تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶ | تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۲/۲۴ | تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱

نشریه علمی نامه معماری و شهرسازی، ۱۷(۴۵)، ۱۰۵-۱۳۲
DOI: 10.30480/aup.2024.5115.2097
نوع مقاله: پژوهشی

قواعد و چالش‌های نظری مؤثر بر مداخلات مرمتِ سازه‌ای میراث معماری*

وحید ذات‌اکرم
دکتری مرمت و احیای بناها و بافت‌های تاریخی، دانشکده حفاظت‌ومرمت، دانشگاه هنر ایران، تهران، ایران

علی زمانی‌فرد
دانشیار گروه مرمت و احیا بناها و بافت‌های تاریخی، دانشکده حفاظت‌ومرمت، دانشگاه هنر ایران، تهران، ایران
(نویسنده مسئول مکاتبات)
E-mail : zamanifard@art.ac.ir

چکیده

مداخلات مرتبط با حفاظت‌ومرمتِ سازه‌ای میراث معماری به‌دلیل هدف قرار دادن توأمان حفاظت از جان انسان‌ها و حفظ دارایی فرهنگی می‌توانند پی‌آمدهای متفاوت و گسترده‌تری را متوجه اثر تاریخی و کاربران آن نمایند. ازاین‌رو چگونگی طراحی و اجرای اصولی اقدامات مداخلاتی مذکور مبتنی‌بر مبانی نظری شفاف و قابل کاربرد ضرورت می‌یابد؛ اما به‌نظر می‌رسد که وجود سطحی از کلی‌نگری به مباحث نظری و عدم شفافیت درنحوهٔ ارزیابی برخی اصول، باعث سردرگمی مرمّتگران سازه درزمینهٔ ایجاد اتصال مناسب میان مباحث نظری و مداخلات اجرایی شده است. ازاین‌جهت، پژوهش به‌دنبال یافتن قواعد راهنما به‌منظور ارزیابی و اتخاذ رویکردهای مناسب در روند طراحی و اجرای راهکارهای مداخلاتی و همچنین چالش‌های فراروی کاربست مناسب آن‌ها در ارتباط با مداخلات مرمتِ سازه‌ای در میراث معماری، رهنمودهای مکتوب صاحب‌نظران این حوزه را مورد بررسی قرار داده است. پژوهش از گونه کاربردی است و رویکرد کیفی را دنبال می‌کند. داده‌های مورد نیاز ازطریق مطالعات کتابخانه‌ای به دست آمده و تجزیه‌وتحلیل اطلاعات برمبنای تحلیل محتوای منابع مکتوب حاصل شده است. نتایج حاصل از پژوهش در قالب دو دسته قواعد راهنمای حفاظتی و فنّی (۱۸ مورد) درراستای جهت‌گیری مناسب مداخلات مرمتِ سازه، چالش‌های کاربرد این قواعد نظری و راه‌کارهای برون‌رفت از این چالش‌ها ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: حفاظت‌ومرمت میراث معماری، مبانی نظری مرمت، مداخلهٔ مرمتی، مرمتِ سازه‌ای

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری وحید ذات‌اکرم با عنوان «مهندسی تصمیم در مداخلات مرمتِ سازه‌ای میراثِ معماری ایران» است که با راهنمایی دکتر علی زمانی‌فرد در دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر ایران انجام شده است.

مقدمه

حفاظت از میراث معماری جوامع درراستای اهداف مختلف فرهنگی، آموزشی، اقتصادی و ... در بستر جامعه ذی‌مدخل و حتی فراتر از آن در سطوح بین‌المللی، حائز اهمیت است. این مواریث همچون دیگر دستاوردهای معماری در خلق زیست‌گاه‌های بشری، محصول مشارکت عناصر عمده‌ای مانند فضا و سازه هستند. ازاین‌جهت که سازه، نقش اصلی را در حفظ شاکله و ساختار بنا ایفا می‌کند پس با اندکی تأمل می‌توان دریافت که اگر سازهٔ بنای تاریخی، سلامت نسبی خود را از دست بدهد، شکوه معماری و هنری ساختمان در وضعیت خطیری قرار گرفته و حفظ و تداوم حیات آن جهت انتقال به نسل‌های آتی دشوار خواهد شد. همچنین «سازه‌های تاریخی به خودی خود نیز دارای ارزش میراثی هستند و باید به‌عنوان بخشی ارزشمند از میراث فرهنگی جهان، حفظ شوند» (Roca, 2011, 166).

بااین‌وجود در برخی مواقع، این آثار معماری ارزشمند با عدم ثبات و پایداری اجزای سازه‌ای خود بر اثر عوامل گوناگون روبه‌رو شده و دچار مشکلات و کمبودهایی درزمینهٔ ایستایی و در سیستم عملکردی سازهٔ نگه‌دارنده خود می‌گردند که حفظ و تداوم حیات آن‌ها را در معرض خطر قرار می‌دهد. ازاین‌رو، متخصصان تلاش می‌کنند تا راه‌حل‌هایی را جهت رفع عدم تعادل به وجود آمده در سیستم سازه‌ای آن‌ها، ارائه کنند. چنین اقداماتی درحوزهٔ حفاظت به‌عنوان مداخلات سازه‌ای[1] و یا به بیان کامل‌تر مداخلات مرمتِ سازه‌ای قابل شناسایی است. درزمینهٔ مرمتِ سازه‌ای[2]، مباحث و پیچیدگی‌های مختلفی ازجمله در ارتباط با اتخاذ رویکردهای مناسب جهت طراحی و اجرای مداخلات عملی وجود دارد که نیاز به اصول راهنما و ضوابط آیین‌نامه‌ای در چارچوب نظری مشخص و مدون را محسوس می‌نماید؛ اما سازه‌های میراث معماری به‌دلیل طبیعت و سرگذشت‌شان (مصالح و ترکیب کالبدی) در استفاده از دستورالعمل‌های راهنما و استانداردهای آیین‌نامه‌ای متداول مربوط به بناهای جدید دچار محدودیت‌هایی هستند و عملاً استفاده از این اصول درمورد این‌گونه ابنیه توصیه نمی‌شود؛ «ازاین‌رو وجود توصیه‌ها (و رهنمودهای اختصاصی)، هم برای تضمین روش‌های معقول جهت تحلیل و نیز برای انجام تعمیرات متناسب با بستر تاریخی، امری مطلوب و ضروری است» (کروچی و یومانس، ۱۳۸۳، ۲۲۹). چراکه هرگونه مداخله‌ای در فرایند حفاظت از بناهای تاریخی برای آنکه بتواند نقشی تعیین‌کننده و مؤثر در برآورد اهداف حفاظتی دارا باشد؛ باید با درنظر گرفتن مبانی نظری موجود در این عرصه، طرح‌ریزی و اجرا شود؛ تا مطابق آنچه در بیانیهٔ رم[3] ذکر شده است، «افزایش کارایی اقدامات مرمتی با ارتباط مؤثر میان نظریه و عمل مرمت، حاصل آید» (ICOMOS, 1983, 2). به بیان دیگر ازآنجایی‌که «ارزش فرهنگی سازه‌ها، با اصالتِ ویژگی‌های متمایز آن‌ها (مصالح، ریخت‌شناسی، شاکله و سازوکارهای پایداری) تقویت می‌شود، پس باید مطابق اصول کلی حفاظت محترم شمرده شده و در موارد لازم مرمت گردند» (Roca, 2011, 166). برخی‌از این اصول در خلال توصیه‌های موجود در اسناد منتشر شده حوزه حفاظت (منشورها[4]، کنوانسیون‌ها[5]، معاهدات و ...) به‌خصوص منشور ایکوموس[6] در رابطه با مرمتِ سازه‌ای میراث معماری (ICOMOS, 2003) به‌صورت رهنمودهایی کلی مطرح شده‌اند؛ اما به‌نظر می‌رسد که مهندسان و مرمّتگران سازه در عمل و درخلال تجربیات اجرایی به‌دلیل عدم آشنایی کافی و درک مناسب در رابطه با مباحث نظری حفاظت و البته روبه‌رو شدن با چالش‌ها و معضلات مختلف در مسیر رسیدن از نظر به عمل، دچار میزانی از سردرگمی و ابهام هستند که ممکن است ایشان را از مسیر مناسبِ طراحی و اجرای اصولی مداخلات مرمتِ سازه‌ای منطبق بر اصول و مبانی نظری مرتبط، منحرف سازد. ازاین‌رو نیاز است تا متخصصان مذکور، قواعدی قابل درک‌تر را دریافت نمایند تا در زمان وجود تعارض‌های احتمالی و نیاز به قضاوت میان آن‌ها جهت اتخاذ راه‌کارهای مداخلاتی، کمتر دچار پیچیدگی و دشواری شوند.

ازاین‌جهات، موضوع شناخت و درک مناسب این قواعد نظری راهنما و همین‌طور چالش‌های پیش‌روی کاربست عملی آن‌ها در فرایند مداخلات مرمتِ سازه‌ای مورد توجه پژوهشِ جاری واقع شده است که در این راستا رجوع به رهنمودهای مطرح شده توسط متخصصان و صاحب‌نظران بین‌المللی این حوزه در منابع مکتوب مدّنظر پژوهش قرار گرفته است. چراکه صاحب‌نظران مذکور هم در تدوین و بازخوانی مبانی نظری مرمتِ سازه و هم در ارتباط با زمینه‌های اجرایی مداخلات مرمتِ سازه‌ای و چالش‌های فراروی آن‌ها، نظرات و توصیه‌های ارزشمندی را ارائه کرده‌اند که می‌تواند راهگشای تحقیق حاضر باشد؛ بنابراین پژوهش تلاش نموده تا درراستای هدف خود به این سؤالات پاسخ دهد که قواعد راهنمای نظری مؤثر بر مداخلات مرمتِ سازه‌ای در میراث معماری چه هستند؟ چه چالش‌ها و تعارض‌هایی در مسیر نظر تا عمل، پیش‌روی این‌گونه مداخلات مرمتی وجود دارد؟ و چگونه می‌توان این چالش‌ها را تا حدودی مرتفع نمود؟

پیشینه تحقیق

سابقه پژوهش‌های مرتبط با مباحث نظری مداخلات مرمتی و چالش‌های قابل درک میان نظر و عمل به‌خصوص زمانی که نوع مداخلات به اقدامات مرمتِ سازه‌ای محدود می‌شود، چندان گسترده نیست اما تعدادی از پژوهش‌های معتبر در این حوزه وجود دارند که از زوایای مختلف به موضوع ورود کرده‌اند و نتایج قابل ذکری را ارائه نموده‌اند. به‌طور کلی می‌توان گفت که ارائه برخی رهنمودها و توصیه‌های کلی در چگونگی مطالعه و شناخت اثر و معضلات پیش‌روی آن، نحوهٔ دستیابی به تشخیص درست پیش‌از هرگونه اقدام و همین‌طور طی فرایند مناسب تا مرحله اجرای مداخلات (Roca, 2011; Lourenco, 2006) اگرچه می‌تواند سودمند باشد اما پیچیدگی‌های متفاوت که درمواجهه مرمّتگر با مسائل و نیازهای بناهای مختلف رخ می‌دهد ممکن است کارایی لازم را از این توصیه‌ها دور نماید. بااین‌وجود چالش‌های برآمده از مواردی همچون سنجش ناقص راهکارهای مداخلاتی، عدم وجود فلسفه مشخص در بهسازی لرزه‌ای[۷] بناهای تاریخی، عدم توجه به سطوح قابل پذیرش بهسازی لرزه‌ای، سهل‌انگاری در پذیرش دانش غیربومی و غیراقتصادی و ... (ابوئی و دیگران، ۱۳۹۶)، نیاز به ارائه یک فرایند و روش‌شناسی مشخص در این زمینه برای مرمّتگران سازه را همچنان مورد توجه پژوهش‌گران قرار داده است. ازاین‌رو، تلاش‌ها برای ارائه این موضوع با رویکردهایی متفاوت صورت پذیرفته، گاهی مبتنی‌بر بررسی و درک مناسب تجارب اجرایی محدود گذشته بوده است که درواقع با مهندسی معکوس مسئله از عمل به نظر، فرایند پیشنهادی را احصاء و ارائه نموده‌اند (Croci, 2000) و گاهی نیز با تأکید بر برخی اصول نظری برجسته که راهنمای مداخلات هستند و البته در مواردی با ایجاد تضادهای احتمالی باعث بروز چالش‌هایی می‌شوند (دو اصل تأمین ایمنی و حفظ اصالت)، حدود و روش‌شناسی کلی را درزمینه مهندسی حفاظت تبیین کرده‌اند (D Ayala & Forsyth, 2007).

به‌نظر می‌رسد پیش‌از هرگونه تجویز برای این چالش‌ها بهتر است زمینه‌ها و دلایل بروز و تشدید آن‌ها را بررسی نمود. وجود چنین چالش‌هایی، گاه می‌تواند مانند آنچه که در بالا اشاره شد حاصل تضاد احتمالی میان دو یا چند اصل راهنمای مداخلات در مراحل طراحی و اجرا باشد و در برخی مواقع دیگر نیز ممکن است یک اصل کلی مانند لزوم رعایت مداخله حداقلی (حداقل مداخله)، زمینه‌ساز چالش‌های پیش‌روی مداخلات گردد و بر چگونگی و حتی کیفیت اقدامات اثر گذارد (امین‌پور و عباسی‌هرفته، ۱۳۹۰). همچنین ایجاد چنین معضلاتی می‌تواند ناشی از دلایلی عمیق‌تر و کلان‌تر داشته باشد. تعارض احتمالی و عدم مواجهه مناسب گفتمان مهندسی و رویکرد حفاظت ازجمله این موارد است که نیاز به ایجاد یک رویکرد متوازن حاصل از ترکیب نیازهای جامعه محلی (با رویکردهای مختلف) درکنار حفاظت از میراث را برجسته می‌نماید (امین‌پور و دیگران، ۱۳۹۹). البته برخی پژوهش‌گران با تمرکز بر جامعه تخصصی حفاظت‌ومرمتِ سازه‌های تاریخی در جغرافیای

خاص (ایران)، ادعا نموده‌اند چنین تفاوت دیدگاهی در سطح عملیاتی به‌طور ویژه میان معماران-مرمّتگران و مهندسان سازه حداقل به شکلی فاحش وجود ندارد و درک موجود این متخصصان نسبت به نیازهای این حوزه نسبتاً نزدیک است. نیاز اصلی، نقش‌آفرینی مناسب‌تر و آموزش میان‌رشته‌ای معماران در رابطه با مرمتِ سازه‌ی تاریخی است که می‌تواند چالش‌ها را تا حدود زیادی رفع نماید (آصفی و رادمهر، ۱۳۹۳). همچنین لزوم توجه به آموزش میان رشته‌ای متفاوت نسبت به گذشته برای مهندسان و متخصصان مختلف به‌منظور ورود و نقش‌آفرینی ایشان و البته کاهش پیچیدگی‌ها درزمینه مهندسی حفاظت مورد توجه و تأکید دیگر پژوهش‌ها (Lourenco, 2013) نیز قرار گرفته است.

باید توجه داشت که علی‌رغم وجود زمینه‌های کلان چالش‌برانگیز که نیاز به درک مناسب دارند، ممکن است در مواردی، معضلات متأثر از مسائل جزئی‌تر مانند نوع فنون و مصالح به کار رفته یا مورد نیاز جهت مرمتِ بنای تاریخی باشد. درواقع، نوع مواد و مصالح به کار رفته در ساخت اثر، نوع پیچیدگی‌های احتمالی مرمت و نوسازی آن را می‌تواند با ماهیت متفاوت روبه‌رو کند. به‌عنوان نمونه در سازه‌های میراثی معاصرِ قرن بیستم میلادی که عمدتاً از بتن ساخته شده‌اند، ماهیت متفاوت مصالح در قیاس با سازه‌های آجری، نوع و چگونگی برگشت‌پذیری مداخلات را با دگرگونی‌هایی مواجه می‌کند (Croatto *et al*., 2016). همین‌طور محدودیت‌های مرتبط با فنون، مصالح و شیوه‌های طراحی در مرمتِ سازه‌های تاریخی، زمینه‌ساز برخی دشواری‌ها و ناکارآمدی‌ها در این زمینه خواهد بود که (Penelis, 2002)، پیشنهاد می‌دهد که مداخلات را براساس برخی اصول و به‌طور ویژه برگشت‌پذیری، دسته‌بندی شوند و یک فرایند طراحی و اجرای مناسب ایجاد گردد تا اثرات نامطلوب این محدودیت‌ها به حداقل برسد. به‌نظر می‌رسد برخلاف موضوعات مطرح شده در این پژوهش، چالش‌های نظری مرتبط با مرمتِ سازه فراتر از مسئله برگشت‌پذیری مداخلات و شیوه‌های مرمتی است که بتوان آن را با یک دسته‌بندی ساده برطرف نمود. ازطرف‌دیگر در هر سوژه و جغرافیای خاص با توجه به جنس مصالح، شیوه‌های ساخت معماری بومی، نوع سازه، رویکردهای جامعه مرمت محلی و ... طیف مسائل احتمالی و البته دسته‌بندی راه‌کارهای مداخلاتی می‌تواند متفاوت باشد. همان‌طور که در بریتانیا و از دیدگاه متخصصان میراث این کشور موانع و تهدیدات مرمت موفق و پایدار شامل عدم آگاهی از اصول حفاظت‌ومرمت و همین‌طور وجود مغایرت و تفاوت در استانداردهای موجود میان متخصصان در روند تشخیص، وجود چرخه‌های طولانی‌مدت مداخله در بناها و در فهرست خطر قرار گرفتن بناها بر اثر این رویکرد هستند (Kangwa *et al*., 2019) یا در ترکیه توسط متخصصان مربوطه اذعان می‌شود که مسائل و معضلات مهندسان سازه می‌تواند با توجه به فازهای مختلف فرایند مرمت نیز متفاوت باشند (Okten *et al*., 2016). همین‌طور در بررسی تجارب اجرایی حفاظت در مالزی، چالش‌های مربوط به مداخلات عملاً مربوط به کمبود نیروی کار و متخصص فنّی در اجرای روش‌ها و تکنیک‌های حفاظت، دشواری انتخاب و تأمین مواد و مصالح مرمتی مناسب و فقدان دستورالعمل‌های راهنمای فنّی گزارش شده است (Harun, 2011). البته در رابطه با ایران نیز متمرکز بر ارگ بم یک مطالعه و پژوهش انتقادی نسبت به سیاست‌ها، معیارها و به‌طور کلی روند حفاظت‌ومرمت و چالش‌های پیشِ‌روی آن پس‌از زمین‌لرزه بم، انجام شده است که اشاره دارد که حفظ اصالت و پیشگیری از جعل در اثر و همچنین حفظ یکپارچگی درکنار رفع نقاط ضعف سازه‌ای فرایند بازسازی‌های گسترده ازجمله چالش‌های مداخلات استحکام‌بخشی سازه‌ای بوده است (Rouhi, 2017). به‌نظر می‌رسد که محدود کردن بررسی‌ها به محدوده جغرافیایی خاص و بررسی تجارب مرمتی، گسترهٔ چالش‌های مداخلاتی را بیشتر به سمت مسائل و معضلات اجرایی سوق می‌دهد و وجه نظری آن‌ها، کم‌رنگ‌تر مورد توجه واقع شده است. موضوعی که در پژوهش حاضر به شکلی معکوس مورد تأکید قرار دارد.

پژوهش حاضر تلاش نموده تا حاصل پژوهش‌های متخصصان بین‌المللی را در این رابطه با تمرکز بر مباحث

نظری مورد مطالعه قرار دهد و از این طریق در ابتدا، طیف جامع‌تری از قواعد نظری راهنما را در ارتباط با مداخلات مرمتِ سازه‌ای مورد شناسایی قرار دهد. سپس به این موضوع می‌پردازد که چالش‌های موجود در مسیر نظر به عمل که امکان اتکا برمبانی نظری را در رابطه با مداخلات مرمتِ سازه‌ای بناهای تاریخی با دشواری و پیچیدگی مواجه می‌کنند؛ شناسایی و راهکارهایی جهت برون‌رفت از آن‌ها ارائه نماید. درواقع راهگشایی برای توجه و رعایت هر چه بهتر مبانی نظری مداخلات مرمتِ سازه‌ای با تکیه بر تجربیات و نظرات متخصصان بین‌المللی در مسیر حرکت از نظر به عمل، مورد توجه پژوهش واقع شده است.

چارچوب نظری

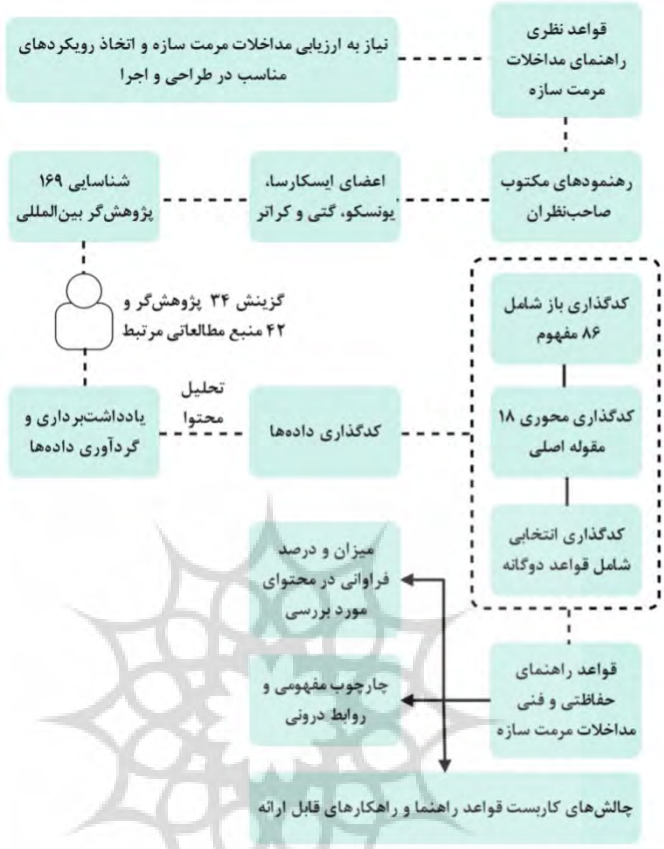
وجوه ارزش‌مندِ متنوع و اصیلِ بناهای تاریخی، انجام مداخلات مرمتی در این‌گونه بناها را با چالش‌ها و دشواری‌های متعددی همراه می‌کند. ازاین‌جهت، رعایت رهنمودها و توصیه‌های بین‌المللی حفاظت‌ومرمت به‌عنوان اصول راهنما در تعامل با مداخلات اجرایی، اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. اما همین ضوابط و اصول نظری درصورت عدم وجود شفافیت کافی و فقدان درک مناسب و جامع ازسوی مرمّتگران، ممکن است مورد بی‌توجهی قرار گرفته و یا به شکلی نیم‌بند مورد عنایت واقع شوند که در این صورت ممکن است اجرای مداخلات کنترل نشده و یا ناکارآمد را در پی داشته باشند. رخداد چنین مسائلی در رابطه با گونه‌هایی از اقدامات مرمتی همچون مداخلات مرمتِ سازه‌ای می‌تواند عواقب جدی‌تری را نیز در پی داشته باشد؛ چراکه انجام مداخلات سازه‌ای در سطوح ناکافی و یا بیش‌از حد مورد نیاز سازه، متأثر از عدم وجود یک مبانی نظری سازنده، می‌تواند پیامدهای مخربی را متوجه تداوم کاربری و همچنین حیات بنای تاریخی ازطریق عدم تأمین الزامات ایمنی و یا ایجاد خدشه‌های جبران‌ناپذیر به اصالت اثر نماید. همین موضوع باعث شده تا مباحث نظری مرتبط با مداخلات مرمتِ سازه‌ای و چالش‌های کاربرد مناسب آن‌ها، مورد توجه نهادهای مرجع بین‌المللی در این حوزه (ایکوموس، گتی، کراتر و ...) واقع شده و کارشناسان و صاحب‌نظران منسوب به این نهادها به تفسیر و توسعه قواعد نظری مرتبط با این‌گونه مداخلات بپردازند؛ اما در این میان، بررسی رویکردها و قواعد صاحب‌نظران در ارتباط با کنترل و ارزیابی مناسب‌تر این‌گونه مداخلات و همچنین دشواری‌های پایبندی به آن‌ها می‌تواند تا حدودی یاری‌رسان مرمّتگران سازه در مسیر تصمیم‌گیری بهتر باشد. در این رابطه، جورجو کروچی معتقد بود که ارائه چنین قواعدی مبتنی‌بر مباحث نظری به‌منظور ارزیابی راه‌کارهای مداخلاتی، امری دشوار و تا حدودی غیرممکن به نظر می‌رسد (Croci, 1998) اما می‌توان ضمن توجه به برخی اصول کلی حفاظت، «میزان و ماهیت اقدامات را متعادل کرد تا بتوان به سطوح جدید ایمنی مورد نیاز (سازه) دست یافت» (Croci, 2000, 8). فیلدن نیز ضمن معرفی اصول اخلاقی مرمت در قالب چند اصل کلی حفاظت، محدود کردن مراتب مداخلات حفاظتی به مقیاس و سطوح مختلف که با توجه به شرایط کالبدی، علل فرسایش و پیش‌بینی آینده محیط دارایی فرهنگی تحت درمان تعیین می‌شود را توصیه می‌نماید (Feilden, 2003). البته درنظر گرفتن فلسفه تعمیرات حفاظتی سازه در مقیاس متغیری از مطلوبیت و دسته‌بندی مداخلات برحسب میزان آن‌ها به مداخلات مرتبط با ترمیم، تقویت و یا جایگزینی (D Ayala & Forsyth, 2007; Warren, 2004) و یا دسته‌بندی مداخلات و همین‌طور مصالح و فنون براساس اصل برگشت‌پذیری به دسته‌های برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر و یا براساس مقیاس اِعمال مداخله به گونه‌های موضعی و عمومی (Penelis & Penelis, 2020) نیز ازجمله رویکردهای دیگر موجود در این زمینه است که عموماً این رویکردها به یک قاعده و اصل کلی حفاظت بیش‌از بقیه توجه کرده‌اند. در نگرشی فراتر نیز درنظر گرفتن تعداد محدودی از اصول حفاظت هم مورد توجه واقع شده است (Forsyth, 2007; Tsakanika & Charalambides, 2022) اما چندان کارآمد به نظر نمی‌رسد؛ چراکه مداخلات مرمتِ سازه‌ای جدا از اهداف حفاظتی، مقاصد سازه‌ای را نیز دنبال می‌کنند که از اهمیت

ویژه‌ای نیز برخوردارند. ازاین‌رو، توجه به برخی مؤلفه‌های حفاظتی مانند حداقل مداخله، برگشت‌پذیری، سازگاری و ... (ذات‌اکرم و زمانی‌فرد، ۱۴۰۲) درکنار مؤلفه‌های برآمده از وضعیت سازه (میزان خطر لرزه‌ای، اهمیت نسبی میراث و میزان آسیب‌پذیری) و کاربرد آن‌ها در فرآیند ارزیابی و گزینش مداخلات (Saradj *et al*., 2017) می‌تواند رویکردی مناسب‌تر و جامع‌تری را فراهم نماید. اما باید توجه داشت که «این اصول به‌عنوان مؤلفه‌هایی که ما را به سمت راه‌حل‌های رضایت‌بخش‌تر رهنمون می‌سازند، قابل تأمل‌اند. این واقعیت که رعایت همه این معیارها ممکن است در برخی موارد غیرممکن باشد نباید منزله‌ی بی‌توجهی به آن‌ها را فراهم نماید و تلاش درجهت برآوردن شروط تا بیشترین میزان ممکن، ازطریق کاربرد این شروط به‌عنوان رهنمودها یا اصول الهام‌بخش در ایجاد و طراحی مداخلات مناسب مطابق با اصول مرمت، مشارکت خواهد داشت» (Hejazi & Saradj, 2014, 46). ازاین‌جهت درراستای کاربرد مناسب این اصول در بیشترین میزان ممکن، وجود یک شناخت و درک حداکثری نسبت به مجموعه‌ای از اصول و قواعد مداخلات مرمتِ سازه، قابل بحث و ارائه هستند. همین‌طور جهت کاربرد این قواعد نظری، شناخت تعارض‌ها و چالش‌های احتمالی موجود در میان آن‌ها نیز برای مرمّتگران و مهندسان سازه، مورد نیاز خواهد بود تا کاربست این اصول و قواعد را درخلال تجربیات اجرایی نیز امکان‌پذیر نماید.

روش‌شناسی تحقیق

پژوهش برمبنای هدف از نوع کاربردی است که به درک و شفافیت بیشتر مبانی نظری حفاظت‌ومرمتِ سازه‌ای و اتصال مناسب‌تر آن به مداخلات عملی مربوطه در میراث معماری می‌پردازد. ازحیث ماهیت نیز، تحقیق از گونهٔ توصیفی-تحلیلی (تحلیل محتوا) است و منابع مکتوب را در رابطه با مباحث نظری مرمتِ سازه‌ای، مورد واکاوی و تحلیل قرار می‌دهد. همچنین، رویکرد مورد توجه پژوهش از نوع کیفی است و در پی دستیابی به هدف خود از راه‌برد استقرائی استفاده می‌کند. داده‌های مورد نیاز پژوهش ازطریق بررسی‌های کتابخانه‌ای در منابع مکتوب گردآوری شده است. جامعه آماری پژوهش به شکل هدفمند تعیین شده و متخصصانی که دارای پژوهش‌ها و منابع مکتوب و معتبر علمی در رابطه با چگونگی مداخلات مرمتِ سازه‌ای به‌ویژه ازحیث مباحث و رویکردهای نظری بوده‌اند و همچنین درزمینه حفاظت از سازه‌های میراثی با سازمان‌های بین‌المللی مرتبط (یونسکو[۸]، ایکوموس، ایکروم[۹]، گتی[۱۰] و ...) همکاری و مشارکت نموده‌اند در این میان گنجانده شده‌اند. در این زمینه تلاش شد طیفی از متخصصان سازه، مرمّتگران و معماران حفاظت‌گر در میان منتخبین گنجانده شوند تا نتایج برآمده نیز ماهیت میان‌رشته‌ای داشته باشند. در ابتدا ۱۶۹ پژوهشگر بین‌المللی شناسایی شد که با بررسی سوابق پژوهشی و اجرایی آن‌ها ۳۴ نفر که در ارائه ۴۲ منبع مطالعاتی مرتبط نقش داشتند، گزینش شدند. تجزیه‌وتحلیل اطلاعات به دست آمده نیز برمبنای تحلیل و ارزیابی دیدگاه‌ها و نظرات مطرح شده این افراد در منابع مکتوب فوق به روش تحلیل محتوا و با تکیه بر تکنیک تجزیه‌وتحلیل نرم‌افزاری مبتنی‌بر نرم‌افزار Maxqda صورت پذیرفته است. مراحل انجام پژوهش بدین شرح است که براساس سؤالات مطرح شده‌ی پژوهش، در ابتدا محتوای مرتبط با موضوع از منابع و مستندات مربوط به متخصصان منتخب، شناسایی و جمع‌آوری شد، سپس کدگذاری مفهومی به‌منظور شناخت قواعد و چالش‌های نظری مداخلات به شکل عینی صورت پذیرفت و درنهایت ازطریق پالایش و دسته‌بندی کدها، الگوهای موجود شناسایی و در گروه‌بندی مشخص ارائه شد. همچنین باید اشاره کرد که جهت اطمینان از کفایت نمونه‌های مورد مطالعه طی یک فرایند رفت‌وبرگشتی و تا زمان اشباع نظری که دیگر دادهٔ جدیدی در ارتباط با مفاهیم مرتبط استخراج نشود، مفاهیم و مقولات بررسی شده و نتایج هر مرحله با مرحله قبل و همین‌طور داده‌های خام اولیه مقایسه شد تا پرورش

مناسب قواعد مطرح شده و مناسبات میان مقوله‌ها، پایش و اثبات گردد. گام‌های پژوهش در ادامه (شکل ۱) ارائه شده است.



شکل ۱. گام‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش

درراستای پیش‌برد اهداف تحقیق و گردآوری اطلاعات مورد نیاز پژوهش، جمع‌آوری نظرات متخصصین و صاحب‌نظران بین‌المللی ضرورت دارد. در این راستا ۱۶۹ پژوهشگر شناسایی شدند و سابقه پژوهشی و حرفه‌ای آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت و در ادامه ۳۴ پژوهشگر که دارای منابع پژوهشی مرتبط به موضوع بودند و از سوابق اجرایی بین‌المللی نیز برخوردار بودند به‌عنوان جامعه هدف پژوهش برگزیده شدند (جدول ۱).

جدول ۱. فهرست متخصصان و صاحب‌نظران منتخب (جامعه هدف پژوهش)

ردیف	نام	ملیت	تخصص	مشارکت آموزشی	همکاری بین‌المللی
۱	جورجو کروچی	ایتالیا	سازه، حفاظت	دانشگاه رم لاساپینزا	ایکوموس، ایکروم
۲	میشل فورسیث	انگلستان	معمار، حفاظت‌گر	دانشگاه بث	ایکوموس
۳	دینا دی‌آیالا	انگلستان	مهندسی سازه	دانشگاه یوسی‌ال	ایکوموس
۴	لروی تولز	آمریکا	مهندسی سازه	مؤسسه گتی	گتی، ایکوموس

ردیف	نام	ملیت	تخصص	مشارکت آموزشی	همکاری بین‌المللی
۵	فردریک وبستر	آمریکا	مهندسی سازه	مؤسسه گتی	گتی، ایکوموس
۶	ادنا کیمبرو	آمریکا	حفاظت‌گر، تاریخ‌دان	مؤسسه گتی	گتی، ایکوموس
۷	ویلیام جینل	آمریکا	معمار، حفاظت‌گر	مؤسسه گتی	گتی، ایکوموس
۸	برنارد فیلدن	بریتانیا	معمار، حفاظت‌گر	دانشگاه یورک	یونسکو، ایکروم
۹	پره روکا	اسپانیا	مهندسی سازه	پلی‌تکنیک کاتالونیا	ایکوموس
۱۰	پائولو بی‌لورنزو	پرتغال	مهندسی سازه	دانشگاه مینهو	ایکوموس
۱۱	همبرتو واروم	پرتغال	مهندسی سازه	دانشگاه پورتو	ایکوموس
۱۲	جرج پنلیس	یونان	مهندس سازه	دانشگاه آریستوتل	یونسکو، ایکوموس
۱۳	جان وارن	انگلستان	معمار، حفاظت‌گر	دانشگاه یورک	یونسکو، ایکوموس
۱۴	ماریانا کوریئا	پرتغال	معمار	مدرسه عالی گالیسیا	ایکوموس، کراتر
۱۵	فاطمه مهدی‌زاده	ایران	معمار، حفاظت‌گر	دانشگاه علم‌وصنعت	ایکوموس
۱۶	د. تئودوسوپولوس	یونان	معمار	دانشگاه ادینبرو	ایکوموس
۱۷	کوئنراد ون‌بولن	بلژیک	مهندسی سازه	دانشگاه کولئوون	ایکوموس
۱۸	مهرداد حجازی	ایران	سازه، حفاظت‌گر	دانشگاه اصفهان	ایکوموس
۱۹	آهمت تورر	ترکیه	مهندسی سازه	دانشگاه فنّی خاورمیانه	ایکوموس
۲۰	گاوریلوویچ	مقدونیه	مهندسی سازه	دانشگاه اسکوپیه	ایکوموس
۲۱	امیر کائوسویچ	بوسنی	معمار	دانشگاه سارایوو	ایکوموس
۲۲	میلیتیادو فیزانس	یونان	مهندسی سازه	دانشگاه فنّی آتن	ایکوموس، گتی
۲۳	مارسیال بلوندت	پرو	مهندسی زلزله	دانشگاه کاتولیک	ایکوموس، گتی
۲۴	پیر اسمارز	بلژیک	معمار، حفاظت‌گر	دانشگاه یونلین	ایکوموس
۲۵	دونالد فریدمن	آمریکا	مهندسی سازه	دانشگاه کلمبیا	ایکوموس
۲۶	دیوید یوئمانس	انگلستان	مهندسی سازه	دانشگاه منچستر	ایکوموس
۲۷	خولیو وارگاس نیومن	پرو	مهندس سازه	دانشگاه کاتولیک	ایکوموس
۲۸	توماسو ماسارلی	ایتالیا	سازه، حفاظت‌گر	دانشگاه ناپل	ایکوموس
۲۹	میشل پارادیزو	کوبا/ایتالیا	معماری، سازه	دانشگاه فلورانس	ایکوموس
۳۰	کامیلا میلتو	اسپانیا	معمار، حفاظت‌گر	پلی‌تکنیک والنسیا	ایکوموس
۳۱	رامیرو سوفرونی	رومانی	سازه، حفاظت‌گر	دانشگاه فنّی بخارست	یونسکو، ایکوموس
۳۲	آرش بوستانی	ایران/ایتالیا	سازه، حفاظت‌گر	دانشگاه فلورانس	ایکوموس
۳۳	تیم میشلز	آمریکا	سازه، حفاظت‌گر	دانشگاه کلمبیا	ایکوموس، گتی
۳۴	الفدریا تساکانیکا	یونان	مهندسی سازه	دانشگاه فنّی آتن	ایکوموس

فیش‌برداری و کدگذاری اولیه

با گزینش جامعه هدف پژوهش و منابع پژوهشی مرتبط، یادداشت‌برداری از منابع پژوهشی به‌صورت مدون آغاز شد. یادداشت‌ها به‌منظور انجام کدگذاری اولیه ازنظر تعلق به صاحب‌نظران مختلف، مرتب و طبقه‌بندی شدند. سپس فرایند کدگذاری با برچسب‌گذاری مقولات نظری موجود در متون با استفاده از نرم‌افزار تحلیل محتوای کیفی آغاز شد و داده‌های خام اولیه حاصل از کدگذاری ابتدایی مفاهیم به شکل عینی، شکل گرفتند (جدول ۲).

جدول ۲. جدول یادداشت‌برداری محتوای متون و کدگذاری ابتدایی

ردیف	متن	کدگذاری ابتدایی
۱	معیار انتخاب یک راه‌حل به‌خصوص نباید تنها مطابق با اثربخشی سازه‌ای و هزینه آن بلکه با درنظر گرفتن سازگاری آن با مصالح و فنون استفاده شده در ساخت یادمان و همچنین توجه به مفهوم اصیل و ارزش تاریخی (اهمیت تاریخی) آن باشد (Croci, 1998, 79). گزینش شیوه‌های مرمتی مستلزم دانش فنّی و پشتوانه فرهنگی گسترده است. برخی رهنمودها در رابطه با مداخلات قابل ارائه هستند: احترام به طرح اصیل، ارزیابی ماهرانه الزامات ایمنی و پایداری، حداقل اقدام درمانی، توازن دقیق مزیت‌های پیشنهاد شده رویه‌های جدید و قدیمی، اولویت فنون برگشت‌پذیر (Croci, 1998, 88).	اثربخشی سازه‌ای/ هزینه اقتصادی/ سازگاری/ مفهوم اصیل/ ارزش تاریخی/ الزامات ایمنی/ حداقل اقدام/ برگشت‌پذیری
۲	تمام مداخلات سازه‌ای در میراث معماری باید تحت چهار اصل: حفظ به‌صورت یافت شده و موجود، حداقل مداخله، انجام تعمیرات مشابه (نظیر به نظیر) و برگشت‌پذیر مداخلات انجام شوند. علاوه‌بر این به اثرات تعمیرات موضعی ازنظر کالبدی و زیبایی‌شناسی بر کل سازه توجه شود و به این پرسش‌ها توجه شود که آیا این اقدامات قابل قبول هستند و به وضوح از قسمت‌های اصیل قابل شناسایی است یا خیر (Forsyth, 2007, 6).	حفظ ویژگی‌های اصیل/ حداقل مداخله/ تشابه اقدام/ برگشت‌پذیری/ اثرات کالبدی/ اثرات هنری
۳	مهندسی حفاظت برای به حداقل رساندن تغییرات و افزایش عمر اثر با از دست دادن حداقلی بافت و ارزش‌ها تلاش خواهد کرد (D Ayala & Forsyth, 2007, 6). برگشت‌پذیری یک اصل اساسی در حفاظت محسوب می‌شود. همچنین عملکرد سازه‌ای مداخله در طول مدت انتظار باید کم‌وبیش ثابت و قابل اعتماد باشد (D Ayala & Forsyth, 2007, 10).	حداقل تغییرات/ حفظ ارزش‌ها/ برگشت‌پذیری/ تدوام عملکرد مناسب سازه
۴	اقدامات بهسازی لرزه‌ای که خطرات جانی را به حداقل می‌رساند و همچنین از معیارهای اساسی حفاظت - حداقل مداخله و برگشت‌پذیری - برخوردارند، موفقیت‌آمیز ارزیابی می‌گردند (Tolles *et al*., 2000, 2). حفظ حداکثر اصالت، باید هنگام انتخاب اقدامات بهسازی لرزه‌ای رعایت شود (Tolles *et al*., 2003, 9). انسجام و یکپارچگی به‌عنوان یک اثر معماری و ارزش تاریخی آن به‌عنوان سندی از گذر زمان لازم است تا حفظ شود (Tolles *et al*., 2003, 7). انجام تعمیرات مشابه شامل تشویق استفاده از مصالح یکسان اما سازگار ضرورت دارد (Tolles *et al*., 2003, 8). زمانی‌که حذف کامل یک تغییر امکان‌پذیر نباشد، قابلیت عقب‌نشینی مورد پذیرش قرار می‌گیرد. حفاظت‌گر پیش‌از هرگونه مداخله به سمت شناخت مصالح، سیستم‌ها، شرایط، زمینه کالبدی و فرهنگی، تاریخچه و تغییرات اثر، حرکت کند (Tolles *et al*., 2003, 6).	تأمین ایمنی جانی/ حداقل مداخله/ برگشت‌پذیری/ حفظ حداکثری اصالت/ حفظ یکپارچگی/ مشابهت اقدام/ سازگاری مصالح/ قابلیت عقب‌نشینی/ شناخت وضع موجود
۵	هرگونه مداخله باید حداقل ضروری باشد و با احترام قاطعانه به یکپارچگی زیبایی‌شناسانه، تاریخی و کالبدی دارایی فرهنگی انجام شود. همچنین درصورت نیاز به افزودنی‌ها، ازنظر رنگ، بافت، فرم و مقیاس هماهنگ باشند (Feilden, 2003, 6) و خصوصیات فیزیکی آن‌ها با مصالح اصلی از هماهنگی برخوردار باشد، به‌ویژه ازنظر تخلخل و نفوذپذیری (Feilden, 2003, 20). درصورت نیاز به افزودنی‌ها، نسبت به مصالح اصلی باید کمتر قابل توجه باشند (Feilden, 2003, 6). در اقدامات مداخلاتی باید به یکپارچگی سیستم سازه‌ای اثر احترام گذاشته شود (Feilden, 2003, 9).	حداقل مداخله/ حفظ یکپارچگی زیبایی‌شناسانه، تاریخی و کالبدی/ هماهنگی مصالح/ تمایز اقدام/ حفظ یکپارچگی

ردیف	متن	کدگذاری ابتدایی
۶	اولین هدف از حفاظت سازه، حفظ آن به‌دلیل ارزش فرهنگی ذاتی است (Roca, 2011, 157). انجام هر اقدامی با هدف حفاظت یا مرمت درراستای حفظ اصالت اثر مرتبط با مصالح، هندسه، فنّاوری‌های ساخت، استحکام، تزئینات و محتوای هنری و کاربری‌های تاریخی و فعلی و سایر جنبه‌ها، مسئله ساده‌ای نیست (Roca, 2011, 152-154). ارزش فرهنگی سازه‌ها با اصالت ویژگی‌های متمایز آن‌ها (مصالح، ریخت‌شناسی، شاکله و سازوکارهای پایداری) تقویت می‌شود، بنابراین باید مطابق اصول کلی حفاظت احترام گذاشته شوند و در موارد مناسب مرمت گردند (Roca, 2011, 166). یکپارچگی محتوای هنری یا فرهنگی ساختمان نیز باید حفظ شود (Roca, 2011, 156-157). مداخله باید اطمینان از سطح کافی قابلیت اطمینان سازه‌ای برای اطمینان از سطح کافی ایمنی (جانی) برای مردم را درنظر بگیرد (Roca, 2011, 161). ارزش‌های میراثی یک سازه تاریخی، شامل ارزش‌های ملموس مانند هندسه، مصالح، سازمان کلی سازه، جزئیات و اتصالات ساخت‌وساز، موقعیت و بستر (محیط) است. عیوب و تغییرات نیز ممکن است به‌عنوان عناصر تعیین‌کننده شخصیت شناخته شوند مشروط بر اینکه الزامات ایمنی یا دوام سازه را به خطر نیندازند. ازجمله عناصر ناملموس تعیین‌کننده شخصیت می‌توان به سنت‌ها و تکنیک‌های ساخت، مفاهیم سازه‌ای، کاربری و عملکرد اصلی (و متعاقب آن) و منابع شواهد دانش و فنّاوری باستانی اشاره کرد (Roca, 2021, 1630).	حفظ ارزش فرهنگی/ حفظ اصالت (هندسه، مصالح، فنون ساخت، تزئینات، کاربری، سطح استحکام)/ حفظ محتوای فرهنگی- هنری/ قابلیت اطمینان سازه/ ایمنی جانی/ دوام سازه/ حفظ ارزش میراثی (هندسه، مصالح، فرم سازه، اتصالات، موقعیت و بستر، فنون ساخت، کاربری، شواهد باستانی)
۷	نگه داشتن مداخلات در سطح حداقل، کاربرد یک رویکرد افزایشی را می‌طلبد. مداخلات باید براساس فهم مناسب نسبت به طبیعت سازه و علل واقعی خسارت و تغییرات انجام شوند (Louren-co *et al*., 2015, 39). تمامی اقدامات درمانی باید به سازه و مصالح موجود احترام گذاشته و حداقل تأثیر را بگذارند. اساس طرح (باید) شامل ایمنی، سازگاری، کمترین تعرض، دوام، بازگشت‌پذیری، قابلیت کنترل باشد (Lourenco *et al*., 2015, 41).	حداقل مداخله (رویکرد افزایشی)، طبیعت سازه و علل خسارت/ ایمنی/ سازگاری/ دوام/ بازگشت‌پذیری/ کنترل‌پذیری
۸	حفاظت از ارزش‌های نمادین، اجتماعی، زیبایی‌شناسانه، استنادی معمارانه، استنادی مذهبی- تاریخی در سازهٔ تاریخی حائز اهمیت است (Penelis & Penelis, 2020, 1-2). اصطلاح سازگاری به خواص شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی مصالح جدید اشاره دارد. علاوه‌بر این، به هماهنگی زیبایی‌شناسانه با کل بنای تاریخی اشاره دارد. به‌عنوان مثال، استحکام، سختی، اتصال (پیوند)، ضریب انبساط حرارتی، نفوذپذیری و مشکل شکفتگی (شوره‌زنی)، نقاط مرجع اصطلاح سازگاری هستند (Penelis & Penelis, 2020, 123). جایگزینی قسمت‌های از دست رفته در هماهنگی با کلیت اثر انجام شود. باید امکان تشخیص جایگزینی قسمت‌های از دست رفته از قسمت‌های اصیل فراهم بوده (Penelis, 2002, 64). در اقدامات برگشت‌پذیر، شواهد تاریخی و هنری به هیچ وجه تحریف نمی‌شوند (Penelis & Penelis, 2020, 123). تکنیک‌ها و مصالح مدرن (برگشت‌پذیر) باید فقط به روشی استفاده شوند که درصورت لزوم اقدامات اصلاحی آتی را امکان‌پذیر نمایند (Penelis, 2002, 64).	ارزش‌ها (نمادین، اجتماعی، هنری، استنادی معمارانه، استنادی مذهبی- تاریخی)/ سازگاری (شیمیایی، فیزیکی، مکانیکی، هنری)/ تشابه/ برگشت‌پذیری (عدم تحریف شواهد)/ قابلیت اصلاح
۹	اصالت طرح سازه‌ای و ویژگی‌های زمین‌ساختی در ارزیابی مداخلات مورد توجه است (Theo-dossopoulos, 2012, 8). ایجاد لطمه و جبران خسارت وارده (توسط طرح مرمت)، باید برای جلوگیری از به خطر انداختن تمامیت بصری و سازه‌ای در تعادل و توازن قرار گیرند (Theo-dossopoulos, 2012, 10). بدیهیاتی همچون حفاظت به شکل اولیه، انجام تعمیرات مشابه (نظیر به نظیر)، استفاده از حداقل مداخله، برگشت‌پذیری و هم‌سازی جایگزینی‌ها و تغییرات برای طیف وسیعی از شرایط کاربرد دارد (Theodossopoulos, 2012, 19).	اصالت سازه/ ویژگی‌های زمین‌ساختی/ تمامیت بصری و سازه‌ای/ تعمیرات مشابه/ حداقل مداخل/ برگشت‌پذیری/ سازگاری
۱۰	با تکیه بر اصول اخلاقی و حفاظتی شامل احترام به بافت تاریخی ملموس، توجه به حفظ اصالت سازه و تأثیر حداقلی بر یکپارچگی اثر، قابل تشخیص و سازگار بودن مصالح جدید، می‌توان مداخلات سازه‌ای بناهای تاریخی را سطح‌بندی کرد (Warren, 2004, 39).	حفظ اصالت سازه/ حفظ یکپارچگی/ تمایز اقدام/ سازگاری مصالح
۱۱	ارزیابی کیفیت اولیه و دوام درازمدت مداخله در یک ساختمان تاریخی پیچیده است. از یک‌سو، الزامات فنّی و عملکردی را می‌توان تعریف کرد که منجر به دستورالعمل‌ها و روش‌های مداخله می‌شوند. ازسوی‌دیگر، اصول تعمیر میراث مانند برگشت‌پذیری، سازگاری و قابلیت عقب‌نشینی باید رعایت شوند (Van Roy *et al*., 2015, 313).	کیفیت/ دوام درازمدت/ برگشت‌پذیری/ حداقل مداخله/ قابلیت عقب‌نشینی

ردیف	متن	کدگذاری ابتدایی
۱۲	معیارهای مداخلاتی تلویحی شامل ارزش‌ها (آموزشی، تاریخی، سنتی، اجتماعی، زیبایی‌شناسانه) هستند (Correia & Walliman, 2014, 589). دسترسی به مصالح و منابع مورد نیاز جهت مداخله باید توسط مرمّتگر مدّنظر قرار گیرد. از معیارهای مهم مداخله توجه به استفاده اقتصادی و همچنین بهبود شرایط زندگی (جنبه اجتماعی) است (Rosado & Walliman, 2014, 588).	حفظ ارزش‌ها (آموزشی، تاریخی، سنتی، اجتماعی، هنری) / دسترسی مصالح و منابع/ بهره اقتصادی
۱۳	عوامل (معیارهای) اصلی تصمیم‌گیری برای تعمیر و مداخله تقویت لرزه‌ای بناهای تاریخی عبارت‌اند از: میزان خطر لرزه‌ای، میزان ارزش و اهمیت میراث فرهنگی، شرایط و سطح آسیب‌پذیری و اخلاق حفاظت شامل حداقل مداخله، احترام به سهم دوره‌های مختلف، انطباق و تداوم کاربری، برگشت‌پذیری، سازگاری، یکپارچگی و تطابق زیبایی‌شناسانه (Saradj *et al*., 2017, 291).	میزان خطر لرزه‌ای/ اهمیت فرهنگی/ سطح آسیب/ حداقل مداخله/ ارزش تاریخی/ تداوم کاربری/ برگشت‌پذیری/ سازگاری/ یکپارچگی/ انطباق هنری
۱۴	احترام به اصالت سازه، احترام به کلیه خصوصیات مکانیکی و اصول مقاومت (سازه) را در بردارد (Hejazi & Saradj, 2014, 33). هرگونه اقدام حفاظتی و مرمتی در میراث معماری باید با احترام به مصالح اصیل، روش‌شناسی و ترکیب سازه‌ای، کیفیت‌های متمایز سازه و محیط برگرفته از فرم اصیل، فنون ساخت، تغییرات تاریخی مهم و قابل توجه، نواقص (تغییرشکل‌ها) که بخشی از تاریخ سازه شده‌اند به شرط آن‌که الزامات ایمنی را به مخاطره نیندازند؛ صورت پذیرد (Hejazi & Saradj, 2014, 36). مصالح و ابزار فنّی مرتبط با تعمیر و تقویت‌بخشی سازه، باید با شرایط موجود سازگار باشند. هیچ اثر جانبی نامطلوبی نباید از ارتباط مکانیکی و فیزیکی (مصالح جدید و اصیل) منتج شود. مصالح قدیمی نباید هیچ‌گونه تغییر شیمیایی را در تماس با مصالح جدید متحمل شوند، مصالح جدید نباید پدیده رئولوژیکی و خسارت‌های محتمل آن مانند ترک‌خوردگی را متحمل شوند. همچنین نباید خیلی متفاوت از موارد اصیل باشند زمانی که تحت تأثیر تغییرات دمایی محیطی قرار می‌گیرند و سختی مشابهی با مصالح اصیل داشته باشند (Hejazi & Saradj, 2014, 44-45). کلیه اقدامات در رابطه با میراث فرهنگی باید مبتنی بر درک مناسب از اهداف نهایی حفاظت باشد (Hejazi & Saradj, 2014, 31).	حفظ اصالت (خصوصیات مکانیکی، اصول مقاومت، فرم و مصالح اصیل، فنون ساخت، ترکیب سازه‌ای، تغییرات تاریخی، نواقص ایمن)/ الزامات ایمنی/ سازگاری (شیمیایی، مکانیکی، فیزیکی، رئولوژیکی، دمایی)/ تناسب با اهداف حفاظت
۱۵	مداخلات در سازه‌های تاریخی برگشت‌پذیر بوده و با مصالح و سیستم سازه‌ای موجود سازگار باشند (Turer, 2010, 39).	برگشت‌پذیری/ سازگاری
۱۶	تعمیر و تقویت‌بخشی براساس مطالعات دقیق بر روی خطر لرزه‌ای قابل انتظار، شرایط خاک محل، رفتار دینامیکی خاک تحت بارگذاری لرزه‌ای، رفتار دینامیکی سیستم سازه‌ای، تغییر شکل‌پذیری و استحکام اجزای سازه‌ای و مصالح‌شان طرح‌ریزی شود (Gavrilovic & Zelenkovska, 1995, 763). تعیین معیارها، روش‌ها و فنون تقویت‌بخشی باید براساس مطالعات دقیق بر روی اثرات اقتصادی راه‌حل‌های جایگزین اعمال شود» (Gavrilovic & Zelenkovska, 1995, 764).	میزان خطر لرزه‌ای/ شرایط خاک محل/ رفتار دینامیکی/ شکل‌پذیری/ استحکام/ اثرات اقتصادی
۱۷	باید هرگونه مصالح و فنون سنتی یا نوآورانه به‌طور متناسب و علمی مورد ارزیابی قرار داد تا از دوام، سازگاری و قابلیت زدودن احتمالی مداخلات مرتبط اطمینان حاصل شود (Causevic *et al*., 2019, 9). احترام به مفهوم اصیل و دستیابی به تعادل ماهرانه بین ایمنی و ماندگاری لازم، درراستای حداقل فلسفه مداخله ضرورت دارد (Causevic *et al*., 2020, 3).	دوام/ سازگاری/ قابلیت زدودن/ ایمنی/ حفظ اصالت/ حداقل مداخله
۱۸	طراحی منطقی شامل حداقل مداخله تقویت‌بخشی لازم که به‌عنوان راه‌کار بهینه شناخته می‌شود و ارزش‌های اثر را حفظ می‌کند؛ باشد» (Miltiadou-Fezans, 2016, 28). مداخلات بدون تأثیرات افراطی بر اصالت موجود، یکپارچگی شکلی و بدون تأثیر ضروری بر عناصر هنری آن، انجام شوند (Miltiadou-Fezans, 2016, 30-31). مداخلات سازه‌ای در یادمان‌ها تاریخی باید برگشت‌پذیر بوده و به سهولت قابل جمع‌آوری باشند (Miltiadou-Fezans, 2008, 73).	حداقل مداخله/ حفظ ارزش‌ها/ حفظ اصالت/ حفظ یکپارچگی (شکلی و هنری)/ برگشت‌پذیری
۱۹	امروزه گرایش به کاربرد (اقدامات) تقویت‌بخشی پیشگیرانه، حداقل، سازگار، برگشت‌پذیر، پیش و نه پس‌از زمین‌لرزه وجود دارد» (Blondet *et al*., 2016, 3). مقصود از فرایند تعمیر در یادمان تاریخی، بازیابی هرچه بیشتر سختی و استحکام و هدف از اقدامات تقویت‌بخشی، حفظ یکپارچگی عناصر آسیب‌دیده در زمین‌لرزه است» (Blondet *et al*., 2016, 5-6).	حداقل مداخله/ سازگاری/ برگشت‌پذیری/ حفظ یکپارچگی/ سختی

ردیف	متن	کدگذاری ابتدایی
۲۰	سازگاری (مداخلات) تضمین می‌کند که درمان عواقب نامطلوبی نخواهد داشت و قابلیت عقب‌نشینی نیز مانع از مداخلات آینده نمی‌شود (Smars & Patricio, 2016, 991). مداخلات سازه‌ای در سایت‌های باستانی باید دارای یک توازن در حفظ یکپارچگی و حفظ اصالت باشند (Smars & Patricio, 2016, 992)	سازگاری/ قابلیت عقب‌نشینی/ حفظ یکپارچگی/ حفظ اصالت
۲۱	مهندس حفاظت یک نقش دوگانه دارد، اول باید اطمینان حاصل کرد که سازه ایمن است و هم‌زمان از هرگونه لطمه به شخصیت تاریخی اثر جلوگیری شود (Friedman & Yeomans, 2015, 32).	حفظ ایمنی سازه/ حفظ شخصیت تاریخی
۲۲	مسائل سازه باید با رعایت ارزش‌های زیباشناختی، تاریخی، علمی و اجتماعی سازه حل شوند. مداخلات باید با پیگیری معیار حداقل مداخله، برگشت‌پذیری فنی، امکان داشتن حفاظت، تسهیل دسترسی به اطلاعات موجود در سازه در آینده باشد. همچنین بین انتخاب فنون سنتی و نوآورانه همیشه اولویت را به روش‌های حداقل مخل و آن‌هایی که با ارزش‌های میراث فرهنگی سازگار هستند؛ داد. همیشه باید الزامات استانداردهای ایمنی لرزه‌ای و ماندگاری (دوام) را رعایت کرد (Vargas Neu-mann, 2010, 74-75). مواد و مصالح شیمیایی جدید فقط باید درصورتی استفاده شوند که مزیت بلندمدت آن‌ها ثابت شده و خطری برای مردم یا محیط‌زیست ایجاد نشود (Vargas Neumann, 2010, 76). هر زمان که مداخلات انجام می‌شوند، میراث، باید به‌صورت یک کل درنظر گرفته شده و به هریک از قسمت‌های آن اهمیت یکسانی داده شود (Vargas Neumann, 2010, 75).	ارزش‌ها (هنری، تاریخی، علمی و اجتماعی)/ حداقل مداخله/ برگشت‌پذیری/ امکان‌پذیری/ دسترسی اطلاعات/ سازگاری/ الزامات ایمنی/ دوام/ مزیت (زیست‌محیطی)/ نگرش متوازن
۲۳	مداخلات سازه‌ای باید معیارهای مرمتی مدرن مانند سازگاری فیزیکی-مکانیکی، دوام، تمایزپذیری (قابلیت تمایز)، برگشت‌پذیری و حداقل مداخله را دنبال نمایند. درکنار این باید اصل اثربخشی را نیز اضافه نمود (Massarelli, 2008, 1464).	سازگاری (فیزیکی، مکانیکی)/ دوام/ تمایزپذیری/ برگشت‌پذیری/ حداقل مداخله
۲۴	یک رویکرد محافظه‌کارانه با استفاده از مصالح و فنون اصیل جهت مداخله مناسب‌تر است. همچنین بهتر است ازنظر ساختاری کارآمد و سازگار با زمینه باشد (Paradiso *et al*., 2020, 92).	کارآمدی/ سازگاری
۲۵	استفاده از مصالح و فنون مختلف با تقویت اصول سازگاری، برگشت‌پذیری، حداقل مداخله، احترام به ارزش‌های فرهنگی و خوانایی توصیه می‌شود (Mileto & Vegas, 2022, 8). در کارهای حفاظتی سازگاری با دوام در ارتباط مستقیم است. باید اطمینان حاصل کرد که مداخله در سطوح شیمیایی، فیزیکی سازگار باشد (Mileto & Vegas, 2017, 38).	سازگاری (شیمیایی، فیزیکی)/ برگشت‌پذیری/ حداقل مداخله/ حفظ ارزش‌ها/ دوام
۲۶	هر مداخله‌ای باید ازنظر گونه‌شناختی و وجودی با ساختمان مورد نظر سازگار باشد. همچنین باید از علت آسیب یا شکست شروع شود نه از اثر آن. دوام تخمینی مداخله ممکن است معیار خوبی برای کنترل کیفیت باشد (Sofronie, 2018, 7).	سازگاری/ تطابق با علل آسیب/ دوام (کیفیت)
۲۷	اگر مداخله ضروری تلقی شود، یکپارچگی و اصالت ساختمان باید در بافت تاریخی آن درک شده و هر اثر باید با اصول پذیرفته شده حداقل مداخله، (امکان) درمان مجدد، سازگاری و کاربرد مصالح تاریخی یا مشابه مطابقت داشته باشد. متخصصان حفاظت باید به دنبال حفظ اهمیت فرهنگی یک سازه درعین‌حال تأمین ایمنی انسان باشند (Michiels, 2015, 1060).	یکپارچگی و اصالت/ حداقل مداخله/ سازگاری/ اهمیت فرهنگی/ تأمین ایمنی
۲۸	هرگونه اقدامات تحکیم سازه‌ای باید با هدف بهبود عملکرد لرزه‌ای باشد. شناسایی راه‌حل‌هایی که سازگاری شیمیایی، دوام و تناسب مکانیکی را تضمین می‌کند، بسیار مهم است (Boostani *et al*., 2020, 82).	سازگاری شیمیایی/ دوام/ تناسب مکانیکی
۲۹	حداقل مداخلات با تعمیرات بومی به‌جای جایگزینی کلی سازه ترجیح داده می‌شود. عناصر سازه‌ای جدید که برای بازسازی، مرمت و تقویت ساختمان نیز ضروری هستند باید به وضوح متمایز شوند. مداخلات باید برگشت‌پذیر و سازگار با قسمت‌های اصیل باشد (Tsakanika & Charalambides, 2022, 798).	حداقل مداخله/ تمایز اقدام/ برگشت‌پذیری/ سازگاری

پالایش و مقوله‌بندی کدها

با توجه به تعدد کدهای اولیه مستخرج از برچسب‌گذاری یادداشت‌های جمع‌آوری شده از منابع پژوهشی، نیاز به پالایش و مقوله‌بندی کدها وجود دارد تا در ادامه امکان ارائه بهتر الگوهای موجود و همین‌طور تحلیل مناسب‌تر آن‌ها فراهم باشد. ازاین‌جهت کدهای اولیه مورد پالایش قرار گرفت و ۸۶ کد باز مورد شناسایی قرار

گرفت. سپس در طی کدگذاری محوری، این مفاهیم در قالب مقولات هجده‌گانه دسته‌بندی شدند. همچنین با دستیابی به ارتباط میان مقولات مذکور در خلال کدگذاری انتخابی، قواعد دوگانه راهنما شامل قواعد حفاظتی و قواعد فنی ارائه شد (جدول ۳).

جدول ۳. فرایند کدگذاری باز، انتخابی و محوری

مقوله‌بندی و پالایش کدها	کدگذاری انتخابی																		
	قواعد راهنمای حفاظتی								قواعد راهنمای فنی										
کدگذاری محوری کدگذاری باز	فظ ارزش میراثی	حفظ اصالت	حفظ سازگاری	حفظ یکپارچگی	حداقل مداخله	برگشت‌پذیری	هارمونی مداخله	خوانایی مداخله	تناسب حفاظتی	کارآیی سازه‌ای	تطابق وضع موجود	دوام (ماندگاری)	الزامات عملکردی	نگرش متوازن	قابلیت اجرا	قابلیت نگه‌داری	قابلیت کنترل	پیامدسنجی نهایی
اثربخشی سازه‌ای										*								
هزینه اقتصادی																		*
حفظ ارزش تاریخی	*																	
تأمین ایمنی لرزه‌ای										*								
وجود پشتوانه تجربی															*			
حداقل اقدام ممکن					*													
حفظ مصالح اصیل		*																
رفتار دینامیکی سازه											*							
تشابه کالبدی							*											
شرایط خاک محل											*							
زمینه کالبدی موجود											*							
تغییرات تاریخی سازه											*							
حداقل تأثیر ارزشی					*													
حفظ سازگاری فیزیکی			*															
وجود دانش فنّی															*			
وجود پشتوانه فرهنگی															*			
قابلیت عقب‌نشینی						*												
درک علل خسارت											*							
یکپارچگی هنری				*														
یکپارچگی تاریخی				*														
یکپارچگی کالبدی				*														
قابلیت تشخیص اقدام								*										
امکان کنترل اقدام																	*	
حفظ هندسه معماری		*																
حفظ فنون ساخت		*																
حفظ مصالح اصیل		*																

مقوله‌بندی و پالایش کدها	کدگذاری انتخابی																			
	قواعد راهنمای حفاظتی										قواعد راهنمای فنی									
کدگذاری محوری کدگذاری باز	فظ ارزش میراثی	حفظ اصالت	حفظ سازگاری	حفظ یکپارچگی	حداقل مداخله	برگشت‌پذیری	هارمونی مداخله	خوانایی مداخله	تناسب حفاظتی	کارآیی سازه‌ای	تطابق وضع موجود	دوام (ماندگاری)	الزامات عملکردی	نگرش متوازن	قابلیت اجرا	قابلیت نگه‌داری	قابلیت کنترل	پیامدسنجی نهایی
حفظ محتوای هنری		*																
حفظ الگوی کاربری		*																
حفظ الگوی سازه		*																
یکپارچگی فرهنگی				*														
امکان نگه‌داری اقدام																*		
قابلیت اطمینان سازه										*								
تداوم عملکرد سازه										*								
وضعیت سیستم سازه											*							
حفظ فرم سازه		*																
وجود رویکرد افزایشی					*													
درک علل خسارت											*							
جلب توجه کمتر								*										
دسترسی مصالح															*			
وجود منابع اطلاعاتی															*			
وجود منابع اقتصادی															*			
حفظ ارزش نمادین	*																	
حفظ ارزش اجتماعی	*																	
حفظ ارزش فرهنگی	*																	
حفظ ارزش معماری	*																	
حفظ ارزش استنادی	*																	
حفظ ارزش مذهبی	*																	
یکپارچگی شکلی				*														
سازگاری شیمیایی			*															
سازگاری هنری			*															
سازگاری مکانیکی			*															
عدم تحریف شواهد						*												
قابلیت اصلاح						*												
ویژگی زمین‌ساختی											*							
کیفیت مصالح و فنون												*						
حفظ ارزش آموزشی	*																	
قابلیت جمع‌آوری						*												

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقوله‌بندی و پالایش کدها	کدگذاری انتخابی																			
	قواعد راهنمای حفاظتی									قواعد راهنمای فنی										
کدگذاری محوری کدگذاری باز	فعا ارزش میراثی	حفظ اصالت	حفظ سازگاری	حفظ یکپارچگی	حداقل مداخله	برگشت‌پذیری	هارمونی مداخله	خوانائی مداخله	تناسب حفاظتی	کارآیی سازه‌ای	تطابق وضع موجود	دوام (ماندگاری)	الزامات عملکردی	نگرش متوازن	قابلیت اجرا	قابلیت نگه‌داری	قابلیت کنترل	پیامدسنجی نهایی
میزان خطر لرزه‌ای											*							
میزان اهمیت فرهنگی											*							
حداقل تغییرات سازه					*													
تشابه عملکردی							*											
هماهنگی با کلیت اثر							*											
پیامد کالبدی																		*
اثرات زیست‌محیطی																		*
یکپارچگی بصری				*														
یکپارچگی سازه‌ای				*														
حفظ ارزش علمی	*																	
ریخت‌شناسی اولیه		*																
حفظ نواقص ایمن		*																
یکپارچگی معمارانه				*														
حفظ ارزش هنری	*																	
خصوصیات مکانیکی		*																
شکل‌پذیری سازه											*							
سطح استحکام سازه											*							
تطابق اهداف حفاظتی									*									
حفظ سازگاری دمایی			*															
سازگاری رئولوژیکی			*															
نگرش متوازن														*				
حفظ ارزش سنت	*																	
پیامدهای اجتماعی																		*
حداقل سطح ایمنی					*													

تحلیل یافته‌های پژوهش

پس‌از طی فرایند کدگذاری، تحلیل یافته‌ها در چند سطح مختلف مدّنظر است. در ابتدا قواعد راهنمای مداخلات مرمتِ سازه در قالب دوگانهٔ مذکور به همراه زیرمجموعه‌های مربوط ارائه می‌شود. سپس فراوانی تکرار قواعد مذکور در محتوای مورد مطالعه، بررسی می‌شود تا میزان اهمیت آن‌ها ازاین‌طریق تا حدودی شفاف‌تر گردد و در ادامه روابط درونی میان قواعد راهنما براساس متون مورد بررسی به صورت یک چارچوب مفهومی قابل درک، ترسیم می‌شود. در نهایت با توجه به وجود برخی تعارض‌ها و تناقضات در رعایت این قواعد، چالش‌های کاربست

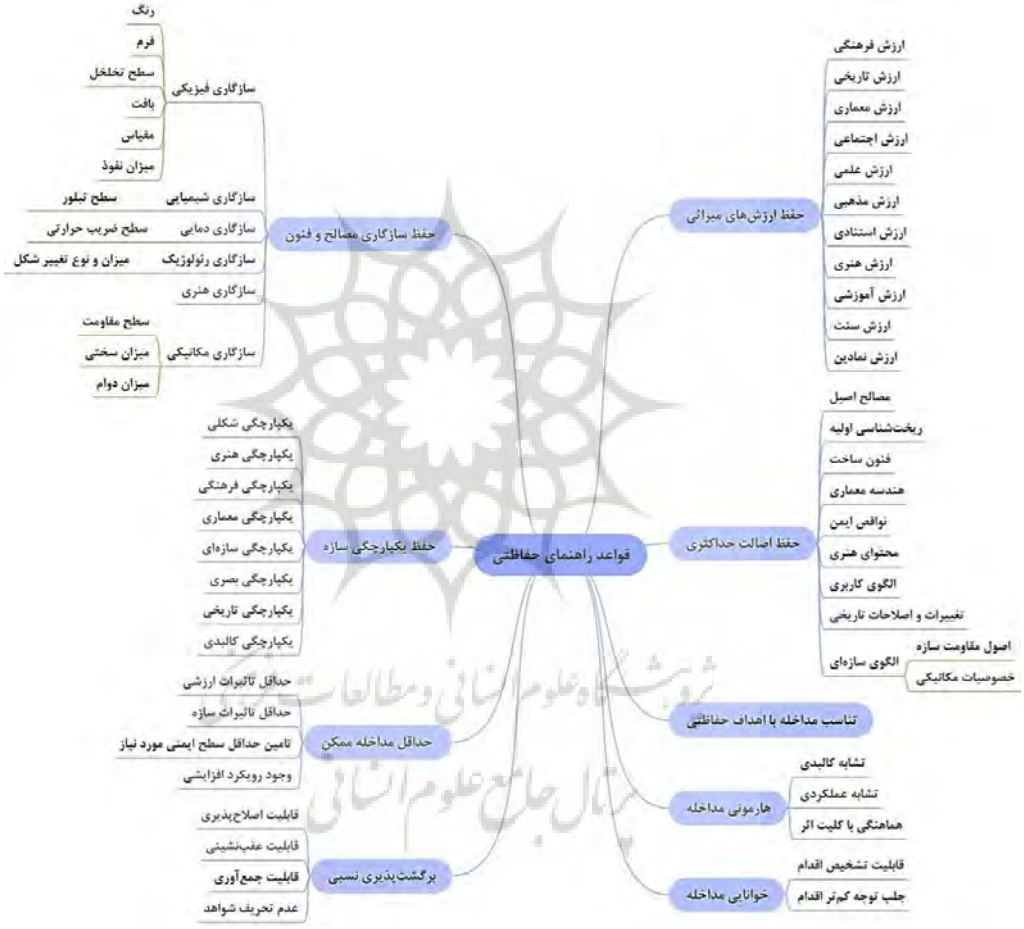
قواعد راهنما در تجربیات عملی صاحب‌نظران و راهکارهای برون‌رفت از آن‌ها ارائه می‌شود.

قواعد راهنمای حفاظتی

قواعد راهنمای حفاظتی مطرح شده شامل ۹ قاعدهٔ حفظ اصالت حداکثری، حفظ ارزش‌های میراثی، حفظ سازگاری مصالح و فنون، حفظ یکپارچگی، لزوم خوانایی مداخله، لزوم هارمونی مداخله، حداقل مداخله ممکن، برگشت‌پذیری نسبی و تناسب مداخله با اهداف حفاظتی است. حفظ اصالت حداکثری سازهٔ تاریخی در گرو حفظ مصالح اصیل، فرم و ریخت‌شناسی اولیه، فنون ساخت و برپایی سازه، هندسه، نواقص و تغییرشکل‌هایی که بخشی از تاریخ سازه شده‌اند و الزامات ایمنی را به مخاطره نمی‌اندازند، تزئینات و محتوای هنری اثر معماری، حذف و الحاقات صورت پذیرفته، کاربری اولیه و درنهایت ابعاد و ساختار سازه‌ای شامل استحکام، اصول مقاومت سازه و مشخصات مکانیکی سازه خواهد بود. همچنین در یک دسته‌بندی کلی می‌توان ارزش‌های میراثی را که در رابطه با سازه‌های تاریخی مورد توجه صاحب‌نظران هستند به ارزش‌های تاریخی، فرهنگی، معماری، آموزشی، اجتماعی، علمی، مذهبی، هنری، استنادی، سنت و نمادین تقسیم‌بندی نمود که با درک عمیق نسبت به ارزش‌های هر اثر و اولویت‌بندی و توازن میان آن‌ها می‌توان شیوه و نوع مداخلات مرمتِ سازه‌ای را روشن‌تر نمود. به‌طور کلی مداخله باید هدف خود را با کمترین آسیب به ارزش‌های میراثی تضمین کند. یکی‌از مباحثی که می‌تواند در این زمینه یاری‌رسان باشد، استفاده از مصالح و فنون سازگار در اقدامات مرمتی مرتبط با سازه‌های تاریخی است. سازگاری مصالح و فنون مداخلاتی جدید با مصالح و فنون اصیل سازه، وجوه مختلفی دارد: سازگاری فیزیکی (رنگ، فرم، سطح تخلل، میزان نفوذ، بافت و مقیاس)، سازگاری شیمیایی (سطح و نوع تبلور)، سازگاری رئولوژیکی (نوع تغییرشکل و ترک)، سازگاری دمایی (سطح ضریب حرارتی)، سازگاری مکانیکی (سطح مقاومت، میزان سختی و دوام) و سازگاری زیبایی‌شناسانه یا هنری از این جمله است. در مواردی که در تعامل با لزوم وجود سازگاری و حفظ اصالت حداکثری، وارد کردن کمترین تأثیر ممکن به یکپارچگی سازهٔ تاریخی ضرورت می‌یابد. حفظ یکپارچگی سازه نیز، جنبه‌های مختلف زیبایی‌شناسانه (هنری)، تاریخی، کالبدی، سازه‌ای، فرهنگی، شکلی، معمارانه و بصری را شامل می‌شود. به‌عنوان نمونه درمورد حفظ یکپارچگی هنری باید توجه نمود که «برای جلوگیری از خراب شدن محتوای هنری بر اثر آسیب محسوس یا تغییر شکل در سازه، ممکن است (تنها) میزانی از تقویت‌بخشی سازه‌ای[۱۱] لازم باشد» (Roca, 2011, 157)؛ اما گاهی ممکن است حساسیت و تلاش بیش‌از حد مرمّتگر در مسیر حفظ یکپارچگی سازه به‌صورت غیراصولی، باعث ایجاد تحریف در اثر شود. به منظور پرهیز از چنین وضعیتی، دو قاعده و رهنمود حفاظتی مورد تأکید، وجود دارد: نخست، «انجام مداخلات سازه‌ای به‌صورت مشابه (نظیر به نظیر) است. در حالت ایدئال، یک تیر چوبی باید با همان نوع چوب و یک دیوار آجری با نوع مشابه آجر تعمیر شود» (Forsyth, 2007, 16) تا از این طریق عملکردی مشابه به دست آید (Tolles *et al*., 2002, 8) و «جایگزینی قسمت‌های از دست رفته در هماهنگی با کلیت اثر باشد» (Penelis, 2002, 64). دومین مورد اینکه در عین نیاز به وجود هارمونی، مصالح مورد استفاده در مداخله با قسمت‌های اصیل، باید دارای تمایز کافی و قابل خوانایی باشند. به‌طوری که «درصورت نیاز به افزودنی‌ها، ازنظر رنگ، بافت، فرم و مقیاس هماهنگ باشند، اما نسبت به مصالح اصلی باید کمتر قابل توجه بوده و درعین‌حال قابل شناسایی باشند» (Feilden, 2003, 6).

درزمینه محدودیت سطح مداخلات نیز، می‌توان دو قاعده کلی اعمال حداقل مداخله ممکن و همین‌طور برگشت‌پذیری نسبی را مورد توجه قرار داد. درمورد حداقل مداخله، اتخاذ یک رویکرد افزایشی (Lourenco *et al*., 2015, 39) از کمترین سطح مداخله و افزایش آن به مرور، ممکن است، کارساز باشد اما توجه شود که «مداخلهٔ نهایی باید سطح ایمنی مورد نیاز سازه را درکنار اعمال کمترین تغییرات احتمالی را تأمین نماید»

(Hejazi & Saradj, 2014, 44). این تغییرات احتمالی شامل تحمیلِ کمترین تغییرات سازه‌ای (Tolles *et al*., 2003, 7) و کمترین تأثیرات احتمالی بر ابعاد ارزشی سازه می‌شود (Miltiadou-Fezans, 2016, 28). درمورد برگشت‌پذیری، رهنمودهایی ازجمله قابلیت جمع‌آوری (Hejazi & Saradj, 2014, 45; D Ayala & Forsyth, 2007, 10)، قابلیت عقب‌نشینی (Van Roy *et al*., 2015, 313) و قابلیت اصلاح یا بهبود (Penelis, 2002, 64) قابل طرح است؛ یعنی مداخلات در حالت ایده‌آل بهتر است قابل جمع‌آوری یا زدودن از سازه باشند و یا امکان عقب‌نشینی را به‌صورت نسبی برخوردار باشند و یا حداقل امکان اصلاح آن‌ها فراهم باشد. ویژگی و مزیت دیگر این‌گونه اقدامات این است که «با استفاده از مداخلات بازگشت‌پذیر، شواهد تاریخی و هنری به هیچ وجه تحریف نمی‌شوند» (Penelis & Penelis, 2020, 123). درنهایت به‌عنوان قاعده‌ای دیگر نیاز است که از تناسب اقدامات با اهداف حفاظتی اطمینان حاصل شود (شکل ۲).



شکل ۲. قواعد راهنمای حفاظتی مداخلات مرمتِ سازه در میراث معماری

قواعد راهنمای فنّی

طرح‌ریزی اقدامات مرتبط با تعمیر و تقویت‌بخشی سازه تا حد زیادی منوط به فهم سازه در وضعیت پیشین و فعلی آن و همچنین شرایط مورد انتظارِ آتی خواهد بود. پس لازم است پیش‌از مداخله، بررسی موشکافانه بر روی خطر لرزه‌ای قابل انتظار، شرایط خاک محل و رفتار دینامیکی آن تحت بارگذاری لرزه‌ای، تغییرشکل‌پذیری و استحکام اجزای سازه‌ای و مصالحشان، رفتار دینامیکی سیستم سازه‌ای تحت حرکت‌های قابل انتظار زمین (Gavrilovic

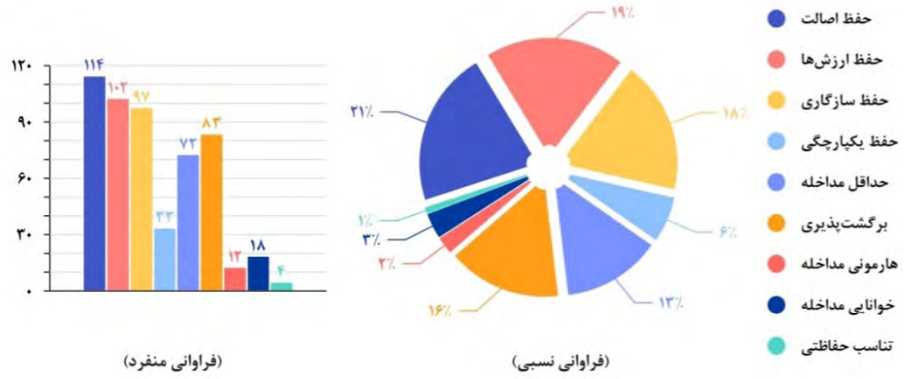
& Zelenkovska, 1995, 763)، زمینه کالبدی و فرهنگی، تاریخچه و تغییرات رخ داده در اثر (Tolles *et al.*, 2003, 6) و علل واقعی خسارت و تغییرات (Lourenco *et al.*, 2015, 39) ازطریق یک فرایند اصولی صورت پذیرد. سپس لازم است بررسی شود که مداخله برخی قابلیت‌ها را داشته باشد. ابتدا اینکه مداخله ازنظر فنّی امکان‌پذیر باشد، یعنی «دسترسی به مصالح و منابع مورد نیاز اقتصادی و اطلاعاتی، دانش فنّی و پشتوانه فرهنگی روش‌ها و فنون مورد استفاده به‌خصوص در گزینش روش‌های سنتی و مدرن و همچنین وجود تجربه کافی در اثبات روش‌های مدرن پیشنهادی باید مدّنظر قرار گیرد» (Croci, 1998, 79- 88; Rosado & Walliman, 2014, 588-589). در مرحله بعد باید اطمینان حاصل نمود که مداخله از اثربخشی کافی برخوردار است. «اثربخشی (کارآیی) یک مداخلهٔ سازه‌ای در وهلهٔ اول مرتبط با تأمین قابلیت اطمینان سازه ازطریق برآورد سطح ایمنی جانی کافی برای حفاظت از جان انسان‌ها است» (Roca, 2011, 161). کارآیی مداخله نمی‌تواند منوط به یک مقطع زمانی کوتاه باشد و مداخله باید از دوام کافی در سطح مصالح و فنون مورد استفاده برخوردار باشد، ازاین‌جهت توجه به کیفیت مداخله ضروری است. همچنین لزومِ وجود اثربخشی و دوام طولانی‌مدت اقدام مداخلاتی، ایجاب می‌کند که امکان نگه‌داری (Neumann, 2010, 75) و همین‌طور کنترل و پایش مداخله (Lourenco *et al.*, 2015, 41) در بازهٔ زمانی پس‌از اجرا فراهم باشد. با توجه به وجود حجم زیادی از حساسیت نسبت به عملکرد اقدامات مداخلاتی در طول زمان به‌نظر می‌رسد که لازم است پیش‌از اقدام یک پیامدسنجی جامع نسبت به مداخلهٔ سازه‌ای از جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی، کالبدی، زیبایی‌شناسانه و زیست‌محیطی صورت پذیرد. جدا از این باید توجه داشت که درحین برنامه‌ریزی جهت طراحی مداخلات مرمتِ سازه‌ای و پیش‌از هرگونه اقدام اجرایی بهتر است یک نگرش انعطاف‌پذیر و جامع توسط مرمّتگران اتخاذ شود. ازاین‌رو «نیاز است که اثر هم به‌صورت یک کل و هم به‌صورت اجزای منفرد مورد ارزیابی قرار گیرد» (Tolles *et al.*, 2003, 6).

شکل ۳. قواعد راهنمای فنی مداخلات مرمتِ سازه در میراث معماری

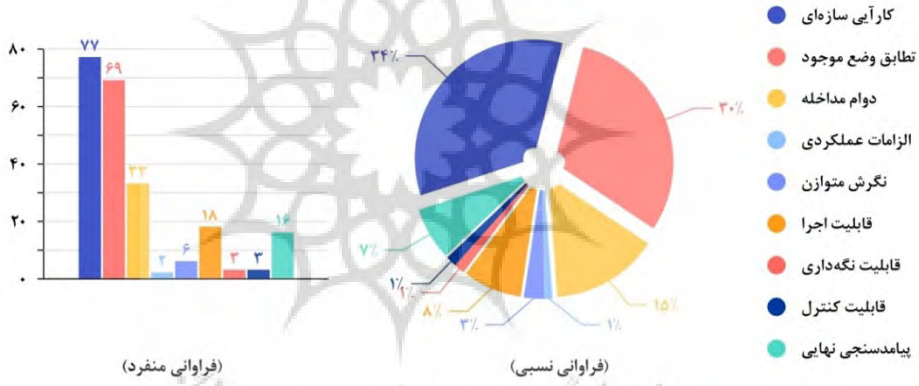
ارزیابی میزان فراوانی قواعد حفاظتی و فنّی

بررسی میزان فراوانی مقولات زیرمجموعه قواعد حفاظتی و فنّی نشان می‌دهد که درمیان قواعد حفاظتی

به ترتیب حفظ اصالت حداکثری و حفظ ارزش‌های میراثی و درمیان قواعد فنی به ترتیب کارآیی سازه‌ای و تطبیق با وضع موجود سازه بیشترین فراوانی را دارند. درواقع این‌گونه به‌نظر می‌رسد که درمیان قواعد راهنمای حفاظتی، حفظ اصالت و درمیان قواعد راهنمای فنّی برآورد کارآیی سازه‌ای اقدام بیشترین اهمیت دارند و در مرکز توجه قرار دارند. به نمودارهای توزیع فراوانی در شکل‌های (۴ و ۵) توجه نمایید.



شکل ۴. نمودارهای فراوانی نسبی و فراوانی منفرد قواعد راهنمای حفاظتی

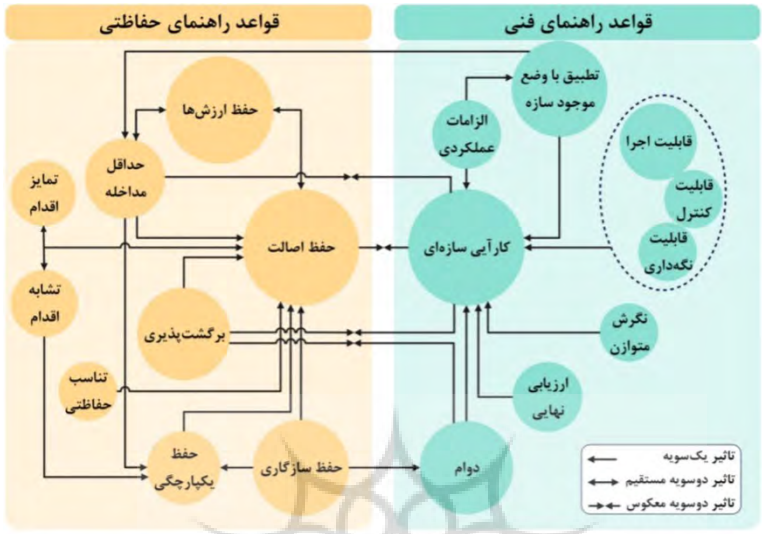


شکل ۵. نمودارهای فراوانی نسبی و فراوانی منفرد قواعد راهنمای فنی

چارچوب مفهومی قواعد راهنمای حفاظتی و فنّی

بررسی ارتباطات میان مفاهیم و مقولات مستخرج شده، امکان ترسیم یک چارچوب مفهومی را فراهم می‌نماید که در آن سه نوع ارتباط تعریف شده است. با ذکر مثال می‌توان گفت که تطبیق مداخله با وضعیت موجود سازه باعث افزایش کارآیی سازه‌ای آن می‌شود (ارتباط یک‌سویه)، حفظ ارزش‌ها در حفظ اصالت سازه مؤثر است و بالعکس (ارتباط دوسویه مستقیم) و مداخلات با امکان برگشت‌پذیری بیشتر احتمالاً دوام کمتری خواهند داشت و بالعکس (ارتباط دوسویه معکوس). مهم‌ترین نکات قابل ارائه در چارچوب مفهومی ارائه شده در شکل (۶) بدین شرح است که در تأیید آنچه از میزان فراوانی مفاهیم استخراج شد، بیشترین ارتباط و تأکید درمیان قواعد حفاظتی بر روی حفظ اصالت حداکثری است و درمیان قواعد فنّی این موضوع متوجه کارآیی سازه‌ای مداخله است. نکته دیگر اینکه بین این دو مفهوم یک رابطه دوسویه معکوس وجود دارد که نشان می‌دهد توجه به سطوح فراترِ کارآیی سازه‌ای مداخله ممکن است مداخلاتی را منجر شود که از اصالت سازه بکاهد و یا توجه

بیشتر به حفظ اصالت سازه احتمالاً منجر به مداخلاتی با سطوح ایمنی پایین‌تر می‌گردد. درواقع این موضوع و برخی روابط موجود دیگر در چارچوب مفهومی مذکور نشان از تعارض‌های دوگانهٔ درونی میان برخی قواعد راهنمای حفاظتی و فنّی را در رابطه با مداخلات مرمتِ سازه‌ای می‌دهد که چالش‌هایی را در مسیر مداخله ایجاد خواهد نمود.



شکل ۶. چارچوب مفهومی قواعد راهنمای (حفاظتی و فنی) مداخلات مرمتِ سازه‌ای

چالش‌های نظری مؤثر بر مداخلات مرمتِ سازه‌ای و راه‌کارهای برون‌رفت از آن‌ها

سه گونه مختلف این چالش‌ها که مورد توجه صاحب‌نظران واقع شده‌اند؛ شامل تعارض‌های ناشی از تقابل استانداردهای ایمنی و فلسفه حفاظت، چالش‌های ناشی ازبرخی تعارض‌های درونی میان قواعد راهنما و همچنین مسائل بیرونی تأثیرگذار بر این قواعد می‌گردند که در ادامه به همراه برخی مصادیق و نمونه‌ها و همین‌طور راهکارهای پیشنهادی چگونگی مرتفع نمودن آن‌ها شرح داده می‌شوند.

تعارض‌های میان استانداردهای ایمنی و فلسفه حفاظت

«تعارض‌های بین استانداردهای ایمنی و فلسفه حفاظت معمولاً از این واقعیت ناشی می‌شوند که نه تنها خود استانداردها بلکه رویه دستیابی به آن‌ها نیز بر پایه فرآیند، فنّاوری و مصالح مدرن، استوار است. درحالی که یک بنای تاریخی نه تنها به دلیل قدمت بلکه از همه مهم‌تر به‌دلیل منحصربه‌فرد بودنش، انحراف از معیار و ازاین‌رو تا حدی از استاندارد است که دارای ارزش است» (D Ayala & Forsyth, 2007, 6). نمونه‌هایی از این مورد در ادامه قابل ذکر هستند. نخست تأثیر ناشی از برآورد الزامات ایمنی بر سطح مداخله مرمتِ سازه‌ای است. درواقع «اعطای سطح ایمنی مطلوب به سازه در برخی موارد می‌تواند منجر به انجام مداخلات شدید جهت تقویت‌بخشی سازه شود که مغایر با مصالح و ویژگی‌های اصیل سازه‌ای آن است» (Roca, 2011, 157). «این مشکل یک مسئله پیچیده است و نیاز به یک ملاحظه دقیق در تمام مباحث تأثیرگذار بر ایمنی، در وهله اول یک فهم دقیق از رفتار سازه‌ای و سپس دقت زیاد در تصمیم‌گیری دارد. دسترسی به قوانین و توصیه‌های مختص به میراث معماری (جهت انطباق و بهره‌برداری) نیز کمک مثبتی خواهد نمود» (Croci, 1998, 80). راهکار دیگری که می‌تواند این معضل را تا حدودی مرتفع نماید، «نیاز به بازتعریف سطح ریسک[۱۲] برای استفاده

از بناهای تاریخی است که جامعه حاضر خواهد بود تا آن را درراستای حفاظت (از آن‌ها) بپذیرد» (D Ayala & Forsyth, 2007, 6). همچنین «از نقطه نظر مهندسی، راه‌حل بهینه را می‌توان با پیش‌بینی تعدادی از راه‌حل‌های جایگزین که قابلیت اطمینان درخواستی را برآورده می‌کنند، تعیین کرد و سپس یکی را انتخاب کرد که باعث تغییر کمتری در سازه می‌شود» (Roca, 2011, 158). مورد دیگر تأثیرات ناشی از مداخلات مرتبط با برآورد سطح ایمنی بر حفظ اصالت و ارزش‌ها است. چراکه «مرمتِ سازه‌ای به خودی خود هزینه بالفعلی را به اصالت و ارزش فرهنگی (اثر) وارد می‌کند و ازاین‌رو ضروری است که درک شود چه نوع استراتژی و فنّاوری جهت تقویت‌بخشی و تعمیر سازه‌ای طبق اصول حفاظت بیشتر قابل پذیرش است. با این وصف، کلیه اقدامات محتمل در رابطه با میراث فرهنگی باید مبتنی‌بر درک مناسب از اهداف نهایی حفاظت‌ومرمت باشد» (Hejazi & Saradj, 2014, 31). همچنین، «باید بررسی‌های بیشتری در ارتباط با رفتار سازه‌ای بنا مورد نظر قرار گیرد. درواقع وجود چنین داده‌های اضافی، می‌تواند از فرض‌های حفاظتی که باعث اعمال مداخلات بیشتر و تغییرات ناگریز در ارزش‌های معمارانه یادمان می‌شود؛ اجتناب کند» (Miltiadou-Fezans, 2008, 79). «در برخی موارد، حفاظت از ارزش میراث حتی ممکن است منجر به پذیرش سطح پایینی از قابلیت اطمینان نسبت به آنچه به‌طور ضمنی در استانداردها و کدهای طراحی سازه‌ای مرسوم است، شود. در این موارد، لازم است اقدامات موازی انجام شود تا عواقب شکست سازه‌ای بر مردم و محتوای هنری احتمالی محدود و کمینه گردد. به‌عنوان مثال، ممکن است امکان محدود کردن کاربری یا محدود کردن تعداد افراد حاضر در ساختمان در هر زمان خاص درنظر گرفته شود» (Roca, 2011, 162-163).

چالش‌های ناشی از برخی تقابل‌های درونی قواعد راهنما

این چالش‌ها حاصل برخی تناقض‌ها و معضلات درونی در قواعد نظری راهنما مطرح شده در پژوهش است که ممکن است درخلال طراحی و اجرای مداخلات مرمتِ سازه‌ای پیشِ‌روی مرمّتگران و مهندسان قرار گیرد. به‌عنوان نمونه، «مداخلات سازه‌ای باید معیارهای مرمتی مدرن مانند اصل اثربخشی (کارآیی) را رعایت نمایند؛ اما این مورد اغلب معیار برگشت‌پذیری را رد می‌کند یا در هر زمان اجازه انحراف از آن را می‌دهد» (Massarelli, 2008, 1465). تقسیم‌بندی راه‌کارهای پیشنهادی براساس برگشت‌پذیری (Penelis & Penelis, 2020, 119) و انتخاب موارد برگشت‌پذیرتر و همین‌طور توجه به درجاتی از برگشت‌پذیری مانند قابلیت اصلاح (Penelis, 2002, 64)، می‌تواند باعث تشخیص بهتر مداخلات با کارآیی مناسب و قابلیت برگشت‌پذیری نسبی شود. البته این موضوع در رابطه با تناقض موجود میان دوام و برگشت‌پذیری نیز صادق است. درواقع «هرگونه مداخله باید بادوام باشد؛ به‌عبارت دیگر، عملکرد سازه‌ای آن در طول مدت انتظار مداخله باید کم‌وبیش ثابت و قابل اعتماد باشد. بیشتر مصالح بادوام معمولاً منجر به مداخلاتی می‌شوند که برگشت‌پذیری محدودی دارند» (D Ayala & Forsyth, 2007, 10). در این زمینه، مداخلاتی مطلوب‌تر محسوب می‌شوند که هم دارای دوام مناسب باشند و هم امکان جمع شدن آن‌ها سهل‌تر و امکان‌پذیرتر باشد. راه‌کارهای مطرح شده فوق در این رابطه نیز تا حدودی کارساز خواهند بود.

مسئله دیگر اینکه مهندسان عموماً با کار دشواری برای طراحی حداقل مداخله سازه‌ای ممکن روبه‌رو هستند، درحالی که باید تضمین کنند که ساختمان در هنگام زلزله سقوط نمی‌کند و جان ساکنان آن را به خطر نمی‌اندازد. «نگه داشتن مداخلات در سطح حداقل مستلزم کاربرد یک رویکرد افزایشی است و مهم‌تر اینکه (مداخلات) با مطالعات تشخیصی متشکل از مطالعات تاریخی و بررسی‌های سازه و مصالح تناسب داشته باشند» (Lourenco *et al.*, 2015, 39).

همچنین یکی‌از مسائل بسیار مهم و تأثیرگذار بر مداخلات مرمتِ سازه‌ای، نحوه مواجههٔ تمهیدات نسبت به ارزش‌های هنری اثر مانند نقاشی‌ها دیواری است. در این زمینه، حفاظت‌گران، «باید اطمینان حاصل کنند که هرگونه مداخله جدید و استفاده از تکنیک‌های مدرن، نقاشی‌های دیواری با ارزش را به خطر نمی‌اندازد. مهندسان همواره باید با فروتنی زیاد عمل کنند، زیرا می‌دانند که تکنیک‌هایی که امروزه درست به‌نظر می‌رسند ممکن است در آینده نادرست محسوب شوند و بنابراین هریک از راه‌کارهای پیشنهادی باید بتواند برگشت‌پذیر باشد» (Grau *et al*., 2006, 4). همچنین «مداخلات بهتر است تا سطح مورد نیاز تقویت‌بخشی برای یادمان را بدون تأثیرات افراطی بر عناصر هنری آن، اصلاح نمایند» (Miltiadou-Fezans, 2016, 30).

مسائل بیرونی تأثیرگذار بر قواعد نظری راهنما

ارزیابی ایمنی در رابطه با مرمتِ سازه‌ای بسیار حائز اهمیت است؛ چراکه با مشخص کردن ضرورت، دامنه و مقیاس مداخلات احتمالی، مرحله تشخیص را به پایان می‌رساند. «اگر این مرحله اساسی از مطالعه حذف شود، هرگونه تفسیر یا راه‌حلی خودسرانه می‌شود و غالباً اقدامات غیرضروری با تقویت بیش‌از حد انتخاب می‌شوند که تاوانی برای کمبود دانش هستند» (Croci, 1999, 8). حتی ممکن است که طی کردن نادرست این گام‌ها باعث اقدامات دارای سطوح ایمنی ناکافی هم بشوند (Lourenco *et al*., 2015, 39). البته این معضل همواره ناشی از سهل‌انگاری احتمالی در مراحل تشخیص و ارزیابی ایمنی سازهٔ تاریخی نیست و گاهی ارزیابی ایمنی می‌تواند متأثر از وجود برخی نامعینی‌ها باشد. «ارزیابی ایمنی متأثر از دو نوع نامعینی است. نخست، نامعینی مربوط به داده‌های مورد استفاده (کنش‌ها، هندسه، تغییر شکل‌ها، خصوصیات مصالح و ...)، دوم، دشواری باز ارائه پدیده واقعی به یک روش دقیق و با یک مدل محاسباتی مناسب. ازاین‌رو جنبه‌های ذهنی درگیر در مطالعه و ارزیابی بنای تاریخی ممکن است منجر به نتیجه‌گیری از قابلیت اطمینان نامشخص شوند» (Lourenco *et al*., 2015, 39-40). جهت رفع مشکلات این‌چنینی می‌توان با ترکیب رویکردهای کمی و کیفی جهت ارزیابی سازه، میزان نامعینی‌ها را کاهش داد و تصمیمات حفاظتی را براساس تشخیص دقیق‌تر و ارزیابی مناسب‌تر سطح ایمنی اتخاذ نمود.

یکی‌از مسائل دیگر مرتبط با این بخش موضوع چگونگی تأمین منابع مالی جهت اقدامات حفاظتی است که می‌تواند مداخله را نیز تحت تأثیر قرار دهد. «تأمین منابع مالی توسط بانک‌ها و یا بخش‌های خصوصی مختلف ممکن است باعث این موضوع شود که برنامه حفاظت مورد تعجیل واقع شده و نتایج فوری‌تری از آن انتظار برود. ازاین‌رو ممکن است باعث شود تا مکانیزم و تعادل سازه تاریخی که طی قرون متمادی به دست آمده است به درستی درک نشود و مداخلات غیر سازمان یافته جهت اعمال پیشنهاد شوند» (Turer, 2010, 41). اعمال مداخلات متفاوت با میزان تقویت‌بخشی بیشتر درنتیجه انتظارات سرمایه‌گذاران جهت کاربری غیراصولی در بنای تاریخی یا حتی گاهی حذف برخی بخش‌های مداخله به‌دلیل کمبود منابع مالی می‌تواند پیامدهایی از این مسئله باشد؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد که تأمین مالی مناسب پروژه از منابع پایدار و بدون تحمیل فشارهای جانبی می‌تواند این چالش را تا حدود زیادی مرتفع نماید.

جدول ۴. چالش‌های نظری مرتبط با مداخلات مرمتِ سازه و راهکارهای پیشنهادی

ردیف	نوع چالش‌ها	مصادیق	راهکارها
۱	تعارض میان استانداردهای ایمنی و فلسفه حفاظت	• برهم‌کنش میان سطح ایمنی و سطح مداخله سازه‌ای	• ایجاد مجموعه‌ای متفاوت از استانداردها و فرایندها درراستای ارزیابی و انطباق سازه‌های میراثی • بازتعریف سطح ریسک برای حفاظت سازه‌های تاریخی • ملاحظه در مباحث تأثیرگذار بر ایمنی (فهم دقیق از رفتار سازه‌ای و دقت زیاد در تصمیم‌گیری) • پیش‌بینی تعدادی از راه‌حل‌ها با هدف برآورد قابلیت اطمینان و اعمال یکی با کمترین حد تغییر در سازه
		• تأثیرات اقدامات مرتبط با برآورد سطح ایمنی بر حفظ اصالت و ارزش‌ها	• جمع‌آوری داده‌های دقیق‌تر و عمیق‌تر جهت پیشگیری از اعمال مداخلات مبتنی بر فرض‌های حفاظتی • اعمال سطوح پایین‌تری از قابلیت اطمینان و درنظر گرفتن تمهیدات موازی جهت کمینه نمودن احتمال شکست سازه‌ای
۲	تقابل درونی برخی قواعد راهنمای نظری	• تناقض میان دوام و برگشت‌پذیری	• توجه به درجاتی از برگشت‌پذیری تحت عنوان قابلیت جمع‌آوری، قابلیت عقب‌نشینی و قابلیت اصلاح • دسته‌بندی راه‌کارهای پیشنهادی بر اساس میزان برگشت‌پذیری
		• تناقض میان کارآیی و برگشت‌پذیری	
		• محدودیت‌های ناشی از حفظ محتوای هنری بر میزان و نوع مداخله	• فروتنی در اتخاذ راهکارهای مدرن و توجه به برگشت‌پذیری نسبی اقدامات • جلوگیری از اعمال مداخلات دارای تأثیرات افراطی بر اصالت و یکپارچگی شکلی محتوای هنری
		• دشواری تشخیص حداقل مداخله	• استفاده از رویکرد افزایشی از پایین به بالا برای تشخیص حداقل مداخله ممکن • تناسب مداخلات با مطالعات تشخیصی ترکیبی
۳	مسائل بیرونی تأثیرگذار بر قواعد راهنما	• قضاوت ضعیف در ارزیابی ایمنی ناشی از وجود نامعینی‌ها و کمبود دانش	• تشخیص و ارزیابی ایمنی مبتنی‌بر ترکیب رویکردهای کمی و کیفی با طی گام‌های اصولی
		• تأثیر مسائل اقتصادی بر سطح مداخله	• تأمین مالی پروژه از منابع پایدار و بدون فشارهای جانبی

جمع‌بندی

چگونگی مواجههٔ اصولی و علمی با مواریث تاریخی درزمینه حفاظت‌ومرمت و نحوهٔ طراحی و اجرای اقدامات مرمتی در رابطه با آن‌ها به‌دلیل ضرورت حفظ ارزش‌ها و ابعاد شخصیتی اصیل اثر، عموماً با پیچیدگی‌های متعددی روبه‌رو است. به‌نظر می‌رسد که این پیچیدگی‌ها در ارتباط با برخی اقدامات مداخلاتی حفاظتی مانند مداخلات مرمتِ سازه‌ای در میراث معماری وجوه گسترده‌تری را نیز شامل می‌شوند. به بیان بهتر، مداخلات مرمتِ سازه‌ای به‌دلیل ماهیت چندوجهی بسترِ مداخله (اثر معماری)، مشارکت متخصصانی با رویکردها و دغدغه‌های متفاوت مانند مهندسان سازه در ارائه راهکارهای مداخلاتی و همچنین امکان وقوع پیامدهای جبران‌ناپذیری چون رخداد مخاطرات جانی برای کاربران و از دست رفتن کلیت اثر درصورت اتخاذ رویکردهای مداخلاتی نامناسب، از دشواری‌ها و ابهامات بیشتری در فرایند طراحی و اجرا برخوردار هستند. جهت رفع نسبی این پیچیدگی‌های مرتبط با مرمتِ سازه، وجود مبانی نظری قابل اتکا می‌تواند یاری‌رسان مرمّتگران و دیگر متخصصان مرتبط باشد. چراکه مبانی نظری، چارچوبِ دستیابی به مداخلات اجرایی را

برای دست‌اندرکاران شفاف‌تر می‌نماید. در این زمینه، برخی توصیه‌های اولیه درخلال اسناد فرادستی حوزه حفاظت‌ومرمت قابل بیان هستند که به‌نظر می‌رسد که دلایلی همچون تعدد این اسناد، وجود سطحی از کلی‌نگری نسبت به توصیه‌های مطرح شده در آن‌ها و همین‌طور وجود میزانی از عدم شفافیت در رابطه با برخی از اصول باعث شده تا مبانی نظری و نحوهٔ اتکا بر آن در این زمینه چندان جدی گرفته نشود. ازطرف‌دیگر متخصصان درگیر به ویژه مهندسین سازه از آشنایی کافی با اصول برخوردار نبوده و دغدغه‌های متفاوتی را نسبت به حفاظت‌گران در رابطه با سازهٔ تاریخی دنبال می‌کنند که در تعارض با این اصول است. ازاین‌جهات، نحوه اتصال مناسب مبانی نظری به مداخلات اجرایی در بستر مرمتِ سازه‌ای میراث معماری می‌تواند زمینه‌ای را جهت پژوهش فراهم نماید که مورد نظر قرار گرفت. به‌منظور درک جهت‌گیری مناسب در این زمینه و البته شناخت مسائل و مشکلات پیشِ‌روی این مسیر، آرا و رهنمودهای صاحب‌نظران با توجه به مشارکت توأمان ایشان در مباحث و پژوهش‌های نظری و همچنین تجارب اجرایی مرمتِ سازه ازطریق منابع مکتوب، بررسی شد. ازاین‌طریق، تلاش شد تا برخی قواعد نظری راهنما در رابطه با مداخلات مرمتِ سازه در میراث معماری ارائه شود، همچنین چالش‌ها و تناقض‌های احتمالی مرتبط با کاربرد برخی از این قواعد که درحوزه مرمتِ سازه‌ای پیامدهایی را برای طراحی و اجرای اصولی مداخلات به دنبال دارند؛ ذکر شد و راه‌کارهای پیشنهادی رفع این چالش‌ها جهت اتصال مناسب‌تر مباحث نظری به مداخلات اجرایی نیز مورد واکاوی قرار گرفت.

قواعد نظری راهنما در دو دسته قواعد راهنمای حفاظتی شامل حفظ ارزش‌های میراثی، حفظ اصالت حداکثری سازه، سازگاری مصالح و فنون، حفظ یکپارچگی سازه، تناسب مداخله با اهداف حفاظتی، هارمونی اقدام با بخش‌های اصیل، امکان خوانایی اقدام، اعمال حداقل مداخله ممکن و برگشت‌پذیری نسبی مداخله و همچنین قواعد راهنمای فنّی شامل لزوم تطبیق‌پذیری اقدام با وضع موجود، لزوم امکان‌پذیری اقدام، لزوم وجود نگرش متوازن، وجود قابلیت کنترل مداخله، وجود قابلیت نگه‌داری مداخله، سطح کارآیی (اثربخشی) سازه‌ای، میزان دوام مداخله و پیامدسنجی اقدام از وجوه مختلف کالبدی، اقتصادی و ... ارائه شد. همچنین چالش‌های موجود در مسیر توجه و کاربرد برخی‌از این قواعد راهنما، شامل سه گروه کلی تعارض‌های ناشی از عدم تطابق استانداردهای ایمنی و فلسفه حفاظت، تعارض‌ها و محدودیت‌های درونی مرتبط با برخی قواعد راهنما و همچنین چالش‌های منتج از مسائل بیرونی مانند فشارهای تحمیلی ناشی از تأمین‌کننده‌های منابع مالی می‌شوند. برخی راهکارهای کلی می‌توانند با مرتفع نمودن این مسائل، مسیر را جهت رعایت هرچه بیشتر قواعد و اصول راهنما فراهم نمایند که از آن جمله می‌توان به ارائه قواعد و استانداردهای مختص ارزیابی سازه‌های تاریخی، انجام مطالعات تشخیصی دقیق و با استفاده از بررسی‌های ترکیبی، لزوم توجه به درجاتی قابل لمس‌تر ازبرخی از اصول مانند برگشت‌پذیری ازقبیل قابلیت اصلاح، جمع‌آوری و یا عقب‌نشینی، استفاده از رویکردهای افزایشی از پایین به بالا جهت تشخیص حداقل مداخله، اعمال کمترین تغییرات بر تزئینات هنری با محدود نمودن مداخله سازه‌ای و درنظر گرفتن تمهیدات تکمیلی درکنار آن (محدودیت تعداد بازدیدکننده)، اشاره نمود.

پی‌نوشت‌ها

1. Structural interventions
2. Structural restoration
3. Rome declaration
4. Charters

5. Convention
6. ICOMOS (International Council on Monuments and Sites)
7. Seismic optimization
8. UNESCO (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)
9. ICRROM (The International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property)
10. GCI (Getty Conservation Institute)
11. Structural reinforcement
12. Risk level

فهرست منابع

- ابوئی، رضا، رحیمی، حسین‌علی و پارسائی، علیرضا (۱۳۹۶). نارسایی‌های موجود در فرایند بهسازی لرزه‌ای ابنیه تاریخی. نشریه باغ نظر،۱۴(۴۸)، ۵۷-۶۸.
- آصفی، مازیار و رادمهر، مهسا (۱۳۹۳). ارتقای بهسازی میراث کالبدی، درحوزه فنّی و مرمت معماری با رویکرد تفاهم بخشی دو دیدگاه. مطالعات شهر ایرانی اسلامی، ۱۶، ۲۹-۴۱.
- امین‌پور، احمد، اسدی، صابر و باشتنی، پریساسادات (۱۳۹۹). نقدی بر مداخلات گفتمان مهندسی در سد تاریخی کریت-طبس (تبیین رویکرد گفتمان مهندسی به بناهای تاریخی). معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، ۱۳(۳۱)، ۱۹-۲۹.
- امین‌پور، احمد و عباسی هرفته، محسن (۱۳۹۰). اصل حداقل مداخله، چالش پیش‌روی مداخلات حفاظتی در میراث فرهنگی، کشف و تبیین کاستی‌ها و نواقص اصل مذکور با رویکردی نظری به آراء موجود در این حوزه. نشریه مرمت و معماری ایران، ۱(۱)، ۶۹-۸۲.
- ذات اکرم، وحید و زمانی‌فرد، علی (۱۴۰۲). دستیابی به مؤلفه‌های ارزیابی و گزینش روش مناسبِ مداخله مرمتی در میراث معماری مبتنی بر اسناد بین‌المللی حفاظت. معماری و شهرسازی ایران، ۱۴(۲)، ۹۵-۱۱۵.
- کروچی، جورجو و یومانس، داوید (۱۳۸۳). توصیه‌هایی برای تحلیل، حفاظت‌ومرمتِ سازه‌ای میراث معمارانه. (مترجم: باقر آیت‌الله‌زاده شیرازی). اثر، ۳۶ و ۳۷، ۲۲۹-۲۴۴.

- Blondet, M., Neumann, J. V., Tarque, N., Soto, J. P., Sosa, C. R., & Sarmiento, J. P. (2016). Seismic protection of earthen vernacular and historical constructions. In Van Balen, k.; Verstrynge, E (Eds.), *Structural Analysis of Historical Constructions: Anamnesis, Diagnosis, Therapy, Controls,* (3-14). USA: CRC Press.
- Boostani, A., Misseri, G., Rovero, L., & Tonietti, U. (2020). The consolidation strategy of the Noh Gonbad Mosque vestiges in Balkh (Afghanistan). *Procedia Structural Integrity*, 29, 79-86.
- Čaušević, A., Akšamija, L. C., & Rustempašić, N. (2019). Seismic Performance and Recommendation of structural intervention on Masonry Heritage clock towers: Representative Examples in Bosnia and Herzegovina. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 603(2), 1-10.
- Čaušević, A., Rustempašić, N., Akšamija, L. C., & Avdić, D. (2020). Structural analysis of Gradačac Clock Tower aiming towards Intervention in Preserving Authenticity. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *960*(2), 1-11.
- Croatto, G., Turrini, U., & Bertolazzi, A. (2016). Criteria and guidelines about structural reversibility for reinforced concrete historical buildings refurbishment. *Journal of Architectural Conservation*, *22*(3), 189-198.
- Croci, G. (2000). General methodology for the structural restoration of historic buildings: the cases of the Tower of Pisa and the Basilica of Assisi. *Journal of Cultural Heritage,* 1(1), 7-18.
- Croci, G. (1998). *The conservation and structural restoration of architectural heritage* (Vol. 1). UK: WIT Press.
- D'Ayala, D., & Forsyth, M. (2007). What is conservation engineering? In Forsyth, M (Eds.), *Structures & Construction in Historic Building Conservation* (1-11)*,* USA: Blackwell Publishing Ltd.
- Feilden, B. M. (2003). *Conservation of Historic Buildings*. London: Routledge.

- Forsyth, M. (Ed.). (2007). *Structures & construction in historic building conservation* (Vol. 3). London: Blackwell.
- Friedman, D., & Yeomans, D. (2015). Conservation engineering toolbox: Practice codes and standards. *Iscarsah newsletter*, 32-38.
- Gavrilovic, P., & Zelenkovska, V. (1995). Seismic strengthening of historic monuments and experimental investigations. *Annali di geofisica*, 38 (5-6), 763-773.
- Grau, P. N., Neumann, J. V., & Beas, M. (2006). Seismic retrofitting guidelines for the conservation of doctrinal chapels on the Oyon Highlands in Peru. In Hardy, M.; Cancino, C. and Ostergren, G. (Eds.), *Proceedings of the Getty Seismic Adobe Project 2006 Colloquium* (135-143). Los Angeles: Getty Conservation Institute.
- Harun, S.N. (2011). Heritage building conservation in Malaysia: Experience and challenges. *Procedia Engineering*, 20, 41-53.
- Hejazi, M., & Saradj, F. M. (2014). *Persian architectural heritage: architecture, structure and conservation*. UK: WIT press.
- ICOMOS (1983). *Appleton Charter for the Protection and Enhancement of the Built Environment*. Ottawa, Canada.
- ICOMOS (2003). *Charter of Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage*. Adopted by the ICOMOS 14th General Assembly. Victoria Falls, Zimbabwe.
- Kangwa, J., Ebohon, O., Haupt, T., & Olubodun, F. (2019). Perceptibility of barriers and threats to successful and sustainable restoration of Heritage Buildings. A perspective of UK's heritage practitioners. In *The 13th Built Environment Conference* (369-388). Durban: Association of Schools of Construction of Southern Africa.
- Lourenço, P. B. (2006). Structural restoration of monuments: recommendations and advances in research and practice. In Abdel Hamid, A. (Eds.), *Proceedings of The First International Conference on Restoration of Heritage Masonry Structures*, Cairo: Supreme council af Antiquities.
- Lourenço, P. B. (2013). Conservation of cultural heritage buildings: methodology, practice and challenges. *XII Latin American Congress of Construction Pathology and XIV Congress of Quality Control in Construction, Colombia*: RILEM.
- Lourenço, P. B., Varum, H., Vasconcelos, G., & Rodrigues, H. (2015). Structural conservation and vernacular construction. In Varum, H.; Correia, M.; Lourenco, P. (Eds.), *Seismic retrofitting: learning from vernacular architecture* (37-42). USA: CRC Press.
- Massarelli, M, T. (2008). Structural analysis and restoration of the *Guglia Della Madonna di Bitonto*. In DAyala, D; Fodde, E. (Eds.), *Structural Analysis of Historic Construction: Preserving Safety and Significance, Two Volume Set* (1461-1465). USA: CRC Press.
- Michiels, T. L. (2015). Seismic retrofitting techniques for historic adobe buildings. *International Journal of Architectural Heritage*, 9(8), 1059-1068.
- Mileto, C., & Vegas López-Manzanares, F. (2022). Earthen architectural heritage in the international context: values, threats, conservation principles and strategies. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development,* 12(2), 192-205.
- Mileto, C., & Vegas, F. (2017). Preserving Heritage with Tomorrow›s Technologies: Trials, Errors, and Criteria. *APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology*, 48(1), 32-39.
- Miltiadou-Fezans, A. (2008). A multidisciplinary approach for the structural restoration of the Katholikon of Dafni Monastery in Attica Greece. In *Structural Analysis of Historic Construction: Preserving Safety and Significance, Two Volume Set* (91-108). USA: CRC Press.

- Miltiadou-Fezans, A. (2016). Design in process, multidisciplinarity and synergy: Key issues of the structural restoration of Daphni Monastery. In DAyala, D.; Fodde, E. (Eds.), *Structural Analysis of Historical Constructions: Anamnesis, Diagnosis, Therapy, Controls* (23-34). USA: CRC Press.
- Okten, B. B., Okten, M. S., Haydaroglu, C., & Bevzoni, G. (2016). Structural engineering perspective on historic building restoration. In Komurlu, R., Gurgun, A., Singh, A. and Yazdani, S. (Eds.), *the First European and Mediterranean Structural Engineering and Construction Conference* (583-587), Istanbul: ISEC Press.
- Paradiso, M., Garuglieri, S., & Ferrarini, V. (2020). The Convent of Santa Teresa de Jesús in Havana: analysis, consolidation and restoration for the New Museum of Sacred Art. *Procedia Structural Integrity*, 29, 87-94.
- Penelis, G. G. (2002). Structural restoration of historical buildings in seismic areas. *Progress in Structural Engineering and Materials*, *4*(1), 64-73.
- Penelis, G. G., & Penelis, G. G. (2020). *Structural Restoration of Masonry Monuments: Arches, Domes and Walls*. USA: CRC Press.
- Roca, P. (2021). The ISCARSAH guidelines on the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage. In Roca, P., Pela, L. and Molins, C. (Eds.), 12th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions (1629-1640). Spain: CIMNE.
- Roca, P. (2011). Restoration of historic buildings: conservation principles and structural assessment. *International Journal of Materials and Structural Integrity*, *5*(2-3), 151-167.
- Rosado C., M., & Walliman, N. S. R. (2014). Defining criteria for intervention in earthen-built heritage conservation. *International Journal of Architectural Heritage*, *8*(4), 581-601.
- Rouhi, J. (2017). *Conservation and Restoration of Adobe Architectural Heritage of Bam Citadel (Iran), Affected by the 26 December 2003 Bam Earthquake: Problems and Issues*. Dissertation for receiving PhD, School of Architecture, Universita degli Studi di Napoli Federico II.
- Saradj, F. M., Pilakoutas, K., & Hajirasouliha, I. (2017). Prioritization of interventions for strengthening architectural heritage. *Urbanism. Arhitectura. Constructii*, *8*(3), 283.
- Smars, P., & Patrício, T. (2016). Ethical questions around structural interventions in archaeological sites. In Van Balen, K., Verstrynge, E. (Eds.), *Structural Analysis of Historical Constructions: Anamnesis, Diagnosis, Therapy, Controls* (986-993). USA: CRC Press.
- Sofronie, R. (2018). *Intervention methods*. In Proceedings of the First International Workshop on Restoration and Strengthening of Historical Structures, Iranian Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organisation, ISCARSAH, Tehran, Iran.
- Theodossopoulos, D. (2012). *Structural design in building conservation*. London: Routledge.
- Tolles, E. L., Kimbro, E. E., & Ginell, W. S. (2003). *Planning and engineering guidelines for the seismic retrofitting of historic adobe structures*. USA: Getty Publications.
- Tolles, E. L., Kimbro, E. E., Webster, F. A., & Ginell, W. S. (2000). *Seismic stabilization of historic adobe structures: Final report of the Getty seismic adobe project*. USA: Getty Publications.
- Tsakanika, E., & Charalambides, S. (2022). *The Restoration Proposal for the 4- storey Load Bearing Timber Structure of Matsopoulos Wheat Mill in Trikala (Greece)*. In Mazzolani, F., Vayas, I. (Eds), Protection of Historical Constructions: Proceedings of PROHITECH 20214 (790-803). New York: Springer.
- Turer, A. (2010). Conservation of Heritage Structures in Turkey: Practice and Difficulties. *Advanced Materials Research,* 133, 31-42.

- Van Roy, N., Verstrynge, E., & Van Balen, K. (2015). Quality management of interventions on historic buildings. *Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture*, 14, 313-324.
- Vargas Neumann, J. (2010). The conservation of earthen architectural heritage in seismic areas. *Advanced Materials Research,* 133, 65-77.
- Warren, J. (2004). Conservation of structure in historic buildings. *Journal of architectural conservation, 10*(2), 39-49.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Architecture and Urban Planning. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نحوه ارجاع به این مقاله

ذات‌اکرم، وحید و زمانی‌فرد، علی (۱۴۰۳). قواعد و چالش‌های نظری مؤثر بر مداخلات مرمتِ سازه‌ای میراث معماری. *نشریه علمی نامه معماری و شهرسازی*، ۱۷(۴۵)، ۱۰۵-۱۳۲.

DOI: 10.30480/aup.2024.5115.2097
URL: https://aup.journal.art.ac.ir/article_1315.html

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Received: 20 November, 2023 | Accepted: 12 April, 2024 | Published: 21 December, 2024

Journal of Architecture and Urban Planning, 17(45), 105-132
DOI: 10.30480/aup.2024.5115.2097
Document Type: Research Paper

Theoretical Guidelines and challenges affecting the interventions of structural restoration in architectural heritage

Vahid Zatakram
Ph.D. in Restoration and Conservation of Historical Buildings and Urban Fabrics, Faculty of Conservation and Restoration, Iran University of Art, Tehran, Iran

Ali Zamanifard
Associate Professor, Department of Restoration and Conservation of Historical Buildings and Urban Fabrics, Faculty of Conservation and Restoration, Iran University of Art, Tehran, Iran (Corresponding Author)

Abstract

Interventions related to the structural restoration of architectural heritage, which aim to both protect human lives and preserve cultural property, can create more and broader risks compared to other types of restorative interventions for continuity of the historic buildings and the safety of their users. Therefore, designing and implementing structural interventions based on clear and applicable theoretical foundations becomes necessary. However, it seems that the existence of a level of overview of theoretical issues and a lack of clarity in the understanding and applying guiding principles have confused the restorers and structural engineers. This confusion complicates establishemnt of a proper connection between the theoretical topics and practical interventions. From this point of view, the research has investigated the written recommendations of the experts in this field in order to find applicable guidelines and recognize the challenges facing their proper application in connection with structural interventions of architectural heritage. The experts selected for this study have an international reputation in related fields, practical experience and have authored Authentic written research on this topic. The research is applied in terms of purpose and follows a qualitative approach. The required data was obtained through library studies relying on the written sources of selected experts, and the data analysis has been done based on the content analysis of these sources and with the help of the software analysis technique with MaxQDA software. The research results include a) conservative and technical guidelines related to the proper orientation of structural interventions, b) the challenges of applying these theoretical guidelines and c) solutions to overcome these challenges. Conservation guidelines include conservation of values, maximum conservation of authenticity, compatibility of materials and techniques, conservation of structural integrity, compliance with conservation goals, balance of attitude, degree of similarity of action, distinctiveness of action, minimum possible intervention and relative reversibility of action. Technical guidelines can also be divided into key aspects: adaptability to the status qua, structural efficiency, feasibility, controllability, maintainability, durability of intervention and the final outcome measurement of the action. Also, the challenges facing the application of these guidelines are divided into three categories: 1) challenges affected by the contradiction between the philosophy of conservation and the requirements related to the safety level, 2) internal conflicts between some of the conservative guidelines and 3) the challenges caused by the impact of some external issues such as financial resources on interventions. To overcome these challenges proper structural restoration should be presented with attention to points such as the need to review and establish specific standards and risk levels for historical structures, perform accurate and combined diagnostic studies before deciding, exercising humility in choosing less destructive modern solutions with greater reversibility, using an incremental approach to determine the minimum possible intervention, applying lower levels of reliability and considering parallel arrangements to minimize the possibility of structural failure and use sustainable financial resources without applying external pressures.

Keywords: Conservation and restoration of architectural heritage, theoretical foundations of restoration, restorative intervention, structural restoration