Structural Study and Conservation and Restoration of a Two-Leaf Wooden Door Belonging to the Ivan of Sukiass House in Isfahan

Moein Poursadegh [1*], *Mohsen Mohamadi Achacheloei* [2]

1*.BA of Conservation and Restoration, Art University of Isfahan.Iran

2. Assistance Professor, Faculty of Conservation and Restoration, Art University of Isfahan.Iran

Abstract

In this research, considering the necessity of conservation and restoration of wooden doors and their significance in Iranian architecture, as well as understanding the structure of historical wooden artifacts, necessary actions were taken to study, restore, and conserve a two-leaf wooden door belonging to the ivan of Sukiass house in Isfahan. Following preliminary damage assessment, various tests (including pH testing, colorimetry, equilibrium moisture content measurement, species identification, and Fourier-transform infrared spectroscopy) were conducted on the study sample. The results indicated the acidic nature of the structure of the sample under study, minimal color changes before and after the restoration process, standard equilibrium moisture content, the use of Oriental Plane tree wood (Platanus orientalis L) in the construction of the artifact, and the absence of significant structural damage on the sample surface. Historical wooden artifacts are typically classified into three main categories of physical, chemical, and biological damages. The study sample exhibited physical damages such as abrasion, cracking, and microcracks, environmental temperature effects resulting in color changes on the artifact's surface, as well as the impacts of dust and debris. In the chemical damage category, tissue acidification in the artifact was observed, along with noticeable impacts of pollution. Biological damages caused by insect infestations, categorized under wood biological damages, were visible as multiple boreholes on the artifact's surface. Additionally, the presence of a burnt section at the lower part of one of the door leaves is another damage incurred by the study artifact. In line with conservation and aesthetic principles, necessary measures include cleaning the door and its frame, addressing deficiencies and cracks, protecting the artifact from pests, and applying polish and acid treatment.

Keywords: Wooden Door, Conservation, Restoration, Wood, Sukias House, Safavid Period

Knowledge of Conservation and Restoration

Vol. 6(3) No.17
December 2023
https://kcr.richt.ir

Pages: 38 to 51

Corresponding Author
Moein Poursadegh
BA of Conservation and Restoration, Art University of Isfahan.Iran

Email
moeinpoursadegh@gmail.com

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.

مطالعه ساختاری و حفاظت و مرمت یک در دولنگه چوبی متعلق به ایوان شاه‌نشین خانه سوکیاس اصفهان

معین پورصادق[1*]، محسن محمدی آچاچلویی[2]

۱*. کارشناس حفاظت و مرمت آثار، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

۲. استادیار، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

درهای چوبی در معماری ایرانی اهمیت ویژه‌ای دارند. حفاظت و مرمت این گروه از آثار مستلزم شناخت ساختار آن‌ها است. این پژوهش، با ارائه گزارش مرمت و حفاظت در چوبی دو لنگه متعلق به ایوان شاه‌نشین خانه سوکیاس اصفهان، روند انجام مطالعات ساختارشناسی و آسیب‌شناسی این در چوبی را نیز نشان می‌دهد. در فرآیند صورت گرفته، ابتدا آسیب‌شناسی اولیه اثر از طریق سنجش اسیدیته، رنگ‌سنجی، سنجش درصد رطوبت تعادلی، گونه‌شناسی و طیف‌سنجی مادون‌قرمز تبدیل فوریه صورت گرفت. سپس با درنظر گرفتن اصول و مبانی مرمت و زیبایی‌شناسی این نوع از آثار، اقدامات لازم از جمله اسیدزدایی، پاک‌سازی، بازسازی، موزون‌سازی و غیره، طراحی و اجرا شد. نتایج به‌دست آمده از مطالعات ساختارشناسی نشان داد که برای ساخت این اثر از چوب چنار استفاده شده و رطوبت تعادلی آن استاندارد است. در مطالعات آسیب‌شناسی، ذیل آسیب‌های فیزیکی می‌توان به واکشیدگی، تغییرات رنگی و ساییدگی ناشی از تأثیرات گردوغبار در سطح اثر اشاره کرد. بافت اسیدی، شواهد هوازدگی نیز از جمله آسیب‌های شیمیایی شناسایی‌شده بودند. آسیب‌های ناشی از جمله حشرات نیز به شکل حفرات متعدد در سطح اثر قابل مشاهده بودند. شواهدی از سوختگی نیز در قسمت پایینی لنگه چپ در وجود دارد که ذیل آسیب‌های شیمیایی مورد توجه است. برای مرمت و حفاظت این در از روش پاک‌سازی، پر کردن مفقودی‌ها و ترک‌ها، آفت‌زدایی و اسیدزدایی استفاده شد

واژگان کلیدی: در چوبی، حفاظت، مرمت، چوب، خانه سوکیاس، دوره صفوی

فصلنامه دانش حفاظت و مرمت
سال ششم، شماره۳، شماره پیاپی ۱۷
پاییز ۱۴۰۲
https://kcr.richt.ir
صفحات: ۳۸ تا ۵۱

نویسنده مسئول
معین پورصادق
دانشجوی دکتری حفاظت و مرمت آثار،
دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

رایانامه
moeinpoursadegh@gmail.com

مقاله منتخب سیزدهمین همایش دو سالانه حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی – فرهنگی و آرایه‌های معماری
دسترسی به این مقاله برای همگان آزاد است. هرگونه استفاده غیرتجاری از آن در صورت ارجاع مناسب، مجاز شناخته می‌شود.

مقدمه

معماری یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های دوره صفوی و شهر اصفهان مرکز گسترش آن بوده است (رستم نژاد، ۱۳۹۰). درهای چوبی به‌عنوان یکی از عناصر اصلی معماری هستند که خلاقیت، نوآوری و زیبایی‌های هنر کار با چوب را به نمایش می‌گذارند. تلفیق تبحر هنرمند با خلاقیت بصری نظیر تعادل، تناسب، توازن، تقارن منجر به خلق آثار چوبی هنری و شاخصی شده است که از آن جمله می‌توان به درهای دوره صفوی اشاره کرد. درهای ورودی یکی از عناصر مهم فضای ورودی به شمار می‌آیند که کارکرد اصلی آن‌ها کنترل ارتباط میان فضای درونی و بیرونی بنا است. ابعاد و تناسبات درهای ورودی هر بنا با نوع و کارکرد آن بنا متناسب است. در و پنجره در میان صنایع و هنرهای وابسته به معماری، درودگری و آهنگری اهمیت ویژه‌ای دارند. طبیعی است که هر ساختمان پس از پایان‌یافتن کار آن نخست به در و پنجره نیاز دارد (پیرنیا، ۱۳۹۵). با توجه به اهمیت آثار تاریخی چوبی بخصوص آثاری که همچنان مورد استفاده هستند، در چوبی خانه سوکیاس اصفهان که در حال حاضر کاربری آن دانشکده حفاظت و مرمت دانشگاه هنر اصفهان است، برای پژوهش و مرمت انتخاب شد. اسناد تاریخی، ساخت بنای سوکیاس اصفهان را به دوره صفوی نسبت داده‌اند (موسوی، ۱۳۹۳).

شکل۱. در دو لته چوبی از نمای روبرو واقع در ایوان شاه‌نشین خانه سوکیاس (قبل از مرمت) (راست).
شکل ۲. پاشنه گرد لنگه راست (چپ).

شکل۳. بخش چفت در هر دو لته (راست).
شکل۴. بخش دماغه و گل‌میخ‌های اثر (چپ).

شکل ۵. بخش پشتی در (قبل از مرمت) (راست).
شکل ۶. سفت و چفت در بخش پشتی لته‌ها (چپ).

مواد و روش‌ها

اثر مورد مطالعه

اثر مورد بررسی یک در چوبی دو لنگه (دو لته) متعلق به ایوان شاه‌نشین خانه سوکیاس است. (شکل ۱) ابعاد این در به‌دلیل وجود تغییرات شیمیایی و فیزیکی رخداده در طول زمان، در هر لنگه متفاوت است. ابعاد لنگه سمت راست و چپ این در شامل طول، عرض و ضخامت، به ترتیب شامل ۱۸۲، ۴۹ و ۲,۵ و ۱۸۴، ۴۸ و۲,۴ سانتی‌متر است. در بالای هر لنگه تکه‌ای به طول ۳ سانتی‌متر به‌عنوان پاشنه گرد قرارگرفته است (شکل ۲). در وجه جلویی هر دو لنگه، آویزهایی فلزی (چفت)

به‌صورت متقارن برای بستن درها (شکل ۳) قرار دارد. برای حفظ تقارن و زیبایی دوچندان، همچنین نگهداری بخش دماغه سه گل‌میخ استفاده‌شده است (شکل ۴). در بالای چهارچوب این درها دو سوراخ دیده می‌شود که با توجه به محل قرارگیری آن‌ها می‌توان حدس زد که محل آویزان کردن چفت‌ها بوده است که به آن "بخش سفت" گفته می‌شود. در وجه پشتی، بخش‌های چفت و سفت لت‌ها قابل مشاهده است (شکل ۶ و ۵)

سنجش اسیدیته

با توجه به لزوم انجام این آزمایش در فرایند حفاظت و مرمت آثار چوبی که جهت مشخص شدن میزان اسیدیته اثر و در نتیجه شناخت و جلوگیری از آسیب‌های احتمالی صورت‌می‌گیرد (ناظمی، ۱۳۸۸)، نمونه‌ای کوچک از بخش آسیب‌دیده در برداشته و توزین[1] شد (شکل-۷) و درون محیط ایزوله قرار داده شد. ۱۰ برابر وزن نمونه، درون ظرف آب مقطر (که از قبل اسیدیته آن مشخص و خنثی بود) قرار گرفت و به مدت ۲۴ ساعت در محیط ایزوله نگهداری شد. با استناد به نتایج مطالعات صورت گرفته و دستورالعمل‌های

شکل ۷. نمونه‌برداری جهت سنجش اسیدیته از قسمت مشخص‌شده

ارائه‌شده (محمدی، ۱۳۹۳)، بر اساس استاندارد sithole پس از ۲۴ ساعت دستگاهpH متر دیجیتال مدل Metrohm444 با الکترود شیشه‌ای به‌منظور سنجش اسیدیته نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. دستگاه پیش از سنجش اسیدیته با استفاده از محلول‌های بافر استاندارد با اسیدیته ۴ و ۷ کالیبره و به‌کار گرفته شد. به این صورت که ابتدا آب مقطر درون ظرف نمونه به‌وسیله قطره چکان به داخل شیشه ساعت منتقل و سپس الکترود دستگاه با محلول تماس داده و سنجش اسیدیته انجام شد

سنجش رطوبت تعادل

بسیاری از خواص فیزیکی و مکانیکی چوب و مواد تشکیل‌شده از چوب در فرایند تبادل رطوبت با محیط، تغییر می‌کنند (شیری، ۱۳۹۵). تغییر ابعاد به‌طور مستقیم به میزان رطوبت وابسته است؛ در نتیجه میزان رطوبت تعادل باید اندازه‌گیری و برای جلوگیری از کاهش عملکرد و کیفیت اثر کنترل شود. برای اندازه‌گیری میزان رطوبت تعادل، ابتدا نمونه خردشده و درون بوته‌ای با وزن معلوم ریخته و توزین شد. بوته حاوی نمونه به مدت ۲ ساعت درون آون با دمای ۱۰۰ + ۳ درجه سانتی‌گراد قرارداده شد. سپس درون دسیکاتور خنک و توزین شد و وزن نمونه خشک به دست آمد و درصد رطوبت تعادل با فرمول زیر محاسبه گردید

$$MC\% = (A-B)/B*100$$

A: وزن نمونه اولیه (گرم)، B: وزن نمونه خشک (گرم)

رنگ‌سنجی

با توجه به اهمیت بررسی تغییرات رنگی در آثار چوبی که جهت تشخیص میزان تغییرات بصری قبل و پس از مرمت صورت می‌گیرد (هرندی، ۱۳۹۳)، اثر مورد مطالعه مورد رنگ‌سنجی قرار گرفت. ویژگی‌های بصری اهمیت بالایی در مطالعات حفاظتی

۱. تمامی مواد در این بخش توسط ترازوی دیجیتال مدل(1000-AND GF) با دقت سه رقم اعشار توزین شدند

دارد. تیمارهـای حفاظـتی نبایسـتی موجـب تغییـرات بصری شـدید در چـوب شـوند کـه ایـن امـر در طـول زمـان نیـز بایسـتی تـداوم داشـته باشـد (محمـدی، ۱۳۸۸). بـه همیـن دلیـل مؤلفه‌هـای مهـم در ویژگی‌هـای بصـری آثـار چـوبی اعـم از میـزان روشـنی/تیرگی، زردی/آبی و قرمز/سـبز مـورد ارزیـابی قـرار گرفـت. بـرای سـنجش تغییـرات رنـگی در نمونه‌هـای مـورد مطالعـه از دسـتگاه رنگ‌سـنج سـاخت شـرکت Salutron کشـور آلمـان، مـدل Colortector Alpha و سـامانه رنـگی CIEL*a*b اسـتفاده شـد. در اثـر مـورد مطالعـه پنـج نقطـه مـورد سـنجش قـرار گرفـت و میانگیـن آن‌هـا محاسـبه شـد. تغییـرات رنـگی ایجادشـده در نمونه‌هـای مختلـف نیـز بـا اسـتفاده از رابطه‌هـای زیـر محاسـبه شـد

$\Delta L: L2-L1, \Delta a: a2-a1, \Delta b: b2-b1$

$\Delta E: \sqrt{\Delta L^2 + \Delta b^2 + \Delta a^2}$

تحلیـل داده‌هـای رنگ‌سـنجی بـر اسـاس تفاضـل مقادیـر مربـوط بـه مؤلفه‌هـای اندازه‌گیـری شـده انجـام شـد. مؤلفـه L روشـنی/ تیـرگی را نشـان می‌دهـد کـه از صفـر تـا صـد درجه‌بنـدی می‌شـود. مقادیـر مثبـت ΔL گویـای افزایـش روشـنی و مقادیـر منـفی نشـان‌دهنده کاهـش یـا افزایـش تیـرگی اسـت. مؤلفـه b نشـانگر میـزان زردی/ آبی اسـت و مقادیـر مثبـت Δb افزایـش زردی و مقادیـر منـفی کاهـش آن یـا افزایـش آبی را نشـان می‌دهـد. مؤلفه a نـاشی از میـزان قرمز/سـبز اسـت و مقادیـر مثبـت Δa نشـان‌دهنده افزایـش قرمـزی و مقادیـر منـفی گویـای کاهـش آن یـا افزایـش سـبز اسـت. ΔE نیـز تفـاوت رنگی کلی را نشـان می‌دهـد

گونه‌شناسی

آزمایـش گونه‌شـناسی به‌منظـور شناسـایی گونـه درخـت و نـوع چـوب استفاده‌شـده در سـاخت در انجـام شـد. نمونه‌هـا بـا اسـتفاده از بیسـتوری و اره مـویی در انـدازه کوچـک و از قسـمت‌هایی کـه ظاهـر اثـر را مخـدوش نکند، برداشته‌شـده (شـکل-۸). نمونه‌هـای تهیه‌شـده داخـل آب مقطـر بـه مـدت نیـم سـاعت جوشـانده شـده و سـپس بـه داخـل آب مقطـر سـرد جهـت ایجـاد شـوک انداخته شـدند. پـس‌ازآن داخـل محلـول اتانـول و گلیسیریـن(Solution of Ethanol and Glycerin 1:1) بـا نسـبت ۱:۱ و بـه

شکل ۸. نمونه‌برداری جهت گونه‌شناسی

مـدت یـک روز قـرارداده شـدند. پـس از خـارج کـردن نمونه‌هـا از داخـل محلـول اتانـول گلیسیریـن (Merck) و خشـک‌کردن آن‌هـا، بـا اسـتفاده از پارافیـن(Paraffin) در قالـب آلومینیـومی، مانـت شـدند. نمونه‌هـای مانـت شـده به‌وسیلـه دسـتگاه میکروتـوم مـدل (Micro DS 4055) از سـه مقطـع شـعاعی ممـاسی و عـرضی، بـا ضخامـت ۴۰ میکـرون بـرش داده شـدند. مقاطـع تهیه‌شـده بـا محلـول سـدیم هیپوکلریـت(Sodium Hypochlorite) رنـگ بـری شـده و بعـد از سـفید شـدن و شسـت‌وشـو بـا آب مقطـر، در محلـول متیلـن بلـو قـرارداده شـدند. پـس از انجـام مراحـل فـوق و شستشـوی نهـایی نمونـه، مقاطـع بـرای مطالعـه آمـاده شـدند. مقاطـع رنگ‌آمیـزی شـده در زیـر میکروسـکوپ نـوری عبـوری و بـا بزرگنمـایی ۱۰۰ برابـر مـورد بـررسی قـرار گرفتنـد

آزمایش FTIR (طیف‌سنجی مادون‌قرمز تبدیل فوریه)

طیف‌سـنجی مادون‌قرمـز تبدیـل فوریـه رایج‌تریـن تکنیـک طیف‌سـنجی بـرای شناسـایی کیـفی یـک نمونـه مجهـول آلی و تعییـن گروه‌هـای عامـلی آن اسـت (موجـودی،۱۳۹۶)؛ بنابرایـن ایـن بـررسی بـا هـدف تشـخیص و شناسـایی نـوع چسـب استفاده‌شـده در محـل کام و زبانه‌هـا صـورت گرفـت. طیـف جـذب مادون‌قرمـز توسـط دسـتگاه FTIR مـدل (Nicolet 470) اندازه‌گیـری شـد. طیف‌هـا حاصـل ۳۲ پیمایـش بـا تفکیک‌پذیـری $4cm^{-1}$ بـود

شکل ۹. نقشه آسیب نگاری اثر از بخش روبرو (راست) و پشت (چپ)

جدول ۱. راهنمای نقشه آسیب نگاری

حفرات	
آلودگی و گرده و غبار	
ترک و شکستگی	
کمبود	
آسیب دیده شده	

آسیب‌شناسی کلی پیش از مرمت

در زمینه حفاظت آثار تاریخی ساخته‌شده از چوب ضروری‌است که حفاظتگر درک صحیحی از ساختارهای فیزیکی و شیمیایی چوب داشته باشد تا بتواند نسبت به انتخاب فرایند مناسب حفاظتی و درمانی اقدام نماید. از طرفی شناسایی فرایند حفاظتی و درمانی مناسب نیازمند به‌کارگیری و ارزیابی صحیح آن فرایند در حیطه آثار تاریخی است که این امر بدون اطلاع از جزییات ساختاری و تغییراتی که در چوب ایجاد شده امکان‌پذیر نیست(محمدی آچاچلویی، ۱۳۹۳). از این‌رو پس از عکس‌برداری و مستندنگاری اولیه از اثر مورد مطالعه، به بررسی و طبقه‌بندی آسیب‌های ظاهری و عمقی آن پرداخته شد. این آسیب‌ها شامل:

– آسیب‌های ناشی از تغییرات رطوبت‌نسبی که به‌صورت ترک‌های عمیق و ریزترک‌های سطحی بر روی اثر نمایان شده است؛

– آسیب‌های ناشی از حشرات که به‌صورت حفرات سطحی و عمیق در بخش‌هایی متعدد اثر دیده می‌شوند؛

– آسیب‌های ناشی از حضور آلودگی و گردوغبار بر روی سطح اثر که محل مساعدی را برای رشد عوامل بیولوژیک آسیب‌رسان فراهم کرده است؛

– وجود یک بخش سوختگی نسبتاً بزرگ در قسمت پایینی لنگه چپ؛ و

– آسیب‌های واردشده به ساختار چوب مانند اسیدی شدن، است (شکل–۹ و جدول ۱).

نتایج مطالعات

– **سنجش اسیدیته:** آزمایش سنجش اسیدیته صورت گرفته بر روی نمونه مورد مطالعه، عدد (۵,۴۹) را نشان داد که نشان‌دهنده اسیدی بودن در است؛ اما با توجه به اینکه اسیدیته چوب در حالت عادی کمی متمایل به اسیدی است (Geffert et al., 2019, p.852)، آسیب قابل‌توجهی به‌حساب نمی‌آید، اما اقدامات لازم جهت اسیدزدایی آن انجام گرفت.

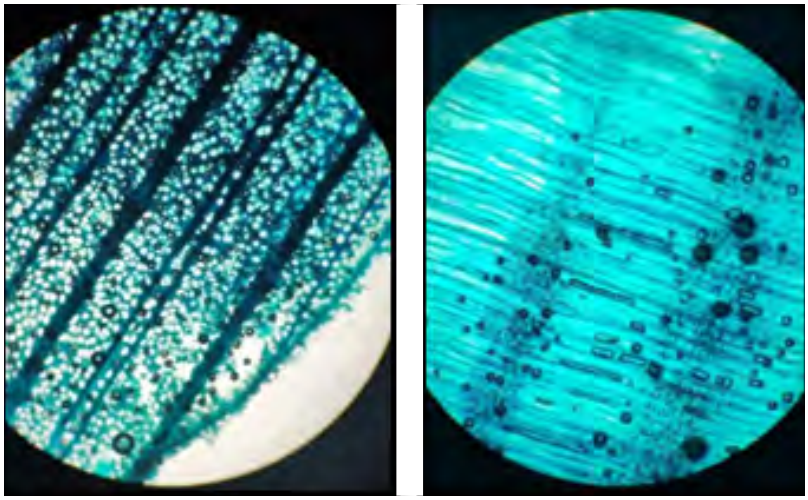
– **سنجش درصد رطوبت تعادل:** نتایج حاصل از سنجش درصد رطوبت تعادل در نمونه مورد بررسی برابر با ۷,۴ درصد به دست آمد که با توجه به اینکه درصد رطوبت تعادل آثار چوبی در مناطق مرکزی ایران ۷,۵ است (محمدی،۱۳۹۳). این عدد برای اثری که در شهر اصفهان قرار داشته است، متعادل بوده و همچنین نشان‌دهنده آسیب ساختاری در اثر نیست.

– **آزمایش رنگ‌سنجی:** مطالعات و آزمایشات رنگ‌سنجی صورت گرفته بر روی اثر در دو مرحله قبل و پس از مرمت در دو نقطه مشابه نشان‌دهنده تغییرات کم در بافت اثر بوده که به معنای آن است که تیمارهای حفاظتی، تغییرات بصری شدیدی بر روی اثر نداشته‌اند. اعداد به دست آمده در این آزمایش به شرح زیر هستند (جدول–۲).

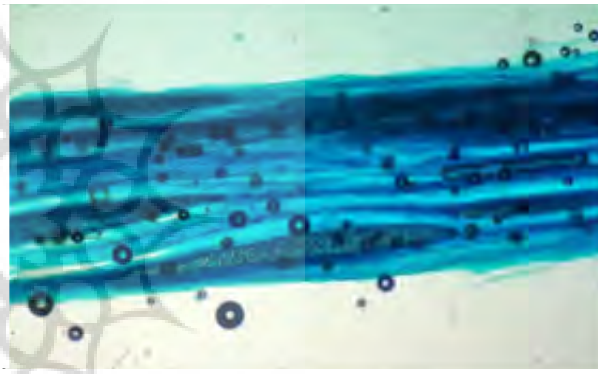
جدول۲. نتایج مطالعات رنگ‌سنجی	
ΔE (قبل از مرمت) در دو نقطه بر روی لته چپ و راست	۵,۵۹
ΔE (پس از مرمت) در دو نقطه بر روی لته چپ و راست	۳,۰۷

– **گونه‌شناسی:** با توجه به آزمایش صورت گرفته بر روی نمونه مورد مطالعه ویژگی‌های ذیل معرف چوب چنار (Platanus Orientalis L) مشاهده و تأیید گردید. آوندها در مقطع شعاعی دارای دریچه منفرد و یا دریچه نردبانی شکل هستند. هر دریچه به ۱۰ تا ۱۵ قسمت تقسیم‌شده و دیواره نازک دارد. منافذ بین آوندی درشت و به‌طور افقی منظم شده‌اند. در این حالت دارای سلول‌های حاشیه‌ای مستطیلی شکل ایستاده می‌باشند. گاهی در بین سلول‌های اشعه چوبی سلول‌های مولد بلور دیده می‌شود. بافت فیبری متشکل از فیبر– تراکئید و فیبر لیبری فرم است. سلول‌های پارانشیمی طویل با دیواره ضخیم و منافذ ظریف و ریز می‌باشند. حفرات آوندی متعدد با اندازه مساوی در پهنای دایره سالانه که تمایل به روزنه‌ای شدن را نشان می‌دهند. این حفرات در چوب بهاره به‌طور به هم چسبیده و در چوب تابستانه به حالت منفرد دیده می‌شوند و دوایر نازک‌تر و متخلخل‌تر به‌نظر می‌رسند. شعاع‌های چوبی نامساوی، غالباً پهن و متعددند که در برخورد با حد دایره سالانه نیز پهن‌تر می‌گردند. حد دایره سالانه به‌طور محسوسی در هنگام برخورد با اشعه چوبی محدب می‌گردد و به علت ۳ تا ۴ ردیف سلول‌های فشرده مشخص است. شعاع‌های چوبی در مقطع مماسی خیلی پهن با ۴ تا ۱۵ سلول هستند و ارتفاع آن‌ها به ۳ میلی‌متر هم می‌رسد. آوندها طویل و روزنه فراوان دارند. با توجه به ویژگی‌های ساختاری بیان‌شده از مقاطع بررسی‌شده و همچنین تطبیق و مقایسه مقاطع با نمونه‌های مشابه منتشرشده در منابع، این‌گونه به نظرمی رسد که در ساخت اثر مورد مطالعه از چوب چنار (Platanus Orientalis L) استفاده شده است (شکل۱۰–۱۲) (لنز و گروبر،۱۳۸۲).

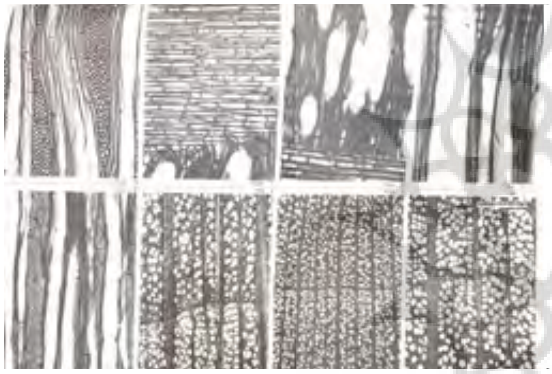
– **آزمایش** طیف‌سنجی مادون‌قرمز تبدیل فوریه: با توجه به نتایج مطالعات صورت گرفته در گذشته (رشوند، ۱۳۹۱؛ محمدی، ۱۳۹۳)، نوار جذبی ۱۱۶۰ مربوط به پل اکسیژنی بین حلقه‌های گلوکوپیرانوزی در زنجیره سلولز است. با توجه به جذب مناسب این باند می‌توان نتیجه گرفت که شکست زنجیره در ساختار سلولز به میزان زیادی رخنداده که این امر با توجه به جذب باند ۱۴۲۰ که مربوط به ساختارهای منظم سلولز است، مشهوداست. همچنین جذب بالایی در نوار ۱۵۰۷ دیده می‌شود(شکل–۱۳). این نوار جذبی مربوط به نوار ارتعاش اسکلت آروماتیک در ساختار لیگنین است. جذب بالای این باند نشان می‌دهد که تخریب ساختاری زیادی در لیگنین وجود ندارد. پس به‌طورکلی می‌توان گفت تخریب ساختاری زیادی



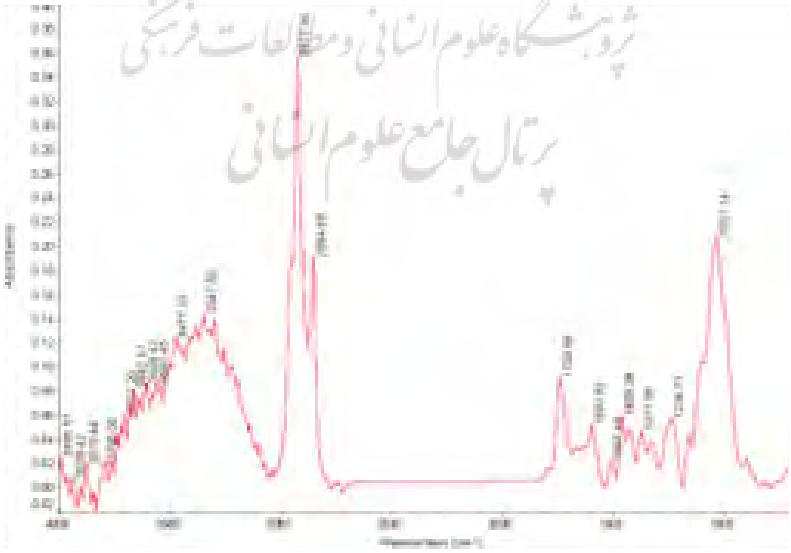
شکل ۱۰. مقطع شعاعی از نمونه چوب اثر (راست)، مقطع عرضی از نمونه چوب اثر (چپ)



شکل۱۱. مقطع مماسی از نمونه چوب اثر



شکل۱۲. مقاطع شعاعی، عرضی و مماسی از چوب چنار (لنز و گروبر،۱۳۸۲، ص۱۲۰)



شکل ۱۳. طیف جذب مادون‌قرمز اندازه‌گیری شده از نمونه چوب اثر مورد مطالعه به‌وسیله دستگاه FTIR

در اجزای تشکیل‌دهنده‌ی چوب دیده نمی‌شود که این امر به‌صورت بصری در سطح اثر از نظر استحکامی مشهود است.

فرآیند حفاظت و مرمت

پاک‌سازی اولیه (مکانیکی)

در فرایند پاک‌سازی اولیه که به آن پاک‌سازی مکانیکی نیز گفته‌می‌شود، پس از مستندنگاری از آلودگی‌ها و آسیب‌های مشهود اثر، گردوغبار و آلودگی‌های سطحی و لابه‌لای درزها به‌وسیله قلم‌مو و مسواک پاک‌سازی شدند. در مرحله بعد به کمک یک انبردست، میخ منگنه‌هایی که روی چهارچوب اثر بود خارج شدند و سپس گرد و غبار درون درزهای چهارچوب پاک شدند (شکل-۱۴).

پاک‌سازی ثانویه (شیمیایی)

مواد مورد استفاده

۱ - کلرامین T(Chloramine-T) ۲ - تری کلرواتیلن (Trichloroethylene) یا (TCE) ۳ -استون (Acetone) ۴ - اتانول ۵ - سولفونات سدیم

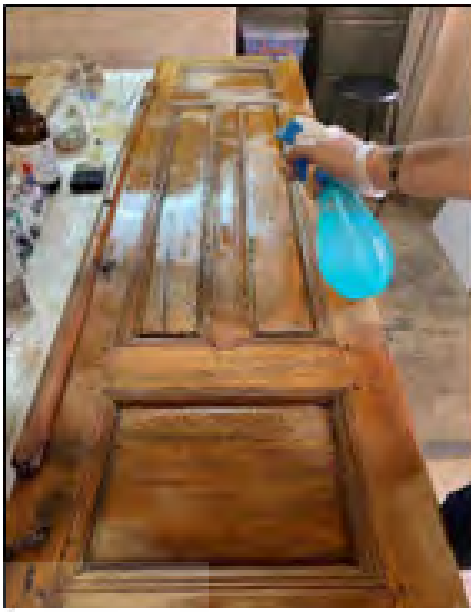
تمامی مواد با نسبت مساوی وزنی-حجمی با یکدیگر مخلوط شدند. محلول به‌دست آمده با استفاده از یک تکه پنبه بر روی اثر اعمال (شکل-۱۵)، سپس با استفاده از یک پارچه تنظیف بلافاصله پاک‌شد. مجدداً همین فرایند تکرار شد. این بار محلول به‌مدت ۳۰ ثانیه بر روی اثر باقی گذاشته شد و سپس با پارچه تنظیف برداشته شد. برای قسمت‌هایی از اثر که آلودگی‌های عمیق‌تری داشتند، فرایند پاک‌سازی برای بار سوم نیز انجام شد.

اسیدزدایی

تشکیل گروه‌های اسیدی در اثر تخریب سلولز و لیگنین موجب تغییر اسیدیته چوب می‌شود. شدت تأثیر اسید بر چوب به نوع اسید، غلظت، مدت زمان تأثیر و دما بستگی دارد که موجب تغییر رنگ و هیدرولیز پلی‌ساکاریدها می‌گردد. تغییرات اسیدیته معمولاً تأثیر مستقیمی در تخریب آثار دارد. اسیدی شدن چوب مسئله‌ای است که ممکن‌است در طول زمان رخ دهد که نیازمند فرایندهای اسیدزدایی خواهد بود (محمدی آچاچلویی، ۱۳۹۳). اسیدزدایی به‌عنوان یک عمل مرمتی- حفاظتی و به معنای زدودن حالت اسیدی و افزایش مقاومت شیء در برابر عوامل مخرب است(Giorgi et al., 2020; Taglieri et al., 2009). باید دقت داشت که در فرایند اسیدزدایی نباید از قلیاهای قوی و دربازه‌های زمانی استفاده کرد، زیرا اسیدزدایی با قلیای قوی می‌تواند به‌خاطر شکستن حلقه گلوکز بدون آب در زنجیره سلولز، فرآیند تخریب را سرعت بخشد. ساختمان کریستالی سلولز دچار واکشیدگی شده و به‌طور غیرقابل بازگشتی تخریب می‌شود (دیداری، ۱۳۸۸، ص. ۲۳). یک ماده اسیدزدایی خوب باید حتی‌المقدور از خود اثری برجای نگذارد، باعث ایجاد شوره یا تغییر رنگ چوب نشود، ذخیره قلیایی ضروری چوب را از بین نبرد، نفوذ مناسب و همگنی داخل خلل و فرج چوب داشته باشد، حداقل آسیب را برای مرمتگر داشته باشد، استحکام چوب را افزایش دهد و مقرون‌به‌صرفه باشد. در فرایند

شکل۱۴. پاکسازی مکانیکی چهارچوب اثر

شکل ۱۵. محلول مورد استفاده در مرحله دوم پاک‌سازی شیمیایی



شکل ۱۶. پاشیدن محلول اسید زدا توسط آب فشان به تمام نقاط اثر

شکل ۱۷. بستن اثر توسط گیره پس از زدن محلول تاب‌گیری در جهت مخالف بخش تاب گرفته

اسیدزدایی از محلول ۰٫۱% باریم هیدروکسید در مخلوط آب مقطر و اتانول استفاده شد. اسیدیته محلول آماده‌شده اندازه‌گیری شد. عدد آن حدوداً ۱۴ بود. برای رسیدن به عدد مطلوب ۱۰، محلول موردنظر رقیق شد. محلول به‌وسیله‌ی آبفشان بر روی تمام سطح اثر پاشیده شد (شکل۱۶) و پس از نفوذ محلول به بافت اثر، برای جلوگیری از پیچ‌خوردن و تاب برداشتن آن، به مدت ۲۴ ساعت توسط گیره و تحت فشار قرار گرفت تا خوب خشک شود. این مراحل تا رسیدن اسیدیته اثر به عدد موردنظر ادامه پیدا کرد

تاب‌گیری

واکشیدگی زمانی اتفاق می‌افتد که چوب آب جذب کرده باشد و هم کشیدگی هم‌زمان با دفع رطوبت از چوب ایجاد می‌شود. در این اثر، هم کشیدگی و واکشیدگی در سه جهت چوب متفاوت بود. به‌نحوی که تغییر ابعاد چوب در جهت شعاعی ۱۰ تا ۲۰ برابر جهت طولی بود. این تغییر در جهت عرضی ۱۵ تا ۳۰ برابر جهت طولی محاسبه شد. برای رفع این آسیب و بازگرداندن قسمت‌های تاب‌خورده به شکل اولیه، محلولی حاوی ۴۰ درصد اتانول، ۵ درصد استون و ۱ درصد آمونیاک در ۵۴ درصد آب مقطر تهیه و با استفاده از یک قلم‌مو بر روی تمام سطح اثر اعمال‌شد. بعد از گذشت ۵ دقیقه باز هم این کار تکرار شد تا محلول به‌خوبی در چوب نفوذ کند و راحت‌تر به حالت قبل بازگردد. بعد از نفوذ کامل محلول، با استفاده از گیره‌های آهنی و تخته‌های صاف چوبی، قسمت تاب‌خورده محکم بسته شد تا چوب به حالت اول خود بازگردد. حدود ۱۲ روز (یک‌بار بررسی بعد از طی ۵ روز) اثر در این حالت باقی‌ماند. در طول این مدت، روزانه پیچ این گیره‌ها سفت‌تر شد. برای جلوگیری از احتمال ایجاد آسیب بر روی سطح چوب‌ها، هنگامی که تحت فشار قرار دارند، بهتر است که از یک‌لایه پارچه ضخیم در حدفاصل تخته‌ها و چوب استفاده شود. بعد از اتمام کار برای جلوگیری از بازگشت چوب به حالت قبل، تمام اثر با پارالوئید ۵ درصد استحکام‌بخشی شد (شکل۱۷).

حفاظت از اثر در برابر آفات

فرایند حفاظت از اثر در برابر آفات به وسیله محلول بوراکس[1] ۳% صورت گرفت. به‌دلیل حلالیت در آب بایستی برای چوب‌هایی استفاده شود که در تماس با زمین نیستند. بوراکس جهت تیمار آثار چوبی مختلف به‌تنهایی یا همراه با پلی‌اتیلن‌گلیکول و یا ساکاروز در درمان چوب‌های اشباع از آب برای جلوگیری از تأثیر قارچ‌ها و حشراتی مانند سوسک‌های آردی

چوب به‌کاررفته است. این ترکیب انتشار خوبی در چوب‌های با نفوذپذیری کم دارد اما افزایش غلظت تیمار موجب کریستالی شدن آن می‌گردد (محمدی آچاچلویی، ۱۳۹۳). در فرایند حفاظت از اثر، از محلول ۳ % بوراکس در آب مقطر استفاده شد. سطح اثر به‌طور کامل با استفاده از محلول آماده شده آغشته شد و به همان روش ذکر شده در مراحل قبل به مدت ۲۴ ساعت به میز کار بسته شد تا به خوبی خشک شود

مرمت بخش‌های مفقودی و ترک‌ها

در این مرحله تمامی قسمت‌های مفقودی اثر شناسایی شده و با درنظر گرفتن اصول زیبایی شناسانه اثر، مرمت شدند. برای بازسازی قسمت‌های مفقود از ترکیب یک به سه اپوکسی (Epoxiran E-8127-C, Epoxiran H-3895-C) با براده‌های چوب چنار الک‌شده با الک ۸۰ استفاده شد. در فرایند بازسازی ابتدا قسمت موردنظر به پارالوئید ۵ درصد آغشته شد (این کار برای جلوگیری از نفوذ اپوکسی به بافت چوب انجام می‌شود). پس از آن با استفاده از موم دندان‌پزشکی قالب بخش مورد نظر گرفته شد (اشکال ۱۸ و ۱۹). در نهایت اپوکسی در ترکیب با براده‌های چوب، رنگ‌دانه‌ها (اخرا، زرد، قهوه‌ای) و همین‌طور اکسید تیتانیوم (Titanium Dioxide) به‌منظور موزون‌سازی رنگی برای پرکردن بخش‌های مفقودی به‌کار گرفته شد (اشکال۲۰ و ۲۱). پس از فرایند خشک‌شدن که ۲۴ ساعت به‌طول انجامید، با استفاده از دستگاه فرز انگشتی و سمباده‌های مختلف، سطح بخش‌های پرشده با سطح اصلی اثر همسان شد

پرکردن حفره‌های اثر

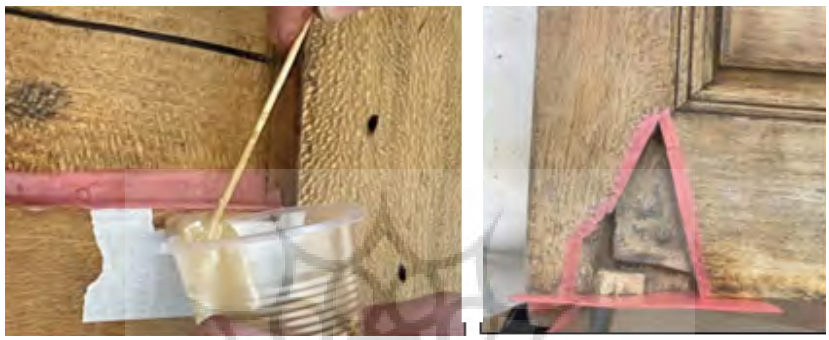
ابتدا حفره‌هایی که توسط حشرات و بعضاً با عمق قابل‌توجهی ایجادشده بودند، شناسایی شدند. بنا بر لزوم حفظ زیبایی اثر و جلوگیری از نفوذ دوباره حشرات، تمامی این حفرات توسط بتونه پر شدند. در این بخش برای بازسازی حفرات از اپوکسی به همراه براده‌های چوب الک‌شده استفاده شد. به این صورت که ترکیب یک به سه خاک اره چوب (60g) با اپوکسی (22g) مورد استفاده قرار گرفت. نکته مهمی که باید در این مرحله باید به آن توجه کرد، خروج هوا از اپوکسی و شکل‌گیری آن با گذر زمان است. برای همین از اپوکسی‌های ۱۲ ساعته استفاده شد. برای انجام این کار ابتدا قسمت موردنظر به پارالوئید ۵ درصد آغشته شد. این کار برای جلوگیری از نفوذ اپوکسی به بافت چوب انجام می‌شود. بعد از آن قسمت‌های مجاور که نباید اپوکسی به آن‌ها برخورد کند، با چسب ضد حساسیت پوشانده شد و سپس با استفاده از موم دندان‌پزشکی قسمت موردنظر قالب گرفته شد، به این‌شکل که موم دندان‌پزشکی در ابعاد کوچکی روی حفرات قرار گرفت و سپس به اندازه حفره برش‌خورده و تخلیه‌شد. در نهایت اپوکسی ترکیب‌شده با خاکاره چوب و رنگ‌دانه‌ها به کمک بوم‌خار درون حفرات ریخته شد. پس از فرایند خشک‌شدن که ۲۴ ساعت به‌طول انجامید. با استفاده از سنباده نرم (۱۰۰۰) و دستگاه فرز انگشتی سطح بتونه صاف گردید

استحکام‌بخشی

استحکام‌بخش‌های مختلفی در فرایند حفاظتی و مرمت آثار چوبی استفاده می‌شود (بهرامی، ۱۳۹۵). به‌طور ایدئال منظور از استحکام‌بخشی فرآیندهایی است که جهت تحکیم و یا تثبیت چوب‌های آسیب‌دیده و نوآرایی ویژگی‌های فیزیکی ساختارهای تشکیل‌دهنده چوب بدون تغییر شیمیایی و در راستای حفظ ماده چوب انجام می‌گیرد. البته، پیش از انجام هر عملی باید هدف از استحکام‌بخشی مشخص شود. بدین معنی که ماده اثر به چه منظوری و جهت چه کاربردی باید تثبیت شود. در این میان شیوه کار نیز تأثیر زیادی بر این امر خواهد داشت. یک استحکام‌بخش مناسب باید دارای ویژگی‌های مختلفی چون عدم ایجاد هم کشیدگی و واکشیدگی، پایداری فیزیکی و

۱. بوراکس با نام تجاری ترکیب سدیم تترا بورات بصورت کریستال یا پودر سفید رنگی است که بی بو و با چگالی تقریبی 73g.cm حلالیت خوبی در آب دارد و به‌عنوان کندسوز کننده و قارچ کش جهت تیمار چوب به کار می‌رود. تیمار بوراکس به‌صورت محلول به‌عنوان کندسوزکننده نتایج قابل‌قبولی به‌دست‌می‌دهد. این محلول همچنین جهت مقابله با حشرات و به همراه ترکیبات مس جهت مقابله با تخریب زیستی نیز به‌کارمی‌رود

شکل ۱۸. قالب‌گیری بخش‌های مختلف اثر با استفاده از موم دندان‌پزشکی



شکل ۱۹. قالب‌گیری بخش‌های مختلف اثر با استفاده از موم دندان‌پزشکی

شکل ۲۰. ریختن ترکیب آماده‌شده جهت بازسازی (ترکیب اپوکسی، رنگ و براده چوب) درون قسمت‌های مفقود بخش خشک‌شده ترکیب اپوکسی و خاک‌اره پس از ۲۴ ساعت

شکل ۲۱. قالب‌گیری بخش ترک‌خورده با استفاده از موم دندان‌پزشکی از بخش پشتی ترک

شکل ۲۲. آغشته کردن درب به محلول استحکام‌بخش

شیمیایی در طول زمان، تثبیت ابعادی شئ، عدم تخریب وجوه زیبایی‌شناسی، از بین نبردن سایر مواد به‌کاررفته در اثر مانند رنگ‌ها و جلاها، عدم ایجاد تغییر رنگ، عدم سمیت یا سمیت پایین، قابلیت اشتعال پایین و افزایش مقاومت بیولوژیکی باشد. البته باید برگشت‌پذیری را به این موارد افزود، ولی به‌جای آن می‌توان از تجدید پذیری درمان در شئ سخن گفت. استحکام‌بخشی که تمامی این شرایط را داشته باشد تقریباً وجود ندارد. در حقیقت انتخاب یک استحکام‌بخش در موارد مختلف و با توجه به خصوصیات مورد نیاز و بر اساس یک یا چند ویژگی برجسته ماده استحکام‌بخش صورت می‌گیرد. البته خصوصیات دیگری مانند میزان نفوذ، قابلیت انتقال شرایط محیطی، حالت فیزیکی و مواد افزودنی نیز تأثیر زیادی بر این انتخاب خواهند داشت (محمدی‌آچاچلویی، ۱۳۸۷). برای ساخت محلول استحکام‌بخش، ۳۰ گرم پلی‌وینیل‌بوتیرال را در اتانول حل‌کرده و سپس، در طرف دیگر مقدار ۲۰ گرم پارالوئید را در تولوئن حل‌کرده و محلول اتانول بوتیرال و پارالوئید تولوئن درون ظرف مناسبی ریخته و با افزودن اتانول حجم آن به ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. پس از ساخت محلول، محلول توسط یک قلم‌موی پهن و تمیز بر روی اثر اعمال‌شد. باید توجه داشت که این فرایند به‌شکل پیوسته و بدون وقفه انجام گیرد تا محلول مورد نظر بر روی اثر لکه برجای نگذارد (شکل ۲۲).

نتیجه‌گیری

آثار چوبی، به‌خصوص آثاری که در فضای باز نگهداری و استفاده می‌شوند، همواره در معرض آسیب‌های متعددی قرار می‌گیرند و این امر در اثر مورد مطالعه که به دلیل کاربری آن در طول سالیان دراز مورد استفاده ساکنان خانه سوکیاس و در سال‌های گذشته مورد استفاده دانشجویان دانشگاه هنر اصفهان قرار گرفته است، کاملاً قابل‌مشاهده است. از این رو پس از انجام مطالعات و آزمایش‌های عنوان‌شده و تشخیص آسیب‌های اثر که نشان‌دهنده اسیدی شدن ساختار اثر، واکشیدگی، ترک و ریز ترک‌های سطح، حمله حشرات، مفقودی‌ها، سوختگی و همچنین تأثیرات گردوغبار و ایجاد آلودگی در سطح اثر بودند، اقداماتی جهت رفع کردن آسیب‌های نام‌برده و جلوگیری از وقوع آسیب‌های احتمالی در آینده صورت گرفت. این اقدامات شامل پاک‌سازی مکانیکی و شیمیایی، اسیدزدایی، تاب‌گیری، افت زدایی و مقاوم‌سازی نسبت به نفوذ آفات، رفع بخش‌های مفقودی، رفع بخش‌های ترک‌خورده و همچنین استحکام‌بخشی اثر بودند. در نهایت و پس از پایان‌یافتن فرآیند حفاظت و مرمت، پیشنهادهایی جهت حفاظت از اثر پس از مرمت عنوان گردید که شامل موارد زیر می‌باشند:

– بهتر است حتی‌الامکان از تابش مستقیم نور خورشید به اثر جلوگیری کرد و در شرایط جوی نامساعد پوششی بر روی اثر گذاشته شود تا از آسیب‌های احتمالی ناشی از برف و باران و طوفان مصون باشد. به این منظور می‌توان شرایط نوری محیط را برای بررسی شدت نور فرابنفش پایش و کنترل کرد و در صورت امکان یک سایه‌بان برای اثر طراحی و اجرا کرد؛

– همچنین کنترل رطوبت‌نسبی محیط امری حیاتی در روند حفاظت اثر پس از مرمت است؛

– باید طبق یک برنامه زمانی منظم، اثر معاینه و بررسی و جهت جلوگیری از نفوذ دوباره حشرات به اثر سم‌پاشی انجام شود؛

– محیط قرارگیری اثر همواره پاکیزه نگه‌داشته شود تا از بروز هرگونه آسیب احتمالی جلوگیری شود؛

– از یک ماده ضد احتراق همچون محافظت‌کننده‌های روغنی مثل پنتاکلروفنل برای اشباع اثر تاریخی استفاده نمود؛

– در نهایت، در صورت وجود شرایط مساعد و ایدئال بهتراست محافظی به شکل کرکره‌ای برای اثر طراحی شود تا اثر کمترین آسیب را در طول زمان متحمل شود.

منابع

بهرامی، مهناز. (۱۳۹۵). محافظت و استحکام‌بخشی ستون‌های چوبی تالار عالی‌قاپو با بازنگری مرمت‌های پیشین، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرمت و احیا بناها و بافته‌ای تاریخی. دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان [چاپ‌نشده]

پیرنیا، محمد کریم. (۱۳۹۵). معماری ایرانی. تهران: سروش دانش

دیداری، معصومه،(۱۳۸۸).امکان‌سنجی استفاده از نانو مواد هیدروکسید کلسیم و منیزیم در اسیدزدایی اشیاء چوبی تاریخی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده حفاظت و مرمت ، دانشگاه هنر اصفهان [چاپ‌نشده]

رستم نژاد، طاهره. (۱۳۹۰). مبانی پردازش نور و رنگ در معماری مساجد صفوی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته هنرهای اسلامی گرایش چوب، دانشکده هنر ادیان و تمدن‌ها، دانشگاه هنر اصفهان [چاپ‌نشده]

رشوند، شادی. (۱۳۹۱). حفظ و مرمت یک قطعه نقاشی بر روی چوب با تأکید بر ساختار تکیه‌گاه چوبی. پروژه کارشناسی رشته مرمت آثار تاریخی، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان [چاپ‌نشده]

شیری، انیسه (۱۳۹۵). مطالعه استحکام‌بخش پلی وینیل بوتیرال جهت حفاظت تزیینات نقاشی روی چوب در سقف خانه‌های قاجاری در شیراز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مرمت اشیا فرهنگی و تاریخی، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان [چاپ‌نشده]

کلایدزدیل، آ. (۱۳۹۷). مواد شیمیایی در مرمت: راهنمایی جهت جلوگیری از خطرات احتمالی و نحوه استفاده صحیح از آن‌ها، مترجم: مریم باباشاهی، تهران: دانشگاه هنر

لنز، اسکار، فریتس شواین‌گروبر (۱۳۸۲). اطلس چوب‌های شمال ایران: تشریح و تشخیص میکروسکوپی گونه‌های مهم. مترجم: داود پارساپژوه، تهران: دانشگاه تهران

محمدی آچاچلویی، م. (۱۳۸۷). ارزیابی مهم‌ترین استحکام‌بخش‌های به‌کاررفته در حفاظت و مرمت اشیا چوبی. دانش مرمت و میراث فرهنگی.۴(۲)،۴۳ – ۵۳

محمدی آچاچلویی، م.(۱۳۹۳). حفاظت آثار تاریخی ساخته‌شده از چوب‌های پهن‌برگ در فضای باز در برابر تغییرات ساختاری ناشی از هوازدگی فتوشیمیایی. رساله دکتری رشته مرمت اشیا فرهنگی و تاریخی، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان [چاپ‌نشده]

موجودی فریبا، محمدی آچاچلویی، محسن، علی حسینی، فرزانه. (۱۳۹۸). بررسی تطبیقی کارایی روش‌های طیف‌سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه (FTIR) و کروماتوگرافی لایه‌نازک (TLC) جهت کاربرد در شناسایی ماده رنگزای قرمز دانه در الیاف تاریخی. علوم و فناوری رنگ.۱۳(۴). ۲۹۳-۳۰۳.

موسوی، س. (۱۳۹۳). حفظ و مرمت دیوارنگاره ضلع غربی تالار مرکزی خانه سوکیاس اصفهان متعلق به دوره صفوی.

هرندی دانیال، احمدی حسین، محمدی محسن.(۱۳۹۵) بررسی کاربرد نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید در بهبود مقاومت استحکام‌بخش پلی‌وینیل بوتیرال در برابر قارچ پوسیدگی سفید چوب. نشریه علمی مرمت و معماری ایران. ۶ (۱۲): ۱-۱۲

واعظی، محمدرضا، ناظمی اشنی، راضیه، کیانمهر، قباد. (۱۳۹۳). اسیدزدایی آثار چوبی تاریخی با استفاده از نانوذرات هیدروکسید کلسیم سنتز شده به روش شیمیایی. مواد و فناوری‌های پیشرفته۳(۱).۷۱-۷۹

یونگر، ویبکه، آرنوپ شنیویند، آخیم (۱۳۸۹). حفاظت آثار هنری چوبی. مترجمان: اصغر طارمیان، علی‌نقی کریمی، تهران: دانشگاه تهران

Geffert, A., Geffertova, J., & Dudiak, M. (2019). Direct method of measuring the pH value of wood. Forests, 10(10), 852.

Giorgi, R., Chelazzi, D., Fratini, E., Langer, S., Niklasson, A., Rôdemar, M., ... & Baglioni, P. (2009). Nanoparticles of calcium hydroxide for wood deacidification: Decreasing the emissions of organic acid vapors in church organ environments. Journal of Cultural Heritage, 10(2), 206-213.

Taglieri, G., Daniele, V., Macera, L., Schweins, R., Zorzi, S., Capron, M., ... & Mondelli, C. (2020). Sustainable nanotechnologies for curative and preventive wood deacidification treatments: An eco-friendly and innovative approach. Nanomaterials, 10(9), 1744.