

زمین لرزه بزرگ «هانشین»

ایرج موبد شاهی

پیشگفتار

زمین لرزه‌ای که در تاریخ ۱۷ ژانویه ۹۵ (۲۷ دی ماه ۱۳۷۳) یعنی یکسال پس از زمین لرزه «نورتریج» (NORTHRIDGE) آمریکا در نزدیکی «لوس آنجلس»، بندر ژاپنی «کوبه» (Kobe) را ویران ساخت، شدیدترین فاجعه طبیعی بود که پس از زمین لرزه سال ۱۹۲۳ «کانتو» در ژاپن حادث شده است. این فاجعه رکورد جدیدی از نظر میزان خسارات مالی در جهان بر جای گذاشت و توجه همگان را به خسارات بالقوه‌ای که ممکن است زمین لرزه در دیگر مناطق فوق العاده پیشرفته جهان همچون توکیو، سانفرانسیسکو و لوس آنجلس وارد آورد، جلب نمود. در مقاله ذیل ابعاد مختلف زمین لرزه به ویژه در ارتباط با ژاپن و دیگر مواردی که حائز اهمیت می‌باشند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

۱- ارقام خسارت

آخرین ارقام خسارات وارده به قرار ذیل است:

کشه	۵,۳۷۸ نفر
زخمی	۲۴,۸۱۵ نفر
بی خانمان	۳۰۰,۰۰۰ نفر
ساخت‌های خسارت دیده	۱۰۸,۰۰۰ واحد

مبلغ کل خسارت برآورد شده حدود ۹۵ میلیارد دلار است که احتمالاً این رقم افزایش قابل توجهی خواهد یافت. موارد خسارت به شرح ذیل می‌باشند:

ساخت‌ها	۵۸ میلیارد دلار
تاسیسات بندری	۱۰/۵
بزرگراه «هانشین»	۴
حادثه‌های دیگر	۳
وسایل عمومی	۲/۵
ملزومات مربوط به آب، برق و گاز	۲/۵
منقرضه	۱۲/۵
جمع	۹۵

و نیم متر است، در حالی که سطح شکستگی فقط در «جزیره آواجی» (AWAJI) به روی زمین آمده و در آنجا گسلی (۴) را که قبلاً نقشه برداری شده و به نام گسل «نوجی‌ما» (NOJIMA) نامگذاری گردیده دنبال نموده است.

در منطقه‌ای که شکستگی سطحی (درزه) (۵) مشاهده می‌شود، تغییر مکان عمودی فقط به اندازه چند دسی متر ثبت گردید. مدارکی دال بر شکستگی سطحی در قسمتهای شرقی «کوبه» بدست نیامده است.

۳- تجزیه و تحلیل فنی نگاره‌های زلزله شناسی (۶)

شتاب زمین در خود «کوبه» به $g/0.8$ می‌رسد. در «اوزاکا» که در حدود ۳۰ - ۴۰ کیلومتری نقطه شروع واقع است، خفیف‌تر می‌شود و در خود شهر به $g/0.15$ کاهش می‌یابد. در زمینهای احیاشده (۷) در خط ساحلی و در امتداد خلیج «اوزاکا» دو مرتبه این شتاب

علاوه بر اینها به میزان قابل ملاحظه‌ای خسارات غیر مستقیم به علت توقف و وقفه در کارهای تولیدی، تجاری و صنعتی به وجود آمده که در این جدول ملحوظ نگردیده است.

۲- اطلاعات زلزله شناسی (۱)

مرکز زلزله $34/65$ شمالی و $135/8$ شرقی (نیمه راه بین جزیره آواجی و شهر کوبه) عمق مرکز زلزله ۱۳ کیلومتر قدرت زلزله $M-S$ ۷/۲ ام اس

اطلاعات استخراج شده از دستگاه زلزله‌نگار (۲) حکایت از جابجایی افقی زمین دارد. این جابجایی از دماغه شمالی «آواجی» شروع شده و به صورت شرقی - شمالی - شرقی تا انتهای شرقی شهر «کوبه» امتداد می‌یابد. وسعت شکستگی (۳) حدود ۵۰ کیلومتر است و تا حدود ۸۰ درجه شمال غربی پیش رفته و تقریباً در زیر شهر قرار دارد. متوسط جابجایی زمین یک تا یک

تا ۰/۲۵٪ افزایش یافته است. استقرار ساختمانهای اداری «هیوگو» ساختمانها. و «اوزاکا» گسترش یافته است.

در قسمتهای پایین شهر «اوزاکا» و در نواحی صنعتی در جنوب شهر خسارت قابل ملاحظه‌ای وارد نیامده است. در خود «کوبه» با توجه به آثار گدازه‌ها و نشست زمین که در بالا به آنها اشاره شد خسارت در نواحی پست متمرکز است. در این نواحی نیز که به صورت زمینهای احیا شده در لایه‌های تازه غیرمتراکم (۱۱) مشخص می‌باشند قدرت لرزش (۱۲) در نتیجه انعکاس امواج (۱۳) افزایش یافته است.

تا این حد، نمودار خسارت (۱۴) یافته های زمین لرزه‌های قبل را تأیید می‌نماید. میزان خسارت تا حد قابل توجهی به دلیل وقوع آتش سوزیهای متعدد در نواحی مسکونی افزایش یافته است. هفت مورد از این آتش سوزیها سهمگین بوده و مجموعاً ناحیه ای به وسعت یک کیلومتر مربع راه آتش کشیده و منهدم ساخته است. وسیعترین آتش سوزیها نیم کیلومتر مربع از «ناگانا» را که ناحیه‌ای در بخش غربی «کوبه» می‌باشد، در برگرفته است.

۴ - تأثیرات ثانوی

در سراسر قسمتهای پست «کوبه» خصوصاً در قسمتهای وسیعی از زمینهای احیا شده در «پورت ایلند» و «روکوایلند» (PORT ISLAND & ROKKO ISLAND) و در تمام خط ساحلی، آثار گدازه‌ها و نشست زمین مشاهده می‌شود. جزیره‌های مصنوعی بین نیم تا یک متر نشست کرده‌اند اما در فرودگاه «کانشای» (KANSHAI) «که آن هم در زمینهای احیا شده در جنوب خلیج «اوزاکا» ساخته شده، هیچ گونه نشستی واقع نشده احتما علت آن کم شدن لرزش زمین به مقدار زیاد در آن منطقه می‌باشد. حرکت زمین در ناحیه تپه‌ها، در قسمت شمالی شهر بسیار جزئی بوده، به استثنای یک مورد آن هم در «نی‌شی نومیا» (NISHINOMIYA) در قسمت شرقی «کوبه» که ۳۰ نفر تلفات داده است.

۵ - وضعیت خسارت

بیشترین خسارت وارده، به شهر «کوبه» محدود می‌شود و از آنجابه قسمت‌های شرقی و غربی و همچنین نواحی مجاور مراکز

دلایل بروز حریق و گسترش آن

الف - ترکیدن لوله‌های آب و عمل نکردن کلیدهای قطع کننده خودکار.

ب - عدم کفایت و قابلیت لازم در بکارگیری امکانات موجود در محل، از جمله ۹۶۸ تانک ذخیره که هر کدام حاوی ۴۰ هزار لیتر آب بوده و نیز عدم پیش بینی امکانات لازم برای استفاده از آب دریا.

ج - قطع لوله‌های اصلی آب.

د - تراکم ساختمانهای مسکونی چوبی و دیگر ساختمانهایی که از مصالح فوق العاده ضعیف ساخته شده است.

ه - مسدود شدن جاده‌ها و لوله‌های مخصوص آبرسانی به علت فروریختن



و - عدم امکان عملیات اطفای حریق از طریق هوا با توجه به احتمال خطر جانی برای مردم .

۶ - خسارت از نقطه نظر طبقه

ریسک (۱۵)

۱ - ۶ - نظامنامه‌های ساختمانی (۱۶)

و خسارت به ابنیه

خطمشی مقاوم کردن ساختمانها در مقابل زمین لرزه، برای اولین بار در ژاپن بعد از زمین لرزه بزرگ «کانتو» در سال ۱۹۲۳ به تصویب رسید . نقطه عطف در بهبود نظامنامه‌ها در سالهای ۱۹۷۰ و ۱۹۸۱ به وجود آمد. در مرحله اول مراعات حداقل مقررات وضع شده تثبیت گردید و در مرحله دوم اصل نرمی و انعطاف پذیری (۱۷) ارائه و توصیه شد . در این مورد با استفاده از بالشتک‌های پلاستیکی (۱۸) در پایه های شمعی ساختمانها، نیروهای شدید زمین تا

حد زیادی کنترل می‌گردد . از این رو با توجه به اصلاح مقررات ساختمانی می‌توان یکی از دلایل سنگینی خسارات را قدمت ساختمانها ذکر نمود .

بناهایی که به شدت صدمه دیده یا تخریب شده بودند تقریباً همگی قدیمی بوده و صدمه وارد به ساختمانهای جدید واقعاً استثنایی بود . بنابراین نظامنامه‌های اصلاح ساختمانها از این نظر به هدف اصلی خود که جلوگیری از تلفات انسانی به علت انهدام کامل ساختمانها بود نایل گردیده‌اند . این بدان معنی نیست که همه ساختمانهای جدید نجات یافته‌اند . بر عکس در بعضی موارد خسارات قابل توجهی، خصوصاً به قسمت‌های غیر اسکلت ساختمان (۱۹) و محتویات آنها وارد شده است . البته در اینجا نباید فراموش کرد که شدت زمین لرزه در مرکز آن بیشتر از میزانی بوده که در نظامنامه‌های ساختمانی پیش‌بینی شده است . یک جنبه به ویژه جالب و مهم،

عملکرد خوب پی‌های شمعی (۲۰) علی‌رغم فوران مواد مذاب بوده. با توجه به اینکه مورد قابل توجهی از کج شدگی و انهدام در این نوع ساختمانها مشاهده نگردیده، باید آن را به طور کامل روشی رضایتبخش تلقی نمود .

موضوع دیگر، عدم مقاومت طبقات وسط در تعدادی از ساختمانهای با اندازه متوسط بوده است (مثلاً بخش قدیمی شهرداری «کوبه»). در این خصوص دلایل مختلفی متصور است از جمله تغییر در ترکیب مواد تقویت‌کننده (۲۱) و بخش متقاطع پایه‌های عمودی (۲۲) یا دیواربست بناها با ارتفاعات مختلف (۲۳) است که خیلی نزدیک به هم ساخته شده بودند . همچنین انعکاس لرزش‌ها از مراتب بالا مؤثر بوده‌اند .

۲ - ۶ - ماشین‌آلات صنعتی

گذشته از چند مورد بزرگ، خسارات مستقیم مالی وارد به ماشین‌آلات صنعتی،

در زمین لرزه هانشین، اگر چه میزان خسارت در مجموع زیاد است، ولی با توجه به تعداد کم بیمه نامه و محدودیت‌های اعمال شده نسبت به پوشش‌های بیمه‌ای، خسارات بیمه شده کمتر از پنج میلیارد دلار تخمین زده می‌شود؛ رقمی که برای صنعت بیمه چندان زیاد نیست



حداقل تا آنجا که از ظاهر آنها می توان قضاوت نمود، در مقایسه با صدمات فراوانی که به ساختمانهای تجاری و عمومی وارد شده است و همچنین تغییر شکل زمین (۲۴) و نیروی زلزله، (۲۵) ، به طور شگفت‌انگیزی کمتر است . این موضوع همچنین در مورد مخازن کشاورزی در امتداد خط ساحلی صدق می کند . همسو با روش کلی ژاپنی‌ها، تقریباً کلیه صنایع «کوبه» در زمینهای احیا شده در امتداد خط ساحلی یا در جزایر مصنوعی قرار دارد . اگر چه خسارات مستقیم نسبتاً کم است، با این حال قطع تولید و توقف بعضی از کارخانه‌های فولادسازی و تولید کالاهای فوق‌العاده فنی و مواد غذایی زبان‌های سنگینی به بار آورده است .

۳ - ۶ - تأسیسات بندری

«کوبه» دومین بندر بزرگ ژاپن بعد از «یوکوهاما» و ششمین بندر بزرگ جهان، جابجایی ۳۰ درصد از کانتینرها را در ژاپن به دوش می کشد. بنابراین بندر «کوبه» در حیات اقتصادی ۱/۵ میلیونی شهر سهم عمده و کلیدی دارد . اقتصاد «کوبه» اکنون به طور سنگینی لطمه خورده است . در امتداد محدوده باراندازها که کیلومترها امتداد دارد، زمین چنان نشست کرده که کلیه جراثقال‌های مخصوص کانتینر غیر قابل استفاده شده و بسیاری دیگر به شدت صدمه دیده‌اند . در معدود مواردی به خود کانتینرها خسارت وارد شده مگر در مواردی که محتویات آنها کالاهای فسادپذیر و یا حساس در مقابل ارتعاش بوده است . این وضعیت در مورد انبارها نیز که در بعضی موارد مملو از کالا بوده صادق است .

متفاوت به سختی صدمه دیده زیرا پایه‌ها منهدم شده است و بزرگراه «هانشین» باید به اندازه ۱۰ کیلومتر کاملاً منهدم و مجدداً ساخته شود.

کار تجدید و به کاراندازی شبکه‌های تلفن و برق نسبتاً سریع انجام شد و فقط حدود دو هفته به طول انجامید. کار مرمت و بکاراندازی کامل لوله‌های آب و شبکه گاز، بر عکس بین چند هفته تا چند ماه طول کشید . نکته قابل ملاحظه از جهت مهندسی خاتمه کار پل «آکاشی» (AKASHI) بود که جزیره «آواجی» را با طول حدود دو کیلومتر که بزرگترین پل معلق جهان است به کشور متصل می‌سازد. موضوعی که آن را تا این حد جالب می‌سازد این واقعیت است که این پل با شیب تند، مستقیماً در امتداد گسلی که باعث شلیک گلوله زمین لرزه گردیده، ساخته شده است . گرچه بستر دریا بین پایه‌های پل به اندازه یک متر تغییر مکان یافته و اگر چه یکی از پایه‌ها حتی بیشتر از یک متر جابجا شده، با این حال تا این تاریخ

۴ - ۶ - تأسیسات زیربنایی (۲۶)

یکسال بعد از زمین لرزه «نورت ریچ»، زلزله «هانشین» در معرض خطر قرار داشتن تأسیسات زیر بنایی شهرهای صنعتی بزرگ را به نحو بارزتری نمایان ساخت . خطوط حمل و نقل که مرکز ژاپن را به قسمت‌های غربی کشور متصل می‌سازند و اهمیت حیاتی دارند چنان صدمه خورده‌اند که مرمت آنها در بعضی موارد مانند خط آهن «شین‌کان سن» (SHINKANSEN) ماهها و حتی در بعضی موارد مانند بزرگراه «هانشین» سالها به طول خواهد انجامید. حمل و نقل محلی روزها متوقف گردید و هفته‌ها طول کشید تا مجدداً مرکز فوق‌العاده صدمه دیده شهری یعنی محله «سانومییا» (SANNOMIYA) به شبکه راه آهن پر تراکم محلی متصل گردد. بخشهایی که روی چوب پایه‌ها (۲۷) بنا شده‌اند هم برای خط آهن «شین‌کان سن» و هم برای بزرگراه هانشین وضعیت اضطراری دارند . خط آهن در هشت محل



هیچ‌گونه گزارشی دال بر صدمه به ساختمان خود پل داده نشده است.

۵ - ۶ - توقف در کار

به علت تأثیر قابل توجهی که زمین لرزه در بخش حمل و نقل داشته است، زلزله «هانشین» مثال بارزی است بر چگونگی ایجاد خسارات غیرمستقیم به سبب صدماتی که بر بخش‌های تولیدی وارد می‌گردد و نیز مسائل و مشکلاتی که برای عرضه کالاها به بازار، به وجود می‌آید. شاید خطرترین مورد، توقف چند هفته‌ای در مؤسسه تولید صفحات حساس (۲۸) برای کامپیوترهای قابل حمل بود. پنج مؤسسه معروف تولید کامپیوتر در معرض ترکش زلزله قرار گرفتند. عرضه مستقیم و تحویل به موقع (۲۹) در صنعت اتومبیل‌سازی هم در ابتدا در نتیجه صدماتی که به دو کارخانه تولید فولاد وارد شد، به شدت بحرانی گردید اما این موضوع طی دو هفته به حالت عادی بازگشت.

۷ - جنبه‌های بیمه‌ای

اگر چه میزان خسارت در مجموع زیاد است، با این حال با توجه به تعداد کم بیمه نامه و محدودیت‌های اعمال شده نسبت به پوشش‌های داده شده، خسارات بیمه شده خیلی کمتر از پنج میلیارد دلار تخمین زده می‌شود؛ رقمی که مسأله مهمی برای صنعت بیمه بوجود نمی‌آورد. در زمینه بیمه جامع منازل (۳۰)، بخش وسیعی از خطر به وسیله دولت به صورت اتکایی تقبل می‌شود. تنها ۳ درصد از صاحبان منازل پوشش بیمه خریداری نموده‌اند که آن هم محدود به مبلغ ۱۰ میلیون «ین» برای ساختمان و ۵ میلیون «ین» برای محتویات آنهاست. در مورد شرکت‌های کوچک نیز وضعیت به همین منوال است. هیچ‌گونه رقمی در مورد میزان بیمه، مربوط به بخش صنایع که انحصاراً در دست بیمه‌گزاران خصوصی قرار دارد موجود نیست، اما در هر حال بیمه‌گزاران به نسبت ۷۰ درصد در میزان خسارت سهیم می‌باشند.

. این محدودیت‌ها در مورد شرکت‌هایی که سهام اصلی آنها در دست خارجی‌ان قرار دارد و به درجات مختلفی در این زمین لرزه خسارت دیده‌اند صادق نمی‌باشد.

۸ - نتیجه

حتی بیشتر از زمین لرزه «نورت‌ریج» که درست یکسال قبل از این واقعه رخ داد، زمین لرزه «هانشین» در معرض خطر قرار داشتن شهرهای بزرگ جهان را در برابر نیروهای طبیعت تأیید می‌نماید. فرق اساسی بین این دو رویداد آن است که در زمین‌لرزه «نورت‌ریج» لرزش زمین بر حومه یک شهر نه چندان پر جمعیت و متراکم وارد شد. خسارات بیشتر متوجه ساختمانهای تجاری و معدودی هم ساختمانهای صنعتی بود. در حالی که بالعکس در «کوبه» کل منطقه مرکزی یک شهر پر جمعیت و بسیار پیشرفته، صدمه دید و در نتیجه خسارات جبران‌ناپذیری به تأسیسات صنعتی و یک بندر بزرگ وارد آورد. این موضوع به علاوه سطح بالای قیمت هادر ژاپن وسعت و عمق خسارات را نشان می‌دهد.

زمین لرزه «هانشین» ضمناً عدم کفایت تجهیزات مقابله با سوانح فاجعه آمیز و نبود قابلیت‌های لازم برای روبرو شدن با آنها را در ژاپن آشکار کرد. این مسأله باعث برانگیختن این فکر شده است که یک سازمان مدیریت سطح بالا برای خسارات فاجعه‌آمیز نظیر FEMA (۳۱) در آمریکا، در ژاپن ایجاد گردد. اگر چه شهرهایی نظیر «اوزاکا» و «توکیو» که در همسایگی



RECORDINGS
7-RECLAIMED LAND

- 8-HORIZONTAL & VERTICAL COMPONENTS RECORDING
9-COMMON PATTERN
10-OSCILLATION PERIODS
11-YOUNG UNCOMPACTED SEDIMENTS
12-DYNAMIC AMPLIFICATION
13-RESONANCE EFFECTS
14-LOSS PROFILE
15-DAMAG BY RISK CATEGORY
16-BUILDING CODES
17-DUCTILITY PRINCIPLE
18-CUSHIONING THE EFFECTS OF VERY HIGH SEISMIC LOADS BY MEANS OF PLASTIC DEFORMATION
19-NON - STRUCTURAL PARTS
20-PILE FOUNDATIONS
21-CHANGE IN THE CONFIGURATION OF REINFORCEMENT
22-CROSS- SECTION OF THE VERTICAL SUPPORTS
23-POINTING OF STRUCTURE WITH DIFFERENT HEIGHTS
24-GROUND DEFORMATION
25-EARTH QUAKE LOADS
26-INFRASTRUCTURE
27-STILTS
28-HIGH - RESOLUTION SCREENS
29-JUST - IN- TIME SUPPLY SYSTEM
30-HOMEOWNERS COMPREHENSIVE INSURANCE
31-FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY
32-FORCES ARISING IN THE PROXIMITY OF AN EARTH QUAKE SOURCE
33-NEAR - FIELD FACTOR

مرجع : مجله SCHADEN SPIEGEL از انتشارات شرکت اتکائی مونیخ



«کوبه» قرار دارند از تجهیزات و امکانات بهتری در مقایسه با «کوبه» برخوردارند، با این حال خسارات بالقوه زمین لرزه‌ای نظیر «کوبه» با توجه به ارزش اموال عمومی که در معرض خطر قرار دارند، چند برابر خواهد بود. از نقطه نظر مهندسی، زمین لرزه «کوبه» نشان می‌دهد که نظامنامه‌های ساختمانی می‌توانند تا حد زیادی بارزش باشند اما در عین حال محدودیت آنها نیز آشکار می‌شود. اکثر ساختمانها، نسبتاً قدیمی بوده و با مقررات نه چندان کافی طراحی گردیده‌اند. واقعیتی که در مورد کلیه شهرهای جهان صادق است. خسارات «کوبه» نشان می‌دهد که باید توجه بیشتری معطوف شناسایی و مجهز نمودن ساختمانهای قدیمی نمود. تعداد زیادی برج‌های مدرن با نمای شیشه‌ای سالم و بدون نقص برپا ایستاده‌اند، در حالی که پی‌های شمعی آنها در اثر مواد مذاب اندکی نشست کرده‌است. همه اینها شاهد این مدعا است که ساختن ساختمانهای مقاوم در برابر زلزله واقعاً امکان پذیر است. این مطلب خصوصاً از آن نظر اهمیت دارد که قدرت زلزله از آنچه که طراحی

- 1-SEISMOLOGICAL DETAILS
2-SEISMOGRAPH
3-THE RUPTURE EXTENT
4-FAULT
5-JOINT
6-ENGINEERING SEISMOLOGICAL

ساختمانها بر آن اساس محاسبه و ساخته شده، در موارد زیادی تجاوز نموده است. ضمناً زلزله «کوبه» تجارب بدست آمده از زلزله «نورتربچ» را مبنی بر اینکه نیروهای نزدیک به منبع زلزله (۳۲) تاکنون کم برآورد شده‌اند، تایید نمود. در این مورد باید سریعاً اقدام شود. در ایالات متحده اضافه کردن «عامل نزدیکی» (۳۳) در مقررات مربوط به طراحی و ساخت هم اکنون در دست اجرا می‌باشد. نهایتاً این حادثه بیش از همیشه قابلیت ورود خسارات غیر مستقیم ناشی از توقف در کار و تولید در بخش‌های صنعتی و بازرگانی و نیز خطوط مواصلاتی حمل‌ونقل را نمایان ساخت. تجارب بدست آمده از زمین لرزه عظیم «هانشین» نظریه «به مخاطره افتادن کل اقتصاد جهان در اثر حوادث مشابه» را معتبرتر ساخته‌است.