The use of short-range photogrammetry in the damage analysis of the wooden roof of Kazeronian historical house in Shiraz

Maryam Shirvani [1*], Sara Zareiyan Jahromi [2]

1 Assistant Professor, Shiraz university of Arts, Shiraz, Iran.

2 M.A Restoration of Historical Buildings, Shiraz university of Arts, Shiraz, Iran.

Abstract

Documenting is an important and significant part in the field of conservation and restoration of historical monuments. The information obtained in this process can play a significant role in how to deal with emergency protection methods. In the past, most of the documenting process was done manually, which could be accompanied by various errors. With the arrival of new technologies, various methods were investigated and evaluated in this case. Historical buildings built in Iran have various characteristics and different arrays are used in the decoration of these buildings. One of the best examples of these decorations is the wooden ceilings, which were used in historical buildings, especially during the Qajar period in Shiraz, and suffered various damages. The purpose of this research is to make a detailed pathological study of the changes applied to the wooden ceilings known as Marjoek in the Kazeronian house in Shiraz, which are decorated with paintings. The main question raised is what the best way of is documenting the damage of this category of works and whether short-range photogrammetry can be effective in this field. The research method is applied and experimental. Which has been evaluated using survey and field research. The results obtained state that the use of photogrammetry is a safe method that is very effective in damage imaging and can show the amount of changes made in the main structure of wood. In this method, the degree of bending and change of the wooden beams of the roof of Kazeronian house was evaluated and analyzed, and then the best method for strengthening and restoring the effect to its original state was selected and used.

Keywords: Short Range Photogrammetry, Wooden Roof, Marjuek, Shiraz.

Knowledge of Conservation and Restoration

Vol. 7(2) No.20

September 2024

https://kcr.richt.ir

Pages: 79 to 86

Corresponding Author

Maryam Shirvani

Assistant Professor, Shiraz university of Arts, Shiraz, Iran.

Email

M_shirvani@shirazartu.ac.ir

Copyright © 2020,Knowledge of Conservation and Restoration. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0. International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

کاربرد فتوگرامتری برد کوتاه در آسیب‌نگاری سقف چوبی مرجوئک خانه تاریخی کازرونیان شیراز

مریم شیروانی[1*]، سارا زارعیان جهرمی [2]

۱. استادیار، عضو هیئت‌علمی گروه مرمت، دانشگاه هنر شیراز، ایران.

۲. کارشناس ارشد مرمت، مدرس دانشگاه هنر شیراز، ایران.

چکیده

بناهـای تاریـخی سـاخته شـده در ایـران دارای ویژگی‌هـای گوناگـونی بـوده و از آرایه‌هـای مختلـف در تزئینـات ایـن بناهـا اسـتفاده شـده اسـت. یـکی از بهتریـن نمونـه ایـن تزئینـات سـقف‌های چـوبی اسـت کـه در بناهـای تاریـخی به‌خصـوص در دوره قاجـار در شیـراز مـورد اسـتفاده قـرار گرفتـه اسـت و دچـار آسیب‌هـای مختلـفی شـده‌اند. هـدف از انجـام ایـن پژوهـش آسیب‌نـگاری دقیـق تغییـرات اعمـال شـده در سـقف‌های چـوبی موسـوم بـه مرجوئـک در خانـه کازرونیـان شیـراز اسـت کـه بـا نقـاشی تزییـن شـده‌اند. سـؤال اصـلی مطـرح شـده ایـن اسـت کـه بهتریـن شیـوه مستندسـازی در آسیب‌نـگاری ایـن دسـته از آثـار کـدام اسـت و آیـا فتوگرامتـری بـرد کوتـاه می‌توانـد در ایـن زمینـه مؤثـر باشـد. روش تحقیـق به‌صـورت کاربـردی تجـربی اسـت کـه بـا اسـتفاده از تحقیقـات پیمایـشی و میـدانی مـورد ارزیـابی قـرار گرفتـه اسـت. نتایـج حاصـل شـده بیـان می‌دارد کـه اسـتفاده از روش فتوگرامتـری یـک روش بی‌خطـر بـوده کـه در آسیب‌نـگاری بسیـار مؤثـر اسـت و می‌توانـد میـزان تغییـرات ایجـاد شـده در سـاختار اصـلی چـوب را بـه نمایـش بگـذارد. در ایـن روش میـزان خمیـدگی و تغییـر حالـت تیرهـای چـوبی سـقف خانـه کازرونیـان ارزیـابی و آنالیز گردیـد و در ادامـه آن بهتریـن روش جهـت اسـتحکام‌بخشی و بازگردانـدن بـه حالـت اولیـه اثـر انتخـاب و مـورد اسـتفاده قـرار گرفـت.

واژگان کلیدی: فتوگرامتری برد کوتاه، سقف چوبی، مرجوئک، شیراز.

فصل‌نامه دانش حفاظت و مرمت

سال هفتم، شماره ۲

شماره پیاپی ۲۰، تابستان ۱۴۰۳

https://kcr.richt.ir

صفحات: ۷۹ تا ۸۶

نویسنده مسئول

مریم شیروانی

استادیار، عضو هیئت‌علمی گروه مرمت، دانشگاه هنر شیراز، ایران.

رایانامه

M_shirvani@shirazartu.ac.ir

دسترسی به این مقاله برای همگان آزاد است. هرگونه استفاده غیرتجاری از آن در صورت ارجاع مناسب، مجاز شناخته می‌شود.

مقدمه

مستندنگاری در حوزه مطالعات حفاظت و مرمت آثار تاریخی بخشی مهم و قابل توجه است. اطلاعات به‌دست آمده در این فرآیند می‌تواند نقش به سزایی در چگونگی روش‌های برخورد و حفاظت‌های اضطراری داشته باشد. در گذشته بیشترین فرایند مستندنگاری به‌صورت دستی صورت می‌پذیرفت که این امر می‌توانست با خطاهای مختلفی همراه باشد. با ورود فنّاوری‌های نوین، شیوه‌های مختلفی در این رابطه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. روش فتوگرامتری یکی از این شیوه هاست که می‌تواند در این زمینه بسیار کارآمد باشد. فتوگرامتری به‌صورت سنتی یک سیستم سنتی برای مستندنگاری و مدل سازی 3D در سال‌های زیادی بودند. بعد از پیشرفت در سیستم فتوگرامتری دیجیتالی، نقشه‌های تولید شده در صفحه اتوکد نمایش داده می‌شوند. این مدل‌ها در اتوکد قابلیت بازبینی و انعطاف‌پذیری دارند (Pemir, 2005). با پیشرفت فتوگرامتری، محصولات دیگر نقشه‌برداری که بر پایه تصویر بنا شده‌اند مانند ارتوگراف دیجیتالی (که انحناها و کاستی‌های دوربین در عکس دیجیتالی در آن زدوده شده است) مورد بررسی در حفاظت قرار گرفتند. ارتوگراف هنگامی که در مسیر صحیح عکاسی به‌کار رود دارای پتانسیل تصویر عکاسی تنظیم شده است که نه تنها در دو بعد بلکه در سه بعد نیز تنظیم می‌شود (مصدق، ۱۳۸۰). به دلیل اینکه این دستگاه معادل رسم کننده سنتی فتوگرامتری را تولید می‌کند (هر چیز در شکل اصلی فتوگرامتری آن ارائه می‌شود) محصولات نقشه‌برداری بسیار قوی بدون معضلات روش‌های دیگر، ثبت بر پایه ذهن و تصویر ارائه می‌دهد. به‌علاوه محصولات جانبی پروژه اتوفتوگرافی شامل نقشه نمای دیجیتال (DEM) فایلی از نقاط سه بعدی که به تنهایی بیانگر سطح می‌باشند، هستند. از آن بهتر می‌توان آن را با تصویر اصلی پرداخت و تزئین کرد تا مدل فتوگرامتری از شکل تحت بررسی را ارائه دهد (Toz, 2015). تزئینات نقاشی روی چوب جزء آثار ارزشمندی است که همواره به‌عنوان بخشی از تزئینات در بناهای تاریخی کاربرد داشته است. نقاشی روی چوب در دوران قاجار در شیراز بسیار متداول بوده است (Elmi Elmi Jafarlou, 2014). در این دوران با استفاده از سقف‌های چوبی منقوش، ستون‌ها و سرستون‌های چوبی زیبا، استفاده از طرح‌های برجسته در سقف‌ها، منبت‌کاری، گره‌سازی، طره‌سازی و مشبک‌کاری به خلق بناهای مجلل پرداختند(Kateb,2006). محتوا و موضوع تزئینات معماری قاجاری، به‌صورت بدیع و منحصربه‌فرد همراه با نفوذ فرهنگ غرب متمایز شد و اجرای متفاوت این‌گونه تزئینات از ویژگی‌های شاخص این دوره بود (Afzal Tousety,et.al., 2014). شناخت تغییرات و آسیب‌های وارد شده بر تزئینات گام مهمی در بحث حفاظت از آن هاست. شیوه‌های مختلف مستندسازی در این زمینه می‌تواند بسیار کمک نماید؛ بنابراین هدف در این پژوهش استفاده از روش فتوگرامتری در مستندنگاری تزئینات نقاشی روی چوب به‌شیوه مرجوئک در خانه کازرونیان شیراز است تا بتوان میزان آسیب‌دیدگی اثر را با این شیوه مورد شناخت قرار داد؛ و بتوان کارآیی این روش مستندسازی را بررسی نمود.

روش پژوهش

روش تحقیق در این پژوهش به‌صورت کاربردی- تجربی است. ابزار مطالعاتی نیز تحقیقات پیمایشی- میدانی و کتابخانه‌ای بوده است. جهت انجام مستندنگاری اثر و ویژگی‌های مورد توجه در ابتدا داده‌های واقعی از محل اصلی اثر جمع‌آوری شدند. به‌طور خاص، تصاویر دقیق و باکیفیتی از سقف شاه‌نشین خانه کازرونیان با دقت بالایی گرفته شد تا از این طریق داده‌های لازم برای تحلیل بعدی فراهم آیند. گروه تحقیق در این مرحله با طرح سناریو عکاسی تأکید بر حداکثر همپوشانی در اخذ تصاویر داشت. پس از اتمام موفقیت‌آمیز مرحله برداشت تصاویر، فرآیند وارد فاز اجرایی شد. در این مرحله، تصاویر به نرم‌افزار انتقال داده شدند و پس از طی مراحل، اطلاعات سه‌بعدی پوشش سقف استخراج می‌شود. جهت پردازش تصاویر و تبدیل تصاویر به مدل سه‌بعدی از نرم‌افزار Agisoft Metashape نسخه استاندارد، نسخه ۱.۸ بهره‌گیری شده است. از این

اطلاعات برای انجام آسیب‌شناسی دقیق و تعمق بر ساختار و ویژگی‌های معماری استفاده‌شده است.

خانه تاریخی کازرونیان

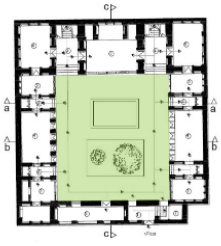
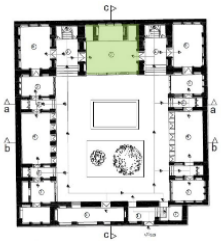
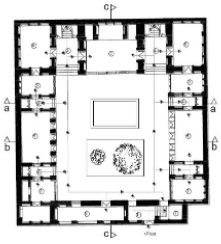
خانه تاریخی کازرونیان متعلق به دوره قاجار در شهر شیراز بوده که در محله اسحاق‌بیگ واقع شده است. این بنا در سال ۱۳۵۴ به شماره ۱۲۲۵ در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسیده است. بر اساس اسناد موجود می‌توان قدمت تاریخی اتمام ساخت این اثر را به حدود سال ۱۲۹۸ هجری قمری نسبت داد چرا که در سقف نقاشی شده پنج دری غربی این تاریخ به چشم می‌خورد. ساختار معماری خانه کازرونیان، همانند بسیاری از بناهای ساخته شده در دوره قاجار به‌صورت درون‌گرا بوده و شامل یک حیاط مرکزی است که در چهار ضلع بنا، سازه‌های معماری وجود دارد. این اثر در سه طبقه زیرزمین، طبقه همکف و طبقه اول ساخته شده است و شامل فضاها و اتاق‌های مختلفی است (جدول ۱).

آسیب‌شناسی به شیوه فتوگرامتری

آسیب‌شناسی بناهای تاریخی به روش فتوگرامتری یکی از شیوه‌های نوین در حوزه مرمت و حفاظت از میراث فرهنگی است. فتوگرامتری به فرآیندی اطلاق می‌شود که در آن با استفاده از عکاسی و بررسی تصاویر متعدد گرفته شده از یک بنای تاریخی از زوایای مختلف، مدل سه‌بعدی دقیقی از بنا تولید می‌شود.

جدول ۱: معرفی تصویری خانه کازرونیان شیراز، منبع .

Table 1. Introduction of Kazeronian house in Shira.

نام فضا	تصویر	محل تصویربرداری
میانسرا		
شاه‌نشین		
سقف شاه-نشین		

(Delafkar,2011). این روش امکان تحلیل و بررسی دقیق‌تری از وضعیت فعلی بنا و شناسایی نواحی دچار آسیب و تخریب را فراهم می‌کند. مراحل اجرای آسیب‌شناسی به این شیوه به‌صورت زیر است.

۱. برداشت تصاویر: در ابتدا، یک سری عکس‌های با کیفیت بالا و با دقت زیاد از بنای تاریخی از زوایای و دیدگاه‌های مختلف گرفته می‌شود.

۲. پردازش تصاویر: تصاویر به‌دست آمده توسط نرم‌افزارهای تخصصی فتوگرامتری پردازش می‌شوند تا مدل سه‌بعدی بنا تولید شود.

۳. تجزیه و تحلیل مدل سه‌بعدی: با استفاده از مدل سه‌بعدی تولید شده، محققان می‌توانند به تجزیه و تحلیل هندسی و ساختاری بنا بپردازند.

۴. شناسایی نقاط آسیب‌دیده: به‌واسطه دقت بالای مدل سه‌بعدی، مناطقی از بنا که دچار فرسایش، ترک، فرونشست یا سایر آسیب‌های معماری شده‌اند به سادگی قابل شناسایی هستند.

با به‌کارگیری روش فتوگرامتری، متخصصان می‌توانند برنامه‌های مرمت را با شناختی دقیق از وضعیت بنا و بر اساس داده‌های علمی دقیق پیشبرد دهند.

فتوگرامتری سقف خانه کازرونیان شیراز

تجهیزات اخذ تصاویر

در این پژوهش برای اخذ تصاویر از سقف شاه‌نشین خانه کازرونیان از دوربین Canon 700d و لنز ۵۵-۱۸ میلی‌متر استفاده شده است؛ که محدوده وسیعی از فاصله کانونی را پوشش می‌دهد و به دلیل انعطاف‌پذیری بالا، برای عکاسی از ساختارهای معماری و جزئیات داخلی بنا بسیار مناسب است. این لنز دارای قابلیت زوم استاندارد است که می‌تواند تصاویر واضح و با کیفیت بالا را در محدوده وسیعی از فواصل، از نمای نزدیک تا چشم‌اندازهای دورتر، فراهم آورد. برای افزایش دقت در عکاسی تمامی تصاویر با تنظیمات ثابت ثبت شده‌اند.

تدوین سناریو عکاسی و ثبت تصاویر

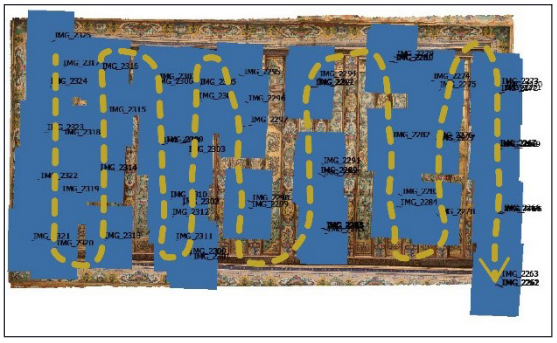
در فرآیند طراحی و توسعه سناریوی عکاسی، مجموعه‌ای از عوامل بسیار مهم و حیاتی مورد نیاز است که بایستی به دقت مورد توجه و بررسی قرار گیرند. نخست و مهم‌ترین عامل این است که محیط عکس‌برداری باید از نوردهی مناسب و کافی برخوردار باشد، بدین صورت که به استفاده از فلاش دوربین جهت نورپردازی و روشن‌کردن صحنه نیازی نباشد که می‌تواند بر روی طبیعت رنگ‌ها و جزییات تأثیر منفی بگذارد و باعث بروز سایه‌های ناخواسته و رفلکس‌های نوری غیرمعمول شود.

در عین حال، برنامه‌ریزی دقیق برای حرکت و موقعیت‌یابی عکاس نیز باید صورت پذیرد. عکاس باید مسیر حرکت خود را برنامه‌ریزی نماید تا در حین گردش در اطراف سوژه یا هنگام عبور از مقابل آن، زاویه‌های متنوع و کاملی از سوژه را به‌صورت یکپارچه و منظم ثبت کند. این ترتیب حرکت بایستی به‌گونه‌ای باشد که تصاویر به‌دست آمده دارای هم‌پوشانی مناسبی با یکدیگر باشند، این مورد خصوصاً در مواقعی که قصد استفاده از تصاویر برای مدل‌سازی سه‌بعدی یا فتوگرامتری وجود دارد، اهمیت دوچندان پیدا می‌کند. حائز اهمیت است که تصاویر به‌گونه‌ای گرفته شوند که هر قسمت از سوژه حداقل در دو تصویر مختلف دیده شده باشد تا این هم‌پوشانی مورد نیاز برای پردازش‌های بعدی به درستی فراهم آید؛ بنابراین، برای تدوین یک سناریو عکاسی موفق و کارآمد که می‌تواند به ارائه تصاویر با کیفیت عالی منجر گردد، می‌بایست به دقت پیش‌بینی و برنامه‌ریزی کاملی در مورد شرایط نوری محیط، مسیر حرکت عکاس در فضا و همچنین تنظیم منظم دوربین به‌منظور حصول اطمینان از هم‌پوشانی کافی بین تصاویر برقرار شود.

جهت مدل‌سازی سقف شاه‌نشین خانه کازرونی‌ها ۶۵ تصویر ثبت شده است که در تصویر زیر نحوه تصویربرداری و حرکت عکاس در زیر سقف قابل مشاهده است.

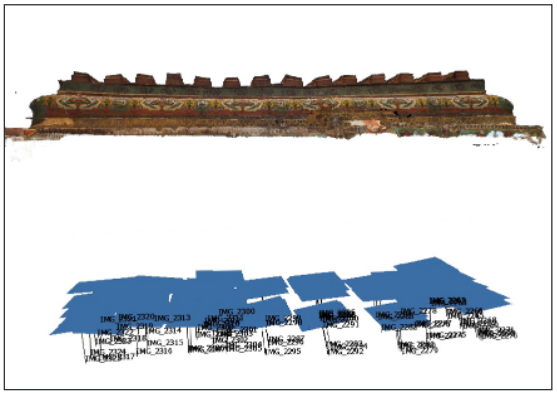
پردازش در نرم‌افزار

جهت پردازش تصاویر و تبدیل تصاویر به مدل سه‌بعدی از نرم‌افزار Agisoft Metashape نسخه استاندارد، نسخه ۱.۸.۱ بهره‌گیری شده است. این نرم‌افزار به دلیل سهولت در استفاده و دقتی که



شکل ۱. شیوه حرکت عکاس و تصویربرداری از سقف.

Figure 1. The photographer's way of moving and shooting from the ceiling.



شکل ۲. محل قرارگیری عکاس نسبت به سقف.

Figure 2. The location of the photographer relative to the ceiling.

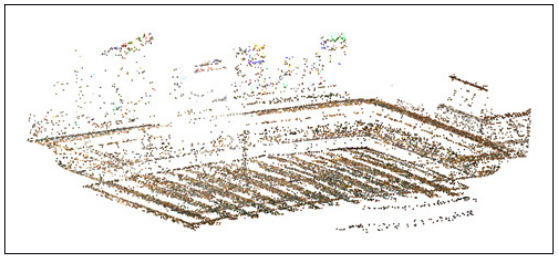
داراست در بسیاری از پروژه‌های داخلی و خارجی مورد استفاده واقع می‌شود. پروسه پردازش سقف شاه‌نشین در این نرم‌افزار در چهار مرحله فوق انجام شده است.

1. Align photo: در این مرحله، نرم‌افزار فرآیند شناسایی و تراز کردن موقعیت دوربین‌ها نسبت به یکدیگر را بر اساس تصاویر ارائه‌شده آغاز می‌کند. هدف از این کار تعیین نقاط مشترک بین عکس‌ها است. نرم‌افزار عناصر مشابه را در تصاویر مختلف شناسایی می‌کند و بر اساس آن‌ها، محل دقیق دوربین در زمان گرفتن هر عکس را محاسبه می‌کند. این کار موجب می‌شود تا سیستم بتواند نقشه‌ای از جایگاه‌های مختلف دوربین که عکس‌ها از آن گرفته شده‌اند را ایجاد کرده و زمینه‌سازی برای ساخت ابر نقاط متراکم را فراهم کند.

2. Build the dense cloud: پس از تراز کردن عکس‌ها، نرم‌افزار به ساخت ابر نقاط متراکم می‌پردازد که هر نقطه نشان‌دهنده یک مکان واقعی در فضای سه‌بعدی است.

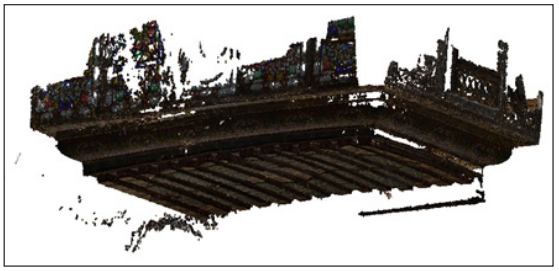
3. Build the mesh: در این مرحله نرم‌افزار اقدام به ساخت مدل سه‌بعدی بدون بافت می‌نماید. این مدل، شکل فیزیکی سوژه را با ساختن و اتصال چندضلعی‌ها به یکدیگر مدل‌سازی می‌کند.

4. Build texture: در نهایت، برای اینکه مدل سه بعدی ظاهری واقع‌گرایانه‌تر و دقیق‌تر داشته باشد، نرم‌افزار بافت را از تصاویر اصلی استخراج کرده و بر روی مدل سه‌بعدی بدون بافت پیاده‌سازی می‌کند. این کار باعث می‌شود تا مدل به دست آمده نه تنها از نظر هندسی دقیق باشد، بلکه دارای ویژگی‌های رنگی و بافتی مشابه با سوژه واقعی نیز بوده و ظاهری بصری شبیه به نمونه اصلی به دست آورد.



شکل۳. مرحله اول مدل‌سازی.

Figure 3. The first stage of modeling.



شکل ۴ مرحله دوم مدل‌سازی.

Figure 4. The second stage of modeling.

شکل ۵ مرحله سوم مدل‌سازی.

Figure 5. The third stage of modeling.

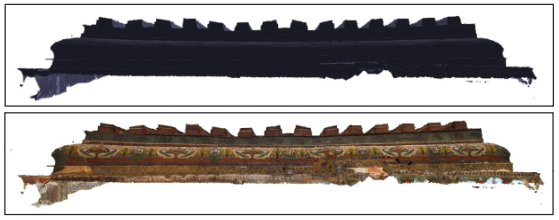
شکل ۶ مرحله چهارم مدل‌سازی.

Figure 6. The fourth stage of modeling.

آسیب‌شناسی سقف شاه‌نشین

عملیات مدل‌سازی سه‌بعدی با استفاده از روش‌های فتوگرامتری که برای ارزیابی وضعیت سقف شاه‌نشین اجرا شده، نتایج قابل توجهی را روشن ساخته است. تحلیل دقیق مدل‌های دو بعدی و سه بعدی این امکان را فراهم آورده تا بتوانیم به اطلاعات پیچیده و جامعی در خصوص نوع و میزان آسیب‌های وارده به سقف دست یابیم. این اطلاعات کمک فراوانی برای فهم بهتر و سریع‌تر آسیب‌های سازه‌ای و بصری که سقف با آن‌ها روبه‌رو است فراهم ساخته‌اند. مورد اولی که در نتیجه مدل‌سازی مورد توجه قرار گرفته، مسئله خمیدگی تیرهای سقف است که ناشی از اعمال بارهای اضافی و سنگینی هست که در طی دوره‌های تعمیر گذشته بدون رعایت اصول صحیح مرمت صورت گرفته، بارهای اضافی وارده بر تیرهای سقف آن‌ها را در خطر فروپاشی قرار داده‌است.

همچنین، از مدل‌سازی مشخص شده که چوب‌های به کار رفته در سقف طی سالیان دچار فرسایش شده‌اند. مواجهه مداوم با عوامل بیرونی نظیر رطوبت، تغییرات دمایی و حشرات موجب تضعیف ساختار فیزیکی چوب‌ها شده و به‌تدریج باعث پوسیدگی، ترک خوردگی و نهایتاً تخریب آن‌ها گردیده است.



شکل۷. خمش و شکم‌دادگی تیرهای سقف.

Figure 7. Bending and buckling of roof beams.

تصویر۸. پوسیدگی و ترک تیرهای چوبی.

Figure 8. Rotting and cracking of wooden beams.

علاوه بر این، باید به تأثیر مخرب رطوبت و زمان بر تزئینات نقاشی سقف اشاره داشت که به مرور زمان و تحت تأثیر شرایط نامناسب محیطی دچار آسیب دیدگی‌های جدی شده‌اند. در نتیجه این پدیده‌ها، بخش‌هایی از این تزئینات با ارزش به تدریج از بین رفته‌اند.

شکل ۹. از بین رفتن تزئینات نقاشی سقف.

Figure 9. Loss of ceiling painting decorations.

نتیجه‌گیری

مستندنگاری بخش مهمی در بررسی مطالعاتی در حوزه مرمت آثار تاریخی است. روش فتوگرامتری برد کوتاه یکی از روش‌های قابل‌توجه در این حوزه است. در این روش با استفاده از تصاویر دقیق تهیه شده علاوه بر مستندسازی قبل از مرمت می‌توان در بحث آسیب‌شناسی نیز بهره فراوانی برد. در سقف تالار شاه‌نشین عمارت کازرونیان شیراز این موضوع مورد بررسی قرار گرفته و با روش فتوگرامتری برد کوتاه آسیب‌های وارده بر سقف نیز ارزیابی و تحلیل گردیدند. با نگاه اولیه شاید بتوان کمی آسیب را در تغییر حالت چوب‌ها مشاهده نمود اما با استفاده از روش فتوگرامتری تمامی آسیب‌های تغییر ساختاری مشخص و قابل بررسی هستند. تغییرات خمشی و تغییر حالت وارد شده بر سقف نشان از تداوم آسیب وارده بر آن داشته که پس از مستندسازی این امر به طور کامل مشخص شده و حفاظت اضطراری انجام پذیرفت.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاران صندوق توسعه صنایع‌دستی و فرش دستباف و احیاء و بهره‌برداری از اماکن تاریخی و فرهنگی و همچنین بهره‌بردار محترم عمارت کازرونیان شیراز برای همکاری صمیمانه ایشان در برداشت تصاویر کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع

Afzal Tousy, Ofoat al-Sadat; Salehi, Golnaz; and Salehi, Ladan. (2014). A Study of Tile Paintings with Qajar Women Motifs in Shiraz Houses. Women in Culture and Art, 5 (3): 594-577. [In Persian].

[افضل طوسی، عفت السادات؛ سالحی، گلناز؛ و سالحی، لادن. (۱۳۹۲). مطالعه کاشی نگاره‌هایی با نقوش زنان قاجاری در خانه‌های شیراز. زن در فرهنگ و هنر، ۵ (۳):۵۷۷-۵۹۴].

Delafkar, Gholamreza. (2011). New Developments in Aerial Photography and Analytical Photogrammetry. Tehran: Publications of the Geographic Organization of the Ministry of Defense and Armed Forces Support. [In Persian].

[دل‌افکار، غلامرضا. (۱۳۹۰). تازه‌هایی درباره عکس‌برداری هوایی و فتوگرامتری تحلیلی. تهران: انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح].

Elmi Jafarlou, Morteza. (2014). An Investigation of Qajar Era Architectural Decorations with an Emphasis on European Motifs in the Works of this Period in Shiraz. Proceedings of the International Congress on Sustainability in Architecture and Urban Planning - Masdar City. United Arab Emirates, National Center of Architectural Engineers Associations of Iran and Azad University of the United Arab Emirates. [In Persian].

[علمی جعفرلو، مرتضی. (۱۳۹۳). بررسی تزئینات معماری دورهٔ قاجار با تأکید بر نقوش اروپایی در آثار این دوره در شیراز. مجموعه مقالات کنگرهٔ بین المللی پایداری در معماری و شهرسازی-شهر مصدر. امارات، کانون سراسری انجمن‌های صنفی مهندسان معمار ایران و دانشگاه آزاد امارات].

Kateb, Fatemeh. (2006). Architecture of Iranian Houses. Tehran: Tab'o Nashr. [In Persian].

[کاتب، فاطمه. (۱۳۸۵). معماری خانه‌های ایرانی. تهران: طبع و نشر].

Mosaddegh, Badr al-Molk. (2001). Introductory Photogrammetry. Tehran: Iran Textbook Printing and Publishing Company. [In Persian].

[مصدق، بدرالملک. (۱۳۸۰). فتوگرامتری مقدماتی. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران].

Pemir, Tom. (2005). Laser Scannig for Terrestrial Pgotogrammetry- Alternative System Combind with Traditional System. Cambridge publishes.

Toz, Gerald. (2015). Documentation and Analysis of Cultural Heritage by Photo grammetric Methods and GIS: a case study. Geography Journal 23 (4): 125-148. https://farschto.ir/.