

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱۰/۰۲

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۲/۰۲/۱۶

محمدباقر کبیرصابر^۱

رهیافت‌های معماری سنتی تبریز برای ساخت و ساز ایمن پس از زلزله مطالعه موردی: کاربست کلاف‌های چوبی در معماری خانه‌های قاجاری

چکیده

هدف نوشتار حاضر تبیین اصول مهندسی زلزله در معماری سنتی تبریز و به‌خصوص مرحله تاریخی بازسازی‌های پس از زمین‌لرزه ویرانگر سال ۱۱۹۳ هجری قمری است. اهمیت موضوع بحث در این است که پس از زمین‌لرزه مذکور، ارتقای پایداری فیزیکی ساختمان‌ها از طریق بهبود سیستم‌های ساخت، به بخشی از فرهنگ معماری شهر تبدیل شده و یکی از فنونی که در این راستا به‌عنوان راهکار جدی مورد توجه قرار گرفت و پیشرفت داده شد، فن تسلیح ساختمان‌ها به شبکه مهندسی شده چوبی (کلاف‌های چوبی) بود. در مقاله حاضر مشخص می‌شود که این رویکرد فنی، حاصل تفکر خلاق معماران بومی برای پیش‌نهادن راه حلی برای برطرف نمودن بخشی از ضعف‌های ساختمان‌سازی رایج در آن زمان بود. تکنیک مورد بحث در ظرف زمانی خود، نشان از تدبیر و هوشمندی معمارانی داشت که از زلزله درس آموخته و برای مقابله با آن راهکار اندیشیده بودند؛ راهکارهایی که مبانی‌شان امروزه نیز با دستاوردهای نوین مهندسی زلزله تطابق دارد. اما مسئله اصلی مقاله پاسخ به دو سؤال است: (الف) سانه زلزله چگونه و به چه میزان در بهبود تصمیمات سازه‌ای معماران سنتی شهر مؤثر بود؟ (ب) کلاف‌بندی چوبی به‌عنوان رهیافتی اجرایی در تحقق ساخت و ساز ایمن، مبتنی بر چه اصولی بود؟ کار حاضر یک تحقیق کیفی است که به اقتضای سرشت موضوع، با روش تحقیق تفسیری-تاریخی به انجام رسیده است.

کلیدواژه‌ها: زمین‌لرزه، معماری سنتی، کلاف‌بندی چوبی، پایداری سازه‌ای

^۱ استادیار پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، استان تهران، شهر تهران

مقدمه

تاریخ شهر تبریز با زمین‌لرزه و بحران‌های حاصل از آن عجین بوده و علت این امر همجواری شهر با یکی از فعال‌ترین گسل‌های شمال غرب ایران، معروف به «گسل شمال تبریز» است.^۱ به استناد اقوال معتبر، در طی تاریخ شدت و قدرت برخی از زمین‌لرزه‌ها به حدی بوده که موجودیت کالبدی شهر به یکباره دگرگونی یافته و صدمات جبران‌ناپذیری بر جای می‌مانده است. معروف‌ترین و در عین حال آخرین زمین‌لرزه بنیان‌برانداز در تاریخ تبریز، در سال ۱۱۹۳ هجری قمری (۲۴۰ سال پیش) به وقوع پیوست که در نتیجه آن، شهر به کلی منهدم و اکثر جمعیت آن تلف شد. برای شناخت نحوه عمل و نیز تبعات این زمین‌لرزه و دیگر زمین‌لرزه‌های تبریز، اطلاعات نسبتاً خوبی در برخی منابع تاریخی ذکر شده است (ذکاء، ۱۳۶۸). حتی بعضی از مؤلفین مانند حمدالله مستوفی، قطران تبریزی، شاردن، موریه و دیگران در این زمینه چنان مشروح قلم زده‌اند که محتوای آثارشان می‌تواند در یک رویکرد علمی، برای تبارشناسی نحوه عمل معماران تبریز در بازسازی‌های پس از زلزله سودمند باشد. بر این اساس هدف از تحریر نوشتار حاضر - که با تکیه بر اطلاعات مأخوذ از متون تاریخی به ثمر رسیده است - تبیین بخشی از اصول و فنون مهندسی زلزله در معماری سنتی تبریز و به‌خصوص در مرحله تاریخی بازسازی‌های پس از زمین‌لرزه ویرانگر سال ۱۱۹۳ هجری قمری است. اهمیت موضوع بحث، منبعث از آن است که پس از زمین‌لرزه مذکور، ارتقای پایداری فیزیکی ساختمان‌ها از طریق بهبود سیستم‌های ساخت، بخشی از فرهنگ معماری شهر را شکل داد. در این راستا یکی از فنونی که به‌عنوان راهکار جدی مورد توجه معماران سنتی قرار گرفته و پیشرفت داده شد، فن تسلیح ساختمان‌ها به شبکه مهندسی شده چوبی یا همان کلاف‌بندی‌های چوبی بود. بی‌تردید این رویکرد فنی، حاصل تفکر خلاق معماران بومی برای پیش نهادن راه‌حلی برای برطرف نمودن ضعف‌های ساختمان‌سازی رایج در آن زمان بود. به ظن قوی معماران سنتی شهر با بررسی ساختمان‌های بازمانده از زلزله دریافته بودند که کلاف‌کشی چوبی با ویژگی‌های استاتیکی خاص‌اش می‌تواند تکنیکی مناسب برای بهبود عملکرد لرزه‌ای ساختمان‌ها باشد. کاهش نیروی زلزله از طریق کاهش وزن ساختمان و افزایش ضریب رفتار از سوی مصالح چوبی، از مزیت‌های این انتخاب بود. تکنیک مورد بحث در آن ظرف زمانی، نشان از نکات و هوشمندی معمارانی دارد که از زلزله درس آموخته و برای مقابله با آن راهکار اندیشه بودند؛ راهکاری که مبانی‌اش امروزه نیز با دستاوردهای نوین مهندسی زلزله منطبق است. اما نوشتار حاضر در مقام پاسخ به دو سؤال است: (الف) سانحه زلزله چگونه و به چه میزان در بهبود تصمیمات سازهای معماران سنتی شهر مؤثر بود؟ (ب) کلاف‌بندی چوبی به‌عنوان رهیافتی اجرایی در تحقق ساخت و ساز ایمن، مبتنی بر چه اصولی بود؟ در نهایت لازم به ذکر است که تحقیق حاضر یک تحقیق کیفی بوده و روش تحقیق در انجام آن به اقتضای سرشت موضوع، روش تفسیری-تاریخی است.

چارچوب نظری بحث

بر خلاف پیشرفت‌های شگرف دانش بشری در دوره معاصر که طی آن به بسیاری از پرسش‌های علمی دوران‌های گذشته پاسخ داده شده، همچنان خلأهای دانشی زیادی در حوزه مهندسی زلزله باقی است. بدین سبب زلزله همچنان موقعیت خود را در ردیف عوامل خطرآفرینی که در سراسر جهان موجب تلفات سرسام‌آوری می‌شوند، حفظ کرده است. اما در تلاش برای تقلیل و تخفیف بحران‌های ناشی از این سانحه طبیعی، پژوهشگران می‌کوشند آگاهی‌های خود را با انجام مطالعات

نظام‌مند و گسترده، از جمله تحلیل واقعیت‌ها و پیامدهای مربوط به زمین‌لرزه‌های گذشته افزایش دهند (برگی، ۱۳۸۸). جهت تحقق این منظور یعنی تبارشناسی نحوه عمل زمین‌لرزه در یک منطقه، بررسی متون کهن به‌عنوان یکی از منابع اطلاعاتی پایه حایز اهمیت است؛ زیرا به دلیل اطلاعاتی که در متن آن‌ها نهفته است گاه می‌توانند یکی از منابع مهم در این زمینه به حساب آیند. بر اساس آنچه گفته شد، در نوشتار حاضر از طریق تدقیق در چند متن تاریخی که پس از زمین‌لرزه سال ۱۱۹۳ هجری قمری تبریز تحریر شده‌اند، دانسته می‌شود که مردمان شهر به سانحة زلزله بی‌اعتنا نبوده، بلکه در آثار آن نگریسته و از تبعاتش درس گرفته بودند. به‌خصوص معماران اهل نظر که می‌کوشیدند آنچه را در برابر دیدگان خود دارند به نظرگاهی برای کسب آموخته‌ها و اندوخته‌های علمی و عملی جدید تبدیل نمایند. اما همانگونه که در انتهای مقاله بحث شده است، عمل به این تجربیات چندان استمرار نیافت؛ زیرا به دلیل گذشت ایام و طولانی بودن زمان بین زلزله‌ها برخی از این درس‌ها به ورطه فراموشی سپرده شد و تنها بعضی از آنها در فرهنگ معمارۃ منطقه پا گرفت و نهادینه شد.

متون کهن و تبارشناسی موضوع زمین‌لرزه در تبریز

یحیی ذکاء (۱۳۰۲-۱۳۷۹ ه.ش.) پژوهشگر فقید حوزه تاریخ و تمدن ایران، با انجام پژوهشی مستقل و گسترده درباره پیشینه زمین‌لرزه در تبریز کتاب ارزشمند زمین‌لرزه‌های تبریز را تألیف کرد. وی در این کتاب یافته‌های خود از منابع مختلف تاریخی را که اشاراتی به موضوع مورد بحث دارند، مدون و منتشر نموده است (ذکاء، ۱۳۶۸). حاصل تلاش علمی مرحوم ذکاء در حال حاضر منبعی مهم برای پژوهش‌هایی است که به موضوع زمین‌لرزه در تبریز می‌پردازند. به استناد کتاب مذکور نخستین زمین‌لرزه مخربی که برای تبریز در کتب تاریخی ثبت شده، مربوط به سال ۲۴۴ هجری قمری است و این در روزگاری بود که تبریز شهرکی بیش نبوده و در شمارش شهرهای آذربایجان در آخرین پایه بعد از شش شهر دیگر قرار داشته است (ذکاء، ۱۹). به استناد همین منبع، حدوث دومین زمین‌لرزه ویرانگر که در تاریخ تبریز ضبط شده، مربوط به سال ۴۳۴ هجری قمری است که یکصد و نود سال فاصله زمانی نسبت به زمین‌لرزه قبلی داشت. شرح این حادثه در برخی از منابع معتبر فارسی مانند «سفرنامه ناصرخسرو قبادیانی» و یا «دیوان قطران تبریزی» درج شده است. در اینجا قصیده‌ای از حکیم ابومنصور قطران تبریزی که این رخداد (زمین‌لرزه سال ۴۳۴ هجری قمری) را به نظم کشیده، معرفی و بررسی می‌شود؛ این قصیده حاوی اطلاعات فنی در خور توجهی می‌باشد که ذیلاً به برخی از آنها اشاره شده است (قطران تبریزی، ۱۳۳۳، ۲۰۸):

فراز گشت نشیب و نشیب گشت فراز

رمال گشت جبال و جبال گشت رمال

دریده گشت زمین و خمیده گشت نبات

رمنده گشت بحار و رونده گشت جبال

بسا سرای که بامش همی بسود فلک

بسا درخت که شاخش همی بسود هلال

از آن درخت نمانده کنون مگر آثار

از آن سرای نمانده کنون مگر اطلال

تعمق در مضامین قصیده فوق، نشانه‌هایی از یک زمین‌لرزه را آشکار و گزارش می‌کند که در اثر آن شکاف‌های عظیم در سطح زمین: «دریده گشت زمین»، «جابه‌جایی زمین: «رونده گشت جبال»، «متلاشی شدن کوه‌ها: «فراز گشت نشیب» و پدیده روانگرایی: «رمال گشت جبال و جبال گشت رمال» اتفاق افتاده و ساختمان‌های بلند و درختان واژگون شده بودند. این شعر مصداقی از گزارش‌های تاریخی است و نشان می‌دهد در صورت تحلیل علمی متون کهن دیگری که راجع به زمین‌لرزه‌های تبریز اطلاعاتی دارند، ممکن است آگاهی‌هایی حاصل شود که حتی حاوی نکات فنی دقیق‌تری باشند. در ادامه بحث جهت پرهیز از اطاله کلام، توجه عمده خود را به زمین‌لرزه سال ۱۱۹۳ هجری قمری معطوف می‌نماییم.

زمین‌لرزه سال ۱۱۹۳ هجری قمری و بازسازی دوباره شهر

بنا به قول مشهور، زمین‌لرزه سال ۱۱۹۳ هجری قمری (آخرین زمین‌لرزه بنیان‌برانداز تبریز) چنان شدتی داشت که در اثر آن، غالب بناهای شهر تبریز تخریب، اکثر جمعیت تلف و این شهر بزرگ و آبادان به ویرانه‌ای مبدل گشت. مرحوم نکاء معتقد است که «زمین‌لرزه سهمناک و ویرانگر و کشتارکن تبریز، [...] با توصیف‌هایی که از پیامدها و اثرات آن کرده‌اند،] می‌توان پی برد که از همه زمین‌لرزه‌هایی که تاکنون در تبریز رخ داده است، سخت‌تر و هراس‌انگیزتر بوده است. [...] این زمین‌لرزه چون درست در میان آخرین شب (سلخ‌ذی‌حجه) سال ۱۱۹۳ ه.ق. و نخستین روز (غره محرم) سال ۱۱۹۴ ه.ق. رخ داده از این‌رو در نوشته‌ها دو تاریخ پیدا کرده است» (نکاء، ۱۳۶۸، ۸۵). برای درک شدت ویرانی‌ها و کاستی‌هایی که این زمین‌لرزه - و حتی سایر زمین‌لرزه‌ها- برای شهر تبریز رقم زده‌اند، شاید کافی باشد به نقصان فاحشی که اینک در منظومه میراث معماری شهر وجود دارد، دقت شود. پایه این ادعا آن است که علی‌رغم دیرینه تمدنی شهر تبریز و با آنکه در طی تاریخ تحولات سیاسی ایران چندین بار به پایتختی برگزیده شده، اما اینک کمتر نشانی از آثار معماری بی‌بدیلی دارد که توصیفات‌شان مستنداً در کتب و اسناد تاریخی مندرج است.^۲ چون در حال حاضر میراث معماری شهر را عمدتاً آثاری شکل می‌دهند که در سال‌های پس از زمین‌لرزه ۱۱۹۳ هجری قمری ساخته شده‌اند. در این میان تنها تعداد انگشت‌شماری از بناهای پیش از زمین‌لرزه مذکور باقی است که همگی این قسم آثار نیز به دلیل شدت آسیب‌های وارده، دچار نقصان کالبدی هستند. مع‌الوصف با همه مصایبی که زمین‌لرزه سال ۱۱۹۳ هجری قمری برای تبریز رقم زد، این حادثه نتوانست نقطه پایانی بر شکوه و مدنیت شهر باشد، زیرا اصلی‌ترین دلیل برای تجدید حیات و استمرار عمران در این شهر، موقعیت ژئواکونومیکی منحصر به فرد آن بر روی جاده ابریشم و مسیر جهانی مبادلات کالا و سرمایه بود. موقعیتی که در دوران قدیم همواره پتانسیلی بزرگ برای آبادانی شهر محسوب می‌شد.^۳

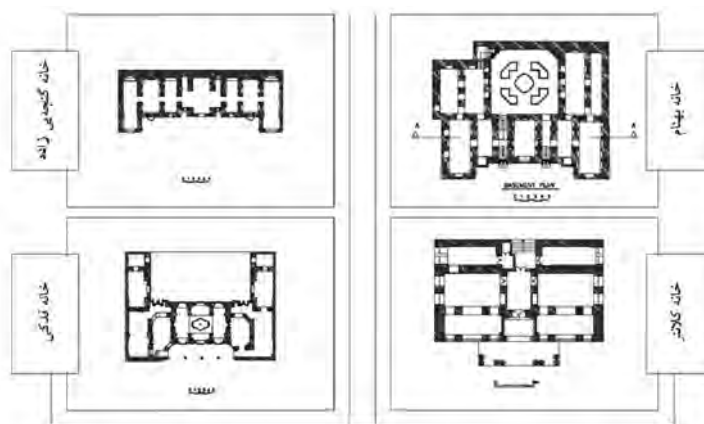
زمین‌لرزه سال ۱۱۹۳ هجری قمری و فرهنگ ایمن‌سازی ساختمان

از مطالعه متون تاریخی و نیز بررسی بناهای مستحده در سال‌های پس از زلزله ۱۱۹۳ هجری قمری آشکار می‌شود که فرآیند آفرینش دوباره شهر به شدت متأثر از تفکر مقاوم‌سازی کالبدی بود.^۴ لذا ارتقای درک عمومی مبنی بر مقاوم ساختن و ایمن ساختن ابنیه به‌منظور کاهش حجم خسارات را باید یکی از پیامدهای زمین‌لرزه عنوان نمود. چرا که ساکنان شهر دانسته بودند که قصور در این امر چنان صدماتی را به‌بار می‌آورد که به‌آسانی قابل جبران نیست. موضوع قابل توجه در اینجا این است که ترویج و تعمیم فرهنگ ایمن‌سازی ابنیه در آن مقطع زمانی برخلاف

امروز، برآمده از آیین‌نامه‌ها و یا ابلاغیه‌های دولتی نبود؛ بلکه این اهتمام و خواست عمومی بود که بدان وجاهت و اعتبار می‌بخشید. زیرا اگر مردم - به‌عنوان بانیان واحدهای معماری - به اصول فنی عرضه شده از جانب معماران بها نمی‌دادند، اندیشه‌های مقاوم‌سازی نیز به مرحله اجرا نمی‌رسید. بنابراین در نهادینه شدن فرهنگ ایمن‌سازی، نقش شهروندان به‌عنوان رکن اصلی فرآیند بازتوسعه شهر روشن می‌شود.

تحول در تفکر سازه‌ای

طبق یک قاعده دیرپا، نوآوری در تکنیک‌های اجرایی ساختمان، معلول شرایطی است که بهینه شدن فنون قبلی را اقتضاء می‌نمایند. در واقع این امر ریشه در نوع نیازها و خواسته‌های متحول بشری دارد که گاه کارآیی فنون قبلی زیر سؤال رفته و نیاز به تحول احساس می‌شود. بدیهی است که در این صورت تحلیل نقاط ضعف و قدرت فنون قبلی، در خلق ایده‌های جدید تأثیر به‌سزایی دارد (بخشی، ۱۳۹۰). بر پایه آنچه گفته شد، در فرهنگ معماری سنتی نیز معماران همواره محیط پیرامون - چه محیط طبیعی و چه محیط مصنوع - را برای کسب تجربیات جدید، نظرگاه ارزنده‌ای تلقی می‌کردند (کبیرصابر، ۱۳۹۰). با درک این مهم، قطعاً مطالعه بناهای صدمه دیده از زمین‌لرزه، برای استادکارانی که مسئولیت بازسازی شهر تبریز را پس از زمین‌لرزه ۱۱۹۳ هجری قمری بر عهده داشتند، فرصتی مناسب برای عبرت گرفتن و کسب حکمت حرفه‌ای بود تا با تحلیل مواضع ضعف بناها، به نحوه بهبود آنها بیاندیشند. ° آن‌ها از این طریق می‌توانستند بفهمند که چه کاستی‌ها و عیوبی در فنون اجرایی قبلی وجود داشت که سطح ایمنی ساختمان‌ها را تنزل داده بود. بر اساس آنچه گفته شد، نکته ملموس در ساخت و سازهای پس از بحران مذکور، تلاش جدی معماران برای رسیدن به سازگاری حداکثری با خطر زلزله، از طریق رعایت اصولی مثل کوتاه ساختن، سبک ساختن و متقارن ساختن ابنیه بود. رهیافت‌هایی از این نوع که بدان اشاره شد، به‌طور نمونه در خانه‌های تاریخی بهنام، گنجه‌ای‌زاده، کلانتر و قدکی قابل مشاهده و ادراک است (شکل ۱).



شکل ۱. چهار نمونه از رعایت اصل تقارن، در طراحی خانه‌های قاجاری تبریز

«امبرسز و ملویل» در کتاب تاریخ زمین‌لرزه‌های ایران می‌نویسند: «تبریز به تدریج بر همان جایگاه پیشین دگربار ساخته شد. خانه‌های تازه را کوتاه، بدون طبقه بالا و با استفاده بیشتر از چوب ساختند. حتی کاخ فرمانروا نیز با مهاربندی چوبی ساخته شد و شیوه ساختمانی تازه‌ای به نام تخته‌پوش کاربرد گسترده‌ای یافت» (امبرسز، ملویل، ۱۳۷۷، ۱۷۵). مشابه این مطلب در

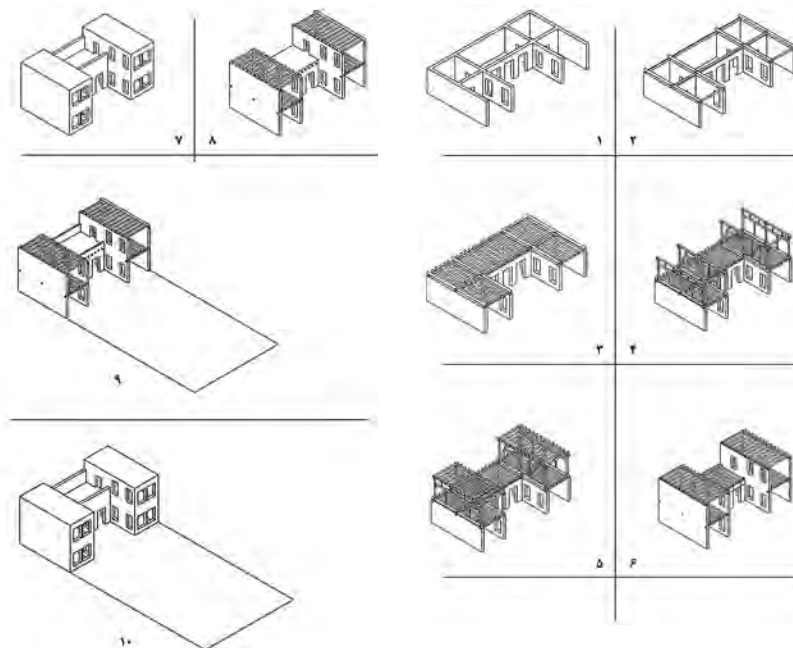
سفرنامه «جیمز موریه» نیز مشاهده می‌شود که نوشته است: «بیم از پیشامد زمین‌لرزه به مردم تبریز آموخته است که چگونه خانه‌های خود را کوتاه‌تر بسازند و در ساختن آنها بیشتر چوب به کار برند تا آجر و گچ، از این‌رو بازارها هم، همه سقف چوبی دارند و بر خلاف بازارهای شهرهای بزرگ ایران، طاق‌پوش نیستند. با این‌همه به من گفتند که هنگام زمین‌لرزه، بیشتر ساختمان‌های گنبددار (به‌ویژه گرمابه‌خان که بزرگ‌ترین گرمابه تبریز است) ویران نشدند، در حالی‌که در ساختمان‌های دیگر، استوارترین دیوارها هم فرو ریخته بود» (موریه، ۱۳۸۶، ۱۳۰).

فن‌آوری کلاف‌بندی چوبی

– جایگاه فن‌آوری کلاف‌بندی چوبی در اندیشه معماران سنتی

در بخش قبل و از طریق گزارش‌های تاریخی دانسته شد که پس از زمین‌لرزه ۱۱۹۳ هجری قمری، یکی از تدابیر معماران سنتی تبریز برای ایمن‌سازی بناها به خدمت گرفتن تکنیک کلاف‌بندی چوبی بود. از نظر فنی، این تکنیک راهکاری است که سطح ایستایی سازه‌ها را از طریق شبکه‌های مهندسی شده بهبود بخشیده و آنها را در برابر صدماتی که نیروی زلزله وارد می‌کند، مقاوم می‌سازد (گلابچی و سروش‌نیا، ۱۳۹۰).

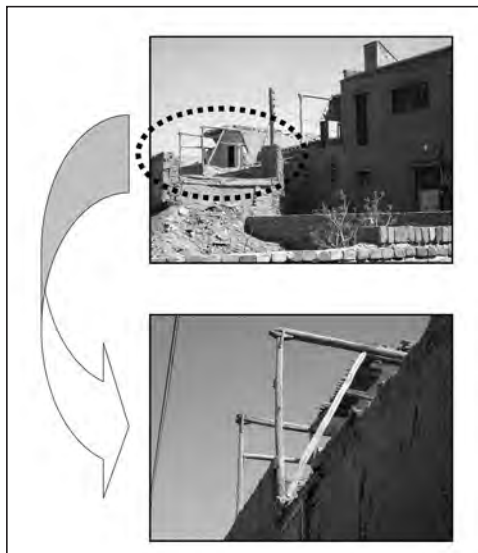
در مورد دلایل گرایش یافتن معماران آن دوره به تکنیک کلاف‌بندی چوبی به‌نظر می‌رسد آنها با بررسی سازه‌های بازمانده از زلزله دریافته بودند که ساختمان‌های تقویت شده با المان‌های چوبی، مقاومت نسبتاً بهتری در برابر زلزله دارند. بدین‌سان کلاف‌بندی چوبی به‌عنوان یک فن مؤثر در جهت ارتقای توان ایستایی ساختمان‌های جدیدالاحداث انتخاب و به مدت چند دهه به‌عنوان یک قانون نانوشته در فرهنگ معماری شهر نهادینه شد. (شکل ۲ و ۳).



شکل ۲ و ۳. تحلیل شماتیک مراتب اجرایی یک سیستم سازه‌ای مبتنی بر کلاف‌بندی چوبی

- بررسی چند نمونه

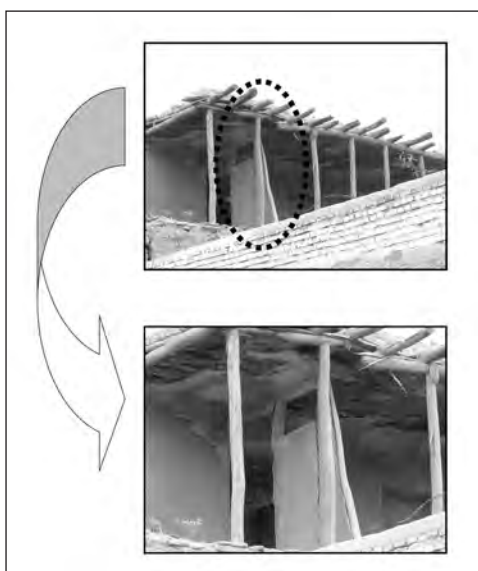
بناهایی که در مطالعه حاضر مورد توجه قرار گرفته‌اند، چند خانه تاریخی در محله‌های «راسته‌کوچه» و «مقصودیه» در محدوده منطقه فرهنگی-تاریخی شهر تبریز هستند. دلیل انتخاب این بناها برای پژوهش حاضر، نمایان شدن سیستم سازه‌ای آنها در اثر کم‌توجهی به سرمایه‌های فرهنگی شهر در فرآیند توسعه معاصر است. زیرا می‌شد با برنامه‌ریزی‌های منطقی و جامع‌نگر و توأم با ایمن‌سازی، یکبار دیگر آنها را در چرخه حیات شهری به رسمیت شناخت و مانع از زوال‌شان شد (شکل ۴ تا ۷).



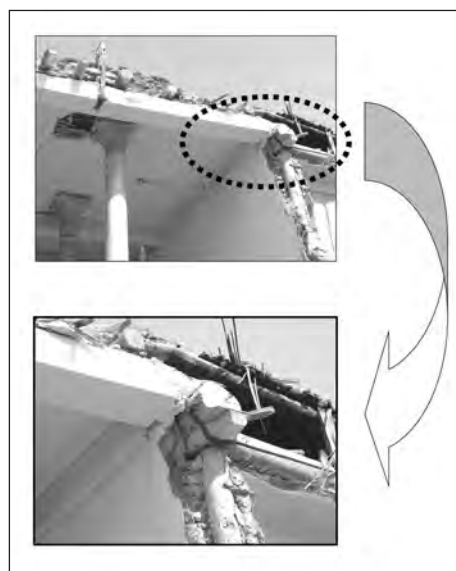
شکل ۵. بخشی از کلاف‌بندی چوبی یک خانه قاجاری، دربند حصار، محله راسته‌کوچه



شکل ۴. بخشی از کلاف‌بندی چوبی یک خانه قاجاری، دربند ترکی‌ها، محله راسته‌کوچه



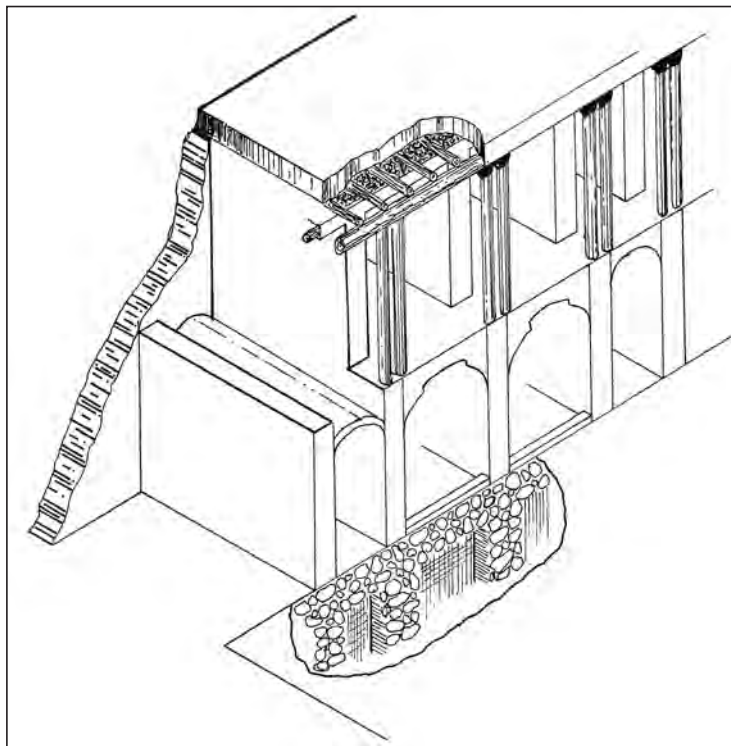
شکل ۷. بخشی از کلاف‌بندی چوبی یک خانه قاجاری، محله مقصودیه



شکل ۶. بخشی از کلاف‌بندی چوبی یک خانه قاجاری، دربند عزب‌دفتر، محله مقصودیه

- معرفی ساختاری

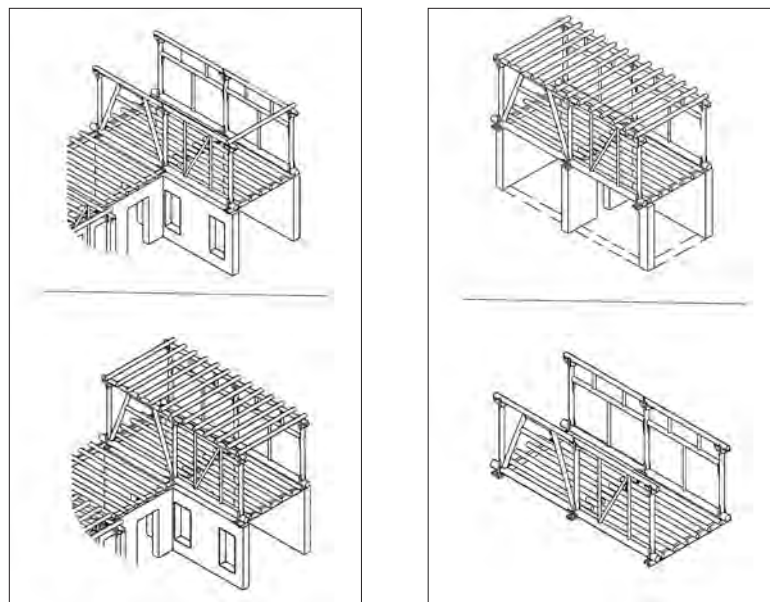
بناهای مورد بحث، به دلیل مصالح به کار رفته در اجرای آنها، سازه‌های مرکب محسوب می‌شوند. زیرا طبقات زیرزمین و همکف آنها به‌طور غالب از سنگ، آجر، خشت و ملات‌های آهکی و گچی ساخته شده، اما طبقه دوم آنها اسکلت چوبی است. باید در نظر داشت که استفاده از این نوع ساختارهای مرکب، صرفاً محدود به معماری مسکونی نبوده، بلکه در بسیاری از بناها، مانند سراهای بازار و غیره نیز به چشم می‌خورند (شکل ۸).



شکل ۸. نمایش ساختار مرکب سیستم سازه‌ای، سرای حاج محمدقلی بازار تبریز

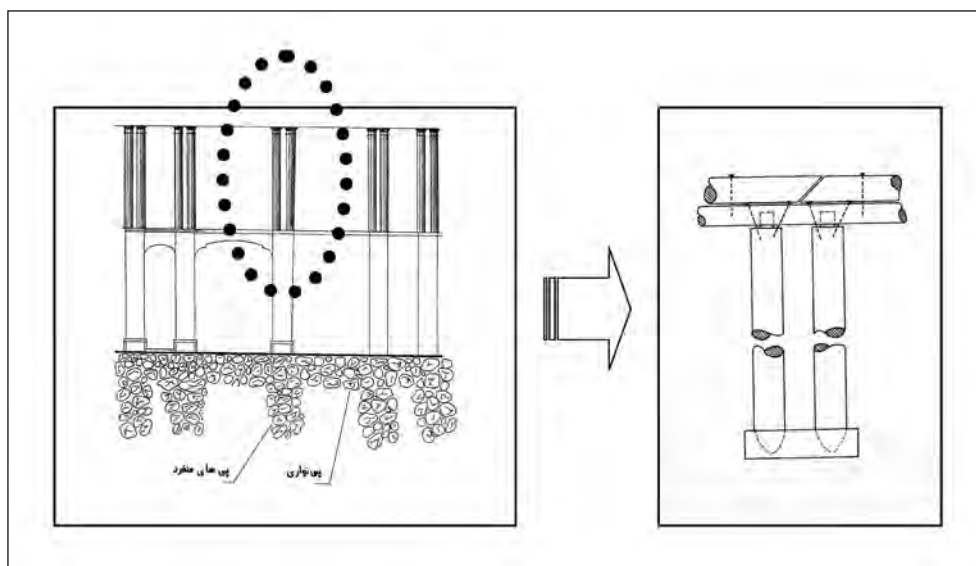
منبع: کبیرصابر، ۱۳۷۷

در ساختارهای مورد بحث، ایده اسکلت چوبی (کلاف‌بندی چوبی)، ایجاد شکلی از سازه است که در پایداری آن، خاصیت چوب (مقاومت در برابر کشش) نقش مهمی را در عملکرد جعبه‌گونه سیستم ایفا می‌نماید. در بسیاری از این نوع سیستم‌های سازه‌ای برای جلوگیری از تغییر شکل سازه در برابر نیروهای جانبی، قاب‌های مستطیلی سیستم، با عضوهای قطری و یا تحت زاویه تقویت شده‌اند تا حتی‌الامکان بر تعداد قاب‌های با فرم مثلثی افزوده شود. چنین ایده‌ای (تولید فرم مثلثی در قاب‌های قائم‌الزاویه) باعث می‌شود که سیستم سازه‌ای در برابر تغییر شکل‌های ناشی از اعمال نیروهای مختلف - به‌خصوص نیروی جانبی زلزله - پایداری بهتری نشان دهند (شکل ۹ و ۱۰).



شکل ۹ و ۱۰: تحلیل شماتیک موقعیت عضوهای قطری در سیستم کلاف‌بندی چوبی خانه‌های قاچاری

از سویی دیگر اگرچه در نمونه‌های مورد بحث، تفاوت‌هایی در نحوه طراحی و اجرای کلاف‌های چوبی به چشم می‌خورد، اما ایده‌های مشترک در همه آنها وجود دارد و آن یکپارچه‌سازی عناصر و نیز کاستن از وزن بنا در تراز طبقات بالا است (شکل ۱۱ و ۱۲). همچنین یکی دیگر از خصوصیات این سیستم‌های چوبی، انعطاف و قابلیت شکل‌پذیری نسبی آنها به دلیل خواص مکانیکی چوب است.



تصاویر شماره ۱۱ و ۱۲: نمونه‌ای از یکپارچه‌سازی عناصر و کاستن از وزن بنا در تراز طبقه فوقانی، سرای حاج محمدقلی بازار تبریز

منبع: کبیرصابر، ۱۳۷۷

تأثیر زمان بر اعتبار رهیافت‌ها

اصولی مانند «یکپارچه‌سازی»، «شکل‌پذیری» و «سبک‌سازی» که در این بحث به‌عنوان محاسن راهکار انتخابی معماران سنتی مورد توجه قرار گرفت، معیارهای مورد قبولی هستند که دانش مهندسی جدید نیز بر اعتبار آنها صحنه می‌گذارد. اما باید در نظر داشت که معماران قدیمی در حد آموخته‌ها و اندوخته‌های خود توانسته بودند به چنین معیارهایی برسند و لذا ممکن است دانش تکامل یافته‌ی امروزی به نقد برخی از راهکارهای آنها بپردازد. معرفت‌شناسی آنچه که در این مقاله مورد بحث قرار گرفت، ما را متوجه این نکته می‌سازد که معماران و مهندسان سنتی در برابر خطرات زلزله تسلیم نشده، بلکه با درک مسئله، راه حل مناسبی را برگزیدند که ثمربخش بود. اما در این بخش از مقاله باید به یک حقیقت تاریخی اشاره کرد: اگرچه زلزله و پیامدهای آن بر آگاهی شهروندان نسبت به خطرات بناهای ناامن افزود، شگفت آنکه با مرور ایام و با نزدیک شدن به اواخر دوره قاجاریه، فرهنگ ایمن‌سازی در معماری شهر قدری رنگ باخت. دلایل این سهل‌انگاری را می‌شود به دو عامل عمده نسبت داد. اولاً نسل

بحران‌زده‌ای که زلزله را تجربه کرده بود، جای خود را به نسل جدیدی داد که در عصر رفاه و رونق اقتصادی دارالسلطنه تبریز می‌زیست. عامل دیگر آنکه با رخنه معماری فرنگی به قلمرو تفکر سنتی، بی‌توجهی به اصول مهندسی بومی پدیدار شده و منظومه آموخته‌ها و اندوخته‌های معماران سنتی رو به زوال گذاشت.^۱

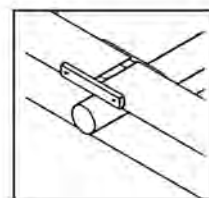
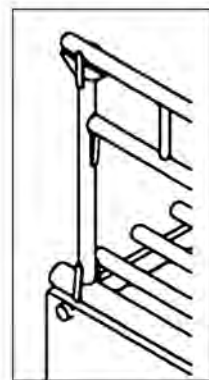
تدقیق اصول کاربردی بحث

در این بخش، به تدقیق اصول مطرح در مقاله حاضر پرداخته شده و سه اصل به‌عنوان نتایج کاربردی که می‌توانند در اعتلای معرفتی مهندسی معاصر مفید باشند، معرفی می‌شوند.

الف) ایجاد گفت‌وگو میان رشته‌ای بین مهندسی سازه و علوم انسانی، به‌خصوص علم تاریخ می‌تواند جریان‌های دانشی جدیدی را برقرار نماید که تاکنون ناشناخته بوده‌اند. به‌طور مثال همانگونه که در این مقاله بحث و دانسته شد، مراجعه به متون و منابع تاریخی در ابهام‌زدایی از ناشناخته‌هایی که در مورد مهندسی زلزله وجود دارد، تا چه حد ثمربخش است.

ب) مطالعه و بررسی کالبدی‌های آسیب‌دیده از زمین‌لرزه‌ها اگرچه از نظر عاطفی تأسف بار است، اما از نظر ارزیابی ضعف‌های تکنیکی و تحلیل مواضع ضعف این‌بینه حایز اهمیت است. در واقع این نوع کالبدی‌ها بسان نظرگاهی برای عبرت گرفتن و کسب حکمت حرفه‌ای هستند تا در مورد نحوه بهبود کاستی‌ها و عیوب قبلی اندیشیده شود.

پ) عناصر ساختمانی با قابلیت تحمل تنش‌های کششی (مانند چوب) در صورتی که به طرز منطقی و مهندسی شده (مثل کلاف‌بندی‌ها و قاب‌بندی‌هایی که در این مقاله بحث شد) در ساختار سازه‌های بنایی به‌کار گرفته شوند، می‌توانند مقاومت آنها را تا حد زیادی در برابر آسیب‌های ناشی از زمین‌لرزه بهبود بخشند.



شکل ۱۳. بخشی از عناصر کلاف‌بندی چوبی یک خانه قاجاری، دربند حصار، محله راسته کوچه

نتیجه‌گیری

این مقاله یک تلاش علمی محدود جهت تبیین نحوه موضوعیت بهسازی سازه‌های در اندیشه معماران سنتی شهر تبریز پس از زمین‌لرزه سال ۱۱۹۳ هجری قمری بود. پس از سانه ویرانگر مذکور، ارتقای پایداری فیزیکی ساختمان‌ها از طریق بهبود سیستم‌های ساخت، به بخشی از فرهنگ معماری این شهر تبدیل شد. در این راستا یکی از فنونی که به‌عنوان راهکار جدی مورد توجه معماران قرار گرفته و پیشرفت داده شد، فن تسلیح ساختمان‌ها به شبکه مهندسی شده چوبی بود. این رویکرد فنی، حاصل تفکر خلاق معماران بومی برای پیش نهادن راه حلی برای برطرف نمودن ضعف‌های ساختمان‌سازی رایج در آن زمان بود. به ظن قوی معماران آن دوره با بررسی ساختمان‌های بازمانده از زلزله دریافته بودند که کلاف‌کشی چوبی با ویژگی‌های استاتیکی خاص‌اش می‌تواند تکنیکی مناسب برای ارتقای پایداری سازه‌های ساختمان‌ها باشد. تکنیک مورد بحث در زمان خود، نشان از نکات و هوشمندی معمارانی داشت که از زلزله درس آموخته و بدان راهکار اندیشیده بودند؛ راهکاری که مبانی‌اش امروزه نیز با دستاوردهای نوین مهندسی زلزله در مطابقت دارد.

تشکر و قدردانی

در مرحله آغازین نگارش این مقاله، متن اولیه‌ای که توسط مؤلف تهیه شده بود، توسط آقای دکتر محمدرضا چناقلو استاد سازه دانشگاه صنعتی سهند مورد مطالعه قرار گرفت و ایشان نظرات ارزشمندی را جهت بهبود متن اظهار نمودند. بدین‌وسیله از لطف ایشان تشکر و قدردانی می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

۱. گسل شمال تبریز یک گسل فشاری است که از شمال شهر تبریز با راستای شمال غربی-جنوب شرقی (N115) می‌گذرد. این گسل یکی از بنیادی‌ترین ساخت‌های زمین‌شناسی موجود در گستره تبریز در شمال شرقی دریاچه ارومیه بوده که به سبب کارکرد آن، فرونشست فشاری دشت تبریز ایجاد شده است (صافدل، ۱۳۹۱).
۲. برای درک بهتر این سخن، کافی است کیفیت فضایی شهر تبریز و ساختارهای معماری آن در اعصار تاریخی که در کتبی همچون تاریخ تبریز اثر ولادیمیر مینورسکی و تاریخ تبریز تا پایان قرن نهم هجری قمری اثر محمدرضا مشکور و یا در مقاله «تبریز» اثر یحیی ذکاء در کتاب شهرهای ایران نگاشته شده، مورد توجه قرار گیرد.
۳. لازم به توضیح است موقعیت ژئوپلیتیک و ژئواکونومیک ویژه‌ای که شهر تبریز بر اساس مناسبات دوران کهن دارا بود، همواره موجب می‌شد که پس از وقوع هر حادثه ویرانگری، یک بار دیگر شهروندان و متولیان شهر به عمران و نوسازی مجدد آن همت گمارند.
۴. برای درک تدابیر فنی به‌کار رفته پس از این زمین‌لرزه، ر.ک.: فخار تهرانی، فرهاد (بی.تا) *مقابله پدرانمان با زمین‌لرزه در تبریز*، دانشگاه شهید بهشتی.
۵. البته این همواره امری طبیعی است که کالبدهای صدمه دیده از زمین‌لرزه‌ها، فرصتی برای سنجش کیفیت عملکرد قبلی معماران و مهندسان به‌حساب آیند.
۶. ر.ک: پیرنیا، محمدرکیم (۱۳۷۴) *خودباختگی و فرو افتادن هنر ایران*.

منابع

- امبرسن، ن.ن. و ملویل، چ.پ. (۱۳۷۷) تاریخ زمین‌لرزه‌های ایران، انتشارات آگاه، تهران.
- بخشی، علی و همکاران (۱۳۹۰) *ارزیابی رفتار لرزه‌ای ساختمان‌های خشتی با سقف گنبدی در حالات موجود و تقویت شده*، چاپ اول، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، تهران.
- برگی، خسرو (۱۳۸۸) *اصول مهندسی زلزله*، چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- پیرنیا، محمدکریم (۱۳۷۴) «خودباختگی و فروافتادن هنر ایران»، مجموعه مقالات [اولین] کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، جلد اول، چاپ اول، سازمان میراث فرهنگی کشور، تهران.
- جاستی نین موریه، جیمز (۱۳۸۶) *سفرنامه جیمز موریه: سفر یکم*، ترجمه ابوالقاسم سری، نشر توس، تهران.
- زکاء، یحیی (۱۳۶۸) *تبریز، در کتاب شهرهای ایران*، به کوشش محمدیوسف کیانی، جلد ۳، انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران.
- زکاء، یحیی (۱۳۶۸) *زمین‌لرزه‌های تبریز*، چاپ اول، انتشارات کتاب‌سرا، تهران.
- صافدل، محمدرضا، (۱۳۹۱) «گزارش زمین‌لرزه‌های ۱۳۹۱/۵/۲۱ اهر - ورزقان»، پیام: فصلنامه کانون مهندسان فارغ‌التحصیل دانشکده‌های فنی دانشگاه تبریز، شماره ۳۴، تابستان و پاییز.
- فخار تهرانی، فرهاد (بی.تا) «مقابله پدرانمان با زمین‌لرزه در تبریز»، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- قطران تبریزی، ابومنصور (۱۳۳۳) *دیوان قطران*، به اهتمام محمد نجوانی، تبریز.
- کبیرصابر، محمدباقر (۱۳۷۷) *مطالعه، مرمت و ساماندهی سرای حاج محمدقلی بازار تبریز*، پایان‌نامه کارشناسی، مرکز آموزش عالی سازمان میراث فرهنگی.
- کبیرصابر، محمدباقر (۱۳۹۰) *درآمدی بر اصول بازشناسی پایداری سازه‌ای در معماری ایرانی*، رساله دکتری، دانشگاه تهران، پردیس هنرهای زیبا.
- گلابچی، محمود و سروش‌نیا، احسان (۱۳۹۰) *طراحی لرزه‌ای برای معماران: مقابله‌ای هوشمندانه با زلزله*، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.