

حذف کامل بحران غیرممکن است، باید اثرات مخرب آن را به حداقل رساند

## «شکست امن» به جای «بدون شکست»

شاخص‌هایی همچون میزان آگاهی عمومی از خطرات سیلاب، کیفیت و پوشش شبکه‌های هشدار زودهنگام، سطح بیمه‌های بلایای طبیعی و حمایت‌های دولتی و دسترسی به مسیرهای تخلیه اضطراری می‌توانند تأثیر مستقیمی بر کاهش یا افزایش آسیب‌پذیری یک منطقه داشته باشند. کشور ما مشابه بسیاری از کشورهای در حال توسعه، از حیث داده‌های دقیق و در دسترس و سازوکارهای منسجم پایش با کمبودهای زیادی روبه‌روست. لذا برای رسیدن به یک چهارچوب جامع و کاربردی در ارزیابی ریسک، لازم است مواردی همچون مدل‌های چندمعیاره و تلفیقی برای ارزیابی مخاطره و آسیب‌پذیری توسعه داده شود، که بتواند عدم قطعیت‌های مختلف را در نظر بگیرد. در این بخش، ما ناگزیر به سرمایه‌گذاری‌های آینده‌نگرانه به خصوص در توسعه زیرساخت‌های داده‌محور هستیم. با وجود متخصصین توانمند، کشور ما از نظر فنی ظرفیت‌های بالایی دارد؛ از این رو، بهبود زیرساخت‌های جمع‌آوری داده باید در اولویت قرار گیرد، بویژه با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند سنسورهای دور و مدل‌های یادگیری ماشین. این مسأله باید در همه سطوح حکمرانی بویژه در مدیریت شهری و شهرداری‌ها مورد توجه قرار گیرد، چرا که سیلاب‌های ناگهانی، علی‌رغم مقیاس زمانی و مکانی کوچک، خسارات قابل توجهی به همراه دارند و در نتیجه، اثربخشی سرمایه‌گذاری‌ها در این حوزه کاملاً ملموس خواهد بود. وجود نقشه‌های خطر و آسیب‌پذیری به‌روز شده و ارزیابی سناریوهای مختلف تغییر اقلیم در قالب پلتفرم‌های تعاملی و تصمیم‌یار، به‌عنوان یک ابزار کلیدی در پیش‌بینی و مدیریت ریسک بسیار ضروری است.

از سوی دیگر، در زمینه زیرساخت‌های مدیریت رواناب، ایده‌های متعددی در سطح بین‌المللی اجرا شده است. یکی از مهم‌ترین این رویکردها، استفاده ترکیبی از زیرساخت‌های آبی-سبز (BGI) برای مدیریت پایدار رواناب شهری است. این راهکار که بر ترکیب فناوری‌های نوین و طراحی طبیعت‌محور استوار است، با کاهش فشار بر سیستم‌های زهکشی سنتی، به افزایش تاب‌آوری شهری کمک می‌کند. تجربه شهرهایی مانند کپنهاگ و نیویورک نشان داده است که ایجاد زیرساخت‌های چندمنظوره (Multi-functional infrastructure)، مانند پارک‌های جذب‌کننده سیلاب و زمین‌های ورزشی منعطف، تأثیر قابل توجهی در کنترل سیلاب‌های ناگهانی دارد. امروزه، رویکرد طراحی «شکست امن» (Safe-to-Fail) که بر پذیرش شکست‌های اجتناب‌ناپذیر و کاهش پیامدهای آن متمرکز است، در حال جایگزینی مدل‌های طراحی قدیمی «بدون شکست» (Fail-Safe) است. در رویکرد جدید، به‌جای تلاش برای حذف کامل بحران‌ها (که اغلب غیرممکن است)، زیرساخت‌ها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که در صورت بروز خرابی، اثرات آن به حداقل برسد و شهر بتواند به‌سرعت بازبایی شود. با این حال، موفقیت این رویکرد مستلزم حکمرانی کارآمد و مشارکت فعال ذی‌نفعان است. تأمین مالی پایدار نیز یکی از چالش‌های اساسی در این حوزه محسوب می‌شود که می‌توان با بهره‌گیری از مدل‌های اقتصادی، مانند دریافت عوارض مدیریت رواناب و ایجاد بازارهای تبادل مجوز برای سطوح نفوذناپذیر، منابع مالی مورد نیاز را تأمین کرد. ♦

سیلاب‌های شهری پدیده‌ای طبیعی هستند که به دلیل افزایش بارندگی‌های شدید، تغییرات کاربری اراضی و ناکارآمدی

### یادداشت

سیستم‌های زهکشی، خسارات قابل توجهی به زیرساخت‌های شهری و زندگی مردم وارد می‌کنند. با تغییرات اقلیمی، نه تنها فراوانی این سیلاب‌ها، بلکه شدت آنها نیز بیشتر شده است و این مسأله به وضوح در طی سال‌های اخیر تجربه شده است. به‌طور کلی، وقتی سخن از تغییرات اقلیمی به میان می‌آید، منظور تغییرات دراز مدت دمای زمین و تغییر در الگوهای بارندگی است. افزایش دمای هوا موجب افزایش تبخیر از سطح اقیانوس‌ها و در نتیجه افزایش رطوبت در جو می‌شود. این موضوع باعث بارندگی‌های شدید و ناگهانی در بسیاری از مناطق شهری شده که سیستم‌های زهکشی فعلی توان مدیریت آن را ندارند. به‌طور دقیق‌تر با افزایش مناطق غیرقابل نفوذ مانند خیابان‌ها و ساختمان‌ها، میزان نفوذ آب به داخل زمین کاهش می‌یابد و حجم بیشتری از آب به سطح خیابان‌ها و معابر جریان پیدا می‌کند. این امر، همراه با شبکه‌های زهکشی ناکارآمد، سبب افزایش ریسک یا همان خطرپذیری در هنگام وقوع سیلاب‌های ناگهانی می‌شود. یکی از آخرین رخداد‌های خسارت‌بار در ایران، سیلاب اردیبهشت ۱۴۰۳ است که در نتیجه حدود نیم‌ساعت بارندگی به میزان حدوداً ۳۹ میلی‌متر در کوه‌های جنوب مشهد، خسارت فراوانی برجای گذاشت. بخشی از این خسارت‌ها با تغییرات الگوی بارش در اثر تغییرات کوتاه‌مدت و بلند مدت اقلیمی به عنوان محرکی برای مؤلفه خطر تعریف و توجیه می‌شود.

مؤلفه‌های تعیین‌کننده دیگری در میزان خسارت وجود دارد که بیشتر از مؤلفه خطر، به مدیریت ما بستگی دارد. اینکه در معرض مخاطرات قرار بگیریم و یا اساساً به صورت ذاتی آسیب‌پذیر باشیم، از جمله مؤلفه‌های مهم در خطرپذیری هستند. لذا، حتی با وجود خطر کم، در صورت نزدیک بودن جامعه و زیرساخت‌ها و یا زیاد بودن آسیب‌پذیری، ممکن است شاهد خسارات سنگینی باشیم. از این جهت به مسأله سیلاب باید نگاه جامعی داشت. نگاه انفرادی به مؤلفه‌ها، سبب برداشت‌های ناقص و در نتیجه، تصمیمات مدیریتی ناکارآمد، غیربهبوده و بعضاً غلط می‌شود. این مسأله صرفاً به مؤلفه‌های اصلی ختم نمی‌شود و نگاه عمیق‌تری به تک‌تک مؤلفه‌ها و جزئیات آنها (البته با در نظر داشتن عدم قطعیت‌ها) لازم است. به‌طور مثال، در برآورد مخاطرات در اثر تغییر اقلیم، هم باید به مؤلفه‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی اشاره کرد و هم به نوسانات طبیعی، بزرگ مقیاس و کوتاه مدت اقلیمی. همین نوسانات می‌توانند موجب بروز رویدادهای حدی شوند و بعضاً از قطعیت ما در مورد تغییرات اقلیمی آینده بکاهند. همچنین وقتی به مؤلفه آسیب‌پذیری نگاه می‌کنیم، جزئیاتی همچون حساسیت جامعه، زیرساخت‌ها و قابلیت‌های مدیریتی در کنار تاب‌آوری آنها مطرح می‌شود. حساسیت بالاتر و یا تاب‌آوری کمتر، منجر به افزایش سطح آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود. باید توجه داشت این زیرمؤلفه‌ها تعاریف گوناگونی داشته و متعاقباً برای استفاده از آنها در چهارچوب کلی ریسک، نیاز به داده‌های کفکی و کیفی متنوعی است. به‌عنوان نمونه، در تاب‌آوری،



محمد فرشته پور

محقق پسدادکتري  
دانشگاه یورک  
تورنتو، کانادا

