

زلزله‌های بزرگ جهانی و پیامدهای غیرقابل جبران آن‌ها

مقدمه

با توجه به پیشرفت تکنولوژی در زمینه زلزله‌شناسی و راه‌های مقابله با آن اما تا سال ۲۰۲۰ بشر موفق به پیش‌بینی زلزله نشده است. زلزله‌های بزرگ درس‌های خوبی به جامعه مهندسی زلزله در رابطه با ضعف‌هایی که در طراحی و اجرا سازه است داده است. به‌خصوص در اجرای ساختمان‌ها که مهندسین متوجه شدند ضعف در اجرا می‌تواند چه آسیب‌های غیرقابل‌تصور و غیرقابل‌جبرانی را برای ساختمان به‌جا بگذارد مانند زلزله نورتریج-زلزله مکزیک و غیره. در این مقاله سعی بر استفاده و بیان این تجربیات خوبی که زلزله‌های بزرگ به ما داده است در جهت بهبود ساخت سازه‌ها و به حداقل رساندن تلفات و خسارات زلزله‌های احتمالی بعدی داشته‌ایم.

آشنایی با مرگ‌بارترین، بزرگ‌ترین و پرهزینه‌ترین زلزله‌های جهان

به‌طور متوسط در سراسر جهان سالانه دست‌کم یک زلزله بیش از ۸ ریشتری رخ می‌دهد. به‌عنوان مثال در سال ۲۰۰۸ هیچ زلزله بالای ۸ ریشتری رخ نداد، اما در سال ۲۰۰۷ میلادی ۴ زلزله ۸ ریشتری رخ داد. ویران‌کننده‌ترین زلزله‌ها معمولاً در مناطق پرجمعیت رخ داده‌اند که می‌تواند هزینه‌های اقتصادی فاجعه را بالا ببرد. زلزله سال ۲۰۱۱ ژاپن نیز به‌عنوان یکی از پرهزینه‌ترین فجایع تاریخ بشریت شناخته می‌شود.

زلزله شهر والدویدا - شیلی - شدت ۹٫۵ ریشتر - ۲۲ می ۱۹۶۰

بزرگ‌ترین زلزله ثبت‌شده در تاریخ زلزله با قدرت ۹٫۵ ریشتر در شیلی است که با وجود قدرت بسیار زیاد، به علت وقوع در عمق در مقایسه با زلزله‌های بزرگ دیگر تأثیرات چندان مخربی به‌جای نگذاشت. زلزله ۱۹۶۰ شیلی، حدود ۲۰۰۰ کشته و دو میلیون بی‌خانمان به‌جای گذاشت.

بخش پرنس ویلیامز سوئد - آلاسکا - ۹٫۲ ریشتر - ۲۷ مارس ۱۹۶۴

مرکز این زلزله در بخش غیرمسکونی در ایالت آلاسکا رخ داد که منجر به کشته شدن ۱۲۸ نفر از ساکنین شهرهای مجاور شد. ریشه بسیاری از درختان منطقه در پی این زلزله از ریشه درآمد. این زلزله باعث به وجود آمدن سونامی‌های بسیاری در اقیانوس آرام شد.

سوماترا - اندونزی - ۹٫۱ ریشتر - ۲۶ دسامبر ۲۰۰۴

زلزله ۲۰۰۴ اقیانوس هند به بزرگی ۹٫۱ ریشتر در غرب سواحل سوماترای اندونزی اتفاق افتاد. آبلرزه حاصل از این زلزله باعث مرگ انسان‌های زیادی در ۱۴ کشور گوناگون شد و به‌عنوان یکی از مرگ‌بارترین حوادث طبیعی شناخته شد. این زمین‌لرزه پر قدرت باعث به وجود آمدن یک سونامی و فاجعه‌ای شد که در ۱۴ کشور جهان بیش از ۲۶۶ هزار کشته به‌جای گذاشت. تنها در اندونزی ۱۶۵ هزار و ۷۰۰ نفر و در سریلانکا، ۳۵ هزار و ۴۰۰ نفر جان خود را از دست دادند.

اقیانوس هند ۲۰۰۴

زیان بیمه: یک میلیارد دلار

مجموع زیان: ۱۰ میلیارد دلار

تلفات: ۲۶۶ هزار نفر

حجم: ۹,۱ ریشتر

سندای - ژاپن - ۸,۹ ریشتر - ۱۱ مارس ۲۰۱۱

زلزله ۸,۹ ریشتری ژاپن که متعاقب آن سونامی مهیبی به وقوع پیوست، در سال ۲۰۱۱ اتفاق افتاد و با خسارت ۳۰۰ میلیارد دلاری، آن را به پرهزینه‌ترین فاجعه طول تاریخ بشر تبدیل کرد. تنها فاجعه خسارت باری که بیش از زلزله ژاپن خسارت داشت، هزینه جنگ جهانی دوم بوده است.

مائل - شیلی - ۸,۸ ریشتر - ۲۷ فوریه ۲۰۱۰

زمین‌لرزه مائل شیلی، زمین‌لرزه ۸,۸ ریشتری بود که دست‌کم ۷۰۰ کشته برجای گذاشت. مرکز این زلزله در ۳۲۵ کیلومتری سانتیاگو، پایتخت شیلی بود. در پی این زمین‌لرزه در ۵۳ کشور اعلام خطر سونامی شد. خسارات ناشی از این زمین‌لرزه، ۳۰ میلیارد دلار بوده است.

مائل - شیلی ۲۰۱۰

زیان بیمه: ۸ میلیارد دلار

مجموع زیان: ۳۰ میلیارد دلار

تلفات: ۷۰۰ نفر

حجم: ۸,۸ ریشتر

شهر اکوادور - کلمبیا - ۸,۸ ریشتر - ۳۱ ژانویه ۱۹۰۶

در پی زلزله‌ای که ۱۰۵ سال پیش در مرز کلمبیا و اکوادور رخ داد، حدود ۱۵۰۰ نفر کشته و حدود ۵۰۰۰ نفر زخمی شدند و سونامی بزرگی سراسر اقیانوس آرام را درنوردید.

سوماترا - اندونزی - ۸,۸ ریشتر - ۲۵ نوامبر ۱۸۳۳

بر اساس شواهد و یادداشت‌هایی که درباره زلزله ۱۸۳۳ سوماترای اندونزی باقی‌مانده، در اثر این زلزله بزرگ بسیاری از ساکنین شهر سوماترا از بین رفتند و چندین روستا نیز به‌کلی زیر خاک مدفون شد. آمار دقیقی از کشته‌شدگان وجود ندارد اما تخمین می‌زنند حدود ۸۰ هزار نفر از بین رفته باشند.

کاسداکیا - اقیانوس آرام - ۸,۷ ریشتر - ۲۶ ژانویه ۱۷۰۰

این زلزله در اقیانوس آرام و نزدیکی سواحل غربی مشترک آمریکا و کانادا رخ داد. اطلاع دقیقی از آمار خسارات جانی و مالی این زلزله و سونامی پدید آمده نیست اما گزارش‌هایی به‌جای مانده که دهکده‌هایی در ژاپن و مناطقی مسکونی در غرب آمریکا به‌کلی زیر آب رفتند.

جزیره رت آیلند - آلاسکا - ۸,۷ ریشتر - ۴ فوریه ۱۹۶۵

وقوع این زلزله بزرگ به علت عمق زیاد و رخ دادن در مکان غیرمسکونی، خسارت جانی در پی نداشت و تنها به تأسیسات محلی در آلاسکا آسیب زد.

کام چاتکا - روسیه - ۸ ریشتر - ۱۹۵۲

زمین‌لرزه کامچاتکا در ۴ مه ۱۹۵۹، در روسیه، منطقه شبه‌جزیره کامچاتکا رخ داد. ژرفای این زلزله ۳۵ کیلومتر بود. بزرگی آن ۸ در مقیاس ریشتر اعلام شده است. شمار کشتگان زلزله حدود ۱ نفر و تعداد زخمیان ۱۳ نفر برآورده شده است. سونامی نیز در این زلزله گزارش شده بود. زلزله ۸ ریشتری کام چاتکای روسیه باعث به وجود آمدن سونامی بزرگ در اقیانوس آرام شد که امواج مخرب آن به شمال ژاپن و جزیره هاوایی و سواحل غربی آمریکا نیز رسید.

زلزله نانتو - تایوان - ۷,۶ ریشتر - ۱۹۹۹

این زمین‌لرزه در تاریخ ۲۰ سپتامبر ۱۹۹۹ در شهرستان نانتو تایوان رخ داد. بزرگی این زلزله ۷,۶ ریشتر بود که بیش از ۲ هزار کشته و ۱۱۳۰۵ زخمی برجای گذاشت. خسارات وارده ناشی از این زمین‌لرزه، حدود ۱۴ میلیارد دلار برآورد شد.

زیان بیمه: ۷۵۰ میلیون دلار

مجموع زیان: ۱۴ میلیارد دلار

تلفات: دو هزار و ۴۱۵ نفر

قدرت: ۷,۶ ریشتر. دومین زلزله مهیب تاریخ تایوان

زلزله کریس چرچ - نیوزلند (سال ۲۰۱۰ با قدرت ۷,۱ و سال ۲۰۱۱ با قدرت ۶,۳ ریشتر)

شهر کریس چرچ که دومین شهر بزرگ کشور نیوزلند است با ۲ زمین‌لرزه در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ آسیب‌های فراوانی دید. زلزله‌ای با قدرت ۷,۱ ریشتر در سال ۲۰۱۰ در این شهر به وقوع پیوست که در پی آن خسارات مالی فراوانی به آن وارد شد اما خوشبختانه کشته‌ای دربر نداشت؛ اما در سال ۲۰۱۱ قدرت زلزله ۶,۳ ریشتر بود و ۱۶۶ کشته برجای گذاشت.

زیان بیمه: ۱۰ میلیارد دلار

مجموع زیان: ۲۰ میلیارد دلار

تلفات: ۱۶۶ نفر

حجم: ۶,۳ ریشتر

زلزله کانتربوری - نیوزیلند - ۷,۱ ریشتر - ۲۰۱۰

این زلزله با قدرت ۷,۱ ریشتر در سال ۲۰۱۰ رخ داد و خوشبختانه کشته‌ای برجای نگذاشت. میزان خسارات مالی این زلزله بیش از ۶ میلیارد دلار بوده است.

زیان بیمه: پنج میلیارد دلار

مجموع زیان: ۶,۵ میلیارد دلار

تلفات: صفر

حجم: ۷,۱ ریشتر

کوبه (هانشین) - ژاپن - ۶,۸ ریشتر - ۱۹۵۵

این زلزله در تاریخ ۱۷ ژانویه ۱۹۹۵ با شدت ۶,۸ ریشتر رخ داد و بر اثر آن حدود ۶۵۰۰ نفر جان خود را از دست دادند. بانک جهانی میزان خسارت ناشی از این زلزله را ۱۰۰ میلیارد دلار تخمین زد.

زیان بیمه: سه میلیارد دلار

مجموع زیان: ۱۰۰ میلیارد دلار

تلفات: حدود ۶۵۰۰ نفر

حجم: ۶,۸ ریشتر

زلزله نورث ریج - کالیفرنیا، آمریکا - ۶,۷ ریشتر - ۱۹۹۴

این زلزله ۶,۷ ریشتری به نسبت برخی زلزله‌های دیگر، چندان پر قدرت نبود، اما به دلیل آنکه کانون زلزله در مرکز لس‌آنجلس واقع شده بود، حدود ۶۰ کشته و ۵۰۰۰ زخمی برجای گذاشت. خسارت وارده به خانه‌ها، ساختمان‌ها و مراکز تجاری و اداری، حدود ۲۵ میلیارد دلار برآورد شد. این زلزله به‌عنوان یکی از پرهزینه‌ترین و خسارت‌بارترین وقایع طبیعی در تاریخ آمریکا شناخته می‌شود.

زیان بیمه: ۱۵,۳ میلیارد دلار

مجموع زیان: ۴۴ میلیارد دلار

تلفات: ۶۰ نفر

حجم: ۶,۷ ریشتر

زلزله چواتسو - ژاپن - ۶,۶ ریشتر - ۲۰۰۴

این زمین‌لرزه در سال ۲۰۰۴ با بزرگی ۶,۶ ریشتر رخ داد. شمار کشته‌شدگان این زلزله ۱۶ نفر، تعداد زخمی‌ها ۴۵۸۶ نفر و بی‌خانمان‌شدگان ۱۰۰۰۰۰ نفر اعلام شد. خسارات مالی برآورد شده، حدود ۲۸ میلیارد دلار بوده است.

زلزله نیوکاسل - استرالیا - ۵,۴ ریشتر - ۱۹۸۹

زلزله ۲۸ دسامبر ۱۹۸۹ با خسارت مالی حدود ۱۲۰۰ میلیون دلار، ۱۳ کشته و ۱۶۰ زخمی برجای گذاشت.

زیان بیمه: ۶۷۰ میلیون دلار

مجموع زیان: ۱,۲ میلیارد دلار

تلفات: ۱۲ نفر

حجم: ۵,۴ ریشتر

شدیدترین زلزله تاریخ ژاپن: ۸,۹ ریشتر

اگرچه زلزله ۸,۹ ریشتری ژاپن، در ردیف پنجم ۱۰ زلزله بزرگ تاریخ قرار گرفت، اما از لحاظ تعداد تلفات انسانی در ردیف کم‌تلفات‌ترین زلزله‌های بزرگ تاریخ قرار دارد.

در ۱۱ مارس ۲۰۱۱ و ساعت ۱۴:۴۶ به‌وقت محلی (۵:۴۶ بامداد به‌وقت گرینویچ)، مردم ژاپن و خصوصاً ساکنان مناطقی که در سواحل اقیانوس آرام قرار دارند زلزله شدیدی را احساس کردند. شدت این زمین‌لرزه به حدی بود که تکان‌های ناشی از آن در توکیو، پایتخت و بسیاری دیگر از شهرهای ژاپن احساس شد. زمان زیادی از وقوع زلزله نگذشته بود که تلویزیون ملی ژاپن اعلام کرد کانون این زمین‌لرزه که با بزرگی ۸,۹ در مقیاس ریشتر، در نزدیکی سواحل شمال شرق ژاپن در اقیانوس آرام روی داده، در نقطه‌ای در ۴۰۰ کیلومتری شمال شرق توکیو و در عمق ۱۰ کیلومتری بستر اقیانوس آرام قرار دارد.

زنگ هشدار

درحالی‌که وحشت از زلزله سراسر ژاپن را فرا گرفته بود، خیلی زود خبرهای بدتری منتشر شد که این وحشت را ۱۰۰ برابر کرد؛ هشدار درباره وقوع یک سونامی مرگبار. بر اساس این هشدارها تا ساعاتی بعد سونامی‌ای با امواجی به ارتفاع ۱۰ متر، سواحل ژاپن، فیلیپین، هاوایی، اندونزی، تایوان و سواحل روسیه در اقیانوس آرام را دربرمی‌گرفت. با انتشار این هشدار، برخی از کشورهای منطقه اقدام به انتقال ساکنان مناطق ساحلی به مناطق امن کردند و از جمله روسیه با صدور هشدار وقوع سونامی، از اهالی سواحل شرقی این کشور خواست تا به مناطق مرتفع پناه ببرند.

فرار به ارتفاعات

ساعاتی بعد از وقوع زمین‌لرزه، شبکه‌های تلویزیونی ژاپن تصاویر هوایی حرکت امواج به‌سوی سواحل این کشور و فرار ساکنان این مناطق به‌سوی ارتفاعات را پخش کردند.

در گزارش‌های بعدی، تصاویری از هجوم سونامی به سواحل شمال شرق هونشو، جزیره اصلی ژاپن از شبکه‌های تلویزیونی پخش شد. این تصاویر حاکی از خسارت به اتومبیل‌ها و ویرانی برخی ساختمان‌های ساحلی از جمله در شهر اوناهاما در استان فوکوشیما بود.

پالایشگاه در آتش

اگرچه تا بعدازظهر روز گذشته تلفات انسانی این حادثه ۴۰۰ نفر گزارش شده بود اما گزارش‌های متعددی درباره وارد آمدن خسارت به تأسیسات شهری و از جمله یک پالایشگاه نفت در نزدیکی توکیو منتشر شد. بر اساس این گزارش‌ها این پالایشگاه دستخوش حریق شده و دود غلیظی آن را فرا گرفته است. در همین حال، خبرگزاری ژاپنی کیودو گزارش کرد که فرودگاه ناریتا در توکیو نیز به دنبال وقوع این زمین‌لرزه برای مدتی فعالیت خود را متوقف کرد و قطار فوق‌سریع این کشور نیز لحظاتی متوقف شد.

سونامی در طبقه اول

در همین حال به گزارش خبرگزاری الجزیره، ارتفاع امواج ناشی از سونامی در برخی از شهرهای ساحلی به حدی بلند است که ارتفاع آن تا طبقه اول ساختمان‌ها رسیده است و این امواج به حدی قدرتمند هستند که کشتی‌ها و قایق‌ها، خودروهای سواری، تانکرها و خودروهای سنگین را به داخل خیابان‌های شهرها کشانده است. فرودگاه سندایی در شمال ژاپن نیز کاملاً به زیر آب رفته و باند هواپیماها را خودروهایی که آب آن‌ها را با خود آورده، پوشانده است.

تهدید هسته‌ای

در همین حال درحالی‌که آسوشیتدپرس گزارش داده که در منطقه میاگی در شمال شرق ژاپن، ساختمان یکی از تأسیسات اتمی بر اثر آتش‌سوزی شکاف برداشته است، نخست‌وزیر ژاپن در نخستین واکنش به زلزله با بیان اینکه این زلزله هیچ خسارتی بر تأسیسات هسته‌ای این کشور نداشته است، تأکید کرد: با این حال زلزله خسارت‌های بسیار زیادی در مناطق شمال شرق بر جای گذاشته است. وی هم‌زمان با اشاره به ورود نهادهای امنیتی برای مدیریت بحران، از مردم این کشور خواست آرامش خود را حفظ کنند. در همین حال عباسعلی تسلیمی، رئیس پژوهشگاه بین‌المللی زلزله و زلزله‌شناسی، با اشاره به اینکه احتمال افزایش تلفات زلزله ژاپن زیاد است، به همشهری گفت: با وجود اینکه مرکز زلزله کیلومترها با شهری مثل توکیو فاصله داشته اما باعث وارد آمدن خسارات فراوانی به تأسیسات این شهر و حتی تأسیسات هسته‌ای آن شده است؛ بنابراین احتمال می‌رود تعداد قربانیان این زمین‌لرزه به سرعت افزایش یابد. وی با اشاره به تفاوت موقعیت ژاپن با کشورهایی مثل ایران افزود: زلزله دیروز ژاپن به خاطر گسلی به طول حدود ۵۰۰ کیلومتر رخ داده است، درحالی‌که به‌طور مثال زمین‌لرزه مرگباری که سال ۵۷ طبرس را لرزاند و هزاران قربانی بر جای گذاشت، به خاطر گسلی به طول ۵ کیلومتر رخ داده بود. تسلیمی خاطرنشان کرد: خوشبختانه به‌رغم اینکه ایران کشور زلزله‌خیزی است اما تاکنون زمین‌لرزه‌ای به قدرت ۸ ریشتر و بیشتر از آن در کشور رخ نداده و این

مسئله به خاطر تفاوت لایه‌های زمین در نقاط مختلف دنیاست؛ به همین دلیل نوع زمین‌لرزه‌هایی که در کشورهای مختلف رخ می‌دهد و میزان خساراتی که این زمین‌لرزه‌ها برجا می‌گذارند با هم متفاوت است.

بزرگ‌ترین زلزله‌های جهان از دید سازمان زمین‌شناسی آمریکا

سازمان زمین‌شناسی آمریکا ۵ زلزله بزرگی که تاکنون در نقاط مختلف دنیا به وقوع پیوسته را این‌گونه اعلام کرده است:

۱. خرداد ۱۳۳۹ - زلزله‌ای ۹٫۵ ریشتری در جنوب شیلی که منجر به بروز سونامی شد و هزار و ۷۱۶ کشته بر جای گذاشت.
۲. فروردین ۱۳۴۳ - زلزله‌ای ۹٫۲ ریشتری، آلاسکا را لرزاند و منجر به بروز سونامی شد. در این زمین‌لرزه ۱۲۸ نفر کشته شدند.
۳. دی‌ماه ۸۳ - زلزله‌ای با شدت ۹ در مقیاس ریشتر، جزیره سوماترا در اندونزی را لرزاند و منجر به بروز سونامی شد و ۲۲۶ هزار نفر از ۱۲ کشور کشته گرفت.
۴. مرداد ۱۳۴۷ - زلزله‌ای که با شدت ۹ در مقیاس ریشتر «آریکا» در شیلی را لرزاند، منجر به بروز سونامی عظیم شده و ۲۵ هزار کشته در آمریکای جنوبی بر جای گذاشت.
۵. اسفند ۸۹ - زلزله‌ای با شدت ۸٫۹ ریشتر، ژاپن را لرزاند و باعث وقوع سونامی شد.

آشنایی با تاریخچه زلزله‌های مخرب در ایران

زلزله یکی از ده‌ها سوانح طبیعی است که از آغاز آفرینش ذهن آدمی را به خود مشغول کرده و به مانند معمایی قرن‌ها فکر و اندیشه او را به بازی گرفته است.



کشور ایران ازجمله کشورهای زلزله‌خیز جهان بوده و روی یکی از دو کمربند بزرگ لرزه‌خیزی کره خاکی موسوم به «آلیا» قرار گرفته است و هرازگاهی زمین‌لرزه‌های بزرگی در آن به وقوع می‌پیوندد.

در ادامه نگاهی کرده‌ایم به پیشینه زلزله‌های تخریبگر و کشنده در ایران:

۱. ۲۲ دسامبر سال ۸۵۶ میلادی در شهر دامغان بزرگ‌ترین زلزله تاریخ ایران با ۷٫۹ ریشتر قدرت رخ داد. این زلزله در آن سال ۲۰۰ هزار قربانی گرفت.
۲. ۲۳ آگوست سال ۸۹۳ میلادی در اردبیل زلزله‌ای که قدرت آن ثبت نشده، ۱۵۰ هزار قربانی گرفت.
۳. ۲۱ اوت سال ۱۰۴۲ میلادی در شهر تبریز، زلزله‌ای با قدرت ۷٫۶ ریشتر، ۴۰ هزار قربانی گرفت.
۴. ۱۸ نوامبر سال ۱۷۲۷ مجدداً در شهر تبریز زلزله‌ای که قدرت آن ثبت نشده، ۷۷ هزار قربانی گرفت.
۵. ۷ ژوئن سال ۱۷۵۵ در شهر کاشان زلزله‌ای با قدرتی که ثبت نشده، ۴۰ هزار کشته داد.
۶. ۲۳ ژانویه سال ۱۹۰۹ در شهر سیلاخور منطقه بروجرد زلزله‌ای با قدرت ۷٫۳ ریشتر ۶ هزار قربانی گرفت.
۷. ۱۰ ژوئیه سال ۱۹۰۹ در نواحی مرکزی کشور زلزله‌ای با قدرت ۷٫۳ ریشتر ۵۵۰۰ قربانی بر جا گذاشت.
۸. ۲۵ مه سال ۱۹۲۳، در شهر تربت‌حیدریه زلزله‌ای با قدرت ۷٫۵ ریشتر، ۲۲۰۰ قربانی گرفت.
۹. اول مه سال ۱۹۲۹ در نواحی غرب کشور زلزله‌ای با قدرت ۷٫۴ ریشتر، ۳۳۳۰ قربانی گرفت.
۱۰. ۶ می سال ۱۹۳۰ در شهر سلماس زلزله‌ای با قدرت ۷٫۲ ریشتر ۲۵۰۰ کشته بر جا گذاشت.
۱۱. ۲۷ نوامبر سال ۱۹۴۵ زلزله‌ای با ۸٫۲ ریشتر بلوچستان و سواحل دریای عمان را لرزاند. در این زلزله که حدود ۴۰۰۰ کشته داشت استان کراچی هند نیز لرزید.
۱۲. ۵ اوت سال ۱۹۴۷ در شهر پانس بلوچستان زلزله‌ای با قدرت ۷٫۳ ریشتر ۵۰۰ کشته داد.
۱۳. ۱۲ فوریه سال ۱۹۵۳ در شهر تورود در نزدیکی دامغان زلزله‌ای با قدرت ۶٫۵ ریشتر ۹۷۰ قربانی داشت.
۱۴. ۲ فوریه سال ۱۹۵۷ زلزله‌ای سراسری در استان مازندران با قدرت ۷٫۴ ریشتر ۲۰۰۰ قربانی گرفت.
۱۵. ۱۳ دسامبر سال ۱۹۵۷ در شهر صحنه استان کرمانشاه زلزله‌ای با ۷٫۳ ریشتر ۲۰۰۰ کشته بر جا گذاشت.
۱۶. آوریل سال ۱۹۶۰ در شهر لار زلزله‌ای که قدرت آن ثبت نشده، ۴۵۰ قربانی داشت.
۱۷. یک سپتامبر سال ۱۹۶۲ در شهر ساری زلزله‌ای با قدرت ۷٫۳ ریشتر رخ داد که در پی آن ۲۹۴ روستا به‌کلی از بین رفت و ۱۰۰ هزار کشته بر جا گذاشت.
۱۸. سپتامبر سال ۱۹۶۲ در شهر بوئین‌زهرا در نزدیکی تهران زلزله‌ای با قدرت ۷٫۱ ریشتر بیش از ۱۱ هزار قربانی داشت.
۱۹. ۱۰ فوریه سال ۱۹۶۵ در شهر بستان‌آباد، زلزله‌ای با قدرت ۵٫۱ ریشتر ۲۰ قربانی گرفت.
۲۰. ۳۱ آگوست سال ۱۹۶۸ در شهر فردوس در استان خراسان رضوی، زلزله‌ای با قدرت ۷٫۳ ریشتر حدود ۱۰ هزار قربانی بر جا گذاشت.
۲۱. ۱۰ آوریل ۱۹۷۲ زلزله‌ای با قدرت ۷٫۱ ریشتر در جنوب ایران ۵۰۵۴ قربانی گرفت. این زمین‌لرزه موجب ویرانی ۱۰۰۰ کیلومتر مربع شد.

۲۲. ۲۱ مارس سال ۱۹۷۷ زلزله‌ای در جنوب کشور با قدرت ۶٫۹ ریشتر به وقوع پیوست. در پی این زمین‌لرزه ۱۶۷ نفر کشته و ۳۵ روستا ویران شدند. در منطقه بندرعباس ۷۰۰۰ نفر بی‌سرپناه شدند و نکته قابل‌تأمل این‌که بعد از ۹۰ دقیقه پس‌لرزه‌ای با قدرت ۶ ریشتر موجب ویرانی هرچه بیشتر منطقه شد.
۲۳. آوریل سال ۱۹۷۷ زلزله‌ای در منطقه اصفهان رخ داد که شدت آن به ثبت نرسید و ۹۰۰ کشته برجا گذاشت.
۲۴. ۱۶ سپتامبر ۱۹۷۹ در شهر طبس زلزله‌ای با قدرت ۷٫۸ ریشتر ۱۵ هزار قربانی گرفت.
۲۵. ۱۱ ژوئن سال ۱۹۸۱ در جنوب ایران (کرمان) زلزله‌ای با قدرت ۶٫۹ ریشتر ۳ هزار قربانی گرفت.
۲۶. ۲۸ جولای سال ۱۹۸۱ در جنوب ایران (کرمان)، زلزله‌ای با قدرت ۷٫۳ ریشتر ۱۵ هزار نفر کشته داشت.
۲۷. ۲۰ ژوئن ۱۹۹۰ زلزله‌ای با قدرت ۷٫۴ ریشتر در منجیل و رودبار هم‌زمان با برگزاری رقابت‌های جام جهانی ۱۹۹۰، ۴۰ تا ۵۰ هزار قربانی گرفت. در پی این زمین‌لرزه ۶۰ هزار زخمی، ۴۰۰ هزار نفر بی‌سرپناه در منجیل و رودبار برجا ماند و تقریباً تمام سازه‌ها از بین رفت. در خلخال و نوشهر صدمات سنگینی به شهر وارد شد و در تهران نیز لرزه‌هایی محسوس بود. قدرت این زلزله ۷٫۴ در مقیاس ریشتر بوده و حتی قسمت‌هایی از تبریز و اراک و مرزهای شمال غربی ایران و کشورهای همسایه لرزید. متأسفانه پس‌لرزه‌ای که روز بعد از زمین‌لرزه با قدرت ۵٫۳ ریشتر زمین را لرزاند سبب شد تا ۲۰ تن از ساکنان شهر منجیل و لوشان کشته شوند.
۲۸. ۲۸ فوریه سال ۱۹۹۷ زلزله اردبیل با قدرت ۵٫۵ ریشتر ۱۱۰۰ قربانی گرفت.
۲۹. ۱ می سال ۱۹۹۷، در شهر بیرجند و قائن زلزله‌ای با قدرت ۷٫۱ ریشتر ۱۶۱۳ قربانی گرفت.
۳۰. ۱۴ مارس سال ۱۹۹۸، در شهر گلباف کرمان زلزله‌ای با قدرت ۶٫۶ ریشتر ۵ قربانی گرفت.
۳۱. ۲۲ ژوئن سال ۲۰۰۲ زلزله‌ای با قدرت ۶٫۵ ریشتر در ابهر و غرب ایران ۲۶۱ قربانی گرفت.
۳۲. ۲۶ دسامبر سال ۲۰۰۳ زلزله‌ای هولناک در بم با قدرت ۶٫۶ ریشتر دست کم ۴۰ هزار قربانی گرفت.
۳۳. ۲۸ می سال ۲۰۰۴ زلزله‌ای در استان مازندران، حدفاصل شهرهای فیروزآباد، کجور و مرزن آباد با قدرت ۶٫۳ ریشتر دست کم ۳۵ قربانی گرفت. صدمات جانی و مالی این زمین‌لرزه محدود بوده و یکی از علل آن تراکم کم جمعیت در پیرامون مرکز زمین‌لرزه است. لرزش ناشی از این رویداد در بخش‌های وسیعی از کشور حس شد. در تهران نیز مردم را دچار وحشت کرد.
۳۴. ۲۲ فوریه سال ۲۰۰۵ در شهر زرنند زلزله‌ای با قدرت ۶٫۴ ریشتر دست کم ۶۰۲ قربانی گرفت.
۳۵. ۲۷ نوامبر ۲۰۰۵ در شهر قشم زلزله‌ای با قدرت ۶ ریشتر ۱۳ قربانی گرفت.
۳۶. ۳۱ مارس ۲۰۰۶ در شهر بروجرد زلزله‌ای با قدرت ۶٫۱ ریشتر ۷۰ قربانی گرفت.
۳۷. ۱۰ سپتامبر سال ۲۰۰۸ زلزله‌ای با ۶٫۱ ریشتر ۷ قربانی گرفت.
۳۸. ۲۷ آگوست ۲۰۱۰ در شهر دامغان زلزله‌ای با قدرت ۵٫۹ ریشتر ۱۹ قربانی گرفت.
۳۹. ۲۰ دسامبر سال ۲۰۱۰، زلزله‌ای با قدرت ۶٫۵ ریشتر در حسین‌آباد ۱۱ قربانی گرفت.
۴۰. ۱۵ ژوئن سال ۲۰۱۱ زلزله‌ای با قدرت ۵٫۳ ریشتر در شهر کهنوج، ۲ قربانی گرفت.
۴۱. ۱۱ آگوست سال ۲۰۱۲، در استان آذربایجان غربی ۳ زمین‌لرزه که بزرگ‌ترین آن ۶٫۲ ریشتر قدرت داشت روی داد. در پی این زلزله ۳۰۶ نفر کشته شدند.

۴۲. ۱۲ نوامبر سال ۲۰۱۷ (۲۱ آبان ۱۳۹۶) زمین‌لرزه‌ای به بزرگی ۷٫۳ در مقیاس بزرگی گشتاوری در نزدیکی ازگله، استان کرمانشاه در نزدیکی مرز ایران و عراق در ۳۲ کیلومتری جنوب غربی شهر حلبچه عراق ایران رخ داد.

لرزه‌خیزترین کشورهای منطقه کدامند؟

بر اساس نتایج مطالعات لرزه‌خیزی جنوب شرقی آسیا محققان سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، ایران و ترکیه به ترتیب لرزه‌خیزترین کشورهای منطقه هستند و استان‌های کرمانشاه و ایلام در لرزه‌خیزترین منطقه ایران واقع شده‌اند.

ایران ازجمله کشورهایی است که گسل‌های فعال و خطرناک بسیاری دارد از این رو بسیاری از شهرها و مراکز جمعیتی، سکونتگاه‌ها و تأسیسات انسانی یا روی گسل‌ها و یا در مجاورت آن‌ها واقع شده‌اند. گسل‌ها یکی از پدیده‌های مهم ژئومورفولوژیکی هستند که از حرکات تکنونیک ناشی می‌شوند. گسل‌ها با فعالیت و حرکات خود علاوه بر اینکه می‌توانند زمین‌لرزه ایجاد کنند، باعث جابجایی عمودی یا افقی مناطق می‌شوند و اثرات تخریبی زیادی را روی ساختمان‌ها و سایر تأسیسات برجای می‌گذارند.

بر این اساس و به دنبال زمین‌لرزه‌های اخیر که طی ماه‌های اخیر در کشور رخ داد، گروه لرزه زمین ساخت و زلزله‌شناسی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی به بررسی و مقایسه لرزه‌خیزی ایران و کشورهای هم‌جوار در بازه زمانی کوتاه و بلندمدت پرداخت.

بر اساس یافته‌های این محققان، ایران، لرزه‌خیزترین کشور منطقه است. کشورهای عراق و افغانستان به‌ندرت شاهد زمین‌لرزه هستند که بر همین اساس وجود زمین‌لرزه‌های زیاد در ایران درحالی‌که همسایه‌ها در پایداری بسر می‌برند، امری کاملاً طبیعی است.

این محققان همچنین اعلام کردند، مطالعه لرزه‌خیزی جنوب شرق آسیا حاکی از آن است که کشورهای ایران و ترکیه به ترتیب لرزه‌خیزترین کشورهای منطقه هستند و عدم رویداد زمین‌لرزه در کشورهای هم‌جوار نیز پدیده‌ای قابل‌انتظار است. از محققان این طرح بروز زمین‌لرزه‌های متعدد با بزرگی زیاد در برخی از دوره‌های زمانی درگذشته نیز به ثبت رسیده و پدیده دور از انتظاری نیست. گسله‌های بالغ پس از یک دوره طولانی نداشتن فعالیت لرزه‌ای و تجمع انرژی، فعال شده و مدتی فعالیت لرزه‌ای متوسط دارند و دوباره وارد بازه نداشتن فعالیت خواهند شد.

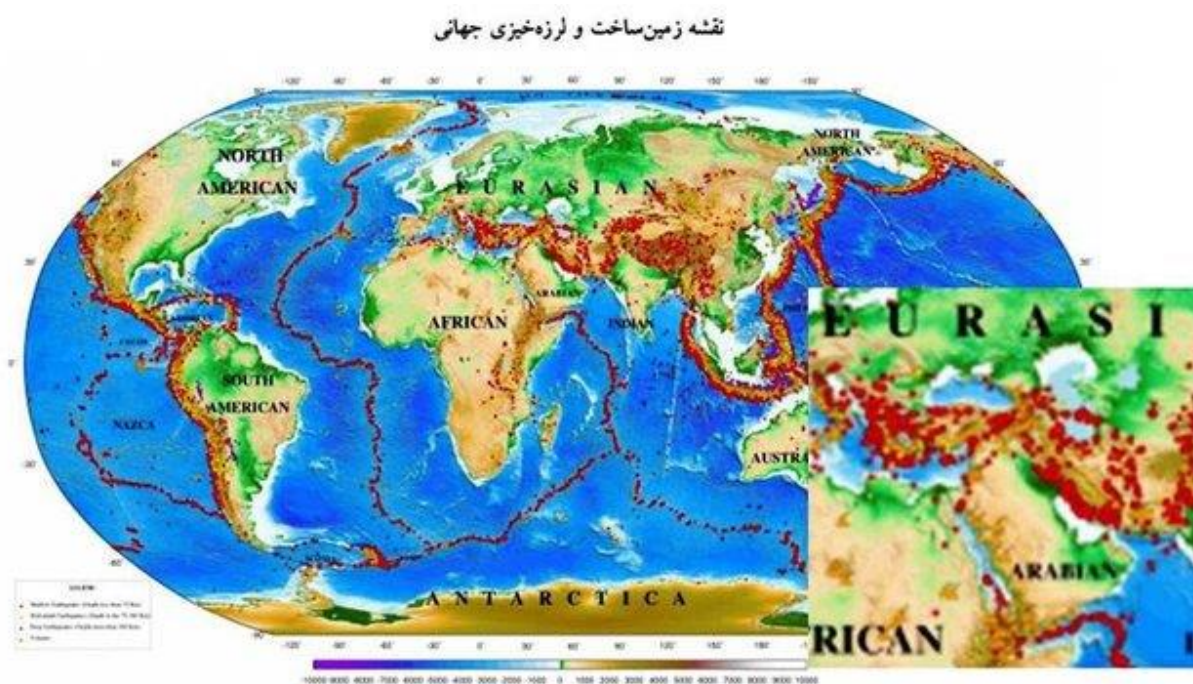
گسل‌های بالغ به سبب فعالیت‌های لرزه‌ای در بازه زمانی بلندمدت، یکپارچه‌شده و گسل‌هایی طویل با تکه‌بندی کم را در سطح زمین ایجاد می‌کنند که به هنگام فعالیت جابه‌جایی کمی را روی گسیختگی سطحی حاصل از آن‌ها می‌توان مشاهده کرد.

این محقق از گسل «آبیز» در غرب ایران به‌عنوان نمونه بارز این گونه گسل‌ها یاد کرد که طویل‌ترین گسیختگی سطحی زمین‌لرزه‌ای ایران را به طول ۱۲۵ کیلومتر سبب شده است و یادآور شد: این گسل‌ها به هنگام فعالیت جنبش کمتری ایجاد می‌کند و در نتیجه خسارات کمتری را به وجود می‌آورند.

در مقابل گسل‌های نارس گسل‌های جوان‌تری هستند که تکه‌بندی زیادی را در گسیختگی سطحی کوتاه آن‌ها می‌توان دید و به هنگام فعالیت، جنبش شدیدتری را به وجود می‌آورند و این جنبش زیاد به‌صورت جابه‌جایی زیاد روی سطح زمین ثبت می‌شود.

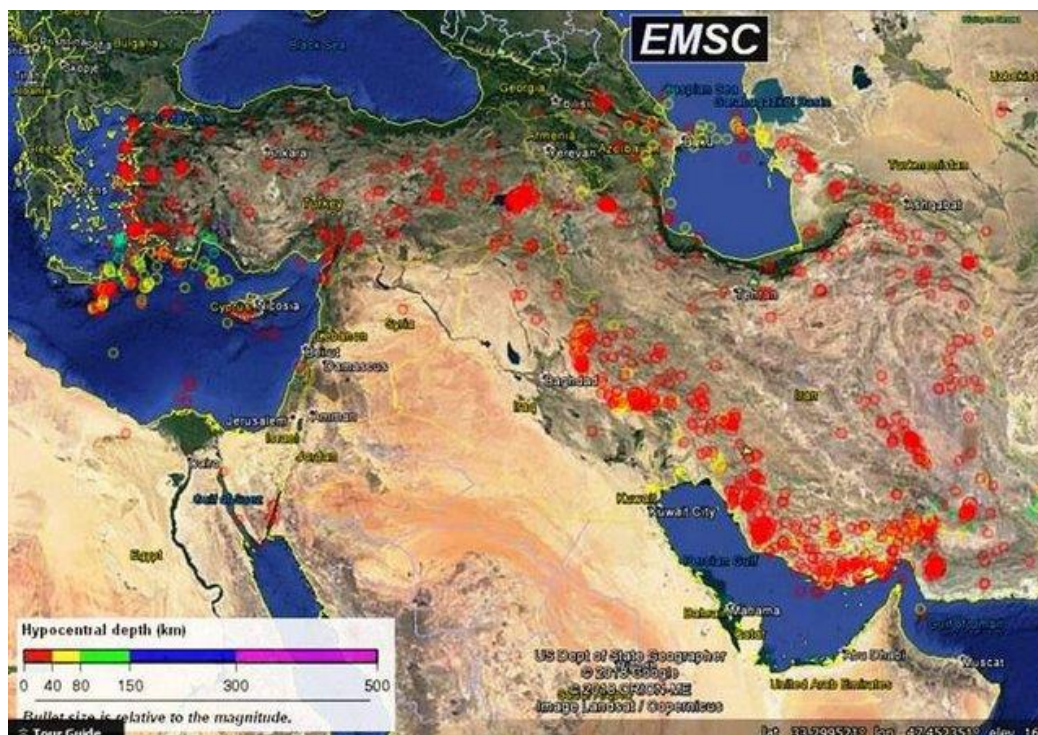
گسل مسبب زمین‌لرزه سلماس واقع در آذربایجان غربی در سال ۱۹۳۰، از این دسته گسل است که بلندترین افراز (scarp) زمین‌لرزه‌ای ایران را ایجاد کرده و همچنین گسل‌های مسبب زمین‌لرزه‌های طبرس واقع در خراسان جنوبی ۱۹۶۸ و رودبار در گیلان ۱۹۹۰ از جمله این گسل‌ها هستند که به لحاظ تاریخچه لرزه‌ای این گسل‌ها فعالیت خوشه‌ای نداشته و در فاصله‌های زمانی بلند، تک فعالیت لرزه‌ای شدید دارند.

ایران روی کمر بند لرزه‌خیزی آلپ-همالیا واقع شده است، بر این اساس روزانه زمین‌لرزه‌های زیادی در سراسر جهان رخ می‌دهد که ایران به‌عنوان یکی از لرزه‌خیزترین کشورهای جهان سهم بزرگی در این میان دارد.



طبق نقشه فوق، گستره لرزه‌خیز ایران همخوانی بسیار نزدیکی با مرزهای سیاسی ایران دارد به‌نحوی که از سوی شرق و غرب با مرزهای کشورهای عراق و افغانستان محدود می‌شود و در خارج از مرزهای ایران، این دو کشور همسایه به‌ندرت شاهد رویداد زمین‌لرزه هستند. انرژی که به دلیل فشار وارد شده از سوی صفحه عربی در پوسته ایران انباشته می‌شود، گاه به‌صورت تغییر شکل‌های بدون زمین‌لرزه مثل چین‌خوردگی و گاه به‌صورت رویداد زمین‌لرزه‌ای آزاد می‌شود.

کارشناس گروه لرزه زمین‌ساخت و زلزله‌شناسی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور خاطرنشان کرد: در بازه زمانی دو ماه گذشته ایران شاهد زمین‌لرزه‌های متعدد و بزرگ بوده است که این تعدد رخداد زمین‌لرزه در بازه زمانی کوتاه‌مدت به نظر قابل‌توجه است ولی در بازه زمانی بلندتر این رفتارهای لرزه‌ای از روند کلی حاکم بر فعالیت لرزه‌خیزی منطقه تبعیت کرده و رفتار کاملاً طبیعی و درخور انتظاری را شاهد بوده‌ایم.



زمین‌لرزه‌های رخ داده در بازه زمانی ۱۰ ساله در محدوده کشورهای ایران، عراق، ترکیه، ترکمنستان و آذربایجان

این کارشناس زمین‌لرزه با بیان اینکه استان‌های کرمانشاه و ایلام در لرزه‌خیزترین منطقه ایران (کمربند چین‌خورده-رانده زاگرس) واقع شده‌اند، تأکید کرد: در سده‌های اخیر هیچ زمین‌لرزه بزرگی در منطقه‌ای که زمین‌لرزه ۲۱ آبان ازگله واقع در کرمانشاه رخ داد، به ثبت نرسیده بود و این در حالی است که در حدود ۹۵۰ سال قبل و در سال‌های ۹۵۸ و ۱۱۵۰ میلادی دو زمین‌لرزه با بزرگی تخمینی به ترتیب ۶٫۴ و ۵٫۹ را در این محدوده شاهد بودیم.

بر اساس مطالعات انجام شده این محدوده، منطقه‌ای با پتانسیل لرزه‌خیزی بالا است که مدت‌زمان طولانی فعالیت لرزه‌خیزی بزرگی نداشته و به سبب تجمع انرژی درگذر زمان رخداد زمین‌لرزه در آن دور از انتظار نیست، از سوی دیگر پیشینه رخداد فوج لرزه‌ای (زمین‌لرزه‌های متعدد در فاصله زمانی کوتاه در یک منطقه کوچک) در این محدوده از زاگرس به ثبت رسیده و در آذرماه سال جاری زمین‌لرزه با بزرگی ۴ تا ۵٫۷ را در جنوب شرق شهر سرپل ذهاب شاهد بوده‌ایم.

صبور با بیان اینکه رخداد زمین‌لرزه‌های متعدد در یک محدوده از ایران به دلیل متأثر کردن سایر گسل‌های هم‌جوار (Trigger) که انرژی را در خود ذخیره کرده‌اند دور از انتظار نیست، افزود: گاهی به دنبال یک رویداد بزرگ، رخداد زمین‌لرزه را در سایر گسله‌های هم‌جوار و یا در بخش دیگری از همان گسله شاهد بوده‌ایم.

زمین‌لرزه‌های سیرچ استان کرمان با بزرگی ۷ در سال ۱۹۸۱، گلباف با بزرگی ۶٫۶ در سال ۱۹۸۱، فردوس استان خراسان جنوبی با بزرگی ۷٫۱ در سال ۱۹۶۸، دشت بیاض با بزرگی ۷٫۱ در سال ۱۹۶۸، کولی- بنیاباد در منطقه دشت بیاض با بزرگی ۷٫۱ در سال ۱۹۷۹ و کریزان-خواف با بزرگی ۶٫۶ در سال ۱۹۷۹ را از نمونه‌های این نوع زلزله‌ها می‌توان دانست.

کارشناس گروه لرزه زمین‌ساخت و زلزله‌شناسی سازمان زمین‌شناسی تأکید کرد: زمین‌لرزه‌های کرمانشاه، سومار، هجدک و ماهدشت-جنوب کرج در پهنه‌های لرزه‌خیز شناخته شده کشور رخ داد که مطالعات لرزه زمین‌ساخت در گذشته لرزه را بودن آن‌ها را نشان داده بود و امکان بروز زمین‌لرزه در آن‌ها را انتظار داشتیم.

تدابیر کشورهای مختلف برای مقابله با زلزله

تمام کشورهایی که زلزله‌های شدید را تجربه کرده‌اند، با برنامه‌ریزی و مطالعه علمی تلاش کرده‌اند از تلفات و خسارات حوادث آینده بکاهند.

رویارویی با قهر طبیعت یکی از مظاهر ضعف انسان در برابر بسیاری از پدیده‌های این جهان است. در طول تاریخ «زلزله» یکی از نگرانی‌های دائمی بشر بوده است و پیشرفت فناوری در موارد زیادی توانسته جلوی بروز فجایع ناشی از این بلای طبیعی را بگیرد.

در ادامه برترین اقدامات کشورهای زلزله‌خیز جهان را بررسی می‌کنیم.

۱- ژاپن

با توجه به قرارگیری ژاپن در محل اتصال سه صفحه اوراسیا، اقیانوس آرام و فیلیپین، این کشور با زلزله‌ها و سونامی‌های عظیمی روبرو بوده است و به همین دلیل اقدامات پیشگیرانه و مهمی در راستای کاهش تلفات و خسارات ناشی از زلزله انجام داده است.

ژاپن در حداث سال‌های ۱۹۴۵ تا ۱۹۹۵، ۱۴ زلزله با بزرگی بیشتر از ۶٫۵۵ درجه را تجربه کرده است و تا قبل از زلزله کوبه در سال ۹۵ میلادی مجموعاً بیش از ۸۰۰۰ نفر جان خود را بر اثر زلزله از دست دادند.

زلزله فوکوشیما نیز یکی از نقاط عطف تاریخ زلزله‌ای جهان بود. این زلزله با بزرگی حدود ۹ درجه بزرگ‌ترین زلزله ژاپن از سال ۱۹۰۰ میلادی بوده است که تمام محاسبات دقیق محققان ژاپنی و دیگر کشورها را دگرگون کرد.

این زلزله بر اساس آمار رسمی با ۱۵ هزار و ۶۵۰ کشته، ۶۰۱۱ مجروح و ۳۲۸۷ ناپدید و تخریب یا آسیب به ۱۲۵ هزار ساختمان خسارات فراوانی بر جای گذاشت.

اقدامات ژاپن در زمینه مقابله با زلزله بسیار تأثیرگذار بوده است که در ادامه به مواردی از آن‌ها اشاره می‌شود:

۱. ضرورت افزایش سطح استانداردهای ایمنی در ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری، حتی در مناطقی که احتمال زمین‌لرزه در آن‌ها کمتر است. جدیدترین فناوری مورد استفاده در ژاپن جداسازی یا ایزوله سازی ساختمان از لرزش نام دارد که تحقیقات مربوط به آن از ۱۵ سال پیش آغاز شده است. در این فناوری ساختمان با استفاده از سازه‌های بلبرینگ مانند از پی جدا می‌شود و در واقع نسبت به لرزش‌های پی ساختمان ایمن می‌ماند.
۲. تقویت و ایمن‌سازی شبکه‌های حیاتی شهری مانند خطوط ارتباطاتی، شبکه‌های برق، آب و گاز در شهرهای بزرگ.
۳. ضرورت افزایش سطح هماهنگی میان نیروهای کمکی و دستگاه‌های شهری.
۴. توجه علمی و سازمان‌یافته به ناهنجاری‌های اجتماعی و مشکلات روانی.
۵. برنامه‌های مطالعاتی و دانشگاهی در زمینه پیش‌بینی و کاهش خطرات زلزله

در بسیاری از دانشگاه‌های ژاپن پس از وقوع زلزله کوبه برنامه‌هایی برای پیش‌بینی تلفات و خسارات در صورت وقوع زلزله‌های مختلف در ژاپن به اجرا درآمد و نتایج این مطالعات نشان داد در بسیاری از مناطق ژاپن خسارات بیشتر از زلزله کوبه خواهد بود. آمارهای منتشر شده نشان می‌داد که ۸۰ درصد تلفات زلزله کوبه به خاطر آوار و سقوط لوازم منزل بر سر افراد بوده است و این مرگ‌ها در فاصله ۱۵ دقیقه پس از وقوع زلزله اتفاق افتاده است و این موضوع نشان می‌داد که هرچقدر تیم‌های نجات سریع عمل کنند باز هم عده زیادی جان خود را از دست می‌دهند. به همین خاطر مجموعه قوانین و دستورالعمل‌هایی برای مقاوم‌سازی و ایمن‌سازی سازه‌ها و ساختمان‌های قدیمی و نظارت شدید بر ساخت‌وسازهای جدید ابلاغ شد.

۲- آمریکا

ایالت‌های کالیفرنیا و آلاسکا در آمریکا زلزله‌های شدیدی را تجربه کرده‌اند و به همین دلیل برنامه‌های وسیعی برای مقابله با این پدیده دارند.

زلزله منطقه «نورت‌ریج» کالیفرنیا که در سال ۱۹۹۴ میلادی با بزرگی ۶٫۷ درجه در مقیاس بزرگی گشتاوری رخ داد، باعث آسیب دیدن ۴۰ هزار ساختمان، بی‌خانمانی ۲۰ هزار نفر و حدود ۱۷۰ نفر کشته و زخمی شد و در آلاسکا نیز زمین‌لرزه آلاسکا در ۲۸ مارس ۱۹۶۴ برابر با هشتم فروردین ماه ۱۳۴۳ با بزرگی ۹٫۲ ریشتر رخ داد.

محققان زلزله‌شناسی اعلام کرده‌اند که با توجه به وقوع زمین‌لرزه‌های بزرگ در ۲۰ سال گذشته در این ایالت، احتمال وقوع زلزله‌ای با بزرگی بیشتر از هفت درجه تا سال ۲۰۲۴ بالای ۸۰ درصد است و به همین دلیل نقشه‌های دقیقی از مناطق زلزله‌خیز و گسل‌های حساس در این ایالت تهیه شده است تا مقامات به‌طور محسوس‌تر و دقیق‌تری بتوانند برای وقوع زلزله در این مناطق آماده شوند و اقدامات لازم برای مدیریت بحران را انجام دهند.

مقاوم‌سازی سازه‌ها و بزرگراه‌های کالیفرنیا با صرف بودجه شش میلیارد دلار انجام شده و مقامات این ایالت با دفاع از این هزینه‌ها، اعلام کرده‌اند که هزینه بازسازی و جبران خسارت‌های احتمالی پس از زلزله‌های بزرگ چندین برابر این مبلغ بوده و بخشی از اثرات آن بر اقتصاد و درآمدهای دولتی، جبران‌ناپذیر است.

در زلزله سال ۱۹۷۱ سه بزرگراه اصلی و ۴۲ پل بزرگ در کالیفرنیا به‌شدت آسیب دیدند و این تعداد در زلزله نورت‌ریج افزایش یافت به‌طوری‌که در این زلزله بیش از ۱۰۰ بزرگراه و آزادراه با آسیب جدی مواجه شده و تخریب آن‌ها سبب کند شدن روند امدادرسانی گردید.

پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که زلزله بعدی در کالیفرنیا حدود سه دقیقه به طول می‌انجامد و در صورت عدم آمادگی، ۲۱۳ میلیارد دلار خسارت مالی و ۲ هزار نفر کشته و ۵۰ هزار زخمی برجای خواهد گذاشت.

در آلاسکا پس از وقوع زلزله، «مرکز هشدار سونامی ساحل غربی» تأسیس شد و دولت ایالت آلاسکا صدها میلیون دلار برای توسعه و تجهیز این مرکز هزینه کرد. به‌علاوه مؤسسات خیریه آمریکایی نیز در این زمینه همکاری ویژه‌ای داشتند.

این مرکز مسئولیت دیده‌بانی و گزارش تغییرات جغرافیایی در محدوده آلاسکا را دارد و علاوه بر ایالت‌های ساحلی آمریکا، سواحل کانادا و مکزیک را نیز پوشش می‌دهد.

حسگرهای این مرکز توانایی شناسایی سونامی‌های بسیار عمیق در اقیانوس را دارد و می‌توانند تا عمق شش هزار متری سونامی را تشخیص دهند. زمانی که شدت این امواج از محدوده مجاز فراتر برود هشدارهای ایالتی، ملی و یا بین‌المللی بر اساس شدت سونامی فرستاده می‌شوند.

۳- شیلی

شیلی کانون رخداد بزرگ‌ترین زلزله تاریخ بوده است و بزرگ‌ترین زلزله تاریخ با شدت ۹٫۵ ریشتر در این کشور در سال ۱۹۶۰ میلادی به وقوع پیوسته است.

در سال ۱۹۶۰ زلزله‌ای با بزرگی ۹٫۵ و سونامی بسیار بزرگ شیلی را لرزاند که از آن به‌عنوان نقطه عطف مبارزه با زلزله در این کشور نام‌برده می‌شود.

پس‌ازاین زلزله مقامات این کشور به این نتیجه رسیدند که زلزله مانند بارش باران و برف برای شیلی پدیده‌ای متناوب و همیشگی محسوب می‌شود و اگر قرار باشد پس از هر زلزله یک فاجعه انسانی رخ دهد این کشور هیچ‌گاه روی آرامش را به خود نخواهد دید.

یکی از ویژگی‌های مردم شیلی درباره زلزله این است که آن‌ها به‌طور کامل درباره اقدامات پیشگیرانه، رفتارهای حین زلزله و پس‌از آن به‌خوبی آموزش می‌بینند و این موضوع به کاهش تلفات کمک شایانی می‌کند. برای مثال سرعت تخلیه مردم از بنادر و مناطق حساس در پی اعلام هشدارهای زلزله و سونامی به خاطر آموزش صحیح و تمرین اصولی، بسیار زیاد است.

کشور شیلی از کشورهای نسبتاً پیشرفته در زمینه مطالعات زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و مدیریت بحران است. متخصصان این کشور از دانشمندان شناخته شده در دنیا هستند. پس از زلزله‌های دهه ۶۰ و ۸۰ میلادی، مقامات این کشور با شبیه‌سازی اصول مقابله با زلزله در کالیفرنیا و کانادا مجموعه قوانینی برای ساختمان‌سازی در این کشور وضع کردند که کمک شایانی به کاهش تلفات در زلزله‌های بعدی کرده است. ساختمان‌هایی که در مناطق شهری ساخته می‌شوند، در برابر نیروهای عمودی و افقی که بر اثر زلزله به پی ساختمان وارد می‌شوند، مقاومت بسیار خوبی دارند و می‌توان گفت مقاوم‌ترین ساختمان‌ها در شیلی ساخته می‌شوند.

تلاش‌های علمی و آکادمیک شیلی نیز در این زمینه بسیار گسترده بوده است. برای نمونه دکتر راول ماداریاگا که استاد برجسته زلزله‌شناسی در دانشگاه پاریس بوده است (اکنون بازنشسته شده) تبار شیلیایی دارد. در زمینه‌های علمی این کشور در عرصه‌های بین‌المللی بسیار فعال است به‌نحوی که شانزدهمین کنفرانس جهانی مهندسی زلزله در شهر سانتیاگو در سال ۲۰۱۶ در این کشور برگزار شد. از نظر توسعه زیرساخت‌های مناسب نیز در سال‌های اخیر هم از نظر ایجاد سامانه هشدار پیش‌هنگام سونامی و هم ایجاد سازمان مستقل برای مسئله مدیریت سانحه (ONEMI) شیلی کارنامه مثبتی دارد. همچنین آیین‌نامه‌های ساختمانی زلزله در این کشور به‌طور منظم به‌روز می‌شود.

۴- چین

چین به خاطر قرارگیری بر روی صفحات اوراسیا و اقیانوس هند زلزله‌های شدیدی را تجربه می‌کند و به همین دلیل در سال‌های اخیر اقداماتی کاملاً سازمان‌یافته برای مقابله با زلزله و کاهش تلفات انجام داده است.

محققان و دانشمندانی که در چین در رابطه با زلزله کار می‌کنند با پیچیدگی‌های خاصی مواجه هستند. تنوع و گستردگی وضعیت زمین و جنس خاک در مناطق مختلف، تفاوت میزان فعالیت گسل‌ها در بخش‌های مختلف، رشد اقتصادی سریع، گسترش بی‌رویه شهرها، کنار هم قرار گرفتن بافت‌های فرسوده و مدرن و مهم‌تر از همه جمعیت زیاد و متراکم در این کشور از جمله چالش‌های پیش روی مدیران و محققان این کشور بوده است.

پروفسور «ژانگ هن» یکی از محققان این کشور در زمینه زلزله، سامانه اطلاعاتی و لرزه‌نگاری قدرتمندی را ایجاد کرده است که دارای یک پایگاه داده ۱۸۰۰ ساله از زلزله‌های رخ داده در این کشور است و بر اساس آن‌ها فعالیت گسل‌های فعال این کشور مورد ارزیابی و پیش‌بینی قرار می‌گیرد.

در چین یک تیم تحقیقات ملی و ۲۶ تیم تحقیقاتی استانی در زمینه مواجهه علمی با زلزله فعالیت می‌کنند که مجموعاً بیش از ۳۰۰۰ نفر در آن‌ها در حال فعالیت هستند. در حال حاضر یک لرزه‌نگار سراسری توسط محققان چینی در دست تولید و توسعه است که نمونه‌های قبلی آن در بسیاری از کشورها نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

پروژه‌های مطالعاتی در زمینه زمین‌شناسی و بررسی تغییرات ساختاری در پوسته زمین نیز اهمیت ویژه‌ای در چین پیدا کرده است و چندین آزمایشگاه در این زمینه در دانشگاه‌های مختلف راه‌اندازی شده است.

در حال حاضر چین با بیش از ۵۰ کشور در زمینه همکاری‌های تحقیقاتی و علمی در زمینه زلزله ارتباط دارد. همچنین در پروژه‌های دانشگاهی طراحی سامانه‌های پیش‌بینی زلزله مورد توجه بسیاری از اساتید قرار دارد.

چین توانسته است در حال حاضر بیش از ۴۰ درصد جمعیت این کشور را با اقدامات و آموزش‌های لازم در جهت مقابله با زلزله و کاهش تلفات آشنا کند و بیش از ۲۰۰ هزار نفر نیروی داوطلب برای آموزش این موارد در اختیار دارد.

تحقیقات در زمینه مهندسی زلزله یکی از اجزای جدانشدنی سیاست‌های دولت چین برای مقابله با فجایع ناشی از این پدیده است و به همین دلیل محققان و متخصصان این رشته هیچ محدودیتی برای ایجاد و پیگیری پروژه‌های تحقیقاتی خود ندارند.

در حال حاضر یک شبکه سراسری فعالیت کلیه گسل‌های چین را تحت نظر دارد و بر اساس داده‌های زلزله‌های گذشته و تغییرات صفحات زمین، می‌تواند وقوع زلزله‌های احتمالی را پیش‌بینی کند. میزان حساسیت این سامانه به اندازه‌ای است که لرزه‌هایی را که اندازه آن‌ها از یک درجه نیز کمتر است اندازه‌گیری می‌کند.

در سال ۱۹۹۸ سیاست‌های کلی دولت چین در چهار زمینه پاسخ سریع به زلزله، مدیریت لرزه‌نگاری، مدیریت ایمن‌سازی در برابر زلزله و پیش‌بینی زلزله ابلاغ شده است و در تمام استان‌ها با توجه به میزان زلزله‌خیز بودن آن‌ها اقدامات مقتضی انجام گرفته است.

در مناطق روستایی پروژه‌ای با عنوان «امنیت مناطق روستایی» اجرا می‌شود. این پروژه جنبه‌های مختلفی دارد که می‌توان از بخش‌های مهم آن به برنامه‌های آموزشی برای ساکنان روستاها در زمینه آمادگی پیش از بحران، مقاوم‌سازی خانه‌های روستایی و ایجاد ایستگاه‌های امداد اختصاصی اشاره کرد. این برنامه در حال حاضر برای بیش از پنج میلیون خانوار روستایی اجرا شده است و همچنان ادامه دارد. نکته جالب توجه این است که مناطق ایمن‌سازی شده در زلزله‌های سال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۸ تلفات بسیار پایینی داشتند.

چین یک تیم بین‌المللی نیز برای فجایع بزرگ جهان ایجاد کرده است. تیم بین‌المللی امداد و نجات چین (سیسا) فعالیت گسترده‌ای در زمان وقوع زلزله‌های بزرگ در جهان داشته است. اعضای تیم سیسا در پی وقوع زلزله‌های بزرگ به کشورهای ایران، الجزایر و پاکستان اعزام شده و علاوه بر امدادرسانی در این کشورها به مطالعه و فعالیت‌های تحقیقاتی نیز پرداخته‌اند.

رشد قارچ گونه ساختمان‌های ضعیف و نا مقاوم در هند در کنار ساختمان‌های عظیم و لوکس و ساختمان‌های بزرگ دولتی و مراکز خرید در کنار یک جمعیت فوق‌العاده متراکم به‌منزله یک بمب ساعتی در هند است.

این کشور در ۱۵ سال اخیر بیش از ۱۰ زلزله بزرگ را تجربه کرده که این زلزله‌ها باعث مرگ بیش از ۲۰ هزار نفر شده است.

بر اساس مطالعات زمین‌شناسی در هند حدود ۶۰ درصد مساحت این کشور در معرض زلزله قرار دارد. در واقع کمربند زلزله هیمالیا هر ۵۰ سال در هند یک زلزله با بزرگی بیش از هشت ریشتر را ایجاد می‌کند که جان مردم این کشور را تهدید می‌کند. مرکز مدیریت بحران ملی هند برنامه‌های ویژه‌ای برای مقابله با زلزله دارد که در ادامه بخشی از این برنامه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱- کمپین مطالعه و شبیه‌سازی زلزله‌های بزرگ

نکته جالب توجه در این کمپین، تلاش برای آموزش مردم در رابطه با ساختن خانه‌های مقاوم با حداقل امکانات است.

۲- ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های هند در برابر زلزله

سازمان ملی مدیریت بحران هند ضمن بررسی مقاومت تمام مناطق این کشور، فهرستی از مناطق آسیب‌پذیر را منتشر کرده است و مقامات هر ایالت را موظف کرده است برای مقاوم‌سازی مناطق مختلف برنامه‌ریزی کرده و آموزش‌های لازم را به جامعه ارائه دهند.

۳- تدوین قوانین ساخت‌وساز برای مصالح مختلف

یکی از اقدامات جالبی که سازمان ملی مدیریت بحران هند انجام داده است، تدوین قوانین ساخت‌وساز برای انواع مصالح است. در قوانینی که این سازمان تدوین کرده است، تمام مصالح متنوعی که در این کشور به کار می‌روند، مورد ارزیابی قرار گرفته و برای هر کدام قوانینی وضع شده است.

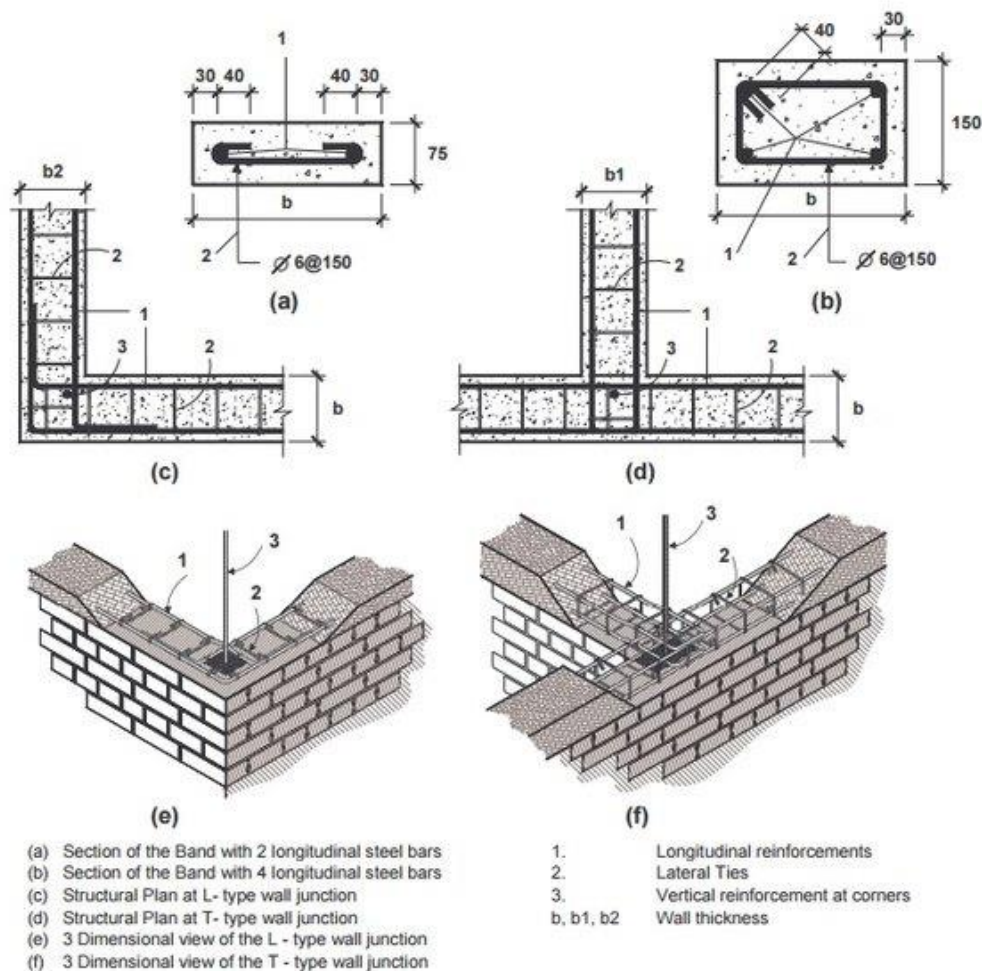
نکته جالب توجه در این زمینه این است که برای خانه‌هایی که با استفاده از بامبو، چوب، نی و دیگر مصالح ابتدایی ساخته می‌شوند نیز استانداردهای مقاومتی تدوین شده است.

۴- شبیه‌سازی حوادث طبیعی و سازه‌های مقاوم در دانشگاه‌ها

دانشگاه‌های هند به‌خصوص در رشته‌های عمران و شهرسازی مطالعات فراگیری در رابطه با بلایای طبیعی و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها انجام می‌دهند.

در این مطالعات، محققان سناریوهای مختلفی را در رابطه با زلزله، سیل، سونامی و دیگر بلایای طبیعی شبیه‌سازی کرده و با استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی میزان مقاومت سازه‌های مختلف را در شرایط مختلف می‌سنجند.

نحوه اتصال دیوارها به یکدیگر، میزان مقاومت پی و استحکام درها و پنجره‌ها از جمله مواردی است که در این شبیه‌سازی‌ها مورد ارزیابی و بررسی قرار می‌گیرد.



۵- ایجاد تیم‌های جستجو و نجات زنده و کارآمد

در سال ۲۰۰۵ نیروی ملی واکنش به بلایای طبیعی در هند تأسیس شد. این سازمان تحت نظر وزارت کشور هند فعالیت می‌کند و آموزش‌های مدرن و تجهیزات به‌روز در اختیار نیروهای آن قرار دارد.

همکاری‌های بین‌المللی هند و استخدام مدرسان خارجی در پیشرفت و بهبود کارایی این نیرو تأثیر بسزایی داشته است و بیش از ۱۷ برنامه آموزشی بین‌المللی در زمینه آموزش‌های مقابله با زلزله، سیل، سونامی و حملات بیولوژیکی و شیمیایی در فاصله سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹ برای این سازمان برگزار شده است.

این سازمان برنامه‌های آموزش عمومی زیادی را در سراسر هند برگزار می‌کند تا میزان آمادگی در برابر زلزله را در میان شهروندان هندی بالاتر ببرد.

پیامدهایی که منجر به افزایش اطلاعات مهندسين در زمینه زلزله شد

زلزله ۱۹۹۴ نورتریج Northridge

اتصالات قاب خمشی برای مقاومت در برابر نیروهای خمشی و همچنین ایجاد مفصل پلاستیک داخل تیرها در حین زلزله و استهلاک انرژی زلزله در حرکات رفت و برگشتی، طراحی می‌شوند. در زلزله سال ۱۹۹۴ نورتریج Northridge آمریکا، با وجود رعایت ضوابط آیین‌نامه‌های موجود، اتصالات خمشی در قاب‌های خمشی فولادی متحمل شکست‌های ترد غیر منتظره‌ای در ناحیه اتصال تیر به ستون شدند. تا قبل از این زلزله تصور جامعه مهندسی بر این بود که اتصال جوشی تیر به ستون به اندازه کافی انعطاف‌پذیر بوده و لذا عملکرد مطلوبی در برابر بارهای رفت و برگشتی از خود نشان می‌دهند. این نوع اتصال از اواسط دهه ۶۰ میلادی تا زمان وقوع زلزله نورتریج بسیار رایج بود. زلزله فوق و متعاقب آن شکست‌هایی که در محل اتصال تیر به ستون مطابق شکل زیر مشاهده شدند، نشان داد که اتصال جوشی تیر به ستون نسبت به بارهای رفت و برگشت لرزه‌ای بسیار حساس است. این نوع شکست شامل ترک‌های بسیار ریز) که تنها با آزمایش‌های غیر مخرب Nondestructive Tests قابل تشخیص هستند (و شکست‌های بزرگ (که حتی کل عمق ستون را در برمی‌گرفت) در مجاورت ستون بوده است.

شکست ترد اتصالات

از جمله دلایل این شکست ترد می‌توان موارد مقابل را برشمرد: تنش‌های پسماند حرارتی جوشکاری، تمرکز تنش، تنش‌های سه محوره و درخواست حداکثری نیرو در ناحیه اتصال. علت تمرکز تنش را می‌توان سرد و گرم شدن ناگهانی عضو مورد نظر دانست. علاوه بر این احتمال تشکیل مفصل پلاستیک در ستون نیز وجود دارد که موجب ناپایداری سازه می‌گردد. برای مقابله با این نقایص و بهبود رفتار چرخ‌های اتصالات، پیشنهادانی داده شدند که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

- تقویت اتصال تیر به ستون و کاهش تمرکز تنش
- تضعیف عمودی تیر در بر ستون؛ هر دو روش به جهت اینکه محل تشکیل مفصل پلاستیک به داخل تیر انتقال یابد در نظر گرفته شده‌اند.

بعد از وقوع زلزله‌های نورتریج در سال ۱۹۹۴ و کوبه در سال ۱۹۹۵ رفتار نامناسب اتصالات گیردار تیر به ستون قاب‌های خمشی فولادی، موجب شروع تحقیقات وسیع در مورد رفتار اتصالات تیر به ستون در سیستم‌های مقاوم جانبی شد. سرمایه‌گذاری عظیم موسسه FEMA از این مطالعات است که یکی از پروژه‌های آن، پروژه شش‌ساله گروه SAC است. هدف این پروژه یافتن راهکاری برای جلوگیری از رفتار ترد اتصالات بود. حاصل این پروژه تغییرات و اصلاحات زیادی در مورد نحوه طراحی اتصالات تیر به ستون در قاب‌های خمشی بود که پس از آن اتصالات خمشی متنوعی ابداع شدند که همگی تلاش می‌کردند مشکلات مشاهده شده در قاب‌های خمشی در این زلزله‌ها را رفع کنند.

اتصالات تیر به ستون با ورق انتهایی که در آن ارتفاع ورق اتصال از ارتفاع تیر بیشتر است می‌تواند شکل‌پذیری زیادی را در قاب‌های خمشی در برابر زلزله ایجاد نماید. یکی از انواع اتصالات با ورق انتهایی، اتصال گیردار فلنجی تیر به ستون بدون استفاده از ورق لچکی BUEEP و با استفاده از ورق لچکی BSEEP است.

اتصالات مطرح شده در آیین‌نامه‌های لرزه‌ای و همچنین تحقیقات پیشین صورت گرفته به‌طور کلی برای حالتی تعریف شده‌اند که در آن‌ها هندسه پلان سازه متقارن بوده و در نتیجه راستای محور طولی تیر، در نقشه پلان سازه، عمود بر راستای عرض بال ستون (ضلع مقطع ستون) قرار می‌گیرد.

در مواقعی که محور تیر عمود بر راستای عرض بال ستون اجرا شود با توجه به متقارن بودن اتصال از لحاظ هندسه اتصال، توزیع تنش نیز متقارن خواهد بود؛ اما در مواقعی که به علت وجود موانعی همچون الزامات معماری و نامنظمی سازه در پلان، نیاز به اجرای تیر میان ستون‌هایی می‌شود که در نقشه پلان در یک راستا قرار ندارند (آکس آن‌ها یکی نیست) و متعاقباً امکان انجام اتصال تیر به ستون به نحوی که صفحه جان تیر عمود بر صفحه بالی از ستون که تیر به آن متصل می‌شود نیست؛ به عبارت دیگر شکل قرارگیری تیر در پلان به صورت مورب میان دو ستون است که انتظار می‌رود منجر به عدم توزیع یکنواخت تنش در محل اتصال شود.

در این حالت در بر اتصال علاوه بر لنگر خمشی، لنگر پیچشی نیز به اتصال وارد می‌شود. در این پژوهش عملکرد لرزه‌ای اتصال فلنجی تیر به ستون تحت زوایای مختلف در پلان و اثرات زاویه‌دار بودن تیرها بر افت مقاومت اتصال ارزیابی می‌شود و با بررسی پارامترهای مختلف، راهکارهایی برای رفع مشکل زاویه‌دار بودن تیرها ارائه می‌شود.

تجربه زلزله‌های گذشته، درسی برای زلزله‌های آینده

طبیعت مادر انسان است که دائماً در تلاش و تغییر بوده و با تحولات خود بستر رشد و تکامل فرزندان را فراهم می‌کند؛ اما در این میان پدیده‌های طبیعی از ابتدای «مهبانگ» یا «انفجار بزرگ (Big Bang)» در کرات و سیارات در همه کجکشان‌ها برای ده‌ها میلیارد سال نوری ادامه داشته و دارد.

زمین در فاصله‌ای ۱۵۰ میلیون کیلومتری از خورشید با سرعتی حدود هزار و ۸۰۰ کیلومتر در ساعت به دور خود و حدود ۱۰۶ هزار کیلومتر در ساعت به دور خورشید می‌گردد و انرژی گرمای خورشید که فقط یک ثانیه آن می‌تواند یک میلیون سال برق مورد نیاز مردم امروز کره زمین را تأمین کند همراه با انرژی گرمایی داخل زمین باعث بروز پدیده‌های طبیعی در آن می‌شود.

وقتی ابعاد و اندازه‌های بعضی از رویدادهای طبیعی از مقادیر مشخص قابل تحمل برای انسان و داشته‌ها و ساخته‌های او تجاوز کند، انسان از آن‌ها به عنوان بلایای طبیعی تعبیر می‌کند که این رویدادها دارای ظرفیت خسارات و تلفات‌اند که برای کاهش آن‌ها شناخت و تحلیل این رویدادها برای برنامه‌های مدیریت ریسک، اضطراری و بحران امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است.

پیشینه وقوع حوادث و بلایای طبیعی در جهان به درازی تاریخ بشر است. هیچ جایی از دنیا مصون از این حوادث نبوده و نیست و همه جوامع در برابر عوارض بلایای طبیعی، حوادث ناشی از استفاده از فناوری و خطرات ایجادشده از سوی انسان آسیب‌پذیر هستند که در این میان بلایای طبیعی منحصر به زلزله نبوده و مواردی چون سیل، آتش‌سوزی، تغییرات اقلیمی، طوفان، آتش‌سوزی وسیع، خشک‌سالی و نظایر آن را نیز شامل می‌شود.

ایران در کمربند جهانی زلزله قرار دارد و به همین سبب زلزله وجه غالب و اصلی بلایایی است که هر چند یک‌بار نقطه‌ای از کشور را در معرض آسیب و بحران قرار می‌دهد.

همچنین وجود نقاط جمعیتی متراکم به‌ویژه در پایتخت، ایران را به کشوری آسیب‌پذیر در برابر زلزله تبدیل کرده به‌طوری‌که هر ساله شاهد وقوع فاجعه‌ای در گوشه‌ای از این سرزمین پهناور از جمله شهرهای سلماس، بندرعباس، بوئین‌زهرا، طبس، رودبار و منجیل، لار، زلزله مصیب بار بم، ورزقان، سرپل ذهاب و زلزله‌های پیاپی استان‌های جنوبی، جنوب شرقی و شمال غرب کشور هستیم.

بعد از زلزله، سیل را می‌توان یکی از حوادث بحران‌زا در کشور به شمار آورد؛ افزایش بی‌رویه جمعیت، ساخت‌وسازهای شهری و گسترش آن تا حاشیه شهرها بدون برنامه‌ریزی مناسب و در نظر گرفتن استانداردهای ملی و جهانی، پیشگیری و مقابله با بحران و حوادث مترقبه و غیرمترقبه، احتمال بروز فاجعه را دوچندان کرده است.

در هر جامعه این خطرات همه‌روزه منجر به وقوع حوادثی که از نظر بزرگی و شدت متفاوت‌اند، می‌شود و حتی ظرفیت تبدیل به فاجعه را نیز دارند. هر کدام از جوامع به تناسب موقعیت و وضعیتی که دارند، اقدامات و فعالیت‌هایی را به‌منظور کاهش خطرات و کسب آمادگی انجام می‌دهند تا عواقب ناشی از بروز این‌گونه حوادث را به حداقل برسانند.

نقش بی‌رویه رشد و افزایش جمعیت

در سال‌های اخیر، جهان با افزایش بلایای طبیعی و افزایش خسارات اقتصادی ناشی از این بلایا مواجه بوده است. افزایش تلفات جانی و مالی هم‌زمان با افزایش جمعیت انسان‌های روی کره زمین رخ داده به‌طوری‌که افزایش جمعیت باعث می‌شود تعداد بیشتری از مردم در مناطق با خطر بالای وقوع بلایا ساکن شوند. آن‌ها در دامنه آتش‌فشان‌های فعال زندگی و کشاورزی می‌کنند، خانه‌ها و صنایع خود را در مناطق سیل‌خیز حاشیه رودخانه‌ها می‌سازند و به سواحلی که در معرض وقوع طوفان‌های خطرناک است مهاجرت می‌کنند.

شهرنشینی و تلفات ناشی از زلزله

در طول ۵۰۰ سال گذشته، زلزله‌های به وقوع پیوسته، جان حدود پنج میلیون نفر را در سطح جهان گرفته‌اند. این یعنی وقوع زلزله‌ها به‌طور متوسط در هر قرن جان یک‌میلیون نفر یا ۱۰۰ هزار نفر در هر دهه را گرفته‌اند. این عددهای متوسط که به‌سادگی ارائه شده‌اند، اعداد گمراه‌کننده‌ای هستند، زیرا تأثیرات مرگ‌بارترین زلزله‌ها از جمله ۲۵۰ هزار نفر کشته در زلزله «تانگ شان» (Tangshan) «چین در سال ۱۹۷۶ را نادیده گرفته است.

مخرب‌ترین زلزله‌ها در ۵۰ سال اخیر در چین، ایران، ایتالیا، ژاپن و ترکیه به وقوع پیوسته‌اند و ممکن است مجدداً رخ دهند. زلزله‌هایی که به‌طور میلیونی انسان‌ها را از بین می‌برند، پنج برابر بیشتر رخ می‌دهند و این به مفهوم یک زلزله بالای یک‌میلیون کشته در هر قرن است. بخش‌های زیادی از رشد جمعیت، در کشورهای کم توسعه یافته صورت می‌پذیرد و بسیاری از مردمانی که در این کشورها زندگی می‌کنند، در شهرهای بزرگ و ساختمان‌هایی بوده که از نظر سازه‌ای ضعیف هستند، به نظر می‌رسد زلزله‌هایی که کشته‌های میلیونی خواهند داشت در اندونزی، هند، پاکستان، بنگلادش، نپال، ترکیه و ایران رخ دهند.

منابع انرژی بلایای طبیعی

بلایای طبیعی زمانی به وقوع می‌پیوندند که فعالیت‌های درونی زمین، انرژی را متمرکز کرده و سپس رها می‌کنند. این نوع انرژی جان بسیاری از افراد را می‌گیرد و باعث ویرانی و خسارات فراوان می‌شود. همان‌طور که رشد جمعیت جهان رو به افزایش است، تعداد بیشتری از مردم در مکان‌های حادثه‌خیز کره زمین زندگی خواهند کرد. هم‌روزه اخبار زیادی در خصوص خسارات جانی و مالی وارده شده به جوامع بشری در رسانه‌های جمعی منتشر می‌شود که در این خصوص باید بگوییم، تاریخ فجایع در اصل، تاریخ هم‌جواری‌هاست.

در خصوص شناخت بلایای طبیعی که منجر به مرگ و معلولیت تعداد بسیاری از مردم می‌شود، لازم است آن بخش منابع انرژی زمین که سبب ایجاد فعل و انفعالات در لایه‌های زمین می‌شوند را شناسایی کنیم که چهار منبع اصلی که زمین را به یک سیاره فعال تبدیل کرده شامل تأثیر نیروهای ناشی از اجرام آسمانی بر زمین، جاذبه، گرمایی درونی زمین و خورشید است.

زمین سیاره‌ای پرانرژی

زمین سیاره‌ای فعال است که نیروی خود را از منابع انرژی متعدد تأمین می‌کند. سوانح طبیعی وقتی به وقوع می‌پیوندند که انسان‌ها و محل سکونتشان در مسیر حرکت و خروج انرژی‌های زمین قرار می‌گیرند. انرژی از اعماق زمین، خورشید، جاذبه و برخورد‌های شهاب‌سنگ‌ها و اجرام آسمانی به وجود آمده و جریان پیدا می‌کند. در اعماق زمین مقادیر بسیاری انرژی حرارتی نهفته است که منشاء آن رویدادهای اولیه‌ای است که منجر به تولد این سیاره شده است.

همچنین گرمای داخلی زمین، انرژی مورد نیاز برای زلزله‌ها را فراهم می‌آورد و نه تنها خانه را ویران می‌کند، بلکه باعث آتش‌سوزی‌های گسترده نیز می‌شود.

انرژی خورشید نیروی لازم را برای طوفان‌ها، باران و سیل ناشی از آن‌ها را تأمین می‌کند. انرژی خارجی که منشاء آن خورشید است، گردبادها را تغذیه می‌کند. نیروی ناشی از جاذبه زمین، باعث پایین کشیده شدن تپه‌ها (رانس) می‌شود و اجرام آسمانی و ستاره‌های دنباله‌دار ممکن است به زمین برخورد کنند و زندگی را در کل کره زمین خاتمه ببخشند.

واژه زمین‌لرزه، می‌تواند تا حدی خود را توصیف کند. زمین‌لرزه یعنی لرزش زمین، زمین می‌لرزد و ما لرزش آن را احساس می‌کنیم. زمین‌لرزه‌ها می‌توانند توسط فعالیت‌های آتش‌فشانی، برخورد اجرام آسمانی، رانش زمین در اعماق دریا، انفجار بمب‌های اتمی و غیره به وجود بیایند؛ اما از جمله معروف‌ترین دلایل وقوع زلزله‌ها می‌توان به حرکات زمین در امتداد گسل‌ها اشاره کرد.

شدت زلزله، چیزی که ما در هنگام وقوع زلزله احساس می‌کنیم

در طول دهه‌ها ثانیه‌ای که زلزله‌ها به وقوع می‌پیوندند، احساس می‌کنیم که بالا و پایین و چپ و راست پرتاب می‌شویم. این یک تجربه درونی است و تعریف ما از اندازه زلزله به محل استقرار ما در هنگام وقوع زلزله و همچنین به شخصیت ما مرتبط است؛ اما قبل و هنگام زلزله، چه باید کرد؟

قبل از وقوع زلزله

تجربه نشان داده که این زلزله‌ها نیستند که ما را می‌کشند و به ما صدمه وارد می‌آورند، بلکه تخریب ساختمان‌ها و افتادن وسایل روی ما است که به ما آسیب می‌رساند. قبل از وقوع زلزله باید چکار کنیم؟

در مرحله نخست ابتدا در هر یک از اتاق‌های خانه خود قدم بزنید، فرض کنید یک زلزله بزرگ به وقوع پیوسته است و پیش‌بینی کنید که چه وسایلی احتمال افتادن خواهند داشت. برای مثال پنکه دیواری، لوستر، کابینت، چینی و آبگرمکن گازی حالا خطر را کاهش دهید. آن‌ها را در جای خود محکم کنید، ارتفاع آن‌ها را کم کنید یا اینکه اصلاً آن‌ها را از اتاق خارج کنید.

در ادامه و در مرحله دوم بیرون از منزل قدم بزنید، تصور کنید که زلزله‌ای بزرگ رخ داده و سعی کنید که پیش‌بینی کنید که چه وسایلی احتمالاً خواهند افتاد، از قبیل درختان، خطوط انتقال برق و دودکش آجری، حالا خطر را کاهش دهید و آن‌ها را در جای خود محکم کنید یا آن‌ها را با وسایل بهتر جایگزین کنید.

در مرحله سوم، دوباره داخل و خارج از خانه خود را به‌دقت مورد بازرسی قرار دهید این بار مکان‌های امنی را که احساس می‌کنید مقاومت نسبی وجود دارد شناسایی کنید. از جمله این مکان‌ها می‌توان به زیر میزهای سخت و زیر تخت اشاره کرد. این مکان را به خاطر داشته باشید و در هنگام وقوع زلزله در این مناطق پناه بگیرید.

هنگام وقوع زلزله

پس از آماده‌سازی منزلتان، طرحی را برای خود به‌منظور ارائه واکنش مناسب به هنگام وقوع زلزله تهیه کنید، به خاطر داشته باشید، لرزش‌های شدید ممکن است پنج تا ۶۰ ثانیه به طول بیانجامد؛ بنابراین آرام باشید و از خود برای مدت یک دقیقه محافظت کنید. در بسیاری از موارد، اگر داخل ساختمان هستید باید همان‌جا بمانید و اگر در خارج از ساختمان هستید، به داخل نیایید.

این توصیه در زلزله ۲۲ دسامبر سال ۲۰۰۳ کالیفرنیا مورد آزمایش قرار گرفت. هر دو مورد کشته‌شدگان، خانم‌هایی بودند که در هنگام فرار از ساختمان‌هایی که در قرن ۱۹ ساخته شده بود، زیر نخاله‌های آن‌ها گیر افتادند و جان سپردند، ولی افراد دیگری که در داخل ساختمان‌های ماندند، آسیبی ندیدند.

ساخت‌وساز در کشورهای که در معرض وقوع زلزله هستند

یکی از مشکلات در طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله، جلوگیری از وقوع رزونانس (در کاربردهای صوتی، فرکانس تشدید، فرکانس معمولی ارتعاشی است که از پارامترهای فیزیکی جسم ارتعاشی تعیین می‌شود) در این سازه‌ها است.

حال این سؤال پیش می‌آید که چگونه می‌توان این کار را به انجام رساند در پاسخ این سؤال می‌توان این‌گونه عنوان کرد: که باید در «ارتفاع ساختمان‌ها» تغییر ایجاد کرد یا اینکه بخش اعظم «وزن طبقات» را به پایین ساختمان‌ها انتقال داد یا اینکه «شکل ساختمان‌ها» را تغییر داد یا اینکه در «نوع مصالح» تغییر داد یا اینکه در درجه «اتصال ساختمان به فونداسیون» آن تغییراتی ایجاد کرد.

برای مثال، اگر زمینی که ساختمان روی آن واقع شده، سنگ سخت باشد که لرزه‌های با فرکانس بالا (دوره نوسان اندک) را به راحتی انتقال می‌دهد، باید ساختمان‌هایی بلندتر و انعطاف‌پذیرتر بسازیم. یا اگر زمین زیر ساختمان، از توده ضخیمی از خاک‌های رسوبی نرم با دوره لرزه‌ای زیاد (فرکانس پایین) تشکیل شده باشد، باید سازه‌های سخت‌تر و کوتاه‌تری را بسازیم. در بین مصالح ساختمانی، چوب سبک و انعطاف‌پذیر است و دارای جرم کوچکی است که می‌تواند شتاب‌های بزرگ را تحمل کند. بین مقاومت فشاری بسیاری دارد ولی در شرایط کششی به راحتی می‌شکند. فولاد دارای خاصیت شکل‌پذیری است که مقاومت کششی بسیار بلایی دارد؛ اما ستون‌های فولادی در صورتی که تحت فشار قرار گیرند می‌شکنند.

حرکت زمین در هنگام وقوع زلزله، افقی، عمودی و مورب است که همگی در یک زمین اتفاق می‌افتند. اجزایی از ساختمان که باید حرکت زمین را تحمل کنند، ساده هستند. از جمله اجزای افقی ساختمان که باید تغییر حرکات زمین را تحمل کنند، می‌توان به سقف‌ها و کف‌ها اشاره کرد و از جمله اجزای عمودی ساختمان که باید تغییر حرکات زمین را تحمل کنند، دیوارها و قاب هستند.

نکته بسیار مهم در مقاومت ساختمان این است که سقف‌ها و کف‌ها چگونه به دیوارها متصل شوند تا از جدا شدن آن‌ها از یکدیگر در هنگام وقوع زلزله که برابر با تخریب ساختمان است، جلوگیری شود.

در کشورهای توسعه یافته برای این منظور از «دیوارهای برشی»، دیوارهایی که به منظور گرفتن نیروهای افقی از سقف‌ها و کف‌ها و انتقال این نیروها به زمین، طراحی شده‌اند استفاده می‌شود و «قاب‌های مهاربندی» شده راه دیگر بالا بردن مقاومت ساختمان‌ها در برابر زلزله است که مهاربندی ساختمان‌ها را مقاوم کرده و باعث می‌شود که ساختمان در برابر حرکات زمین در جهات مختلف مقاومت کند.

«بهسازی ساختمان‌ها» نیز یکی دیگر از این راه‌ها است که به منظور افزایش مقاوم‌سازی ساختمان‌ها در کنار «جداسازی لرزه‌ای» از آن استفاده می‌شود و هدف از جداسازی لرزه‌ای در ساختمان‌ها، این است که کاری کنیم تا ساختمان‌ها در برابر زلزله، عکس‌العمل مشابه با چیزی را نشان دهند که بدن ما در هنگام حرکت ماشین یا اتوبوس از خود بروز می‌دهد.

یادگیری از گذشته، طراحی برای آینده

زلزله ۶،۶ ریشتر پنجم دی سال ۱۳۸۲ شهرستان بم در استان کرمان خطرات موجود در منطقه و کشور را به شکل روشن و واضح بیان کرد. این زلزله به روشنی مشخص ساخت که زلزله‌های گذشته، تنها پیش‌زمینه‌ای از وقوع زلزله‌ها و بلایای آینده هستند و افرادی که از گذشته درس نمی‌گیرند، محکوم‌اند که در آینده نیز شاهد وارد شدن تلفات و خسارات مشابه قبلی باشند. به راستی ما چقدر از زلزله‌های گذشته به‌ویژه زلزله بم درس گرفته‌ایم؟ زمین‌لرزه‌ای مخرب و فراموش‌نشدنی که موجب کشته شدن بیش از ۴۰ هزار نفر از هم‌وطنانمان و بی‌خانمان شدن تعداد زیادی از شهروندان بمی شد.

مولف: سیدمقداد یوسفی کنعانی