حفاظت از میراث تاریخی
شماره صفحه مقاله: ۵۶-۴۱

ISSN: 2008-5079 / EISSN: 2538-2365
DOI: 10.22034/AAUD.2025.493250.2946

حفاظت از میراث تاریخی ارامنه آذربایجان شرقی با استفاده از دستورالعمل حفاظتی ایتالیا، مورد مطالعاتی: کلیسای سرکیس مقدس تبریز*

سمیرا قره اباقی[۱]** - فرهاد آخوندی[۲] - صفیه نامی[۳]

۱. کارشناسی ارشد استحکام بخشی بناهای تاریخی، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران (نویسنده مسئول).
۲. دانشیار گروه فناوری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.
۳. مربی گروه فناوری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۲ تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۴/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۴/۰۷/۱۱ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۹/۱۲

چکیده

معماری کلیساهای ارامنه بخش مهمی از تاریخ معماری ایران را تشکیل می‌دهد و از این میان کلیساهای شمال غرب ایران به دلیل قدمت و اثرات فرهنگی، از ارزش بالایی برخوردارند. کلیسای سرکیس مقدس تبریز با قدمت ۱۸۲۱ میلادی، نمادی از حضور فرهنگ‌ها و ادیان مختلف در این منطقه قلمداد می‌شود اما با این حال، مورد توجه قرار نگرفته و تحقیقات محدودی در زمینه آن انجام شده است. هدف این پژوهش، شناخت و گونه‌شناسی کلیسای سرکیس و بررسی رفتار آن در هنگام زلزله می‌باشد. بدین منظور، در این پژوهش از روش‌های ارزیابی کیفی و کمی به‌صورت تلفیقی استفاده شده و داده‌های پژوهش به‌وسیله مطالعات کتابخانه‌ای و جمع‌آوری داده‌های میدانی و ارزیابی کیفی بر اساس دستورالعمل‌های حفاظتی ایتالیا در محل پروژه انجام شد. ارزیابی کمی با استفاده از نرم‌افزار 3Muri انجام و رفتار بنا در زمان زلزله بررسی گردیده است. طبق نتایج، شاخص ایمنی لرزه‌ای بنا در هر دو روش ارزیابی کم‌تر از ۱ می‌باشد که بیانگر ایمنی ناکافی سازه در برابر حوادث لرزه‌ای است. تحلیل حساسیت نیز این نتایج را تأیید می‌کند. مقایسه نتایج دو رویکرد ارزیابی نشان می‌دهد که روش کیفی محافظه‌کارانه‌تر و روش کمی دقیق‌تر است. طبق یافته‌ها، ترکیب ارزیابی کیفی و کمی ابزاری کارآمد برای درک جامع‌تر از عملکرد لرزه‌ای بناهای تاریخی بوده و علاوه بر شناسایی میزان آسیب‌پذیری، در طراحی راهبردهای حفاظتی نیز نقشی اساسی ایفا می‌کند. با توجه به موقعیت لرزه‌خیز شهر تبریز و اهمیت فرهنگی کلیسای سرکیس، نتایج بر حفاظت و مقاوم‌سازی این بنا به عنوان بخشی زنده از هویت تاریخی منطقه تأکید می‌کند.

واژگان کلیدی: حفاظت بناهای تاریخی، کلیساهای آذربایجان شرقی، کلیسای سرکیس مقدس، دستورالعمل حفاظتی ایتالیا، آسیب‌پذیری لرزه‌ای.

* این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای کلیساهای تاریخی منتخب استان آذربایجان شرقی طبق دستورالعمل‌های حفاظتی ایتالیا» می‌باشد که به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در سال ۱۴۰۲ در دانشگاه هنر اسلامی تبریز انجام گرفته است.

** E-mail: samira.gare1995@gmail.com

۱. مقدمه

کلیساهای ارامنه در ایران، به‌ویژه شمال غرب کشور، نمونه‌های بارزی از تعاملات فرهنگی، اجتماعی و مذهبی مختلف هستند که نشان‌دهنده تاریخ غنی و تنوع فرهنگی این منطقه می‌باشند. کلیساهای تاریخی ارمنیان، نمادی از فرهنگ و معماری ارمنی از گذشته‌های دور تا به امروز، همچنین نشانی از همزیستی و تعاملات قومیتی در تاریخ ایران می‌باشد. استان آذربایجان شرقی با قدمت تاریخی و فرهنگی خود، به ویژه در دوران‌های مختلفی از تاریخ، به عنوان یکی از مناطق با غنای فرهنگی شناخته شده است. اما از آن‌جا که این استان در یکی از مناطق لرزه‌خیز جهان واقع شده (Standard No. 2800 2014)، حفاظت از بناهای تاریخی و ارزیابی آسیب‌پذیری این بناها در برابر زلزله به امری حیاتی تبدیل شده است و بررسی و تحلیل ساختاری و لرزه‌ای این بناها به منظور برآورد آسیب‌پذیری و پیشگیری از تخریب آن‌ها بیش از پیش ضروری تلقی می‌شود. ارزیابی عملکرد لرزه‌ای بناهای تاریخی نقش بنیادینی در حفاظت و ایمنی میراث معماری ایفا کرده و به تدوین و برنامه‌ریزی استراتژی‌های مناسب برای حفاظت کمک می‌کند. شناخت رفتار سازه‌ای این بناها به عنوان اولین گام در این راستا از اهمیت بالایی برخوردار بوده و تحلیل سازوکارهای خرابی بناها در زمان زلزله می‌تواند اطلاعات مفیدی را در اختیار متخصصان قرار دهد تا با مقاوم‌سازی این آثار ارزشمند، ایمنی آن‌ها را تضمین کنند (Borri and Mariab 2009). در این راستا، دستورالعمل ایتالیایی[1] «رهنمودهایی برای ارزیابی و کاهش خطر لرزه‌ای میراث فرهنگی» (PCM 2011) به عنوان راهنمایی مفید برای حفاظت از میراث فرهنگی و تاریخی مطرح می‌شود؛ رهنمودهایی که به شناسایی نقاط ضعف سازه، ارزیابی آسیب‌پذیری و ارائه استراتژی‌های مقاوم‌سازی کمک می‌کند (Torelli 2020). انتخاب دستورالعمل لرزه‌ای ایتالیا به این دلیل صورت گرفت که برخلاف بسیاری از آیین‌نامه‌های بین‌المللی (مانند FEMA، ASCE41 و Eurocode 8) و همچنین دستورالعمل ملی ایران (نشریه ۳۶۰)، این آیین‌نامه از ابتدا با تمرکز بر بناهای تاریخی و مصالح سنتی همچون سنگ و آجر تدوین شده است. مقررات لرزه‌ای ایتالیا پس از زلزله‌های ویرانگر در این کشور و با هدف حفاظت از میراث فرهنگی- تاریخی به‌ویژه سازه‌های بنایی شکل گرفته و بنابراین تجربه‌ای عملی در این زمینه دارد. در حالی که سایر دستورالعمل‌ها یا برای ساختمان‌های مدرن طراحی شده‌اند، یا تنها چارچوبی کلی و توصیه‌ای ارائه می‌دهند و فاقد دستورالعمل‌های مشخص برای میراث معماری هستند. اگرچه منشورهای بین‌المللی ICO-MOS (مانند منشور ونیز و منشور لیما) اصول کلی حفاظت را مطرح کرده‌اند و اسنادی مانند ISCARSAH یا دستورالعمل‌های NZSEE و FEMA گام‌های مؤثری در معرفی روش‌های ارزیابی لرزه‌ای ارائه داده‌اند، اما هیچ‌یک رویکردی اختصاصی و کاربردی برای بناهای تاریخی با مصالح بنایی ندارند. در مقابل، دستورالعمل ایتالیا به‌طور مستقیم روش‌های کیفی و کمی ارزیابی، ملاحظات مربوط به مصالح و الزامات حداقل مداخله را پوشش داده و از این جهت کاربردی‌تر است. در این دستورالعمل، روش‌های کیفی برای ارزیابی آسیب‌پذیری بناهای تاریخی مختلف، از جمله ویلاها و بناهای مسکونی، کلیساها، برج مقبره‌ها و غیره معرفی شده است.

افزون بر این، پژوهش حاضر بر کلیساهای تاریخی متمرکز است؛ بناهایی که در سنت معماری ایران و به‌ویژه ارامنه جایگاهی ویژه دارند. کلیساهای ارمنی، چه در گونه‌های خطی و چه در گونه‌های مرکزگرای گنبددار، الگوهای تأثیرگذاری بر معماری بیزانس و سپس کلیساهای اروپای غربی داشته‌اند و بسیاری از نمونه‌های اولیه‌ی کلیساهای گنبددار اروپا وام‌دار این سنت معماری هستند. ویژگی‌هایی همچون ساختار منسجم و یکپارچه، توجه به تناسبات و به‌ویژه گنبد مخروطی بر ساقه‌های چندوجهی، در کلیساهای ارمنی و کلیساهای شمال غرب ایران دیده می‌شود (Simoni and hojjat 2020). از سوی دیگر، گونه‌شناسی کلیساهای ایتالیا نیز طیفی از پلان‌های ساده تا پیچیده را شامل می‌شود که از نظر مصالح (سنگ، آجر یا ترکیب آن‌ها) و هندسه، شباهت‌های مهمی با کلیساهای ایرانی- ارمنی دارند (Cescatti et al. 2021). این هم‌پوشانی تاریخی و معماری نشان می‌دهد که دستورالعمل لرزه‌ای ایتالیا می‌تواند به عنوان مبنای علمی و عملی برای حفاظت و ارزیابی لرزه‌ای میراث فرهنگی، به ویژه کلیساهای ارامنه شمال غرب ایران، مورد استفاده قرار گیرد و مناسب‌تر و کارآمدتر از دیگر دستورالعمل‌ها باشد. برای تأیید و صحت‌سنجی نتایج به‌دست آمده از ارزیابی‌های کیفی بر اساس دستورالعمل ایتالیا، ارزیابی کمی با استفاده از نرم‌افزار 3Muri که بر اساس کد ایتالیا تنظیم شده و تحلیل غیرخطی بارافزون[2] برای بررسی رفتار درون‌صفحه‌ای بناها در برابر سطوح لرزه‌ای مختلف انجام شده است.

از آن‌جا که تحقیقات محدودی در زمینه ارزیابی سازه‌ای و لرزه‌ای معماری کلیساهای ارامنه در ایران انجام شده، این پژوهش در پی پرکردن این خلأ علمی است. بر اساس داده‌های پژوهش، استان آذربایجان شرقی در گذشته دارای چهل و نه کلیسا بوده که امروزه تنها چهارده کلیسا باقی مانده و وضعیت برخی از آن‌ها نابسامان است. تنها چهار کلیسا به عنوان فضای مذهبی فعال هستند و کلیساهای گریگوری ارمنی از دیگر فرقه‌ها بیش‌تر رواج دارند. تحقیقات نشان می‌دهد که کلیسای سرکیس مقدس، یکی از کلیساهای ارمنی متعلق به فرقه گریگوریان، با تاریخچه‌ای غنی که به سال ۱۸۲۱ میلادی مربوط می‌شود (Karang 1972)، به عنوان یکی از مهم‌ترین و

قدیمی‌ترین کلیساهای ارامنه در تبریز، ظرفیت بالایی برای ارزیابی و تحلیل آسیب‌پذیری از منظر لرزه‌ای و ارائه راهکارهای حفاظتی دارد. این کلیسا در حال حاضر به عنوان یک فضای مذهبی فعال، نیازمند توجه و اقدامات حفاظتی است تا ارزش‌های فرهنگی و تاریخی آن حفظ گردد. در این مقاله، علاوه بر بررسی ویژگی‌های معماری و تاریخ کلیسای سرکیس مقدس، ارزیابی کیفی و کمی از وضعیت بنای فوق و تحلیل رفتار لرزه‌ای آن با استفاده از نرم‌افزارهای معتبر و دستورالعمل‌های ایتالیایی ارائه خواهد شد.

۲. پیشینه پژوهش

پژوهش‌های متعددی تاکنون درباره حفاظت از بناهای تاریخی، آثار فرهنگی و آسیب‌پذیری لرزه‌ای این بناها در ایران و سراسر جهان به انجام رسیده است. برای نخستین بار در ایران، در سال ۱۹۸۷ میلادی، حجازی و میرقادری مطالعات گسترده‌ای روی بناهای تاریخی مهم کشور انجام دادند. طی این تحقیقات، سیستم سازه‌ای این بناها شناسایی شده و ایمنی آن‌ها از نظر ثقلی و لرزه‌ای ارزیابی گردید. در نهایت، پیشنهادهایی جهت حفظ و نگهداری این آثار ارائه شد. در تحقیقی دیگر در سال ۱۳۹۴، عزیزی و صادقی موضوع آسیب‌پذیری لرزه‌ای کلیسای سنت استپانوس در جلفای آذربایجان شرقی را با استفاده از مدل اجزای محدود بررسی کردند. آن‌ها با کمک نرم‌افزار انسیس مدلسازی کرده و مدل را تحت بارهای استاتیکی خطی و تحلیل مودال مطالعه نمودند تا نقاط ضعف این سازه مشخص گردد. سپس آسیب‌پذیری لرزه‌ای این سازه تحت چند زلزله قوی مورد بررسی قرار گرفت. تحلیل‌های اجزای محدود تحت بارگذاری لرزه‌ای افقی نشان داد که نقاط حساس سازه شامل گنبد اصلی و طاق ورودی کلیسا هستند (Azizi and Sadeghi 2015).

همچنین، کاسارین و مدونا در سال ۲۰۰۸، آسیب‌پذیری لرزه‌ای کلیسای رجیو امیلیا در ایتالیا را ارزیابی کردند. هدف این مطالعه، علاوه بر بررسی لرزه‌ای این ساختمان تاریخی، مقایسه نتایج روش‌های مختلف مدل‌سازی (تحلیل حدی و روش عددی) بود. تحلیل‌های انجام‌شده شامل ارزیابی تاریخ ساخت و تکامل ساختاری بنا، آسیب‌های ناشی از زمین‌لرزه‌های تاریخی، بررسی الگوی ترک‌های موجود و همچنین تحقیقات گسترده میدانی بود. در نهایت بخش‌های سازه‌ای کلیسا با استفاده از روش‌های تجربی و عددی از جمله تحلیل جنبشی حدی و اجزای محدود در نرم‌افزار دایانا مورد ارزیابی قرار گرفت (Casarin and Modena 2008).

در سال ۲۰۲۱، فازی و همکاران روشی جامع برای ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای نوع خاصی از کلیساهای تاریخی در مرکز ایتالیا ارائه کردند. این مطالعه که در سطح میان‌مقیاس، که فاصله بین ارزیابی‌های در سطح کلان و مطالعات مربوط به ساختمان‌های منفرد را پر می‌کند، انجام شده است. روش پیشنهادی داده‌هایی مرتبط با جنبه‌های تاریخی، زیست‌محیطی، هندسی، تکنولوژی و مکانیکی را ادغام می‌نماید. گروهی از کلیساهای باسیلیکایی که از زلزله ۲۰۰۹ لاکیلا تأثیر پذیرفته بودند، در این تحقیق برای شناسایی نقاط ضعف این گونه ساختمان‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. آسیب‌پذیری عناصر کلیدی مانند محراب و نما با تمرکز بر روی سازوکارهای جنبشی و کیفیت اتصالات میان اجزا تحلیل شد. این پژوهش ابزارهای مختلف ارزیابی نظیر شاخص‌های هندسی، کیفیت مصالح بنایی، تحلیل آسیب‌پذیری کیفی و تحلیل جنبشی خطی را به‌کار گرفت تا نقاط ضعف این نوع از کلیساها شناسایی شود. همچنین روند کلی مرتبط با گونه‌شناسی کلیساهای منطقه شامل تغییرات تکنولوژی ساخت، کیفیت مصالح بنایی و درجه آسیب‌پذیری بر اساس مقیاس بناها و اهمیت تاریخی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت (Fazzi et al. 2021).

بررسی‌های موجود نشان می‌دهد که در ایران، تحقیقات کم‌تری به‌طور خاص برروی کلیسای سرکیس مقدس و وضعیت حفاظتی آن در برابر زمین‌لرزه پرداخته‌اند. بیش‌تر مطالعات به بررسی عمومی و کلی توجه دارند و به جزئیات خاص این بنا نپرداختند. لذا، انجام پژوهش ویژه و جامع درباره وضعیت سازه‌ای این کلیسا و رفتار آن در برابر زمین‌لرزه ضروری به نظر می‌رسد.

۳. روش تحقیق

در پژوهش پیش رو با روش کیفی- کمی به بررسی رفتار لرزه‌ای کلیسای سرکیس پرداخته شد. با به‌کارگیری دستورالعمل حفاظتی ایتالیا، که یک روش کیفی برای بررسی بناهای تاریخی با ویژگی‌های هندسی متفاوت ارائه می‌کند، ارزیابی کیفی بنا صورت پذیرفته است. برای جمع‌آوری داده‌های روش کیفی به بررسی اسناد و مدارک تاریخی، نقشه‌ها و عکس‌های قدیمی از کلیسا برای شناخت تاریخچه، ساختار و آسیب‌های قبلی بنا پرداختیم. همچنین با بازدید میدانی از کلیسای سرکیس مقدس وضعیت بنا از نظر آسیب‌های سازه‌ای، ترک‌ها، نشانه‌های خرابی، و همچنین شرایط محیطی اطراف آن به صورت دقیق مورد بررسی قرار گرفت. عکس‌برداری و فیلم‌برداری از نقاط مختلف کلیسا به منظور مستندسازی دقیق‌تر انجام شد.

در گام دوم، داده‌های جمع‌آوری‌شده به کمک روش کمی و نرم‌افزار 3Muri، که امکان تحلیل استاتیکی و غیرخطی بارافزون سازه‌های تاریخی را فراهم می‌کند، مدل‌سازی و شبیه‌سازی رفتار کلیسا در برابر زلزله انجام شد. این تحلیل، امکان صحت‌سنجی ارزیابی کیفی، پیش‌بینی آسیب‌پذیری بنا و تعیین میزان خطر در شرایط مختلف را فراهم می‌آورد. در نهایت، نتایج حاصل از دو روش کیفی و

کمی با یکدیگر مقایسه و تحلیل شدند تا ضمن شناسایی نقاط ضعف و قوت هر روش روشن گردد. این رویکرد تلفیقی، ابزار کارآمدی برای تصمیم‌گیری در زمینه حفاظت و مقاوم‌سازی بناهای تاریخی مشابه محسوب می‌شود.

۳-۱- روش ارزیابی کیفی

در این پژوهش، روش ارائه‌شده در دستورالعمل‌های ایتالیا برای ارزیابی و کاهش خطر لرزه‌ای بناهای تاریخی برای ارزیابی کیفی به‌کار گرفته شده است. این دستورالعمل‌ها از سال ۲۰۰۵ با تاکید بر استانداردهای فنی کشور ایتالیا تهیه شده‌اند تا خطرات لرزه‌ای کاهش یابند و حفاظت از بناهای تاریخی تضمین شود. اهداف اصلی این دستورالعمل‌ها شامل تعیین روش‌های شناخت بناها، ارزیابی ایمنی لرزه‌ای و طراحی مداخلات مقاوم‌سازی است که ویژگی تاریخی بودن بنا را نیز مدنظر قرار می‌دهد. در این متن، روشی برای ارزیابی کیفی سازه‌های شبستانی بدون دیافراگم میانی ارائه شده است که به ارزیابی بناهای با هندسه متفاوت کمک می‌کند. این روش بر پایه تقسیم سازه‌هایی مانند کلیساها به اجزای معماری، شامل عناصر کلانی مثل نماها، شبستان‌ها، محراب‌ها، برج‌های ناقوس و غیره استوار است. روش پیشنهادی از تحلیل منظم آسیب‌دیدگی‌های کلیساها طی زمین‌لرزه‌های اصلی ایتالیا، از جمله زلزله فریولی در سال ۱۹۷۶ و پس از آن توسعه یافته است. روش کیفی ساده‌ترین روش برای ارزیابی عملکرد لرزه‌ای یک سازه است که به ویژه سازگاری را برای ارزیابی مقیاس سرزمینی نشان می‌دهد. این روش تنها از طریق یک بررسی بصری و مستلزم تعریف شاخص کلی آسیب‌پذیری i_v است که به عنوان ترکیب امتیازی از ۲۸ سازوکار آسیب احتمالی با رابطه زیر محاسبه می‌شود (Akhoundi and Kheyrollahi 2023):

رابطه ۱ شاخص کلی آسیب‌پذیری کلیساها

$$i_v = \frac{1}{6}\frac{\sum_{K=1}^{28}\rho_k(V_{ki}-V_{kp})}{\sum_{K=1}^{28}\rho_k}+\frac{1}{2}$$

که در آن iv ممکن است بین ۰ و ۱ متغیر باشد و برای سایر پارامترها ممکن است مقادیر زیر را در نظر بگیرند:
ρk امتیاز سازوکار است که از ۰.۵ تا ۱ متغیر است.
vki و vkp، از سازوکار k-امین، آسیب‌پذیری و کارایی هر اقدام احتمالی مقاوم در برابر لرزه را اندازه‌گیری می‌کنند.
رابطه ۲، ۳ a_{SLD} شتاب متناظر با حالت حد خرابی (بالا) و a_{SLU} حالت حد نهایی (پایین)

$$a_{SLD} = 0.025 \cdot 1.8^{2.75-3.44i_v}$$

$$a_{SLU} = 0.025 \cdot 1.8^{5.1-3.44i_v}$$

رابطه ۴ شاخص ایمنی بنا بوده که در آن γ_I ضریب اهمیت بنا، S ضریب مربوط به لایه‌های خاک و پی و a_g شتاب مبنای طرح می‌باشد.. در این رابطه اگر مقدار به‌دست آمده برای I_s بزرگ‌تر از یک باشد، ساختمان در برابر حوادث لرزه‌ای مقاوم است و اگر این مقدار کم‌تر از عدد یک باشد ساختمان ایمنی مورد انتظار را ندارد.

رابطه ۴ شاخص ایمنی

$$I_S = \frac{a_{SLU}}{\gamma_1 S\, a_g}$$

۳-۱-۱- سطوح عملکرد

رفتار ساختمان در برابر زلزله‌های مشخص و همچنین محدود کردن خسارت‌های واردشده به اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای، آسیب‌های جانی و تلفات ناشی از زلزله، تا محدوده‌ای معین و معلوم قابل پیش‌بینی است. در دستورالعمل ایتالیا، سه سطح عملکرد تعریف شده که بر اساس این تعاریف، برای هر سطح عملکرد، شرایط و وضعیت مورد انتظار ساختمان بلافاصله پس از وقوع زلزله بر مبنای میزان خسارت و آسیب‌های جانی، سازه‌ای و غیرسازه‌ای مشخص می‌شود.

در حالت آستانه فروریزش[۳]، سازه دچار آسیب قابل‌توجهی می‌شود و با کاهش مقاومت جانبی و سختی مواجه می‌شود. با این حال، عناصر قائم همچنان توان تحمل بارهای عمودی را دارند، اما بیش‌تر المان‌های غیرسازه‌ای تخریب می‌شوند. احتمال وقوع چنین زلزله‌هایی کم‌تر از دو درصد در یک دوره پنجاه‌ساله است که معادل با یک دوره بازگشت ۲۴۷۵ ساله می‌شود. در حالت حدی خرابی قابل توجه[۴]، سازه به مقدار زیادی آسیب می‌بیند و به میزان محدودی مقاومت جانبی و سختی خود را حفظ می‌کند. المان‌های قائم قادر به تحمل بارهای عمودی هستند و اجزای غیرسازه‌ای دچار آسیب می‌شوند. احتمال وقوع این دسته از زلزله‌ها کم‌تر از ۱۰ درصد در پنجاه سال است که معادل دوره بازگشت ۴۷۵ سال می‌باشد. در حالت حدی خرابی محدود[۵]، میزان آسیب به سازه اندک است و عناصر سازه‌ای همچنان مقاومت و سختی خود را حفظ می‌کنند. اجزای غیرسازه‌ای ممکن است ترک‌های پراکنده‌ای داشته باشند. احتمال وقوع آن کم‌تر از ۲۰ درصد در طی پنجاه سال است که معادل دوره بازگشت ۲۲۵ سال تخمین زده می‌شود. ارزیابی کیفی با بهره‌گیری از روابط تجربی انجام شده است. بر اساس داده‌های موجود، حداکثر نسبت ضخامت یک قوس نیم‌دایره به دهانه باید یک به هجده باشد تا بتوان آن را پایدار در نظر گرفت (Huerta 2006). همچنین، نسبت ارتفاع به ضخامت دیوار در سازه‌های تاریخی بنایی برای اطمینان از ایمنی این بناها عدد هشت تعیین شده است (Arya, Boen, and Ishiyama 2014).

۳-۲- روش ارزیابی کمی

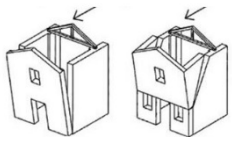
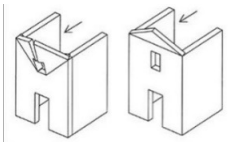
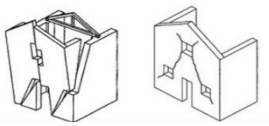
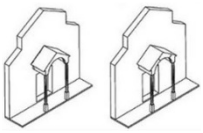
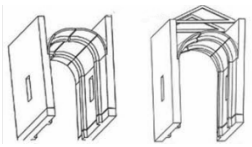
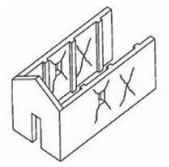
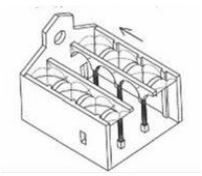
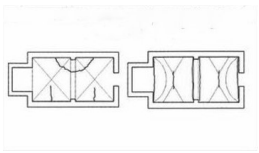
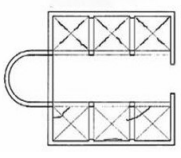
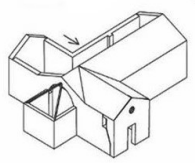
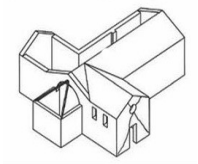
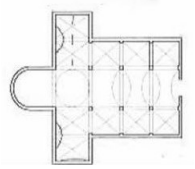
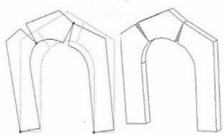
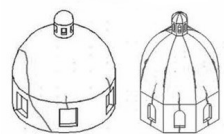
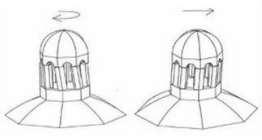
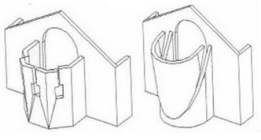
۳-۲-۱- نرم‌افزار 3Muri

نرم‌افزار 3Muri ابزار قدرتمندی برای تحلیل‌های استاتیکی و غیرخطی سازه‌های بنایی است. ویژگی برجسته این نرم‌افزار توانایی آن در ارائه نتایج جامع‌تر و دقیق‌تر درباره رفتار واقعی سازه نسبت به اقدامات لرزه‌ای، با ساده‌سازی کاربردی است. این نرم‌افزار دارای قابلیت تحلیل سریع بدون مشکل همگرایی است، بنابراین می‌توان در زمان کوتاهی تعداد زیادی تحلیل‌های غیرخطی استاتیکی را انجام داده و نتایج را بررسی کرد. در پروژه‌های مقاوم‌سازی سازه‌های بنایی با حجم بزرگ، استفاده از نرم‌افزار 3Muri بسیار مؤثر است. زیرا به دلیل سرعت بالای مدلسازی و تحلیل، امکان اجرای طرح‌های مختلف مقاوم‌سازی لرزه‌ای در مدت زمان کوتاه فراهم شده و می‌توان اثرات هریک را بررسی کرد تا در نهایت بهترین طرح انتخاب شود.

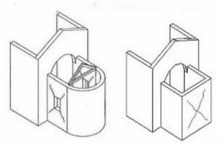
۳-۲-۲- تحلیل غیرخطی بارافزون

تحلیل بارافزون غیرخطی یکی از روش‌های استاتیکی برای ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها محسوب می‌شود. این رویکرد بر پایه این فرضیه بنا شده که می‌توان رفتار لرزه‌ای سازه تحت بررسی را به‌عنوان یک سیستم تک‌درجه آزادی شبیه‌سازی کرد. در این روش، نیروهای اینرسی ناشی از حرکت زمین به شکل یک الگوی بار جانبی روی سازه مدل‌سازی می‌شوند. فرآیند تحلیل شامل اعمال بارهای ثقلی و جانبی به شکل الگوی از پیش تعیین‌شده است که سازه تحت این بارها تا رسیدن به جابجایی هدف مورد فشار قرار می‌گیرد. جابجایی هدف، بر مبنای سطح عملکرد مورد نظر تعیین می‌شود (Xu 2018). مطابق اطلاعات ارائه‌شده توسط ژو در سال ۲۰۱۸، رابطه میان جابجایی در نقطه کنترل و نیروی برش پایه قابل رسم است که نتیجه آن شکل‌گیری منحنی ظرفیت می‌باشد (Noortman 2019).

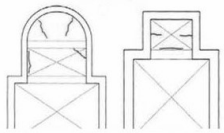
جدول ۱: ساز و کارهای آسیب در کلیساها

۱. واژگونی نما	۲. خرابی در قسمت فوقانی نما	۳. مکانیسم برش در نما	۴. سرسرای ورودی
			
۵. ارتعاش عرضی شبستان	۶. مکانیسم برشی در دیوارهای کناری	۷. پاسخ‌های طولی ستون‌ها	۸. طاق‌های شبستان
			
۹. طاق‌های راهروها	۱۰. واژگونی نمای عرضی	۱۱. مکانیسم برشی در دیوارهای عرضی	۱۲. طاق‌های عرضی
			
۱۳. طاق‌های نصرت	۱۴. گنبد و عناصر مرتبط	۱۵. فانوس	۱۶. واژگونی محراب
			

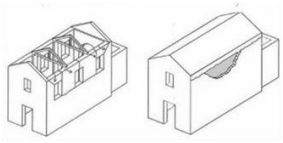
۱۷. مکانیسم برشی در محراب



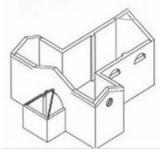
۱۸. طاق‌های محراب



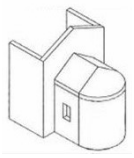
۱۹. مکانیسم‌های سقف: دیوارهای عرضی شبستان و راهروها



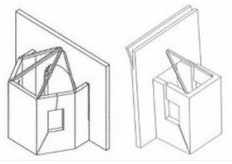
۲۰. مکانیسم‌های سقف: عرضی



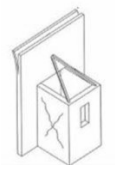
۲۱. مکانیسم سقف: محراب



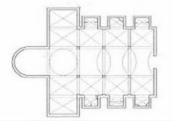
۲۲. واژگونی نمازخانه‌ها



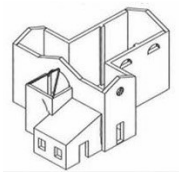
۲۳. مکانیسم برشی در دیوارهای نمازخانه



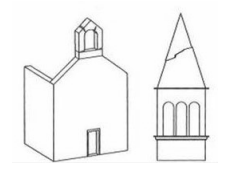
۲۴. طاق‌های نمازخانه



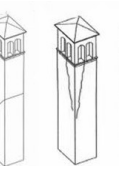
۲۵. اندرکنش با ساختمان‌های مجاور



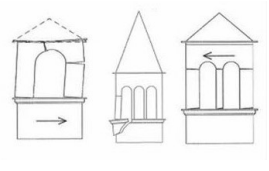
۲۶. برآمدگی‌ها



۲۷. برج ناقوس



۲۸. ناقوس



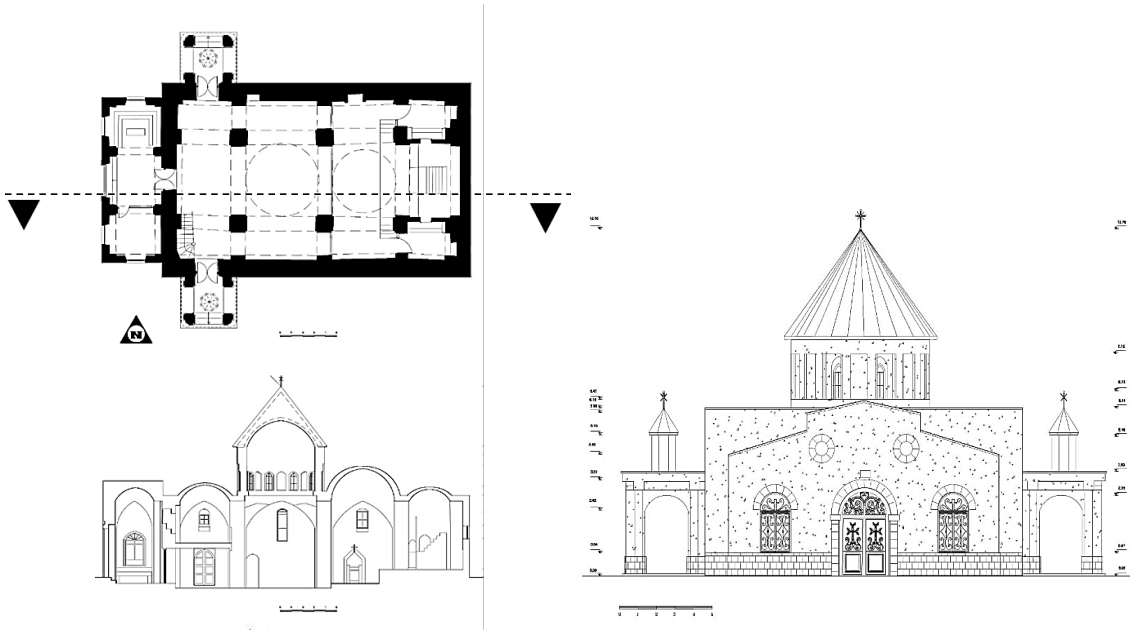
(Akhoundi and Kheyrollahi 2023)

۴. مورد مطالعاتی: کلیسای سرکیس مقدس

کلمه فارسی کلیسا از واژه یونانی اکلزیا[۶] گرفته شده است. این کلمه یونانی دارای مفهومی کلی است که واژه عبری Qahhal و مفاهیمی چون دعوت، احضار، اجتماع و عید مذهبی را در دل خود دارد. در عهد قدیم لغت اکلزیا به اجتماع مقدسی اطلاق می‌شد که در آن مردم برای برگزاری عید تجلیل از یهود دعوت، یا طبق کلام کتاب مقدس، احضار می‌شدند (Deravansian and Karim Masihi 2017).

سرکیس مقدس نام کلیسائی است که در سال ۱۲۸۱ میلادی، به وسیله شخصی به نام پطروسیان در محله «بارون آواک» تبریز ساخته شده است. عمارت این کلیسا چند سال بعد دچار شکست فروپاشی شده و در سال ۵۴۸۱ میلادی، تجدید بنا گردیده است. شکل ۲- راست تصویری قدیمی از نمای شمال شرقی کلیسای سرکیس مقدس است. بنای کلیسا سبک ارمنی داشته و سه در از سه سوی شمال و شرق و جنوب به درون آن باز می‌شود. در مدخل شرقی آن کشیشی به نام در هاکوپ قاراپتیان به خاک سپرده شده است. ساختمان این کلیسا سنگی و گنبدهای آن آجری است (Karang 1972). پلان کلیسا صلیبی‌شکل بوده و بر روی چهار ستون آجری مرتفع با پایه سنگی، ساق گنبد کلیسا را ساخته‌اند، و برروی ساق گنبد، گنبد مخروطی شکل کلیسا را احداث کرده‌اند (Hoviyan 2003). در شکل ۲ پلان صلیبی شکل، مقطع و نمای شرقی کلیسای سرکیس مقدس نمایش داده شده است. روی دیوارها پوشش سیمانی داده شده است. در داخل کلیسا ستون‌ها، محراب و نمازگاهای فرعی را از تالار اجتماعات جدا کرده‌اند. سطح محراب قریب هشتاد سانتی‌متر از کف کلیسا بلندتر است (Karang 1972). تصاویر امروزه کلیسای سرکیس مقدس در شکل ۳ قابل مشاهده است.

شکل ۱: راست- نمای شرقی کلیسای سرکیس، چپ- پلان و مقطع کلیسای سرکیس مقدس



(Cultural Heritage Organization of East Azerbaijan Province)

شکل ۲: راست- تصویر نمای شرقی کلیسای سرکیس از: هامو وارطانیان (Karang 1972)؛ چپ- تصاویر معاصر از کلیسای سرکیس

۵. یافته‌ها

۵-۱- ارزیابی کیفی کلیسای سرکیس مقدس

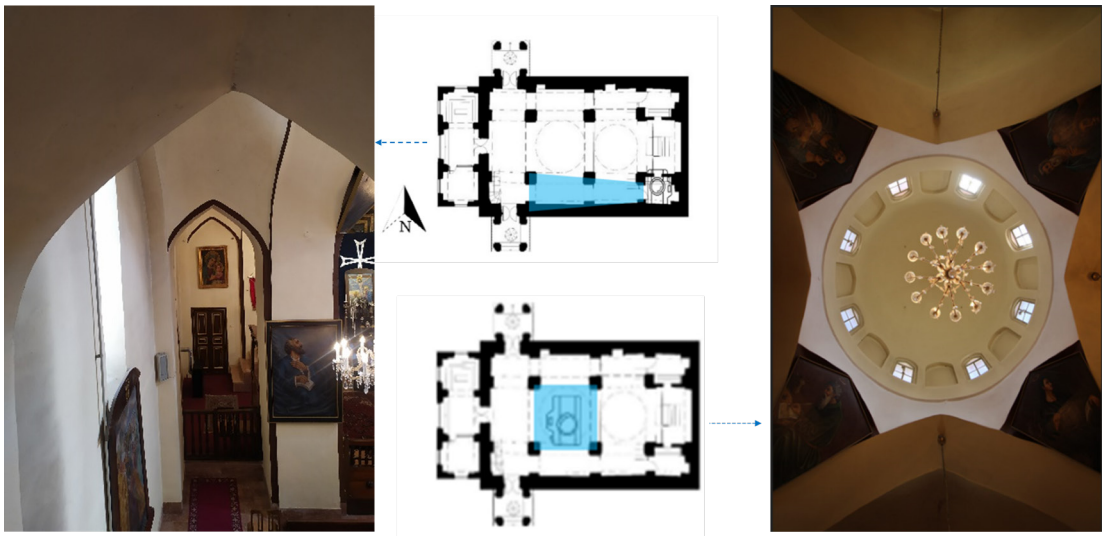
با توجه به دستورالعمل در کلیساهای مختلف، وجود عناصر کلان مربوطه باعث فعال شدن سازوکار[۷] مربوطه می‌شود و وجود ترک یا آسیب برای فعال شدن سازوکارهای مربوط به آن عنصر کلان الزامی نمی‌باشد. به عنوان مثال تنها وجود محراب باعث فعال شدن سازوکار برشی مربوط به آن نیز می‌شود، حتی اگر ترک برشی در المان مشاهده نشود (Akhoundi and Kheyrollahi 2023). در روند ارزیابی کیفی کلیسا، با استناد به بخش اقدامات مقاوم‌سازی در برابر زلزله از آیین‌نامه حفاظتی ایتالیا، عوامل موثر در افزایش استحکام سازه در مواجهه با زلزله بررسی شدند؛ این عوامل شامل مواردی مانند استفاده از کلاف‌ها در دیوارها، نصب پشت‌بندها و موارد مشابه می‌شوند، چه در مرحله ساخت و چه پس از آن. همچنین بر اساس بخش مرتبط با نشانه‌های آسیب‌پذیری در این آیین‌نامه، عوامل ضعف سازه در برابر زلزله، از جمله وجود طاق‌های رانشی یا سقف‌های سنگین و موارد مشابه بررسی شدند. همچنین، با توجه به روابط تجربی ارائه‌شده در بخش ۳-۱-۱، طاق‌های شبستان مرکزی کلیسای سرکیس با نسبت یک به بیست و دو ناپایدار بوده و طاق‌های راهرو (شکل ۳ تصویر سمت چپ)، طاق محراب و طاق‌های عرضی به ترتیب با نسبت یک به ده، یک به پانزده و یک به سیزده پایدار می‌باشند. نسبت ضخامت دیوار به ارتفاع نیز یک به

پنج می‌باشد. جدول ۱ مربوط به سازوکارهای کلی موجود در کلیساها بوده که در دستورالعمل حفاظتی ایتالیا آورده شده است. در جدول ۲ به نشانه‌های آسیب‌پذیری و اقدامات و مداخلات صورت‌گرفته جهت افزایش مقاومت لرزه‌ای در سازوکارهای فعال کلیسای سرکیس پرداخته شده است. اثربخشی موارد عنوان‌شده در جدول ۲ بر روی سازه متفاوت از یکدیگر بوده و به روش کیفی تعیین می‌شوند. در جدول ۳ نحوه امتیازدهی به سازوکارهای متفاوت در کلیسای سرکیس مقدس مورد بررسی قرار گرفته است. در این جدول، تحلیل بازرس[8] درباره تاثیر اقدامات مقاوم مقابل زلزله (V_{kp}) و قضاوت او درباره تاثیر نشانه‌های آسیب‌پذیری (V_{ki}) می‌باشد. این تحلیل‌ها بر اساس نظرات بازرس انجام می‌شوند و با نظرات متفاوت هر بازرس نتایج ارزیابی کیفی تغییر پیدا می‌کند. به این دلیل، در کنار تحلیل نگارنده به عنوان تحلیل‌گرِ بازرس، تحلیل حساسیت[9] نیز انجام شد تا دامنه نتایج به‌دست‌آمده از دیدگاه‌های مختلف بازرسان استخراج گردد.

جدول ۲: ارزیابی کیفی کلیسای سرکیس مقدس: سازوکارهای فعال

سازوکارهای فعال	اقدامات و مداخلات صورت‌گرفته جهت افزایش مقاومت لرزه‌ای	نشانه‌های آسیب‌پذیری
واژگونی نما	اتصال خوب بین نما و دیوارهای جانبی شبستان	وجود عناصر با بارمحوری (طاق‌ها و قوس‌ها)
آسیب در قسمت بالای نما	-	-
سازوکارهای برشی در نما	-	-
سرسرای ورودی کلیسا	-	وجود رانش (طاق و قوس)
ارتعاش عرضی شبستان	-	وجود طاق‌ها و قوس‌ها
سازوکارهای برشی در دیوارهای جانبی	-	-
پاسخ افقی ستون‌ها در کلیساهای چند ناوی	-	-
طاق‌های شبستان	-	وجود طاق‌های نازک
طاق راهروها	-	-
واژگونی نمای جناح عرضی	بستن دیوارهای جانبی به نما با کیفیت خوب	وجود گنبد
طاق‌های عرضی	-	وجود بارهای متمرکز ناشی از سازه سقف
گنبد و عناصر مرتبط	-	وجود بازشوهای بزرگ در ساقه گنبد (شکل ۳ تصویر سمت راست)
واژگونی محراب	-	وجود طاق‌های رانشی[10]
سازوکارهای برشی در محراب	-	-
طاق‌های محراب	-	-

شکل ۳: راست- تصویر گنبد کلیسای سرکیس؛ چپ- تصویر طاق راهروی کلیسا



جدول ۳: امتیازدهی برای ارزیابی کیفی کلیسای سرکیس مقدس

سازوکارها	اقدامات مقاوم برابر زلزله	نشانه‌های آسیب‌پذیری	وزن اختصاص‌یافته به سازوکار (ρ_k)	V_{kp}	V_{ki}
واژگونی نما	۱	۱	۱	۲	۱
آسیب در قسمت بالای نما	۰	۰	۱	۰	۰
سازوکازهای برشی در نما	۰	۰	۱	۰	۰
سرسرای ورودی کلیسا	۰	۱	۰.۵	۰	۱
ارتعاش عرضی شبستان	۰	۱	۱	۰	۲
سازوکازهای برشی در دیوارهای جانبی	۱	۰	۱	۱	۰
پاسخ افقی ستون‌ها در کلیساهای دارای چند شبستان	۰	۰	۱	۰	۰
طاق‌های شبستان	۰	۱	۱	۰	۲
طاق راهروها	۰	۰	۱	۰	۰
واژگونی نمای جناح عرضی	۱	۰	۱	۱	۰
سازوکازهای برشی در دیواره‌های عرضی					
طاق‌های عرضی	۰	۱	۱	۰	۲
طاق‌های نصرت					
گنبد و عناصر مرتبط	۰	۱	۱	۰	۱
برج فانوس					
واژگونی محراب	۰	۱	۱	۰	۱
سازوکازهای برشی در محراب	۰	۰	۰.۵	۰	۰
طاق محراب	۰	۰	۱	۰	۰

سازوکارها	اقدامات مقاوم برابر زلزله	نشانه‌های آسیب‌پذیری	وزن اختصاص‌یافته به سازوکار (ρ_k)	V_{kp}	V_{ki}
سازوکار سقف: دیوارهای جانبی شبستان و راهروها					
مکانیزم سقف: عرضی					
سازوکارهای سقف: پیشگاه و محراب					
واژگونی نیایشگاه					
سازوکارهای برشی در دیوارهای نیایشگاه					
طاق نیایشگاه					
اندرکنش با ساختمان‌های مجاور					
برآمدگی‌ها					
برج ناقوس					
ناقوس					

همان‌طور که گفته شد γ_i پارامتر مربوط به ضریب اهمیت بنا بوده که با در نظر گرفتن تاریخی بودن کلیسای مورد مطالعه، این بنا از اهمیت بالایی برخوردار است. ضریب S پروفیل چینه‌بندی زمین زیر فونداسیون را لحاظ می‌کند و به نوع خاک و میزان لرزه‌خیز بودن منطقه بستگی دارد (NTC18). شتاب منطقه نیز بر اساس آیین‌نامه لرزه‌ای ایران (استاندارد ۲۸۰۰) محاسبه شده است. این پارامترها که در محاسبه شاخص ایمنی موثر هستند در جدول ۴ ارائه شده‌اند.

جدول ۴: پارامترهای موثر در محاسبه شاخص ایمنی کلیسای سرکیس

نوع خاک*	محل قرارگیری	شتاب منطقه**(g)	S	طبقه‌بندی کاربری	طبقه‌بندی اهمیت	γ_i
C	زمین مسطح	۰.۳۵	۱.۱۷	بسیار مکرر	زیاد	۱.۲

۵-۲- ارزیابی کمی کلیسای سرکیس مقدس

۵-۲-۱- مشخصات مکانیکی مصالح و ضریب آگاهی کلیسای سرکیس

در این بنا از مصالح سنگی برای ساخت دیواره‌ها و از مصالح آجری برای ساخت گنبدها استفاده گردیده است. ویژگی‌های مکانیکی مصالح مطابق با آیین‌نامه NTC18 و بر اساس جدول ۵ اعمال شده‌اند.

جدول ۵: مشخصات مکانیکی مصالح کلیسای سرکیس

نوع مصالح بنایی	f (N/mm2)	τ_0 (N/mm2)	fv0 (N/mm2)	E (N/mm2)	G (N/mm2)	w (kN/m3)
مصالح سنگی پاکتراش	۳.۲	۰.۰۶۵	-	۱۷۴۰	۵۸۰	۲۱
آجر و ملات آهک	۳.۴	۰.۰۹	۰.۲	۱۲۰۰	۵۰۰	۱۸

پس از بررسی بنا از لحاظ هندسه، مصالح، سازه و پی، ضریب آگاهی متغیری در بازه ۱ تا ۱.۳۵ مطابق با جداول ۱ تا ۴ دستورالعمل لرزه‌ای ایتالیا تعریف می‌شود. این ضریب به منظور ارزیابی سطح اطمینان مدل تحلیل سازه‌ای و شاخص ایمنی لرزه‌ای استفاده می‌گردد (Akhoundi and Kheyrollahi 2023). ارزیابی هندسی

در کلیسا شامل برداشت کامل از پلان و موقعیت بازشوها بوده اما آزمایشی مشخص درباره مصالح و فونداسیون این بناها انجام نشده است. روش معمول برای پی‌سازی در سازه‌های بنایی تاریخی استفاده از سنگ و ملات ماسه آهکی است. عرض پی معمولاً حدود ۱۰ سانتی‌متر و در برخی موارد تا ۲۰ سانتی‌متر بیش‌تر از عرض دیوار بوده است. ضریب آگاهی کلیسای مورد مطالعه بر اساس جدول ۶ اعمال گردیده است.

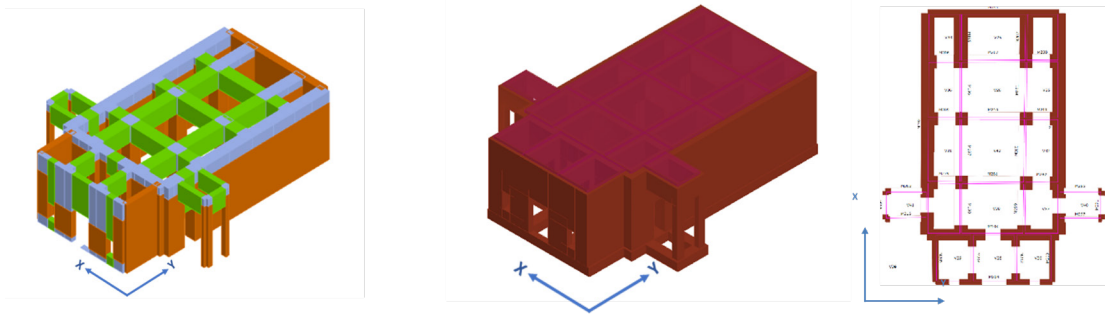
جدول ۶: ضریب آگاهی کلیسای سرکیس

ضریب آگاهی ضریب آگاهی(F_C) $F_C=1+(F_{C1}+F_{C2}+F_{C3}+F_{C4})$	F_{C4}	F_{C3}	F_{C2}	F_{C1}
۱.۳۵	۰.۰۶	۰.۱۲	۰.۱۲	۰.۰۵

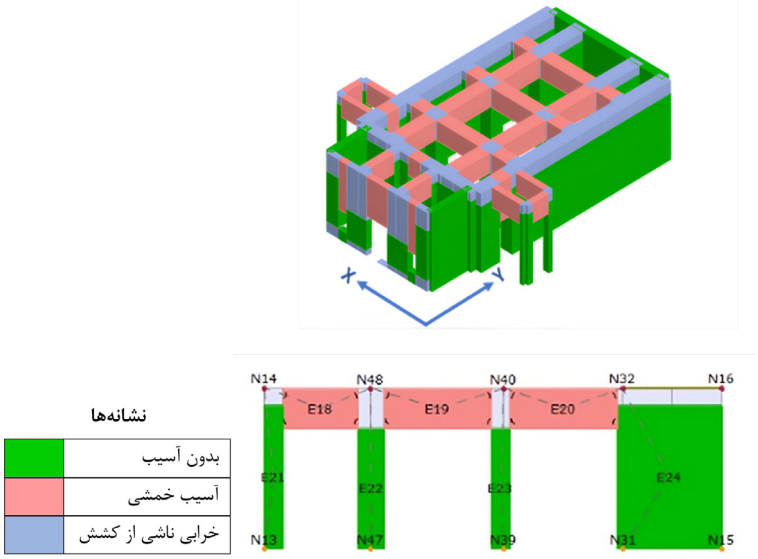
۵-۲-۲- مدلسازی و ارزیابی لرزه‌ای کلیسا در نرم‌افزار تری موری

همان‌طور که در بخش ارزیابی کمی مطرح شد، مدلسازی در نرم‌افزار 3Muri و با روش قاب معادل انجام شد. شکل ۴ مدل ایجادشده از کلیسا سرکیس را در این نرم‌افزار نشان می‌دهد.

شکل ۴: مدلسازی کلیسای سرکیس (راست)، مش‌بندی (Meshing) کلیسای سرکیس (چپ) در نرم‌افزار تری موری



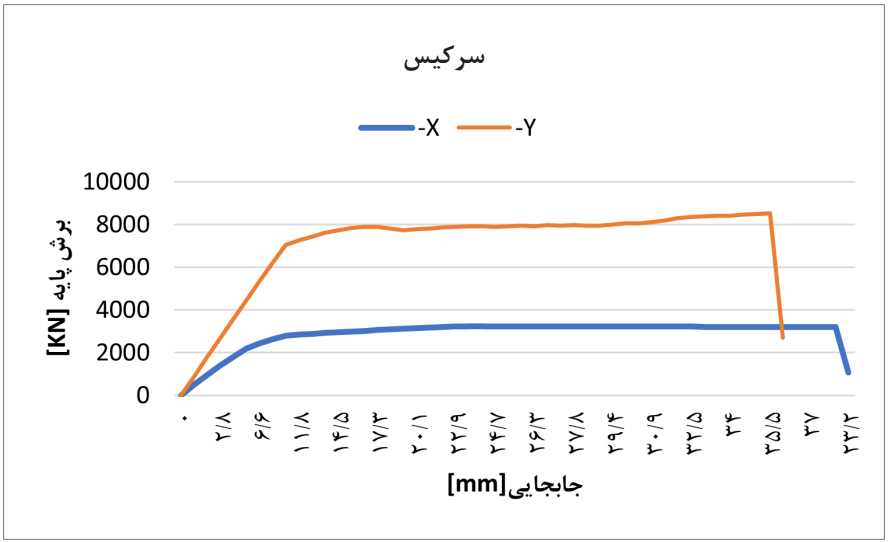
شکل ۵: آسیب‌ها و خرابی‌ها؛ تحلیل بارافزون کلیسای سرکیس مقدس



همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، تحت تأثیر نیروی بارافزون در جهت x-، دیوارهای نمای جانبی کلیسای سرکیس بدون آسیب باقی مانده‌اند. عمده آسیب‌های این بنا به صورت آسیب خمشی در بخش بالایی تویزه‌ها نمایان شده‌اند که این بخش‌ها به‌صورت تیرهای بنایی معادل‌سازی شده‌اند.

- منحنی ظرفیت[11]
منحنی ظرفیت نشان‌دهنده رابطه بین برش پایه و جابجایی یک گره کنترل است. این منحنی، توانمندی سازه را از نظر حداکثر نیرو، تغییر شکل و ظرفیت تغییر شکل مشخص می‌کند. در شکل ۶ می‌توان منحنی ظرفیت کلیسای سرکیس را که از تحلیل بارافزون در نرم‌افزار 3Muri استخراج شده است مشاهده کرد.

شکل ۶: منحنی ظرفیت کلیسای سرکیس مقدس



۵-۳- نتایج ارزیابی کیفی و کمی

طبق محاسبات صورت‌گرفته بر اساس روابط ۱ تا ۴ و پس از مدلسازی و تحلیل بار افزون کلیسای سرکیس در نرم‌افزار 3Muri، به ترتیب نتایج ارزیابی کیفی و کمی کلیسای سرکیس مقدس مطابق جدول ۷ و ۸ به‌دست آمد.

جدول ۷: نتایج ارزیابی کیفی کلیسای سرکیس

کلیسای سرکیس	نتایج به‌دست آمده از ارزیابی کیفی
شاخص آسیب‌پذیری	۰.۵۶
شتاب متناظر با حالت حد خرابی	۰.۰۴۰ g
شتاب متناظر با حالت حد نهایی	۰.۱۵۹ g
شاخص ایمنی در حالت حدی خرابی محدود	۰.۲۰
تحلیل حساسیت شاخص ایمنی در حالت حدی خرابی محدود	۰.۲۲ > I_s > ۰.۱۷
شاخص ایمنی در حالت حدی آستانه فروریزش	۰.۲۱
تحلیل حساسیت شاخص ایمنی در حالت حدی آستانه فروریزش	۰.۲۳ > I_s > ۰.۱۸

جدول ۸: نتایج ارزیابی کمی کلیسای سرکیس مقدس

حالت حدی	شاخص ایمنی به‌دست آمده از ارزیابی کمی
آستانه فروریزش	۰.۴۴
خرابی محدود	۰.۳۱

۶. بحث

مطابق جدول ۷ شاخص آسیب‌پذیری کلیسای سرکیس ۰.۵۶ است. شاخص آسیب‌پذیری، مشخصات لرزه‌خیزی منطقه و خاک را در نظر نمی‌گیرد. این موارد در شاخص ایمنی دخالت داده می‌شوند که بر اساس نتایج به‌دست آمده از ارزیابی کیفی، کلیسای مورد بررسی، در حالت حدی آستانه فروریزش و خرابی محدود به ترتیب دارای شاخص ایمنی ۰.۲۱ و ۰.۲۰ می‌باشند، که این بدین معنی‌ست که کلیسای سرکیس در حالات حدی آستانه فروریزش و خرابی محدود در برابر زلزله ناایمن است.
نتایج تحلیل حساسیت نشان داد شاخص ایمنی کلیسای سرکیس در حالت آستانه فروریزش بین ۰.۱۸ تا ۰.۲۳ و در حالت خرابی محدود بین ۰.۱۷ تا ۰.۲۲ قرار دارد. این فرایند با کاهش تأثیر قضاوت‌های فردی، امکان دستیابی به نتایج دقیق‌تر درباره وضعیت ایمنی سازه را فراهم ساخته و نشان می‌دهد که حتی در سناریوهای خوش‌بینانه نیز کلیسا در برابر زلزله ناایمن است.
مقایسه میان ارزیابی کیفی و کمی (جدول ۹) نشان داد که شاخص ایمنی در روش کیفی کم‌تر از روش کمی است. به‌طور مشخص، شاخص ایمنی ارزیابی کیفی در حالت حدی آستانه فروریزش ۴۷ درصد و در حالت خرابی محدود ۶۵ درصد نتایج ارزیابی کمی بوده است. این اختلاف بیانگر آن است که در روش کیفی، سطح آسیب‌پذیری کلیسا بیش‌تر برآورد می‌شود و این موضوع ضرورت توجه به هر دو رویکرد در کنار هم را برجسته می‌سازد.

جدول ۹: مقایسه شاخص ایمنی ارزیابی کیفی و کمی

حالت حدی	کیفی / کمی
حالت آستانه فروریزش	۰.۴۷
حالت خرابی محدود	۰.۶۵

این یافته‌ها بر اهمیت ادغام ارزیابی‌های کمی و کیفی در تحلیل ایمنی لرزه‌ای بناهای تاریخی تأکید دارند. چنین رویکردی نه تنها به دستیابی به نتایج دقیق‌تر کمک می‌کند، بلکه می‌تواند مبنایی برای تدوین راهبردهای حفاظتی مؤثر باشد. در این زمینه، مقایسه با نمونه‌های بین‌المللی نیز اهمیت دارد. بررسی‌های انجام‌شده بر روی کلیساها و بناهای تاریخی در ایتالیا نشان داده است که حتی در سازه‌های آسیب‌پذیر مناطق لرزه‌خیزی همچون ایتالیا (Fazzi et al. 2021) و رومانی (Onescu et al. 2024) شاخص‌های ایمنی به‌ندرت به مقادیر بسیار پایین نظیر ۰.۲۰ یا ۰.۲۱ رسیده‌اند. این امر نشان می‌دهد که وضعیت ایمنی لرزه‌ای کلیسای سرکیس حتی در مقایسه با بناهای مشابه در کشورهای دارای سابقه طولانی در زلزله‌خیزی نیز بحرانی‌تر است. بنابراین، نتایج این پژوهش ضرورت مداخله فوری در جهت پایدارسازی و حفاظت از این کلیسا را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

۷. نتیجه‌گیری

سازه‌های تاریخی به دلیل کیفیت پایین مصالح، نشست‌ها، وزن زیاد سازه، آسیب‌دیدگی در دوره‌های مختلف، و فقدان نگهداری مناسب، اغلب از نظر لرزه‌ای در وضعیت نامطلوبی قرار دارند؛ بنابراین شناخت و طراحی راهکارهای مناسب ارزیابی و حفاظت آن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. اولین گام در حفاظت بناهای تاریخی، ارزیابی عملکرد لرزه‌ای است که نقشی اساسی در تضمین ایمنی و تدوین استراتژی‌های حفاظتی ایفا می‌کند. عملکرد لرزه‌ای بناها می‌تواند به صورت کیفی و کمی ارزیابی شود. در این پژوهش، کلیسای سرکیس مقدس تبریز به صورت کیفی و با استفاده از دستورالعمل‌های حفاظتی ایتالیا مورد بررسی قرار گرفت و ارزیابی کمی نیز با بهره‌گیری از نرم‌افزار 3Muri انجام شد. این کلیسا، یکی از قدیمی‌ترین کلیساهای ارامنه در تبریز با قدمتی حدود ۱۸۲۱ میلادی، در منطقه‌ای لرزه‌خیز واقع شده و به عنوان یک فضای مذهبی فعال، اهمیت ویژه‌ای برای ارزیابی لرزه‌ای دارد.
نتایج حاصل از ارزیابی کیفی و کمی در حالت آستانه فروریزش به ترتیب ۰.۲۱ و ۰.۴۴ و در حالت خرابی محدود ۰.۲۰ و ۰.۳۱ بوده است. این مقادیر، شاخص ایمنی لرزه‌ای بنا را در هر دو روش کم‌تر از ۱ نشان می‌دهند و حاکی از ناکافی بودن ایمنی سازه در برابر زلزله هستند. همچنین، مقایسه نتایج کیفی و کمی نشان داد که ارزیابی کیفی با رویکرد محتاطانه‌تر، مقادیر پایین‌تری ارائه می‌دهد و ابزار مؤثری برای برآورد سریع وضعیت ایمنی قبل از مداخلات حفاظتی است.
با توجه به پیامدهای نادیده گرفتن ایمنی لرزه‌ای، حفاظت از کلیساهای تاریخی مانند سرکیس مقدس در مناطق زلزله‌خیز، نه‌تنها برای حفظ هویت فرهنگی و تاریخی منطقه، بلکه برای تضمین ایمنی کاربران و بازدیدکنندگان، ضروری است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، توصیه‌های کاربردی در مرحله اول شامل: نصب حسگرهای ساده مانند LVDT در محل ترک‌ها برای

پایش تکانه‌های لرزه‌ای، پایش دوره‌ای وضعیت سازه و سپس تقویت اتصالات عناصر سازه‌ای با مصالح سازگار با سازه‌های مصالح بنایی و استفاده از tie-rod در طاق‌ها می‌باشد.
در نهایت، این مطالعه بر لزوم ایجاد آگاهی، انجام اقدامات تخصصی حفاظتی و توجه به میراث فرهنگی زنده کلیساهای ارمنی در ایران تأکید می‌کند تا این بناها صرفاً یادگاری از گذشته نباشند، بلکه به عنوان بخشی زنده از هویت فرهنگی برای نسل‌های آینده حفظ شوند.

تشکر و قدردانی

این مقاله هیچ حامی مالی و معنوی نداشته است.

تعارض منافع

این مقاله فاقد هرگونه تعارض منافعی است.

تاییدیه اخلاقی

نویسندگان متعهد می‌شوند که کلیه اصول اخلاقی انتشار اثر علمی را براساس اصول اخلاقی COPE رعایت کرده‌اند و در صورت احراز هر یک از موارد تخطی از اصول اخلاقی، حتی پس از انتشار مقاله، حق حذف مقاله و پیگیری مورد را به مجله می‌دهند.

درصد مشارکت

نویسندگان اعلام می‌دارند به‌طور مستقیم در مراحل انجام پژوهش و نگارش مقاله مشارکت فعال داشته‌اند.

پی‌نوشت

1. DPCM: Evaluation and mitigation of seismic risk of cultural heritage with reference to the technical standards for constructions
2. Pushover
3. Near Collapse (NC)
4. Significant Damage (SD)
5. Damage Limitation (DL)
6. Ecclesia
7. Mechanism
8. Inspector Analysis
9. Sensitivity Analysis
۱۰. طاق‌های رانشی به‌طور قابل توجهی بر نیروی رانشی خود در طراحی تأکید دارند، به عنوان مثال طاق‌هایی با زوایای تیز که فشار رو به بیرون قوی‌ای را در برابر سازه‌های باربر ایجاد می‌کنند.
11. Capacity Curve

فهرست منابع

- Akhoundi, Farhad, and Mohammad Kheyrollahi Dehkharghani. 2023. “Guidelines for Evaluation and Mitigation of Seismic Risk to Cultural Heritage”. Tabriz Islamic Art University. [in Persian]
- American Society of Civil Engineers. ASCE 41: Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. Reston, VA: ASCE.
- Arya, Anand S., Teddy Boen, and Yuji Ishiyama. 2014. *Guidelines for earthquake resistant non-engineered construction*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000193029.locale=en.
- Azizi, Maryam, and Arzhang Sadeghi. 2015. “Seismic Vulnerability of St. Stepanos Church in Jolfa.” *Third International Congress of Civil Engineering*, Architecture and Urban Development, Tehran. https://civilica.com/doc/469720/. [in Persian]
- Betti, Michele, Andrea Borghini, Alberto Ciavattone, Sonia Boschi, Emanuele Del Monte, and Andrea Vignoli. 2017. “Assessment of the seismic risk of the museum of Casa Vasari in Arezzo (Italy).” *International Journal of Masonry Research and Innovation* 2(2-3): 107-133. https://doi.org/10.1504/IJMRI.2017.085951.
- Borri, Antonio, and A. De Maria. 2009. “Eurocode 8 and Italian Code. A comparison about safety levels and classification of interventions on masonry existing buildings.” In *Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop*, pp. 237-246. Neaples, Italy: Doppiavoce. http://www.episkeves2.civil.upatras.gr/wp-content/uploads/filebase/%CE%9A%CE%91%CE%94%CE%95%CE%A4/%CE%92%CE%99%CE%92%CE%9B%CE%99%CE%9F%CE%93%CE%A1%CE%91%CE%A6%CE%99%CE%91/Eurocode%208%20and%20Italian%20Code%20(1).pdf
- Casarin, Filippo, and Claudio Modena. 2008. “Seismic assessment of complex historical buildings: application to Reggio Emilia Cathedral, Italy.” *International Journal of Architectural Heritage* 2(3): 304-327. https://doi.org/10.1080/15583050802063659.
- Cultural Heritage Organization of East Azerbaijan Province
- Deravansian, Nareh, Alina Karim Masihi. 2017. “Studying the Architectural Features of Churches.” *Payman Magazine* (80). [in Persian]
- Fazzi, Eloisa, Stefano Galassi, Giulia Misseri, and Luisa Rovero. 2021. “Seismic vulnerability assessment of the benedictine basilica typology in central Italy.” *Journal of Building Engineering* 43: 102897. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102897.
- Federal Emergency Management Agency. 1999. *Seismic Evaluation of Buildings (FEMA 310)*. Washington, DC: FEMA.
- Fusco, Edoardo, Andrea Penna, Andrea Prota, Alessandro Galasco, and Gaetano Manfredi. 2008. “Seismic assessment of historical natural stone masonry buildings through non-linear analysis.” In *Proceedings of the 14th world conference on earthquake engineering*, pp. 12-17. https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/14_S11-081.PDF.
- Nabipour, Iraj, Emad Shirveis, and Enayat Hashemi. 2007. “A Study on historical-cultural architectural fabric of Bushehr Port an Urban, cultural and sanitary approach.” *Iranian South Medical Journal* 10(1): 82-90. http://ismj.bpums.ac.ir/article-1-12-fa.html. [in Persian]
- Hoviyan, Andranik. 2003. “Armenian Churches of Iran.” National Cultural Heritage Organization. [in Persian]
- Huerta, Santiago. 2006. “Galileo was wrong: the geometrical design of masonry arches.” In *Nexus Network Journal*, pp. 25-51. Birkhäuser Basel. https://doi.org/10.1007/s00004-006-0016-8.
- Karang, AbdolAli. 1972. “*Ancient Monuments of Azerbaijan*.” National Monuments Association. [in Persian]
- Malekmian, Lina. 2001. “Armenian Churches of Iran, Tehran” Cultural Research Office. [in Persian]
- New Zealand Society for Earthquake Engineering. 2006. “Guidelines for Seismic Assessment.” Canberra: NZSEE.
- Noortman, Falko. 2019. “Applicability of the Pushover Method for the Seismic Assessment of URM Structures in Groningen: A Case Study of a Low-Rise Apartment Building”. https://resolver.tudelft.nl/uuid:2eef747e-441f-4358-996a-8db73571ad76.
- NTC 18: Standards for Technical Communication. 2018. National Technical Committee.
- Onescu, Iasmina, Anna Lo Monaco, Nicola Grillanda, Marius Mosoarca, Michele D’Amato, Antonio Formisano, Gabriele Milani, Francesco Clementi, and Mihai Fofiu. 2024. “Simplified Vulnerability Assessment of Historical Churches in Banat Seismic Region, Romania.” *International Journal of Architectural Heritage* 19(5): 825-838. doi: 10.1080/15583058.2024.2341054.
- Permanent Committee for Revising the Iranian Code of Practice for Seismic Resistant Design of Buildings. 2014. Iranian Code of Practice for Seismic Resistant Design of Buildings, Standard No. 2800. 4th ed. Tehran: BHRC.
- Simoni, Punik, and Isa Hojat. 2021. “Contextual Analysis of Church Architecture; Centralism: A Characteristic Feature of Eastern Church Architecture.” *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning* 25(4): 5-16. https://doi.org/10.22059/jfaup.2019.250718.672019. [in Persian]
- Simoni, Punik. 2015. “Armenian Church Architecture in Azerbaijan.” *First International Conference on Arts,*

Crafts and Tourism. https://civilica.com/doc/543558/. [in Persian]

- Torelli, Giacomo, Dina D'Ayala, Michele Betti, and Gianni Bartoli. 2020. "Analytical and numerical seismic assessment of heritage masonry towers." *Bulletin of Earthquake Engineering* 18(3): 969-1008. https://doi.org/10.1007/s10518-019-00732-y.
- Xu, Tianqi. 2018. "Modeling the seismic response of a two-storey calcium silicate brick masonry structure with nonlinear pushover and time-history analyses". https://resolver.tudelft.nl/uuid:dcc97b15-0b76-4b90-8a22-a86f-23cffe3c.

نحوه ارجاع به این مقاله

قره ایاقی، سمیرا، فرهاد آخوندی، و صفیه نامی. ۱۴۰۴. حفاظت از میراث تاریخی ارامنه آذربایجان شرقی با استفاده از دستورالعمل حفاظتی ایتالیا، مورد مطالعاتی: کلیسای سرکیس مقدس تبریز. *نشریه معماری و شهرسازی آرمان‌شهر* ۱۸(۵۲): ۴۱-۵۶.

DOI: 10.22034/AAUD.2025.493250.2946

URL: https://www.armanshahrjournal.com/article_233179.html

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Armanshahr Architecture & Urban Development Journal. This is an open- access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License.

http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/