‌های رسوبی، مسیل‌های حفاظتی و موارد مشابه در ایران و در طول تاریخ توسعه آن نشان می‌دهد که الگوی بارش‌های غالب بر این سرزمین با ویژگی‌های مشخص شدت-مدت متناظر با اقلیم نیمه‌خشک کشور تا چه اندازه پتانسیل و احتمال وقوع سیلاب‌ها را برای زیست‌مندان این سرزمین افزایش داده است. از سوی دیگر حتی در مناطقی از کشور که شرایط آب و هوایی و الگوی بارش در مجموع باید اطمینان خاطر ساکنان را از وقوع سیلاب‌های مخرب افزایش دهد نیز، به‌دلیل دست‌اندازی‌های انسانی در عمل موجب وقوع مکرر این واقعه شده است که مصداق آن افزایش تکرار و شدت وقوع

سیلاب‌های ناشی از مونسون^۱ را می‌توان نام برد.

در گزارش حاضر سیل مردادماه ۱۴۰۱ کشور مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. این بررسی حوزه‌های منتخب زیربنایی کشور شامل محیط زیست، روستایی و عشایری، زیرساخت‌های شهری، آب و هواشناسی را پوشش می‌دهد. بعد از مقدمه، وقوع سیل مردادماه ۱۴۰۱ کشور آسیب‌شناسی شده و دلایل و زمینه‌های آن بررسی می‌شود. این بررسی در دو بخش فراملی (عمدتاً تغییرات اقلیمی) و داخلی (دخالت‌های انسانی و سوءمدیریت‌ها) صورت گرفته است. پس از آن خسارات وارده به بخش‌های منتخب براساس آمار و اطلاعات اولیه و تخمینی ارائه می‌شود. گفتنی است که برآورد خسارات تخمینی، برآورد اولیه و عمدتاً براساس گفته‌ها و اظهارات مقامات رسمی کشور است.^۲ در قسمت چهارم گزارش برخی راهکارها و پیشنهادها به تفکیک بخش‌های منتخب ارائه و در انتهای گزارش خلاصه و نتیجه‌گیری ارائه شده است.

۱. آسیب‌شناسی وقوع سیل مردادماه ۱۴۰۱: دلایل و زمینه‌ها

۱-۱. تغییرات اقلیمی

گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی در سال‌های اخیر، تبعات گسترده‌ای بر انسان و طبیعت داشته است. ارتباط علمی بین انتشار کربن و افزایش دمای زمین انکارناپذیر است. هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم^۳ (IPCC) تأثیر انسان بر اقلیم را واضح عنوان و اعلام کرده است که غلظت اتمسفر در اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای به دلیل فعالیت‌های انسان، به بالاترین سطح خود در تاریخ بشر رسیده است. در سه دهه گذشته از سال ۱۸۵۰، سطح کره زمین، هر دهه نسبت به دهه قبل گرم‌تر شده است. گرم‌ترین دمای کره زمین در سال ۲۰۰۱ ثبت شده است و پس از آن به مدت حدود ۱۷ سال روند افزایشی دما نسبت به دهه‌های قبل ادامه داشته است. سال ۲۰۱۷ دومین سال گرم ثبت شده از سال ۱۸۸۰ است (IAIS, 2018).

از جمله آثار تغییر اقلیم می‌توان به افزایش فجایع طبیعی و وقایع شدید آب‌وهوایی، افزایش سطح آب دریاها، کاهش تنوع زیستی، نقل مکان و جابه‌جایی افراد در اثر رخدادهای طبیعی اشاره کرد. شواهد علمی محکمی وجود دارد که نشان می‌دهد تغییر اقلیم بر فراوانی، شدت و توزیع فجایع طبیعی و وقایع شدید آب‌وهوایی تأثیرگذار است. براساس تحقیقات انجام شده سازمان جهانی هواشناسی، ۸۰ درصد فجایع طبیعی بین سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵، مربوط به تغییرات اقلیمی بوده است. تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که تغییر اقلیم به افزایش ریسک وقایع آب‌وهوایی شدید مانند گرمای شدید، خشک‌سالی، بارش، آتش‌سوزی و طوفان منجر شده است. تصویرسازی شرایط محتمل دوره آتی نشان می‌دهد که تغییر اقلیم تا پایان قرن حاضر، حتی با در نظر گرفتن استراتژی‌های تسکین^۴ و سازگاری^۵، سبب افزایش تلفات و آسیب‌های انسانی و محیط زیستی خواهد شد و افراد و دارایی‌ها در اثر انتخاب‌های جمعی و فردی در معرض خطرات اقلیمی قرار می‌گیرند. تغییر اقلیم، فراوانی و شدت وقایع آب‌وهوایی از جمله سیل را افزایش می‌دهد و می‌تواند بر عوامل ایجاد سیل مانند

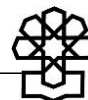
1. Monsoon

۲. آمار خسارات برآورد اولیه مقامات رسمی کشور است؛ لذا بعداً و با تدقیق آمار، ارقام مذکور می‌تواند تغییر یابد.

3. The Inter-governmental Panel on Climate Change

4. Mitigation

5. Adaptation



بارش (حجم، زمان و نوع بارش)، پوشش برف، رطوبت خاک، سطح آب دریا و سایر آب‌های سطحی، شرایط دریاچه‌های یخی و پوشش گیاهی تأثیر گذارد و در نتیجه خصوصیات سیل را تغییر دهد. اصولاً گرمایش جهانی ظرفیت اتمسفر برای نگهداری رطوبت و مقدار کل رطوبت را افزایش خواهد داد که از لحاظ نظری به معنای افزایش فراوانی و شدت بارش‌های شدید و افزایش شدت طوفان‌ها و گردبادهاست. یک اقلیم رو به گرمایش می‌تواند آب محبوس شده در یخچال‌های طبیعی قطب و گرینلند را ذوب کند و سبب بالا آمدن سطح آب دریاها شود. علاوه بر این حجم آب اقیانوس و سطح آب دریا در اثر جذب گرمای اتمسفری نیز افزایش می‌یابد. ترکیب بالا آمدن سطح آب دریا و افزایش بارش‌ها خطر وقوع سیل‌های ساحلی و درون‌مرزی را در جوامع مختلف افزایش خواهد داد (NAIC, 2017).

هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم برخی آثار تغییر اقلیم بر سیلاب را (به‌رغم تفاوت‌های منطقه‌ای و سطوح مختلف عدم قطعیت) به‌صورت زیر بیان کرده است (OECD, 2017):

- فراوانی بارش‌های شدید یا نسبت بارش‌های شدید به کل بارش‌ها احتمالاً در بسیاری از مناطق جهان افزایش خواهد یافت زیرا دمای زیاد باعث نگهداری آب بیشتری در اتمسفر می‌شود.
 - متوسط حداکثر سرعت گردبادهای گرمسیری در برخی حوضه‌های آبریز اقیانوس احتمالاً افزایش خواهد یافت.
 - ممکن است یک تغییر مسیر قطبی از مسیر طوفان‌های فراگرمسیری اتفاق بیفتد.
 - افزایش متوسط سطح آب دریاها روند صعودی سطح آب را در سواحل تشدید خواهد کرد.
 - تغییرات موج گرما، آب شدن یخچال‌ها، تخریب لایه‌های یخ‌زده زمین که باعث ایجاد حوادث کوهستانی مانند ناپایداری شیب، حرکت اجسام سنگین و سیلاب ناشی از فوران دریاچه‌های یخی می‌شوند.
- از بین این تأثیرات، IPCC به تأثیر تغییر اقلیم بر شدت بارش‌ها نسبت به سایر حوادث طبیعی اطمینان بیشتری دارد (IPCC, 2012). افزایش وقوع بارش‌های شدید می‌تواند به افزایش فراوانی سیلاب‌های ناگهانی، سیلاب‌های رودخانه‌ای و سیلاب‌های ناشی از بالا آمدن آب زیرزمینی منجر شود. افزایش شهرنشینی که به‌طور کلی به دلیل تبدیل عوارض طبیعی زمین به کاربری شهری، ظرفیت نفوذ آب در زمین را کاهش می‌دهد، آثار تغییر اقلیم را تشدید خواهد کرد و خسارات سیل را افزایش خواهد داد (Wilby and Keenan, 2012).

آثار دورپیوندهای انسو و دوقطبی اقیانوس هند

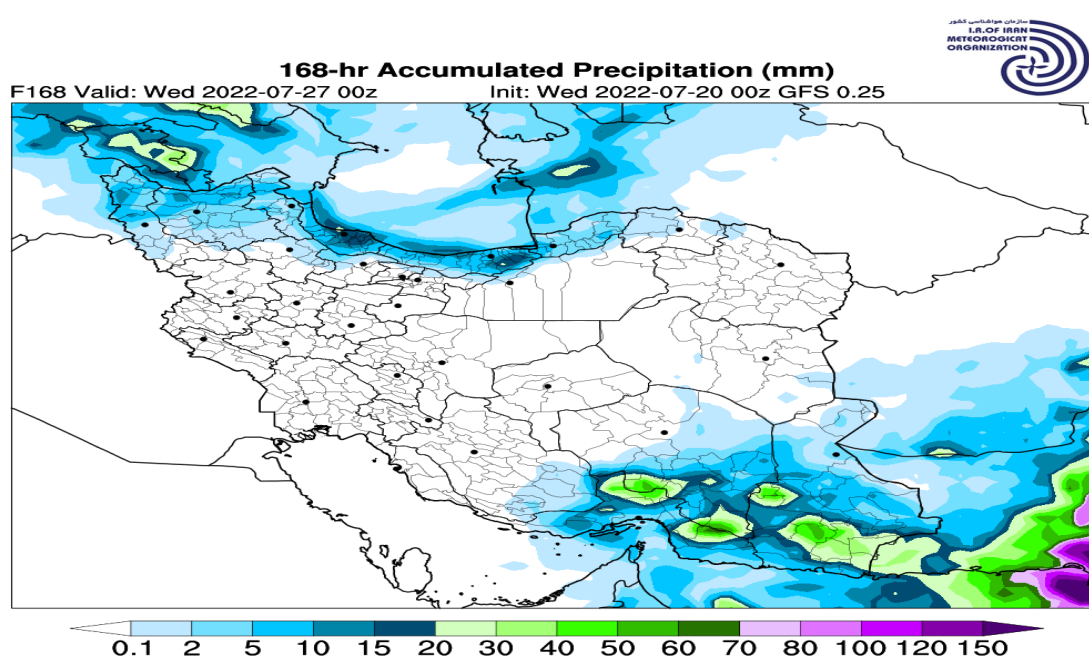
در سال جاری، برای سومین سال متوالی روی آرام حاره‌ای تداوم فاز سرد انسو (لانیئا) اتفاق افتاده است. مطالعات و پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که این فاز انسو با تقویت مانسون تابستانی همبستگی خوبی دارد. همچنین دو قطبی اقیانوس هند (IOD)، در فاز منفی است، به این معنا که بی‌هنجاری منفی دمایی در غرب اقیانوس هند وجود دارد که به تقویت واچرخند روی دریای عرب منجر می‌شود. این مؤلفه نیز سبب تقویت و نفوذ جریان‌های دریا به خشکی از اقیانوس هند به خشکی‌های شبه‌قاره هند و جنوب کشور می‌شود.

آثار همدیدی

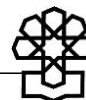
از لحاظ اقلیمی در فصل تابستان حرکت‌های همدیدی چرخندی روی منطقه شرق مدیترانه و خاورمیانه محدود به فعالیت ضعیف چرخند قبرس است که با حرکت شمال شرق سوی امواج ناشی از این چرخند، مناطقی از شمال غرب کشور تحت تأثیر قرار می‌گیرد و بارش‌های رگباری محدودی برای آن منطقه دارد. اثر مهم‌تر آن تقویت پراارتفاع، سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال

جنب حاره در کشور ماست. در تیرماه سال جاری این پیکربندی بسیار ضعیف بود و علاوه بر آن، از روز بیست‌ونهم تیرماه ۱۴۰۱، پربندهای بسته کم ارتفاع در منطقه شمال روسیه، به مرکز ۵۵۰dm، دیده می‌شود که به تدریج به عرض‌های جنوبی‌تر منتقل و بر منطقه شمال قفقاز و شرق دریای سیاه ماندگار شد. از طرف دیگر این کم‌فشار بریده (cut-off Low) سبب تضعیف بیشتر پراتفاح جنب حاره نیز شده است.

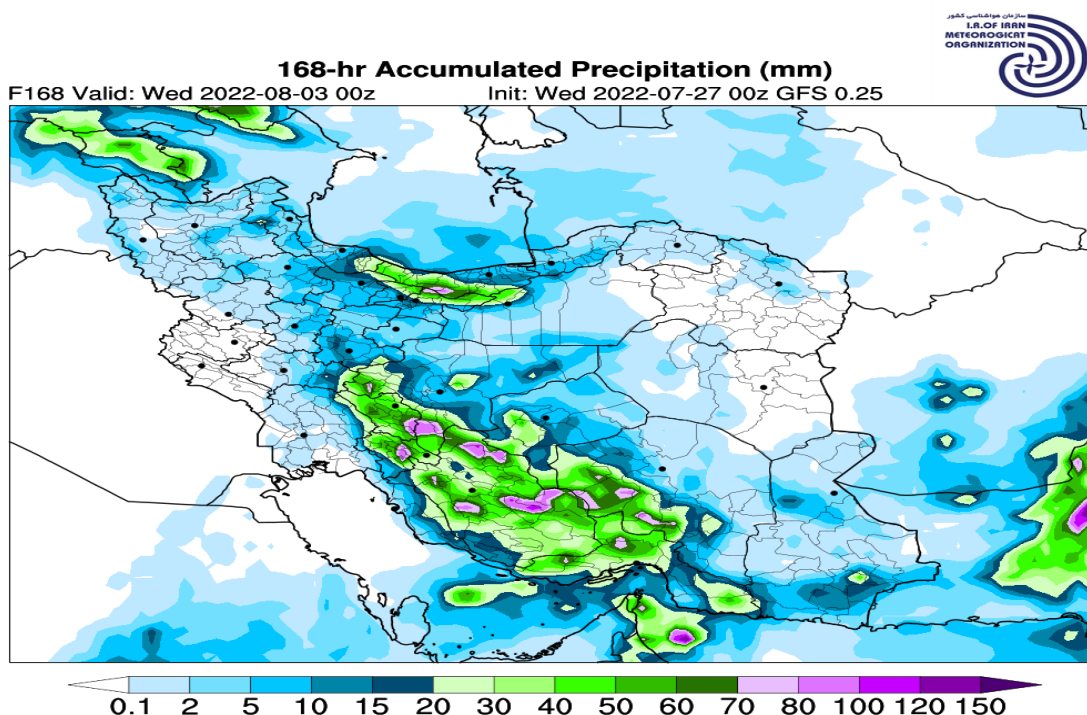
شکل ۱. نقشه پیش‌بینی اجراشده در تاریخ ۲۹ تیرماه برای بارش تجمعی مناطق مختلف کشور طی یک هفته از تاریخ ۱۴۰۱/۰۴/۲۹ تا ۱۴۰۱/۰۵/۰۵



از طرف دیگر فاز سرد دور پیوند انسو، دوقطبی اقیانوس هند و جابه‌جایی ITCZ تا جنوب کشور منجر شده است تا در سطح زمین و سطح ۸۵۰ هکتوپاسکال حرکات چرخندی شکل گرفته، تشدید شده و تداوم یابد. به این طریق رطوبت بسیار مناسبی از روی اقیانوس هند و دریای عرب بر کشور، طی چندین روز به صورت متوالی منتقل شد. در طول روز به‌ویژه ساعات بعدازظهر و شب، در اثر گرمایش کم‌فشار حرارتی فلات ایران و ناپایداری‌های محلی سبب صعود رطوبت، تشکیل ابر و بارش‌های رگباری شد. همان‌طور که در بالا اشاره شد در ترازهای میانی جو، مانعی (پراتفاح جنب حاره معمول این فصل) نیز وجود نداشت بنابراین توانست به سرعت تشدید شود و کم‌فشار گرمایی تا حدی به صورت دینامیکی تقویت شد؛ در بعضی روزها مانسون بر فلات ایران بیشینه فعالیت خود را نشان داد. در واقع شرایط همدیدی حاکم، به همراه فاز منفی دوقطبی اقیانوس هند و فاز سرد انسو سبب شد تا طی چند روز متوالی (از ۳۰ تیرماه تا ۱۰ مردادماه جاری) در مناطق مختلف کشور شاهد بارش‌های شدید و بی‌هنجار باشیم که در برخی مناطق به وقوع سیل منجر شد (شکل‌های ۱ و ۲).



شکل ۲. نقشه پیش‌بینی اجرا شده در تاریخ ۵ مرداد برای بارش تجمعی مناطق مختلف کشور طی یک هفته از تاریخ ۱۴۰۱/۰۵/۰۵ تا ۱۴۰۱/۰۵/۱۲



مونسون

پدیده‌های حدی، تأثیرگذاری زیادی روی اقلیم آب و هوایی کشور ایران دارد که در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته؛ یعنی یا بارش‌ها خیلی کم روی می‌دهند یا به حدی اتفاق می‌افتند که سبب ایجاد سیلاب شدیدی در کشور می‌گردند (پژوهشکده سوانح طبیعی، ۱۴۰۱). مونسون، یکی از این پدیده‌هاست. مونسون‌ها، بادهای فصلی متقابل استوایی در مقیاس سینوپتیک هستند که در اثر واکنش‌های مختلف اقیانوس و خشکی به تابش نور خورشید، ایجاد می‌شوند. از دیدگاه مهندسی باد، بادهای مونسون، مشابه بادهای سیکلون برون‌حاره‌ای^۱ هستند؛ زیرا هر دوی آنها بادهای سینوپتیکی هستند که توسط گرادیان‌های فشار در مقیاس بزرگ، هدایت می‌شوند (Hi, 2021). در اصطلاح فارسی به آنها، بادهای موسمی نیز گفته می‌شود. همچنین اصطلاح مونسون، گاهی برای توصیف باران‌های شدید اما کوتاه محلی نیز به کار برده می‌شود.

هرساله در یک بازه زمانی مشخص، این اتفاق خاص آب و هوایی که حیات میلیون‌ها انسان به آن گره خورده است، در جنوب شرق آسیا رخ می‌دهد. مونسون، از اواخر اردیبهشت‌ماه از سریلانکا و بخش‌های جنوبی هند شروع می‌شود و به تدریج به سمت عرض‌های جغرافیایی بالاتر حرکت کرده و سپس در اوایل تیرماه به پاکستان و نهایتاً از حدود نیمه تیرماه، بخش ضعیف شده آن به جنوب شرق ایران هم می‌رسد و بارندگی‌های مناسبی را در استان سیستان و بلوچستان، هرمزگان، شرق فارس و جنوب کرمان سبب می‌شود. دلیل این بارندگی‌ها، آن است که مونسون حجم بسیار عظیمی از رطوبت را از روی

اقیانوس هند به شبه‌قاره هند و نواحی مجاور انتقال می‌دهد، برخورد این حجم از رطوبت به رشته کوه‌های هیمالیا باعث بارندگی‌هایی در مقیاس بسیار بالا می‌شود (پژوهشکده سوانح طبیعی، ۱۴۰۱).

قسمت‌های زیادی از سطح کره زمین و بیش از دوسوم جمعیت جهان، از لحاظ اقتصادی و اجتماعی تحت تأثیر همین باران‌های مونسونی هستند (Wang, 2021). ناحیه آسیای جنوبی (شامل کشور هند)، محل استقرار یک پنجم جمعیت جهان است که برای مقاصد مسکونی، کشاورزی و صنعتی، به شدت به چنین بارش‌های فصلی متکی هستند (Clemens, 2021)؛ اما باید توجه داشت که شدت و ضعف این پدیده در سال‌های مختلف، متفاوت است و بیشترین اثر آن در ایران، از قدیم‌الایام همان بادهای معروف به ۱۲۰ روزه است که سیستان و بلوچستان و جنوب خراسان را درگیر طوفان‌های شن می‌کند (پژوهشکده سوانح طبیعی، ۱۴۰۱). گفتنی است، همان‌طور که پیش‌تر به آن اشاره شد، اصطلاح مونسون برای اشاره به فاز بارانی یک الگوی تغییر فصلی اطلاق می‌شود؛ درحالی‌که باید توجه داشت که از نظر فنی این اصطلاح برای اشاره به یک فاز خشک نیز کاربرد دارد.

در خصوص بارش‌های اخیر نیز می‌توان ادعان داشت که ورود پدیده مونسون و ایجاد بارش‌های شدید تابستانه در ایران، به‌خصوص در استان‌های جنوبی و جنوب شرقی کشور، امری طبیعی قلمداد می‌شود؛ اما به دلایلی شدت این پدیده‌ها در حال فزونی است:

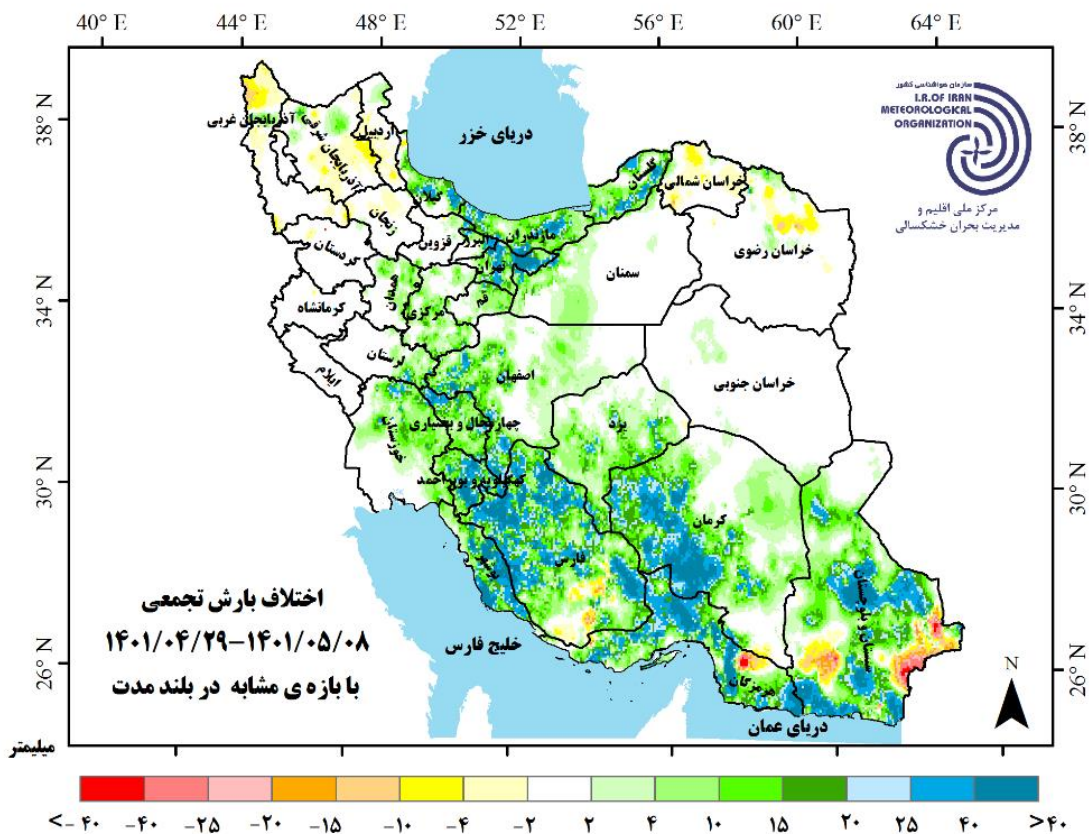
گرمایش جهانی در قرن گذشته سبب افزایش چشمگیر شدت و فراوانی بارش‌های شدید مونسون شده است (Wang, 2021). با توجه به تغییرات اقلیمی و گرمایشی، وضعیت کره زمین به یک چالش محیط زیستی تبدیل شده که همه کشورهای جهان از جمله ایران را تحت تأثیر قرار داده است. مقابله با این تغییرات، نیازمند اقدام‌های جهانی است. بازخورد گرم شدن سطح کره زمین نیز روی منابع آبی و بارش نشان داده خواهد شد. می‌توان ادعان داشت این رفتار فعلی از شرایط آب و هوایی کره زمین، یعنی افزایش سیلاب‌ها و خشک‌سالی‌ها، خود نشان‌دهنده تغییرات اقلیمی است. این تغییرات باعث خواهد شد که بارندگی‌ها با شدت بیشتری صورت گیرد و به سیلاب تبدیل شود و یا از میزان میانگین بارش‌های منطقه کاسته و تبدیل به خشک‌سالی شود.

تغییرات مشاهده شده در مقدار میانگین بارش‌های مونسون در هر منطقه، تغییرات ۱۰ سال قابل توجهی را نشان می‌دهد (همان). بنابراین تغییرات اقلیمی و در نتیجه گرم شدن آب‌وهوا، سبب شده است که مونسون هند قوی‌تر و بی‌نظم‌تر شود و این هشدار نسبت به پیامدهای بالقوه شدید برای تأمین غذا، کشاورزی و اقتصاد تقریباً ۲۰ درصد جمعیت جهان است. محققان همچنین بیان کرده‌اند که هر یک درجه سانتی‌گراد گرم شدن هوا، مقدار باران‌های موسمی را تا حدود ۵ درصد افزایش می‌دهد و این یک تهدید جدی است (phys.org, 2021).

استان‌های تحت تأثیر بارش شدید و سیل آسا

در شکل زیر بی‌هنجاری بارش از ۲۹ تیر تا ۸ مرداد ماه سال جاری به‌صورت پهنه‌ای و با استفاده از داده‌های دیدبانی ترسیم شده است. مطابق نقشه، بی‌هنجاری شدید بارش را می‌توان در بسیاری از مناطق زاگرس جنوبی و جنوب شرق و دامنه‌های البرز مرکزی مشاهده کرد.

شکل ۳. اختلاف بارش تجمعی در بازه ۱۴۰۱/۰۴/۲۹ تا ۱۴۰۱/۰۵/۰۸ با بازه مشابه در بلندمدت



مطابق آمار امداد رسانی سازمان امداد و نجات هلال احمر، مناطق درگیر سیل در نقشه زیر ارائه شده است: نقشه زیر نشان می‌دهد که تعداد زیادی از روستاها و شهرها در مناطق جنوب و جنوب شرق، دامنه‌های زاگرس، تهران و شمال شرق کشور درگیر سیل‌های موقت و ناگهانی تابستانی بوده‌اند.

اطلاعات مربوط به میزان بارندگی نشان می‌دهد، میزان بارش بیشتر استان‌ها تا انتهای فروکش کردن سیل‌های مردادماه نسبت به متوسط درازمدت، کاهش داشته است. بیشترین کاهش مربوط به استان‌های ایلام، کرمانشاه، همدان، سمنان و زنجان است و بارندگی استان‌های گیلان، سیستان و بلوچستان، کرمان و هرمزگان نیز نسبت به متوسط درازمدت افزایش داشته‌اند. حداکثر افزایش مربوط به استان‌های هرمزگان تا کرمان و سیستان و بلوچستان بوده که نشان می‌دهد بیشتر تحت تأثیر بارش‌های موسمی قرار گرفته‌اند. نکته جالب توجه دیگر این است که میزان بارش‌های صورت گرفته در مردادماه سال ۱۴۰۱ در طول ۵۰ سال اخیر منحصر به فرد بوده است و حداکثر بارش‌های مردادماه سال‌های مختلف را تشکیل می‌دهد.

حجم رواناب ورودی به سدهای استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، تهران، کرمان، اصفهان و خوزستان در سیلاب‌های اخیر برابر ۳۴۷ میلیون مترمکعب بوده است. استان سیستان و بلوچستان با ۱۵۱ و استان اصفهان با ۱۱ میلیون مترمکعب به ترتیب بیشترین و کمترین میزان ورودی رواناب را داشته‌اند.

شکل ۴. نقشه نقاط درگیر سیل و آبگرفتگی در کشور



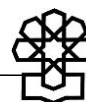
۲-۱. عوامل داخلی

دومین سری از عوامل مربوط به وقوع سیلاب‌ها و بروز خسارات ناشی از تأثیر فعالیت‌های مستقیم انسانی در مقیاس ملی و عدم اجرای قوانین و مقررات مربوط است؛ هرچند باید توجه داشت که عمدتاً فعالیت‌های بشری (مانند انتشار گازهای گلخانه‌ای) تغییرات اقلیمی را به همراه داشته است. بسیاری از عواملی که به تشدید آثار سیلاب منجر شده است، در اکثر مناطق کشور در واقع همان عواملی هستند که در سالیان گذشته موجب بروز تنش آبی، افت شدید سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی، فرونشست زمین، بروز پدیده فروچاله‌ها، ناپایداری و فرسایش خاک و به‌ویژه گسیل ذرات ناپایدار خاک از مناطق مستعد فرسایش‌پذیری و یا همان طوفان‌های گردوغباری شده بود که مورد اخیر حدود ۲۲ استان کشور را تحت تأثیر قرار داده است.

با بررسی پیامدهای سیلاب‌های اتفاق افتاده، می‌توان گفت که تصمیم‌گیری‌های غلط و سیاستگذاری‌های نادرست و توجه نکردن به ارزیابی‌های محیط زیستی در خصوص موارد مختلف از جمله تغییر کاربری اراضی، تغییر مسیر رودخانه، تخریب جنگل‌ها و مراتع و احداث جاده‌ها و راه‌ها منجر به خسارت شده است. این عوامل و زمینه‌ها را در محورهای کلی به شرح ذیل می‌توان برشمرد:

بستر و حریم رودخانه‌ها

یکی از عوامل مهم افزایش خسارات سیل‌های اخیر، تجاوز به بستر و حریم رودخانه‌ها بوده است در زمینه حفظ بستر و حریم رودخانه‌ها اختلافات جدی بین دستگاه‌های متولی امر وجود دارد. یکی از دلایل مهم اختلاف‌ها ذی‌ربط برداشت دستگاه‌های



مختلف اجرایی از قوانین موجود و تکالیف در خصوص حفاظت از بستر و حریم رودخانه‌هاست. این برداشت‌های مختلف در نهایت به بروز ناهماهنگی‌ها در رعایت محدوده بستر و حریم رودخانه‌ها منجر می‌شود. دستگاه‌های متولی امر در موضوع بستر و حریم رودخانه‌ها عبارتند از: وزارت نیرو، شهرداری‌ها، وزارت کشور، وزارت راه و شهرسازی، مراجع قضایی، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، سازمان ثبت اسناد و املاک کشور، نیروی انتظامی، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت صنعت، معدن و تجارت (صحت) و سازمان نقشه‌برداری و سازمان برنامه و بودجه، در همین راستا ابهام در مالکیت اراضی آزاد شده از تصرفات برای وزارت نیرو وجود داشته و وفاق نیز بین دستگاه‌ها به چشم نمی‌خورد.

غفلت از احتمال وقوع سیل به دلیل وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی باعث شده است که تجاوز و تصرف به بستر و حریم رودخانه‌ها افزایش پیدا کند و شرایط برای افزایش خسارات ناشی از سیل بیش‌ازپیش فراهم شود. برخی از تکالیف مهم وزارت نیرو در خصوص بستر و حریم رودخانه‌ها عبارتند از:

- تعیین حریم و بستر براساس برنامه‌ریزی مشخص و نیز علامت‌گذاری و اطلاع‌رسانی آن،
- حفظ و تثبیت کناره و بستر رودخانه‌های مرزی و در صورت لزوم اصلاح مسیر،
- ممنوعیت دخل و تصرف در بستر و حریم رودخانه‌ها و تخلیه و قلع بناهای معارض،
- انجام امور مطالعاتی، برنامه‌ریزی و اجرایی مربوط به بستر و حریم رودخانه‌ها،
- تقاضای رفع تجاوز از بستر و حریم رودخانه‌ها به مراجع قضایی،

در راستای موضوع بستر و حریم رودخانه‌ها و عملکردهای مربوطه در ارتباط با سیل‌های اخیر نکات زیر قابل احصا است:

۱. در خصوص رفع تصرفات از بستر و حریم رودخانه‌ها (که عمدتاً مربوط به نهادهای عمومی است)، از طرف وزارت نیرو اقدام‌های قضایی و اجرایی مناسبی صورت نگرفته است.

۲. نشانه‌گذاری حد بستر و حریم رودخانه‌ها به صورت مدون از سوی وزارت نیرو انجام نشده است و به صورت پراکنده از طرف شرکت‌های آب منطقه‌ای بستر به بودجه‌های آنها انجام می‌شود.

۳. تاکنون حدود ۲۰ درصد از رودخانه‌های کشور در سامانه کاداستر سازمان ثبت اسناد و املاک کشور ثبت شده است. بنابراین حدود ۸۰ درصد از مناطق بستر و حریم رودخانه‌ها فاقد اطلاعات لازم در سامانه کاداستر است.

۴. باید توجه داشت که موفقیت برنامه‌های وزارت نیرو در امر ساماندهی بستر و حریم رودخانه‌ها مستلزم تأمین بودجه‌های لازم و هماهنگی سایر، دستگاه‌های متولی و به خصوص قوه قضائیه است.

مهندسی رودخانه

رودخانه‌ها به‌عنوان شریان حیاتی تخلیه آب‌های سطحی نیازمند مدیریت صحیح و بر مبنای اصول علمی مانند مورفولوژی هستند. هرگونه تغییرات در شرایط هیدرولیکی رسوبی رودخانه به تغییرات ناخواسته‌ای منجر خواهد شد که تبعاتی را به دنبال خواهد داشت. ساخت‌وسازهای درون پهنه‌های سیلابی رودخانه‌ها می‌تواند رژیم‌های هیدرولیکی و رسوبی را تحت تأثیر قرار دهد. احداث راه، ریل، خطوط انتقال آب و برق به موازات رودخانه‌ها اگرچه از بعضی جوانب مناسب است، اما می‌تواند در شرایطی نقش مخربی داشته باشد که عمدتاً ناشی از عدم طراحی مناسبی سازه‌های تقاطعی و رهاسازی بدون پوشش آنها به سمت رودخانه است که به فرسایش پس‌رونده ساحل رودخانه و در نتیجه تخریب خودسازه و ساحل رودخانه منجر می‌شوند. احداث جاده در مناطق کوهستانی و دره‌های تنگ با ایجاد تراشه و ریختن

خاک آن در بستر رودخانه و عدم اجرای سازه‌های حفاظتی به کاهش عرض رودخانه، افزایش عمق سیلاب و سرعت آن و در نتیجه تخریب جاده منجر می‌شود. سازه‌های غیررودخانه‌های متقاطع با رودخانه نظیر پل، تأثیر زیادی به شرایط جریان و رسوب در رودخانه دارد و باید براساس علم مهندسی رودخانه طراحی شوند. متأسفانه در شرایط فعلی این سازه‌ها براساس ظرفیت عبوری برای سیل با دوره بازگشت مشخصی، مثلاً ۵۰ یا ۱۰۰ ساله طراحی می‌شوند. این امر در حالی است که با دوره بازگشت‌های کمتر نیز تخریب‌های زیادی اتفاق افتاده است. یکی از دلایل این‌گونه تخریب‌ها جانمایی ناصحیح سازه‌ها مثلاً در قوس رودخانه است. وظایف دستگاهی مرتبط با مهندسی رودخانه از جمله تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل، لایروبی رودخانه‌ها، برداشت شن و ماسه و حفظ و نگهداری تالاب‌ها به تعارضات بین دستگاهی منجر شده و در نهایت تخریب‌ها افزایش یافته است. برای مثال صدور مجوز برداشت مصالح رودخانه‌ای، که به‌طور مستقیم به رژیم جریان و رسوب و ظرفیت عبور رودخانه مرتبط است، با وزارت صنعت، معدن و تجارت است در حالی که نظارت فنی بر این امر برعهده وزارت نیرو است. عدم استقرار مدیریت یکپارچه به مسئولیت‌گریزی منجر شده و در نهایت به تخریب رودخانه‌ها منجر می‌شود.

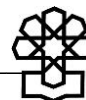
آبخیزداری و حفاظت از مراتع، جنگل‌ها و پوشش گیاهی حوضه آبخیز

یکی از مهم‌ترین اقدام‌ها در راستای حفاظت از آب‌و‌خاک کشور که مغفول مانده و مورد کم‌توجهی قرار گرفته، آبخیزداری و حفاظت از مناطق کوهستانی و سرچشمه‌های رودخانه‌هاست. چرای بی‌رویه دام، کشاورزی غیراصولی و به‌ویژه توسعه کشت دیم، تخریب جنگل‌ها و غیره از مواردی است که باعث از بین رفتن حوضه‌های آبخیز می‌شود. تبعات این موضوع افزایش شدت سیلاب، فرسایش خاک و افزایش رسوب، از بین رفتن خاک و تهدید حیات آبخیزنشینان و غیره است.

گفتنی است که اجرای پروژه‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری می‌تواند نقش مهمی در استحصال آب حاصل از سیل و افزایش منابع آبی داشته باشد، به‌نحوی که سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور برآورد کرده است که اجرای هر هکتار فعالیت آبخیزداری می‌تواند سالیانه به میزان حدود ۵۳۰ مترمکعب استحصال آب به همراه داشته باشد. همچنین براساس مطالعات انجام‌شده کارشناسان این سازمان، اجرای هر هکتار عملیات آبخوان‌داری با هدف پخش سیلاب و افزایش میزان نفوذ آب به زیرزمین می‌تواند به تولید سالیانه ۱۰۰۰ مترمکعب آب منجر شود (سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۱). تصویب قانون آبخیزداری و رفع خلأهای قانونی سیل و تصویب و تأمین اعتبارات «طرح آبخیزداری و کاهش مخاطرات سیل بر کانون‌های جمعیتی کشور» با اولویت شهرهای در معرض خطر سیل در کشور، اجازه قانونی به شهرداری‌ها در خصوص مشارکت مالی در مطالعه و اجرای طرح‌های آبخیزداری و کنترل سیل و رسوب در سطح حوضه آبخیز از جمله پیشنهادهایی است که می‌تواند در این زمینه کمک شایانی کند.

گسترش شهرنشینی و نفوذناپذیر شدن هرچه بیشتر سطح زمین

در یک حوضه آبخیز طبیعی، بیشتر سطح زمین نفوذپذیر و دارای پوشش گیاهی است. به همین دلیل مقدار زیادی از بارش از راه گیرش گیاهی، نفوذ در خاک و تبخیر و تعرق از دست رفته و انرژی آن نیز مستهلک می‌شود؛ اما شهری شدن و افزایش سطوح نفوذناپذیری همچون بام ساختمان‌ها، سطوح خیابان‌ها و پارکینگ‌ها و امثال آن که همانند مانعی در برابر نفوذ آب باران به داخل خاک عمل می‌کنند و همچنین حذف پوشش گیاهی سبب می‌شود که بخش بیشتری از هر بارندگی به رواناب‌های سطحی تبدیل شود و این رواناب‌ها با سرعت بیشتری به سمت خروجی حرکت



کند که نتیجه این پدیده، افزایش دبی پیک سیلاب و کاهش تغذیه آب زیرزمینی است. به عبارت دیگر، شهرسازی و توسعه شهرها و تبدیل مناطق بایر به اراضی شهری (احداث ساختمان، خیابان و تأسیسات شهری) امکان و فرصت نفوذ آب باران به درون زمین را به شدت کاهش می‌دهد و در نتیجه رواناب با حجم و سرعت بیشتر به سمت جوی‌ها و آبراهه‌ها سرازیر می‌شود و این شرایط به نوبه خود، افزایش بار آلاینده در رواناب را نیز به دنبال خواهد داشت (ناصح‌پور، ۱۳۹۹). برای کاهش اثر سیلاب در محیط‌های شهری، راهبردهای مهندسی و مدیریت فراوانی وجود دارد که می‌توان از آنها بهره‌جست؛ در غیر این صورت باید منتظر عواقب ناشی از سیلاب‌های سنگین بود. در سیلاب‌های مردادماه سال ۱۴۰۱، بسیاری از شهرهای استان یزد نیز به دلیل زیرساخت‌ها و تأسیسات نامناسب شهری، تحت تأثیر قرار گرفتند؛ بالا زدن آب از چاه‌های فاضلاب مشترکان، آب‌گرفتگی خیابان‌های شهر و مسدود شدن خیابان‌ها، آسیب دیدن آسفالت خیابان‌های شهر و وقوع فرونشست‌های جدی، بخشی از خسارات وارده ناشی از سیلاب مذکور بود. از جمله مناطق آسیب‌دیده شهر یزد، بافت تاریخی این شهر است که خسارات زیادی را به دلیل سیلاب اخیر، متحمل شده است. به گزارش اداره کل میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی استان یزد، شیب‌بندی و کف‌سازی اشتباه، عدم وجود چاه‌های جذبی مناسب با عمق زیاد و هواکش، عدم زیرساخت‌های مناسب و انسداد مسیل تاریخی و قنوات شهر، از جمله عواملی بودند که سبب آسیب دیدن بافت تاریخی شهر یزد شدند (سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۱).

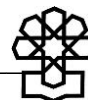
عدم استقرار سامانه هشدار سیل در حوضه‌های آبخیز و مخازن سدها

گفتنی است مطابق ماده (۲۶) قانون هوای پاک (مصوب سال ۱۳۹۶)، وزارت راه و شهرسازی (سازمان هواشناسی کشور)، با همکاری سازمان حفاظت محیط زیست، مکلف بوده است که حداکثر ظرف مدت دو سال پس از ابلاغ قانون فوق، شبکه ملی هشدار و پیش‌آگاهی رخدادهای سیل، طوفان و گردوغبار را تکمیل کند. همچنین مطابق با بند «ث» ماده (۱۴) قانون مدیریت بحران کشور (مصوب سال ۱۳۹۸)، وزارت راه و شهرسازی موظف است از طریق سازمان هواشناسی کشور، دو اقدام ذیل را که مرتبط با موضوع سیلاب هستند، انجام دهد: ۱. به منظور پیش‌بینی دقیق و هشدار بهنگام وقوع مخاطرات آب و هوایی، با همکاری وزارت جهاد کشاورزی و سایر دستگاه‌های اجرایی مرتبط موضوع ماده (۲) این قانون، نسبت به ایجاد مرکز پایش و هشدار بهمن، طوفان، گردباد، صاعقه، تگرگ، موج گرما (باد و باد گرم) و سرما در کشور اقدام کند. ۲. با همکاری وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی شبکه پایش و هشدار سیل در سطح کشور را تکمیل کند. لذا هشدار بهنگام سیل، پیش از وقوع آن و جلوگیری از ایجاد خسارات هنگفت اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی، مسئله مهمی است که هرچند قوانین فوق صراحتاً به آن اشاره کرده‌اند، اما در عمل مغفول مانده یا آن‌چنانکه باید، پیشرفت شگرفی در خصوص آن حاصل نشده است.

اجرا نکردن درست و کامل قوانین و مقررات مربوطه

• عدم اجرای صحیح تبصره‌های «۳» و «۴» ماده (۲) قانون توزیع عادلانه آب مصوب ۱۳۶۱/۱۲/۱۶ با اصلاحات و الحاقات بعدی از سوی وزارت نیرو و اجازه تجاوز به حریم و بستر رودخانه‌ها و مسیل‌ها؛ وقوع خشک‌سالی‌ها و کم‌آبی‌های پی‌درپی باعث کم‌اهمیت شدن بستر و حریم رودخانه‌ها شده است و این امر به افزایش ساخت‌وسازهای مجاز و غیرمجاز در این مکان‌ها (به‌طور مشخص ساخت‌وسازهای انجام شده در دره منطقه امام‌زاده داوود) و در نتیجه به تشدید خسارت‌ها منجر شده است.

- عدم اجرای کامل تکلیف ماده (۳) و بند «ب» ماده (۷) قانون توسعه و بهینه‌سازی آب شرب شهری و روستایی در کشور - مصوب ۱۳۹۴/۱۲/۲۴ با اصلاحات و الحاقات بعدی در خصوص اجرای طرح‌های جمع‌آوری آب باران در شهرها و روستاهای پرباران^۱ و نیز اجرای طرح‌های آبخیزداری^۲؛
 - عدم اجرای کامل بند «خ» ماده (۳۸) قانون برنامه ششم توسعه مبنی بر «اجرای عملیات آبخیزداری و حفاظت از خاک و آبخوان حداقل در سطح ۱۰ میلیون هکتار (سالی ۲ میلیون هکتار)»؛
 - عملکرد ضعیف وزارت نیرو در عمل به بند «پ» ماده (۱۴) قانون مدیریت بحران کشور مصوب ۱۳۹۸/۰۵/۰۷؛ در جزء «۱» این بند. وزارت نیرو موظف شده است با همکاری وزارت جهاد کشاورزی و وزارت کشور (سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور)، سازوکارهای لازم جهت کنترل آب‌های سطحی (سیلاب) در سطح ملی و استانی را ایجاد کند؛ ولی اقدام خاصی در این خصوص انجام نشده است.
 - عدم اجرای کامل جزء (۴ - ۲) بند «ث» ماده (۱۴) قانون مدیریت بحران کشور مصوب ۱۳۹۸/۰۵/۰۷؛ در این جزء، سازمان هواشناسی کشور موظف شده است «با همکاری وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی، شبکه پایش و هشدار سیل در سطح کشور را تکمیل کند»؛ ولی با وجود گذشت سه سال از ابلاغ قانون مذکور، هنوز چنین سامانه یا شبکه‌ای در مجموعه سازمان هواشناسی کشور ایجاد نشده است. البته در حال حاضر در ذیل مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو، سامانه‌ای تحت عنوان «سامانه پایش و پیش‌بینی سیلاب» تعبیه شده که طراحی آن براساس «نظامنامه مدیریت سیلاب در وزارت نیرو» ابلاغی آبان‌ماه ۱۳۹۵ بوده است. این سامانه جهت بهره‌برداری دستگاه‌های تابعه وزارت نیرو ایجاد و در تاریخ ۱۶ دی‌ماه ۱۳۹۹ توسط وزیر وقت نیرو رونمایی شد. نکته دیگر اینکه، ارتباط سامانه مذکور با داده‌ها و مدل‌های هواشناسی سازمان هواشناسی کشور چندان مشخص نیست. شاید دلیل اینکه عملکرد سازمان هواشناسی کشور را در پیش‌بینی دقیق و به‌موقع شرایط آب‌وهوایی و وقوع خطرات حدی، چندان رضایت‌بخش نیست، فقدان سامانه پایش، پیش‌بینی و هشدار سیلاب در مجموعه این سازمان است. در این مورد به‌طور مشخص می‌توان به ضعف سامانه‌های پیش‌بینی آب‌وهوا در جهت تعیین وضعیت آب و هوایی نقطه‌ای مکان‌ها (مورد ویژه: سیل مرداد ۱۴۰۱ در استهبان استان فارس) و نیز سیستم‌های تعیین حجم آب رودخانه‌ها و مدیریت مخازن آب (حجم آب‌های روان شده به سمت خوزستان در سیل بهار ۱۳۹۸) اشاره کرد.
 - عدم اجرای کامل تکلیف جزء «۸» بند «الف» ماده (۲۷) قانون برنامه ششم توسعه توسط بنیاد مسکن انقلاب اسلامی. در این حکم به موضوع «شناسایی روستاهای در معرض خطر سوانح طبیعی جهت اجرای طرح‌های ایمن‌سازی این سکونتگاه‌ها با همکاری دستگاه‌های مسئول و مشارکت مردم و نهادهای محلی، به‌نوعی که حداقل سی درصد (۳۰٪) روستاهای در معرض خطر تا پایان اجرای قانون برنامه ایمن‌سازی شوند» پرداخته شده است. به‌رغم اینکه در برخی از استان‌ها، فهرست روستاهای در معرض خطر سوانح طبیعی مشخص شده ولی هنوز استان‌هایی وجود دارند که این فهرست برایشان تهیه نشده یا اگر تهیه شده، انتشار رسمی نیافته است. ضمن اینکه، به‌نظر می‌رسد نحوه ارزیابی تشخیص روستاهای در معرض خطر، به‌دلیل اینکه هنوز اطلس مخاطرات ایران تهیه نشده است
-
۱. ماده (۲) - وزارت نیرو می‌تواند با همکاری وزارت راه و شهرسازی در شهرها و روستاها با میانگین بارش سالانه دویست و پنجاه (۲۵۰) میلی‌متر و بالاتر، نسبت به ارائه تسهیلات به مشترکان جهت **اجداث تأسیسات لازم به‌منظور جمع‌آوری آب باران** و استفاده مجدد از آن با رعایت استانداردهای مربوط اقدام نماید.
 ۲. در مواردی که تأمین کسری آب صرفاً با **عملیات آبخیزداری** ممکن باشد با تأمین اعتبار مورد نیاز و با هماهنگی وزارت جهاد کشاورزی طرح‌های ذی‌ربط را اجرا نماید. وزارت جهاد کشاورزی مکلف است همکاری لازم را به‌عمل آورد.



و محدودیت‌هایی در ارزیابی‌های میدانی برای تمام مناطق روستایی کشور وجود دارد، دچار ایرادهایی باشد. در خصوص اجرای برنامه ایمن‌سازی حداقل سی درصد (۳۰٪) روستاهای در معرض خطر تا پایان اجرای قانون برنامه، تاکنون عملکردی گزارش نشده است.

نظام‌نامه سیل

یکی از اسناد مهم مدیریت شرایط اضطراری سیلاب، نظام‌نامه مدیریت سیلاب وزارت نیرو است. این سند در سال ۱۳۹۵ از سوی وزارت نیرو تهیه شده است. در این سند تکالیف و وظایف وزارت نیرو و اقدام‌های لازم در حیطه سیلاب تبیین شده است. البته سند به وظایف سایر دستگاه‌ها در سطوح مختلف نپرداخته و از این منظر دارای ضعف‌هایی است. شایان توجه است که تهیه نظام‌نامه مذکور به‌عنوان فعالیتی درون‌سازمانی و مستقل از وظایف کارگروه سیل انجام شده است و به حل مشکلات و تعارضات دستگاه‌های مختلف عضو کارگروه سیل و رفع مشکلات مدیریتی و عملیاتی نمی‌پردازد. البته نکته دیگری که درباره نظام‌نامه سیلاب وزارت نیرو باید گفت این است که این سند فاقد جزئیات کافی در سطح عملیاتی بوده و نسخه‌های مؤثری را برای همه شرایط ارائه نمی‌دهد. بررسی‌های هیئت ویژه سیلاب‌های ۱۳۹۸ نشان می‌دهد که توجه به زمان‌بندی در حین سیلاب نیازمند ابزارها و زیرساخت‌های قوی‌تری است. به‌رغم فعالیت‌های شرکت‌های آب منطقه‌ای در زمان سیلاب، رعایت ترتیبات زمانی مشخص شده در نظام‌نامه سیلاب به‌راحتی امکان‌پذیر نبوده و از این حیث نظام‌نامه و توان عملیاتی شرکت‌های آب منطقه‌ای نیاز به اصلاح و ارتقا دارد.

۲. خسارات سیل

خطرپذیری در برابر رخدادهای طبیعی در بسیاری از شهرهای ایران خصوصاً مراکز شهری در سنوات اخیر افزایش یافته است. بارش در برخی مناطق اقلیمی به‌صورت رگباری است و این مناطق هر سال درگیر سیلاب‌هایی با دوره‌های بازگشت متفاوت می‌شوند. این خطرات در مقیاس‌های جهانی نیز قابل توجه بوده است. طبق گزارش سازمان ملل متحد، بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ حدود ۷۴ درصد از کل بلایای طبیعی مربوط به آب بوده و در طول ۲۰ سال گذشته، تعداد کل تلفات ناشی از سیل و خشک‌سالی بیش از ۱۶۶۰۰۰ نفر بوده است، درحالی‌که سیل و خشک‌سالی بیش از سه میلیارد نفر را تحت تأثیر قرار داده و حدود ۷۰۰ میلیارد دلار به اقتصاد جهانی خسارت وارد کرده است (UN WWDR, 2020). از سال ۱۹۰۰، بیش از ۱۱ میلیون نفر در نتیجه خشک‌سالی جان خود را از دست داده‌اند و بیش از ۲ میلیارد نفر تحت تأثیر خشک‌سالی قرار گرفته‌اند که بیش از هر خطر فیزیکی دیگری است. (FAO, 2013). تا سال ۲۰۵۰، انتظار می‌رود با افزایش جمعیت در زمین‌های مستعد سیل، تغییرات آب و هوایی، جنگل‌زدایی، از بین رفتن تالاب‌ها و بالا آمدن سطح آب دریاها، تعداد افراد آسیب‌پذیر در برابر سیل به ۲ میلیارد نفر افزایش یابد (یونسکو، 2012). براساس برآوردها در نیمه اول سال ۲۰۲۲ تلفات ناشی از سیل، زلزله و طوفان باعث خسارات کلی حدود ۶۵ میلیارد دلاری در دنیا شده است، هرچند در مقایسه با خسارت ۱۰۵ میلیارد دلار در سال گذشته، بسیار کمتر بوده است (Munich Re, 2022).

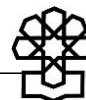
در ایران نیز در سال‌های گذشته حدود ۷۰ درصد اعتبارات سالانه طرح کاهش آثار بلایای طبیعی و ستاد حوادث غیرمترقبه صرف جبران خسارت ناشی از سیل شده است (خدایاری، ۱۳۹۸). طبق برآوردهای اولیه، سیل تابستان

۱۴۰۱ در ایران حدود ۴۴ هزار میلیارد تومان^۱ معادل ۱.۶ میلیارد دلار خسارت وارد کرده است. با وجود امکان افزایش ایمنی سازه‌ها و تأسیسات از طریق ارتقای روش‌های ساخت و رعایت ضوابط و مقررات، اما روند توسعه در ایران موجب آسیب به محیط زیست و منابع طبیعی شده و خسارات ناشی از سیل در کشور روند افزایشی داشته است. ریزش‌های جوی در ایران به دلیل شرایط اقلیمی و قرار گرفتن در منطقه جنب حاره به صورت ناگهانی و کوتاه‌مدت بوده است که اغلب موجب وقوع سیلاب‌های مخرب می‌شود. به دلیل ضعف در کیفیت ساخت و اجرای غیراصولی سازه‌ها، فقدان زیرساخت‌های استاندارد و عدم توجه به جغرافیای منطقه و تخریب طبیعت، هر ساله خسارات زیادی به تأسیسات و زیرساخت‌های شهری در اثر سیلاب وارد می‌شود. طبق گفته کارشناسان در دهه‌های گذشته تعداد دفعات وقوع سیل در کشور رشد تصاعدی دارد و در سنوات اخیر سیلاب‌ها به مراتب زودتر از دوره بازگشت طبیعی خود رخ داده‌اند. بارش‌های منتهی به سیلاب در مردادماه سال ۱۴۰۱، ۲۲ استان کشور شامل ۱۱۵ شهرستان و معادل ۲۱۹ زیر حوضه آبخیز را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). به صورت کلی، سطحی تقریباً برابر ۶ میلیون هکتار تحت بارش‌های سیل آسا قرار گرفتند (سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۱).

جدول ۱. اطلاعات بارش‌های مونسون مردادماه سال ۱۴۰۱

ردیف	استان	تعداد شهرستان	تعداد حوضه آبخیز	مساحت (هکتار)
۱	اصفهان	۸	۸	۴۵۰۰۰۰
۲	البرز	۳	۲۲	۲۰۳۳۲
۳	بوشهر	۶	۸	۳۵۵۱۲
۴	تهران	۶	۳۴	۲۰۰۱۸۰
۵	جنوب کرمان	۱۱	۱۱	۱۲۰۱۱۷
۶	چهارمحال و بختیاری	۲	۲	۴۵۰۰
۷	خوزستان	۸	۲۰	۸۳۰۶۴۱
۸	زنجان	۱	۱	۸۰۰۰
۹	سمنان	۴	۷	۸۰۸۶۲
۱۰	سیستان و بلوچستان	۱۴	۱۴	۲۰۰۰۰۰۰
۱۱	فارس	۷	۱۱	۱۵۹۰۴۰
۱۲	قزوین	۱	۱	۶۰۰۰
۱۳	قم	۲	۲	۱۰۰۰
۱۴	کرمان	۷	۱۱	۵۳۸۶۷۴
۱۵	کهگیلویه و بویراحمد	۴	۴	۳۴۴۵
۱۶	گلستان	۴	۴	۴۶۶
۱۷	گیلان	۳	۷	۳۱۷۰۰
۱۸	لرستان	۱	۱۰	۱۱۳۷۹۰
۱۹	مرکزی	۳	۳	۴۷۰۰
۲۰	هرمزگان	۷	۹	۱۲۰۰۰
۲۱	همدان	۲	۲	۶۰۸۵
۲۲	یزد	۱۱	۲۸	۱۲۸۹۷۷۳
	مجموع	۱۱۵	۲۱۹	۵۹۱۶۸۱۷

مأخذ: سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۱.



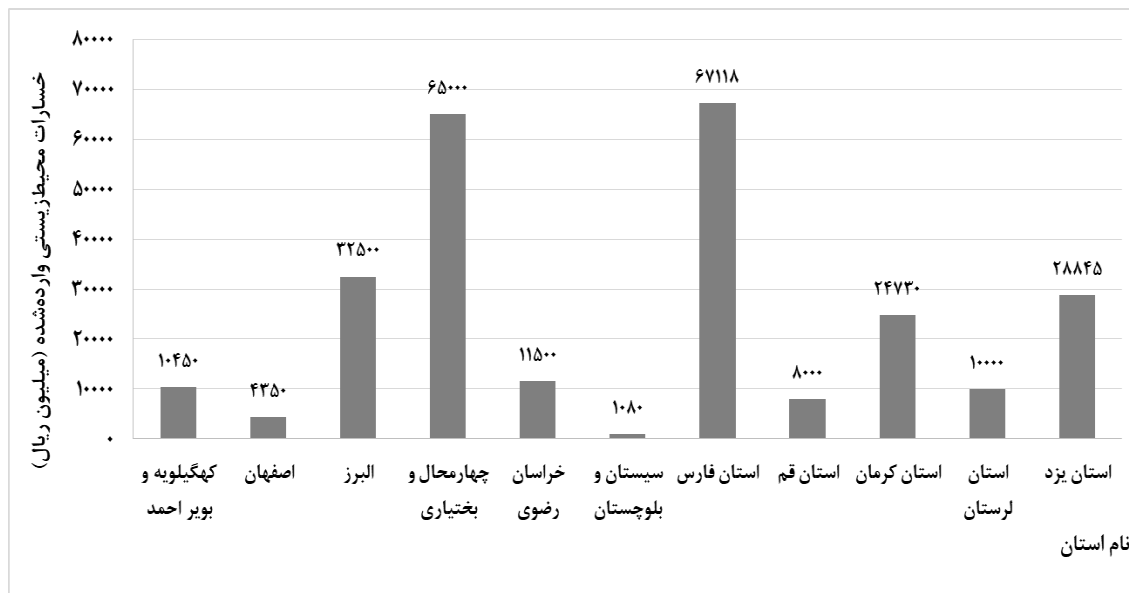
۲-۱. خسارات ناشی از سیلاب بر بخش محیط زیست

معاونت محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی سازمان حفاظت محیط زیست از ادارات کل حفاظت محیط زیست استان‌ها، به منظور بررسی اثر سیلاب مردادماه سال ۱۴۰۱ در مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست، ارائه گزارش نوع آسیب‌ها و برآورد خسارات را درخواست کرد. با تحلیل گزارش‌های دریافتی از آنها، می‌توان گفت که اکثر خسارات وارد شده ناشی از سیلاب مورد بحث به پارک‌های ملی و پناهگاه‌های حیات وحش، مناطق حفاظت شده جنگلی و شکارممنوع، تالاب‌ها، ادارات حفاظت از محیط زیست و غیره به دلیل تخریب زیرساخت‌های ذیل بوده است:

- آبشخورهای طبیعی و دست‌ساخت و قنات‌ها؛
- چشمه‌ها و پر شدن آنها به وسیله گل‌ولای؛
- استخرهای ذخیره آب، آب‌انبارها و پر شدن آنها از رسوبات؛
- لوله‌های آبرسانی به آبشخورها و چشمه‌ها؛
- بندهای احداثی روی تالاب‌ها و خاک‌ریزها؛
- دامنه‌های واریزه‌ای مشرف به دهانه غارها و مسدود شدن خروجی غارها؛
- راه‌های دسترسی و زیرساخت‌های آبرسانی حیات وحش؛
- انبارهای علوفه و راه‌های دسترسی به منطقه جهت تأمین آب و علوفه؛
- سایت تکثیر و پرورش گوزن زرد و تلف شدن ۱۴ رأس قوچ وحشی در منطقه حفاظت شده و شکارممنوع تحت مدیریت اداره حفاظت محیط زیست استان یزد؛
- جاده دسترسی، تأسیسات و بناهای پاسگاه‌ها، محیط‌بانی‌ها و ادارات حفاظت محیط زیست؛
- ایستگاه سنجش کیفیت آب؛

خلاصه‌ای از خسارات ناشی از وقوع سیلاب در مناطق تحت مدیریت حفاظت محیط زیست برخی استان‌ها نیز در شکل ۵ نشان داده شده است. موضوع مهم دیگری که باید به آن اشاره کرد، بی‌توجهی و بی‌تفاوتی سازمان حفاظت محیط زیست نسبت به وقوع سیلاب اخیر و عدم آسیب‌شناسی آن، به‌رغم خسارات زیاد محیط زیستی، تحمیل شده است که این خود بر وخامت وضع موجود می‌افزاید.

شکل ۵. خسارت سیلاب مردادماه ۱۴۰۱ بر مناطق تحت مدیریت ادارات کل حفاظت محیط زیست برخی از استان‌های کشور



مأخذ: سازمان حفاظت محیط زیست.

۲-۲. خسارات ناشی از سیلاب در بخش روستایی و عشایری

سیلاب مردادماه ۱۴۰۱ خسارت‌هایی به زیربخش‌های کشاورزی، عرصه‌های منابع طبیعی، منازل روستاییان و شبکه‌های آب و فاضلاب مناطق روستایی وارد ساخته است. البته هنوز آمار دقیق و کاملی از آثار زیان بار سیلاب اخیر در مناطق روستایی و عشایری و بخش کشاورزی و منابع طبیعی، منتشر نشده است؛ ولی برآوردهایی صورت گرفته است که در ادامه بدان‌ها پرداخته می‌شود.

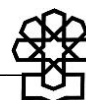
طبق گفته‌های رئیس سازمان مدیریت بحران کشور در جریان سفر یک‌روزه خود به استان مرکزی، سیلاب مردادماه، به ۲۴ استان کشور و ۱۴۳۳ روستا، خسارت وارد کرده است.^۱ همچنین حدود ۲۱۹ زیرحوضه آبخیز کشور در سطحی معادل ۶ میلیون هکتار تحت بارش‌های سیل‌آسا قرار گرفته‌اند که طبق برآورد اولیه سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، خسارت وارده و بهینه‌سازی اقدام‌های آبخیزداری در ۲۱۹ زیرحوضه آبخیز حدود ۳۰ هزار میلیارد ریال است.

طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی (دفتر مدیریت بحران و پدافند غیرعامل بخش کشاورزی)، میزان خسارت وارده به بخش کشاورزی، حدود ۲۱،۵۰۰ میلیارد تومان برآورد شده است که ۱۶/۳ درصد به زیربخش زراعت، ۳۰/۳ به زیربخش باغبانی، ۴/۶ درصد به زیربخش دام، طیور و آبزیان و ۴۸/۸ درصد به امور زیربنایی و تأسیسات آب‌و‌خاک مربوط می‌شود. به عبارتی تقریباً نیمی از خسارت‌ها به زیرساخت‌هایی مانند چاه، قنات، ایستگاه پمپاژ، جاده بین مزارع و باغات و ... وارد شده است (جدول ۲).

از نظر استانی، فارس با حدود ۵،۴۰۰ میلیارد تومان، یک‌چهارم (۲۵/۲ درصد) خسارت‌ها را به خود اختصاص داده

۱. دسترسی در پرتال رسمی استانداری مرکزی به آدرس:

<https://ostan-mr.ir/ostandari/news/62ee32715bfef2bcc4149693>



است و استان‌های کرمان با ۲۰/۲ درصد، کهگیلویه و بویراحمد با ۱۴/۷ درصد و لرستان با ۷/۱ درصد در رده‌های بعدی از نظر میزان خسارت قرار دارند. کمترین میزان خسارت در استان‌های البرز، خراسان شمالی و سمنان بوده است که سهم نسبت مبلغ خسارت هر کدام از این استان‌ها نسبت به کل کشور حدوداً ۰/۱ درصد بوده است (جدول ۲).

همان‌گونه که در جدول مشخص است بیشترین سطح خسارت دیده در زیربخش زراعت، مربوط به استان چهارمحال و بختیاری با ۷۸ هزار هکتار می‌شود که از مجموع سطوح تحت تأثیر سیلاب در استان‌های فارس و کرمان (مجموعاً ۵۹/۵ هزار هکتار) بیشتر است. ولی از نظر ریالی، استان فارس و کهگیلویه و بویراحمد در رده‌های نخست قرار دارند. دلیل اینکه در برخی از استان‌ها به‌رغم اینکه سطح اراضی زراعی و یا باغی درگیر سیلاب، پایین است ولی به لحاظ ریالی، میزان خسارت بیشتر است، به تفاوت در نوع محصول خسارت دیده مربوط می‌شود. برای مثال در استان کهگیلویه و بویراحمد ۴ هزار هکتار اراضی زراعی دچار آسیب شده است که از نظر ریالی ۸۴۰ میلیارد تومان خسارت وارد شده است. درحالی‌که در استان چهارمحال و بختیاری، ۷۸ هزار هکتار (حدوداً ۲۰ برابر بیشتر از استان کهگیلویه و بویراحمد) زمین زراعی درگیر سیلاب شده است ولی میزان خسارت به لحاظ ریالی، ۲۵۷ میلیارد تومان برآورد شده است؛ یعنی تقریباً یک‌سوم خسارت استان کهگیلویه و بویراحمد.

جدول ۲. برآورد اولیه میزان خسارات وارده به بخش کشاورزی ناشی از وقوع سیل

در مردادماه سال ۱۴۰۱ تا مورخ ۱۴۰۱/۰۵/۱۸

مبالغ: میلیارد ریال، سطح: هزار هکتار

ردیف	استان	زراعت		باغبانی		دام، طیور و آبیان	آب‌و خاک و امور زیربنایی و تأسیسات	جمع	نسبت مبلغ خسارت هر استان نسبت به کل کشور
		مبلغ	سطح	مبلغ	سطح				
۱	فارس	۱۳۵۸۸	۲۴۰۰۰۴	۲۸۳۳۵	۵۳۰۷۴۴	۹۷۶۰۷۵۵	۱۱۵۴۸۸۱	۵۴۴۴۸۰۵۷	۲۵.۲
۲	کرمان	۱۳۴۴۶۷۵	۳۵۰۴۰۸	۵۸۰۷۰۸	۵۱۰۷۱۷	۱۳۱۳۰۹۳۲	۳۵۱۹۹	۴۳۶۶۵۰۴۱	۲۰.۲
۳	کهگیلویه و بویراحمد	۸۴۰۰	۴۰۱	۵۰۰۰	۶۰۵	۱۳۱۳۰۹۳۲	۱۷۰۰۲	۳۱۷۱۵۰۹۳	۱۴.۷
۴	لرستان	۲۲۹۰۷۵۳	۴۰۹	۱۷۵۰۹۲۶	۰۰۴۷۵	۱۰۶۱۰۵۹۲	۱۳۹۱۹۰۳۹	۱۵۳۸۶۰۶۶	۷.۱
۵	مرکزی	۴۸۰	۳۰۴۶۵	۴۰۴۶	۴۰۹	۳۹۷۰۶۶	۶۲۹۲	۱۱۲۱۵۰۶۶	۵.۲
۶	یزد	۴۲۰	۲۰۱	۹۴۰	۴۰۷	۸۰۶	۷۷۸۴	۹۹۵۰	۴.۶
۷	چهارمحال و بختیاری	۲۵۷۰.۳	۷۸	۱۳۱	۰.۷۵	۱۸۶۷.۲۰۶	۴۴۳۲	۹۰۰۰.۵۰۶	۴.۲
۸	خوزستان	۲۸۹۱.۱	۸.۸۵۸	۸۵۵.۵۵	۳۰.۷۲	۱۱۲۵.۲۵	۲۳۰۸.۰۷	۷۱۷۹.۹۷	۳.۳
۹	اصفهان	۲۴۵۳.۷۷۷	۸.۱۷۲	۵۸۴.۶۴۵	۰.۸۷۵	۶۳۱.۸۴۸	۳۱۶۶	۶۸۳۶.۲۷	۳.۲
۱۰	سیستان و بلوچستان	۳۴.۷۹۹	۱.۱۲۶	۵۶۵۰.۹۴	۱۷.۹۳۱	۸۴.۱	۱۰۳۴.۵۳۶	۶۸۰۴.۳۷۵	۳.۲
۱۱	بوشهر	۸۳.۸۳	۲.۴۰۵	۳۹۷۳.۸۱۹	۲۸.۶۵۶	۰.۶	۱۱۰.۸۸	۴۱۶۹.۱۲۹	۱.۹
۱۲	جنوب کرمان	۲۳.۸۲	۰.۱	۳۰۶۰	۱۴.۶	۵۴.۱۹۵	۶۴۸.۷۶۶	۳۷۸۶.۷۸۱	۱.۸
۱۳	خراسان رضوی	۴۸۸.۰۸	۰.۲۴۹	۲۶۹۰.۸	۱۰.۱۸	۱۰	۱۴۳.۴	۳۳۳۲.۲۸	۱.۵
۱۴	تهران	۲۷۵	۰.۶۵	۲۱۸۹	۰.۵۲۳	۰	۹۴	۲۵۵۸	۱.۲
۱۵	زنجان	۱۲۸۰	۴.۵۳۷	۴۱۲.۲	۰.۳۸۲	-	-	۱۶۹۲.۲	۰.۸

ردیف	استان	زراعت		باغبانی		دام، طیور و آبیان	آب و خاک و امور زیربنایی و تأسیسات	جمع	نسبت مبلغ خسارت هر استان نسبت به کل کشور
		مبلغ	سطح	مبلغ	سطح				
۱۶	همدان	۴۴۶.۵۰۵	۱	۳۴۶.۱	۰.۴۷۵	۱۰۷.۶۱	۲۴۰	۱۱۴۰.۲۱۵	۰.۵
۱۷	قم	۱۳.۷۵	۰.۰۵	۲۱۵	۰.۷	۲۳.۰۳	۶۶۸.۷۵	۹۲۰.۵۳	۰.۴
۱۸	هرمزگان	۱۶.۷۲	۰.۰۳۴	۵۸۷.۱	۲.۵۲۲	۱.۱۸	۱۲۵.۰۳	۷۳۰.۰۳	۰.۳
۱۹	خراسان جنوبی	۸۸.۸۶۵	۰.۲۶۸	۲۱۸.۶	۱.۶۴۳	۰.۱۵	۹۱.۱۳	۳۹۸.۷۴۵	۰.۲
۲۰	سمنان	۱۷.۳	۰.۱۵۶	۱۱۵.۳۵	۰.۱۴۶	۳.۲۵	۱۶۲.۲۱	۲۹۸.۱۱	۰.۱
۲۱	البرز	۲۵	۰.۰۷	۵۹	۰.۳	۴۰	۱۴۰	۲۶۴	۰.۱
۲۲	خراسان شمالی	۵۳.۰۴	۰.۱۰۷	۵.۱۵	۰.۰۲۳	۰.۸۰۵	۱۱۸.۹۲	۱۷۷.۹۱۵	۰.۱
مجموع		۳۵۲۲۴.۳۱	۱۷۹.۷۶	۶۵۳۹۸.۹۸	۱۹۵.۶۵	۹۸۱۹.۱۰	۱۰۵۲۲۸.۹۰	۲۱۵۶۷۱.۲۹	۱۰۰/۰۰
نسبت مبلغ خسارت هر زیربخش به کل خسارت (درصد)		۱۶/۳		۳۰/۳		۴/۶	۴۸/۸	۱۰۰/۰۰	

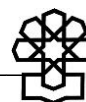
مأخذ: وزارت جهاد کشاورزی (دفتر مدیریت بحران و پدافند غیرعامل بخش کشاورزی)، ۱۴۰۱.

۳-۲. خسارت ناشی از سیلاب در بخش زیرساخت‌های شهری

آمار و اطلاعات روشنی از خسارت وارده به زیرساخت‌های کشور وجود ندارد اما با جمع‌آوری گفته‌ها و برآوردهای برخی از مقامات کشور می‌توان تصویری هرچند ناقص از این خسارات به‌دست آورد. این اطلاعات در جدول ۳ به تفکیک استان‌های درگیر سیلاب ارائه شده است.

جدول ۳. برآورد خسارات در بخش زیرساخت‌های شهری

ردیف	استان	میزان خسارت
۱	اصفهان	خساراتی به ۱۸ شهرستان استان خسارت ۹۰۰ میلیارد تومانی در کل استان ۴۰ میلیارد تومان به زیرساخت‌های جاده‌ای
۲	بوشهر	خسارت ۲۳.۶ میلیارد تومانی به جاده‌ها خسارات ۱۲.۶ میلیارد تومانی به تأسیسات برق
۳	تهران	آسیب ۷۰ درصدی به زیرساخت راه‌ها در فیروزکوه تخریب کامل ۱۲۰ واحد مسکونی در روستای مرزداران
۴	چهارمحال و بختیاری	خسارت ۳ هزار میلیارد تومانی در تمام بخش‌ها آسیب به زیرساخت‌های آب شرب ۱۶۹ روستا و ۷ شهر
۵	خوزستان	خسارت ۴۵۰۰ میلیارد تومانی به بخش‌های مختلف باغ‌ملک خسارت ۵۰۰ میلیارد ریالی به تأسیسات آبرسانی خسارت ۲۰ میلیارد ریالی به شبکه توزیع برق خسارت ۲۰۰ میلیارد ریالی به زیرساخت‌های شهری
۶	سیستان و بلوچستان	خسارت ۲۰ هزار میلیاردی به بخش‌های مختلف ۸ هزار و ۵۰۰ میلیارد ریال به زیرساخت‌های راه شمال و جنوب چهار هزار و ۵۰۰ میلیارد ریال به شهرداری‌ها



ردیف	استان	میزان خسارت
		۱۰ هزار و ۵۰۰ میلیارد ریال به منابع طبیعی ۲۵ میلیارد ریال به زیرساخت‌های برق ۸۰۰ میلیارد ریال آب ۸۵۰ میلیارد ریال به سایر بخش‌ها
۷	کهگیلویه و بویراحمد	خسارت ۳۱ میلیارد ریالی به زیرساخت‌های برق
۸	لرستان	خسارت ۶۰۰ میلیارد تومانی در الیگودرز
۹	هرمزگان	خسارت ۱۰۰ میلیارد تومانی به راه‌ها و ابنیه فنی میناب
۱۰	یزد	خسارت اولیه سیل ۶ هزار میلیارد تومان ۴ هزار و ۲۸۰ واحد مسکونی شهری و ۴ هزار و ۳۵۰ واحد مسکونی روستایی و ۴۵۰ واحد تجاری و صنعتی بین ۲۰ تا ۱۰۰ درصد خسارت دیدند.
۱۱	سمنان	خسارت ۹ میلیارد ریالی به شبکه برق خسارت ۱۳ میلیارد و ۳۵۰ میلیون تومان به سرخه خسارت ۶.۵ میلیارد تومان به محورهای مواصلاتی

مأخذ: به نقل از مقامات رسمی کشور در منابع خبری و رسانه‌های رسمی کشور.

۲-۴. خسارت ناشی از سیلاب در بخش آب

جدول ۴ شرح خسارات وارده به تأسیسات آبی و آبرسانی را در استان‌های مختلف به دلیل وقایع سیل تیر و مرداد سال ۱۴۰۱ نشان می‌دهد. این خسارات عمدتاً تخریب خطوط انتقال و تأسیسات آب شرب و کاهش شدید ظرفیت تصفیه‌خانه‌ها به دلیل افزایش کدورت بوده است. میزان خسارت وارده به بخش آب نیز حدود ۲۷,۱۰۸,۶۱۰ میلیون ریال برآورد می‌شود. استان‌های مازندران، تهران و سیستان و بلوچستان در صدر خسارات وارده هستند.

جدول ۴. شرح و میزان خسارات وارده به تأسیسات آبی و آبرسانی در استان‌های کشور

استان	شرح خسارت وارده	تعداد شهر / روستا تحت تأثیر (قطعی آب)	میزان خسارت (میلیون ریال)
سیستان و بلوچستان	- تخریب خطوط انتقال و ورود گل‌ولای به داخل چاه‌های آب شرب در ۹۷ روستای استان - آب‌گرفتگی معابر و پس‌زدگی فاضلاب در شهرهای زاهدان	۱۶ روستا	۳,۵۵۰,۰۰۰
هرمزگان	- تخریب خطوط انتقال آب شرب روستایی و ورود گل‌ولای به داخل چاه‌های آب شرب در ۵۹ روستای استان با جمعیت ۳۱۰۰۰ نفر	۱۸ روستا با جمعیت ۵۵۰۰ نفر	۳۳,۳۵۰
فارس	- آب‌بردگی خطوط انتقال ۱۵ روستای شهرستان داراب - اختلال در آبرسانی به ۱۱۷ روستا و ۶ شهر در سطح استان	۱۱۷ روستا و ۶ شهر	۶۰۰,۰۰۰
کرمان	- آب‌گرفتگی و اختلال در عملکرد تأسیسات آبرسانی سه شهر سیرجان، رفسنجان و قلعه‌گنج - آب‌بردگی خطوط انتقال ۱۵ روستای شهرستان‌های منوجان، قلعه گنج، رودبار، رفسنجان، زرنده و سیرجان با جمعیت ۳۰۰۰ نفر و شکستگی خط انتقال شهرپاریز	۱۵ روستا و ۴ شهر	۲,۹۰۰,۰۰۰
یزد	- تخریب خطوط انتقال ۱۷ روستای شهرستان‌های بافق، نیر، نفت و یزد - پس‌زدگی فاضلاب در شهرهای یزد و تفت	۱۳ روستا	۱,۵۰۰,۰۰۰

استان	شرح خسارت وارده	تعداد شهر / روستا تحت تأثیر (قطعی آب)	میزان خسارت (میلیون ریال)
تهران	- تخریب خطوط انتقال آب شرب ۱۹ روستا - افزایش کدورت در آبگیر بیلقان تهران، آبگیر تصفیه‌خانه‌های ماملو و کی	۱۳ روستا	۴,۵۲۰,۰۰۰
چهارمحال و بختیاری	- تخریب تأسیسات آب شرب ۹۵ روستا - افزایش کدورت آب شرب و پس‌زدگی فاضلاب شهرهای شهرکرد، سودجان، سامان و بروجن	—	۱,۶۲۰,۰۰۰
البرز	- آب‌بردگی خطوط انتقال سه روستای شهرهای کرج و طالقان - خروج تصفیه‌خانه شماره ۱ کرج از مدار در اثر افزایش کدورت	۱ روستا	۳۸۱,۱۰۰
اصفهان	- کاهش شدید ظرفیت تصفیه‌خانه آبرسانی اصفهان در اثر افزایش کدورت	—	۷۵۰,۰۰۰
گلستان	- شکستگی خط انتقال ۲۵۰ میلی‌متری شهرستان راه تپه	—	—
کهگیلویه و بویراحمد	- آب‌بردگی خط انتقال روستاها به میزان ۴/۵ کیلومتر	—	۵۰۰,۰۰۰
قزوین	—	—	۱۸,۱۶۰
بوشهر	—	—	۲۶۹,۰۰۰
خراسان جنوبی	—	—	۳۷,۰۰۰
مازندران	—	—	۴,۶۰۰,۰۰۰
مرکزی	—	—	۵۰,۰۰۰
آذربایجان غربی	—	—	۷۰,۰۰۰
آذربایجان شرقی	—	—	۵۰,۰۰۰
گیلان	—	—	۳,۰۰۰,۰۰۰
خراسان رضوی	—	—	۴۰۰,۰۰۰
خوزستان	—	—	۷۰۰,۰۰۰
لرستان	—	—	۱,۵۶۰,۰۰۰
جمع کل			۲۷,۱۰۸,۶۱۰

۳. راهکارها و پیشنهادها

۳-۱. بخش محیط زیست

مهم‌ترین اقدام‌هایی که باید در زمینه کنترل سیلاب صورت پذیرد و به‌عبارت‌دیگر قبل از بحران سیل، برنامه‌ریزی و شبیه‌سازی‌های لازم برای آن انجام شود، به شرح ذیل است:

- تحلیل اقلیمی توده‌های باران‌زا نظیر مونسون از نظر تعداد، وسعت و شدت بارش از طریق سازمان هواشناسی؛
- اجرا و مدیریت صحیح عملیات آبخیزداری و آبخوان‌داری؛
- تهیه نقشه آسیب‌پذیری و خطرپذیری با توجه به سناریوهای مختلف وقوع سیلاب و اولویت‌بندی نواحی بحرانی. باید توجه داشت که اولین اقدام درباره مدیریت بحران، شناسایی مناطق آسیب‌پذیر است. این نقشه‌ها باید مبنای برنامه‌ریزی موقت و دائم آتی باشد؛
- استقرار سامانه هشدار سیل در حوضه‌های آبخیز و مخازن سدها؛
- پیش‌بینی ورودی به سد و بعد نحوه رهاسازی براساس ورودی و ظرفیت پایین‌دست؛



- تهیه منحنی فرمان درباره مهار سیلاب در مخازن سدها؛
 - بهره‌برداری از سدها و خالی نگه‌داشتن حجم کنترل سیلاب سدها و همچنین داشتن برنامه رهاسازی و مدیریت سیلاب که باید پیش از وقوع بحران صورت می‌پذیرفت؛
 - تعیین محل‌های طبیعی برای انحراف و تسکین سیلاب؛
 - تعیین محل‌های اسکان موقت؛
 - اصلاح سامانه جمع‌آوری و انتقال فاضلاب به‌منظور جلوگیری از سرریز شدن فاضلاب در زمان افزایش سیلابی شدن جریان یا آسیب دیدن آن در زمان سیلاب؛
 - در نظرگیری منابع آب جایگزین برای سامانه تأمین آب شرب شهری و روستایی یا تعبیه راهکاری اجرایی به‌منظور آبرسانی به مشترکان در شرایط افزایش رقوم و سیلابی شدن منابع آب‌های سطحی در شهرهای متکی به آب سطحی؛
 - تدوین و اجرایی‌سازی طرح‌های جامع مدیریت پسماند شهری با تأکید بر مدیریت در شرایط اضطراری به‌منظور جلوگیری از آلودگی منابع آبی و گرفتگی آبراهه‌ها؛
 - آموزش‌های عمومی و تخصصی. توجه به آموزش‌های عمومی و تخصصی و نیز ارتقای آگاهی مردم در حوضه شناخت، آمادگی و مواجهه با پیامدها و آسیب‌های ناشی از وقوع سیلاب، اثر مؤثری بر کاهش خسارت‌های این نوع مخاطره دارد؛
- پس از بحران معمولاً مهم‌ترین اقدام جبران خسارت‌ها و بازگرداندن شرایط به وضعیت عادی است؛ اما ضروری است یکسری بایدها و نبایدها پس از بحران به شرح ذیل مدنظر قرار گیرد:
- برنامه‌ریزی لازم برای تدوین درس‌آموخته‌ها و بازنگری در برنامه‌های کنترل سیلاب بسیار مهم است. البته چون ظاهراً برنامه مدونی برای کنترل سیل وجود ندارد، مهم‌ترین درس‌آموخته، تدوین این برنامه‌هاست. در این راستا انجام مطالعات یکپارچه مدیریت سیلاب^۱ (IFM) در همه حوضه‌های آبریز کشور (و البته با اولویت مناطق با خطرپذیری بالا) از ضروریات است. یکی از خروجی‌های این مطالعات باید برنامه عملیاتی^۲ مقابله با سیلاب باشد.
 - معمولاً بعد از بحران، تمام تمرکز به سمت اقدام‌های انجام نشده برای کنترل سیل می‌رود. این در حالی است که بحران سیل گذرا و این اقدام‌ها بلندمدت هستند و در کوتاه‌مدت جواب نمی‌دهد. در جابه‌جایی تخصیص‌ها و اولویت اقدام‌ها باید به موارد ذیل توجه کرد:
- رسوبات که همراه سیل آمده در دشت‌های کشور ته‌نشین شده و با خشک شدن آب تبدیل به منشأ ریزگرد در استان‌ها خواهد شد. بنابراین یکی از بحران‌های آتی که باید برای آن آماده شد و هم‌اکنون برای آن برنامه‌ریزی کرد مقابله با ریزگردهای احتمالی است که در آینده نزدیک و پس از فروکش کردن سیلاب و خشک شدن زمین با آن مواجه خواهیم شد.
- احداث سد و سازه همیشه به‌عنوان یک راهکار سازه‌ای اثربخش باید مدنظر باشد و لکن باید مدنظر داشت این یک اقدام پرهزینه و زمان‌بر است. سد به‌عنوان یک فناوری نه آن‌قدر که در زمان خشک‌سالی‌ها و بروز گردوغبار که می‌گفتند بد است و آن‌قدر که الان گفته می‌شود، تنها راه چاره است. این فناوری باید مثل هر فناوری دیگر با برنامه‌ریزی و مدنظر

قرار دادن و ارزیابی جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی مورد توجه و استفاده قرار گیرد. مهم‌تر از ساخت سد، بهره‌برداری از آن است که هم در زمان سیل و هم در زمان خشک‌سالی دارای اهمیت است.

۲-۳. بخش روستایی و عشایری

راهکارهای مورد استفاده باید متمرکز بر پیشگیری باشد تا مقابله یا درمان و جامع‌نگر باشد تا بخشی‌نگر. بر این اساس، در ادامه راهکارهای قابل توصیه به شرح زیر پیشنهاد می‌شود.

- توجه به پهنه‌بندی مناطق مستعد سیلاب در تهیه طرح‌های ناحیه‌ای، جامع و تفصیلی شهری و طرح‌های هادی روستایی؛

- توجه به طراحی و اجرای اقدامات آبخیزداری در اراضی مشرف بر شهرها و روستاها در طرح‌های ناحیه‌ای؛ از جمله مؤثرترین روش‌ها برای کنترل روان‌آب‌ها و پیشگیری و مهار سیلاب و کاهش خسارات ناشی از آن در حوضه‌های آبخیز به‌شمار می‌رود. ضمن اینکه آبخیزداری و آبخوان‌داری در ذخیره‌سازی آب و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی به‌ویژه برای مواقع خشک‌سالی نیز تأثیرگذار است و به‌نوعی از هدررفت منابع آبی جلوگیری به‌عمل می‌آورد و به کاهش فرونشست زمین کمک می‌کند.

- توسعه بیمه اجباری محصولات اساسی کشاورزی؛ با توجه به ماهیت ریسک در بخش کشاورزی و توجه به تجارب تقریباً موفقیت‌آمیز حاصله از بیمه اجباری طیور، تدوین و تصویب قانون بیمه‌های اجباری کشاورزی در مقابل خطرات فراگیر و فاجعه‌بار حداقل در محصولات مهم و راهبردی در قالب بیمه‌های پایه ضروری است.

- اصلاح و ارتقای قانون پیشگیری و مبارزه با خطرات سیل مصوب ۱۳۴۸/۰۳/۰۵ به قانون مدیریت و پیشگیری از سیلاب؛

قانون پیشگیری و مبارزه با خطرات سیل، باید اصلاح و به قانون مدیریت و پیشگیری از سیلاب تبدیل شود. این قانون، باید خطر وقوع سیلاب و اقدام‌های متناسب را باید در چندین سطح براساس شدت بارش و شدت وقوع سیل دسته‌بندی کند که برخی از کشورها از سه سطح وضعیت هشدار، وضعیت اضطراری و وضعیت خطر استفاده می‌کنند. در این قانون باید ضوابط اعلام خاتمه وضعیت هشدار و وضعیت عادی مشخص شود. قانون مذکور باید وظایف هریک از دستگاه‌ها در پیشگیری و مقابله با سیلاب را به‌صورت شفاف تعیین کند. همچنین در این قانون باید سازوکار مشخص و کارآمدی برای پایش جریان سیل‌ها و روند اجرای اقدام‌های پیشگیرانه تعیین شود.

- تشدید مجازات افرادی که اقدام به زمین‌خواری و تغییر کاربری اراضی منابع طبیعی و کشاورزی به‌خصوص در نواحی کوهستانی می‌کنند؛

- اصلاح نظام استقرار سکونتگاه‌های روستایی، عشایری و شهری براساس نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب؛
- شناسایی و ایمن‌سازی نقاط سیل‌خیز داخل شهرها و روستاها با محوریت شهرداری‌ها و دهیاری‌ها؛
- هدایت معقول جمعیت به سکونتگاه‌های شهری و روستایی کم‌خطر از طریق سیاست‌های تشویقی؛
- آموزش جوامع محلی در معرض خطر در برابر اقدام‌های مناسب و به‌موقع در برابر سیلاب و آموزش همگانی به



- مردم به‌ویژه از طریق کتب درسی و رسانه‌های عمومی و اجرای مانورهای آموزشی؛
- الزام دهیاری‌ها برای تعبیه نقشه خطر سیل برای روستاهای تحت مدیریت با ترسیم نقاط تحت خطر، نقاط امن و معابر دسترسی (راه‌های فرار) به این نقاط؛
 - تقویت معیارهای کیفی ساخت مسکن روستایی و متناسب با ویژگی‌های طبیعی روستا و کالبد آن؛
 - طراحی و اجرای اقدام‌های اصلاحی اعم از دیوارهای حفاظتی، کانال‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی، دیوارهای ساحلی، سیل‌بندها، احداث گورآب‌ها و آب انبارهای ذخیره‌کننده آب باران.

۳-۳. زیرساخت‌های شهری

تاب‌آور کردن شهرها از نظر کالبدی مستلزم پیاده‌سازی برنامه‌هایی در راستای مقاوم‌سازی زیرساخت‌های شهری، ابنیه و سازه‌های مختلف است. مدیریت صحیح کانال‌ها، سیستم زه‌کشی و دفع فاضلاب شهری و سیستم دفع زباله، ارتقای ظرفیت استخرهای نگهداری سیلاب، جلوگیری از فرسایش خاک، افزایش نفوذپذیری و تثبیت شیب آن از جمله اقدام‌های حیاتی در زمینه پیشگیری از خطر سیل به‌شمار می‌روند. انجام به‌موقع و صحیح این اقدام‌های پیشگیرانه می‌تواند از تخریب یا آسیب به تأسیسات زیربنایی و زیرساخت‌های مهم جلوگیری کند. فروریزش ساختمان‌ها، تخریب یا انسداد راه‌ها، عدم کفایت سیستم‌های تخلیه آب و ... در هنگام بروز وقایع طبیعی همچون سیل تلفات جانی و مالی جبران‌ناپذیری در پی دارند، بنابراین حفظ عملکرد شاه‌رگ‌های حیاتی از جمله حمل‌ونقل (جاده‌ها، پل‌ها، فرودگاه‌ها، راه‌آهن، پایانه‌ها)، خدمات امدادی و امنیتی و تأسیسات آب و فاضلاب، برق، انرژی و مخابرات در زمان وقوع مخاطرات بسیار حائز اهمیت است. اقدام‌های مؤثری که در این زمینه می‌توان انجام داد در سه بخش برنامه‌ریزی راهبردی، مدیریت بحران و پایش و تقویت زیرساخت‌های حیاتی پیشنهاد شده است.

۱. برنامه‌ریزی، تدوین و نظارت

- اولویت‌بندی شهرهای در معرض خطر سیلاب و تهیه طرح‌های موضوعی و موضعی شهرهای با خطرپذیری بالا؛
- برنامه‌ریزی و ارائه طرح‌های ویژه در برابر سیل خصوصاً برای سکونتگاه‌های غیررسمی با خطرپذیری بالا؛
- برنامه‌ریزی و اقدام در راستای حفاظت از میراث فرهنگی و سرمایه‌های ملی در برابر وقایع طبیعی؛
- تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی و خطرپذیری سیلاب در حوضه‌های آبریز و تعیین حد بستر و حریم رودخانه‌ها و به‌روزرسانی طرح‌های تفصیلی شهرها براساس آن؛
- تهیه طرح پایش سلامت و نگهداری از زیرساخت‌های موجود با برنامه زمان‌بندی مشخص؛
- تعیین وضعیت آسیب‌پذیری مناطق مختلف شهر در خصوص سرویس ارائه شده از همه امکانات زیربنایی شهری و تهیه نقشه‌های آسیب‌پذیری شهر؛
- تدوین ضوابط و استانداردهای رعایت حداقلی ایمنی و انعطاف‌پذیری در ساخت‌وساز شهری؛
- تدوین قوانین جامع شهرسازی با سرفصل تاب‌آوری؛
- تدوین ضوابط بازسازی سریع شریان‌های حیاتی و خدمت‌دهی پس از وقوع آسیب و خسارات ناشی از سیل؛
- نظارت بر حسن اجرای قوانین حریم استحفاظی رودها و مسیل‌ها، طرح‌های جامع و تفصیلی شهری و طرح‌های موضعی و موضوعی؛

- نظارت بر اجرای طرح‌های عمرانی و ساختمان‌های عمومی مطابق مقررات و استانداردهای ساختمانی؛
- همکاری و تعامل چندجانبه بین دستگاه‌های مرتبط به منظور اجرای برنامه حفاظتی شهرها در برابر سیل.

۲. مدیریت بحران و پیشگیری

- انجام طرح‌های مطالعاتی و اجرایی حوضه آبخیزداری در حوضه‌های مشرف به شهرها به منظور کاهش آسیب؛
- استفاده از روش‌های کنترل سیل در سطح حوضه مانند روش مهار آب با آب، سدهای خشکه‌چین، سدهای انحرافی، سیل‌بندها، سدهای مخزنی، دیوارهای حفاظتی، کانال‌های انحراف مسیر و روش‌های مکانیکی استحصال نزولات جوی.^۱ استفاده از روش‌های مختص اراضی شهری و روستایی (مانند دستگاه دروازه آب، سدهای فوری، بلوک سیل و حفاظ سیل مخصوص در و پنجره) و روش‌های دفع رواناب (مانند جوی باغچه، آسفالت متخلخل، پیاده‌رو نفوذپذیر و پالایه نواری)؛
- مدیریت و ساماندهی رودخانه‌های شهری و انجام اقدام‌های لازم به منظور گذردهی ایمن سیلاب؛
- اتخاذ سیاست‌های راهبردی مدیریتی و برنامه‌ریزی جهت مواجهه با مخاطرات زمین‌شناختی، آب‌وهوا و ...؛
- شناسایی تغییرات زیست‌محیطی مؤثر در تغییر الگوهای سیل و ارزیابی آثار آنها از جمله بارش‌های شدید، طوفان و افزایش سطح دریا؛
- اصلاح مسیرهای بحرانی و آسیب‌پذیر درون‌شهری و برون‌شهری و تعیین نقاط امن برای آنها در راستای افزایش ایمنی حریم رودخانه‌ها و شبکه آب‌های سطحی؛
- آزادسازی و رفع تصرفات غیرمجاز حریم رودخانه‌ها براساس نقشه‌های حریم و بستر در طرح‌های تفصیلی؛
- ایجاد سطوح نفوذپذیر در سطح شهر و تبدیل اراضی پست و گود در شهرهای بزرگ به فضای سبز؛
- کاهش شیب و اصلاح مسیر و مقطع رودخانه و پلکانی کردن مسیل‌ها و رودخانه‌ها؛
- ارتقا و افزایش دقت مدل‌های هواشناسی و پیش‌بینی سیلاب و توسعه شبکه اطلاع‌رسانی نتایج مدل‌ها؛
- طراحی و اجرای سامانه‌های پیش‌هشدار سیل و به‌کارگیری فناوری‌های نوین به منظور پایش مستمر خطرپذیری و افزایش آمادگی در مناطق پرخطر؛
- اتخاذ تدابیر پیشگیرانه در ساختمان‌های آسیب‌دیده و فاقد کاربری برای جلوگیری از به خطر افتادن ایمنی؛
- برگزاری دوره‌های آموزشی و مانورهای شرایط اضطراری برای مقابله با سیل.

۳. پایش، نگهداری، تقویت و توسعه زیرساخت‌های حیاتی

- ارزیابی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های موجود در برابر مخاطرات طبیعی و اتخاذ تدابیر لازم جهت پیشگیری از وقوع خسارات عمده و توسعه سرمایه‌گذاری در بخش مقاوم‌سازی و یا جایگزینی شریان‌های حیاتی؛
- اولویت‌بندی و بهبود برنامه‌های تعمیر و نگهداری و مقاوم‌سازی و طراحی مجدد ظرفیت‌ها، تخریب و تعویض سازه‌های فرسوده در صورت نیاز؛
- کنترل و پایش مداوم حفظ کارایی و عدم انسداد مسیرهای دسترسی جهت سرویس‌دهی در شرایط اضطراری؛

۱. روش‌هایی مثل چاله‌دار کردن زمین Pitting، احداث شیار روی خطوط تراز Furrowing، ایجاد کانال‌ها یا شیارهای ممتد یا منقطع در جهت عمود بر شیب دامنه Banquette.



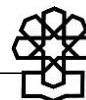
- بررسی سطح خطرپذیری زیرساخت‌های حفاظتی و ارزیابی عملکرد آنها و برنامه‌ریزی جهت طراحی مجدد یا تقویت سیستم‌های دارای کارکرد ضعیف؛
- بهره‌برداری چندمنظوره از تأسیسات زیربنایی (مثل تونل‌های ترافیکی، حوضچه‌های تعدیل و ...) به منظور ارتقای سطح آمادگی در مقابله با سیلاب؛
- رفع نواقص موجود در تأسیسات مرتبط با کاهش خطرپذیری با به‌کارگیری ظرفیت‌های ملی، بین‌المللی و فناوری‌های نوین؛
- تخریب زیرساخت‌های در معرض خطرپذیری و فاقد امکان بازسازی که دارای ارزش فرهنگی یا تاریخی نباشند؛
- سرمایه‌گذاری، طراحی و ساخت زیرساخت‌های جدید با مکان‌یابی سازگار با محیط زیست و دارای استانداردهای تاب‌آوری در برابر مخاطرات و حفظ عملکرد مؤثر در وضعیت بحران؛
- عدم عبور کابل‌های خطوط انتقال از روی ساختمان‌ها یا تأسیسات خطرناک و حفظ حریم دکل‌های انتقال نیرو برای جلوگیری از احتمال آسیب یا انسداد راه‌ها در اثر سقوط دکل؛
- جلوگیری از عبور سامانه‌های تأمین انرژی از پهنه‌های مستعد خطر و حریم رودخانه‌ها؛
- رعایت حریم احداث خطوط اصلی لوله گاز و کابل‌های فشارقوی برق و حفظ فاصله نسبت به راه‌ها یا بافت‌های مختلف شهری به منظور کاهش مشکلات ثانویه؛
- پیش‌بینی شبکه تأمین آب شهری سالم در شرایط اضطرار و جلوگیری از احتمال آلودگی آن از طریق فاضلاب و حیوانات موذی؛
- حفظ تعادل و تناسب توزیع تأسیسات و تجهیزات شهری در سطح شهر با آسیب‌پذیری و جمعیت منطقه.

۳-۴. بخش آب

- تحلیل کارشناسی نشان‌دهنده این است که موضوع‌های تصرفات و تجاوزات به بستر و حریم رودخانه‌ها، چالش‌های مرتبط با مهندسی رودخانه، تغییرات اقلیم و چالش‌های مقررات، استانداردها و آیین‌نامه‌ها از مهم‌ترین عوامل تشدید خسارات سیلاب‌ها و از جمله سیلاب اخیر از منظر بخش آب بوده است. در این راستا و برای کنترل، مقابله و تسکین آثار سیلاب‌های آتی پیشنهادهای مرتبط با بخش آب به شرح زیر ارائه می‌شود:
- تعیین تکلیف موضوع‌های مربوط به بستر و حریم رودخانه‌ها و چالش‌های آن از منظر هماهنگی‌ها، قوانین و آیین‌نامه‌ها و عملکرد وزارت نیرو برای رفع تصرفات،
 - انجام اقدام‌های مهندسی رودخانه براساس اصول فنی و ظرفیت ایمن عبوری سیل و دوره بازگشت مشخص،
 - رفع تعارضات بین‌دستگاهی برای اقدام‌های مهندسی رودخانه و یکپارچه‌سازی وظایف،
 - ساماندهی مقررات، استانداردها و آیین‌نامه‌های مرتبط با سیل،
 - اصلاح نظام‌نامه سیل تهیه شده وزارت نیرو در جهت جامعیت برای فعالیت‌های همه دستگاه‌های مرتبط با مدیریت سیل،
 - تقویت زیرساخت‌های مربوط به سامانه‌های پیش‌بینی و هشدار سیل.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

- رخدادهای طبیعی از جمله سیلاب به دلیل شدت و سرعت اثرگذاری بر جوامع شهری یکی از دغدغه‌های اصلی حوزه مدیریت بحران در سال‌های اخیر به‌شمار می‌رود. از طرفی با حرکت هم‌زمان و متقابل توسعه پایدار و مدیریت سوانح به سمت افزایش تاب‌آوری، تحلیل و ارتقای تاب‌آوری زیرساخت‌های شهری در برابر مخاطرات طبیعی، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابعاد رویکرد تاب‌آوری و پایداری شهری، اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است.
- تغییرات اقلیمی و دست‌اندازی‌های بشر در طبیعت، سبب افزایش شدت و خسارات بارش‌های شدیدی شده است که به سیلاب منجر می‌شوند. عواملی همچون از بین رفتن پوشش گیاهی (اعم از جنگلی و مرتعی)، کشت در جهت شیب، مسدود شدن آبراهه‌های درجه یک و دو و سرشاخه‌ها، کاهش زمان تمرکز در اثر از بین رفتن ضریب زبری رودخانه‌ها، افزایش سطوح نفوذناپذیر با فعالیت‌های انسانی و تغییر کاربری اراضی، از جمله دخالت‌های بشر در این خصوص است. از این‌رو در درجه اول، مدیریت عوامل و فعالیت‌های انسانی در راستای کاهش تغییرات در محیط می‌تواند به کاهش وقوع سیلاب‌ها با دبی حداکثر خارج از ظرفیت برآورد و خطرات آن منجر باشد.
- هرچند به‌نظر می‌رسد که برای کاهش ریسک سیلاب و خطرات آن، می‌توان با انجام اقدام‌های سازه‌ای در شهرها و مناطق مسکونی این پدیده طبیعی را کنترل کرد، اما از نظر مهندسی سیلاب استفاده صرف از این راهکار مطرود و تنها می‌تواند به‌عنوان راهکار مکمل استفاده شود، زیرا مهندسی و کنترل سیلاب باید در منشأ تولید رواناب و سرشاخه‌ها انجام پذیرد که قدرت تخریب پایین است. در سرشاخه‌ها کنترل و تثبیت آب‌وخاک (سیلابی که گل‌آلود است قدرت تخریب چندین برابر آب زلال را دارد) با هزینه بسیار کمتر و ریسک بسیار پایین‌تر امکان‌پذیر بوده و خطر جانی و اقتصادی کمتری به دنبال خواهد داشت. لذا اهمیت حفظ زیست‌بوم و فعالیت‌های همسو با طبیعت در مقابله با خطر وقوع سیل اهمیت جدی خواهد داشت.
- در برخورد با پدیده و بروز شرایط سیلابی، باید هم‌زمان مشکلات و چالش‌های مرتبط با گسیل ریزگردها، ناپایداری خاک، فروچاله‌ها و موارد دیگر را در نظر گرفته و درباره هرگونه جابه‌جایی اعتبارات و برنامه‌ها با چنین رویکردی تصمیم‌گیری شود.
- هرگونه اقدام هنگام وقوع بحران باید قبلاً و در زمان پیش از بحران برنامه‌ریزی شده باشد. این بخش از فعالیت مهم‌ترین نقص در عملکرد دستگاه‌های اجرایی به‌ویژه وزارت نیرو و ستاد بحران است. در واقع باید گفت همه اقدام‌هایی که در زمان وقوع بحران به ذهن مدیران در صحنه می‌رسد، باید قبل از بحران پیش‌بینی و برنامه‌ریزی شده باشد. مهم‌ترین آسیب اجرایی - مدیریتی برای مهار سیلاب‌های اخیر نیز نبود برنامه مدیریت سیلاب است. این موضوع به‌ویژه در مدیریت سیلاب‌های اخیر به چشم می‌خورد. از سوی دیگر تصمیم‌گیری درباره اصلاح برنامه‌های جاری و با رویکرد مدیریت و مقابله با سیل در کشور نباید بدون در نظر گرفتن عمل و متغیرهای مستقل چندگانه‌ای باشد که در گذشته موجب بروز پدیده‌های پیش‌گفته شده است؛ به‌عبارت‌دیگر و براساس تجربیات ملی و بین‌المللی شاید مهم‌ترین اقدام راهبردی، آماده‌سازی سند جامع تاب‌آوری فعال - تعاملی و فرابخشی به برنامه عمل راهبردی مقابله با پدیده‌های فوق باشد.
- نکته آخر این که به‌رغم وجود قوانین و مقررات متعدد برای جلوگیری از تغییر کاربری‌های منابع آبی و تالاب‌ها،



جلوگیری از تجاوز به حریم منابع مهم آبی، جلوگیری از برهم خوردن تعادل اکوسیستمی و ...، به دلایل مختلف از جمله منافع شخصی و عدم نظارت مؤثر از سوی دستگاه‌های نظارتی امکان اجرای آنها فراهم نشده است.

منابع و مآخذ

۱. بررسی و تحلیل وقایع سیل فروردین‌ماه سال ۱۳۹۸ (۱۳۹۸). مقایسه پیش‌بینی‌ها و اعلامیه‌های سازمان هواشناسی ایران با استانداردهای جهانی، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، معاونت زیربنایی و امور تولیدی.
۲. گزارش سیل، سازمان هواشناسی کشور (مردادماه ۱۴۰۱).
۳. پژوهشکده سوانح طبیعی. گزارش سیلاب مردادماه ۱۴۰۱ (استان‌های تهران، یزد و چهارمحال و بختیاری).
۴. خدایاری، ابودر (۱۳۹۸). «مدیریت بحران شبکه‌های توزیع آب و فاضلاب در بلایای طبیعی (سیل)»، کنفرانس ملی چشم‌انداز انتقال آب دریای خزر به مناطق کویری.
۵. داوی هان (۱۳۹۶). ارزیابی و مدیریت ریسک سیلاب، مترجمان: مقدم‌نیا، علیرضا و سلیمی کوچی، جمیله، انتشارات دانشگاه تهران، شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۳-۷۱۵۵-۸.
۶. سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور (۱۴۰۱). گزارش تحلیلی سیل مونسون در مردادماه کشور و اثرات عملیات آبخیزداری.
۷. گزارش اقدامات وزارت نیرو در مدیریت سیل ۲۶ تیر تا ۲۲ مرداد ۱۴۰۱، معاونت آب و آبفا، شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر مدیریت بحران و پدافند غیرعامل.
۸. گزارش سیلاب مردادماه ۱۴۰۱ (استان‌های تهران، یزد و چهارمحال و بختیاری) (۱۴۰۱). پژوهشکده سوانح طبیعی.
۹. گزارش نهایی روایت، تحلیل، درس‌آموخته‌ها و پیشنهادها (۱۳۹۸). هیئت ویژه گزارش ملی سیلاب.
۱۰. ناصح‌پور، مرضیه، خزیمه‌نژاد، حسین و فروتن، الهام (۱۳۹۹). ارزیابی اثرات توسعه شهری بر رواناب با استفاده از مدل SWMM (مطالعه موردی: استان قم)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۲۲، ش ۱۲.
۱۱. وزارت جهاد کشاورزی (دفتر مدیریت بحران و پدافند غیرعامل بخش کشاورزی) (۱۴۰۱).
۱۲. نوری، محبوبه و رضایی، محمدرضا و عسگری، ابراهیم (۱۳۹۹). مدل‌سازی ساختاری - تفسیری عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی و اجتماعی شهر شیراز در برابر سانحه طبیعی سیل، <https://civilica.com/doc/1129153>.
۱۳. علیزاده، هادی (۱۴۰۰). تحلیل و شناخت ظرفیت تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی شهری براساس مدل چرخه سازگاری تاب‌آوری (RAC) در کلان‌شهر اهواز، <https://iranjournals.nlai.ir/handle/123456789/863806>.
۱۴. بهرامی، فرشاد و آل‌هاشمی، آیدا و متدین، حشمت‌اله (۱۳۹۸). رودخانه‌های شهری و تفکر تاب‌آوری در برابر آشوب سیل، برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه کن، 10.22034/MANZAR.2019.182617.1948.
۱۵. استعلاجی، فراز و علیپوری، احسان و عباسی سمنانی، علیرضا (۱۴۰۰). ارزیابی تاب‌آوری ناحیه خوزستان در برابر سیل با رویکرد مدیریت بحران، <https://rimag.ricest.ac.ir/fa/Article/15818>.
۱۶. میراسدالهی، شمسی‌سادات و متولی، صدرالدین و جانباز قبادی، غلامرضا (۱۳۹۹). تحلیل تاب‌آوری سکونتگاه‌های شهری در برابر سیلاب با تأکید بر شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی (مطالعه موردی: شهر گرگان)، <https://www.sid.ir/FA/Journal/ViewPaper.aspx?id=527765>.
۱۷. ضابطیان، الهام و تمجدی، زهرا، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، مفاهیم و اصول تاب‌آوری شهری در برابر سیل.
۱۸. سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهرداری تهران (۱۳۹۵). طرح جامع کاهش خطرپذیری سیلاب شهر تهران.
۱۹. مدیریت بحران شهرداری مشهد (۱۳۹۳). چگونه می‌توان شهرها را تاب‌آورتر نمود، دستنامه‌ای برای مدیران دولت‌های محلی.
20. Clemens, S. C., Yamamoto, M., Thirumalai, K., Giosan, Li., Richey, J. N., Nilsson-Kerr, K., Rosenthal, Y., Anand, P. & McGrath, S. M. (2021). Remote and Local Drivers of Pleistocene South Asian Summer Monsoon Precipitation: A Test for Future Predictions, *Science Advances*, 7(23), Eabg3848.
21. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), (2013, 2013a). The State of Food and Agriculture 2013 – Food Systems for Better Nutrition. Rome, FAO. www.fao.org/publications/sofa/2013/en/
22. He, J. Y., et al. (2021). Characteristics and Vertical Profiles of Mean Wind and Turbulence for Typhoon, Monsoon, and Thunderstorm Winds, *Journal of Structural Engineering*, 147 (11),

04021188.

23. <https://ostan-mr.ir/ostandari/news/62ee32715bfef2bcc4149693>
24. <https://www.munichre.com/en/company/media-relations/media-information-and-corporate-news/media-information/2022/natural-disaster-figures-first-half-2022.html>
25. International Association of Insurance Supervisors (IAIS). (2018). Issues Paper on Climate Change Risks to the Insurance Sector.
26. National Association of Insurance Commissioners (NAIC). (2017). Flood Risk and Insurance.
27. OECD. (2017). Financial Management of Flood Risk.
28. UN, The United Nations World Water Development Report 2021.
29. Wang, B, et al. (2021). Monsoons Climate Change Assessment, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 102 (1), E1-E19.
30. Web site: <https://phys.org/news/2021-04-climate-indian-monsoon-seasons-chaotic.html>.
31. Wilby, R. L., & Keenan, R. (2012). Adapting to Flood Risk Under Climate Change. *Progress in Physical Geography*, 36(3).

