

حسین فصیحی

شامگاه سه‌شنبه ۲۲ اردیبهشت، زمین‌لرزه‌ای بخش‌های گسترده‌ای از پایتخت و مناطق همجوار در استان‌های تهران و مازندران را به لرزه در آورد. این تکان‌های متوالی در تهران ابتدا با زلزله‌های کوچک به بزرگی ۲/۴ و بیشتر در ساعت ۲۰:۴۱ آغاز شد، اما در ساعت ۲۳:۴۶ با زلزله‌ای نسبتاً شدید به بزرگی ۴/۶ و بیشتر و در عمق ۱۰ کیلومتری زمین به اوج رسید. این رخداد با چندین پس‌لرزه تا بمداد چهارشنبه ادامه یافت و به‌ویژه در بخش‌های وسیعی از شرق و شمال پایتخت، ورامین، پاکدشت و کرج کاملاً احساس شد. زمین‌زیربای ایران سسال‌ها آرام و خاموش است، اما ناآرام و زنده نفس می‌کشد؛ سرزمینی که با گسل‌ها، لرزش‌ها و خاطره ویرانی شهرها خورفته، اما هنوز تارسیدن به «جامعه تاب‌آور» فاصله‌ای جدی دارد. در چنین شرایطی، گفت‌وگو با دکتر محمد تقی احمدی، رئیس انجمن زلزله‌شناسی ایران فرصتی است برای واکاوی شکاف میان دانش گسترده زلزله‌شناسی و واقعیت‌های نگران‌کننده ساخت‌وساز و مدیریت بحران در کشور. او در این گفت‌وگو از خطر گسل‌های خاموش، ضعف تاریخی در مقاوم‌سازی، ضرورت آموزش عمومی، تجربه کشورهای زلزله‌خیز و آینده‌های می‌گوید که تنها با آگاهی، نظارت و اراده ملی می‌توان به سوی آن حرکت کرد؛ آینده‌ای به نام «جامعه تاب‌آور».

ایران است. هزاران و حتی میلیون‌ها سال است این فشار وارد می‌شود و سبب رشد کوه‌های البرز شده است. گسل‌ها هم همراه با رشد کوه‌ها شکل گرفته‌اند. بعضی گسل‌ها دیربهدیر و بعضی زودتر زلزله‌زایی دارند. گسل‌های زاگرس زودبزه‌زود می‌لغزند و زلزله‌هایی که می‌توانند آزاد کنند نسبتاً متوسط



اطلاعات را با اطلاعات دستگاه‌هایی که در این ۱۰۰ سال ثبت لرزه کردند، تلفیق کنیم، می‌رسیم به اینکه کجای کشور، در چه دوره‌های بازگشتی، چه خطراتی یا چه زلزله‌هایی قرار است، رخ دهد. مثلاً برای شهر بزرگی مثل تهران این اطلاعات تقریباً بیشتر مدون شده است که هر چند صد سال یک‌بار یک زلزله مخرب قابل توجهی در این مناطق رخ داده است. اینها می‌تواند برای ما هشدار می‌باشد که با چه شرایطی روبه‌رو هستیم؛ چون می‌دانیم در این مناطق می‌توانیم پیش‌بینی کنیم که به احتمال مثلاً ۵۰ تا ۷۰ درصد، در چند دهه آینده امکان وقوع زلزله مخرب وجود دارد. بنابراین پیش‌بینی ما براساس احتمال وقوع است. به هر حال، باید آماده‌سازی و مهندسی زلزله را مدنظر قرار بدهیم.

چرا در ارزش‌های خطر زلزله، تنها دانستن عدد ریشتر کافی نیست و مهندسان برای طراحی ایمن ساختمان‌ها به چه شاخص‌های دقیق‌تری توجه می‌کنند؟

زلزله چند مقیاس اندازه‌گیری دارد، از جمله مقیاس مقدار انرژی است که آزاد می‌شود. این لزوماً مقیاسی نیست که به درد مثلاً کاربرد مهندسی یا ساختمان‌سازی یا مثلاً مقاوم‌سازی جامعه بخورد. تصور کنید یک بمب در یک نقطه‌ای در عمق زمین منفجر می‌شود و انرژی را آزاد می‌کند، مقیاس لگاریتمی به نام ریشتر و بین یک تا حدود ۱۰ است که این مقیاس را برای لگاریتم مقدار انرژی‌ای که از سویی زلزله آزاد می‌شود، تدوین کرده‌اند. بزرگ‌ترین زلزله‌هایی که در مقیاس ریشتر در پهنه ایران داشتیم زیر هشت بوده

کشور را از بن‌بست‌های بزرگ اقتصادی، سیاسی و حتی امنیتی نجات بدهیم. این مسئله‌ای است که می‌تواند برای کشور تبعات سنگین سیاسی هم داشته باشد.

با وجود پیشرفت‌های علمی در حوزه زلزله‌شناسی، چرا هنوز امکان پیش‌بینی دقیق زمان وقوع زلزله وجود ندارد و دانشمندان برای بر آورد خطر زلزله در ایران از چه داده‌ها و روش‌هایی استفاده می‌کنند؟

گسل‌هایی که زلزله را ایجاد می‌کنند، بسیار پیچیده، پنهان و دارای ابعاد عظیمی هستند. دسترسی به اطلاعاتی که گسل‌ها را به صورت کامل بشناسیم و بتوانیم رفتارشان را در زمان‌های دقیق پیش‌بینی کنیم، نداریم. اطلاعات ما در این باره کلی است، از همین رو به هیچ وجه نمی‌شود زمان وقوع یک زلزله را به صورت دقیق یا نیمه‌دقیق پیش‌بینی کرد. تنها راهی که داریم، اطلاعات مربوط به تاریخ گذشته مناطق مختلف کشور است که چه زلزله‌هایی در چه مکانی، چه سالی، با چه شرایطی و با چه شدتی رخ داده است. این اطلاعات را از نظر آماری می‌توانیم پردازش کنیم و از روی آن مطالبی را براساس همان آمار کسب کنیم که مثلاً هر چند سال یک‌بار چه زلزله‌ای با چه شدتی در آن منطقه رخ داده است. دوره بازگشت هم می‌گوییم؛ دوره بازگشت زلزله‌های کوچک‌تر چند سال است؟ دوره بازگشت زلزله‌های بزرگ‌تر چند سال است که این را به صورت اطلاعات و نمودارهای علمی در دسترس داریم؛

واکاوی نسبت میان مهندسی زلزله و مدیریت بحران، در گفت‌وگوی «جوان» با دکتر محمدتقی احمدی، استاد دانشگاه و رئیس انجمن زلزله‌شناسی ایران

# زلزله منتظر غفلت ما نمی‌ماند



با توجه به پیشرفت‌های علمی ایران در حوزه زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، چرا همچنان نگرانی اصلی کارشناسان متوجه مرحله اجرا، نظارت و مقاوم‌سازی ساختمان‌های قدیمی است؟

در بحث زلزله و جامعه، اگر این دورا به عنوان علم زلزله مقابل هم قرار دهیم، به دو بخش می‌رسیم، یک بخش شناخت خطر زلزله و رفتاری است که زمین در آن منطقه خاص از خود نشان می‌دهد. مثلاً اگر در مورد استان تهران حرف می‌زنیم، پوسته زمین در این استان چه رفتاری دارد و چه خطری برای ما ایجاد می‌کند که به آن علم زلزله‌شناسی می‌گوییم. بنابراین برای اینکه بتوانیم میزان خطر را ارزیابی کنیم، باید اطلاعاتمان را داشته باشیم و برای آینده پیش‌بینی کنیم، زلزله چند سال یک‌بار و با چه احتمال و چه میزان خطر رخ می‌دهد. حالا اگر این را با مطالعات علوم پایه‌ای مثل زمین‌شناسی، زلزله‌شناسی، لرزه‌نگاری داشته باشیم، در بخش کاربردی باید دنبال این باشیم که چگونه بتوانیم با این خطر زندگی کنیم. اینکه بعد از شناسایی خطر، در کاربرد، چه کارهایی را باید مقابل زلزله انجام دهیم را مهندسی زلزله می‌گوییم؛ مهندسی زلزله شامل دانش و دستورالعمل ساخت‌وساز بناها، ساختمان‌ها، جاده‌ها، پل‌ها، تونل‌ها، نیروگاه‌ها، تأسیسات مورد نیاز جامعه براساس اصولی است که مقابل خطری که زلزله‌شناسی پیش‌روی ما گذاشته است، بتوانیم با اطمینان نسبی شرایط مقابله‌ای را برای جامعه فراهم کنیم.

خوشبختانه ما در دانش مهندسی زلزله در سطح بین‌المللی پیشرفت خیلی خوبی داشته و داریم و در دانشگاه‌ها و کنفرانس‌ها، اساتید و محققان ما در خشان هستند. ایران از نظر تولید علم جهان در بین رده‌های سه تا پنج مهندسی زلزله قرار دارد که خیلی ارزشمند است. ولی در اجرا که نیاز به یک سیستم اجرایی نظارت و کنترل و تنبیه و تشویق از طرف مدیریت‌های شهری، مدیریت‌های روستایی و حاکمیت فنی کشور داریم، از جمله اینکه مقداری سهل‌انگاری یا کمبودهای شدید را احساس می‌کنیم. دانش خوب را داریم، دستورالعملش را هم داریم، ولی در اجرا درست رعایت نمی‌شود.

ما به این بخش بیشتر حساس هستیم و در حال حاضر هم شناخت خیلی خوبی از سطح خطر و دانش زلزله‌شناسی داریم. برای همان شناختی که داریم، دستورالعمل اجرایی ایمن‌سازی ساختمان‌ها یا طراحی ساختمان‌های مناسب را هم داریم، ولی باید با یک اقتدار حکومتی و نظارت مردمی بشود آن را اعمال کرد. در کنار بحث‌های فنی و مهندسی در حوزه مهندسی زلزله، مسئله روش‌های آموزش مردم و مدیریت بحران‌های آینده را هم باید بدانیم و هم اجرا کنیم. اینها در حوزه کاربردی و مهندسی مطرح است. بنابراین این دو شاخه به صورت زنجیروار به هم وصل هستند، ولی آخرین زنجیره، تدوین آیین‌نامه‌ها و مقررات فنی خیلی مفید و مؤثر هست که آن را هم داریم. مرحله اجرا ما را نگران می‌کند، ما یک غفلت تاریخی داشتیم. ساختمان‌های قدیمی و ساختمان‌هایی که مثلاً ۲۰۰۳۰ سال پیش ساخته شدند، بعضاً آسیب‌پذیرند، باید مقاوم‌سازی شوند و خودمان را برای روز مبادا آماده کنیم.

با توجه به ماهیت غیر قابل کنترل گسل‌ها و خطر دائمی زلزله در ایران، رسیدن به «جامعه تاب‌آور» چه ضرورتی دارد و این تاب‌آوری چگونه می‌تواند از بروز بحران‌های انسانی، اقتصادی و امنیتی جلوگیری کند؟

گسل، غول عظیمی از خطر را در درون زمین نهفته کرده است. معمولاً طول گسل‌های خطرناک بالای ۱۰ کیلومتر است. گسل‌هایی در کشور داریم که طول آن بالغ بر ۴۰۰ کیلومتر است. در نظر بگیرید طول یک گسل ۵۰ کیلومتر و عمقش هم ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر درون زمین نفوذ کرده باشد. این را با هیچ بودجه و امکان بشری نمی‌شود، کنترل کرد. ما در یک پهنه‌های زندگی می‌کنیم که تحت فشار پوسته زمین از سمت آفریقا به سمت عربستان و از طریق عربستان به منطقه فلات

است که آخرین آن حدود ۳۰۰ یا ۴۰۰ سال پیش در حدود سواحل مکران و دریای عمان و در خارج از فلات، یعنی در کف دریا رخ داده است و منجر به بروز سونامی هم شده است. این قسمت استثناست، ولی بزرگ‌ترین زلزله‌هایی که در خشکی و پهنة کشور ایجاد شده است معمولاً زیر ۷/۷ ریشتر است که بیشتر در منطقه البرز به وقوع پیوسته است. این زمین‌لرزه‌ها در منطقه زاگرس از شدت کمتری برخوردار بوده است. باید در نظر داشته باشید هر واحد ریشتر که

افزایش می‌شود، مقدار انرژی که بر حسب «ارگ» تقریباً ۳۲ برابر بیشتری است، مثلاً در قیاس زلزله هفت ریشتر با شش ریشتر، زمین‌لرزه هفت ریشتری ۳۲ برابر نسبت به زمین‌لرزه شش ریشتری بزرگ‌تر است، بنابراین مقیاس لگاریتمی بالا می‌رود، ولی این انرژی کجا آزاد می‌شود؟ در استان‌های خارج از ایران آثار مکتوب مهمی درباره زلزله‌های آزاد می‌شود؟ آثار آن بستگی به این دارد که فاصله افقی

اطلاعاتی را هم به صورت آماری جمع‌آوری کرده‌ایم. برخی هم مربوط به تاریخ گذشته ۲ هزار ساله کشور است که مثلاً در دوره‌های حکومت‌های مختلف تاریخ نوشته شده که نشان می‌دهد آن منطقه در چه سال‌هایی تحت چه شرایط زلزله‌ای قرار گرفته است و با توجه به ساختمان‌ها و بناهای ایجاد شده، چقدر خسارت وارد شده است و این خسارت‌ها چقدر تلفات انسانی به همراه داشته که موارد یاد شده در حد اطلاعات است.

خوشبختانه در مورد ایران، کتاب‌های خوبی در این باره تدوین شده است از جمله کتاب ارزشمند «مانوال بربریان» به نام «زمین‌لرزه و گسلش سطحی هم‌لرزه در فلات ایران با رویکرد تاریخی اجتماعی و فیزیکی». آقای بربریان قبلاً ریاست سازمان زمین‌شناسی را عهده‌دار بودند. همچنین اساتید خارج از ایران آثار مکتوب مهمی درباره زلزله‌های آزاد می‌شود؟ آثار آن بستگی به این دارد که فاصله افقی

است، ولی گسل‌های پای کوه‌های البرز دیربهدیر می‌جنبند چون منطقه خیلی جوان است و فشاری که از طرف آفریقا به پهنه ایران می‌آید در آنجا انباشته می‌شود و زلزله نسبتاً بزرگ‌تری ایجاد می‌کند. بنابراین اینها چیزهایی نیست که قابل پیشگیری یا جلوگیری باشد. باید کارهای خودمان را با استانداردهای ایمنی هماهنگ کنیم. با این کار است که می‌شود تلفات را به شدت کاهش داد. در حال حاضر اصطلاحی به نام جامعه تاب‌آور مطرح است. زلزله می‌آید و می‌رود، ولی جامعه دوباره به همان روال عادی ادامه می‌دهد. این الگویی است که در دنیا کشورهای پیشرفته به دنبالش هستند و تا حدی به آن نزدیک شده‌اند.

اگر به جامعه تاب‌آور هم نرسیم، همین که بتوانیم به موقع دسترسی‌ها و شرایط‌های حیاتی از جمله آب و برق و گاز و راه‌ها را استفاده کنیم و امداد انجام بشود، می‌تواند الگویی قابل قبولی باشد. باید مقاوم‌سازی‌ها را انجام دهیم که بتوانیم



محل زمین‌لرزه و عمق کانون زلزله چقدر باشد، بنابراین با در نظر گرفتن ریشتر نمی‌شود فهمید چقدر خطر داریم. با این حال، باید همیشه فاصله و عمق محل زلزله را بدانیم تا بفهمیم خطر زلزله چقدر است، از همین رو خود ریشتر کفایت نمی‌کند. از این نظر مقیاس دقیق مهندسی معمولاً براساس شتاب زمین است که این را به صورت طیف هم نمایش می‌دهند. شتاب طیفی در کشور، مثلاً بین حداکثر ۰/۵ تا حدود ۰/۷ است. شتاب زلزله هم در حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد مشاهده شده است، بنابراین در کشور با یک منطقه وسیع زلزله‌خیز روبه‌رو هستیم. البته غیر از منطقه کویر و مناطق نزدیک خرم‌شهر. در بقیه کشور شتاب‌های بالایی ناشی از زلزله‌هایی که با هر ریشتر اتفاق می‌افتد، امکان تحقق دارد، از جمله زلزله بم که با شتابی حدود یک برابر شتاب جاذبه زمین به صورت افقی ایجاد شد که البته به صورت لحظه‌ای بود. علت هم این بود که زلزله حدود شش ریشتر در عمق هفت، هشت کیلومتری زمین رخ داد، یعنی خیلی نزدیک سطح زمین بود و تاوست خسارت‌های بزرگی ایجاد کند.

بنابراین در مقیاس علمی، علوم پایه همان ریشتر است و در مقیاس مهندسی، شتاب بیشینه‌ای که موقع زلزله به ساختمان‌ها و ابنیه و به مردم و جامعه وارد می‌شود، مهم است. آن شتاب یا طیف شتاب مهم است، از همین رو می‌توانیم سازه‌ها و ساختمان‌ها را به صورت ایمن طراحی کنیم.

با وجود تدوین آیین‌نامه‌های پیشرفته مهندسی زلزله در ایران، چرا همچنان ضعف در اجرا، نظارت و آموزش نیروی فنی، ساختمان‌ها و شهرهای ما را در برابر زلزله آسیب‌پذیر نگه داشته است؟

دانش مهندسی زلزله برای هر کشوری از جمله ایران در آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مهندسی منعکس شده است، یعنی هیچ کار معجزه‌آسا و سختی نیست که بشود یک ساختمان، پل، سد، نیروگاه یا یک بیمارستان را به صورت ایمن مقابل زلزله‌های آینده طراحی و اجرا کرد. این موضوع کار روتین و استاندارد است و این آیین‌نامه در دنیا امتحان خود را به خوبی پس داده است. در ایران هم یک آیین‌نامه خیلی خوب و پیشرفته به نام «آیین‌نامه زلزله» داریم که اگر درست رعایت شود، مطمئن هستیم در هر سطح ایمن است، به طوری که مثلاً شیشه ساختمان نشکند، حتی کتاب‌ها از روی کتابخانه سقوط نکنند، وسایل اتاق عمل بیمارستان هم بعد از زلزله بتوانند به خوبی برای مجروحان استفاده شوند. این دانش مدون شده است و در دسترس همه مهندسان و شرکت‌های مشاور ساخت‌وساز قرار دارد، بنابراین می‌خواهم بگویم کار محیرالعقولی نیست، کاری است که انجام شده است. مهم مدیریت جامعه است که نظارت کند. مثلاً در انجام تکالیفی که استانداردهای اجباری برای ایمنی ساخت‌وساز کشور است، سهل‌انگاری، اشتباه یا حتی سوءاستفاده صورت نگیرد. اینها مطالبی است که بیشتر از همه دغدغه خاطر ماست که می‌بینیم در ساخت‌وساز مقدار زیادی سهل‌انگاری صورت می‌گیرد. مثلاً قانون نظام مهندسی کشور سال ۱۳۷۴ در مجلس تصویب شد. این قانون تکلیفی را برای دولت تعیین کرد، به خصوص وزارت مسکن و شهرسازی که از ورود کارگران تکنسین‌های بدون گواهی مهارت و صلاحیت فنی به کارگاه‌های ساختمانی جلوگیری شود؛ ظرف ۱۰ سال وزارتخانه باید این مسئولیت را اجرا می‌کرد که یک کارگر بدون دانش فنی ناشی از آموزش‌هایی که باید ببیند در امور ساخت‌وساز کشور دخالت کند که این اتفاق درست نیفتاده است. در حال حاضر شاهدیم در اجرای ساختمان‌ها اشتباهاتی بسوءاستفاده‌هایی به کار می‌رود که آن دانش خوبی که در آیین‌نامه یا در نزد دانشگاهی‌ها وجود داشته، در اجرا رضایت‌بخش نیست. این موضوع در بخش‌های دولتی که نظارت بیشتری وجود دارد، کمتر دیده می‌شود. اینها مطالبی است که می‌تواند زندگی جامعه را به خطر بیندازد، بنابراین این مطالب را با یک نظارت و سیستم کنترلی می‌شود حل کرد.

بروزه‌های مقاوم‌سازی کشور از دهه ۸۰ چه دستاوردهایی داشت و چرا با وجود نتایج مثبت، روند ایمن‌سازی ساختمان‌ها و تأسیسات حیاتی به تدریج متوقف شد؟

از اوایل دهه ۸۰ این اتفاق رقم خورد. به مدت ۱۰ سال پروژه‌های مقاوم‌سازی تأسیسات حیاتی و ساختمان‌های حساس کشور از جمله پزشکی، نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها، مدارس یا دسترس‌های شریان‌های حیاتی مثل پل‌ها و جاهایی که اجتماع زیاد است مورد توجه قرار گرفت و حدود ۳ هزار پروژه بزرگ طی ۱۰ سال مطالعه شد که باید مقاوم‌سازی می‌شد. بیش از هزار مدرسه کشور مقاوم‌سازی شد، مدارسی که تحت اثر یک زلزله متوسط می‌توانست فرو بریزد، همچنین تعداد زیادی بیمارستان‌های مهم مقاوم‌سازی شد. شاید یک صدم کاری که باید می‌شد را انجام دادیم، اما این پروژه‌ها همین‌گیر شد و بودجه‌هایش قطع شد و کار متوقف ماند. این کاری است که حداقل سه دهه باید انجام شود تا بتوانیم ساختمان‌های قدیمی، ابنیه قدیمی و ساخت‌وسازهای شهری و ارتباطی فضاهای شهری را به حدی برسانیم که برای پذیرش خطر کمتر آسیب ببیند. این کاری است که عزم و اراده می‌خواهد و ما بعضاً می‌بینیم مدیران گرفتار مسائل روزمره هستند. برای زلزله و بحران‌هایی که احتمال وقوعش ممکن است سال‌های پیش‌رو محقق شود، کسی دقت و اهمیت قائل نیست. باید این راه را طولانی ادامه بدهیم. تجربه نشان داد می‌توانیم این راه را طی کنیم. ما در دهه ۸۰ این گروه مهندسی را داشتیم. به خاطر پشتیبانی زیادی که دولت صورت می‌داد، شرکت‌های مشاور زیر نظر سازمان برنامه درجه‌بندی شدند. وظیفه این شرکت‌ها این بود که ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌ها را به صورت یک‌روزه ارزیابی کیفی کنند، یعنی به صورت کیفی بررسی کنند که ساختمان مشکل عمده‌ای دارد یا قابل قبول است که این شرکت‌ها تربیت شدند. حدود ۳۰ شرکت مشاور زیر نظر سازمان برنامه تربیت شدند و ساختمان‌هایی که آسیب‌پذیر تشخیص داده می‌شدند، این شرکت‌ها می‌توانستند طرح مقاوم‌سازی برایشان ارائه بدهند. البته مردم پول این کارها را ندارند، ولی این شرکت‌ها برای بخش دولتی خیلی خدمت کردند. همان‌طور که گفتم بیش از هزار مدرسه، ده‌ها بیمارستان و چند صد ساختمان دولتی و پل‌ها و خیابانی و نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها مقاوم‌سازی شد و این تجربه به بار نشست. ما همان زمان فهمیدیم مردم توانایی مقاوم‌سازی خانه‌های خودشان را ندارند. راه‌حل‌هایی هست که بشود بدون اینکه فشار مالی وارد شود، جلوی مصیبت‌های بزرگ را بسرای مردم گرفت. خیلی وقت‌ها با یک راه‌حل‌های ارزان‌قیمت، می‌شود ۵۰ درصد خسارت را کاهش داد که به آن می‌گوییم بهسازی نسبی و در مورد آن یک دستورالعمل مفصلی هم آماده شد.