

۴

علوم زمین
رشد آموزش



فرمانداری پل دختر - سیلاب بهار ۹۸

بیاید طرحی نو در اندازیم

به اخبار روزنامه‌ها توجه کنید:

زمین‌لرزه، سیل، فرونشست زمین، گرد و غبار، زمین‌لغزه و ...

روزی نیست که خبری از این دست در رسانه‌ها در سطح ملی یا جهانی چاپ نشود. در همین لحظه که شما این مطلب را می‌خوانید، چه‌بسا چند نفر بر اثر رویدادهای طبیعی بی‌خانمان یا چند نفر دچار خسارات مالی و جانی شده‌اند!

امروز تمام جهان بسیج شده‌اند تا زمین، این تنها سیاره مناسب برای سکونت انسان، را نجات دهند؛ اما چرا روز به روز وضعیت زمین فاجعه‌آمیزتر می‌شود؟!

آیا می‌دانید وضعیت کشور ما از نظر مخاطرات طبیعی چگونه است؟ از مجموع چهل نوع بلای طبیعی و انسانی شناخته‌شده مانند زلزله، سیل، خشک‌سالی، تگرگ، توفان، هجوم ملخ، بیماری‌های فراگیر و... کشور ما یکی از ده کشوری است که با بیشترین تعداد از این بلایا در چالش است.

آمار و اطلاعات مربوط به جمعیت‌ها و خانوارها، از طریق سرشماری به‌دست می‌آید. آیا برنامه‌ریزی برای آینده تحصیلات و قشر تحصیل‌کرده این‌قدر مشکل است که دانشگاه‌ها باید همچنان بدون توجه به نیاز جامعه پذیرش دانشجو داشته باشند؟ آیا زمان آن نرسیده است که از جوانان تحصیل‌کرده و برومندمان در برطرف کردن نیازهای کشور استفاده کنیم! یا اینکه هنوز نیاز کشور مشخص نشده؟! در حالی که هر سال بر اثر مخاطرات طبیعی خسارات هنگفتی بر ساختارها و سازه‌ها و... وارد می‌آید، آیا وقت آن نرسیده است که دست به چاره‌جویی و اقدام بزنیم؟

چرا به دنبال پیروی از روش‌های دیگران در کشورهای مختلف هستیم؟ شاید آن‌ها مشکل نداشته باشند یا لاقط مشکل آن‌ها مانند ما نباشد تا چاره‌جویی کنند یا نتایج تحقیقات آن‌ها به درد ما نخورد و از آن استفاده کنیم.

چند وقت پیش برای تعطیلات خارج از تهران بودیم. در همسایگی ما خانه‌ای دچار مشکل گرفتگی چاه شده بود. از شرکت‌های تخلیه چاه خواستند اقدام کنند. آمدند و اولین سؤالی که از صاحب‌خانه پرسیدند این بود که دهانه چاه کجاست؟ خوب؛ صاحب‌خانه‌ای که خانه را ساخته بود فوت کرده بود و صاحب کنونی هم از محل دهانه چاه خبر نداشت! با حدس و گمان چند جای حیاط را کردند. اما درد سرتان ندهم؛ برای پیدا کردن دهانه چاه، تمام موزائیک‌های حیاط را خراب کردند!

در سال‌های اخیر شاهد پیشرفت‌هایی در شیوه ساخت‌وساز ساختمان‌ها هستیم؛ از جمله هوشمندسازی ساختمان یا هم‌زمان با ارائه پلان سازه، نقشه تأسیسات آن را نیز ارائه می‌دهند. اما آیا این کافی است؟ بیاید طرح جدیدی با استفاده از توان علمی تحصیل‌کرده‌ها داشته باشیم.

اولاً: در طرح کاربری اراضی کشور، بخش‌های زیرزمین از جمله درزها و گسل‌ها، آب‌های زیرزمینی و... به‌خوبی مکان‌یابی و تبیین شده باشند، زیرا باید محل احداث سازه از نظر شیب و امتداد لایه‌ها، تراکم خاک، جنس سنگ و خاک، فاصله از پدیده‌های زمین‌شناسی و... جانمایی و مقاوم‌سازی شود. چرا که اگر ما پدیده‌های زمین را نادیده بگیریم، همچنان شاهد زمین‌لرزه‌های بم و کرمانشاه و سیل بهاری ۹۸ خواهیم بود.



تصویر ۱: ریزش خانه بر اثر ساخت در دامنه و رانش زمین؛ سعادت آباد

ثانیاً: وجود حداقل ۳ شناسنامه برای یک سازه ضروری است. نقشه اول شناسنامه زمین‌شناسی سازه است؛ اگر تفاوت و حتی ممنوعیت ساخت‌وسازها در حریم گسل، رود، آب زیرزمینی و... در نظر گرفته نشود، پیامدهایی چون حوادث اخیر را به‌دنبال خواهد آورد. بنابراین باید با استفاده از دانش‌آموختگان زمین‌شناسی شناسنامه زمین‌شناسی آن سازه را تهیه کنیم.



تصویر ۲: شکاف‌های طولی به دلیل در نظر نگرفتن زمین‌ساخت فعال منطقه (خیابان جلوی ورزشگاه فتح دانشگاه علوم تحقیقات)

در نقشه دوم با استفاده از مهندس‌ها در مورد ویژگی‌های یک ساختمان مطلوب در آن منطقه (ارتفاع و ...)، نوع مصالح (بومی بودن آن و مقاوم بودن آن با وقوع پدیده‌های زمین‌شناسی و همچنین اقلیمی) و... مثلاً از تراورتن که در گذشته رایج بود، در اقلیم خشک و از گرانیات برای مناطق پربارش می‌توان بهره گرفت، نوع مقاوم‌سازی بنا و... می‌توان به صورت مفصل این اطلاعات را تهیه کرد و در اختیار سازنده گذاشت.

نقشه سوم نقشه تأسیسات ساختمان است. بدین ترتیب شما اگر ساختمانی را خریداری می‌کنید از تمام جزئیات بنا باخبر می‌شوید و می‌دانید این ساختمان برای چند سال، در مقابل زمین‌لرزه چند ریشتری قابل استفاده و مقاوم است و از جزئیات دقیق سیستم‌های سیم‌کشی، لوله‌کشی، تأسیسات گرمایشی و... باخبر می‌شوید.

بدین ترتیب آیا باز هم به تحقیقات کشورهای دیگر نیازمندیم؟!

سردبیر

سیلاب‌های بهاری ۹۸

دکتر مهدی زارع

استاد تمام پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله



تصویر ۱ - پل دختر - سیلاب ۹۸

مقدمه

سیلابی که از ۲۷ اسفند ۱۳۹۷، ۲۶ استان از ۳۱ استان ایران را درگیر خود کرد نخست در استان گلستان و ناحیه پائین دست سد وشمگیر در پی آب‌گرفتگی شهرهای آق‌قلا و گمی‌شان آغاز شد و مهم‌ترین اتفاق آغاز سال نوی ایران بود. برآوردهای اولیه نشان می‌داد که افزون بر ۷۶ کشته، این سیلاب‌ها حدود چهار میلیارد دلار خسارت مالی برجای گذاشت که حدود ۱/۵ میلیارد دلار آن مربوط به خسارات وارده به بخش کشاورزی بود. این مقدار خسارت، دومین خسارت ثبت شده ناشی از سیل در تاریخ ایران بعد از سیل‌های فروردین تا خرداد ۱۳۷۱ است که موجب ۵/۴ میلیارد دلار خسارت مالی به کشور شد (بر پایه برآوردهای فدراسیون جهانی صلیب‌سرخ و هلال‌احمر و برنامه راهبری کاهش سوانح سازمان ملل متحد).

یکی از مهم‌ترین محل‌های توسعه شهرها، سواحل دریاها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها هستند. این موقعیت‌ها علاوه بر آنکه محل توسعه تمدن ایران بوده و هستند، در تاریخ ایران - با توجه به اهمیت دانش هیدرولیک آب که ایرانیان حداقل از هزاره اول قبل از میلاد در آن سابقه مدون دارند - توسعه در جاهایی صورت می‌گرفته که کمترین آسیب در سوانح بعدی مرتبط با آب (مانند سیل) به آن شهرها وارد شود؛ به همین جهت بیشتر شهرهای مهم و تاریخی و بناهای مهم تاریخی ما کمترین سابقه تخریب در سوانحی از قبیل سیل را دارند. یکی از استان‌هایی که آسیب زیادی را در سیلاب فروردین متحمل شد استان لرستان بود. این استان با داشتن ۷۷ پل تاریخی که از دوره هخامنشی تا دوره ساسانی در آن ساخته شده، بیشترین تعداد پل‌های تاریخی را در تمام فلات ایران داراست. از این تعداد، غیر از یکی از پایه‌های پل کشکان و پل دختر،

که تخریب شدند، بقیه ۷۵ پل تاریخی همگی سالم ماندند. این در حالی است که تمامی پل های احداث شده در بیست ساله ۱۳۷۷-۱۳۹۷ در این استان یا به کلی تخریب یا آسیب های زیادی را متحمل شدند. این نشان می دهد که نیاکان ما در حدود دو هزار سال قبل تا چه اندازه با دانش های هیدرولیک، زمین شناسی و هواشناسی آشنایی داشته اند.

در پندجاه سال اخیر، هم ساخت و توسعه شهرها در دشت های سیلابی رودخانه ها افزایش یافته، و هم بهره برداری بی رویه از جنگل ها با قطع درختان بیشتر شده است. با پدیده تغییرات اقلیمی به هم ریختن آهنگ رخداد های طبیعی مانند سیل با وقوع بارش های شدید و ناگهانی هم تشدید شده است. پوشش جنگل های ایران تا حدود اوایل دهه ۱۳۴۰ش حدود هیجده میلیون هکتار بود. در ابتدای سال ۱۳۹۸ براساس گزارش سازمان جنگل ها و مراتع کشور اگر پوشش تاج درختان را ۵ درصد سطح محدوده جنگلی در نظر بگیریم (به نواحی با کمتر از ۱۰ درصد پوشش تاج درختان، «بیشه» می گویند)، حدود ۳/۱ میلیون هکتار جنگل داریم: حدود ۱/۸ میلیون هکتار در شمال و ۱/۳ میلیون هکتار در سایر نواحی کشور. اگر سطحی را که در آن تاج درختان ۱۰ درصد یا بیشتر از ناحیه جنگلی را پوشانده باشد در نظر بگیریم حدود ۱/۱ میلیون هکتار جنگل در کل کشور داریم. در سال ۱۳۴۱، جنگل های ایران ملی شد. فقط طی سال های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰، بیش از ۱/۵ میلیون مترمکعب چوب از جنگل های شمال ایران برداشت شد. برآورد شده است که در ایران سالی ۶۳ هزار هکتار از جنگل ها نابود می شود.

در استان های گلستان و مازندران، از بارش های ناگهانی شدید که در فروردین ۱۳۹۸ تا حدود ۳ برابر متوسط سالانه بوده است، گرفته تا قطع درختان و از بین بردن جنگل ها، و همچنین ساخت خانه ها در دشت های سیلابی موجبات افزایش خسارت های ناشی از سیل های اخیر را فراهم کرد. در منطقه شرق گلستان از ارتفاعات مشرف به دشت شرق گرگان در فاصله افقی حدود ۵ کیلومتر از رقوم حدود ۲۰۰۰ متر به رقوم حدود ۱۵۰ متر (ارتفاع از سطح دریا) می رسد. این اختلاف ارتفاع با اختلاف در بارندگی (از حدود ۱۰۰۰ میلی متر در ارتفاعات تا حدود ۲۰۰ میلی متر در دشت) در همین فاصله کم همراه است. این اختلاف در ارتفاع و در بارش، امکان وقوع ناگهانی بارش شدید و سیل در منطقه را فراهم می کند. از سوی دیگر واگذاری مراتع برای دامداری که با فشارهای محلی برای توسعه اقتصادی و اشتغال تشدید هم می شود، قدرت مانور سازمان جنگل ها و مراتع را محدود کرده است. چرای دام از سویی و بهره برداری از چوب جنگل ها از سوی دیگر، موجب کم شدن پوشش گیاهی منطقه و در نتیجه سیل خیزتر شدن این محدوده از استان می شود.

داده های هواشناسی نشان می دهد که در شصت سال اخیر گرم شدن زمین روندی مستمر داشته است، به نحوی که میزان گرم شدن در نیم کره شمالی حدود ۰/۱۳ درجه در سال برآورد می شود. این عدد احتمالاً نشان دهنده گرم شدن نیم کره شمالی به طور متوسط به میزان ۱/۵ تا حدود ۲ درجه در سال است؛ در حالی که در خاورمیانه (غرب آسیا)، هیمالایا و بعضی مناطق جنوب آسیا میزان گرم شدن در حدود ۳ تا ۶ درجه در طی سده بیست و یکم برآورد شده است. در ایران این میزان در حد ۲ درجه برآورد شده است. یکی از مشخصات گرم شدن زمین و تغییرات اقلیمی وقوع مخاطرات طبیعی به صورت سیل و طوفان با دوره تناوب کوتاه است و می توان نماد آن را به صورت رخداد پی در پی طوفان گردوغبار در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

در شهر تهران و همچنین وقوع سالانه سیلاب‌های ناگهانی در رشته کوه‌های البرز در نظر گرفت. در وقوع سیل، البته، دخالت انسان و تجاوز به حریم رودخانه‌ها، نابودی جنگل‌ها و از بین بردن منابع طبیعی در دهه‌های اخیر حتماً نقشی اساسی بازی کرده است.

کلیدواژه‌ها: سیلاب، توسعه شهرها، تمدن هیدرولیکی، مدیریت بحران، مخاطرات طبیعی، حریم رودخانه، اقلیم ویژه



اهواز - سیلاب ۹۸

مدیریت بحران

در کشور ما وزارت کشور مسئول مدیریت بحران است و مدیریت اجرایی «سازمان مدیریت بحران کشور» برعهده معاون وزیر کشور است و به لحاظ تشکیلاتی، در زیرمجموعه وزارت کشور، قرار دارد. روشن است که حضور ۲۴ ساعته مدیران این سازمان و اینکه تعطیلات نوروزی را به منزل نروند نمی‌تواند نمادی از عملکرد مثبت چنین نهادی باشد. سازمان مدیریت بحران باید با داده‌های به‌روز علمی، و نه فقط دریافت داده‌ها و گزارش‌های اداری از سازمان‌های دیگر، مانند سازمان هواشناسی و مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، بتواند اطلاعات را جمع کند و با برهم نهادن اطلاعات از خود توان تصمیم‌گیری را بروز دهد. سازمان مدیریت بحران جایی است که باید بتوان تصمیم‌گیری حاکمیتی را بر پایه دانش و توانمندی با کیفیت بالا و بر پایه به‌کارگیری نیروهای علمی و فنی با بالاترین کیفیت داشته باشد. وقتی چنین سازمانی فقط محل دریافت داده‌های مختلف (بعضاً ناهم‌ساز) از چند سازمان علمی باشد تا جایی که خود نتواند این داده‌ها را پردازش کند، عملاً به ستادی تبدیل می‌شود که دفتر وزیر کشور، یا معاونت عمرانی وزارت کشور هم قابلیت انجام این فعالیت ستادی را دارد. در چنین صورتی دیگر بود و نبود این سازمان فرقی به حال کشور نخواهد کرد. اینکه چرا نواقص برطرف نشده، به باور من بدین دلیل است که همچنان در رده تصمیم‌گیری از نیروهایی با سابقه اجرایی استفاده می‌شود و اعتمادی به نیروهای متخصص و جوان‌تر وجود ندارد. در ضمن عمده فعالیت این سازمان باید از جنس مدیریت کاهش ریسک و پیشگیری باشد. مرحله مهمی در فعالیت این سازمان وجود دارد و آن مرحله وقوع بحران، و تشکیل تیم مدیریت بحران است. تیم مدیریت بحران (که من

آن را در یک واژه ترکیبی به صورت «تیمران» نامیده و پیشنهاد کرده ام) باید در چهار مرحله فعالیت خود را به صورت یک تیم هماهنگ و هم نظر و هم پیمان با یک فرماندهی واحد که مسئول فرماندهی و کنترل عملیات را دارد، سازمان دهد: نخست تشخیص و اعلام سانحه، دوم برنامه ریزی راهبردی (که بسیار مهم و حیاتی است و به طور معمول در کشورهای در حال توسعه مانند کشور ما فراموش می شود)، که در آن چشم انداز تیمران و مأموریت و برنامه کار آن به طور کامل مشخص می شود. مرحله سوم، بعد از رخداد بحران است و آن پاسخ علمی براساس کار هماهنگ در تیمران است، و چهارم، یادگیری و به روزرسانی داده های دریافتی برای سازماندهی روزانه، نزدیک به برخط، تیمران است. کل این فعالیت ها زیر نظر فرمانده اصلی هدایت می شود. فرمانده واحد و وجود برنامه راهبردی، دو رکن مهم است که همچنان در مدیریت بحران سوانح ما مفقود است.

از سال های ۱۳۹۴ به بعد تقریباً سالانه در همین بازه زمانی فروردین کمابیش با بارش و سیل مواجه بوده ایم. امسال نیز سازمان هواشناسی از بهمن ماه بارش های سنگین را به طور کلی برای بهار ۱۳۹۸ پیش بینی کرده بود، گرچه این پیش بینی ها نقطه ای و دقیق نبود. با این حال، چون برنامه راهبردی بحران و تیم مدیریت بحران (تیمران به عنوان یک بدنه واحد) نداریم، غافلگیر شدیم. آنچه در لرستان و خوزستان به

آن توجه نکردیم، آن بود که به تمام طرح های توسعه در دشت های سیلابی امکان و مجوز و بودجه داده ایم؛ در شهرهایی مانند پلدختر، که بعد از تنگه ها در کنار رودخانه ها امکان توسعه در پهنه سیلابی رودخانه ها داده ایم؛ در دشت سیلابی پایین دست سدهای دز و کرخه و کارون، امکان توسعه کشاورزی و ساخت و ساز داده ایم، و در حداقل بیست سال گذشته با خیال آنکه سیلاب در سدهای ساخته شده مهار شده است، سرمایه گذاری در پایین دست این سدها را با بی خیالی امکان پذیر کرده ایم. در حفظ جنگل ها و مراتع در شمال و در زاگرس کوشش کافی نکرده ایم و به بهانه فایده و گردش اقتصادی، هر سال از مساحت جنگل هایمان کاسته شده است و همچنان با امکان چرای دام در مراتع، دست سازمان جنگل ها را کوتاه تر و آن را بی اثرتر کرده ایم. مدیران هم به بازه مدیریتی کوتاه مدت خود اندیشیده، و بسیاری از آن ها نیز حتی در حد تدبیر نیاکان و پیرمردان و پیرزنان ساکن در همین نواحی سیلابی تدبیر نکرده اند. حاصل آن شده است که اکنون علاوه بر تلفات جانی، خسارت سنگین مالی و زیرساختی را نیز باید تحمل کنیم. وقتی نمی پذیریم که کشور و اقلیم

طی پنجاه سال اخیر، هم ساخت و توسعه شهرها در دشت های سیلابی رودخانه ها افزایش یافته، و هم بهره برداری بی رویه از جنگل ها با قطع درختان بیشتر شده است. با پدیده تغییرات اقلیمی به هم ریختن آهنگ رخدادهای طبیعی مانند سیل با وقوع بارش های شدید و ناگهانی هم تشدید شده است

ما مخاطره خیز است، پاسخ طبیعت به ما سخت و تلخ خواهد بود. راه حل میانبر هم نداریم. وقتی به تصور خود توسعه به همراه خوشبختی کوتاه مدت را برای راضی کردن دل مردمان ساکن در این نواحی هدیه می دادیم، فکر نکرده بودیم که وقتی سیل بیاید، تمامی این سازه ها و مایملک مردم ظرف چند ساعت با سیلاب شسته خواهد شد. تازه این اول ماجراست. از این پس باید مراقب باشیم که در ایران و در شهرهای بزرگمان که بیش از دویست هزار نفر جمعیت دارند، اگر سیلاب به راه بیفتد چه باید بکنیم.

ما برای مدیریت بحران به تیم مدیریت بحران نیاز داریم که از افرادی هم‌دل و هم‌نظر و با قدرت تعامل بالا با هم و زیر نظر یک فرمانده واحد همکاری کنند. این تیم باید بتواند بحران را تشخیص دهد و آن را به موقع اعلام کند. مرحله بعد «برنامه‌ریزی راهبردی» است. چشم‌اندازی برای تیم در این برنامه راهبردی باید تعریف، و تیم برای رسیدن به آن چشم‌انداز دارای مأموریت مشخصی شود. تیمران این کار را بر پایه برنامه عملیاتی مشخصی انجام می‌دهد. این‌ها مربوط به قبل از وقوع حادثه است و هنگامی که برای سوانح احتمالی در هر منطقه برنامه راهبردی نوشته شده و آماده است. بعد از رخداد باید پاسخ علمی و حساب‌شده به بحران نشان دهیم. این پاسخ، که شامل مجموعه‌ای از کارهاست، از طریق تیمران هدایت و به‌صورت هماهنگ انجام می‌شود. در تیمران از یک فرمانداری واحد دستور می‌گیریم که وظیفه‌اش هدایت و کنترل تیمران است. در ضمن اعضای تیم به یک زبان و بر پایه یک ذهنیت مشترک و شبیه به هم صحبت می‌کنند؛ اتفاقی که در کشور ما در فروردین ۱۳۹۸ رخ نداد. از وزارت نیرو خبر رسید که این سیل علاوه بر اینکه بسیاری از تالاب‌های ما را پرآب کرد و مخازن سدهای ما را تا حدود ۸۰ درصد پر کرد برای ما ۲/۵ میلیارد دلار سود هم داشته است. مسئول سازمان حفاظت محیط زیست اظهار کرد که ده برابر ضرری که در این سیل‌ها متحمل شدیم سود نصیب ما شده است. همین موضوع نشان می‌دهد که چنین نگاهی با نگاه اعضای شاغل در اورژانس کشور و یا یک مسئول دیگر در هلال احمر، یا سپاه، ارتش و نیروی انتظامی از نظر نوع نگاه به بحران، هم‌سو نیست و آنان مشخصاً با یک ادبیات حرف نمی‌زنند. فرمانده تیمران باید توانایی و اجازه جست‌وجوی اعضای هم‌ذهن و با یک هدف در یک تیم را داشته باشد، و اگر فردی با ذهنیت متفاوت بود، به‌جای آن فرد، فردی با ذهنیت بحران را قرار دهد. مرحله بعد از این یادگیری از بحران و سازماندهی بر پایه این یادگیری است.

هماهنگی بین واحدهای مختلف همچنان با اشکال رخ می‌دهد. نهادهای درگیر در مدیریت بحران فرماندهی سازمان مدیریت بحران کشور را نمی‌پذیرند و البته در بسیاری از مواقع برنامه برای هماهنگی از سوی این سازمان ارائه نمی‌شود. از نظر قانون مدیریت بحران به نظر نمی‌رسد مشکل مهمی داشته باشیم. قانون مصوبه جدید مجلس هم که در سال ۱۳۹۷ تصویب شد همچنان روی کاغذ قانون مناسبی است. ولی مشکل ما آن است که برای اجرای همین قانون، افرادی که تاکنون به کار گمارده شده‌اند مناسب این مسئولیت‌ها به لحاظ علمی و حرفه‌ای نبوده‌اند. ان‌شاءالله با سازماندهی جدید سازمان مربوطه، از سوانح قبلی و فعلی درس بگیریم، و متناسب با قانون وضع شده چیدمان نیروها هم رخ دهد.

جمع‌بندی: مخاطرات طبیعی به خودی خود بلایای طبیعی نیستند؛ آنچه آن‌ها را به خسارت جانی و مالی تبدیل می‌کند طرز زندگی و مدیریت و پاسخ ما به آن مخاطره است. پیش‌بینی وقوع سیل می‌تواند موجب برنامه‌ریزی مناسب برای اجتناب از ساخت منازل مسکونی (مانند آنچه در گلستان، مازندران، لرستان و خوزستان رخ داده است) و خودداری از تبدیل مسیل رودخانه به تفریحگاه دائمی (مانند آنچه در رودخانه دز، کرخه، گرگانرود، تجن، وکن و کرج اتفاق

داده‌های هواشناسی نشان می‌دهد که در شصت سال اخیر گرم شدن زمین روندی مستمر داشته است، به نحوی که میزان گرم شدن در نیم‌کره شمالی حدود ۰/۱۳ درجه در سال برآورد می‌شود. این میزان احتمالاً نشان‌دهنده گرم شدن نیم‌کره شمالی به‌طور متوسط ۱/۵ تا حدود ۲ درجه در سال است، در حالی که در خاورمیانه، هیمالایا و بعضی مناطق جنوب آسیا میزان گرم شدن در حدود ۳ تا ۶ درجه در سده بیست و یکم برآورد شده است

افتاده و می‌افتد) شود. در ضمن از طریق سامانه‌های هشدار پیش‌هنگام، با بهره‌گیری از دانش هواشناسی، می‌توان به مردم هشدار داد تا از محل خطر (مسیل رودخانه) فرار کنند (این کار هم اکنون در بسیاری از کشورها مانند ایالات متحده، ژاپن و نیوزیلند) حتی با استفاده از بلندگو در ساعاتی که احتمال می‌رود سیلی در پیش باشد انجام می‌شود؛ البته در صورتی که به اندازه کافی وقت داشته باشند.

جهت جلوگیری از مشکلات ناشی از وقوع سیل، شناخت مناطق سیل‌خیز و تهیه نقشه زمین‌شناسی سیل بسیار مهم است. مشخص کردن این نقاط، موجب ممانعت از ساخت خانه‌های مسکونی و توسعه و شهرسازی در این نقاط می‌شود. این کار متأسفانه در ایران انجام نشده است. ارزیابی‌های میدانی نگارنده نشان می‌دهد که به ساختمان‌های ساخته شده در حریم رودخانه مجوز داده شده؛ مانند هتلی که با مجوز ۷ طبقه، اکنون ۱۳ طبقه شده و به طور دقیق در حریم رودخانه جاجرود نزدیک روستای رودک در شمیرانات طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ ساخته شده، و طبق آیین‌نامه‌های حریم وزارت نیرو، ساخت‌وساز در حریم ۱۵۰ متری از بستر رودخانه‌ای که آب شرب شهرها را تأمین می‌کند - مانند جاجرود که مسئول تأمین بخشی از آب شرب شهر تهران است - به طور مطلق ممنوع است. بابت این مجوز وجهی از سازندگان دریافت شده است. بعضی از منازل و مغازه‌های ساخته شده در حریم رودخانه‌های استان تهران طی چهار سال اخیر تخریب شده‌اند (مانند رودخانه کن). مالکان منازل و مغازه‌های تخریب شده و واقع در حریم رودخانه‌ها سؤال می‌کنند که اگر ساخت خانه و مغازه در این محدوده‌ها غیرقانونی بوده چرا به آن‌ها مجوز داده شده است؟ مناطقی مانند حاشیه رودخانه‌ها که احتمال خطر سیل در آنها زیاد است، باید به استفاده‌های دیگری مانند پارک‌ها، محل‌های تفریحی یا کشت برخی از گیاهان زراعی خاص و یا چرای دام اختصاص داده شوند.

آنچه در سیل اخیر به صورت درس می‌توان آموخت عبارت است از:

- این نوع مخاطرات از این پس در کشور ما به صورت مکرر قابل وقوع هستند. بنابراین برای وقوع سوانحی از این دست و کاهش ریسک آن باید آماده شویم. یکی از روش‌های حتمی برای کاهش ریسک، به روزرسانی سامانه‌های برخط هشدار پیش‌هنگام است. سیل مخاطره‌ای است که می‌توان از تبدیل آن به سانحه (رویدادی که با تلفات و خسارت همراه شود) با هشدار پیش‌هنگام جلوگیری کرد.

- حریم رودخانه‌ها در بسیاری از نواحی ایران بر اثر ساخت‌وساز مورد تجاوز قرار گرفته است. تمامی شهرداری‌ها در این مورد باید توجیه شوند که دادن مجوز برای ساخت‌وساز در این نواحی می‌تواند در آینده به فجایعی بسیار بزرگ‌تر از سیل‌های فروردین ۱۳۹۸ منجر شود.

- ایران کشوری با اقلیم ویژه است. با در نظر گرفتن مخاطرات طبیعی در توسعه می‌توانیم به تاب‌آوری اقلیمی (سازگاری با شرایط محیطی و آب و هوایی ایران و قابلیت بقای ایمن در این شرایط) برسیم. آنچه در دهه‌های اخیر در اکثر جاهای کشور انجام داده‌ایم روندی خلاف تاب‌آوری اقلیمی را نشان می‌دهد.

پی‌نوشت

۱. استاد تمام پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و عضو وابسته شاخه زمین‌شناسی فرهنگستان علوم، و استاد هدایت پژوهش مؤسسه و رصدخانه علوم زمین دانشگاه استراسبورگ فرانسه.

مخاطرات طبیعی به خودی خود بلایای طبیعی نیستند؛ آنچه آنها را به خسارت جانی و مالی تبدیل می‌کند طرز زندگی و مدیریت و پاسخ ما به آن مخاطره است

ترکمن صحرا در سیلاب

بهروز صاحبزاده
مدرس دانشگاه فرهنگیان

چکیده

جاری شدن سیلاب در محیط زیست، از آن جهت که آب و منابع معدنی ارزشمند را برای منطقه به ارمغان می‌آورد و سبب رونق کشاورزی و اقتصادهای وابسته به آن می‌شود، نعمت است، با این همه، سیلاب آسیب‌ها و خسارت‌های جانی و مالی هم در مسیر حرکت خود بر جای می‌گذارد که مطالعه و شناخت خصوصیات و عوامل مؤثر بر آن ضرورت دارد. بررسی چگونگی ایجاد سیلاب و راه‌هایی منطبق بر شرایط بومی منطقه برای مدیریت و کاهش اثرات جاری شدن آن در محیط زیست از موضوعات مهم در مطالعات زمین‌شناسی زیست‌محیطی است. این مقاله به بررسی موردی جاری شدن سیلاب در نوروز ۱۳۹۸ در استان گلستان و به زیر آب رفتن شهرهای آق قلا و گمیشان و تخریب زیست‌بوم‌های شهری و کشاورزی اطراف این شهرها و... می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: آبدهی رودخانه، سیلاب، دشت سیلابی، اثرات نفوذپذیری، دوره بازگشت.

مقدمه

سیل به معنی طغیان کردن آب، زیر آب رفتن گستره‌ای وسیع از زمین‌ها و طوفانی شدن است. در معنای آب جاری‌شده، کاربرد این واژه بر ریزش جریان دلالت دارد و مخالف معنی عدم ریزش یا فرونشینی است. سیلاب به معنی طغیان کردن آب و زیر آب رفتن گستره‌ای از زمین است.

طی یک بارندگی شدید یا پس از آن، مقدار دبی رودخانه‌های حوضه آبریزی که بارندگی در آن حوضه رخ داده است، به سرعت افزایش می‌یابد و در نتیجه آب از بستر عادی خود سرریز می‌شود و دشت سیلابی و مناطق اطراف را دربر می‌گیرد. با بررسی دشت سیلابی قدیمی و آبرفت‌های آن، شاید بتوان با درجه‌ای از تقریب احتمال وقوع و بزرگی سیلاب‌های آتی منطقه را مشخص کرد. اصولاً بزرگی سیلاب‌ها و تکرار آن‌ها در طول زمان تابع شدت بارندگی، میزان نفوذپذیری زمین و وضع توپوگرافی منطقه است.

سیلاب معمولاً زمانی به وقوع می‌پیوندد که یک ناحیه پست از زمین از آب پر شده باشد. بدترین حالت‌های سیل رودخانه‌ای معمولاً در زمین‌های حاشیه رودها جاری می‌شود. به عنوان نمونه می‌توان از سیل‌های جاری‌شده در منطقه کوئینزلند استرالیا در ژانویه سال ۱۹۹۹ نام برد که در آن بخش جنوب شرقی کوئینزلند به زیر آب فرورفت.

در یک منطقه، سیل زمانی رخ می‌دهد که خاک و پوشش گیاهی آن منطقه توانایی جذب و یا عبور دادن کامل آب را نداشته باشد. فعالیت‌های زیستی آدمیان در مناطق مختلف، همچون ساختمان‌سازی در دشت سیلابی رود که بخش‌هایی از حوضه فعالیت آب‌های جاری را اشغال می‌کنند، جاده‌سازی که مسیر توپوگرافی حرکت آب‌های جاری را قطع و یا مسدود می‌نمایند، فعالیت‌های تولیدی کشاورزی و دامداری و دام‌پروری به‌ویژه در دامنه کوه‌ها و ... که مکان‌های مناسبی برای تجمع آب‌های زیرزمینی، تخریب سطح زمین و از بین بردن پوشش گیاهی و جنگلی با اهداف مختلف و ... می‌باشند، احتمال وقوع سیل را افزایش می‌دهد.

شهرسازی‌ها و نابودی گیاهان به‌ویژه درختان باعث کاهش مقدار آب نفوذی و افزایش آب سطحی می‌شود. حجم زیاد آب از یک طرف بر بزرگی طغیان می‌افزاید و از طرفی با افزایش فرسایش، رسوباتی به وجود می‌آورد که با برجای گذاشتن آن‌ها، ظرفیت بستر اصلی رود کاهش می‌یابد. موارد یادشده معمولاً تأثیر تدریجی دارند، ولی سیل‌های ناگهانی و فاجعه‌آمیز اغلب بر اثر تخریب سدها و بندها ایجاد می‌شوند.

سیل‌های دوره‌ای به‌صورت طبیعی در بسیاری از رودخانه‌ها رخ می‌دهند و باعث به‌وجود آمدن مناطقی به‌نام دشت‌های سیلابی می‌گردند. علت وقوع این سیلاب‌ها بارش باران‌های شدید و گاهی نیز توأم با ذوب برف است که باعث طغیان رودخانه و جاری شدن آب در زمین‌های حاشیه‌ای رود می‌شود. سیلاب آنی، سیلابی است که به‌یک‌باره و بدون هیچ فرصت قبلی ایجاد و جاری می‌شود. سیلاب‌های آنی معمولاً بر اثر بارش بیش از حد در یک منطقه به‌طور نسبی کوچک ایجاد می‌گردد.

رویداد، اندازه و تکرار سیلاب بسته به عوامل متعددی همچون شرایط اقلیمی، طبیعی و جغرافیایی هر منطقه متغیر است و سالانه جان و مال بسیاری از مردم در نقاط مختلف دنیا و ازجمله بخش‌های وسیعی از ایران را تهدید می‌کند. در برخی از روش‌های آماری همچون سری‌های جزئی و رعایت برخی از معیارهای محیطی می‌توان احتمال وقوع این حادثه طبیعی و حداکثر بارش محتمل را در مناطق شهری که احتمال رخداد آن وجود دارد، پیش‌بینی نمود (مهدی نسب و همکاران، ۱۳۹۲) و اقدامات لازم را برای جلوگیری از جاری شدن سیلاب یا کاهش خسارت‌های حاصل از جاری شدن سیلاب، در صورت وقوع، را برنامه‌ریزی و اجرا نمود.

بحث و گفت‌وگو

بررسی‌های آماری نشان می‌دهد که حدود ۱۰ درصد خسارات ایجادشده بر اثر رخداد بلایای طبیعی در ایران ناشی از وقوع سیلاب‌هاست (همان). برای شهرهایی که در بسترهای طبیعی مستعد وقوع سیلاب شکل گرفته و رشد نموده‌اند، همواره این رخداد خطر بزرگی به‌حساب می‌آید. به‌طور معمول سکونتگاه‌های غیررسمی در معرض خطر بیشتری واقع می‌شوند. وجود بستر ناپایدار زمین و مسیل‌های فراوان از شاخصه‌های ریخت‌شناسی این شهرهاست و به دلیل اینکه اغلب سکونتگاه‌های غیررسمی این شهرها در جوار مسیل‌ها شکل گرفته‌اند، سیلاب همواره تهدید جدی برای این ساکنان بوده است که باید با برنامه‌ریزی شهری خطرات ناشی از سیلاب در این سکونتگاه‌ها را کاهش داد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲).

در جمع‌بندی گزارش‌های موجود در پنج دهه اخیر بیش از نیمی از کل خسارات ناشی از مخاطرات طبیعی در جهان مربوط به خسارات سیلاب‌هاست. در اغلب کشورها، رودخانه‌های مستعد طغیان را به‌طور دقیق تحت نظارت قرار می‌دهند. استحکاماتی از قبیل خاکریز، دیوارهای چندلایه، مخازن و آب‌بند را برای جلوگیری از در هم کوبیده شدن حاشیه رودخانه‌ها به کار می‌گیرند؛ چنان‌که بزرگ‌ترین و کامل‌ترین استحکامات برای مقابله با جاری شدن سیلاب را می‌توان در کشور هلند یافت. شهر لندن نیز با داشتن موانع مکانیکی عظیم‌الجثه در برابر سیل‌های رودخانه تایمز محافظت می‌گردد. این موانع با رسیدن سطح آب به میزانی مشخص به کار می‌افتند. در برخی از کشورهای سیل‌خیز از جمله هندوستان نیز برنامه راهنمای مدیریت بحران سیلاب در مناطق شهری تدوین گردیده که بر این اساس راهکارهای پیشگیرانه و کاهش اثردهنده، مدنظر است (Bhawan, 2010).

پدیده رواناب‌های شهری که در ایام وقوع سیلاب‌های وسیع در سطح شهرها جاری می‌شود، از جمله عواملی است که همواره مسائل و مشکلات فراوانی از قبیل آب‌گرفتگی معابر، اختلال در رفت و آمد، ترافیک‌های طولانی و خرابی برخی از ساختمان‌ها در نواحی حاشیه‌ای شهرها را با خود به همراه دارد. کلان‌شهرهای ایران به دلیل توسعه‌های اخیر و افزایش روند تخریب باغات و گسترش شهرنشینی در دهه‌های گذشته که به از بین رفتن زمین‌های نفوذپذیر و تبدیل آن‌ها به سطوح نفوذناپذیر منجر شده است، در فصول بارش با پدیده سیلاب و رواناب‌های شهری مواجه هستند. با شناسایی عوامل تشدیدکننده بروز سیلاب می‌توان براساس ویژگی‌های آن منطقه در جهت کاهش و یا رفع اثرات آن اقدام نمود (قضایی و مستوفیان، ۱۳۹۲).

رشد جمعیت، توسعه حریم شهرها و فعالیت‌های زیستی شهری همچون سازه‌های کارخانه‌ها، راه‌ها، فرودگاه‌ها، زمین‌های کشاورزی و ... تسطیح زمین و اشغال حریم رودخانه‌ها و مسیل‌ها در شهرهای بزرگ از دیگر عوامل ایجاد سیلاب شهری است، به‌طوری‌که آستانه ریزش باران برای ایجاد سیلاب در کلان‌شهرها بسیار کاهش پیدا کرده و ناپایداری سازه‌های شهری در مقابل سیلاب نیز، جهت پایین آوردن آسیب‌پذیری ناشی از آن، افزایش یافته است (قهرودی تالی و مجیدی هروی، ۱۳۹۲).

در مناطق کوهستانی که سکونتگاه‌ها در ارتفاعات بنا شده‌اند، به دلیل بارندگی زیاد در این مناطق، معمولاً آب‌های سطحی هنگام بارندگی در ارتفاعات مشرف به این نوع از شهرها تجمع می‌یابد و از همین رو و شاهد وقوع جریان‌های سیلابی در این منطقه خواهیم بود. از عوامل دیگری که به افزایش حوادث طبیعی در این مناطق منجر می‌گردد. می‌توان به احداث جاده در ارتفاعات مشرف به این شهرها، تخریب جنگل‌ها و مراتع طبیعی، ساخت‌وساز در حواشی رودخانه‌ها و حضور بیش از حد مسافر و گردشگر اشاره نمود (پورهادی و همکاران، ۱۳۹۸).

از آنجا که گاهی برخی سیلاب‌ها به‌صورت منطقه‌ای، ناگهانی و یا ناشی از شکست سد رخ می‌دهد. فرایند ایمن‌سازی، فاصله مجاز عرضی از رودخانه و عدم بهره‌برداری از رسوبات رودخانه‌ها از جمله اقداماتی است که می‌توان پیش از وقوع حادثه و برای کنترل خسارت انجام داد (ساکت، ۱۳۹۸).

مدیریت و نظارت بر کاربری اراضی در مناطق شهری نیز از جمله راهکارهای مقابله با سیلاب و کاهش خسارات ناشی از آن است. امروزه با تغییر کاربری اراضی شهری از جمله دخل و تصرف غیرمجاز در بستر

رودخانه‌ها، احداث سازه‌های تقاطعی نظیر پل و جاده بر روی رودخانه‌ها بدون توجه به شرایط هیدرولیکی و سیلابی رودخانه که به باریک شدن مسیر عبور جریان و انسداد مسیر سیلاب منجر می‌شود، شاهد تشدید پدیده سیلاب در مناطق شهری هستیم. همچنین تخریب منابع طبیعی و پوشش گیاهی را، که توسط عوامل انسانی ایجاد می‌شود، می‌توان از جمله موارد تشدیدکننده در این خصوص به حساب آورد. با شناسایی نواحی درگیر با سیلاب‌های احتمالی، نوع کاربری اراضی، برآورد میزان خسارت ناشی از وقوع سیلاب و اجرای طرح‌های مهندسی می‌توان برای پیشگیری از وقوع آن برنامه‌ریزی نمود (صفریان و سردشتی، ۱۳۹۲).

جدول ۱. نقش سدهای شرق گلستان در تعدیل دبی اوج سیلاب اخیر

نام سد	دبی اوج سیلاب ورودی به سد (m^3/S)	تعدیل کاهش دبی اوج سیلاب (m^3/S)	دبی اوج سرریز (خروجی) سد (m^3/S)
بوستان	۲۳۰	۵۵	۱۰۲
گلستان	۸۲۹	۳۵	۵۴۵
وشمگی	۶۹۰	۰۴	۶۶۶

(منبع: روابط عمومی شرکت آب منطقه‌ای گلستان)

سیلاب استان گلستان در نوروز ۱۳۹۸ بعد از چندین روز بارش مستمر باران به وقوع پیوست. مرحله آغازین این سیلاب را به‌طور کلی می‌توان به شرق استان نسبت داد. اتصال آبراهه‌های سیلابی شده از دامنه بخش انتهایی البرز شرقی به تشدید روند سیلاب اصلی منجر گردید. تخریب خانه‌ها و کارگاه‌ها در روستای عطاآباد شهرستان آق‌قلا، شکسته شدن شاخه‌های درختان در سطح معابر در گنبدکاووس، آب‌گرفتگی معابر اصلی شهرستان بندر ترکمن و آق‌قلا، لغو دو پرواز گرگان - تهران و تهران به گرگان، آب‌گرفتگی منازل مسکونی در شهرستان آق‌قلا، آب‌گرفتگی معابر سیمین‌شهر با بارش ۷۰۰ میلی‌متری باران، ریزش دیوار مدرسه در انبارالوم و موارد متعدد دیگر از جمله حوادثی بود که با وقوع بارش شدید باران و سیلاب رقم خورد.

همچنین بارش باران و سیلاب موجب طغیان رودخانه کارکنده و ورود آب به اراضی کشاورزی، خسارت دیدن ۵۰ تا ۸۰ درصدی مزارع گندم، مزارع کلزا و باغ‌های برخی شهرستان‌های استان، جاری شدن سیل در دهنه محمدآباد، علی‌آباد کتول و قطع ارتباط بر اثر رانش جاده در محور روستای پادلدل و قطع ارتباط با روستاهای شاهرود در گالیکش شد.

همچنین آب‌گرفتگی، جاده ارتباطی گلستان به مازندران را در برخی ساعات در محدوده لیوان شرقی تا نوکنده، مسدود کرد. افزون بر این، در مناطق شرقی استان گلستان، در مرز استان خراسان شمالی در این استان نیز شاهد خسارات محدودی بودیم. در این سیلاب بیشترین خسارت به زیرساخت‌های شهر گنبدکاووس، آق‌قلا، گمیشان و روستاهای اطراف آن وارد گردید. برخی راه‌های روستایی نیز به علت رانش و ریزش کوه مسدود شد و برق آن‌ها نیز قطع گردید. تصویر ۱ نمایی از آب‌گرفتگی در این واقعه را نشان می‌دهد.



تصویر ۱: نمایی از آب‌گرفتگی در روز ۲۸ اسفندماه ۱۳۹۷ در استان گلستان، شهرستان آق‌قلا (منبع: خبرگزاری مهر)

رخداد سیلاب در استان گلستان باعث آسیب دیدن راه‌های ارتباطی و پل‌های موجود در روی رودخانه و مسیل‌های استان گردید، به طوری که مسدود شدن بسیاری از راه‌های اصلی ارتباطی و راه‌های روستایی را به دنبال داشت. تا دو هفته پس از شروع سیلاب، برخی جاده‌های ارتباطی از جمله محور خوش ییلاق، محور توسکستان، محور آق‌قلا به گرگان، محور یساقی به بندر ترکمن و برخی راه‌های روستایی در استان همچنان مسدود بود.

این سیلاب بیشتر بخش‌های استان گلستان به‌ویژه بخش مرکزی، شرقی و غربی آن را در بر گرفت. رودخانه گرگان در بخش مرکزی خود در شهرستان گنبدکاووس، یکی از رودهایی بود که تحت تأثیر این سیلاب قرار گرفت. دبی اعلام‌شده برای سیلاب، ۱۰۰ مترمکعب بر ثانیه در محل اتصال دو شاخه این رودخانه بود که روستاهای بخش مرکزی را تحت تأثیر قرار داد. سیلاب پس از پشت سر گذاشتن سدهای بوستان، گلستان و گرماب به شهر گنبدکاووس رسید و پس از عبور از این شهر به سمت غرب استان، با گذر از سد وشمگیر و ده‌ها روستا، به آق‌قلا وارد شد و پس از آن از سیمین‌شهر و خواجه‌نفس گذشت تا به نزدیکی دریای خزر منتهی گردید.

یکی از علل اصلی رخداد این سیلاب عظیم، به‌ویژه با روند شرق به غرب آن، کاهش ارتفاع از شرق به غرب بود. درعین حال حوضه آبریز دامنه شمالی البرز، یکی از مهم‌ترین علل ایجاد حوضه آبریز کوهستان به دشت در این استان است که جهت شیبی با روند غالب جنوب به شمال یا جنوب شرق به شمال غرب دارد. به عبارت دیگر ساختار توپوگرافیک استان گلستان به‌گونه‌ای است که به‌روشنی می‌توان آن را به دو قسمت

طی یک بارندگی شدید یا پس از آن، مقدار دبی رودخانه‌های حوضه آبریزی که بارندگی در آن حوضه رخ داده است، به‌سرعت افزایش می‌یابد و در نتیجه آب از بستر عادی خود سرریز می‌شود و دشت سیلابی و مناطق اطراف را دربر می‌گیرد. با بررسی دشت سیلابی قدیمی و آبرفت‌های آن، شاید بتوان با درجه‌ای از تقریب احتمال وقوع و بزرگی سیلاب‌های آتی منطقه را مشخص کرد. اصولاً بزرگی سیلاب‌ها و تکرار آن‌ها در طول زمان تابع شدت بارندگی، میزان نفوذپذیری زمین و وضع توپوگرافی منطقه است

جلگه‌ای و کوهستانی تقسیم کرد. امتداد و جهت رشته‌کوه‌های البرز، به‌صورت دیواری مرتفع در مسافتی طولانی، خط ساحلی و جلگه‌های کناره‌ای دریای خزر را محصور کرده است؛ بدین علت، تقریباً در سراسر استان شیب زمین از ارتفاعات به‌سوی جلگه و دریای خزر، از شمال به جنوب به‌سوی سواحل جنوبی و از شرق به غرب به‌سوی سواحل شرقی دریا کاهش می‌یابد. این دو روند تأثیر مشخصی در سیلاب اخیر گلستان ایفا نمودند (تصویر ۲).



تصویر ۲: روند توپوگرافی منطقه استان گلستان و موقعیت رودهای بزرگ در این منطقه

با توجه به اینکه این سیلاب، از شرق به غرب، در بیشترین مساحت خود، در زمین‌های از جنس باتلاقی (یعنی لس و آبرفت دانه‌ریز) اتفاق افتاد، و نیز با توجه به شیب توپوگرافی منطقه، سیلاب از پهنه‌های جنوبی به شمالی و شرقی به غربی جاری شد، در مسیرهای انتهایی مدت‌زمان زیادی آب‌ها در روی سطح زمین راکد ماند و این مسئله به‌ویژه در شهرهای آق‌قلا و گمیشان موجب مشکلات فراوان برای مردم شد، به‌طوری که حتی با گذشت بیش از دو ماه از شروع سیلاب، با عدم نفوذ و تخلیه آب در این محدوده‌ها و مناطق، مشکلات به حال خود باقی ماند. در چنین شرایط ویژه‌ای امداد رسانی به مردم هم با مشکلات اساسی روبه‌رو گردید. بر این اساس اکثر مردم شهرهای آق‌قلا و گمیشان روزهای متوالی پس از سیلاب را در اردوگاه‌های اسکان اضطراری که برایشان در نظر گرفته شده بود گذراندند.

آثار ثانویه ناشی از سوانح طبیعی از جمله موارد مهمی است که گاه اثراتی بیش از خود سانحه به دنبال می‌آورد. در سیلاب مورد بحث در این گزارش نیز شاهد چنین مواردی بودیم. به‌عنوان مثال در برخی از مناطق استان گلستان، سیلاب به وقوع زمین‌لغزش منجر گردید که از جمله باید به زمین‌لغزش روستای دومانلی در شهرستان کلالة اشاره نمود.

همچنین زمین‌لغزشی در حوالی روستای عرب لاله‌گون، از توابع شهرستان مراوه تپه، روی داد. روستاهای بلمجرک و پادللد از توابع شهرستان مینودشت نیز دچار زمین‌لغزش گردیدند. این زمین‌لغزه‌ها موجب خرابی بیش از ۷۷ کیلومتر از راه‌های استان و انسداد محورهای آزادشهر - خوش ییلاق - شاهرود و گرگان - توسکستان - شاهرود گردید. در مجموع، حداقل در دو منطقه ریزش سنگ و در بیش از پنج نقطه لغزش یا رانش زمین، سبب ناامنی، کاهش عرض محور و در نهایت انسداد کامل محور گردید (تصویر ۳).



تصویر ۳: نمایی از برخی روستاهایی که بر اثر رخداد سیلاب گلستان دچار زمین لغزش شدند. ۱. روستای بلمجرک از توابع شهرستان مینودشت. ۲. روستای پادلدل از توابع روستای مینودشت. ۳. روستای دومانلی از توابع شهرستان کلالة. ۴. روستای قرناوه علیا از توابع شهرستان مراوه تپه (منبع: سعید محمد صبوری، عضو هیئت علمی پژوهشکده سوانح طبیعی)

خلاصه و نتیجه

هدف از پیش بینی احتمال وقوع سیل، برآورد دبی جریان و سطح سیلابی است که در یک دوره بازگشت مشخص (مثلاً در یک دوره ۲۵، ۵۰ یا ۱۰۰ ساله) احتمال وقوع آن وجود دارد. نتایج این پیش بینی که

«سیلاب طراحی» نام دارد، به عنوان مبنایی برای انتخاب روش های مقابله با سیل مورد استفاده قرار می گیرد. سیلاب طراحی معمولاً بر مبنای هزینه لازم برای مهار سیل و میزان مخاطراتی که تخریب سیستم مهار سیلاب پیشنهادی برای جان انسان ها دارد، انجام می شود.

در مواردی که گسیختگی سازه آبی به از دست رفتن جان انسان ها و اموال زیادی منجر بشود، سیلاب طراحی با احتمال رخداد کمتر و دوره بازگشت طولانی تر، مثلاً سیلاب هزار ساله و حتی بیشتر، انجام می شود. گستره و ارتفاع این سیلاب ها بیش از سیلاب هایی است که از احتمال رخداد بیشتری برخوردارند. پیش بینی سیلاب طراحی به دو صورت تحلیلی و زمین شناسی انجام می شود و این دو اغلب مکمل یکدیگرند.

مهم ترین عواملی که برای پیش بینی تحلیلی سیلاب مورد توجه قرار می گیرند عبارتند از:

✓ بررسی توپوگرافی بخشی از حوضه آبریز که جریان آب به منطقه مورد مطالعه را تأمین می کند.

رویداد، اندازه و تکرار
سیلاب بسته به عوامل
متعددی همچون شرایط
اقلیمی، طبیعی و جغرافیایی
هر منطقه متغیر است و سالانه
جان و مال بسیاری از مردم در
نقاط مختلف دنیا و از جمله
بخش های وسیعی از ایران را
تهدید می کند

✓ تعیین نوع پوشش سطح زمین (سنگ، خاک، گیاهان)، جهت تخمین نسبت آب جاری شده به آب نفوذی و تسخیر شده.

✓ تعیین بزرگ‌ترین رگبار و بارندگی محتمل، با توجه به داده‌های موجود در منطقه مورد مطالعه.

✓ توجه به فصل قصد شده برای تعیین میزان احتمال وقوع سیلاب در منطقه؛ زیرا شرایطی مثل اشباع بودن زمین از آب یا پوشیده بودن سطح آن از برف تأثیر مستقیمی بر جریان سطحی آب دارد.

✓ تعیین ظرفیت ذخیره بستر اصلی رود و دشت سیلابی اطراف آن، تغییرات احتمالی در ظرفیت ذخیره بخش‌های پایین‌رود در آینده نیز مورد توجه قرار گیرد.

✓ این روزها اهمیت پوشش گیاهی از نقطه نظر آبخیزداری بیولوژیک بسیار مدنظر است.

به طور کلی، محاسبه حداکثر سیل محتمل، محتاج برآورد پتانسیل بارش و مقدار و نحوه توزیع بارش در داخل حوضه آبریز است. مقدار آبدهی یا سطح آب رودخانه برحسب زمان، معمولاً توسط منحنی‌های خاصی به نام «هیدروگراف» نشان داده می‌شود. به این منظور اغلب از هیدروگراف واحد استفاده می‌شود. مقدار آبدهی رود در یک مدت زمان مشخص از روی هیدروگراف قابل محاسبه است. به منظور پیش‌بینی سیل معمولاً مقادیر محاسبه شده برای جریان به تراز (ارتفاع) آب تبدیل می‌شود. مبنای پیش‌بینی‌های زمین‌شناسی شامل تعیین مرزهای دشت سیلابی توسط تصاویر فضایی و عکس‌های هوایی، برای تعیین پراکندگی آبرفت‌ها و خاک‌های جدید (کواترنر) در دره و شناسایی اشکالی است که به وقوع سیل مربوط می‌شوند؛ از جمله پادگانه‌ها، گودال‌ها و مانند آن.

این بررسی‌ها زمان دقیق وقوع یک سیل در گذشته را مشخص نمی‌سازند، بلکه ضمن بیان تأثیر وقوع آن در زمان‌های جدید زمین‌شناسی، احتمال رخداد مجدد آن را گوشزد می‌کند. نتایج بررسی‌های زمین‌شناسی، مخصوصاً در جاهایی که رکود طولانی از وضعیت آب و هوایی وجود ندارد، می‌تواند از روش تحلیلی دقیق‌تر باشد.

هنگام ریزش باران‌های سنگینی که باعث بروز سیلاب‌ها می‌شوند، قطرات باران با شاخ و برگ درختان جنگل برخورد می‌کنند و تا حد زیادی از سرعت آن‌ها کاسته می‌شود. همچنین خاک جنگل هم پوشیده از شاخ و برگ گیاهان و درختان است که باعث جذب آب می‌شود و جویبارهایی با آب زلال را به وجود می‌آورد. اطلاع از چگونگی جریان، حجم، شدت، مدت، مکان و بالاخره زمان وقوع سیل‌ها اهمیت ویژه‌ای در طراحی و نگهداری سازه‌های مهندسی، مخصوصاً تأسیسات آبی و همچنین پیش‌بینی خطرهای زیان‌های احتمالی ناشی از سیل دارد. به دلیل شرایط آب و هوایی کشورمان سیلاب‌ها، چه از نوع بهاره و ناشی از ذوب برف و چه از نوع ناگهانی ناشی از رگبار، بخش عمده‌ای از جریان سطحی اغلب رودهای حوضه مرکزی را تشکیل می‌دهند.

با توجه به شرایط مناطق سیل‌زده در استان گلستان، ذکر چند مورد را در خصوص کاهش اثرات ناشی از سیلاب، لازم می‌دانیم که می‌تواند برای مدیریت سیلاب‌های آینده راهگشا باشد.

الف) فرسایش‌پذیری بالای خاک‌ها در استان گلستان با منشأ زمین‌شناختی، یکی از عوامل مهم در وقوع سیلاب در این استان است که با ارائه رویکردهای پیشگیرانه در این خصوص می‌توان از خسارات ناشی از آن کاست.

ب) می‌دانیم که پوشش گیاهی مناسب باعث طولانی شدن زمان تمرکز رواناب و افزایش نفوذپذیری خاک می‌شود، ولی متأسفانه طی مهر و موم‌های گذشته پوشش درختی منطقه به شدت تخریب و بخش زیادی از حوضه آبریز به اراضی کشاورزی تبدیل شده؛ و این خود باعث افزایش تولید رواناب و سیلاب گردیده است؛ لذا پیشنهاد می‌شود پوشش گیاهی در مناطق بالادست (به‌ویژه مناطق جنوبی و شرقی استان)، تا حد امکان تقویت گردد و از دادن مجوز ویلاسازی و دیگر کاربری‌های غیرمفید و غیر ضروری به اشخاص حقیقی و حقوقی خودداری شود و مراجع قانونی در منطقه مکلف به نظارت بر این مورد به شکلی عملی گردند.

پ) با توجه به تجربه به‌دست آمده در زمینه مدیریت سیلاب‌های متعدد در این استان از گذشته تا امروز، نیاز به اتخاذ یک رشته رویکردهای سازه‌ای کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت است که با همین اولویت و به ترتیب هزینه کم، متوسط و زیاد قابلیت اجرایی داشته باشد. در این خصوص برنامه‌ریزی توسط نهادهای متصدی باید در اولویت برنامه‌های این استان قرار گیرد. یکی از مناسب‌ترین راه‌ها برای علاج مشکلات را می‌توان در انجام اقدامات آبخیزداری مناسب مکانیکی و بیولوژیکی در قسمت بالای حوضه آبریز توسط اداره کل منابع طبیعی استان دانست. این راهکارها را می‌توان در ایجاد مخازن در مناطق بالادست، ایجاد چاه‌هایی برای تغذیه مصنوعی، ایجاد بندهای تأخیری، توسعه پوشش گیاهی، ایجاد سدهای زیرزمینی و موارد دیگری خلاصه نمود.



تصویر ۴: برخی از انواع طرح‌های آبخیزداری برای مناطق بالادست، قابل استفاده برای مناطق با شرایط اقلیمی متفاوت:

۱. توسعه پوشش گیاهی در مناطق بالادست که تأثیر آن در نگهداشت آب در این شکل مشخص گردیده است. ۲. ایجاد سدهای زیرزمینی برای مناطق خشک و نیمه‌خشک. ۳. ایجاد مخازن آب با دو هدف ذخیره آب در بالادست و جلوگیری از هجوم آن به مناطق پایین‌دست، و همچنین استفاده از آن برای تغذیه مصنوعی و جلوگیری از تبخیر آب. ۴. استفاده از بندهای بالادست در ذخیره آب برای مصارف مختلف (منابع: Onder, 2009 و تارنمای روزنامه همشهری).

به‌عنوان نمونه بندهای آبخیزداری در مناطق بالادست به‌عنوان طرحی با چند هدف می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد. بدین‌صورت که صاحب‌نظران محیط‌زیست با استقبال از اجرای بندهای آبخیزداری،

آب‌های جمع‌شده در پشت‌بند و سرسبزی حاشیه آن را محیط‌زیستی مناسب برای رشد و نمو گونه‌هایی از جانوران و پرندگان عنوان می‌کنند. در نظر برخی از فعالان صنعت شیلات هم، بندهای آبخیزداری بی‌شباهت به استخرها و مزارع پرورش ماهی نیستند؛ پس با احداث این بندها، ضمن تحقق اهداف مدنظر در کنترل سیل و رسوب، می‌توان از ذخیره آب آن‌ها به‌عنوان مزرعه پرورش و تکثیر انواع ماهی استفاده کرد. از دیدگاه کارشناسان مدیریت منابع آب، در مناطقی که خشک‌سالی یا فصلی بودن رودخانه‌ها موجب فقر منابع آب زیرزمینی شده، بهترین شیوه تولید آب و احیای منابع آب، توسعه طرح‌های آبخیزداری است. کارشناسان مدیریت منابع آب همچنین معتقدند که بهترین راهکار برای جلوگیری از تجمع رسوب در پشت سازه‌ها، که لایروبی و تخلیه آن مستلزم تخلیه سد و صرف زمان و هزینه هنگفتی است، اجرای بندهای آبخیزداری است و تنها بندها می‌توانند از ورود رسوبات موجود در جریان رودخانه‌ها و سیلاب‌ها به پشت سدهایی که با زحمت ساخته شده‌اند، جلوگیری کنند.

ت) با جلوگیری از گسترش ساخت‌وساز در حواشی رودها و بستر دشت سیلابی و اخطار به سازندگان در این پهنه‌ها می‌توان به کاهش اثرات ناشی از سیلاب‌های آینده در این زمینه کمک نمود.

ث) وقوع سیلاب در گلستان پدیده رایج جوی بر اثر بارندگی‌ها در چند سال اخیر بوده است، بنابراین رویکرد پایداری برای حداکثر بهره از بارندگی‌ها و برنامه‌ریزی کاهش اثرات سیلاب ضروری به‌نظر می‌رسد تا دغدغه شهروندان منطقه تا حدود زیادی رفع شود و آن‌ها پیوسته مورد تهدید خسارت‌های مداوم قرار نگیرند.

ج) برای کاهش اثرات ناشی از سیلاب در مناطق شهری، مواردی از جمله بازسازی عملکرد طبیعی رودخانه‌ها

و دشت‌های سیلابی درون‌شهری، مدیریت و برنامه‌ریزی، شامل پیش‌بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه‌ها در مقابل سیلاب‌های احتمالی و شناسایی پهنه‌های سیل‌گیر، همچنین مدیریت کاربری اراضی حاشیه رودخانه‌ها ضروری است. (براتی و همکاران، ۱۳۹۳). این کارها در کنار مدیریت جوامع محلی در حوضه رودخانه و توسعه ظرفیت‌های سازمان‌های محلی، به‌عنوان اقداماتی مؤثر برای مدیریت پایدار سیلاب قابل ارائه و بررسی می‌باشند (مقیمی و همکاران، ۱۳۹۲).

د) ایجاد سامانه هوشمند و سامانه‌های محلی هشدار سیلاب در استان به منظور کاهش اثرات خسارت‌بار سیلاب.

جاری شدن سیلاب در محیط زیست، از آن جهت که آب و منابع معدنی ارزشمند را برای منطقه به ارمغان می‌آورد و سبب رونق کشاورزی و اقتصادهای وابسته به آن می‌شود، نعمت است، با این همه، سیلاب آسیب‌ها و خسارت‌های جانی و مالی هم در مسیر حرکت خود بر جای می‌گذارد که مطالعه و شناخت خصوصیات و عوامل مؤثر بر آن را ضروری می‌سازد

1. Bhawn. N (2010). National Disaster Management Guidelines: Management of Urban Flooding. New Delhi.
2. Önder. H (2009). Use of Underground Dams in the Sustainable Development and Management of Groundwater Resources, Department of Civil Engineering METU Ankara, Turkey.
۳. براتی. م.ج، فلاحتی. ف و حسینی جناب. و. (۱۳۹۱). «بررسی روش‌های مبتنی بر توانمندسازی جامعه جهت مدیریت سیل با مطالعه تجارب مشابه انجام گرفته در ویتنام، بنگلادش و لائوس». دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران. تهران. وزارت کشور.
۴. پورهادی. ا، محرابی، ع و محمدی، ا. (۱۳۹۸) «نقش انسان در وقوع جریان‌های سیلابی مخرب شهر ماسوله». دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی.
۵. ساکت. ع. (۱۳۹۳). بررسی علل سیلاب ناشی از سرریز یا شکست سد. دومین کنفرانس ملی مدیریت و مهندسی سیلاب. تهران.
۶. ساکت، ع. (۱۳۹۸). گزارش سیلاب ۱۸ اسفندماه ۱۳۹۷ در استان گلستان. پژوهشکده سوانح طبیعی، تهران.
۷. صفریان. آ و سردشتی، م. (۱۳۹۲). «مدیریت کاربری اراضی در کاهش سیل‌گرفتگی شهری». دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی.
۸. قضائی. م و مستوفیان، ب. (۱۳۹۲). «بررسی راه کارهای مقابله با پدیده رواناب‌های شهری». دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی.
۹. قهرودی تالی. م و مجیدی هروی، ا. (۱۳۹۲). «آسیب‌پذیری منطقه ۵ تهران در مقابل سیلاب». دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی.
۱۰. مهدی‌نسب، م، عموزاده. م و میرزایی. ر. (۱۳۹۲). «پیش‌بینی وقوع احتمال سیل و حداکثر بارش متحمل زیر حوضه پلدختر». دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی.
۱۱. قیمی. ص، موسوی. س.م، نظری‌ها. م و شیرازی. ن. (۱۳۹۱). مدل‌سازی سیلاب رودخانه‌های درون‌شهری با نرم‌افزار HEC-RAS در محیط GIS مطالعه موردی رودخانه قمرود- شهر قم. دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران. وزارت کشور. تهران.
۱۲. محمدی. ع ، پیشگر. ا و میرپویا، م. (۱۳۹۲). «خطرات وقوع سیل در محلات شهری». دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی.
۱۳. یاری. ا و روشنعلی. م و محمدپور. س. (۱۳۹۲). فرایند ایمن‌سازی شهری جهت مقابله با مخاطرات طبیعی (سیل). دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی.

آثار ثانویه ناشی از سوانح طبیعی از جمله موارد مهمی است که گاه اثراتی بیش از خود سانحه به دنبال می‌آورد. در سیلاب مورد بحث در این گزارش نیز شاهد چنین مواردی بودیم. به عنوان مثال در برخی از مناطق استان گلستان، سیلاب به وقوع زمین لغزش منجر گردید که از جمله باید به زمین لغزش روستای دومانلی در شهرستان کلاله اشاره نمود

14. http://www.wmo.int/pages/prog/hwrf/flood/ffgs/index_en.php
15. <http://golestanp.ir/news/dehyariha>
16. <http://golestan.rmto.ir>
17. <http://climatology.ir>
18. <http://www.frw.org.ir>
19. <https://www.tasnimnews.com/fa/new>
20. <https://www.farsnews.com/golestan/news>
21. <http://www.irna.ir/golestan/fa/News>
22. <https://www.isna.ir/news/>
23. <http://newspaper.hamshahri.org/id/0509>
24. <http://www.ion.ir/news/090920/>
25. <http://www.salamatnews.com/news/>

مراقبت‌های سیل

اشاره

ریزش باران‌های سنگین و ذوب سریع برف‌ها مهم‌ترین دلیل وقوع سیل است. سیل هنگامی اتفاق می‌افتد که کانال رودخانه یا مسیر طبیعی جریان آب نتواند ظرفیت طغیان را تحمل کند. سیل یکی از شایع‌ترین حوادث طبیعی در ایران و بسیاری از کشورهای جهان است. سیلاب‌های عظیمی که در اوایل سال ۱۳۹۸ در کشور ما، به‌ویژه در استان‌های گلستان، خوزستان و لرستان، جاری شد، خسارات جانی و مالی فراوانی را به روستاها، مزارع، تأسیسات، پل‌ها و راه‌های ارتباطی و... وارد ساخت که چنانچه تمهیدات بیشتری برای مقابله با آن اندیشیده شده بود، میزان تلفات جانی و خسارات مالی آن بسیار کمتر می‌بود. **کلیدواژه‌ها:** سیل، اقدامات حفاظتی، اقدامات مراقبتی، آموزش



تصویر ۱ - معمولان - سیلاب بهار ۹۸

ریزش باران‌های سنگین و ذوب سریع برف‌ها مهم‌ترین دلیل وقوع سیل است. سیل هنگامی اتفاق می‌افتد که کانال رودخانه یا مسیر طبیعی جریان آب نتواند ظرفیت طغیان را تحمل کند. سیل یکی از شایع‌ترین حوادث طبیعی در ایران و بسیاری از کشورهای جهان است. عوامل مؤثر در جاری شدن سیل عبارت‌اند از: باران‌های سنگین، ذوب سریع برف‌ها، شیب‌های زیاد، تخریب سدها یا پر شدن آن‌ها و دخالت انسان در طبیعت از قبیل نابودی جنگل‌ها و مراتع و...

عوامل ایجادکننده سیل

عوامل مؤثر در جاری شدن سیل عبارت‌اند از: باران‌های سنگین، ذوب سریع برف‌ها، شیب‌های زیاد، تخریب سدها یا پر شدن آن‌ها و دخالت انسان در طبیعت از قبیل نابودی جنگل‌ها و مراتع و ... سیلاب‌ها بر دو گونه‌اند: سیلاب‌های آرام که به تدریج طی روزها و هفته‌ها بر اثر بارندگی و افزایش حجم آب رودخانه و دریاچه‌ها ایجاد می‌شود و کمتر خسارت‌بارند، و سیلاب‌های ناگهانی که بر اثر افزایش حجم آب رودخانه‌ها و سدها جاری می‌شوند و معمولاً با خود مرگ و مصدومیت افراد و تخریب اماکن را به همراه می‌آورند (اردلان و دیگران، ۱۳۹۵).

جریان آب، برق و گاز را برای
جلوگیری از آب‌گرفتگی،
برق‌گرفتگی و انفجار قطع
کنید

کمترین تماس ممکن را با آب
سیل و تمام چیزهایی که به
آن آلوده شده‌اند، داشته
باشید؛ زیرا این آب ممکن
است با روغن، گازوئیل یا
فاضلاب آلوده شده باشد یا
احتمال دارد بر اثر تماس با
خطوط نیروی برق زیرزمینی،
جریان برق پیدا کرده باشد



تصویر ۲ - آق‌قلا - سیلاب بهار ۹۸

اقدامات حفاظتی و مراقبتی قبل از وقوع سیل

- ✓ از تاریخچه وقوع سیل در منطقه زندگی خود و اینکه قبلاً در زمان وقوع چه مناطقی را در بر گرفته است، اطلاع حاصل کنید.
- ✓ منزل خود را در مقابل حوادث بیمه کنید تا از جبران خسارات احتمالی ناشی از آن‌ها مطمئن باشید.
- ✓ از ساخت‌وساز در حریم مسیل‌ها و رودخانه‌ها بپرهیزید.
- ✓ در صورت احتمال وقوع سیل، آبگرم‌کن یا وسایل برقی را در جایی بالاتر از سطح موجود قرار دهید.
- ✓ برای جلوگیری از برگشت آب سیل از طریق مجاری فاضلاب به داخل منزل، لازم است در محل زانویی توالت، «دریچه کنترل فاضلاب» نصب کنید.
- ✓ برای جلوگیری از ورود سیلاب به داخل خانه، در مسیر آن، سد، خاک‌ریز و سیل‌بند بسازید.



تصویر ۳ - آق‌قلا - سیلاب بهار ۹۸

- ✓ اگر در جایی زندگی می‌کنید که دائم با خطر سیل‌گرفتگی مواجه هستید، با استفاده از مصالح مناسب و تمهیدات لازم، ساختمان خود را ضد آب کنید؛ به‌ویژه دیوارهای زیرزمین را با عایق‌های ضد آب بپوشانید تا جلوی نفوذ آب و آسیب‌های بعدی گرفته شود.

- ✓ در فصول سیلابی، از چادر زدن و توقف خودرو در مناطق سیل خیز و مسیر رودخانه‌ها خودداری کنید.
- ✓ کیف شرایط اضطراری شامل کیف کمک‌های اولیه، مواد غذایی کنسرو شده، آب، مدارک مهم، چراغ قوه و ... را تهیه کنید و در دسترس بگذارید.

اقدامات حفاظتی و مراقبتی در حین وقوع سیل

آب شرب ممکن است با نفت، گازوئیل و فاضلاب آمیخته و آلوده شود. برای اطمینان از سالم بودن آب آشامیدنی، از طریق رادیو و سایر رسانه‌های جمعی، اطلاعاتی راجع به مکان‌های دسترسی به آب سالم و بهداشتی به دست آورید. آب آشامیدنی را قبل از مصرف بجوشانید و در صورت امکان از بطری‌های آب بسته‌بندی شده استفاده نمایید

- ✓ برای اطلاع از وضعیت سیل و نیز گرفتن اطلاعات لازم، به رادیو، تلویزیون یا بلندگوهای عمومی گوش دهید. در صورتی که دستور تخلیه داده شد بلافاصله این کار را انجام دهید و همسایگان و اطرافیانی را که در معرض خطر سیل هستند نیز با خبر کنید (پورحیدری و دیگران، ۱۳۸۷).
- ✓ اگر تشخیص دادید سیلاب در حال شکل‌گیری و جاری شدن است، خیلی سریع عمل کنید و خود را نجات دهید. معمولاً شما زمان بسیار کمی برای این کار دارید. در چنین وضعی باید فوراً کیف شرایط اضطراری را همراه خود بردارید و به نواحی امن از جمله به مکان‌های مرتفع پناه ببرید.
- ✓ چنانچه برنامه‌ای برای تخلیه اضطراری تدارک ندیده‌اید، به محل‌هایی که جمعیت هلال‌احمر و سایر مراکز امدادی برای اسکان در نظر گرفته‌اند، مراجعه کنید.
- ✓ بهتر است به همسایگان و آشنایان خبر دهید که چه وقت و به کجا رفته‌اید.
- ✓ با اطلاع از وضعیت جاده‌ها و پل‌ها، از مسیرهای اصلی تردد کنید و به هیچ وجه وارد بیراهه‌ها نشوید.
- ✓ اگر خانه شما در محل مرتفعی است و خطر آب‌گرفتگی تهدیدتان نمی‌کند، نیاز به خروج از منزل نیست. در غیر این صورت مناطق کم‌ارتفاع را خیلی سریع ترک کنید و به مناطق مرتفع دور از رودخانه‌ها و نهرها بروید.
- ✓ قبل از ترک خانه، در صورت امکان، اسباب و اثاثیه مهم و اشیای گران‌قیمت را به طبقه بالایی خانه منتقل کنید.
- ✓ جریان آب، برق و گاز را برای جلوگیری از آب‌گرفتگی، برق‌گرفتگی و انفجار قطع کنید.
- ✓ از فاضلاب‌ها و جویبارهای به‌ظاهر آرام دوری کنید. به‌خاطر داشته باشید جویبارها، کانال‌های فاضلاب، تنگه‌ها و ... نیز می‌توانند ناگهان دچار سیلاب شوند.
- ✓ اگر پیاده هستید، هرگز از منطقه‌ای که آن را سیلاب فراگرفته است عبور نکنید، به‌ویژه نقاطی که سطح آب از زانوی شما بالاتر است.

✓ در جریان آب راه نروید؛ چرا که تنها ۱۵ سانتی متر آب در حال حرکت شدید می تواند باعث بر هم خوردن تعادل شما شود. اگر مجبورید برای بیرون آمدن از منطقه در آب حرکت کنید، از مسیری بروید که آب راکد است. برای اینکه از استحکام زمین جلو پای خود مطمئن شوید از یک تکه چوب دستی استفاده کنید.

✓ در منطقه سیل زده رانندگی نکنید. اگر هم غافلگیر شدید و سیل اطراف خودروی شما را فرا گرفت، سریعاً ماشین را رها کنید و به یک منطقه مرتفع بروید و جان خود و همراهانتان را نجات دهید و گرنه سیل شما و خودرو را خیلی سریع با خود می برد.

✓ خودرو و هر گونه وسیله نقلیه دیگر، هیچ کدام محل امنی در مقابل سیل نیست. اگر وسیله نقلیه شما (به علت فرو رفتن در آب یا گل) از حرکت ایستاد، فوراً آن را ترک کنید و به جای مرتفع بروید.

✓ در جریان سیل شنا نکنید.

✓ هرگز از درختان در معرض سیلاب به عنوان محل امن استفاده نکنید.

✓ هرگز از روی پل های منطقه آب گرفته عبور نکنید.

✓ وسایل نقلیه، حیوانات اهلی و اشیای قابل حمل را باید به نزدیک ترین محل مرتفع انتقال دهید.

✓ در زمان بارش شدید باران و وقوع سیل، از عبور دادن حیوانات اهلی از عرض رودخانه ها و حاشیه آن ها بپرهیزید.

سعی کنید هنگام روشنایی روز به منزل برگردید تا استفاده از وسایل روشنایی لازم نباشد. چنانچه مجبور شدید شبانه به خانه برگردید خیلی محتاط باشید. از فانوس، مشعل و کبریت برای روشن کردن ساختمان استفاده نکنید. چراغ قوه را نیز قبل از ورود به ساختمان روشن کنید

اقدامات حفاظتی و مراقبتی بعد از وقوع سیل

✓ خود را به نزدیک ترین محل امدادرسانی **هلال احمر**^۸ یا سایر مراکز امدادرسانی برسانید، زیرا در صورت نیاز، غذا، البسه و سایر کمک های اولیه در آنجا موجود است.

✓ بعد از اعلام رسمی مقامات محلی و رسمی مبنی بر رفع خطر به خانه برگردید.

✓ کمترین تماس ممکن را با آب سیل و تمام چیزهایی که به آن آلوده شده اند، داشته باشید؛ زیرا این آب ممکن است با روغن، گازوئیل یا فاضلاب آلوده شده باشد یا احتمال دارد بر اثر تماس با خطوط نیروی برق زیرزمینی، جریان برق پیدا کرده باشد.

✓ به مخاطرات ایجاد شده در مناطقی که سیلاب از آن ها عقب نشینی کرده است توجه داشته باشید، زیرا استحکام خیابان ها و جاده ها ممکن است به خاطر جریان سیل، ضعیف شده باشد که در این صورت احتمال دارد بر اثر وزن خودرو یا هر وسیله نقلیه دیگر فرو برود.

✓ هنگام ورود به منزل کاملاً احتیاط کنید. ممکن است پی های ساختمان شما آسیب دیده باشد، ولی در ابتدا خرابی دیده نشود و ظاهر خانه سالم به نظر بیاید.

✓ آب و گل ولای را از محل سکونت خود به تدریج خارج کنید. به تمام ترک های روی دیوار و سقف، نشست های ساختمان، به خمیدگی ها و انحراف دیوارها و طبقات دقت کنید و با کمک یک مهندس سازه از استحکام ساختمان خود مطمئن شوید.



تصویر ۴- معمولان - سیلاب بهار ۹۸

- ✓ سعی کنید هنگام روشنایی روز به منزل برگردید تا استفاده از وسایل روشنایی لازم نباشد. چنانچه مجبور شدید شبانه به خانه برگردید خیلی محتاط باشید. از فانوس، مشعل و کبریت برای روشن کردن ساختمان استفاده نکنید. چراغ قوه را نیز قبل از ورود به ساختمان روشن کنید.
- ✓ در صورتی که کنتور برق با آب سیل تماس پیدا کرده است، باید قبلاً تمیز و خشک شود. بهتر است قبل از زدن کلید، کنتور، توسط تکنیسین برق بررسی شود.
- ✓ نباید سیم‌های سقوط کرده برق را لمس کنید. موضوع را باید فوراً به اداره برق اطلاع دهید.
- ✓ به نیازهای تغذیه‌ای و بهداشتی کودکان و سالمندان توجه کنید.
- ✓ از طریق رادیو و سایر رسانه‌های جمعی، اطلاعات لازم را راجع به مکان‌های دسترسی به آب سالم و بهداشتی به دست آورید.
- ✓ آب‌های جمع شده در گودال‌ها شرایط مناسبی برای رشد حشرات به خصوص پشه‌ها ایجاد خواهد کرد. بنابراین در محل اقامت خود از توری استفاده کنید و پوشاک آستین بلند و چکمه‌های ساق بلند بپوشید.
- ✓ چون سیلاب باعث خارج شدن مارها از لانه‌های خود می‌شود، در این مواقع مراقب مارگزیدگی باشید.
- ✓ آب شرب ممکن است با نفت، گازوئیل و فاضلاب آمیخته و آلوده شود. برای اطمینان از سالم بودن آب آشامیدنی، از طریق رادیو و سایر رسانه‌های جمعی، اطلاعاتی راجع به مکان‌های دسترسی به آب سالم و بهداشتی به دست آورید. آب آشامیدنی را قبل از مصرف بجوشانید و در صورت امکان از بطری‌های آب بسته‌بندی شده استفاده نمایید.
- ✓ پس از وقوع سیل، احتمال شیوع بیماری‌های عفونی مانند عفونت‌های دستگاه گوارش از جمله هپاتیت، وبا، حصبه و ... وجود دارد که باید در این مورد مراقبت‌های لازم بهداشت فردی و عمومی را به عمل آورید.
- ✓ هنگام پاک‌سازی منزل، از ماسک و دستکش‌های یک‌بار مصرف استفاده کنید.
- ✓ برای پاک‌سازی سطوح و وسایل، مواد شوینده (پاک‌کننده‌های آنیونی مانند پودر لباسشویی یا مایع ظرفشویی)، مواد ضد عفونی کننده (مانند وایتکس) استفاده کنید.
- ✓ زباله‌هایی را که ممکن است محل تجمع باکتری شوند، از منزل تخلیه کنید.

- ✓ تمام داروها، لوازم بهداشتی و مواد غذایی را که با آب آلوده تماس داشته‌اند دور بریزید.
- ✓ تمام اشیای پنبه‌ای، پشم‌شیشه‌ای، مبلمان نئوپانی، تشک‌ها، خوشخواب‌ها، پستی‌ها، کوسن‌ها، بالش‌ها، و رویه‌های مبلی را که با آب آلوده تماس داشته‌اند دور بریزید.



تصویر ۵ - آق‌قلا - سیلاب بهار ۹۸

- ✓ تمام سطوح و وسایل را با آب و مواد شوینده غیرمعطر بشوید و حتماً ضدعفونی کنید. گل‌ولای ناشی از سیلاب می‌تواند حاوی فاضلاب و مواد شیمیایی خطرناک باشد.



تصویر ۶ - آق‌قلا - سیلاب بهار ۹۸

- ✓ فرش‌ها را ترجیحاً برای تمیز و ضدعفونی کردن به قالی‌شویی‌ها بسپارید؛ در غیر این صورت با آب و پودر لباسشویی شستشو دهید و در هوای آزاد، زیر آفتاب خشک کنید. (ندافی و هادی، ۱۳۹۸)



تصویر ۷ - آق‌قلا - سیلاب بهار ۹۸

✓ تمام سطوح سفتی را که بر روی آن‌ها کپک رشد کرده است، به کمک اسکاج و مواد شوینده مانند محلول سفیدکننده (یک فنجان سفیدکننده در هر یک لیتر آب) تمیز و سپس به‌خوبی خشک کنید. در حین نظافت حتماً از ماسک N95 استفاده کنید.

منابع

۱. اردلان، علی و دیگران. (۱۳۹۵). درسنامه سلامت در حوادث و بلایا، جلد دوم. تهران: مهرراوش.
۲. ندافی، کاظم و هادی، مهدی. (۱۳۹۸). راهنمای پاک‌سازی اماکن مسکونی بعد از سیلاب.
۳. پیش از سیل، در زمان سیل، پس از سیل چه باید کرد؟. (۱۳۹۸). دستورالعمل‌های حیاتی در کانادا برای مردم عادی و امدادرسنان. ترجمه: گروه مردم یار.
۴. پورحیدری و دیگران. (۱۳۸۷). آمادگی برای مقابله با حوادث و مخاطرات طبیعی و انسان‌ساخت. تهران: مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی هلال ایران.
۵. منبع اینترنتی پایگاه ملی خادم.
6. Flood Retrieved May, 15, 2019 from <http://khadem.ir/%D8%B3%DB%8C%D9%84/%D9%85%D8%AE%D8%A7%D8%B7%D8%B1%D8%A7%D8%AA-%D8%B7%D8%A8%DB%8C%D8%B9%DB%8C/>
۷. منبع عکس‌ها: آرشیو روابط عمومی جمعیت هلال احمر.
تهیه‌شده در:
معاونت آموزش، پژوهش و فناوری جمعیت هلال احمر (اداره کل آموزش عمومی، پایه و همگانی).

فجایع طبیعی و افزایش علل آسیب‌پذیری اجتماعی

نگاهی به سیل‌های اخیر ایران

معصومه کمال‌الدینی^۱

دکترای جامعه‌شناسی و پژوهشگر اجتماعی فجایع طبیعی

اشاره

تحقیقات نشان می‌دهد به غیر از عوامل طبیعی، دخالت بی‌رویه انسان در محیط و به‌طور کلی عوامل اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی در ارتباط با یکدیگر، نقش بسزایی در بسترسازی سیلاب

تخریب‌کننده دارند. این عوامل از جمله عبارت‌اند از: «افزایش میزان جمعیت، تخریب جنگل‌ها و از بین بردن پوشش گیاهی، تغییر کاربری اراضی، ناکافی بودن سازه‌های تأخیری سیل در سرشاخه‌های رودخانه‌ها، شهرسازی و توسعه شهرها در جلگه‌های سیلابی، عدم تعادل بین دام و ظرفیت مراتع» (مقیم و حقی، ۱۳۸۰)، دخالت در مسیل‌ها و دستکاری آبگذرها، اشغال مسیل‌ها و حریم نهایی رودخانه‌ها (معیری و انتظاری، ۱۳۸۷).

به نظر لومان، جامعه‌شناس آلمانی تبار و صاحب نظریه سیستم‌ها، ما همواره شاهد فجایعی در تاریخ کشورها بوده‌ایم، اما آنچه امری جدید و نوپدید است و فجایعی است که ما انسان‌ها با تصمیم‌هایمان به وجود آورده‌ایم. «خطر^۲» زبانی است که از خارج وارد می‌شود و به شکل زیست - محیطی رخ می‌دهد، درحالی‌که «ریسک^۳» زبانی است که سبب آن تصمیم‌های خود ما بوده است. بنابراین ریسک محصول عادی و ناگزیر

تلاش‌های ما برای «مقید کردن زمان^۴» است (پل، ۱۳۷۹) در این مقاله به بررسی علل فجایع طبیعی و پیامدهای اجتماعی ناشی از آن‌ها خواهیم پرداخت.

کلیدواژه‌ها: آسیب‌های اجتماعی، فاجعه، آسیب‌پذیری اجتماعی، پیامدهای اجتماعی سیل

جامعه از طریق ارتباطات،
می‌تواند خود را به خطر
بیندازد. تهدیدهایی که متوجه
جامعه می‌شود از زیست -
محیط یا فجایع زیست‌محیطی
ناشی نمی‌شود، بلکه از
ارتباطات ارائه‌شده از
زیست‌محیط ناشی می‌شود که
نظام اجتماعی خود، آن‌ها را
ایجاد کرده است، و آن‌ها را
ارتباطات اضطراب‌زا می‌نامد

عوامل تأثیرگذار بر افزایش آسیب‌پذیری اجتماعی را می‌توان در تنوع اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی ملاحظه کرد؛ و این تنوع، در مناطق مختلف، نسبت به فرهنگ و شرایط اجتماعی - اقتصادی آن منطقه متفاوت است. اما سؤال مهم این است که چه می‌شود که ناگهان یک سیل یا زمین‌لرزه یا مخاطرات طبیعی دیگر، بنیان‌های یک جامعه را متزلزل می‌کند؟ باید گفت طبیعت در ایجاد این آسیب‌پذیری اجتماعی مقصر نیست، بلکه آسیب‌پذیری مناطق به عوامل زیادی بستگی دارد از جمله:

فقر. به‌طور معمول فقیرترین افراد و به‌طور کلی مناطق فقیرتر در یک جامعه، در فجایع طبیعی بیشترین تأثیر را می‌پذیرند؛ اما چرا و چگونه؟ وقتی از فقر سخن می‌گوییم در اولین مرحله فقر اقتصادی، سپس انزوا و دوری منطقه از مزایا و امکانات پیشرفته و در مرحله بعدی استفاده سهل‌انگارانه و ناشیانه مردم منطقه از امکانات موجود را مدنظر داریم. فقر از سویی عامل مستقیم و از سوی دیگر عامل غیرمستقیم در افزایش این آسیب‌پذیری است. به‌طور مثال فقر است که باعث ساخت‌وسازهای نامناسب با مصالح غیراستاندارد و سکونت در مناطق نامناسب می‌شود که این خود بعد از فاجعه باعث ایجاد چرخه‌ی معیوب نیاز اقتصادی و آسیب‌های اجتماعی مانند افزایش خشونت خانگی، ازدواج اجباری و اعتیاد می‌گردد (عامل غیرمستقیم).

درخصوص پیامدهای

اجتماعی سیل‌های اخیر ایران ذکر این نکته لازم است که فاجعه از الگوی تکراری در پیامدهای اجتماعی پیروی می‌کند و تفاوت چندانی با زمین‌لرزه یا فجایع دیگری در این خصوص ندارد. به‌طور مثال، افزایش خشم و نارضایتی عمومی، کاهش اعتماد اجتماعی، افزایش همبستگی بین مردم، افزایش خشونت خانگی و اجتماعی، افزایش ازدواج‌های شتابزده، افزایش آسیب‌های هیجانی شناختی، احساس ناامنی در زنان و دختران، ازدواج اجباری، توقیف در ادامه تحصیلات، فقر، مهاجرت اجباری

عدم توزیع عادلانه امکانات. این امر نیز یکی از پیش‌زمینه‌های افزایش آسیب‌پذیری در مناطق است. می‌توان گفت عدم توزیع عادلانه امکانات در میان آحاد جامعه تقریباً رابطه مستقیمی با پیامدهای فجایع طبیعی، و نه خود فجایع، دارد. تجسم کنید منطقه‌ای را که از توزیع عادلانه و امکانات اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی محروم است و مردم آن به‌سختی به خدمات عمومی، رفاهی و درمانی دسترسی دارند و از سوی دیگر به دلیل عدم رسیدگی و توجه مسئولان شهرسازی منطقه، ساخت‌وسازهایی غیراستاندارد با شرایط اقلیمی نیز در آنجا صورت گرفته است، در چنین موقعیتی به نظر شما، در صورت وقوع یک فاجعه طبیعی، نتیجه مشخص نیست؟ اگر این منطقه در وضعیت بهتری متناسب با شرایط مخاطرات طبیعی قرار داشت، نتیجه چه می‌شد؟

توسعه نیافتگی. بین وقوع یک فاجعه طبیعی مانند سیل یا طوفان یا زمین‌لرزه و وجوه اجتماعی و اقتصادی و جامعه‌ای که دچار فاجعه می‌شود ارتباط معناداری وجود دارد که به توسعه آن منطقه مربوط می‌شود؛ یعنی توسعه نیافتن یک منطقه، آن را نسبت به مناطق دیگر آسیب‌پذیرتر می‌کند به عبارت دیگر، عدم توسعه با خود، فقر و عدم توزیع عادلانه امکانات را نیز به دنبال می‌آورد.

تقدیرگرایی افراطی. تقدیرگرایی یعنی اینکه وقوع فجایع طبیعی را محصول سرنوشت انسان بدانیم. چنین عقیده‌ای در افزایش انفعال مردم منطقه در برابر مخاطرات طبیعی تأثیرگذار است. گاه می‌شود که بعد از یک حادثه طبیعی چنین دیدگاه‌هایی ناگهان مانند قارچ رشد می‌کند و در میان مردم

قوت می‌گیرد. برای مثال گروهی وقوع فاجعه را به دلیل اعمال جامعه و تقدیر آن می‌دانند. این‌ها همه تفکراتی است که از توسعه فرهنگی و اجتماعی نیافتن منطقه ناشی می‌شود.

تقدیرگرایی افراطی علاوه بر اینکه خود موجب افزایش آسیب‌پذیری اجتماعی در منطقه و آسیب‌های روانی- عاطفی مردم خواهد شد در کاهش آگاهی و اقدام مردم نسبت به پیشگیری و راه‌های سازندهٔ مقابله با فاجعه و پیامدهای روانی و اجتماعی آن نیز مؤثر خواهد بود.

درس نگرفتن از تجارب قبلی. در مناطق آسیب‌پذیر از سوانح طبیعی، توجه به تجارب پیشین بسیار مهم است و باید این تجارب از سوی مردم منطقه و دیگر مناطق مشابه و مسئولان مدیریت بحران بازنگری شوند، با این هدف که چگونه می‌توان عوامل خطرزای محیطی را در این مناطق و به دنبال آن آسیب‌پذیری منطقه را کاهش داد.

سیاسی کردن مدیریت بحران. هنگام وقوع فجایع طبیعی ستادهای مدیریت بحران باید نیازهای منطقه را بررسی کنند و براساس نیازهای ضروری و زیستی مردم آسیب‌دیده، رفتارهای مدیریتی خود را تعریف و اعمال کنند، نه اینکه براساس الگوهای مدیریتی منفعت‌طلبانه یا محافظه‌کاری سیاسی محلی یا منطقه‌ای نیازهای مردم را کمتر یا بیشتر از واقعیت تعریف کنند. زبان سیاست با زبان نیازهای بازماندگان فاجعه متفاوت است. به‌طور مثال، رفت‌وآمد پیاپی سیاستمداران به منطقه بدون انجام دادن کار مفید یا داشتن راهبردی اجرایی، حتی اگر با نیت خیرخواهانه انجام گردد، به دلیل بی‌اطلاعی ایشان از نوع ارتباطات و رفتارهای تخصصی در بحران‌های طبیعی خشم مردم و نارضایتی آن‌ها را بیشتر می‌کند.

ارتباطات اضطراب‌زا در رسانه‌ها. لومان، جامعه‌شناس آلمانی تبار معتقد است که جامعه از طریق ارتباطات می‌تواند خود را به خطر بیندازد. تهدیدهایی که متوجه جامعه می‌شود از زیست- محیط یا فجایع

زیست‌محیطی ناشی نمی‌شود، بلکه از ارتباطات ارائه‌شده از زیست‌محیط ناشی می‌شود که نظام اجتماعی خود، آن‌ها را ایجاد کرده است، و آن‌ها را ارتباطات اضطراب‌زا^۵ می‌نامد. از همه بدتر، هنگامی که این ارتباطات وارد نظام سیاسی می‌شود شتاب آن‌ها فزونی می‌گیرد، زیرا، به نظر لومان، به «صحبت‌های غیرمسئولانه» میدان می‌دهد و مدیریت بحران به موضوع صحبت‌های پیش‌پاافتاده بدل می‌شود (پل، ۱۳۷۹).

اکنون، پس از بررسی کوتاه علل افزایش آسیب‌پذیری اجتماعی در فجایع طبیعی، به تعدادی از پیامدهای اجتماعی فاجعه اشاره می‌کنیم. منظور از پیامدهای اجتماعی تأثیرات فاجعه بر زندگی، کار، نقش‌های انسانی و سازمان‌ها و چگونگی مقابله با فاجعه است. وقتی می‌گوییم پیامدهای اجتماعی منظورمان «پیامدهای ثانویه فاجعه» و درواقع تحلیل رفتار منابع انسانی و اجتماعی است که کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد یا در ابعاد وسیع منعکس نمی‌گردد (شادی‌طلب، ۱۳۷۲، ۳۸).

«در دیدگاه جامعه‌شناسی، هر فاجعه با پدیده‌های مختلف اجتماعی مرتبط

می‌شود؛ از جمله تأثیر فاجعه بر: همبستگی اجتماعی و وحدت، پویش‌های گروهی و طبقاتی، تغییرات

در مناطق آسیب‌پذیر از سوانح طبیعی، توجه به تجارب پیشین بسیار مهم است و باید این تجارب از سوی مردم منطقه و دیگر مناطق مشابه و مسئولان مدیریت بحران بازنگری شوند، با این هدف که چگونه می‌توان عوامل خطرزای محیطی را در این مناطق و به تبع آن آسیب‌پذیری منطقه را کاهش داد

اخلاقی و اجتماعی، انتظام اجتماعی، اثرات روانی آن بر انسان، دینداری، شرایط توسعه اجتماعی و فرهنگی، نظام کنترل اجتماعی، آشکال بومی و مردمی مقابله با آن، مدیریت مشارکتی در مقابله با آن که در تمامی آن انسان و روابط اجتماعی دیده می‌شوند» (عنبری، ۱۳۹۳، ۱۲۷).

پیامدهای اجتماعی فاجعه، می‌تواند مثبت یا منفی، آشکار یا پنهان، خواسته یا ناخواسته باشد و از جمله شامل اثرات روان‌شناختی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی می‌شود. این اثرات در مدت‌زمان طولانی رشد می‌یابند و ممکن است هنگام فاجعه ارزیابی آن‌ها دشوار باشد، اما ماه‌ها یا سال‌ها بعد، به‌رغم پنهان بودن آن‌ها می‌شود نشانه‌های آن‌ها را شناخت، زیرا می‌توانند مشکلات قابل توجهی برای عملکرد خانوارها و کسب‌وکار در یک جامعه آسیب‌دیده ایجاد کنند.

پیامدهای اجتماعی فاجعه طبیعی

۱. اثرات مستقیم

- از دست رفتن زندگی: تخریب خانه‌ها، مرگ عزیزان، نابودی محصولات، از دست دادن دام، عدم کارکرد امکانات زیربنایی و از بین رفتن شرایط بهداشتی به علت بیماری‌های منتقل‌شده از آب.
- از دست رفتن معیشت و اقتصاد محله و منطقه: به دلیل تخریب ارتباطات و زیرساخت‌های ارتباطی، شامل نیروگاه‌ها، جاده‌ها، پل‌ها و ... که به جابه‌جایی و اختلال در زندگی عادی منجر می‌شود و تأثیر مستقیم بر تولیدات کشاورزی و صنعتی دارد.
- آسیب‌دیدن زیرساخت‌های منطقه: مانند اختلال در آب و برق، حمل‌ونقل، ارتباطات، آموزش و مراقبت‌های بهداشتی.

۲. اثرات غیرمستقیم

- پیامدهای اقتصادی که اعم است از کاهش رشد و توسعه اقتصادی یا برعکس افزایش آن. پس از فاجعه، سرمایه‌های تخصیص‌یافته به بازسازی که از طریق دولت یا کمک‌های خارجی تأمین شده، ممکن است به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و سایر فعالیت‌های توسعه در منطقه منجر شود و در بعضی موارد برعکس، فاجعه ممکن است اقتصاد ضعیف منطقه را فلج کند و با یک سیل مجدد در منطقه سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت توسط دولت و بخش خصوصی را متوقف سازد.
- مهاجرت نیروهای انسانی کارآمد و کارگران ماهر نیز ممکن است بر رشد اقتصادی منطقه تأثیر منفی داشته باشد. پیامد دیگر مهاجرت توده‌ای یا جابه‌جایی جمعیت به سمت مناطق شهری توسعه‌یافته است که موجب افزایش جمعیت در شهرهای دیگر و افزایش فقر شهری می‌گردد؛ به این ترتیب که جمعیت مهاجر در نواحی حاشیه‌ای شهرهای مجاور اسکان می‌یابند که این وضعیت خود مستعد فجایع یا بروز خطرات دیگر خواهد بود.

- پیامدهای سیاسی. توزیع ناعادلانه امکانات در عملیات امدادرسانی در حوادث مهم، به نارضایتی عمومی یا از دست دادن اعتماد به مقامات یا دولت منجر می‌شود. همچنین فقدان توسعه در مناطق مستعد

سیل ممکن است سبب نابرابری اجتماعی و حتی ناآرامی‌های اجتماعی شود که خود موجب تهدید صلح و ثبات در منطقه نیز می‌گردد.

- پیامدهای روان‌شناختی. اختلال استرس پس از سانحه و اثرات روانی در قربانیان سیل و خانواده‌های آنها می‌تواند به مدت طولانی به آنها آسیب برساند. مرگ عزیزان و والدین می‌تواند تأثیرات عمیقی بر کودکان بگذارد. جابه‌جایی از خانه، از دست دادن اموال و معیشت و اختلال در امور اقتصادی و تجاری می‌تواند موجب ادامه فشار روانی شود (IFM, 2013).

- پیامدهای اجتماعی. در خصوص پیامدهای اجتماعی سیل‌های اخیر ایران ذکر این نکته لازم است که فاجعه از الگوی تکراری در پیامدهای اجتماعی پیروی می‌کند و تفاوت چندانی با زمین‌لرزه یا فجایع دیگری در این خصوص ندارد. به‌طور مثال، افزایش خشم و نارضایتی عمومی، کاهش اعتماد اجتماعی، افزایش همبستگی بین مردم، افزایش خشونت خانگی و اجتماعی، افزایش ازدواج‌های شتابزده، افزایش آسیب‌های هیجانی شناختی، احساس ناامنی در زنان و دختران، ازدواج اجباری، توقف در ادامه تحصیلات، فقر، مهاجرت اجباری (کمال‌الدینی، ۱۳۹۷).

پی‌نوشت‌ها

1. Mkamalledini@gmail.com.
2. Danger
3. Risk
4. To bind time
5. communications of anxiety

منابع

۱. شادی‌طلب، ژاله. (۱۳۷۲). مدیریت بحران: «برنامه‌ریزی پس از فاجعه زمین‌لرزه». علوم اجتماعی. دوره ۲، ۴، ۳.
۲. عنبری، موسی. (۱۳۹۳). جامعه‌شناسی فاجعه؛ کندوکاوی علمی پیرامون حوادث و سوانح در ایران. تهران: دانشگاه تهران.
۳. کمال‌الدینی، معصومه. (۱۳۹۷). پیامدهای اجتماعی زلزله بم بر گروه زنان. رساله دکتری علوم و تحقیقات
۴. معیری، مسعود و مژگان انتظاری (۱۳۸۷). «سیلاب و مروری بر سیلاب‌های استان اصفهان»، فصلنامه چشم‌انداز جغرافیایی، سال سوم، ۶.
۵. مقیمی، جواد. و محمد حقی (۱۳۸۰). «تحلیلی بر سیل گلستان»، مجله جنگل و مرتع. ش ۵.
۶. هریسون، پل (۱۳۷۹). نیکلاس لومان و نظریه نظام‌های اجتماعی، ترجمه یوسف ابادری. ارغنون.
7. (2013). Risk Management for Flood, at: <https://www.floodmanagement.info/what-APFM-are-the-negative-social-impacts-of-flooding>.



تصویر ۸ - آبادان - سیلاب بهار ۹۸



تصویر ۹ - آبادان - سیلاب بهار ۹۸



تصویر ۱۰ - معمولان - سیلاب بهار ۹۸



تصویر ۱۱ - معمولان - سیلاب بهار ۹۸

پاسخ به ابهامات

ویدا وحیدنیا

اشاره

وقوع سیلاب‌های اسفندماه ۱۳۹۷ و فروردین ۱۳۹۸ در چند استان ایران و انعکاس خبری آن‌ها در رسانه‌های مختلف، به گونه‌ای بود که بسیاری از هم‌وطنان را دچار سردرگمی و اضطراب کرد. سؤالات فراوانی مطرح می‌شد که پاسخ مناسبی برای آن‌ها وجود نداشت یا اینکه پاسخ‌ها قانع‌کننده نبود. در مطلب حاضر سعی شده است براساس اطلاعات علمی و به‌روز در مقالات و سخنرانی‌های دکتر مهدی زارع به بخشی از سؤالات رایج در مورد سیلاب پاسخ داده شود.



تصویر ۱ - معمولان - سیلاب بهار ۹۸

● عامل اصلی جاری شدن سیلاب‌های عظیم و زمین‌لغزش‌های اسفند ۱۳۹۷ و فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۸ چه می‌تواند باشد؟

براساس آمارها میزان بارش‌ها از اسفندماه سال ۱۳۹۷ تا اردیبهشت سال ۱۳۹۸ نسبت به سال آبی قبل از آن دو تا سه برابر و نسبت به متوسط پنجاه ساله ۱/۵ برابر متوسط پنجاه سال منتهی به سال ۱۳۹۸ بوده است.

میزان بارش‌ها نشان می‌دهد که اولاً بارندگی در کشور ما از پراکندگی مناسبی برخوردار نبوده است، به‌طوری که در یک بازه زمانی کوتاه مدت مناطق کوچکی از کشور به شدت تحت تأثیر بارش‌های شدید قرار داشتند که به وقوع سیل منجر گردید، ثانیاً خطاهای صورت گرفته در روش توسعه شهرها و شهرنشینی نیز

مزید بر علت شده و از عوامل ایجاد سیل، زمین‌لغزش‌ها و خسارت‌های ناشی از آن گردیده است. در ایران، طی پنج دهه گذشته، شهرنشینی به سرعت توسعه یافته در حالی که به اقتضائات زمین توجه نشده است. در سیل‌های اخیر نکته قابل تأمل آسیب ندیدن بناهایی است که از قدیم وجود دارد، مانند پل‌های لرستان، سازه‌های آبی شوشتر و این امر نشان‌دهنده آن است که پیشینیان ما اقتضائات زمین را می‌شناختند و می‌دانستند بناها را در کجا احداث کنند. همچنین مخاطرات زمینی را می‌شناختند و سعی می‌کردند توسعه و رشد تمدن را با کمترین ریسک جلو ببرند. در سیل اخیر ۵۷ پل در لرستان و ۴۰۰ پل در مجموع کشور خراب شده است، که این‌ها صدمه بزرگ بنیادی به اقتصاد ملی کشور است. در خصوص حوادث و مخاطرات طبیعی عمده فعالیت‌های ما باید پیشگیرانه باشد که مقدم بر آن داشتن دید پیش‌بینی و پیشگیری مهم است. در دنیا هم نشان داده شده است که در این صورت آسیب‌های بعدی کمتر خواهد شد. در سیل‌های اخیر برخی مسائل رخ داد که کمتر به آن توجه و پرداخته شد؛ از آن جمله می‌توان به وقوع زمین‌لغزش‌های پس از سیل اشاره کرد. برای مثال برخی از روستاها در استان‌های مازندران و گلستان که سیل به آن‌ها سرایت نکرده بود بر اثر زمین‌لغزش تخریب شدند که به بی‌خانمان شدن مردم منجر شد. تخریب جاده‌های روستایی از دیگر پیامدهای زمین‌لغزش‌های بعد از سیل اخیر بود که سبب شد حدود چهل‌هزار کیلومتر راه روستایی تخریب یا دچار آسیب‌های نسبی شوند که این امر نیز آسیب دیگری به اقتصاد ملی کشور بود.

معمولاً تصور عمومی بر این است که بعد از وقوع سیل و فروکش کردن آب، مخاطره سیل پایان یافته است، در حالی که این‌گونه نیست. درواقع بعد از فروکش کردن سیل، آلودگی نواحی دچار آلودگی شده قبلی ادامه دارد و محیط‌زیست در این نواحی دچار آسیب‌ها و آلودگی‌های مختلف می‌شود. همچنین زمین‌لغزش‌های بعد از وقوع بارش‌های سنگین و سیل قابل انتظار است. مدیریت رودها از دیگر مسائل مهمی است که کمتر به آن پرداخته شده است. مناطق سیل‌زده استان‌های لرستان و خوزستان یا شهری مثل شیراز که در آن‌ها نسبت به بستر رودخانه‌ها بی‌توجهی و دیوارچینی در اطراف رودها انجام شده و در بستر رودها شهرها توسعه یافته بودند، تأثیرات بیشتری از سیل پذیرفتند. در لرستان نمونه بارز آن شهرهای پلدختر و معمولان بودند. از بیست سال گذشته عمده دشت‌های سیلابی کشور تحت تصرف قرار گرفتند و این در حالی است که در این اقدام دو کار انجام نشد: یکی «احترام به حریم رودها» و دیگری «احیای رودها و مدیریت آن‌ها». شهرداری‌ها به بهانه «ساماندهی رودها»، از خوزستان گرفته تا مازندران، اقداماتی صورت دادند و از جمله در این قالب مسیر رودها را یا سنگفرش کردند و یا اقدام به ساخت پارک در آن‌ها نمودند. نمونه بارز آن ساخت هتل و رستوران در جزیره وسط رود کارون در شمال پل معروف معلق و فلزی کارون، در وسط شهر اهواز است. به هر حال، در بازسازی مناطق سیل‌زده باید جلوی این‌گونه اقدامات خراب‌کننده گرفته شود.

براساس آمارها میزان بارش‌ها

از اسفندماه سال ۱۳۹۷ تا

اردیبهشت سال ۱۳۹۸ نسبت

به سال آبی قبل از آن دو تا

سه برابر و نسبت به متوسط

پنجاه ساله ۱/۵ برابر متوسط

پنجاه سال منتهی به سال

۱۳۹۸ بوده است

• آیا سیل و خشک‌سالی با هم ارتباط دارند؟ آیا با بارندگی‌های اخیر وارد ترسالی شده‌ایم؟

ایران به دلیل قرار گرفتن در نوار بیابانی، کشوری است که پیوسته در مواجهه با خشک‌سالی بوده است، اقلیم‌شناسان معتقدند ایران هنوز هم درگیر خشک‌سالی

است و بارندگی‌های اخیر، کشور را لزوماً وارد ترسالی نکرده است. اگر این بارندگی‌ها چندین سال مداومت داشته باشد، می‌توان گفت که وارد ترسالی شده‌ایم. دو مورد از کانون‌های مهم خشک‌سالی کشور در یک دهه اخیر براساس آمارهای سازمان هواشناسی دشت‌های «خوزستان» و «گلستان» بودند که در سیلاب اخیر گرفتار سیلاب شدند، بدین ترتیب مناطق درگیر با خشک‌سالی، بیشترین آسیب و تلفات را در سیلاب متحمل شدند. حدود ۱۶/۵ میلیون نفر به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تحت‌تأثیر خسارت‌های سیلاب‌های

اخیر قرار گرفتند، در استان خوزستان طبق آخرین برآوردها ۴/۱ میلیون نفر زندگی می‌کنند که از این تعداد ۲ میلیون نفر تحت‌تأثیر عواقب سیل قرار گرفتند. از این ۲ میلیون نفر، حدود ۷۰۰ هزار نفر که در مناطقی چون دشت آزادگان و شادگان سکونت داشتند، آسیب جدی دیدند. باید نسبت به رسیدگی به این افراد هشدار داد و گفت: در صورتی که به وضعیت این مردم توجه ویژه صورت نگیرد، در آینده به حاشیه‌نشین‌های شهرهایی چون اهواز و آبادان تبدیل خواهند شد. وسعت آسیب‌های ناشی از سیل، برخلاف بسیاری از مخاطرات که منطقه محدودی را تخریب می‌کنند، شامل مناطق وسیعی است. از این رو نیاز است که باهوش‌ترین و توانمندترین متخصصان کشور وارد عرصه مدیریت بحران، کاهش ریسک سوانح و مطالعه مخاطرات طبیعی شوند؛ چرا که مخاطره و آسیب‌های سیل، یک مسئله به‌شدت چندوجهی است.

● آیا بین وقوع سیلاب و زمین‌لرزه ارتباط وجود دارد؟

برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در محدوده گسل‌ها می‌تواند در کنار فرونشست زمین و تغییر حجم گسل‌ها، به وقوع زلزله در آن نقاط منجر شود. نکته قابل تأمل این است که برداشت آب و فرونشست زمین به تنهایی لرزه‌زا نیستند اما اگر در محدوده گسل‌های لرزه‌زا این رویدادها اتفاق بیفتد می‌توانند سبب تحریک آن‌ها شوند و حتی زمین‌لرزه‌هایی نزدیک به پنج درجه در مقیاس امواج درونی زمین (ریشتر) به‌وجود آورند.

علت اصلی وقوع زمین‌لرزه تغییر شکلی است که در پوسته زمین رخ می‌دهد، زیرا این تغییر شکل فشارهایی را به سنگ‌های پوسته زمین تحمیل و در محل گسل‌ها نقطه‌ضعف‌هایی ایجاد می‌کند که وقتی این نقطه‌ضعف‌ها از حد تحمل بگذرد، پوسته زمین می‌شکند و زمین‌لرزه رخ می‌دهد.

گسل‌هایی که درون یا مجاور مخزن‌های آب‌های زیرزمینی وجود دارند از یک سو به هدررفت آب و از سوی دیگر به فرونشست زمین کمک می‌کنند. فرونشست‌های زمین باید در کوتاه‌مدت پر شود تا اثرهای ظاهری آن برطرف گردد. همچنین در بلندمدت باید روش‌های مدیریت منابع را تغییر داد و برای بهره‌برداری از منابع آبی کشور برنامه‌ریزی اصولی صورت گیرد. نکته قابل تأمل این است که در همه استان‌ها کم‌وبیش مشکل آب وجود دارد و وضعیت آن ناپایدار است.

● آیا برداشت بی‌رویه از منابع آبی تجدیدنپذیر زیرزمینی توجیه‌پذیر است؟

در خصوص حوادث و مخاطرات طبیعی عمده فعالیت‌های ما باید پیشگیرانه باشد که مقدم بر آن داشتن دید پیش‌بینی و پیشگیری مهم است. در دنیا هم نشان داده شده است که در این صورت آسیب‌های بعدی کمتر خواهد شد

ایران به دلیل قرار گرفتن در نوار بیابان‌کشوری است که پیوسته در مواجهه با خشک‌سالی بوده است. اقلیم‌شناسان معتقدند ایران هنوز هم درگیر خشک‌سالی است و بارندگی‌های اخیر کشور را لزوماً وارد ترسالی نکرده است

اگر میزان برداشت از منابع آب تجدیدناپذیر کمتر از ۱۰ درصد باشد مشکل آبی وجود ندارد؛ اگر بین ۱۰ تا ۲۰ درصد باشد متعادل است، اگر به ۲۰ تا ۴۰ درصد برسد شرایط بحرانی متوسط است و در بیش از ۴۰ درصد بحران شدید آب محسوب می‌شود. در کشور ما ۸۵ درصد منابع آب تجدیدپذیر مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که خود نشان از بحران شدید آبی دارد. اتکا به آب‌های زیرزمینی در جهان نزدیک به ۳۰ درصد است، ولی این رقم در کشور ما بسیار بیشتر است، زیرا منابع گسترده‌ای به صورت یخ و برف در کشور وجود ندارد و به نسبت محدود است. سیل‌خیزی کشور، براساس پژوهش‌های صورت‌گرفته، ناشی از این است که توزیع بارش در بیشتر نقاط کشور نامتوازن است، بنابراین همواره باید وقوع سیل را امکان‌پذیر دانست.

● آیا خسارت‌های سیل‌های اخیر کشور قابل برآورد و جبران هستند؟

گفته می‌شود جاری شدن سیل در فروردین‌ماه و اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۸، افزون بر ۶,۷ میلیارد دلار خسارت وارد کرده است که از نظر گستردگی آسیب‌های وارده به زیرساخت‌ها از بزرگ‌ترین سانحه‌های طبیعی کشور به‌شمار می‌آید. امسال، میانگین بارندگی در کشور تاکنون بیش از ۳۰۰ میلی‌متر بوده و در نقاط گوناگون از ۱,۵ تا ۳ برابر به نسبت میانگین سالانه، در دو ماه گذشته، بارندگی داشته‌ایم. برآوردها نشان می‌دهد که حدود ۲,۵ میلیون نفر را باید جزء آسیب‌دیدگان مستقیم سیل‌های اخیر به حساب آورد. از جمعیت ۴,۱ میلیون نفری استان خوزستان، حدود ۷۰۰ هزار نفر از سیل آسیب دیده‌اند که اکثر آن‌ها در نواحی جنوب شهرستان شوش تا شهرستان آبادان زندگی می‌کنند. از جمعیت ۱,۹ میلیون نفری استان گلستان نیز برآورد می‌شود حدود ۲۵۰ هزار نفر به‌طور مستقیم از سیل آسیب دیده‌اند و از جمعیت ۱,۷ میلیونی استان لرستان نیز حدود ۳۰۰ هزار نفر آسیب‌دیدگان مستقیم سیل هستند. بنابراین تعداد جمعیت تحت‌تأثیر و تعداد جمعیت آسیب‌دیده از سیل قابل ملاحظه است. برآورد شده است که باید حدود ۴۰ هزار میلیارد تومان به سیل‌زدگان خسارت پرداخت شود تا آسیب‌های اولیه آن‌ها برطرف گردد. میزان خسارت به زیرساخت‌های شهری نیز حدود ۱۰۰ هزار میلیارد تومان برآورد شده است. بازگرداندن این ۳,۵ میلیون نفر به چرخه زندگی به برنامه‌ریزی و مدیریت اجرایی واقع‌بینانه و علمی نیاز دارد.

برداشت از مقالات دکتر مهدی زارع در فروردین و اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۸

منابع

<https://bit.ly/2vQq1qq>

<https://bit.ly/2PYGa7Q>

<https://www.isna.ir/news/98022311919>

دو روی یک سکه خشک‌سالی و سیل

امکان‌سنجی تأمین آب برای استان سیستان و بلوچستان

فاطمه توانایی، کارشناس ارشد زمین‌شناسی مهندسی دانشگاه تهران



تصویر ۱- دریاچه هامون

چکیده

استان سیستان و بلوچستان سال‌ها با بحران کم‌آبی مواجه بوده است. علاوه بر پایین بودن سرانه بارش، دوره بازگشت کوتاه سیل نیز باعث هدررفت بیشتر ذخایر آب شیرین منطقه می‌شود. در پنجاه سال اخیر، راه‌های متفاوتی برای مقابله با این بحران پیش گرفته شد، اما استان سیستان و بلوچستان همچنان با خطر جدی بحران آب روبه‌روست. ساخت سدهای روباز متعدد بدون در نظر گرفتن شرایط منطقه و کارایی سد روباز و نیز طرح‌هایی با بازدهی پایین از جمله مسائلی هستند که باید مورد بازنگری قرار گیرند. در این مطالعه تلاش شده است راه‌های تأمین آب شیرین برای منطقه بررسی و امکان‌سنجی شود. تأمین آب شیرین از طریق آب شیرین‌کن، منابع زیرزمینی، سد روباز یا زیرزمینی، تصفیه فاضلاب و سیلاب، انتقال از مناطق مجاور و کارخانه‌های آب آشامیدنی راه‌هایی هستند که به آن‌ها پرداخته شده است. برای مقایسه واقع‌بینانه این طرح‌ها با یکدیگر، هزینه‌های چندین طرح واقعی با هم مقایسه شده است تا با توجه به

شرایط استان مناسب‌ترین روش پیشنهاد شود. بر این اساس، طرح‌های سد زیرزمینی، آب‌شیرین‌کن و سد روباز به ترتیب کمترین تا بیشترین هزینه را برای تولید یک میلیون متر مکعب آب در پی دارند. به علاوه، طرح‌هایی چون جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب و سیلاب می‌توانند با صرف هزینه پایین، آب زیادی را به ذخیره آبی منطقه بازگردانند.

واژه‌های کلیدی: سد زیرزمینی، سدسازی، بحران آب، سیستان و بلوچستان، آب شیرین‌کن

۱. جغرافیای استان سیستان و بلوچستان

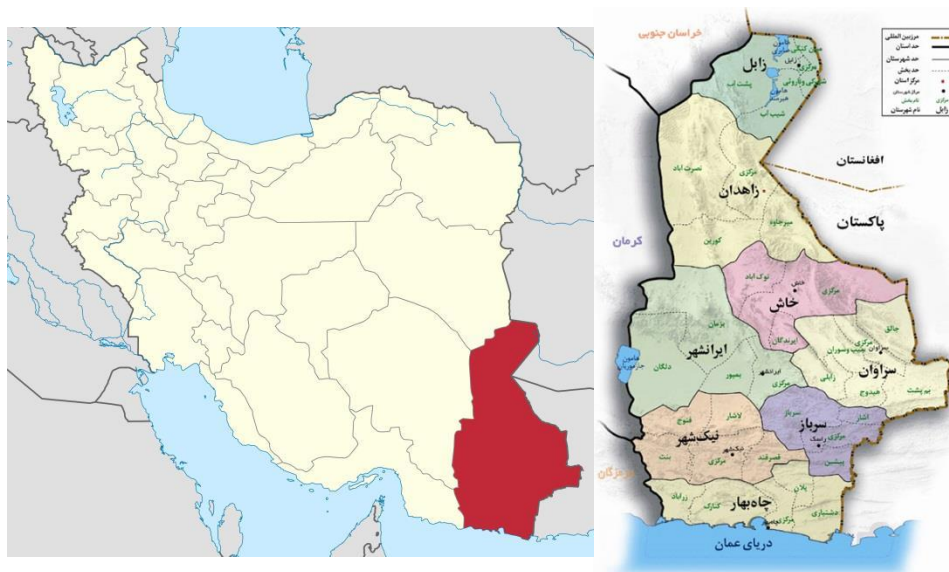
استان سیستان و بلوچستان با وسعتی حدود ۱۸۷۵۰۲ کیلومتر مربع، در جنوب شرقی ایران و در مختصات جغرافیایی بین ۲۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۴۷ دقیقه تا حدود ۶۳ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی قرار دارد. این استان پهناور در سمت شرق با کشور پاکستان ۹۰۰ کیلومتر و با کشور افغانستان ۳۰۰ کیلومتر مرز مشترک و در قسمت جنوب با دریای عمان به طول تقریبی ۲۷۰ کیلومتر مرز آبی دارد. در داخل نیز، از قسمت شمال و شمال غربی با استان خراسان به طول ۱۹۰ کیلومتر و در قسمت غرب با استان کرمان به طول ۵۸۰ کیلومتر و با استان هرمزگان به طول ۱۶۵ کیلومتر هم‌جوار است (شکل ۱). این استان از دو ناحیه سیستان و بلوچستان تشکیل یافته است که از لحاظ طبیعی با یکدیگر کاملاً متفاوت‌اند. ناحیه سیستان با ۸۱۱۷ کیلومتر مربع مساحت در قسمت شمالی این استان قرار دارد و حوضه مسطح و مسدودی است که از آبرفت‌های دلتای قدیمی و فعلی رود هیرمند تشکیل شده است. اما ناحیه بلوچستان به مساحت ۱۷۹۳۸۵

کیلومترمربع منطقه‌ای وسیع و کوهستانی است که حد شمالی آن کویر لوت و حد جنوبی آن دریای عمان است. براساس آخرین تقسیمات کشوری استان سیستان و بلوچستان در سال ۱۳۷۵ دارای ۷ شهرستان، ۲۹ بخش، ۱۶ شهر، ۹۲ دهستان ۶۰۳۸ آبادی دارای سکنه بوده است. شهرستان‌های آن عبارت‌اند از: ایرانشهر، چابهار، خاش، زابل، زاهدان، سراوان و نیک‌شهر.

در مطالعات زمین‌شناسی، منطقه شرق ایران را معمولاً به عنوان یک واحد مستقل بررسی می‌کنند. این منطقه در اواخر دوران سوم زمین‌شناسی، بر اثر جنبش‌های کوهزایی از دریا جدا شده و در آن، ابتدا رسوبات آهکی از نوع دریایی و سپس رسوباتی با مواد نسبتاً درشت و نرم روی هم انباشته شده است. قسمت جنوبی استان (مکران) یکی از مناطق در حال فرونشستن تدریجی است و دلیل آن نیز ضخامت زیاد رسوبات ماسه‌ای دوران سوم است که عمق آن به بیش از یک کیلومتر می‌رسد. بر همین اساس پوسته اقیانوس هند با شیب بسیار تندی در زیر این منطقه به داخل زمین فرو می‌رود که یکی از علت‌های به‌وجود آمدن گِل‌فشان‌ها و چشمه‌های آب معدنی فراوان در این منطقه است. ارتفاعات استان سیستان و بلوچستان به دوران سوم و دوم زمین‌شناسی تعلق دارد و سنگ‌های آن اغلب آهکی و گچی است. به عقیده زمین‌شناسان، بعضی کوه‌های این استان (مانند آتش‌فشان تفتان) به اواخر دوران سوم و اوایل دوران چهارم تعلق دارند. ارتفاعات سیستان و بلوچستان، جزء رشته‌کوه‌های مرکزی ایران و شامل ناهمواری‌های شرق چاله لوت و ارتفاعات دیواره شرقی و جنوبی چاله جازموریان است. این ارتفاعات در همه جا پیوسته نیستند. به‌طوری که حوضه‌های پستی در

در مطالعات زمین‌شناسی، منطقه شرق ایران را معمولاً به عنوان یک واحد مستقل بررسی می‌کنند. این منطقه در اواخر دوران سوم زمین‌شناسی، بر اثر جنبش‌های کوهزایی از دریا جدا شده و در آن، ابتدا رسوبات آهکی از نوع دریایی و سپس رسوباتی با مواد نسبتاً درشت و نرم روی هم انباشته شده است

فواصل این ارتفاعات پدید آمده‌اند. پهنای کوهستان‌ها از شمال به جنوب افزایش می‌یابد و در فاصله ایرانشهر - کوهک به بیشترین حد خود می‌رسد. این ناهمواری‌ها مشتمل بر کوه‌های سیستان و کوه‌های بلوچستان است. منطقه سیستان و بلوچستان با توجه به موقعیت جغرافیایی خود، از یک طرف تحت تأثیر جریان‌های جوی متعدد مانند: جریان بادی شبه قاره هند و به تبع آن باران‌های موسمی اقیانوس هند است و از طرف دیگر تحت تأثیر فشار زیاد عرض‌های متوسط قرار دارد که گرمای شدید مهم‌ترین پدیده مشهود اقلیمی آن است. در وضعیت هواشناسی این منطقه بادهای شدید موسمی، طوفان شن، رگبارهای سیل آسا، رطوبت زیاد و مه صبحگاهی پدیده‌های قابل توجه است.



۲. روش‌های تأمین آب برای منطقه و امکان‌سنجی هر روش

بحران آب سال‌هاست که جهان را درگیر خود کرده است. کشورهای اروپایی و آمریکایی، علی‌رغم سرانه بارش نسبتاً مناسب، هر ساله بودجه کلانی را صرف تحقیقات گسترده روی تأمین منابع آب پایدار می‌کنند. ایران با اقلیمی خشک و نیمه‌خشک، به جز برخی نواحی شمالی و غربی، در پنجاه سال اخیر با مشکل آب روبه‌رو بوده و حل این مشکل تنها با اتخاذ سیاست‌های کلان توسعه پایدار ممکن خواهد بود. در این سال‌ها رخداد خشک‌سالی، با وقوع سیل‌های متناوب همراه بوده است. تغییرات اقلیمی نشان داده که سیل روی دیگر سکه خشک‌سالی است. شرایط جغرافیایی، دسترسی به منابع آبی، شرایط آب‌وهوایی، وسعت، سرانه بارش، تراکم جمعیت، حوزه‌های مصرف و... از جمله عواملی هستند که در تأمین منابع آبی مورد توجه قرار می‌گیرند. استان سیستان و بلوچستان، دومین استان پهناور ایران و کم‌تراکم‌ترین استان به لحاظ توزیع جمعیت است. آب و هوای استان خشک و در شرایط بیابانی - نیمه‌بیابانی است. منبع اصلی آب استان هیرمند است که نوسانات بسیاری را در بیست سال اخیر تجربه کرده و بیشتر سال‌ها دچار خشک‌سالی است. همچنین ۲۷۰ کیلومتر از نواحی جنوبی این استان را سواحل دریای عمان (شکل ۱) تشکیل می‌دهد. براساس آمارها، بیش از ۹۴ درصد مصرف سالانه آب استان در کشاورزی، ۵ درصد در آشامیدن و ۱ درصد در صنعت مصرف می‌شود. بارش سالانه استان بسیار کم است، با این حال با دوره بازگشت نسبتاً کوتاه، سیلاب‌های شدیدی استان را فرا می‌گیرد. سرانه بارش حدود ۱۰۰ میلی‌متر است که پس از استان یزد، کمترین سرانه را در میان استان‌های کشور دارد (تسنیم، ۲۰۱۴).

در چنین شرایطی، مدیریت منابع آبی مهم‌ترین رکن در بهبود شرایط فعلی است. در این استان تاکنون، ۳۳ سد شامل ۷ سد مخزنی، ۱۵ سد تغذیه‌ای و ۱۱ سد انحرافی به‌منظور مهار رواناب‌ها و ذخیره‌سازی آب احداث شده است. باید توجه کرد که نزدیک به ۸۵ درصد بارش سالانه (حدود ۲۰ میلیارد متر مکعب) به دلیل گرمای شدید تبخیر می‌شود، ۸ درصد (۱,۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰ متر مکعب) به‌صورت رواناب است که ۱,۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰ متر مکعب آن از استان خارج می‌شود

بحران آب سال‌هاست که جهان را درگیر خود کرده است. کشورهای اروپایی و آمریکایی، علی‌رغم سرانه بارش نسبتاً مناسب، هر ساله بودجه کلانی را صرف تحقیقات گسترده روی تأمین منابع آب پایدار می‌کنند. ایران با اقلیمی خشک و نیمه‌خشک، به جز برخی نواحی شمالی و غربی، در پنجاه سال اخیر با مشکل آب روبه‌رو بوده است و حل این مشکل تنها با اتخاذ سیاست‌های کلان توسعه پایدار ممکن خواهد بود

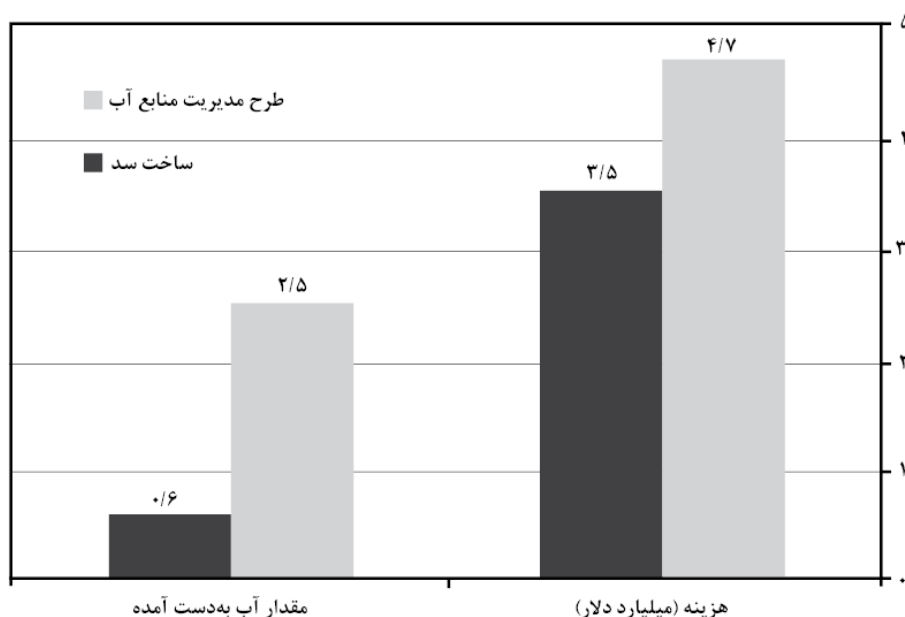
و ۷ درصد آن (۱,۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰ متر مکعب) به سفره‌های آب زیرزمینی نفوذ پیدا می‌کند (شرکت آب منطقه‌ای، ۲۰۱۵). به علاوه ۷۸ درصد ظرفیت سدهای استان، خالی است (ایرنا، ۲۰۱۸). لذا، جدا از اجرای طرح‌های نوآورانه و جدید، شاید به حداقل رساندن این مقدار هدررفت آب بتواند به تنهایی بخش بزرگی از مشکلات آب استان را حل کند.

در یک مطالعه جامع که در مؤسسه پاسیفیک (Pacific Institute) انجام شده، طرح‌های رفع مشکل کمبود آب در کالیفرنیا، که به لحاظ نزدیکی به دریا شرایطی مشابه استان سیستان و بلوچستان دارد، بررسی گردیده است (Cooley & Phurisamban, 2016). خلاصه هزینه‌های برآوردشده برای طرح‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. این هزینه‌ها با قیمت ارز یک دلار برابر ده هزار تومان به‌دست آمده است. از این طرح‌ها، طرح حفظ سیلاب و استفاده مجدد کمترین هزینه واحد را داشته و پس از آن آب شیرین‌کن تلخاب و پساب قرار دارد. در این طرح‌ها، با افزایش ظرفیت، هزینه واحد می‌تواند تا ۸۰ درصد کاهش یابد. نکته قابل توجه آن است که احداث سد در این پروژه در نظر گرفته نشده و تنها طرح آب‌بند بررسی گردیده است.

جدول ۱. هزینه طرح‌های رفع مشکل کمبود آب در کالیفرنیا

هزینه (میلیارد تومان / میلیون متر مکعب)							ظرفیت (میلیون متر مکعب)	طرح
کل			پمپاژ و انتقال	احداث امکانات				
کارکرد				کارکرد				
ضعیف	متوسط	عالی		ضعیف	متوسط	عالی		
۸	۱۲	۱۳	۳	۱۱	۱۰	۵	$\leq 1,85$	حفظ سیلاب و استفاده
۵	۵	۵	۳	۲	۲	۲	$\geq 0,2,8$	مجدد
۱۶	۱۹	۲۲	۴	۱۸	۱۵	۱۲	$\leq 12,33$	تصفیه فاضلاب و
۱۳	۱۵	۱۶	۴	۱۳	۱۱	۹	$\geq 12,33$	استفاده مجدد
۸	۱۳	۱۵	۱	۱۴	۱۲	۷	$\leq 12,33$	آب شیرین کن تلخاب
۸	۹	۱۱	۱	۱۰	۸	۷	$\geq 12,33$	و پساب
۲۲	۲۳	۳۵	۲	۳۳	۲۱	۲۰	$\leq 12,33$	آب شیرین کن آب شور
۱۷	۱۷	۲۰	۲	۱۹	۱۵	۱۵	$\geq 12,33$	دریا

در مطالعه دیگری که توسط مؤسسه «ان. آر. دی.سی» (NRDC) انجام شد، مقایسه‌ای میان هزینه‌های ساخت سد و اعمال طرح‌های مدیریت منابع آب صورت گرفت (NRDC, 2014). این مطالعه نتیجه گرفت که ساخت یک سد، هزینه‌ای معادل ۳/۵ میلیارد دلار و اجرای طرح‌های مدیریتی هزینه‌ای برابر ۴/۷ میلیارد دلار خواهد داشت، در حالی که آبی که از سد به دست می‌آید یک‌هشتم آبی است که با طرح‌های فرهنگی به ذخیره آبی افزوده می‌شود.



شکل ۲. نتایج مطالعه مؤسسه NRDC

در کنار مدیریت بهینه منابع آب، طرح‌های بسیاری در سراسر دنیا در حال بررسی و اجراست که می‌توان با مطالعه دقیق، اجرای آن‌ها را در ایران و به‌طور خاص استان سیستان و بلوچستان امکان‌سنجی نمود. احداث کارخانه‌های آب شیرین‌کن، سدسازی، انتقال از منابع پرآب در دسترس و ... از جمله این طرح‌هاست که در ادامه به بررسی آن‌ها می‌پردازیم. طرح‌های نوآورانه چون استحصال آب از هوا نیز وجود دارد که گرچه ممکن است در آینده بسیار مورد توجه قرار گیرند، لکن در شرایط بحرانی کنونی، طرح‌هایی بررسی شده‌اند که پیش‌تر تا حدی مورد آزمون و خطا قرار گرفته‌اند.

در کنار مدیریت بهینه منابع آب، طرح‌های بسیاری در سراسر دنیا در حال بررسی و اجراست که می‌توان با مطالعه دقیق، اجرای آن‌ها را در ایران و به‌طور خاص استان سیستان و بلوچستان امکان‌سنجی نمود

۱-۲. تأمین آب شیرین از دریا

احداث کارخانه‌های آب شیرین‌کن یکی از روش‌هایی است که حدوداً از دهه ۱۹۵۰م مورد توجه قرار گرفت، اما به‌دلیل هزینه‌های گزاف اجرایی چندان با اقبال روبه‌رو نشد. اما در سال‌های اخیر، با پیشرفت فناوری و پایین آمدن هزینه‌های آن، احداث این کارخانه‌ها در جهان رشد کرده است. اکنون بیش از ۴۵ درصد کل کارخانه‌های آب

شیرین کن دنیا در کشورهای ثروتمند عربی حوزه خلیج فارس مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند که نزدیک به ۹۰ درصد آب شرب مورد نیاز این کشورها را تأمین می‌کنند. امارات متحده عربی روزانه ده میلیون متر مکعب آب شیرین تولید می‌کند که این رقم در حدود سه برابر حجم آب مصرفی تهران در هر شبانه‌روز است (تابناک، ۲۰۱۸). به عبارتی دیگر، آب شیرین کن‌های امارات می‌توانند در کمتر از ۲۰ روز به اندازه کل ظرفیت سد کرج آب تولید کنند.

کشور ما نیز در سال‌های اخیر چندین پروژه احداث کارخانه‌های آب شیرین کن را آغاز کرده و به بهره‌برداری رسانده است. پروژه آب شیرین کن چابهار - کنارک با ظرفیت ۱۷/۵ هزار متر مکعب یکی از این پروژه‌هاست که از سال ۱۳۸۹ در حال بهره‌برداری است (سازمان محیط زیست، ۲۰۱۰). با این حال، به دلیل نکات فنی پیچیده در تعمیر و نگهداری دستگاه‌ها، چند سالی است که این پروژه عملکرد مناسب خود را از دست داده و نتوانسته است بر قیمت آب در منطقه اثر ویژه‌ای بگذارد. کمبود نیروهای متخصص در این منطقه نیز می‌تواند یکی از عوامل مهم در ناکامی چنین پروژه‌هایی باشد. به علاوه، برای راه‌اندازی آب شیرین کن‌ها نیاز به تأمین برق نیز نیاز هست، گرچه با طراحی بهینه می‌توان از طریق همین نیروگاه‌ها به تولید برق مورد نیاز کارخانه و مناطق تحت پوشش رسید.

برای بررسی هزینه‌های احداث کارخانه آب شیرین کن، در جدول ۲ به بررسی چهار کارخانه احداث شده در ایران، شامل آب شیرین کن چابهار - کنارک، آب شیرین کن بندرعباس (صدا و سیما، ۲۰۱۸)، آب شیرین کن بوشهر (تسنیم، ۲۰۱۸) و آب شیرین کن قشم (موج، ۲۰۱۸) به همراه ظرفیت و هزینه آن‌ها پرداخته شده است. با توجه به نوسان‌های ارزش پول، برای به‌دست آوردن هزینه‌های قابل مقایسه، لازم است هزینه‌های سال‌های گذشته به هزینه معادل به‌روز تبدیل شود. به همین منظور، قیمت سکه طی سال‌ها مدنظر قرار گرفته و براساس نسبت قیمت سکه در هر سال به قیمت سکه سال ۱۳۹۷، هزینه‌های آن سال معادل‌سازی شده است.

جدول ۲. مشخصات کارخانه‌های آب شیرین کن ایران و هزینه احداث

نام کارخانه	ظرفیت روزانه (میلیون متر مکعب)	ظرفیت سالانه (۳۰۰ روز کاری)	هزینه (میلیارد تومان)	سال اعلام هزینه	قیمت سکه در سال اعلام هزینه (تومان)	هزینه معادل به روز (میلیارد تومان)
آب شیرین کن چابهار - کنارک	۰,۰۱۷۵	۵,۲۵	۱۸	۸۹	۴۳۵,۰۰۰	۳۰
آب شیرین کن بندرعباس	۰,۱۵	۴۵	۴۵۰	۹۲	۱,۰۵۰,۰۰۰	۳۶
آب شیرین کن بوشهر	۰,۰۴۵	۱۳,۵	۲۳۰	۹۷	۱,۰۵۰,۰۰۰	۱۷
آب شیرین کن قشم	۰,۱	۳۰	۸۶۰	۹۷	۳,۸۲۵,۰۰۰	۲۹

گرچه در بعضی مطالعات، تأمین آب شیرین از دریا (به‌عنوان یک منبع تقریباً تمام‌نشدنی) یک طرح توسعه پایدار تلقی شده، اما ورود حجم بسیار زیاد تلخاب و پساب این کارخانه به دریا قطعاً خسارات غیرقابل تخمینی به دریا و اکوسیستم منطقه خواهد زد؛ خساراتی که تاکنون بشر با آن مواجه نشده است و در پنجاه سال آینده بروز خواهند کرد.

۲-۲. تأمین آب از منابع آب زیرزمینی

خشک‌سالی‌های طولانی در ایران و برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی باعث مشکلات محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی فراوانی شده است. میزان برداشت از آب زیرزمینی در استان حدود ۲ میلیارد متر مکعب در سال بوده

که تقریباً ۶۰۰ میلیون متر مکعب بیشتر از استاندارد جهانی برای این منطقه است. خفر چاه‌های غیرمجاز به دلیل عدم مدیریت صحیح منابع و عدم آبرسانی کافی به دشت‌ها و مزارع از مهم‌ترین دلایل خالی‌شدن منابع زیرزمینی است. لذا، تأمین آب از منابع زیرزمینی پیش از آنکه سطح ایستابی به میزان قابل قبولی بازگردد، به هیچ‌وجه قابل توجیه نیست.

معاونت حفاظت و بهره‌برداری منابع آب منطقه‌ای سیستان و بلوچستان، طرح‌هایی را برای کنترل مصرف آب زیرزمینی و با هدف احیا و تعادل‌بخشی منابع آب‌های زیرزمینی در نظر گرفته که میزان نتیجه‌دهی و اثربخشی آن هنوز مشخص نشده است. این طرح‌ها شامل تقویت و استقرار گروه‌های بازرسی از منابع آب‌های زیرزمینی، تجهیز چاه‌ها به کنتورهای هوشمند، ایجاد سامانه پایش و بانک اطلاعاتی، ساماندهی شرکت‌های حفاری، خرید چاه‌های کم‌بازده کشاورزی، انجام مطالعات حفاظت از منابع آب‌های زیرزمینی، کف‌شکنی چاه‌هایی که در دشت‌های ممنوعه قرار دارند، استقرار مدیریت مشارکت آب‌های زیرزمینی با استفاده از تشکلهای آبران و مدیریت کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی است.

گرچه در بعضی مطالعات،
تأمین آب شیرین از دریا
(به‌عنوان یک منبع تقریباً
تمام‌نشدنی) یک طرح توسعه
پایدار تلقی شده، اما ورود
حجم بسیار زیاد تلخاب و
پساب این کارخانه به دریا
قطعاً خسارات غیرقابل
تخمینی به دریا و اکوسیستم
منطقه خواهد زد؛ خساراتی که
تاکنون بشر با آن مواجه نشده
است و در پنجاه سال آینده
بروز خواهند کرد

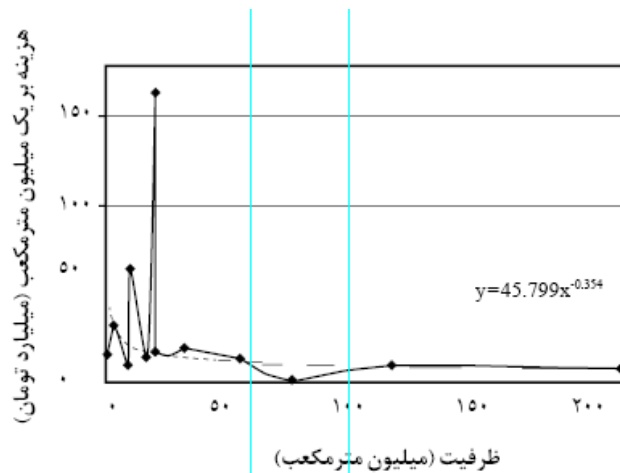
۲-۳. تأمین آب از طریق سدسازی

در کشور ما تا به حال بیش از ۱۷۰ سد ساخته شده که ۳۳ مورد آن در استان سیستان و بلوچستان بوده است. هدف اصلی سدها جمع‌آوری آب باران و رواناب‌ها و توزیع مناسب آب به مناطق اطراف است. در این استان، گرچه سرانه بارش بسیار پایین است، اما وقوع سیلاب‌ها و طوفان‌ها حجم آب زیادی را روانه اقیانوس یا کشور همسایه می‌کند. آبی که در صورت حفظ به وسیله آب‌بندها می‌تواند بخش بزرگی از مشکل کم‌آبی را حل کند. برای بررسی هزینه‌های احداث سد، در جدول ۳ به بررسی دوازده سد احداث‌شده در ایران به همراه ظرفیت و هزینه آن‌ها پرداخته شده است.

جدول ۳. مشخصات چند سد در ایران و هزینه احداث

نام	استان	ظرفیت (میلیون مترمکعب)	هزینه (میلیارد تومان)	سال اعلام هزینه	قیمت سکه در سال اعلام هزینه (تومان)	هزینه معادل به روز (میلیارد تومان)
سد بزمان ایرانشهر	سیستان و بلوچستان	۴	۲	۸۰	۶۰,۸۲۰	۱۲۶
سد سارادان ایرانشهر	سیستان و بلوچستان	۹	۱۴	۹۰	۶۳۰,۰۰۰	۸۵
سد خیرآباد نیک شهر	سیستان و بلوچستان	۱۷	۲۷	۸۹	۴۳۵,۰۰۰	۲۳۷
سد گلوگاه زاهدان	سیستان و بلوچستان	۷۵	۱۷	۹۱	۹۱۰,۰۰۰	۷۱
سد ماشکید سراوان	سیستان و بلوچستان	۱۱۵	۵۰۰	۹۶	۱,۷۹۵,۰۰۰	۱,۰۶۵
سر زبردان	سیستان و بلوچستان	۲۰۷	۲۵۰	۹۰	۶۳۰,۰۰۰	۱,۵۱۸
سد شهید شاهچراغی دامغان	سمنان	۲۱	۳۶۰	۹۷	۳,۸۲۵,۰۰۰	۳۶۰
سد حوضیان الیگودرز	لرستان	۳۲	۱۵۰	۹۴	۹۳۶,۰۰۰	۶۱۳
سد قره تیکان	خراسان رضوی	۲۰	۸۰۰	۹۴	۹۳۶,۰۰۰	۳,۲۶۹
سد خرمود تویسرکان	همدان	۱۰	۳۰۰	۹۷	۱,۷۹۵,۰۰۰	۶۳۹
سد دیگچه	گلستان	۱,۲	۴,۵	۹۱	۹۱۰,۰۰۰	۱۹
سد کرم آباد	آذربایجان غربی	۵۴	۱۷۰	۹۶	۹۳۶,۰۰۰	۶۹۵

براساس جدول ۳، می‌توان نموداری میان ظرفیت و هزینه معادل به‌دست آورد (شکل ۱). با برآزش یک نمودار توانی بر این نمودار، رابطه‌ای میان ظرفیت و هزینه حاصل می‌شود (هزینه = $0.35 \times (\text{ظرفیت})^{46}$) که می‌تواند راهنمایی برای تخمین اولیه هزینه احداث سد باشد. روشن است که با افزایش ظرفیت، هزینه واحد کاهش می‌یابد. اما این الزاماً نشان‌دهنده به‌صرفه‌بودن سدهای بزرگ نیست. چرا که با افزایش ظرفیت سد، هدررفت و تبخیر آب شدت پیدا می‌کند و مخاطرات محیط‌زیستی افزایش می‌یابد.



شکل ۳. رابطه ظرفیت و هزینه احداث سد در ایران

در کشور ما تا به حال بیش از ۱۷۰ سد ساخته شده که ۳۳ مورد آن در استان سیستان و بلوچستان بوده است. هدف اصلی سدها جمع آوری آب باران و روانابها و توزیع مناسب آب در مناطق اطراف است. در این استان، گرچه سرانه بارش بسیار پایین است، اما وقوع سیلابها و طوفانها حجم آب زیادی را روانه اقیانوس یا کشور همسایه می کند

از نقش کلیدی سدسازی در توسعه پایدار و مدیریت منابع آب نمی توان چشم پوشید، اما باید توجه نمود که سد همیشه راه حل مشکل کم آبی نیست. یکی از بزرگترین بلایای سدها تبخیر سطحی آب، به خصوص در مناطق گرم و خشک است؛ اتفاقی که هر سال در استان سیستان و بلوچستان و با خسارات گسترده رخ می دهد. همان طور که پیش تر اشاره شد، حدود ۸۵ درصد از میزان بارش سالانه تبخیر می شود و سهم سدها در این تبخیر بسیار زیاد است؛ چرا که عمدتاً سطح وسیع آب با عمق کم در برابر تابش شدید خورشید و درجه دمای بالا قرار می گیرد. برای جلوگیری از تبخیر سدها، راههای نوین گوناگونی تا به امروز آزموده شده است. یکی از این راهها، استفاده از صفحات خورشیدی شناور بر سطح آب سد است. این صفحات خورشیدی، ضمن تولید برق از انرژی خورشیدی، از تبخیر سطحی آب نیز جلوگیری می کنند.

علاوه بر مشکل تبخیر، پر شدن سدها در استان سیستان و بلوچستان نیز بسیار زمانبرتر از دیگر استانهاست، به طوری که گاه یک سد بیش از ده سال در مرحله آب گیری قرار داشته و نتوانسته است به چرخه توزیع آب منطقه بپیوندد. در چنین شرایطی، بهترین پیشنهاد می تواند احداث شبکه قناتهای جدید و سدهای زیرزمینی باشد تا از تبخیر و هدررفت آب جلوگیری شود. برای احداث قناتها می توان از ظرفیت ساکنان منطقه استفاده کرد تا به این ترتیب سطح آب زیرزمینی نیز در یک حد مشخص تضمین شود. سدهای زیرزمینی نیز اگرچه ظرفیت بسیار کمتری نسبت به سدهای روباز دارند، اما اتفاقاً این ویژگی در منطقه پهنای با تراکم جمعیت پایین یک حسن به حساب می آید. در واقع، اگر برای یکی منطقه با وسعت ۲۰ هزار کیلومتر مربع، احداث یک سد روباز با ظرفیت ۲۰۰ میلیون متر مکعب را با احداث ۴۰ سد زیرزمینی با ظرفیت هر یک ۵ میلیون متر مکعب مقایسه کنیم، واضح است که هزینه انتقال آب سد روباز به نقاط تمرکز جمعیت در سرتاسر کشور ۲۰ هزار کیلومتر مربع بسیار بیشتر از زمانی است که در هر نقطه تمرکز جمعیت یک سد زیرزمینی احداث شود.

از نقش کلیدی سدسازی در توسعه پایدار و مدیریت منابع آب نمی‌توان چشم پوشید. اما باید توجه نمود که سد همیشه راه‌حل مشکل کم‌آبی نیست. یکی از بزرگ‌ترین بلایای سدها تبخیر سطحی آب، به خصوص در مناطق گرم و خشک است؛ اتفاقی که هر سال در استان سیستان و بلوچستان و با خسارات گسترده رخ می‌دهد

به لحاظ محیط زیستی، سدهای زیرزمینی مخاطرات بسیار کمتری به همراه دارند و بسیاری از آلودگی‌هایی که در سدهای روباز شایع هستند، در سدهای زیرزمینی رخ نمی‌دهند. به علاوه، آب ذخیره در سدهای زیرزمینی می‌تواند برای تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی استفاده شود و مانع از خشک‌شدن سفره‌ها و نشست زمین شود. هزینه احداث سد زیرزمینی نیز کمتر از سد روباز است گرچه آب سد زیرزمینی نیاز به پایش بیشتری دارد تا ضمن حفظ کیفیت آب، از عایق‌بندی سد و نبود ریزشکاف‌ها اطمینان حاصل شود. سال ۱۳۸۷، روزنامه «ایران» به نقل از رئیس وقت پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری گزارش کرد که هزینه ساخت یک سد زیرزمینی فرضی با ظرفیتی حدود ۰/۷ میلیون متر مکعب تقریباً معادل ۲۵۰ میلیون تومان است (افشار، ۲۰۰۸) باید توجه داشت که عواملی چون انتخاب ۱۰ نوع لاینینگ، زهکشی و... تأثیر بسیار زیادی بر هزینه نهایی آن خواهند داشت. برای برآورد هزینه احداث زیرزمینی، در این مطالعه، به بررسی هزینه‌های پروژه‌های پیشین پرداخته شد. با وجود این، به دلیل سابقه کوتاه احداث سد زیرزمینی در ایران، در ادامه چهار نمونه آمده است. نمونه اول، سد زیرزمینی فرضی است که پیش‌تر به آن اشاره شد. نمونه دوم سدی در کشور کنیا (Gur & Spuhler, 2019)، نمونه سوم سدی در کرمان (مکران، ۲۰۱۴) و نمونه چهارم سدی در آذربایجان شرقی (مهر، ۲۰۱۳) است.

جدول ۴. مشخصات چند سد زیرزمینی و هزینه احداث

نام	استان	ظرفیت سالانه (میلیون مترمکعب)	هزینه (میلیارد تومان)	سال اعلام هزینه	قیمت سکه در سال اعلام هزینه (تومان)	هزینه معادل به روز (میلیارد تومان)
یک سد زیرزمینی فرضی	—	۰,۷	۰,۲۵	۸۷	۲۳۱,۶۴۹	۶
سد زیرزمینی کنیا	کشور کنیا	۰,۰۰۱۳۴۲	۱۶۰۰	—	—	۱۲
سد زیرزمینی کرمان	کرمان	۰,۱۵	۰,۵	۹۳	۹۴۶,۰۰۰	۱۳
سد زیرزمینی آذربایجان شرقی	آذربایجان شرقی	۰,۱۶۳	۰,۷	۹۲	۱,۰۵۰,۰۰۰	۱۶

از طرف دیگر، اقلیم استان سیستان و بلوچستان و طوفان‌های موسمی باعث شده است که در عین خشک‌سالی‌های طولانی، بیش از ۸۱ درصد رواناب‌ها به حجم ۱,۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰ متر مکعب هم از دست برود؛ یعنی حجمی بیش از شش برابر ظرفیت سد زبردان و هفت برابر سد کرج! استفاده از آب‌بندهایی که آب را به سرعت به منابع زیرزمینی (سد

زیرزمینی، قنات و ...) برساند، می‌تواند علاوه بر تأمین بخش زیادی از نیاز استان، به بالا آمدن سطح ایستابی آب زیرزمینی کمک شایانی کند.

مجموعه پیشنهادی ارائه‌شده در این بخش، بیش از همه به مدیریت علمی نیاز دارد. خوشبختانه کشور ما تجربه و مهارت کافی برای ساخت قنات‌ها و سدهای زیرزمینی را دارد و تنها با یک برنامه مدون و مدیریت پایدار می‌توان بخش زیادی را مشکلات آب استان را حل نمود.

۲-۴. ذخیره و تصفیه فاضلاب، رواناب و سیلاب

ذخیره رواناب و سیلاب، در وهله نخست، مانع از تخریب مناطق شهری و روستایی می‌شود و در وهله بعد یک منبع ازدست‌رفته را دوباره به چرخه استفاده باز می‌گرداند. در خصوص رواناب و سیلاب، مهم‌ترین عامل وجود سیستم جمع‌آوری انتقال رواناب و سیلاب است؛ سیستمی که با صرف هزینه‌ای نه‌چندان زیاد مانع از هدررفت حجم زیادی آب می‌شود. راه‌کارهای مدیریت سیلاب، در دو دسته اصلی خلاصه می‌شود: دسته نخست، راه‌کارهای ساختاری است که شامل سازه‌های ذخیره آب نزدیک منبع سیلاب، سامانه‌های نفوذپذیری، سامانه استفاده مجدد از آب باران و ایجاد مراکز غیرمتمرکز ذخیره آب است. دسته دوم، راه‌کارهای غیرساختاری است، شامل کمینه کردن سطوح نفوذناپذیری شهری، افزایش پوشش گیاهی و افزایش نفوذپذیری خاک.

در خصوص تصفیه فاضلاب نیز، مهم‌ترین مسئله احداث سیستم‌های انتقال فاضلاب به مراکز تصفیه است. به‌نظر می‌رسد. این منابع (فاضلاب، رواناب و سیلاب) که معمولاً به هدر می‌روند، منبع بزرگی از آب هستند که تنها هزینه انتقال آب و تصفیه را به همراه دارند و می‌توانند پاسخگوی بخش مهمی از نیازهای استان باشند. دوره بازگشت کوتاه سیل در منطقه، به این معناست که هر چند سال یک‌بار، حجم زیادی آب به سمت استان روانه می‌شود و هدر می‌رود. لذا، هرگز نمی‌توان از چنین منابعی چشم‌پوشید.

۲-۵. تأمین آب از طریق انتقال آب از حوزه‌های پرآب مجاور

انتقال آب از حوزه‌های پرآب به ساخت شبکه‌های انتقال و لوله‌گذاری‌های بسیار طولانی نیاز دارد. با توجه به وسعت استان، سیستان و بلوچستان چیزی حدود پانزده برابر استان تهران و تقریباً به اندازه کشور سوریه، شبکه انتقال هزینه‌های بسیار گزافی خواهد داشت. به‌علاوه، همه استان‌های هم‌جوار استان، خود درگیر خشک‌سالی هستند و احتمالاً نزدیک‌ترین منبع آب قابل انتقال کارون خواهد بود که آن هم در فاصله حدوداً ۱۲۰۰ کیلومتری استان قرار دارد. شایان ذکر است در میان مراحل چرخه آب‌رسانی، انتقال آب همواره بیشترین هدررفت آب را دارد و کوچک‌ترین خللی می‌تواند منجر به هدر رفتن میلیون‌ها مترمکعب آب شود. از طرف دیگر، کارون و سرچشمه‌های آن منبع تغذیه کل غرب کشور و دامن زدن به مناقشات بین استانی خواهد شد و زیان‌های فراوان اجتماعی را به دنبال خواهد داشت. نمونه چنین تجربه‌ای اکنون در منازعات میان کشاورزان استان اصفهان و یزد دیده می‌شود و وحدت ملی را نشانه می‌رود.

۲-۶. خرید آب از کارخانه‌های آب آشامیدنی

خرید آب کارخانه‌های آب آشامیدنی در دو حالت قابل بحث است. اگر خرید از کارخانه‌های داخلی باشد، در واقع به معنای استفاده از منابع داخلی است که عموماً رو به پایان هستند و نمی‌تواند در قالب یک طرح توسعه پایدار قرار گیرد. اما در صورتی که خرید از کارخانه‌های برون مرزی باشد، می‌توان به سراغ آب شیرین کن‌های کشورهای عربی رفت. در میان این کشورها، عمان به دلیل نزدیک‌تر بودن به استان و همچنین روابط سیاسی خوب با کشور ما می‌تواند گزینه مناسبی باشد. اما باید توجه داشت که هزینه خرید آب مورد نیاز احتمالاً بیش از هزینه تمام‌شده آبی خواهد بود که در یک کارخانه آب شیرین کن داخلی به دست خواهد آمد. تنها نکته‌ای که پیشنهاد خرید آب از کارخانه خارجی (مثلاً عمان) را پرننگ می‌کند، عدم عملکرد بهینه و مناسب کارخانه داخلی در آن منطقه است، یعنی کمبود نیروی متخصص و عدم تخصیص بودجه تعمیر و نگهداری. چنانچه کارخانه داخلی بتواند بدون هدررفت انرژی گزاف و به شکل بهینه فعالیت کند، طبعاً گزینه خارجی حذف می‌شود.

۳. بحث و نتیجه‌گیری

برای انتخاب مناسب‌ترین روش تأمین آب، باید عامل‌های گوناگونی را در نظر گرفت. عوامل اقتصادی، جغرافیایی، آب و هوایی و فرهنگی از جمله فاکتورهایی است که در انتخاب نهایی تأثیر مهمی دارند. در این مطالعه، به‌عنوان گام نخست، صرفه اقتصادی و هزینه فایده در نظر گرفته شده است. به عبارتی دیگر، هزینه تولید یک واحد آب برای طرح‌های عملیاتی‌ای که در بخش قبل به آن‌ها (سد، آب‌شیرین کن و سد زیرزمینی) پرداخته شد، محاسبه و در جدول ۵ آمده است. به علاوه، در کنار انتخاب هر کدام از این روش‌ها، باید اتمام ویژه‌ای به احداث تأسیسات جمع‌آوری و ذخیره فاضلاب، رواناب و سیلاب داشت؛ چرا که اولاً هزینه‌های این طرح (مانند خطوط انتقال آب) در مقایسه با سایر طرح‌ها پایین است و ثانیاً این منابع دارنده حجم زیادی آب هستند که همگی به هدر می‌رود.

در بررسی جدول زیر، هزینه به‌روز و هزینه به‌روز بر میلیون متر مکعب برای هر نمونه آمده است. نتایج جدول ۵، برای مقایسه بیشتر در شکل ۴ آورده شده است. میانگین هزینه در هر طرح محاسبه شده است تا بتوان این طرح‌ها را به شکلی عملی‌تر مقایسه نمود. هزینه میانگین بر میلیون متر مکعب در طرح سد روباز بیشترین مقدار (۳۰) است و سپس طرح آب شیرین کن (۲۸) و سد زیرزمینی (۱۲) قرار دارند. به عبارت دیگر، هزینه میانگین برای تولید یک میلیون متر مکعب در سد روباز ۲۰۵ برابر سد زیرزمینی و در آب شیرین کن حدود ۳۰۲ برابر سد زیرزمینی است.

باید توجه کرد که علاوه بر اختلاف هزینه میانگین سه طرح، هزینه ساخت سد زیرزمینی به دلیل جلوگیری از تبخیر آب و عدم نیاز به خطوط طولانی انتقال آب، صرفه بسیار بالایی دارد. همچنین، هزینه آب‌شیرین کن‌ها را باید با اندکی تخفیف در نظر گرفت؛ چرا که این هزینه شامل تمام هزینه‌ها تا پیش از تحویل آب آشامیدنی به خطوط انتقال می‌شود. اما هزینه ساخت سد روباز، تنها شامل احداث سد بوده، و هزینه‌های تصفیه، گندزدایی و ... در آن لحاظ نشده است.

جدول ۵. مقایسه طرح‌های سد، آب شیرین کن و سد زیرزمینی

طرح	نام	استان	ظرفیت (میلیون متر مکعب)	هزینه بهروز (میلیارد تومان)	هزینه بهروز (میلیارد تومان) بر یک میلیون متر مکعب
سدهای روباز	سد گلوگاه زاهدان	سیستان و بلوچستان	۷۵	۷۱	۱
	سد زبردان	سیستان و بلوچستان	۲۰۷	۱,۵۱۸	۷
	سد ماشکید سراوان	سیستان و بلوچستان	۱۱۵	۱,۰۶۵	۹
	سد سارادان ایرانشهر	سیستان و بلوچستان	۹	۸۵	۹
	سد کرم آباد	آذربایجان غربی	۵۴	۶۹۵	۱۳
	سد خیرآباد نیک‌شهر	سیستان و بلوچستان	۱۷	۲۳۷	۱۴
	سد دیگچه	گلستان	۱,۲	۱۹	۱۶
	سد شهید شاهچراغی دامغان	سمنان	۲۱	۳۶۰	۱۷
	سد حوضیان الیگودرز	لرستان	۳۲	۶۱۳	۱۹
	سد بزمان ایرانشهر	سیستان و بلوچستان	۴	۱۲۶	۳۱
	سد خرم‌رود تویسرکان	همدان	۱۰	۶۳۹	۶۴
	سد قره‌تیکان	خراسان رضوی	۲۰	۳,۲۶۹	۱۶۳
	میانگین سدهای روباز	-	۴۷	۷۲۵	۳۰
	آب شیرین کن بندرعباس	هرمزگان	۴۵	۱,۶۳۹	۳۶
آب شیرین کن‌ها	آب شیرین کن قشم	هرمزگان	۳۰	۸۶۰	۲۹
	آب شیرین کن بوشهر	بوشهر	۱۳,۵	۲۳۰	۱۷
	آب شیرین کن چابهار - کنارک	سیستان و بلوچستان	۵,۲۵	۱۵۸	۳۰
	میانگین آب شیرین کن‌ها	-	۲۳	۷۲۲	۲۸
	یک سد زیرزمینی فرضی	-	۰,۷	۴	۶
سدهای زیرزمینی	سد زیرزمینی کنیا	کشور کنیا	۰,۰۰۱۳۴۲	۰	۱۲
	سدهای زیرزمینی کرمان	کرمان	۰,۱۵	۲	۱۳
	سد زیرزمینی آذربایجان شرقی	آذربایجان شرقی	۰,۱۶۳	۳	۱۶
	میانگین سدهای زیرزمینی	-	۰,۳	۲	۱۲

NRDC (Natural Resources Defense Council)

منابع

- Cooley, H., & Phurisamban, R.(2016). The Cost of Alternative Water Supply and Efficiency Options in California. Pacific Institute.
- Gur, E., & Spuhler, D.(2019). *Sand Dams and Subsurface Dams*;
<http://sswm.info/sswm-solutions-bop-markets-improving-water-and-sanitation-services-provided-public-institutions-0/sand-dams-and-subsurface-dams>.
- NRDC. (2014). *Regional Water Supply Solutions Generally More Cost-Effective than New Dams and Reservoirs*
- افشار، ز. (۲۰۰۸). «جزئیات ساخت ۲۲ سد زیرزمینی». روزنامه ایران.
- ایرنا. (۲۰۱۸). «۷۸ درصد ظرفیت سدهای سیستان و بلوچستان خالی است» قابل بازیابی در:
<https://www.irna.ir/news/83160413/78>
- تابناک. (۲۰۱۸). اماراتی‌ها سه برابر نیاز شهر تهران آب خلیج فارس را شیرین می‌کنند. قابل بازیابی در:
<https://www.tabnak.ir/fa/news/810912/>
- تسنیم. (۲۰۱۴). ۹۴ درصد آب در بخش کشاورزی سیستان و بلوچستان مصرف می‌شود. قابل بازیابی در:
<https://www.tasnimnews.com/fa/news/1393/12/06/665519/94>.
- تسنیم. (۲۰۱۸). «آب شیرین کن بوشهر». پروژه ۴۵ هزار متر مکعبی آب شیرین کن بوشهر با ۲۳۰ میلیارد تومان اعتبار اجرایی می‌شود. قابل بازیابی در:
<https://www.tasnimnews.com/fa/news/1397/03/23/1749095>
- ۲۳۰ میلیارد تومان اعتبار اجرایی می‌شود.
- سازمان محیط زیست. (۲۰۱۰). «چابهار-کنارک، آب شیرین کن» قابل بازیابی در:
<http://www.sbdoe.ir/cms/printit.asp?id=1093>
- شرکت آب منطقه‌ای. (۲۰۱۵). «تبخیر شدید بارش سالانه در استان سیستان و بلوچستان».
- صدا و سیما. (۲۰۱۸). بندر عباس، آب شیرین کن آغاز ساخت بزرگ‌ترین آب شیرین کن کشور در بندرعباس.
<http://www.iribnews.ir/fa/news/29989>
- مکران. (۲۰۱۴). «سد زیرزمینی راهی نو برای مقابله با خشک‌سالی» قابل بازیابی در:
<http://www.makran.ir/?p=3454>
- مهر. (۲۰۱۳). ساخت سدهای زیرزمینی در آذربایجان شرقی/سازه‌هایی برای سیراب کردن لب‌های تشنه زمین ساخت سدهای زیرزمینی در آذربایجان شرقی سازه‌هایی برای سیراب کردن
<http://www.mehrnews.com/news/2114486>
- موج. (۲۰۱۸). «آب شیرین کن قشم». بخش هرمزگان ۲۵۵۱۵۹/۸۶ فاز نخست بزرگ‌ترین آب شیرین کن کشور در بندرعباس بهره‌برداری می‌شود. قابل بازیابی در:
<http://www.mojnews.com>

درس‌هایی از سیلاب

گزارشگر: اردو خانی

اشاره

سیل یکی از مخاطرات طبیعی است که بعد از زمین‌لرزه بیش از سایر مخاطرات کشور ما را مورد تهدید قرار داده است. سیل بهار ۱۳۹۸ باید همه ما را به این باور و یقین برساند که سیلاب‌های ویرانگر در زمان‌های آتی نیز ما را از هجوم خود بی‌بهره نخواهند گذاشت. بنابراین با توجه به تجربه‌ای که از سیل‌های سال ۱۳۹۸ به دست آمد لازم است نسبت به اصلاح رفتارهای فردی و سازمانی خودمان اقدام کنیم تا بتوانیم با اقدامات تعادل‌بخش در منابع و مخازن آبی مدیریت خوبی را اعمال کنیم. از جمله اینکه همه با هم مشارکت کنیم، خودخواهی‌ها را کنار بگذاریم، تصرفات و ساخت و سازهایمان را با توجه به مطالعات انجام‌شده و جامع ساخت و ساز به کار گیریم تا سیلاب‌های آینده از آغاز تا فروکش کردنشان نه نقت، بلکه نعمت باشند. در ادامه پای صحبت مسئولین منابع آب هستیم تا از تجربیات آن بهره‌ای بگیریم.



تصویر ۱ - مهندس آقابگی

● سیف‌الله آقابگی! لطفاً با توجه به اشراف و ورزیدگی‌تان در این حوزه، بفرمایید که به نظر شما سیل به خودی خود یک بحران است، یا بحران‌آفرین؟

○ سیل یا سیلاب یک امر کلی است و در تمام دنیا مقوله‌ای چندبعدی به شمار می‌رود. بنابراین اگر بخواهیم این پدیده مدیریت شود، باید دستگاه‌های زیادی با هم ایفای نقش کنند. در پاسخ به سؤال شما باید عرض کنم که ما باید باور داشته باشیم که کشورمان با توجه به اقلیم خاصی که دارد درواقع کشوری خشک و نیمه‌خشک است؛ چون میزان متوسط بارندگی بلندمدت پنجاه ساله ما حدود فقط ۲۵۰ میلی‌متر است، درحالی‌که متوسط جهانی بارندگی معادل ۷۵۰ تا ۷۶۰ میلی‌متر است. ما یک‌سوم متوسط جهانی بارندگی داریم. تازه، طوری هم نیست که این میزان بارندگی در یک جغرافیای گسترده و به‌طور متوازن و در زمان‌های معین ببارد. ما در مناطقی از کشور متوسط بالای ۱۰۰۰ میلی‌متر بارش را داریم مانند مناطق

خزری، و در مناطق کویری بعضاً متوسط بارش زیر ۴۰ تا ۵۰ میلی‌متر است. در مجموع اقلیمی که ما در آن زندگی می‌کنیم به لحاظ شرایط توپوگرافیک و واقع شدن در نیم‌کره شمالی ایجاب می‌کند که خودمان را با این شرایط سازگار کنیم. براساس این اقلیم، بارندگی و سیلاب با کشور ما پیوند خورده است. دلیل آن وقوع بارندگی‌های شدید به‌طور متوسط در سال بین ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر است (که ثبت می‌شود) البته همه این‌ها دارای شدت بالا نیستند.

براساس مطالعات جامعی که در دنیا و در کشور ما صورت گرفته است و با توجه به خصوصیات که گفته شد، سیلاب یکی از پدیده‌های طبیعی و خارج از اراده و کنترل است که بالاترین میزان خسارت را به زیرساخت‌های کشور ما وارد کرده است، یعنی بیش از حوادثی مانند طوفان، رانش زمین، خشک‌سالی و ... البته به لحاظ تلفات جانی در مقام چهارم است و بعد از اپیدمی‌ها، بیماری‌ها، زمین‌لرزه و طوفان قرار دارد. مدیریت چنین پدیده‌ای لازمه‌اش کار جمعی است. بایستی به این باور و یقین برسیم که ما به‌طور متوسط از جهت تلفات و خسارت‌ها کشوری پرحادثه در مقام دهم جهان هستیم به‌خصوص در سیلاب. در مقایسه با کشورهای آسیایی هم، که شاید خیلی‌ها باور نداشته باشند، ایران با درصد بالای خسارت‌ها مقام چهارم را در این قاره دارد؛ یعنی بعد از هند، بنگلادش و مناطقی از چین که دارای بارندگی بالایی در بعضی مناطق خود هستند. در چین مناطقی هست که تا ۵۰۰۰ میلی‌متر بارندگی دارند!

اگر مانند خیلی از پدیده‌های طبیعی دیگر با آن برخورد علمی و کارشناسی شود، قطعاً بحران نخواهد بود، ولی اگر مدیریت نشود، می‌تواند بحران‌آفرینی کند.

کارهایی که باید در برخورد با سیل انجام دهیم فراوان است. در این خصوص به سه جنبه اساسی باید توجه داشته باشیم:

۱. توپوگرافی منطقه سیلابی (زمین‌شناسی منطقه)

۲. رژیم بارندگی از نظر مدت و شدت

۳. ملاحظات مدیریتی بحران

در موضوع اول و دوم تاکنون بشر به هیچ وجه قادر به مدیریت کردن و دخل و تصرف در آن دو نبوده، ما نمی‌توانیم شیب حوزه‌ها را کم یا زیاد کنیم، یا بستر زمین‌هایی را که داریم مثلاً از سنگی به غیرسنگی تبدیل کنیم. بنابراین تنها کاری که می‌توان کرد «مدیریت سیلاب» است که از نظر فرابخشی بودن، چندوجهی بودن و نیز نوع اقلیم هر کشور بعضاً ده تا دوازده دستگاه و وزارتخانه را درگیر آن می‌کند. همین‌طور در کشور ما هم از نظر تأثیرگذاری از بالاترین نقطه بارش که در سرشاخه‌ها است تا ورود آب باران به مسیل‌ها و رودخانه‌ها و سپس وارد شدن به مناطق غیرشهری و روستاها و شهرها که تخریب زمین‌ها و اماکنی را در پی دارد یا ذخیره شدن در پشت مخازن سدها و ... سازمان‌ها و ارگان‌های زیادی درگیر این بحران هستند.



● با توجه به قابل پیش‌بینی بودن سیل چرا سال گذشته این قضیه در کشور ما بحرانی شد؟

○ سؤال شما را اصلاح کنم. برخلاف بعضی از گفته‌های ظاهری در هیچ نقطه‌ای از دنیا سیلاب را نمی‌توانند پیش‌بینی کنند. بارش‌ها قابل پیش‌بینی هستند که سازمان‌های هواشناسی مسئولیت آن را دارند و مسئولیت اعلام و هشدار نیز با آنهاست که به فراخور زمان نسبت به افزایش تجهیزات و سیستم‌های خودشان توسعه یافته‌اند.

پیش‌بینی‌ها در سه طبقه قرار می‌گیرند: بلندمدت، میان‌مدت که فصلی نام‌گذاری شده است و کوتاه‌مدت که حداکثر تا ۷۲ ساعت قبل از بارش را پیش‌بینی می‌کند.

در پیش‌بینی‌های میان‌مدت یا فصلی امکان پیش‌بینی دقیق وجود ندارد یا دارای عدم قطعیت بالایی می‌باشد. یک دامنه قابل پیش‌بینی است که شامل دما و بارش می‌شود. ولی هر چقدر به زمان بارندگی نزدیک می‌شویم عدم قطعیت کمتر و میزان وقوع بارش بیشتر خواهد شد. برنامه‌ریزی‌ها نیز معمولاً معطوف به پیش‌بینی بارش‌های کوتاه‌مدت است که حداکثر بین یک هفته تا ده روز و نهایتاً ۲۴ تا ۷۲ ساعت قبل از بارش در کشور است.



● به نظر شما با توجه به سیلاب‌هایی که مانند زمین‌لرزه و براساس سندهای تاریخی دوره

بازگشت دارند نمی‌شد این مسئله را پیش‌بینی کرد؟

○ در وقوع سیل هم ما دوره بازگشت تعریف‌شده داریم اما مفهوم آن این نیست که چنانچه سیلابی با دوره بازگشت ۲۵ ساله تعریف شد دقیقاً تا ۲۵ سال دیگر اتفاق نمی‌افتد یا اینکه در بعضی از سطوح جامعه این تلقی وجود دارد می‌گویند: مثلاً این سیلاب دوره بازگشت صدساله دارد و فکر می‌کنند این سیلابی که

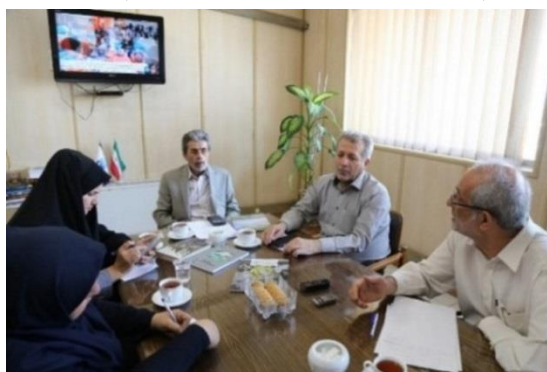
در فروردین ۱۳۹۸ اتفاق افتاد تا صد سال دیگر اتفاق نخواهد افتاد. اما این طور نیست و چه بسا می تواند هفته یا ماه بعد یا نیمه دوم سال اتفاق بیفتد.

○ **آقابگی** در ادامه این بخش اشاره می کند به اینکه با توسعه مدل ها و تجهیزات، از جمله تقویت رادارهای هواشناسی می توان مدل های جامع تری را به خدمت گرفت. براساس پیش بینی های تقریباً نه در کوتاه مدت و نه در ۲۴ تا ۷۲ ساعت بلکه ۱۰ تا ۱۵ روز خیلی از بارندگی ها را سیستم های هواشناسی قادر هستند پیش بینی کنند.

در وزارت نیرو بدون تقابل یا تعارض با آن ها مدل هایی به کار گرفته و اقداماتی انجام شده است که می تواند میزان بارش را تبدیل به میزان جریان کند. به این معنی که میزان بارش اتفاق افتاده مثلاً ۵۰ میلی متر در نقطه ای از کشور، چه میزان می تواند جریان پیدا کند و به سیلاب تبدیل شود. چون آن چیزی که در مجموع در منابع آب و وزارت نیرو قابل استفاده و کاربرد است نه صرفاً میزان و عدد بارش بلکه میزان جریان و آبی است که حاصل بارش است و برای ما کاربردی و تأثیرگذار است.

نکته ای را با تأکید بگویم، هنوز در سطح جامعه و مردم و مسئولین، سازمان ها و دستگاه های ذی ربط به این باور قلبی نرسیده ایم که در چنین کشوری سیلاب مهم ترین رخداد طبیعی است. شما به عنوان یک رسانه تأکید کنید که میزان باور و آمادگی ما در مواجهه با این مخاطره طبیعی عددی معادل ۱۰ الی ۱۱ از صد است.

○ **آقابگی** تأکید می کند که ما هنوز نتوانسته ایم در سطح جامعه به این شناخت برسیم و به ما می گوید اولین رسالت شما این است که با زبانی به خوانندگان مجله این مسئله را یادآوری کنید؛ چرا که عدم باور این موضوع موجب شده است که گاهی مردم احساس می کنند سیلابی که در جریان است، جدی نیست و خودشان را به آب می زنند، در حالی که سیلاب در حال وقوع است! بنده، به لحاظ مسئولیتی که داشتم، موارد زیادی را مشاهده کردم که بدون رعایت نکات ایمنی، افراد خودشان و خانواده را در معرض خطر و تهدید قرار دادند و خودم دیدم موتورسواری را که به دلیل عدم باور به این موضوع طعمه سیل شد.



● **در رابطه با مسائل قبل یا پیشاسیل هم چه نکاتی وجود دارد که باید بدانیم؟**

○ **آقابگی:** موضوع پیشگیری و پیش بینی دو رکن از ارکان مدیریت بحران است. تأکید می کنم که کشور چهار فصل و خوش آب و هوای ما از بین ۴۷ مورد بلایای طبیعی شناخته شده در دنیا احتمال وقوع ۳۱ مورد از آن ها را دارد! یعنی ما کشوری بلاخیز هستیم.

برای هرکدام از ۳۱ رخدادهای طبیعی که در کشورمان اتفاق می‌افتد چهار مرحله مدیریت بحران برای آن پیش‌بینی شده است: پیشگیری، پیش‌بینی، آمادگی، بازسازی. مقابله، به قول شما، زمانی است که حادثه اتفاق افتاده و سیلاب جریان پیدا کرده است، که باید اقداماتی مربوط به آن مرحله را انجام دهیم. هنگامی که سیلاب اتفاق افتاد و فروکش کرد زمان بازسازی و بازتوانی است اما مهم در گفت‌وگوی من با شما پیشگیری، پیش‌بینی و آمادگی است که در کشور ما به‌صورت اختصاصی و مشخص‌شده دوازده سازمان و وزارتخانه وظیفه و مسئولیت دارند.

● عوامل زمین‌شناسی و انسانی هرکدام چه نقشی در سیلاب دارند؟

○ در رابطه با جنس خاک، نوع برخورد با خاک را می‌توان تغییر داد. به‌عنوان مثال، شما می‌توانید در دامنه‌ها و در اراضی شیب‌دار با نوع شخم زدن در کاهش رواناب مؤثر باشید. وقتی زمین شیب دارد و شخم شما عمود بر شیب باشد، خیلی می‌تواند مؤثر باشد (به خاطر همین تقسیم‌بندی را عرض کردم) ما در بحث حوضه و مورفولوژی کاری نمی‌توانیم انجام بدهیم. خیلی کم می‌توانیم تراس‌بندی ایجاد کنیم یا سکوبندی کنیم یا گابیون‌بندی و شیب‌شکن ایجاد کنیم تا سرعت جریان را بگیریم و در کنار آن بار معلق آب را کم کنیم. می‌دانید وقتی سرعت آب بالا باشد خاک را همراه خود می‌شوید و باعث غلظت آب می‌شود که سرعت تخریبی بیشتری پیدا می‌کند. اگر بتوانیم سازه‌ای در حوضه‌های بالا و سرشاخه‌ها ایجاد کنیم، هم سرعت و هم غلظت سیلاب کم می‌شود. این وظایف و تکالیف به عهده وزارت کشاورزی است. در این صورت به‌طور مثال وزارت جهاد کشاورزی به‌عنوان متولی امر آبخیزداری و آبخوان‌داری و منابع طبیعی، در اینجا می‌توانند فعالیت‌های فراوانی انجام دهند یا دانشگاه‌ها به‌عنوان مراکز علمی می‌توانند یاور دستگاه‌های اجرایی در جهت عملی کار کردن باشند. پژوهش‌های علمی ارائه کنند که متناسب با هر اقلیم اجرا شود. پایگاه‌های علمی دانشگاهی و پژوهشگاه‌ها می‌توانند در این کار سهیم باشند.

در مرحله بعد باید در مناطق روستایی، روستاها را ایمن کنیم. الگوهای رفتاری ساخت و ساز و نحوه همکاری بین انسان و طبیعت را در نظر بگیریم. در اینجا بنیاد مسکن باید الگوهای پیشرفته ساخت و ساز را از سرشاخه‌ها شروع کند و به اراضی پایین‌دست روستایی برساند، به گونه‌ای که روستاها در معرض تهدید سیلاب، بهمن، حرکت یخچال‌ها و توده‌های یخی نباشند. شرطش این است که رودخانه‌ها و آبراه‌ها، متناسب با هیدرولیک جریان رودخانه‌های کوچک که در سرشاخه‌ها هستند، حریمشان رعایت شود.

نکته مهم الگوی کارهای زیربنایی در سطح روستاها است مانند جوی‌ها، جدول‌ها و پل‌ها در مناطق روستایی که باید متناسب با هیدرولیک رودخانه باشد تا به راحتی آب را عبور بدهند. چنانچه گذر آبی تدارک‌دیده‌شده متناسب با هیدرولیک رودخانه نباشد می‌تواند عامل شدت بحران باشد.

اگر از بالادست رفتارمان را اصلاح کنیم، جاری شدن سیل می‌تواند عامل تعدیل‌کننده در جهت نفوذ آب به زیر زمین، و کمک به آبیاری درختان و حاصلخیزی خاک‌ها باشد.

در مقطع روستا وقتی معبر ما امکان و اجازه عبور آب را داشته باشد از جهت آبخیزداری به‌طور قطع آب عبور می‌کند و موجب تخریب اراضی روستایی و کشاورزی نمی‌شود.

ولی اگر این مجرا نتواند آب را از خود عبور دهد، حتماً همراه خودش گل و لای و خاشاک و اجسام شناور را با خود می‌آورد و در اولین مرحله ته‌نشین می‌شود، و دهانه را مسدود می‌کند. در نتیجه با ایجاد یک سد موقت ناپایدار که به زودی تخریب خواهد شد اثرات تخریبی برای پایین‌دست خواهد داشت. ضمن اینکه وقتی آب در پشت یک سازه یا مانع موقت جمع می‌شود، پس می‌زند و وارد مناطق روستایی و سکونتگاهی هم می‌شود.

نتیجه اینکه در مناطق روستایی رفتار ما باید متناسب با میزان جریانی باشد که اتفاق می‌افتد. اگر این چند اقدام ما درست باشد توانسته‌ایم در راستای مدیریت سیلاب اقدام کنیم و دیگر با بحران و مخاطره‌ای روبه‌رو نخواهیم شد.

طبیعی است که حوضه‌های بزرگی مانند سد کرخه که وسعتش به گستره‌ای بیش از ۵۶۰۰۰ کیلومتر مربع است، یا در حوضه قزل اوزن که آب با گذر از هشت استان غربی می‌گذرد تا در نهایت از طریق استان گیلان وارد دریای خزر شود ۴۲۰۰۰ کیلومتر مربع است، با تلفیق آبراه‌ها و نه‌رهای کوچک و عبور آن‌ها از مناطق روستایی در آخر وارد مناطق شهری می‌شوند.

قبل از ورود آب به مناطق شهری، وزارت راه و شهرسازی وظیفه دارد در زمان ایجاد پل‌ها و مجاری انتقال آب با مطالعه و شناخت دقیق حوضه‌های آبریز و با در اختیار گرفتن اطلاعات مربوط به رژیم رودخانه‌ها، و هیدرولیک رودخانه‌ها، تأسیسات عبوری، و تقاطعی با رودخانه‌ها را از جهت دهانه، و عرض پایه‌ها و ارتفاع پل متناسب با اقلیم طراحی و اجرا کنند.

● وزارت نیرو در چه چارچوب قانونی فعالیت دارد؟

○ در پاسخ این سؤال، براساس قانون که چارچوب فعالیت ما را مشخص کرده عرض می‌کنم. در سال ۱۳۴۷ بحث قانون توزیع عادلانه آب تصویب شده که در آن مسئولیت و مدیریت رودخانه‌ها و مجاری آبی به وزارت نیرو اختصاص یافته است.

این قانون که ناظر بر آب‌های زیرزمینی، سطحی، و دیگر آب‌هایی است که در سرزمین ما جاری می‌شود، چند ماده دارد. وزارت نیرو موظف است نسبت به انجام مطالعات و تعیین حد بستر و حریم رودخانه‌ها براساس دوره بازگشت ۲۵ ساله سیلاب‌ها اقدام کند. تا امروز هیچ‌گاه این مسئولیت از وزارت نیرو سلب نشده و دستگاه دیگری هم در اجرای آن تداخل نمی‌کند.

ما در راستای این تکلیف باید معادل ۷۲ تا ۷۳ هزار کیلومتر رودخانه دائمی را بررسی کنیم.

● وقتی سدی را می‌سازیم می‌دانیم که به تدریج آب رود کاهش می‌یابد. رود هم قادر است مسیر خود را تغییر بدهد. در حالی که شما حریم را برای اینجا قائل شدید. وقتی سیل بیاید به حریم جدید شما توجه نمی‌کند. آیا برای این فکری شده؟

○ در نظام مطالعات طرح جامع در بستر و حریم رودخانه‌ها اصل بر این است که سدی نباشد. ما در جایی سد می‌سازیم که هدف از آن مهار یا کنترل سیلاب باشد نه اینکه آب را قطع کند و رودخانه را خشک کنیم! چنانچه سد پر شد آیا باید در پایین‌دست آن قدر تصرف و تجاوز باشد؟!

در مطالعات انجام شده تعیین حد بستر فرض بر این است که سدی وجود ندارد و در پایین دست نیز باید الگوهای ساخت و ساز به علاوه کشاورزی خارج از بستر و حریم رودخانه‌ها انجام شوند.

● آیا در مورد سیلابی که در گنبد و آق‌قلا مناطق پایین دست را گرفت این موارد رعایت شده بود؟ آیا الگوهای کشت در استان خوزستان مناسب بود و یا حریم رودخانه‌ها رعایت شده بود؟ چرا این طوری است؟ گفته بودند که ما در حریم بستر کشت و کار می‌کنیم. یک یا دو بار سیل می‌آید و اراضی را زیر آب می‌برد. اما وقتی فروکش کرد از نظر محصول برای ما بهتر می‌شود؛ یعنی زمینمان حاصلخیزتر می‌شود. آیا این کار و نگرش به لحاظ منطقی و عقلی صحیح است؟

○ خیر. چون با این کار خود عرض و پهنای رودخانه را کاهش می‌دهیم و تصرف می‌کنیم و در نهایت عبور مطمئن آب را دچار اختلال می‌سازیم. طرح‌های ناصحیح شهرسازی نیز از همین نوع هستند.

اعتقاد دارم برای مناطقی که در آن‌ها وزارت نیرو و مدیریت منابع آب مطالعات حریم و بستر رودخانه‌ها را انجام داده‌اند اگر شهرسازی، با تصویب طرح‌های شهری و طرح تفصیلی و جامع متناسب با این نقشه‌ها انجام می‌شد این مشکلات پیش نمی‌آمد. ولی این کار نشده و آمده‌اند در مسیر رودخانه‌ها پارک را در وسط رودخانه ایجاد کرده‌اند نه در حاشیه آن! خواهش می‌کنم این را بنویسید تا نسل بعدی که مسئول است این اشتباه را تکرار نکند تا تخریب‌ها کاهش پیدا کند.

اگر قرار است تسهیلات تفریحی و خدماتی ایجاد شود در حریم رودخانه نباشد. چون رژیم رودخانه خواه ناخواه مسیر خود را می‌رود. دیدیم که مسیر خود را با تخریب ساخت و سازهای حریم طی کرد.

بهانه کاهش هزینه‌ها نباید باعث شود تا در بحث شهرسازی دولتی‌ها (ساخت) دانشگاه‌ها یا مؤسسات علمی و تفریحی و کاربری‌ها دیگر را در حریم و بستر رودخانه‌ها بنا کنند چون این کاهش هزینه‌ها غیرواقعی هستند، سیلاب یک بار و برای همیشه تمام سرمایه‌گذاری را به مخاطره انداخته و با خود می‌برد.

سازمان‌هایی که درصدد ایجاد تفریح‌گاه برای مردم هستند باید توجه کنند که سرمایه‌گذاری آن‌ها برای ایجاد فضاهای تفریحی و گردشگری متناسب با میزان هیدرولیک رودخانه‌ها باشد.



تصویر ۲- مهندس اسکویی

● عبدالله اسکویی^۲ با توجه به سهمی که در کنش‌ها و واکنش‌ها دارید، مسئولیت شما درون سازمانی تعریف شده یا برون‌سازی؟ به نظر می‌آید شما می‌توانید در حرکت‌دهی و تحرک سایر سازمان‌ها در راستای اجرای طرح‌ها مؤثر و مطالبه‌گر باشید؟ نقشی را که در دوره سیلاب‌های ۱۳۹۸ داشتید توضیح دهید.

□ همان‌طور که اشاره کردید نوع نگاه ما به روابط عمومی متفاوت است با نوع مرسوم آن ما فکر می‌کنیم در بخش آب کشور که تبلور آن در مدیریت منابع آب است. چالش‌های زیادی وجود دارد.

مسائل زیادی هست که حل آن‌ها در گرو آگاه‌سازی در حوزه آب است، همچنین فرهنگ‌سازی و مطالبه‌گری، کاری که در سال‌های گذشته انجام دادیم شامل چالش‌شناسی به معنی اینکه بخش آب با چه چالش‌هایی روبه‌روست و روابط عمومی چه کمکی می‌تواند بکند برای حل آن‌ها. مثلاً در مورد چالش مصرف آب در بخش کشاورزی، تا مدت‌ها شاید هفت تا هشت سال پیش ذهن‌ها بر این باور بود که عمده مصرف آب در حوزه آشامیدن و شرب و این مسائل است. ولی با کارهایی که انجام دادیم. ذهن‌ها را متوجه مصرف آب در کشاورزی کردیم. این مطالبه‌گری به‌شکلی خودش را نشان داد که بعضی از همکاران ما در وزارت کشاورزی تلاش می‌کنند تا بگویند ما داریم سال به‌سال میزان بهره‌وری آب را افزایش می‌دهیم و تلاش می‌کنیم از آب با روش‌های صحیح استفاده و در جهت تغییر الگوی کشت حرکت کنیم و از این دست مسائل. ما مشکلاتی در آب‌های زیرزمینی داشتیم که سعی کردیم با تدوین یک برنامه اطلاع‌رسانی به‌عنوان پیوست فرهنگی در برنامه و طرح احیا و تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی قرار دادیم و در کنار آن پیوست فرهنگی و رسانه‌ای هم تعریف کردیم که در آن مخاطبان را دسته‌بندی نمودیم شامل کشاورزان، فرمانداران، استانداران، قضات و بهره‌برداران، کسانی را که در این طرح مرتبط هستند برایشان برنامه اطلاع‌رسانی تدوین کردیم که اثرات آن در حال حاضر به‌صورت مثبت مشاهده می‌شود. به‌طور مثال حدود هفت، هشت سال پیش اگر چاه غیرمجازی را تعطیل می‌کردم، و کشاورز شکایت می‌کرد ما محکوم می‌شدیم اما الان وضعیت کاملاً برعکس شده و به‌طور نسبی قوه قضائیه از ما جلوتر است، و مدعی ماست که من حکم را صادر کردم چرا اقدام نمی‌کنید!

یکی از چالش‌های دیگر که احساس کردیم روابط عمومی می‌تواند کمک کند بحث سیل و سیلاب بود. ما متوجه شدیم بخشی از مدیریت سیلاب باید برگردد به بحث مدیریت ریسک یا پیشگیرانه، نه اینکه بگذاریم اتفاقی رخ دهد و بعد آن را مدیریت کنیم.

در مدیریت پیشگیرانه آگاهی‌رسانی خیلی می‌تواند کمک کند. که آن را به یک اطلاع‌رسانی تبدیل کردیم. به برنامه اطلاع‌رسانی و در قالب فیلم که چگونه سیلاب اتفاق می‌افتد؛ چگونه باید مردم آگاه باشند، چه راهکارهایی برای جلوگیری از سیلاب است، که این را مهندس توضیح دادند. همچنین در آگاهی‌سازی مردم درباره حریم و بستر رودخانه اقدام کردیم. در یکی از برنامه‌های آگاهی‌رسانی اطلاع می‌دهیم که چگونه از سیلاب آگاه شوند و اشاره کرده‌ام که اگر در تابستان کنار رودخانه می‌روید تا چه حد باید از آن فاصله بگیرید؛ یا به آن‌ها درباره پارک اتومبیل می‌گوییم که ارتفاع ۱۵ سانتی آب اتومبیل را حرکت می‌دهد و می‌برد.

مدیریت ریسک و پیشگیرانه ما ارتباطی به سیلاب اخیر ندارد. حتی این فیلم‌ها برای این سیلاب ساخته نشده بودند. آن‌ها را آماده داشتیم و قبل از عید در اختیار صدا و سیما گذاشته بودیم. آن‌ها ایراداتی گرفتند و پخش نکردند ولی وقتی سیل آمد تماس گرفتند که شما چگونه پیش‌بینی کردید که سیل خواهد آمد!

البته ما هم تا حدی می‌دانستیم چون سیل‌ها به طور فصلی اتفاق می‌افتد. به احتمال زیاد در فصل پاییز که سیل خیز است اتفاق خواهد افتاد. حتی پیش‌بینی‌های هواشناسی نیز به‌طور عمده کیفی هستند عددی نیستند که به طور دقیق بگویند چه میزان قرار است ببارد. ما هم می‌دانستیم سیل به لحاظ کیفی خواهد آمد، اما به لحاظ حجم آب عددی نداشتیم. وقتی این فیلم‌ها را در فضای مجازی قرار دادیم حدود یک میلیون نفر بازدید داشتیم.

● برنامه آینده شما و همکارانتان چیست؟

○ **مهندس آقا بیگی:** در تاریخ این سؤال می‌گوید: زمانی که سیلاب فروردین سال ۱۳۹۵ در استان خوزستان و سد دز اتفاق افتاد، اگر منطقی فکر کنیم، باید از آن برای اصلاح رفتارمان درس می‌گرفتیم. بعد از آن وزیر وقت نیرو دستور داد که ما بایستی دارای یک دستورالعمل و نظام‌نامه‌ای باشیم که در آن امکان رصد فعالیت و اقدام هر شخص از وزیر تا اپراتور، مشخص باشد.

ماحصل آن این شد که فعالیت‌های جزیره‌ای قبلی یک‌پارچه و متمرکز شد، چنانچه اگر کسی در نقطه‌ای می‌گفت قرار است سیلابی اتفاق افتد همه در اینجا متمرکز می‌شد؛ در حالی که قبل از آن ساختاری نداشتیم. از ۲۵ اسفند ۱۳۹۷ تا ۲۰ فروردین ۱۳۹۸ مجموعه این کمیته یا تیم راهبری مدیریت سیلاب، که در صحبت‌های آقای اسکویی بود، ۱۷۸ سد بزرگ داریم که بایستی مدار فرمان آن دست ما باشد. اعداد کوچک ۱۰ یا ۱۰۰ یا ۱۰۰۰ متر مکعب مطرح نبود. ۸۴۰۰ متر مکعب در ثانیه سیلاب وارد مخزن سد کرخه شد. این اعداد خیلی بزرگ هستند. کسی که مشغول این سدها بود کار خودش را انجام می‌داد و کسی که مشغول مدیریت رودخانه‌ها بود هم کار خودش را. این هنر با هم کار کردن درسی از سیلاب ۱۳۹۵ بود و در وزارت نیرو به کار گرفتیم؛ نه فقط در سیلاب، بلکه در آب و فاضلاب و بخش برق و توانیر نیز نباید در صورت بروز اتفاقی مردم از خدمات آب و برق محروم شوند. تا تمام خدمات دیگر هم تحت‌الشعاع آن قرا گیرد؛ و در ارتباط با درس‌های سیلاب ۱۳۹۸، تأمین و گسترش نظام‌نامه سیلاب وزارت نیرو در سطح تمامی دستگاه‌های کشور و نیز بالا رفتن سطح همکاری و مشارکت در مدیریت بحران سیلاب و پیشگیری از بحران‌آفرینی آن. همه ما باید باور کنیم که دیر یا زود سیلاب خواهد آمد. بنابراین باید الگوی شهرسازی با لحاظ نمودن حد بستر و حریم رودخانه با دوره بازگشت ۲۵ ساله باشد. تأکید می‌کنیم که باید در زمان اجرای طرح‌های ایمن‌سازی در مقابل سیلاب کانال‌ها و مجاری آبرسانی براساس دوره بازگشت ۲۵ ساله اجرا شوند. براساس مطالعات حتی می‌توان دوره بازگشت صد تا دویست سال را هم برای نجات در نظر گرفت. مثلاً دهانه را آن قدر کوچک نگیریم که فقط دوره بازگشت ۲۵ ساله را جواب‌گو باشد. درس دیگر از سیلاب ۱۳۹۸ طرح‌های ایمن‌سازی برای آمادگی شهر در برابر خطر سیل با پهنای ۲۵ ساله است.

آموختیم اگر قرار است پل‌هایی بسازیم، باید دهانه ارتفاع و عرض ستون‌ها متناسب با دوره ۲۵ ساله باشد. یکی از درس‌هایی که طبیعت به ما می‌دهد این است که اتفاق خواهد افتاد هر چند با تأخیر زمانی، ولی خبر نمی‌کند. در سیل ۱۳۹۸ متوجه شدیم که الگوی شهرسازی ما براساس سطح تراکم و میزان عرض پهنای باند و متناسب با رژیم رودخانه‌ها نیست و در مجوزهای مسکونی و غیرمسکونی صادرشده رژیم رودخانه‌ها مورد ملاحظه قرار نگرفته است. در این راستا وزارت نیرو بعد از سیلاب سال ۱۳۹۸ پیشنهادهای خود را برای اصلاح ضوابط ساخت و ساز در شهرها و روستاها به‌صورت مشخص و با بیش از ۳۰ سند کتباً اعلام کرده، تا در استقرار واحدهای مسکونی و غیرمسکونی کاربری شهری متناسب با رودخانه‌ها باشد.

درس دیگر ما از سیلاب ۱۳۹۸ لزوم توجه ویژه به موضوع پیشگیری و پیش‌بینی است. در نظام‌نامه وزارت نیرو از صد اقدامی که تعریف کردیم ۴۸ مورد آن‌ها، یعنی قریب نیمی از فعالیت‌های ما در بحث مدیریت سیلاب، به بحث پیشگیری و پیش‌بینی معطوف می‌شود؛ درباره اینکه برای برنامه‌های آتی بعد از سیلاب ۱۳۹۸ چه کردیم. ما تمام فعالیت‌ها را یک‌به‌یک قبل از بحران، در جریان بحران و بعد از آن، یعنی در زمان فروکش کردن سیلاب، مکتوب کردیم و آن را به وزارت راه و شهرسازی، و طبق ماده ۵۵ قانون شهرداری‌ها، بر بنیاد مسکن به نیروی انتظامی، به ثبت اسناد، به طرح جامع امداد و نجات و جاهای دیگر ابلاغ کردیم و گفتیم که چه کارهایی باید انجام دهند؛ کارهایی که باید هماهنگ و بدون تداخل صورت گیرد.

در بحث اجتماعی سیل، این بخش به‌عهده صدا و سیماست. به ویژه برای زمان قبل از وقوع سیل؛ ما باید بدانیم قرار نیست فقط یک مجموعه فعال باشد. همه باید با هم تلاش کنیم.

● عملکرد مجموعه‌هایی را که به‌عنوان تیم و کمیته در کنار شما سیلاب ۱۳۹۸ را مدیریت کردند چگونه ارزیابی می‌کنید؟

○ در داخل مجموعه خیلی خوب بود؛ به گونه‌ای که از سرریز هیچ سدی غافل نشدیم و سیلابی رخ نداد مگر آنکه ما ۷۲ ساعت قبل از آن خبر داشتیم. مثلاً در سیلاب هیرمند سیستان و بلوچستان یک هفته قبل از آنکه وارد ایران شود. هماهنگ کردیم و با تمهیدات لازم ۱۵۰ دستگاه سنگی آماده کردیم و توانستیم ۳۲۵ متر مکعب سیلاب سنگین را مدیریت کنیم.

در سیلاب ۱۳۹۸ در یکی از استان‌ها بیش از ۷۰ درصد بارش یک‌ساله آن در طول دو هفته بارید. در استان لرستان برای اولین بار بیش از ۱۲۰۰ میلی‌متر بارندگی داشتیم، در استان ایلام و لرستان بیش از ۱۲۰۰ میلی‌متر بارندگی داشتیم. در حالی که فقط استانی پرباران مثل گیلان متوسط بارش سالانه‌اش ۱۲۰۰ میلی‌متر است.

از نگاه مدیریتی، این سیلاب می‌توانست در هر زمان و هر مکان دیگری اتفاق بیفتند. این جمله را بنویسید که اگر اقدامات ناصواب صورت گرفته در دروازه قرآن شیراز در جای دیگری تکرار شده باشد و اگر در فاصله قبل از اتفاقات نسبت به اصلاح رفتارها گذشته اقدام نشود، در صورت وقوع بارش با شرایط دروازه قرآن، که بسیار شدید و با شدت ۷۶ میلی‌متر در ساعت بود، می‌تواند خسارت‌هایی به مراتب سخت‌تر و شدیدتر را رقم بزند.

درس طبیعت این است که اگر می‌خواهیم با آن همزیستی داشته باشیم باید متناسب با ظرفیت آن رفتار کنیم. در بحث سیلاب حتی باید آمار و ارقام هیدرولوژیکی حوضه‌ها و رودخانه‌ها را ببینیم. اگر چنین باشد سیلاب بحران‌آفرین نخواهد بود.

براساس قانون توزیع عادلانه آب، مدیریت کردن رودخانه‌ها وظیفه وزارت نیروست. قانون دیگری هم مربوط به سال ۱۳۳۸ داریم که در کنار آن مدیریت سیلاب وظیفه وزارت کشور است که می‌گوید در شهرهایی که رودخانه‌ای از آن عبور کرده شهردار باید مسیر سیلاب احتمالی را ایمن کند. یعنی طرح جامع سیل را داشته باشد و بتواند مطالعه هشدار سیل انجام دهد.

ما در وزارت نیرو سامانه هشدار سیل را کار کردیم که به وسیله آن پیش‌بینی می‌کنیم حداقل سه تا چهار روز آینده در کجا چه میزان بارندگی خواهیم داشت و چه میزان از آن به صورت سیل جریان پیدا خواهد کرد؛ که ما این را براساس مدیریت خود اعمال می‌کنیم.

● برای باور سیل و اینکه چگونه باید از آن عبور کرد و خطر را کاهش داد چه آموزش‌هایی لازم است؟

○ اینکه اگر سیلاب اتفاق افتاد چه باید کرد، یک بخش آن به وزارت نیرو باز می‌گردد، اما به‌طور کلی ۵۰ درصد پیشگیری و پیش‌بینی و آماده‌سازی در جای خود است، ۳۰ درصد مربوط به زمان وقوع بحران و ۲۰ درصد نیز در زمان فروکش سیلاب است. سیلاب‌ها بعضی دارای دو تا سه پیک هستند. زمانی که پیک اول رخ دهد باید بلافاصله مناطق آسیب‌پذیر شناسایی شوند و در کوتاه‌ترین زمان اقدامات اضطراری صورت گیرد.

اتفاقات در حال وقوع هستند و در لحظه؛ ما در مجموعه وزارت نیرو اقدامات ضروری برای این بخش را فراهم کرده‌ایم. مثلاً خروجی آب استان فارس در بخش جنوب وارد بوشهر می‌شود و از آنجا به خلیج فارس می‌رسد. لذا همکاران ما با توجه به ایستگاه‌هایی که داریم، با توجه به اندازه‌گیری‌هایی که انجام می‌دهند، زمانی که سیلاب جریان پیدا کرد، اعداد و ارقام را از شیراز به اطلاع استان بوشهر می‌رسانند. بوشهر نیز قبل از رسیدن سیل خودش را آماده می‌کند. براساس همین اطلاعات بود که در سیل ۱۳۹۸ مسیر سراسری بوشهر برازجان را شکافتند تا سیلاب وارد مناطق مسکونی نشود. این ارتباط بخشی از اقداماتی است که با توجه به فرصت موجود انجام شد و توانست ۵۰۰۰ متر مکعب آب سیلاب را وارد خلیج فارس کند. بدون آنکه آسیب جدی وارد کند در همین حال، سهل‌انگاری و عدم باور به بروز سیلاب و خطرات آن موجب شد سه جوان برای گرفتن عکس، خودشان را در موقعیتی بسیار خطرناک قرار دهند. که سبب شد سیلاب، متأسفانه، آن‌ها را با خود برد! با سیلاب ۵۰۰۰ متر مکعبی هم مشکل نداشتیم.

سیلاب هیرمند نیز مدیریت شد، به‌گونه‌ای که هیچ‌گونه آسیبی نداشتیم، در حالی که همین پدیده در افغانستان و پاکستان خساراتی به بار آورد و جان افرادی را هم گرفت! یا در خوزستان که آب‌ها که از همدان، کرمانشاه! ایلام، بویراحمد و کهگیلویه و لرستان وارد سدهای آن می‌شوند، که متوسط زمانی طی این فاصله دو تا سه روز است، در این فاصله اطلاع‌رسانی‌های لازم انجام شد به‌گونه‌ای که در خوزستان حتی یک نفر هم تلفات جانی نداشتیم و سیلاب با کمترین خسارات و بدون تلفات جانی مدیریت شد.

● لطفاً در رابطه با اقدامات بعد از وقوع سیل نیز توضیحاتی بفرمایید.

○ یکی از اقدامات ترمیم خرابی‌هاست. درست است که اگر اقدامات پیشگیرانه و پیش‌بینی‌های لازم را انجام بدهیم و مدیریت در زمان بحران داشته باشیم خسارت‌های ما حداقل خواهد بود، ولی به هر حال در هر سیلابی که بیاید رودخانه‌ها آسیب می‌بینند و دیوارها تخریب می‌شوند. در این خصوص ما اولین دستگاهی بودیم که خسارت‌ها را برآورد کردیم و در اختیار دستگاه‌های ذی‌ربط قرار دادیم. در اقدامات بعد از وقوع باید مکان جایی را که فوریت زمانی داشت ترمیم می‌کردیم. مثلاً کانال‌هایی که خودمان تخریب کرده بودیم باید ترمیم می‌شدند که با توجه به وسع مالی و زمانی، همکاران ما اقدامات اضطراری را انجام دادند.

در مورد آلودگی آب، اگر منظورمان پیش‌بینی آلودگی باشد که چنین چیزی نداریم؛ ولی در زمان سیلاب معمولاً آب چه از نظر کدورت و چه از نظر بار ذرات معلق قابلیت استفاده ندارد و به مرور ته‌نشین می‌شود سیلاب که با سرعت زیاد به طرف دریچه‌ها حرکت می‌کند که با باز کردن دریچه‌ها تا حد امکان خارج می‌شود.

در بعضی جاها که امکان آن وجود نداشته باشد مثل دریاچه‌های بزرگ، سد کرخه و دز معمولاً در تراس‌های بالایی ورودی مخزن رسوب می‌کنند. آبی که می‌بینید از دریچه‌ها خارج می‌شود. زلال و شفاف است و ما دغدغه آلودگی را

نداریم. مانند وقتی طول دریاچه سد زیاد است دریاچه سد دز با طول ۶۵ کیلومتر آب فرصت نمی‌کند که خودش را به دریاچه‌ها برساند.

● در وقوع این سیل چند درصد به عوامل طبیعی و چند درصد عوامل انسانی دخالت داشتند؟

○ غیر از یک بخش از سطح استان گلستان که شیب پایین زمین موجب می‌شود آب پس بزند و کند تخلیه شود، در سایر مناطق کشور با قاطعیت عرض می‌کنم که عموماً ناشی از عوامل انسانی بود؛ لذا اگر در آینده در روابط اجتماعی و ساختارها و کارهای فنی و الگوهای شهری تجدیدنظر گردد و نواقص برطرف شود با اطمینان می‌توان گفت که خسارت به کمترین میزان خواهد رسید.

● در پایان این گفت‌وگو چنانچه پیامی دارید که طرح آن می‌تواند برای مخاطب ما مؤثر باشد بیان کنید.

○ آب مایه حیات است و در ذات خود عامل تخریب نیست. ما باید تلاش کنیم با شناخت دقیق رفتار آب در بخش‌های مختلف روش صحیح استفاده از آن را بیاموزیم.

سیلاب ناشی از بارش فراوان در یک زمان کوتاه است. ما وظیفه داریم روش ارتباط صحیح با این پدیده را در زندگی فردی و اجتماعی شناسیم و به کار بیندیم. در این صورت خواهیم دید آب همان ذات اولیه‌اش را حتی در زمان سیلاب حفظ خواهد کرد.

باید دانست سیلابی که در اواخر سال ۱۳۹۷ و اوایل سال ۱۳۹۸ در کشور اتفاق افتاد موجب نعمت‌های فراوانی هم شد. سدها پرآب شدند و تضمینی برای آب شرب، مصارف کشاورزی و رونق اقتصاد کشور شد و زنده کردن محیط‌های آبی و تالاب‌ها را در پی داشت. باید بتوانیم رفتارهایی را که موجب خسارت‌ها می‌شود اصلاح کنیم. این نعمت ناشی از نزول رحمت الهی همواره می‌تواند برای ما نجات‌بخش و امیدبخش باشد.

● جناب اسکویی! توصیه‌ها و رهنمودهای پایانی خود را بفرمایید.

□ صحبت‌های پایانی بنده، مانند صحبت‌های اولیه‌ام، تکیه دارد بر موضوع پیشگیری، اطلاع‌رسانی و آگاهی دادن - که خیلی باید روی آن کار کنیم.

در همین راستا با کمک آموزش و پرورش طرحی را داریم با عنوان «طرح دانش‌آموزان نجات آب» که اختصار آن می‌شود «داناب» در این طرح هدف ما استفاده درست از آب است و صرفه‌جویی در آن. یک هدف دیگر تربیت نسلی است آگاه و مسئول نسبت به موضوع آب، چون این دانش‌آموزان با توجه به سرعت گذر زمان در آینده‌ای نزدیک نسل مسئول و مدیران کشور خواهند شد و می‌توانند در این عرصه و عرصه‌های مشابه آن بسیار مؤثر و اثرگذار باشند.

● با صحبت‌های پایانی مهندس آقابییگی و جناب اسکویی این گفت‌وگو و نشست به پایان می‌رسد.

پی‌نوشت‌ها

۱. مدیرکل دفتر پدافند غیرعامل و مدیر شرکت مدیریت منابع آب ایران

۲. مدیر کل روابط عمومی مدیریت منابع آب ایران



خطر در کمین است

مجید کوهستانیان

دبیر زمین‌شناسی ناحیه ۶ مشهد

چکیده

فرونشست زمین یکی از مسائل زیست‌محیطی است که یا بر اثر فعالیت‌های زیاده‌خواهانه انسان ایجاد می‌شود و یا اینکه ناشی از پدیده‌های طبیعی است؛ از جمله می‌تواند ناشی از موارد گوناگونی مانند برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی، فشار وزن ساختمان‌ها و دیگر بناهای سنگین سخت و متراکم شدن طبیعی خاک‌های آبرفتی، استخراج مواد معدنی و دیگر مواد جامد از زیر زمین، فرونشست ژئوتکتونیک، انحلال سنگ‌های آهکی و دولومیتی توسط آب‌های فرورونده و تشکیل حفرات خالی و ریزش متعاقب آن و ... باشد. برای در امان بودن از خطرات فرونشست سطح زمین، باید سعی کرد مناطق مسکونی دور از نقاط خطر خیز بنا شوند. به‌علاوه باید برداشت آب‌های زیرزمینی را مدیریت و کنترل کرد. از سوی دیگر، بعد از برداشت نفت و گاز و آب‌های زیرزمینی، باید شوراب‌ها یا دیگر سیالات زاید را به درون زمین تزریق کرد تا با ایجاد فشار سیال، از ریزش سنگ‌های رویی جلوگیری شود. بعد از عملیات معدن‌کاری نیز باید با محکم کردن سنگ‌ها و بازسازی معدن زیرزمینی، مانع از فرونشست و ریزش زمین شد.

کلیدواژه‌ها: فرونشست زمین، برداشت آب زیرزمینی، فروچاله، معدن‌کاری، ریزش، برداشت نفت و گاز.

مقدمه

افزایش بی‌رویه جمعیت در بعضی از نقاط در یک قرن اخیر، نیاز انسان به آب، مواد غذایی و مواد معدنی را به شدت افزایش داده است. دسترسی به مواد غذایی مستلزم وجود آب است. لذا، همان‌طور که می‌دانیم، پیوسته و با سرعتی افسارگسیخته، آب‌های زیرزمینی استخراج و جهت آبیاری محصولات کشاورزی استفاده

فرونشست زمین یکی از مسائل زیست‌محیطی است که یا بر اثر فعالیت‌های زیاده‌خواهانه انسان ایجاد می‌شود و یا اینکه ناشی از پدیده‌های طبیعی است؛ از جمله می‌تواند ناشی از موارد گوناگونی مانند برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی، فشار وزن ساختمان‌ها و دیگر بناهای سنگین سخت و متراکم شدن طبیعی خاک‌های آبرفتی، استخراج مواد معدنی و دیگر مواد جامد از زیر زمین، فرونشست ژئوتکتونیک، انحلال سنگ‌های آهکی و دولومیتی توسط آب‌های فرورونده و تشکیل حفرات خالی و ریزش متعاقب آن و ... باشد

می‌شود. از سوی دیگر، استخراج و فرآوری مواد معدنی و محصولات صنعتی هم غالباً نیازمند آب فراوان است. بنابراین برای تأمین نیازهای این جمعیت رو به افزایش، مصرف آب به شدت افزایش یافته است. در

این میان استخراج بی‌رویه آب در مناطق کم‌باران، باعث خالی ماندن فضاهای درون سنگ‌ها و رسوبات شده و در نبود فشار سیالات در زیر زمین، فرونشست زمین را در پی می‌آورد.

حرکت عمودی سطح زمین به سمت پایین را فرونشست زمین می‌گویند (Marker, 2013) که می‌تواند از عوامل طبیعی و یا از فعالیت‌های انسان ناشی شود. این پدیده یکی از خطرات زیست‌محیطی است که به‌صورت ریزش ناگهانی زمین و تشکیل گودال یا به‌صورت فرونشست آرام سطح زمین ظاهر می‌شود. ریزش‌های^۱ ناگهانی به‌ندرت با آسیب‌های جدی همراه‌اند، البته به شرطی که نزدیک به مناطق در معرض خطر زمین‌لرزه، آتش‌فشان، سونامی یا

زمین‌لغزه نباشند. اما فرونشست آرام زمین هرچند که در یک دوره زمانی طولانی‌تر رخ می‌دهد، می‌تواند خسارت‌های مالی زیادی دربر داشته باشید. در این نوشتار عوامل و چگونگی ایجاد فرونشست زمین ناشی از فعالیت‌های انسانی را بررسی و در هر مورد راهکار مناسب برای کاهش آن را ذکر می‌کنیم. قسمت عمده این نوشتار از کار Nelson (2016) اقتباس شده است.

انواع فرونشست زمین

در بیشتر موارد فرونشست زمین را می‌توان با عوامل زیر مرتبط دانست (Marker, 2013):

۱. فعالیت‌های زیرزمینی (ناشی از عوامل طبیعی یا فعالیت‌های انسانی)؛

۲. جابه‌جایی عمودی زمین توسط گسل‌ها؛

۳. برداشت مایعات (نفت و آب) و گازها از زیرزمین؛

۴. متراکم شدن خاک‌های ضعیف در زیر بار وزن رسوبات بالایی.

البته موارد دیگری نیز وجود دارد که متداول نیستند؛ مانند حرکت‌های جانبی زمین، سرزمین‌های یخ‌زده و ...

فرونشست ناشی از برداشت سیالات

سیالات (به‌خصوص آب) می‌توانند در زیر سطح زمین سنگ‌ها را در خود حل کرده و به ریزش زمین منجر شوند. از سوی دیگر، هر سیالی که در فضاهای خالی یا در شکاف‌های سنگ‌ها وجود دارد، تحت فشار وزن سنگ‌های بالاتر است. بنابراین فشار سیالات موجود در سنگ‌ها برای نگه داشتن بار سنگ‌های رویی و جلوگیری از فرونشست کافی است، اما با

برداشت سیالات از زیرزمین، کاهش فشار سیالات ممکن است فروریزش سنگ‌هایی بالایی را در پی داشته باشد. دو سیال مهمی که در زیرزمین وجود دارند، یکی آب (به‌صورت آب زیرزمینی) و دیگری نفت خام و

افزایش بی‌رویه جمعیت در بعضی از نقاط یک قرن اخیر، نیاز انسان به آب، مواد غذایی و مواد معدنی را به شدت افزایش داده است. دسترسی به مواد غذایی مستلزم وجود آب است

حرکت عمودی سطح زمین به سمت پایین را فرونشست زمین می‌گویند که می‌تواند از عوامل طبیعی و یا از فعالیت‌های انسان ناشی شود. این پدیده یکی از خطرات زیست‌محیطی است که به‌صورت ریزش ناگهانی زمین و تشکیل گودال یا به‌صورت فرونشست آرام سطح زمین ظاهر می‌شود

گاز طبیعی هستند. بیشتر فرونشست زمین مربوط به برداشت بیش از حد آب‌های زیرزمینی است (تصویر ۱). برای مثال، بیش از ۸۰ درصد فرونشست شناسایی شده در ایالات متحده، مربوط به برداشت آب‌های زیرزمینی است (Todd and Mays, 2005). به همین ترتیب، به نظر می‌رسد فرونشست زمین و تخریب آبخوان‌ها در حوضه مرکزی و شمال شرق ایران، ناشی از همین امر باشد که معضلی فراگیر است (Motagh et al, 2008). همچنین بنابر اظهارنظر (2015) قسمت عمده فرونشست‌ها در دشت‌های شمالی استان همدان، ناشی از برداشت بی‌رویه از آبخوان‌هاست.

آب‌های زیرزمینی تقریباً در همه‌جا در زیر سطح زمین، فضاهای خالی و شکاف‌های سنگ‌ها را در منطقه زیر سطح ایستابی (منطقه اشباع) پر می‌کند. کاهش سطح آب‌های زیرزمینی یا تغییر شرایط رطوبت زیرسطحی بر اثر خشک‌سالی، فصل‌های خشک و برداشت بی‌رویه آب توسط انسان، می‌تواند مسبب فرونشست سطح زمین باشد



تصویر ۱. شکاف بلند و پهنی که در پی فرونشست زمین در قسمت جنوبی دشت دامغان ایجاد شده است (Parhizkar et al, 2015).

الف) آب‌های زیرزمینی

آب‌های زیرزمینی تقریباً در همه‌جا در زیر سطح زمین، فضاهای خالی و شکاف‌های سنگ‌ها را در منطقه زیر سطح ایستابی (منطقه اشباع) پر می‌کند. کاهش سطح آب‌های زیرزمینی یا تغییر شرایط رطوبت زیرسطحی در اثر خشک‌سالی، فصل‌های خشک و برداشت بی‌رویه آب توسط انسان، می‌تواند مسبب فرونشست سطح زمین باشد. این پدیده می‌تواند چاه‌ها را به شدت تخریب کند و مشکلات ویژه‌ای را در طراحی و اجرای سازه‌های مربوط به زهکشی، جلوگیری از سیل و انتقال آب ایجاد نماید. دست کم چهار پدیده زیر در این رابطه شناسایی شده است (Todd and Mays, 2005):

۱. **افت سطح پیرومتریک.** افت شدید سطح پیرومتریک در مناطقی که برداشت آب از آبخوان تحت فشار، زیاد است می‌تواند فرونشست زمین را در پی داشته باشد. برای مثال در منطقه سن‌خوزه کالیفرنیا طی یک دوره پانزده ساله (۱۹۲۰ تا ۱۹۳۵) نسبت میانگین فرونشست، معادل ۱ به ۱۳ بوده است که نشان

می‌دهد به ازای هر ۱۳ متر افت سطح پیژومتريک، سطح زمین ۱ متر فرونشست کرده است (Todd and Mays, 2005).

۲. تحکیم^۲. فرونشست سطح زمین به علت خروج آب از بعضی خاک‌ها نیز رخ می‌دهد. رسوبات مستعد شامل رسوبات آبرفتی سست و کم‌رطوبت (جریان‌های گل) و رسوبات لسی کم‌رطوبت هستند. خاک‌های دارای منافذ زیاد و چگالی کم ($1/1$ تا $1/4$ گرم بر سانتی‌مترمکعب)، آسان‌تر خشک می‌شوند. بیشتر این خاک‌ها از زمان رسوب‌گذاری، هیچ‌گاه از آب اشباع نیستند، اما با خروج آب، ساختار داخلی منافذ آن‌ها فرو می‌ریزد و فرونشست نامنظم سطح زمین را ایجاد می‌کند. به‌علاوه، تحکیم می‌تواند به‌صورت خروج آب از کانی‌های رسی (بر اثر برداشت آب یا خشک شدن) نیز باشد. خشک شدن رس‌ها باعث کاهش حجم و انقباض آن‌ها می‌شود و در نتیجه به فرونشست سطح زمین خواهد انجامید.

همهٔ انواع استخراج مواد معدنی، درجه‌ای از تأثیرگذاری زیست‌محیطی را به همراه دارند. از این رو، در بیشتر کشورهای توسعه‌یافته، هم‌اکنون استخراج مواد معدنی قانونمند است و اثرات زیست‌محیطی به‌طور فزاینده کنترل می‌شوند

۳. خروج آب از خاک‌های آلی. افت سطح ایستابی (مثلاً بر اثر زهکشی) در زمین‌های مسطح دارای تورب یا دارای فضولات حیوانی که سطح ایستابی کم‌عمقی دارند، می‌تواند فرونشست زمین را ایجاد کند. دلایل این فرونشست عبارت‌اند از: انقباض به علت خشک شدن، سفت شدن به علت از دست رفتن نیروی شناوری آب زیرزمینی، فرسایش بادی، سوزاندن مواد آلی، اکسایش زیست‌شیمیایی. پژوهش‌ها نشان داده است که سرعت فرونشست متناسب با عمق سطح ایستابی است. برای حفاظت از زندگی جانداران موجود در خاک‌های آلی، سطح ایستابی باید در عمقی بماند که علف‌ها به آن نیاز دارند و شرایط منطقه اجازه می‌دهد.

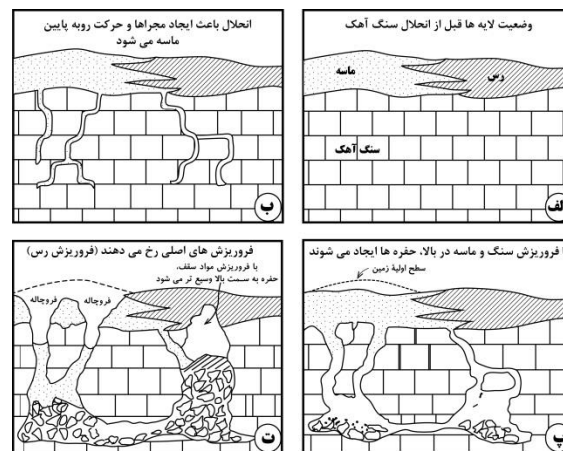
۴. فروچاله‌ها. فروچاله^۳ حفرهٔ انحلالی بزرگی است که به سطح زمین راه دارد. به‌طور کلی فروچاله‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند که البته در مواردی، هم‌پوشانی نیز میان این سه دسته وجود دارد (Hyndman and Hyndman, 2017):

۱. فروچاله‌های انحلالی: هنگامی که خاک نازک و بسیار نفوذپذیر باشد، آب‌های زیرزمینی اسیدی از آن عبور و در امتداد شکستگی‌ها، سنگ‌های آهکی زیرین را حل می‌کنند و باعث تشکیل حفره‌هایی می‌شوند. در این حالت، خاک رویی می‌تواند به آهستگی به درون شکاف‌ها فرو ریزد و در نتیجه گودال‌هایی را در سطح زمین ایجاد کند. معمولاً این گودال‌ها کم‌عمق و خطرناک نیستند.

۲. فروچاله‌های نشست: هنگامی که ده‌ها متر رسوب ماسه‌ای نفوذپذیر بر روی سنگ بستر آهکی وجود داشته باشد، با ورود آهستهٔ خاک به درون حفره‌ها و شکاف‌های در حال بزرگ شدن، فروچاله‌های فراوانی می‌توانند به‌وجود آیند. در این حالت، گودال‌ها به تدریج تشکیل می‌شوند.

۳. فروچاله‌های ریزشی: اگر رسوبات بالایی (بار رویی) مقدار چشمگیری رس داشته باشند، به علت چسبندگی زیاد و نفوذپذیری اندک، رس‌ها به درون حفره‌های سنگ آهک وارد نمی‌شوند. در نتیجه به تدریج حفرهٔ بزرگی در خاک ایجاد می‌شود که ناپایدار است و می‌تواند منجر به ریزش ناگهانی سقف نازک

آن شود. به علت نبود علایم هشداردهنده، این فروچاله‌های پرشیب می‌توانند خطرناک و مخرب باشند (تصویر ۲).



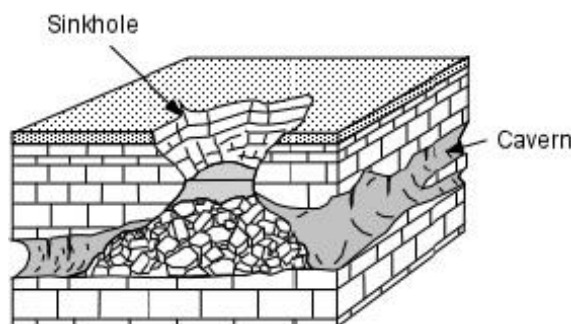
تصویر ۲. رخداد و توسعه فرونشست زمین به علت انحلال سنگ بستر (Marker, 2013).

این ساختارها ممکن است مدور یا نیمه‌مدور باشند و قطر آن‌ها از یک تا چند صد متر و عمق آن‌ها تا چند ده متر برسد (Soriano, 2013). نمونه‌های بزرگ‌تر این فرورفتگی‌ها را حفره‌های قیفی می‌نامند. از آنجا

معادن زغال‌سنگ به‌صورت گسترده در زیر سطح زمین وجود دارد که به آن لایه‌های زغالی می‌گویند. مواد معدنی دیگر معمولاً با حفر تونل و در اکثر موارد در منطقه باریکی که دارای ماده معدنی است استخراج می‌شوند، اما در مورد زغال‌سنگ چون همه ماده معدنی آن با ارزش است حجم بزرگی از آن استخراج می‌شود

که در این نوشتار پرداختن به خطرات و مشکلات مربوط به فرونشست زمین مورد نظر ماست، تشکیل فروچاله‌ها بر اثر ریزش زمین را بررسی می‌کنیم. فروچاله‌ها ممکن است بر اثر برداشت بیش از حد آب‌های زیرزمینی و پایین آمدن سطح ایستابی تشکیل شوند. دالان‌های زیرزمینی که درست در زیر سطح ایستابی تشکیل شده‌اند با آب پر می‌شوند. پایین آمدن سطح ایستابی در سال‌های متمادی، منجر به پایین آمدن سطح آب زیرزمینی در دالان‌های زیرزمینی می‌گردد. هنگامی که سطح ایستابی بالا باشد، آب موجود در دالان‌های زیرزمینی به نگه‌داشتن سقف دالان کمک می‌کند. اما با پایین آمدن سطح ایستابی، این عامل نگه‌دارنده از بین می‌رود، بنابراین سقف دالان‌های زیرزمینی ناپایدار می‌شود و بر اثر ریزش، فروچاله‌ها تشکیل می‌شوند. با ریزش فروچاله‌ها و نمایان شدن سطح ایستابی در سطح زمین، فروچاله با آب پر و دریاچه‌های حلقوی کوچک تشکیل می‌شوند (تصویر ۳).

علاوه بر متداول بودن وجود فروچاله‌ها در مناطق پوشیده‌شده از سنگ‌های آهکی، این حفرات می‌توانند در هر منطقه‌ای که سنگ‌های شدیداً انحلال‌پذیر (مانند سنگ نمک و ژپس) در نزدیکی سطح زمین قرار دارند، تشکیل شوند.



تصویر ۳. یک فروچاله که در اثر ریزش سقف یک دالان زیرزمینی حاصل شده است (Nelson, 2016).

ب) نفت و گاز

نفت و گاز طبیعی سیالاتی هستند که دقیقاً مثل آب، می‌توانند در فضاهای خالی و شکاف سنگ‌ها وجود داشته باشند. با استخراج نفت و گاز طبیعی از مناطق نزدیک به سطح زمین، فشار ناشی از این سیالات بر دیواره مخازن کاهش می‌یابد. با کاهش این فشار، فضاهای خالی سنگ‌ها شروع به بسته شدن می‌کنند تا جایی که ممکن است با تحکیم رسوبات و در نتیجه با فرونشست سطح زمین همراه باشد. برای مثال این وضعیت در میدان‌های نفتی جنوب کالیفرنیا رخ داده است.

ریزش مرتبط با معدن‌کاری

همهٔ انواع استخراج مواد معدنی، درجه‌ای از تأثیرگذاری زیست‌محیطی را به همراه دارند. از این‌رو، در بیشتر کشورهای توسعه‌یافته، هم‌اکنون استخراج مواد معدنی قانونمند است و اثرات زیست‌محیطی به‌طور فزاینده کنترل می‌شوند. اما در کشورهای در حال توسعه، که به دلایل اقتصادی یا دلایل دیگر، کنترل زیست‌محیطی از شدت کمتری برخوردار است، تأثیر استخراج مواد معدنی ممکن است بارزتر باشد. به هر حال در فعالیت‌های معدن‌کاری، باید مطمئن شد که سنگ‌های زیرین می‌توانند بار سنگ‌های رویی را تحمل کنند، در غیر این‌صورت استخراج مواد از زیرزمین می‌تواند ریزش را در پی داشته باشد.

الف) استخراج نمک

نمک در زیر زمین در مناطقی مشاهده می‌شود که این مناطق در یک دورهٔ زمانی در زیر آب بوده‌اند و تبخیر زیاد در آن‌ها منجر به ته‌نشینی نمک شده است. ته‌نشینی رسوبات بر روی این نمک‌ها در مراحل بعدی، شرایطی را ایجاد می‌کند که نمک‌های کم‌چگال در زیر رسوبات پرچگال‌تر قرار می‌گیرند. ولی از آنجا که نمک تا حدودی شکل‌پذیر است، به سمت بالا جریان پیدا می‌کند و در بسیاری از موارد، از لایهٔ اولیه

شهرهای بناشده بر رسوبات سخت‌نشده (رس‌ها، سیلت، شن) در معرض خطر فرونشست قرار دارند. چنین مناطقی اغلب، در دلتاها، در امتداد دشت‌های سیلابی مجاور رودخانه‌ها، و در زمین‌های ساحلی واقع شده‌اند. در این مناطق که فرونشست یک پدیدهٔ طبیعی محسوب می‌شود، رسوبات برجای گذاشته توسط رودخانه‌ها و اقیانوس‌ها، در زیر رسوبات جدید مدفون می‌شود و بر اثر فشارشان، تحکیم یافته و شروع به فرونشست می‌کنند

نمک در اعماق جدا می‌شود و گنبد نمکی را ایجاد می‌کند. حال، با توجه به اینکه اکنون نمک در نزدیکی سطح زمین قرار گرفته است، آب می‌تواند آن را حل کند و تحت تأثیر ریزش، فروچاله‌ها را بر جای بگذارد.

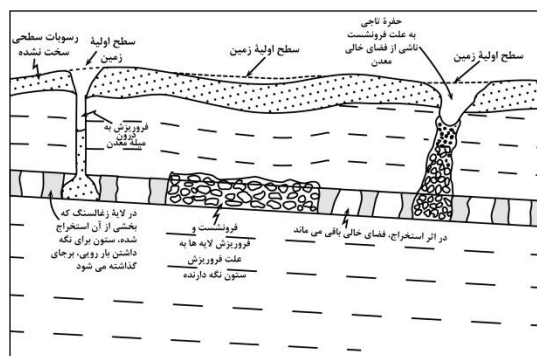
به‌علاوه نمک را برای مصارف مختلف استخراج می‌کنند. یک روش برای استخراج نمک این است که سیالاتی را به درون نمک تزریق می‌کنند تا آن را حل کنند. سپس این محلول را به سطح زمین می‌آورند و نمک آن را استخراج می‌کنند. از آنجا که در این روش حفرات انحلالی بزرگی در نمک ایجاد می‌شود، می‌تواند ناپایداری و در نتیجه ریزش را در پی داشته باشد.

یک نوع ریزش دیگر که در معادن نمک رخ می‌دهد، استخراج نفت در نزدیکی گنبدهای نمکی است.

مکان و زمان دقیق خطر مرتبط با فرونشست را معمولاً نمی‌توان با قطعیت پیشگویی کرد. این مسئله هم دربارهٔ فرونشست آرام (مرتبط با برداشت سیالات) و هم دربارهٔ فرونشست ناگهانی (مربوط به تشکیل فروچاله‌ها یا ریزش معادن) صادق است

ب) معدن کاری زغال سنگ

از آنجا که در معدن کاری مواد را مستقیماً و بدون حل کردن آن‌ها، از زیر زمین خارج می‌کنند، این کار می‌تواند در زیر زمین حفراتی را ایجاد کند که به مرور ناپایدار می‌شوند و ریزش می‌کنند. معادن زغال سنگ به‌صورت گسترده در زیر سطح زمین وجود دارد که به آن لایه‌های زغالی می‌گویند. مواد معدنی دیگر معمولاً با حفر تونل و در اکثر موارد در منطقهٔ باریکی که دارای مادهٔ معدنی است استخراج می‌شوند، اما در مورد زغال سنگ چون همهٔ مادهٔ معدنی آن بارزش است حجم بزرگی از آن استخراج می‌شود. روشی که در معدن کاری زغال سنگ به کار می‌رود، «معدن کاری اتاق و پایه» نامیده می‌شود. اتاق درواقع فضای خالی است که زغال سنگ آن استخراج شده و پایه‌ها زغال استخراج نشده‌ای است که آن را برای حفظ بار سنگ‌های رویی نگه می‌دارند. در یک معدن معمولاً ۵۰ درصد زغال سنگ استخراج و ۵۰ درصد دیگر به‌عنوان پایه نگه داشته می‌شود (Keller, 2011). اما چون گاهی اوقات پایه‌های کمتری برجای گذاشته می‌شود، یا اینکه پایه‌ها دارای درز و شکاف هستند سنگ‌های رویی به داخل معدن ریزش می‌کنند. این رخداد نه تنها برای کارگران خطرناک است بلکه برای نواحی مجاور منطقهٔ ریزش نیز می‌تواند خطر ساز باشد (تصویر ۴).



تصویر ۴. فرونشست همراه با معدن کاری زیرزمینی زغال سنگ (Marker, 2013).

وقوع آتش‌سوزی زیرزمینی در معادن زغال‌سنگ نیز می‌تواند خطر ریزش را در پی داشته باشد. آتش‌سوزی می‌تواند ناشی از آتش گرفتن خودبه‌خودی گرد و غبار زغال‌سنگ و یا آتش گرفتن گاز متان آزادشده باشد. خاموش کردن چنین آتش‌سوزی‌هایی مشکل است و اغلب تا سال‌ها ادامه می‌یابد. برای مثال آتش‌سوزی معدن زغال‌سنگ در ایالت پنسیلوانیا، تا بیش از ۲۵ سال ادامه داشت. آتش‌سوزی در معدن باعث از بین رفتن زغال‌سنگ می‌شود و در نتیجه، بر اثر تحمل نکردن بار رویی، ریزش به دنبال خواهد داشت.

مناطق در معرض خطر فرونشست

شهرهای بنا شده بر رسوبات سخت‌نشده (رس‌ها، سیلت، شن) در معرض خطر فرونشست قرار دارند. چنین مناطقی اغلب، در دلتاها، در امتداد دشت‌های سیلابی مجاور رودخانه‌ها، و در زمین‌های ساحلی واقع شده‌اند. در این مناطق که فرونشست یک پدیده طبیعی محسوب می‌شود، رسوبات برجای گذاشته توسط رودخانه‌ها و اقیانوس‌ها، در زیر رسوبات جدید مدفون می‌شوند و بر اثر فشارشان، تحکیم یافته و شروع به فرونشست می‌کنند. بنا کردن شهرها در چنین مناطقی، به چند دلیل زیر، مشکل‌ساز خواهد شد:

۱. خیابان‌کشی و بنا کردن ساختمان‌ها، فشار وزن زیادی بر منطقه وارد می‌کند که در نتیجه تحکیم بیشتر رسوبات را در پی خواهد داشت.

۲. چون برای مسکونی شدن باید این مناطق را زهکشی کرد، این عمل منجر به پایین آمدن سطح ایستابی شده و تحکیم هیدرولیکی را در پی خواهد داشت.

۳. آب زیرزمینی که در این مناطق اغلب برای مصرف انسان و مصارف صنعتی استخراج می‌شود نیز باعث افت سطح ایستابی شده و تحکیم هیدرولیکی بیشتری را در بر خواهد داشت.

۴. بندها و سدها اغلب برای کنترل سیلاب‌ها ساخته می‌شوند. این عمل معمولاً باعث جلوگیری از ورود رسوبات جدید به منطقه خواهد شد. در حالت عادی، ورود رسوبات جدید همراه سیلاب‌ها باعث می‌شود که رسوبات قدیمی فرونشست کنند و بنابراین مواد جدید بر روی رسوبات در حال فرونشست ته‌نشین می‌شوند و مقدار کلی فرونشست را کاهش می‌دهند. اما با وارد نشدن رسوبات، مقدار فرونشست افزایش می‌یابد.

پیش‌بینی و کاهش خطرات فرونشست زمین

مکان و زمان دقیق خطر مرتبط با فرونشست را معمولاً نمی‌توان با قطعیت پیشگویی کرد. این مسئله هم درباره فرونشست آرام (مرتبط با برداشت سیالات) و هم درباره فرونشست ناگهانی (مربوط به تشکیل فروچاله‌ها یا ریزش معادن) صادق است. در حالت ایده‌آل، باید همه مناطق که در معرض خطر فرونشست زمین قرار دارند خوب شناسایی شوند و اگر این عمل ناشی از فعالیت انسان است، از ادامه آن جلوگیری شود، و اگر هم فرونشست به‌طور طبیعی رخ می‌دهد از اسکان دادن جمعیت در آن پرهیز شود. توجه به روش‌های زیر نیز سودمند است:

۱. در مورد فرونشست‌های ناشی از ریزش ناگهانی سطح زمین و تشکیل فروچاله‌ها، باید چند اندازه‌گیری انجام داد. در ابتدا زمین‌شناس می‌تواند نقشه‌ی مناطقی را که زمین آن‌ها از جنس سنگ‌آهک، ژئوپس یا نمک است و امکان حل شدن در سیالات را دارند، تهیه کند. بر اساس اطلاعات موجود درباره‌ی منطقه (این که آیا انحلال فعال در حال وقوع است یا در گذشته نزدیک رخ داده است) و با دانستن عمقی که این پدیده‌ها در آن رخ می‌دهند، می‌توان نقشه خطر را تهیه کرد.

۲. بعد از شناسایی این مناطق، با حفر گمانه‌ها یا با تصویربرداری راداری زیرسطحی، می‌توان حفرات خالی زیر سطح زمین را شناسایی کرد؛ سپس در هنگام کاربری زمین می‌توان این مناطق را کنار گذاشت.

۳. در مناطقی که احتمال ریزش ناگهانی وجود دارد، باید مترصد پیدایش هرگونه شکافی در زمین بود. به‌خصوص اگر شکاف‌ها به شکل دایره‌ای یا بیضوی پدیدار شوند می‌تواند نشانه‌ی نزدیک بودن ریزش سطح زمین باشد.

۴. در مناطقی که در زیر زمین آن‌ها عملیات معدن‌کاری انجام می‌شود یا پیش‌تر انجام شده است، می‌توان نقشه‌هایی را، براساس اطلاعات موجود، از حفرات خالی زیر سطح زمین تهیه کرد. این نوع نقشه‌ها را می‌توان به‌عنوان راهنما برای طرح‌ریزی کاربری زمین به کار برد. اکنون قوانین به سمتی پیش می‌روند که از معدن‌کاری فعال در زیر زمین‌های مناطق مسکونی جلوگیری شود اما این قوانین همیشه وجود ندارند و از سوی دیگر معادن قدیمی هنوز هم می‌توانند مشکل‌ساز باشند.

۵. در جاهایی که برداشت سیالات (آب، نفت و ...) عامل اصلی فرونشست زمین است، اطلاعات مربوط به مقدار سیال برداشت‌شده را باید مشخص کرد و آن‌ها را با مطالعات مواد موجود در زیر سطح زمین که از مغزه‌های حفاری به‌دست آمده است، تلفیق نمود. اگر احتمال فرونشست وجود داشته باشد یا اگر فرونشست مشاهده شده باشد، می‌توان فعالیت‌های انسانی را تغییر داد تا از فرونشست بیشتر جلوگیری شود. برای مثال اغلب می‌توان منابع جدید آب پیدا کرد یا فاضلاب‌ها را به درون زمین تزریق کرد تا فشار لازم برای نگه‌داشتن بار سنگ‌های رویی تأمین شود و در ضمن رس‌ها و تورب‌های خشک‌شده، دوباره آبدار شوند.

جمع‌بندی

فرونشست زمین پدیده‌ای است که می‌تواند به‌صورت طبیعی یا بر اثر فعالیت‌های زیاده‌خواهانه‌ی انسان رخ دهد. رشد بی‌رویه‌ی جمعیت و نیاز به مواد غذایی و منابع معدنی بیشتر، سبب رو آوردن انسان به معدن‌کاری گسترده و کشاورزی افسارگسیخته شده است. زیاده‌روی در برداشت آب‌های زیرزمینی و معدن‌کاری گسترده، می‌تواند فرونشست و ریزش زمین را در پی داشته باشد. در بیشتر کشورهای دنیا و از جمله در ایران، فرونشست زمین به علت برداشت بی‌رویه‌ی آب‌های زیرزمینی، هر روز بیشتر و عملاً تبدیل به معضلی فراگیر شده است. در ایران بیشتر دشت‌ها به این مشکل دچار شده‌اند و متأسفانه فرونشست در حال تشدید است.

در کشور ایران که میانگین بارندگی سالانه آن بسیار کمتر از متوسط جهانی است، برداشت بیش از حد آب زیرزمینی و فرونشست زمین می‌تواند سبب بسته شدن فضاها، خالی زیرزمینی و مانع تشکیل و تغذیه آبخوان‌ها گردد. از سوی دیگر، معدن‌کاری در ایران هم رو به افزایش گذاشته است در حالی که به خطرات و

مسائل زیست محیطی آن توجه لازم نمی شود. یکی از نتایج این بی توجهی می تواند افزایش خطر ریزش ناشی از معدن کاری باشد.

قبل از آنکه خیلی دیر شود، باید مناطق در معرض خطر فرونشست را شناسایی، کنترل و مدیریت کرد تا از بروز خسارت های جبران ناپذیر جلوگیری شود. برای روبه رو شدن با خطر فرونشست باید سه اصل پیش بینی، تشخیص و پایش را مورد توجه قرار داد. در این راستا، می توان از روش های مختلف همچون تداخل سنجی راداری، سیستم موقعیت یاب جهانی، تراز یابی دقیق و... استفاده کرد.

پی نوشت ها

1. collapse
2. consolidation
3. sinkhole

منابع و مأخذ

1. Hyndman D. and Hyndman D. (2017) Natural Hazards and Disasters. 5th edition, Cengage Learning.
2. Keller E. A., Devicchio D. E. and Clague J. J. (2015) Natural Hazards: Earth's Processes as Hazards, Disasters, and Catastrophes. 3rd Canadian Edition.
3. Keller E. A. (2011) Environmental geology. 9th ed., Prentice Hall, 596 pp.
4. Marker B. R. (2013) Land Subsidence. In: Bobrowsky P. (ed.) Encyclopedia of Natural Hazards.
5. Montgomery C. W. (2011) Environmental geology. 9th ed., McGraw-Hill.
6. Motagh M., T. R. Walter, M. A. Sharifi, E. Fielding, A. Schenk, J. Anderssohn, and J. Zschau (2008) Land subsidence in Iran caused by widespread water reservoir overexploitation. *Geophys. Res. Lett.*, 35, L16403, doi:10.1029/2008GL033814.
7. Nelson S.A. (2016) Subsidence: Dissolution and human related causes. Available at: http://www.tulane.edu/~sanelson/Natural_Disasters/subsidence.htm.
8. Parhizkar S., Ajdary Kh., Kazemi Gh. A., and Emamgholizadeh S. (2015) "Predicting water level drawdown and assessment of land subsidence in Damghan aquifer by combining GMS and GEP models". *Geopersia*, 5 (1), 63-80.
9. Soriano M.A. (2013) Sinkhole. In: Bobrowsky P.T. (eds) Encyclopedia of Natural Hazards. Springer, Dordrech.
10. Todd D. K. and Mays L. W. (2005) Groundwater hydrology. 3rd edition, John Wiley & Sons.
11. Whittaker B. N. and Reddish D. J. (1989) Subsidence: Occurrence, Prediction and Control. Elsevier Science Publishers B.V., 528 pp.

تحلیل و برآورد خطر زمین لرزه - گسلش فعال در گستره شهر اسدیّه (خاور ایران)

قاسم فیروز مهنج آبادی
دانشجوی دکتری

شهر اسدیّه در ۱۰۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان بیرجند، در موقعیت جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۴ دقیقه و طول جغرافیایی ۶۰ درجه، در شمال محل تلاقی گسل‌های نوزاد و پرنگ قرار گرفته است. با بررسی لرزه‌خیزی گسل‌های فعال، بیشترین شتاب ثقل افقی وارد بر شهر - بر اثر فعالیت گسل اسدیّه به طول ۳۳ کیلومتر و توان لرزه‌زایی ۶/۵ - در فاصله ۰/۴۶ کیلومتری از شهر است. با بررسی «نقشه هم شدت شکستگی» بیشترین شدت شکستگی در گستره مورد مطالعه، محل تلاقی روندهای اصلی شمال غربی - جنوب شرقی با روند شمالی - جنوبی در منطقه است. بررسی روند شکستگی‌های در گستره مورد مطالعه روند غالب شمال غرب - جنوب شرق را در شکستگی‌های قبل از کواترنری و کواترنری نشان می‌دهد و روند غالب شکستگی‌ها در کواترنری، شمال غرب - جنوب شرق می‌باشد که بیانگر فراوانی و رشد شکستگی در جهت شمال غرب - جنوب شرق در زمان کواترنری است. با تعیین گشتاور زمین‌شناسی، لرزه‌ای و ژئودتیک در گستره مورد مطالعه، بیشترین مقدار گشتاور مربوط به گشتاور ژئودتیک با مقدار $26 + 2/8628E$ ژول و بیشترین مقدار گشتاور زمین‌شناسی در ارتباط با سیستم گسلی آبیز، ($10^{17} \times 0.457589$ نیوتن متر بر سال)، در قسمت شرقی منطقه است.

تحلیل فراکتالی سیستم گسلی و زمین لرزه‌ها و همچنین بررسی نقشه‌های هم شدت شکستگی، نشان‌دهنده میزان خطر لرزه‌خیزی بالا در گستره نزدیک شهر اسدیّه است. با بررسی شاخص‌های ریخت زمین‌ساختی و نوزمین ساختی در گستره نزدیک شهر اسدیّه، فعالیت نسبی بالا در منطقه وجود دارد.

بررسی شاخص‌های ریخت زمین ساختی، صحرایی و پردازش داده‌های مغناطیس‌هوایی، امتداد گسل اسدیّه را در جهت جنوب شرق شهر نشان می‌دهد و حاکی از گسلش فعال در رسوبات جوان نزدیک شهر اسدیّه می‌باشد. همچنین پردازش داده‌های مغناطیس‌هوایی، روند گسلش در جهت N40E، در شرق شهر اسدیّه را نشان می‌دهد.



تصویر ۱ - گسل در منطقه اسدیه (خراسان جنوبی)



تصویر ۲ - گسل در منطقه اسدیه (خراسان جنوبی)



تصویر ۳ - گسل در منطقه اسدیه (خراسان جنوبی)



تصویر ۴ - گسل در منطقه اسدیه (خراسان جنوبی)

مشاهده سه بعدی سطح زمین و پدیده‌های جوی آن

مصطفی سهرابلو

دبیر علوم تجربی - شهرستان بیجار

چکیده

بسیاری از افراد تجربه استفاده از نرم افزارهایی چون گوگل ارث (google Eearth) را بر روی رایانه خود دارند و هر گاه بخواهند می توانند به کمک آن به مشاهده کره زمین به صورت سه بعدی بپردازند. اما در این مقاله به معرفی یکی از نرم افزارهای جالب و کامل تر از گوگل ارث، که آن را سازمان ناسا در زمینه مشاهده سه بعدی کره زمین و پدیده‌های جوی آن تولید کرده است، می پردازیم که مزایای بیشتر و ابزارهای کامل تری نسبت به نرم افزارهای دیگر چون گوگل ارث دارد و معلمان و دانش آموزان می توانند از ویژگی‌ها و ابزارهای به روز آن در آموزش و یادگیری زمین شناسی استفاده نمایند و ... (تصویر ۱)

کلیدواژه‌ها: نرم افزار زمین شناسی، پدیده‌های جوی، مشاهده سه بعدی زمین

نرم افزار NASA World Wind

این نرم افزار که توسط سازمان ناسا توسعه یافته از جمله نرم افزارهای قدرتمند برای مشاهده سطح زمین و پدیده‌های جوی به صورت سه بعدی است، به طوری که کاربر قادر است نقاط مختلف کره زمین را از بالا مشاهده و پدیده‌های جوی آن را بررسی نماید. این نرم افزار مزایای زیادی نسبت به نرم افزارهای دیگر دارد؛ برای مثال، می تواند تصاویر را از ۶ ماهواره پیشرفته دریافت کند در حالی که نرم افزار گوگل ارث تنها از ۳ ماهواره تجاری تصاویر را دریافت می کند و.... (تصویر ۱)



تصویر ۱- آیکن‌های نرم‌افزار

قدرت بزرگ‌نمایی این نرم‌افزار از نرم‌افزارهای مشابه بیشتر است و تصاویر دریافتی آن برخلاف سایر نرم‌افزارها، که چند روز و چند هفته قبل هستند، مربوط به چند ساعت پیش می‌باشد. ابزارهای مختلف نرم‌افزار از بالای صفحه اصلی و یا از طریق زبانه زیر قابل دسترسی هستند:

Tools-....

و با انتخاب هر کدام از آن‌ها، ویژگی‌های لازم در دسترس قرار می‌گیرند. برای مثال می‌توان پدیده‌های جوی زمین و طول و عرض جغرافیایی سطح زمین را به آسانی مشاهده کرد یا از ابزار قطب‌نما و ... بهره گرفت (تصاویر ۲ و ۳ و ۴).



تصویر ۲- پدیده‌های جوی



تصویر ۳- طول و عرض جغرافیایی



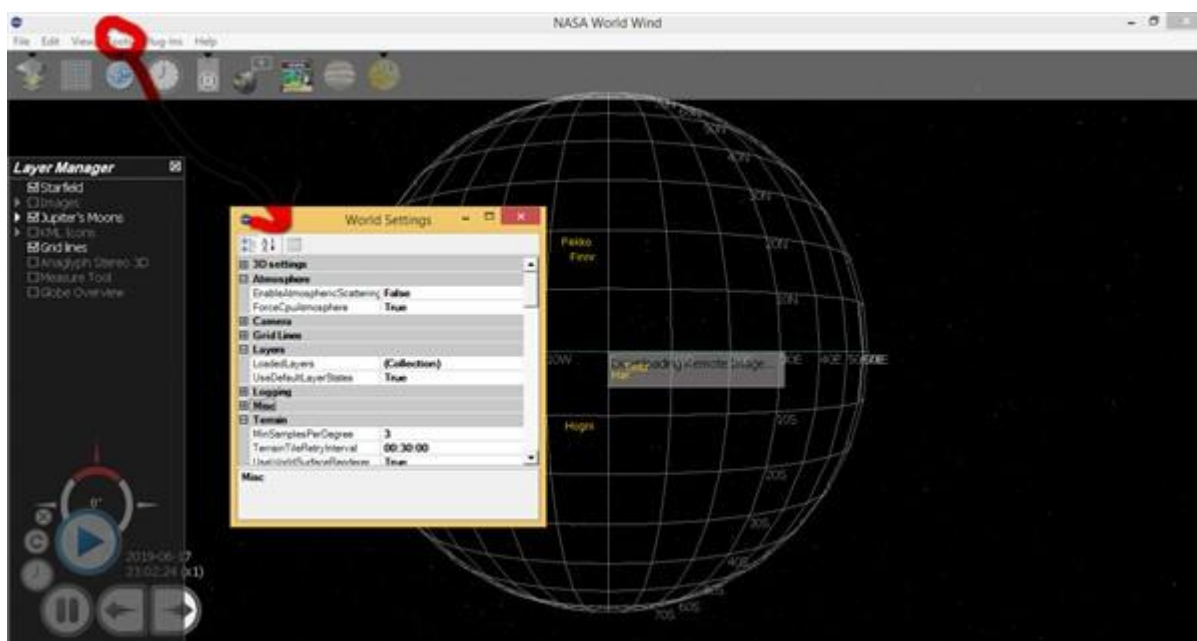
تصویر ۴- آیکن انتخاب بخش مورد مطالعه

با انتخاب بخش‌های مختلف می‌توان از تصاویر و انیمیشن‌های مربوط به آن مانند: مسیر طوفان‌ها، تغییرات هواشناسی و ... استفاده نمود. (تصویر ۵)



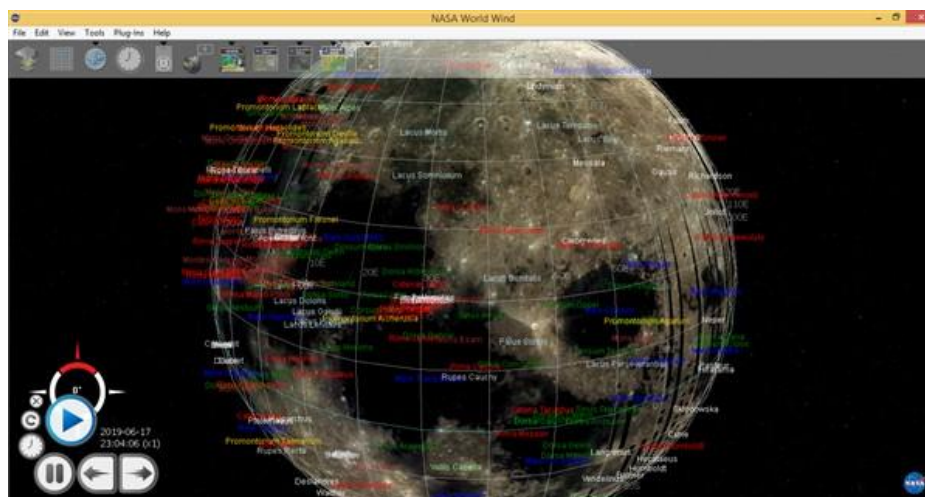
تصویر ۵- سیر طوفان‌ها

علاوه بر این موارد، می‌توان برنامه‌های جانبی مختلف تولیدشده را از طریق خود نرم‌افزار دریافت کرد و در برنامه مورد استفاده قرار داد. همچنین از بخش تنظیمات می‌توان تغییرات لازم را در بخش‌های نرم‌افزار اعمال کرد و به مرور با کشف‌های بیشتر، اطلاعات نرم‌افزار کامل‌تر و به روزتر می‌گردد (تصویر ۶).



تصویر ۶- آیکن اعمال تغییرات

ویژگی دیگر این نرم‌افزار امکان دسترسی به اطلاعات و مشاهده سه بعدی سطح ماه، مشتری و ... و دسترسی به اطلاعات جوی و سطح آن‌ها مربوط می‌شود. (تصویر ۷)



تصویر ۷- اطلاعات جوی و سطحی

از دیگر ویژگی‌های نرم‌افزار، قابلیت گرفتن تصاویر از صفحات نرم‌افزار و پدیده‌های مدنظر جهت استفاده در موارد آموزشی توسط معلم زمین‌شناسی است. همچنین امکان مشاهده و بررسی بخش‌های مختلف کره زمین براساس ساعت‌های منطقه‌ای و طول و عرض جغرافیایی و ... نیز از جمله ویژگی‌های کاربردی این نرم‌افزار است.

جمع‌بندی

تأثیر و کاربردهای نرم‌افزارهای سه بعدی در زمینه‌های آموزشی و پژوهشی انکارناپذیر است. در این مقاله یکی از نرم‌افزارهای کاربردی در زمینه پدیده‌های سطح و جوی زمین معرفی شد که دارای قابلیت‌ها و ابزارهای مختلفی از جمله: نمایش براساس ویژگی‌هایی چون وضعیت پدیده‌های جوی یا طول و عرض جغرافیایی، تصاویر و انیمیشن‌ها و ... می‌باشد.

دسترسی آسان به نرم‌افزار از روش‌های زیر امکان‌پذیر می‌باشد:

۱. ایمیل نگارنده

Mus. Sa92@ yahoo. com

۲. سایت محتواها و نرم‌افزارهای آموزشی و کاربردی

www. Amuzeshikarbordi. Sellfile. ir

منابع

۱. سایت ناسا: [https:// worldwind. arc. nasa gov/](https://worldwind.arc.nasa.gov/)

۲. سایت محتواها و نرم‌افزارهای آموزشی و کاربردی معلمان و دانش‌آموزان:

www. Amuzeshikarbordi. Sellfile. ir

معرفی کتاب

ویدا وحیدنیا

نام کتاب: آب، بوم‌سازگان^۱ها و جامعه: تلاقی رشته‌ها

نویسنده: جایان‌تا باندیوپادمیای

مترجم: ویدا نوشین‌فر

عنوان اصلی:

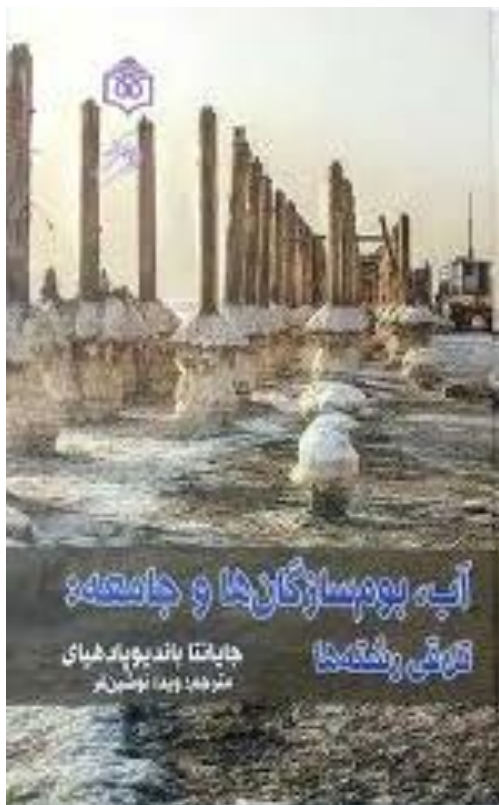
(water, ecosystems and society: a confluence of disciplines, 2009)

ناشر: پژوهشگاه فرهنگ، هنر و ارتباطات، چاپ اول، ۱۳۹۶

«سیل رویدادی غیرمعمول و فاجعه‌بار به حساب می‌آید. سطح آب رودها طی ایام مختلف سال به‌طور دائم در حال تغییر است. طغیان‌های طبیعی، بخش جدایی‌ناپذیر جریان‌های آب، نه به کلی مصیبت‌اند، و نه فقط خیر و برکت. هم مزایایی برای زندگی و اقتصاد بشر به همراه دارند و هم مضرات و خرابی‌هایی.» عبارت بالا بخشی از فصل دوم کتاب «آب، بوم‌سازگان و جامعه (با موضوع سیل) است که به قلم جایان‌تا باندیوپادمیای، رئیس مرکز توسعه و سیاست‌گذاری محیط زیست در هند به رشته تحریر درآمده و خانم ویدا نوشین‌فر آن را ترجمه کرده است. کتاب رویکردی هدفمند در مورد آب و تأثیرات زیست‌محیطی آن بر

روی جوامع مختلف خصوصاً کشور هند دارد تا با بیان اهمیت و اثربخشی این ماده حیاتی در رونق اقتصاد مناطق مختلف و حتی در شرایط فعلی جهان، نقش سیاسی آن را نشان دهد. در این بین، نویسنده کوشیده است به تفصیل، انواع سیل‌ها و مزایا و مضرات آن‌ها را بیان کند. او در پایان از رودها با عنوان جایی برای عدالت و پایداری نام برده است.

همه می‌دانیم که آب مایه حیات است و زندگی تمام جانداران به آب بستگی دارد. با این حال ارزش واقعی آن برای برخی از افراد هنوز مشخص نیست. می‌دانیم که میزان آب تولیدشده در طبیعت تقریباً ثابت است، در حالی که جمعیت مصرف‌کننده آن روزبه‌روز افزایش می‌یابد؛ به‌طور مثال سرانه آب برای هر ایرانی، طبق پیش‌بینی‌ها، در سال ۱۴۰۰ به کمتر از ۱۴۰۰ متر مکعب در سال خواهد رسید که این به معنای ورود ایران به بحران آبی است. اصطلاح مدیریت یکپارچه منابع آب در سال‌های اخیر بسیار پرکاربرد بوده است؛ از این رو نویسنده فصل اول کتاب با موضوع «دانش میان‌رشته‌ای در سامانه‌های آب»، حوزه‌هایی از قبیل آب‌شناسی^۲، آب زمین‌شناسی^۳، هواشناسی^۴ و اقتصاد کشاورزی را به هم مرتبط نموده و طی آن ضرورت اتخاذ یک رویکرد



جدید نسبت به مدیریت سامانه‌های آب در سطح جهانی را مدلل و محرز ساخته است. نقش آب در رشد سریع توسعه اقتصادی کشورها (به‌خصوص هند) و بسیاری از آثار آن مورد توجه قرار گرفته است. از دیدگاه بوم‌سازگانی، سهم آب در رفاه انسان از جایی شروع می‌شود که آب به سطح زمین رسیده و در چرخه آب در عرصه خاکی قرار گرفته باشد. باران و نیز سامانه‌های آب سطحی همواره مشهورترین نمود آب برای بشر بوده است.

در شرایط طبیعی، آب‌های زیرزمینی و جریان‌ات سطحی از طریق اتصالاتی به هم مربوط می‌شوند که یا ذخایر آب زیرزمینی را تأمین می‌کنند یا آن‌ها را به سطح زمین می‌رسانند. آنچه اهمیت دارد سازوکارهای سازمانی لازم برای دگرگون ساختن نحوه استفاده از آب‌های زیرزمینی است که برای رسیدن به پایداری در اولویت قرار دارند.

آب رابطه تنگاتنگی با جامعه بشری دارد، با وجود این ابعاد اجتماعی، مدیریت و کاربرد آن به خوبی شناخته نشده است. دانش آب یک نقطه تلاقی برای علوم اجتماعی، علوم طبیعی و علوم مهندسی به‌وجود آورده و هر آنچه با این دانش ارتباط دارد در فصل اول کتاب به تفصیل تشریح شده است.

از دید عمومی، وقتی آب در یک ناحیه آن‌قدر بالا بیاید که سطح زمین‌هایی را بپوشاند که زیرآب نبوده‌اند آن را سیل می‌نامند. افزایش حضور انسان در دشت‌های سیلابی «مناطق که زیر آب نبوده‌اند» به «مناطق که انتظار نمی‌رود زیر آب باشند»، تغییر کرده و خسارت‌های اقتصادی ناشی از طغیان رود در دهه‌های اخیر افزایش یافته است. براساس نظام طبیعی جریان آب، در دوره‌های زمانی مختلف، بوم‌سازگان‌های متنوع آب، از بالادست رود تا نقطه تلاقی با سایر رودها یا اقیانوس، شکل می‌گیرند. موضوع سیل، انواع آن، تأثیر مداخله انسان بر دشت‌های سیلابی، چشم‌انداز و علل و شرایط جاری شدن سیل در فصل دوم کتاب بررسی شده‌اند. ایجاد تغییرات مصنوعی در گذرگاه رودها، سابقه‌ای هشت‌هزارساله دارد، اما میزان مداخلات ساختاری و تغییر جریان‌ها در صد سال گذشته، به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. مسئولیت ایجاد شرایط یا زمینه دو نوع از سیل‌های غیر معمول در عصر حاضر، در هم شکستن سدها، مدیریت غیر علمی سدها در زمان بارش‌های شدید در بالادست، رخنه یا شکاف در سیل‌بندها و سدهای خاکی و مانند آن می‌باشد.

ارزش‌گذاری آب و مضامین آن؛ موضوع فصل سوم کتاب است و اهمیت آن در نقش ارزش‌گذاری در حل اختلافات آب به شمار می‌آید. ارزش‌گذاری خدمات اقتصادی آب شامل آب به‌عنوان ورودی در فرایند تولید و آب به‌عنوان کالایی در بسته رفاهی مصرف‌کننده می‌شود. قیمت‌گذاری آب کشاورزی نیز از مطالب کاربردی کتاب محسوب می‌شود؛ زیرا گاهی قیمت‌گذاری حجمی، غیرعملی یا نامطلوب است. ارزش آب در بخش صنعت، از نقش آن به‌عنوان کالای همگانی واسطه، نشئت می‌گیرد که نقش فعالی در فرایندهای تولید دارد. کمبود جهانی آب و انتقال آب میان‌حوزه‌ای از موضوعات فصل چهارم کتاب؛ پروژه اتصال رودخانه‌ها، به‌عنوان جایی برای عدالت و پایداری می‌باشد. برنامه‌ریزان و توسعه‌دهندگان آب همواره براساس پیش‌بینی رشد جمعیت، تولید صنعتی و کشاورزی و سطح توسعه اقتصادی، برای برآورد تقاضای آبی آب عمل کرده‌اند. بر این اساس، راه‌حلهایی مهندسی تجویز شدند تا این مقادیر آب را تأمین کنند.

این کتاب ۲۹۰ صفحه دارد و در پایان هر فصل مقالات مرتبط و مورد استفاده آن آورده شده است. در پایان نیز واژه‌نامه قرار گرفته است. متن کتاب به زبان ساده چنان نگاشته شده است که علاوه بر خوانندگان

متخصص علوم در حوزه‌های مختلف، افراد عادی نیز، حتی بدون دانش تخصصی، می‌توانند به سادگی از آن استفاده و اطلاعات مفید آن را کسب کنند.

پی‌نوشت‌ها

1. ecosystem services
2. Intergrated water Resource Management.
3. Hydrology
4. Geological water
5. Meteorology
6. River- link