بارندگی پاییز در جهان فرصت است اما پایتخت را به پارکینگ تبدیل می کند

غافلگیری در وقت اضافه!



گروه شهری: باران برای بسیاری از شهرهای جهان نه یک اتفاق غیرمنتظره بلکه بخشی از تقویم اقلیمی و آزمونی تکرارشونده برای مدیریت شهری است. در شهرهایی مانند سنگاپور، کپنهاگ، روتردام و توکیو، بارندگی شدید می‌تواند شبکه حمل‌ونقل را با اختلال مواجه کند اما تفاوت اصلی در نحوه مواجهه مدیریت شهری با این پدیده است. این شهرها به‌جای آنکه صرفا پس از آب‌گرفتگی برای تخلیه معابر و بازگشایی خیابان‌ها اقدام کنند، مجموعه‌ای از زیرساخت‌های مهندسی، سامانه‌های هشدار سریع، مسیرهای جایگزین و فضاهای ذخیره آب را از پیش طراحی کرده‌اند تا بارش به بحران ترافیکی تبدیل نشود. در تهران اما بارندگی‌های اخیر بار دیگر مسئله‌ای قدیمی را به سطح آورده است، خیابان‌هایی که با جمع شدن آب، حرکت خودروها در آنها دشوار می‌شود، بزرگراه‌هایی که با اختلال در تردد مواجه می‌شوند و شهروندانی که برای عبور از مسیرهای روزمره خود باید زمان بیشتری صرف کنند.

حال جای سوال دارد که چرا در شهری با این حجم از سرمایه‌گذاری عمرانی و توسعه معابر، مدیریت آب‌های سطحی هنوز نتوانسته همگام با گسترش شهر حرکت کند؟

باران؛ آزمونی برای کیفیت مدیریت شهری

در نگاه نخست، آب‌گرفتگی معابر ممکن است صرفا به ظرفیت کانال‌ها و شبکه فاضلاب مربوط به نظر برسد، اما مدیریت بارندگی در شهرهای بزرگ موضوعی فراتر از جمع‌آوری آب است. بارش شدید، هم‌زمان چند بخش از شهر را تحت تأثیر قرار می‌دهد: شبکه دفع آب‌های سطحی، حمل‌ونقل عمومی، ترافیک خودروها، ایمنی عابران پیاده، دسترسی خودروهای امدادی و حتی فعالیت اقتصادی واحدهای تجاری. به همین دلیل، شهرهای موفق در مدیریت بارندگی، این موضوع را بخشی از نظام برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران می‌دانند، نه صرفاً وظیفه واحد خدمات شهری. در چنین رویکردی، خیابان، پارک، میدان، کانال و شبکه حمل‌ونقل هر کدام بخشی از یک سامانه مشترک هستند که باید بتوانند در زمان بارندگی شدید نیز عملکرد خود را حفظ کنند. تفاوت این رویکرد با مدیریت واکنشی در آن است که اقدامات اصلی پیش از بارش انجام می‌شود. نقاط پرخطر شناسایی می‌شوند، ظرفیت شبکه زهکشی افزایش می‌یابد، مسیرهای جایگزین تردد مشخص می‌شود و اطلاعات مربوط به آب‌گرفتگی به‌سرعت در اختیار رانندگان قرار می‌گیرد. در نتیجه، حتی اگر وقوع آب‌گرفتگی در برخی نقاط اجتناب‌ناپذیر باشد، احتمال تبدیل آن به انسداد گسترده و اختلال طولانی‌مدت در ترافیک کاهش می‌یابد.

کپنهاگ؛ خیابان‌هایی که به مسیر هدایت آب تبدیل می‌شوند

تجربه کپنهاگ در دانمارک از زاویه دیگری قابل‌توجه است. این شهر پس از بارندگی و سیلاب شدید ژوئیه ۲۰۱۱، که خسارت اقتصادی سنگینی به همراه داشت، به این نتیجه رسید که شبکه سنتی فاضلاب و کانال‌های زیرزمینی به‌تنهایی برای مقابله با بارش‌های حدی کافی نیستند. در واکنش به این حادثه، برنامه مدیریت بارش‌های حدی در سال ۲۰۱۲ تدوین شد. این برنامه صرفاً بر افزایش قطر لوله‌ها و ساخت کانال‌های بزرگ‌تر تکیه نداشت، بلکه طراحی فضای شهری را نیز تغییر داد. در این الگو، برخی خیابان‌ها به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که هنگام بارندگی‌های بسیار شدید بتوانند آب را به مسیرهای مشخص و ایمن هدایت کنند. پارک‌ها و فضاهای سبز نیز علاوه بر کارکرد تفریحی، نقش مخزن موقت آب را برعهده می‌گیرند. همچنین با ایجاد باغ‌های بارانی، بام‌های سبز و سطوح نفوذپذیر، بخشی از آب باران پیش از ورود به شبکه فاضلاب جذب یا ذخیره می‌شود. برنامه کپنهاگ شامل مجموعه‌ای از پروژه‌های زیرساختی و شهری است که با همکاری شهرداری و شرکت‌های خدمات آب و فاضلاب اجرا می‌شوند. بر اساس اطلاعات شرکت خدمات شهری HOFOR، این برنامه در افق ۲۰ ساله با صدها پروژه مختلف طراحی شده و از فضاهای سبز شهری تا تونل‌های بزرگ انتقال آب را دربرمی‌گیرد. درس مهم کپنهاگ برای شهرهای دیگر این است که مدیریت بارندگی نباید فقط در زیر خیابان‌ها جست‌وجو شود. گاهی لازم است خود خیابان، پارک و میدان بخشی از شبکه مدیریت آب باشند؛ البته با طراحی مهندسی‌شده و تعیین مسیرهای مشخص برای عبور روان‌آب، نه با رها کردن آب در معابر.

روتردام؛ تبدیل میدان‌ها به مخزن آب

روتردام هلند نیز نمونه‌ای از شهری است که محدودیت‌های جغرافیایی را به محرکی برای نوآوری در مدیریت آب تبدیل کرده است. این شهر به دلیل موقعیت جغرافیایی و قرار گرفتن بخش‌هایی از آن در ارتفاع پایین، با خطر سیلاب و آب‌گرفتگی روبه‌روست. یکی از راهکارهای شناخته‌شده روتردام، ایجاد میدان‌های آب است. این فضاها در روزهای عادی به‌عنوان میدان، فضای عمومی و محل فعالیت‌های اجتماعی استفاده می‌شوند، اما هنگام بارندگی شدید، آب باران را در حوضچه‌ها و مخازن طراحی‌شده جمع‌آوری می‌کنند تا فشار ناگهانی بر شبکه زهکشی کاهش یابد. برای نمونه، میدان بنتهم در روتردام ظرفیت ذخیره‌سازی حدود هزار و ۸۰۰ مترمکعب آب را دارد. نمونه‌های کوچک‌تری نیز در این شهر اجرا شده‌اند که هرکدام بخشی از روان‌آب محله را در خود نگه می‌دارند و به‌تدریج آن را تخلیه می‌کنند. این راهکار یک پیام اقتصادی و شهری نیز دارد: زیرساخت مدیریت سیلاب لزوماً نباید فضایی بلااستفاده و پرهزینه باشد. یک میدان شهری می‌تواند هم محل حضور شهروندان باشد و هم در زمان بارندگی نقش مخزن موقت آب را ایفا کند. به این ترتیب، سرمایه‌گذاری در مدیریت آب با بهبود کیفیت فضای عمومی و افزایش تاب‌آوری شهر همراه می‌شود.

۴۱ نقطه پرخطر؛ چرا شناسایی به معنای حل مسئله نیست؟

یکی از نکات مهم در مدیریت آب‌های سطحی تهران، شناسایی نقاط گلوگاهی و مستعد آب‌گرفتگی است. در گزارش‌های مدیریت بحران پایتخت، از شناسایی ۴۱ نقطه پرخطر و گلوگاهی در شهر سخن گفته شده است. همچنین مقام‌های شهری از انجام عملیات لایروبی و آماده‌باش نیروها در مناطق مختلف خبر داده‌اند. این اقدامات در جای خود ضروری‌اند، اما شناسایی نقطه حادثه‌خیز زمانی ارزش عملیاتی پیدا می‌کند که برای رفع علت آسیب‌پذیری آن، برنامه مشخص و زمان‌بندی‌شده وجود داشته باشد. اگر یک زیرگذر یا تقاطع در هر بارندگی با مشکل مواجه شود، تکرار لایروبی یا اعزام نیرو نمی‌تواند جای اصلاح طراحی، افزایش ظرفیت زهکشی یا تغییر مسیر هدایت آب را بگیرد. از سوی دیگر، آب‌گرفتگی در یک نقطه پرتردد می‌تواند اثراتی فراتر از همان محدوده داشته باشد. کاهش سرعت خودروها، تغییر مسیر ناگهانی رانندگان، بسته شدن یک خط عبور و تجمع خودروها در تقاطع‌های مجاور، به‌تدریج ترافیک را به خیابان‌های اطراف منتقل می‌کند. به همین دلیل، مدیریت آب‌های سطحی و مدیریت ترافیک باید در یک برنامه مشترک دیده شوند.

سنگاپور؛ هشدار پیش از آب‌گرفتگی به رانندگان

یکی از نمونه‌های قابل‌توجه در مدیریت بارندگی، سنگاپور است؛ شهری متراکم که به دلیل شرایط اقلیمی با بارش‌های شدید و ناگهانی روبه‌روست. این کشور به‌خوبی می‌داند که حتی شبکه‌های پیشرفته زهکشی نیز در برابر بارندگی‌های بسیار شدید مصون نیستند. به همین دلیل، مدیریت سیلاب را به ترکیبی از زیرساخت، پایش لحظه‌ای و واکنش سریع تبدیل کرده است.

سازمان ملی آب سنگاپور، موسوم به PUB، برای پایش وضعیت آبراهه‌ها و نقاط مستعد آب‌گرفتگی از بیش از هزار حسگر اندازه‌گیری سطح آب، بیش از ۵۰۰ دوربین مداربسته، ایستگاه‌های باران‌سنجی و رادارهای هواشناسی استفاده می‌کند. اطلاعات این تجهیزات در مراکز عملیاتی تجمیع می‌شود تا نقاط در معرض خطر شناسایی و نیروهای امدادی در زمان مناسب اعزام شوند. اما اهمیت این سامانه فقط در تشخیص خطر نیست؛ اطلاعات حاصل از آن به مدیریت ترافیک نیز متصل شده است. خودروهای واکنش سریع سازمان آب سنگاپور به دوربین، سامانه موقعیت‌یاب و تجهیزات هشدار مجهز هستند و می‌توانند در صورت آب‌گرفتگی، مسیرهای آسیب‌دیده را مسدود و ترافیک را به مسیرهای جایگزین هدایت کنند. همچنین اطلاعات مربوط به وضعیت معابر از طریق اپلیکیشن‌ها و کانال‌های اطلاع‌رسانی در اختیار شهروندان قرار می‌گیرد.

بر اساس گزارش عملکرد بخش عمومی سنگاپور، در سوم فوریه ۲۰۲۴، پس از وقوع آب‌گرفتگی ناگهانی در خیابان دانرن، نیروهای واکنش سریع تردد را از خطوط آسیب‌دیده منحرف کردند و هشدارهای لازم نیز از طریق اپلیکیشن و شبکه‌های اجتماعی منتشر شد. آب‌گرفتگی در حدود ۱۰ دقیقه فروکش کرد و ترافیک به وضعیت عادی بازگشت.

نکته مهم در این تجربه آن است که سنگاپور انتظار ندارد هیچ‌گاه در خیابان‌هایش آب جمع نشود؛ بلکه تلاش می‌کند زمان تشخیص حادثه، واکنش نیروهای عملیاتی و بازگشت ترافیک به شرایط عادی را کاهش دهد. این تفاوتی اساسی میان مدیریت ریسک و انتظار برای رفع خودبه‌خودی مشکل است.



با این حال، تجربه توکیو نشان می‌دهد که در شهرهای متراکم، گاهی راهکارهای سطحی به‌تنهایی پاسخ‌گو نیستند و باید برای انتقال و ذخیره حجم بالای آب در زیر زمین نیز سرمایه‌گذاری کرد.

توکیو؛ انتقال سیلاب به زیر زمین

در توکیو، مقیاس دیگری از مدیریت سیلاب به چشم می‌خورد. این کلان‌شهر به دلیل توسعه گسترده شهری، کاهش زمین‌های نفوذپذیر و وجود حوضه‌های آبریز مستعد طغیان، با خطر سیلاب‌های ناشی از بارندگی شدید مواجه است.

یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های این منطقه، کانال تخلیه زیرزمینی محدوده کلان‌شهری است که در عمق زمین ساخته شده و آب اضافی رودخانه‌های کوچک و متوسط را به رودخانه ادوگاوا منتقل می‌کند. این مجموعه پس از ۱۳ سال ساخت، در سال ۲۰۰۶ به بهره‌برداری رسید.

سازوکار آن به این صورت است که هنگام بالا آمدن سطح آب رودخانه‌ها، بخشی از آب اضافی از طریق سازه‌های ورودی به چاه‌ها و تونل‌های زیرزمینی منتقل می‌شود. سپس آب در مخزن عظیم تنظیم فشار جمع‌آوری و با استفاده از تجهیزات پمپاژ به رودخانه مقصد هدایت می‌شود.

بر اساس اطلاعات منتشرشده از سوی دولت کلان‌شهر توکیو، این مجموعه در ۱۸ سال نخست بهره‌برداری، به کاهش آثار اقتصادی خسارات سیلاب کمک قابل‌توجهی کرده است. البته چنین پروژه‌ای بسیار پرهزینه است و نمی‌توان آن را بدون توجه به شرایط جغرافیایی، منابع مالی و الگوی توسعه شهری به هر شهری تعمیم داد.

تهران؛ از هشدار هواشناسی تا گرفتاری در معابر

در ایران و به‌ویژه تهران، بارندگی‌های اخیر بار دیگر ضعف‌ها و چالش‌های مدیریت آب‌های سطحی را به نمایش گذاشت. در روزهای ۱۶ تا ۱۸ آبان ۱۴۰۵، هم‌زمان با صدور هشدار قرمز هواشناسی، گزارش‌هایی از آب‌گرفتگی در برخی معابر و اختلال در تردد شهری منتشر شد. تصاویر منتشرشده از بزرگراه‌هایی مانند چمران و محدوده پل صدر نیز بحث درباره میزان آمادگی مدیریت شهری را دوباره مطرح کرد.

در این میان، روایت رسمی شهرداری با برخی گزارش‌ها و تصاویر منتشرشده تفاوت داشت. علیرضا جعفری، مدیرکل امور خدمات شهری شهرداری تهران، در ۱۶ آبان اعلام کرد که تا آن زمان آب‌گرفتگی منجر به انسداد معابر گزارش نشده و تنها در بخش سواره‌رو برخی خیابان‌های مرکزی، آب‌گرفتگی‌های جزئی ایجاد شده است. وی همچنین از لایروبی انهار و آماده‌باش نیروهای خدمات شهری و ۱۳۸ ایستگاه آتش‌نشانی خبر داد. با این حال، تصاویر منتشرشده از برخی محورهای پایتخت و اظهارات ناصر امانی، عضو شورای شهر تهران، درباره مغایرت گزارش آمادگی مدیریت شهری با تصاویر آب‌گرفتگی در بزرگراه چمران و محدوده پل صدر، نشان داد که ارزیابی عملکرد مدیریت بارندگی همچنان محل بحث است.

در واقع، مسئله فقط این نیست که شهرداری از آماده‌باش نیروها یا لایروبی کانال‌ها خبر داده است؛ پرسش مهم‌تر این است که این اقدامات تا چه اندازه توانسته‌اند در زمان بارندگی، جریان تردد را حفظ کنند و از شکل‌گیری گره‌های ترافیکی جلوگیری کنند.

چرا آب‌گرفتگی به ترافیک تبدیل می‌شود؟

یکی از دلایل اصلی اختلال ترافیکی در روزهای بارانی، نبود هماهنگی کافی میان شبکه زهکشی و شبکه حمل‌ونقل است. در بسیاری از شهرها، مسیرهای پرتردد، زیرگذرها و تقاطع‌های هم‌سطح در نقاطی قرار گرفته‌اند که در صورت تجمع آب، امکان عبور ایمن خودروها کاهش می‌یابد.

در چنین شرایطی، حتی اگر آب‌گرفتگی گسترده نباشد، کند شدن حرکت خودروها می‌تواند ظرفیت عبوری یک محور را به‌شدت کاهش دهد. این مسئله در تهران به دلیل وابستگی بالای سفرهای شهری به خودروهای شخصی و تراکم ترافیک در ساعات اوج، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در شهرهای موفق، مدیریت ترافیک در زمان بارندگی به چند اقدام هم‌زمان وابسته است: اطلاع‌رسانی سریع درباره معابر آب‌گرفته، هدایت خودروها به مسیرهای جایگزین، محدود کردن ورود به نقاط پرخطر، هماهنگی با حمل‌ونقل عمومی و اعزام نیروهای عملیاتی به محل حادثه. در واقع، هدف فقط تخلیه آب نیست؛ هدف جلوگیری از سرایت اختلال یک خیابان به کل شبکه حمل‌ونقل شهر است.

سنگاپور نمونه روشنی از این رویکرد است؛ جایی که اطلاعات حسگرها و دوربین‌ها در کنار نیروهای واکنش سریع قرار می‌گیرد تا مسیرهای آسیب‌دیده به‌موقع شناسایی و ترافیک از آنها منحرف شود. این همان حلقه‌ای است که در مدیریت شهری تهران باید تقویت شود: اتصال داده‌های هواشناسی، اطلاعات آب‌گرفتگی و سامانه کنترل ترافیک به یک مرکز تصمیم‌گیری مشترک.

تهران به چه چیزی نیاز دارد؛ کانال بزرگ‌تر یا مدیریت یکپارچه؟

مقایسه تهران با شهرهایی مانند سنگاپور، کپنهاگ، روتردام و توکیو نباید به این برداشت منجر شود که می‌توان نسخه‌ای یکسان برای همه شهرها پیچید. شرایط اقلیمی، توپوگرافی، تراکم ساخت‌وساز، منابع مالی و الگوی بارش در هر شهر متفاوت است. با این حال، اصول مشترکی در تجربه این شهرها وجود دارد که می‌تواند مبنای اصلاح مدیریت بارندگی در تهران قرار گیرد. نخست، شبکه آب‌های سطحی باید بر اساس داده‌های به‌روز بارش و تغییرات کالبدی شهر بازنگری شود. توسعه ساختمان‌ها، آسفالت شدن زمین‌های نفوذپذیر و تغییر مسیر آبراهه‌های طبیعی می‌تواند ظرفیت قدیمی شبکه زهکشی را ناکافی کند. بنابراین، اتکا به نقشه‌ها و طراحی‌های چند دهه قبل برای مدیریت بارندگی امروز کافی نیست. دوم، تهران به سامانه‌ای یکپارچه برای پایش لحظه‌ای آب‌گرفتگی نیاز دارد؛ سامانه‌ای که اطلاعات باران‌سنج‌ها، حسگرهای سطح آب، دوربین‌های معابر و داده‌های ترافیکی را به هم متصل کند. چنین سامانه‌ای باید بتواند پیش از آنکه یک مسیر به گره ترافیکی تبدیل شود، هشدار لازم را به رانندگان و نیروهای عملیاتی ارسال کند. سوم، باید در طراحی پروژه‌های عمرانی جدید، ظرفیت ذخیره و نفوذ آب باران جدی گرفته شود. ایجاد فضاهای سبز نفوذپذیر، باغ‌های بارانی، مخازن ذخیره آب در پارک‌ها و استفاده از سطوح مناسب می‌تواند بخشی از فشار واردشده به کانال‌ها و شبکه زهکشی را کاهش دهد. چهارم، مدیریت بحران و پلیس راهور باید در روزهای بارانی از برنامه عملیاتی مشترک برخوردار باشند. مشخص بودن مسیرهای جایگزین، امکان مسدودسازی سریع معابر پرخطر، اطلاع‌رسانی عمومی و اولویت دادن به مسیرهای امدادی، می‌تواند از تبدیل آب‌گرفتگی محدود به بحران ترافیکی جلوگیری کند. در نهایت، تأمین بودجه پایدار برای نگهداری و نوسازی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی اهمیت زیادی دارد. زیرساختی که به‌درستی نگهداری نشود، حتی اگر در زمان ساخت استاندارد بوده باشد، به‌مرور کارایی خود را از دست می‌دهد.



سخن پایانی

هیچ شهری نمی‌تواند ادعا کند که در برابر همه بارندگی‌های شدید مصون است. حتی سنگاپور، کپنهاگ و توکیو نیز با وجود سرمایه‌گذاری‌های گسترده، گاهی با آب‌گرفتگی و اختلال مواجه می‌شوند. تفاوت در این است که این شهرها تلاش کرده‌اند هزینه و دامنه اختلال را با برنامه‌ریزی، زیرساخت و واکنش سریع کاهش دهند. در تهران نیز نمی‌توان تمام مشکلات را به شدت بارش یا تغییرات اقلیمی نسبت داد. بارندگی شدید یک واقعیت طبیعی است، اما تبدیل آن به ترافیک سنگین، انسداد معابر و دشواری رفت‌وآمد شهروندان تا حد زیادی به کیفیت طراحی و مدیریت شهری وابسته است. شهری که برای روزهای خشک برنامه دارد، اما با نخستین بارندگی در برخی نقاط با اختلال روبه‌رو می‌شود، نیازمند بازنگری در اولویت‌های زیرساختی خود است. تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد مدیریت بارندگی از لحظه شروع باران آغاز نمی‌شود بلکه سال‌ها پیش از آن، در نقشه‌های توسعه شهری، طراحی خیابان‌ها، ساخت شبکه زهکشی، نصب حسگرها و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شکل می‌گیرد. تهران نیز برای عبور از چرخه تکراری آب‌گرفتگی و ترافیک، بیش از آماده‌باش مقطعی نیروها به یک نظام یکپارچه مدیریت روان‌آب نیاز دارد. باران قرار نیست شهر را متوقف کند، این شهر است که باید برای آمدن باران آماده باشد.