

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

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

معین پورصادق^{*۱}، محسن محمدی آچاچلویی^۲

^{*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 دولنگه 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 مادون قرمز تبدیل فوریه صورت گرفت. سپس با در نظر 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 هوازگی نیز از جمله آسیب‌های شیمیایی شناسایی شده بودند. آسیب‌های ناشی از حمله 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، شماره ۳، شماره پیاپی ۱۷

پاییز ۱۴۰۲

<https://ker.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

مقدمه

معماری یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های دوره صفوی و شهر اصفهان مرکز گسترش آن بوده است (رستم نژاد، ۱۳۹۰). درهای چوبی به عنوان 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 پایان یافتن 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).

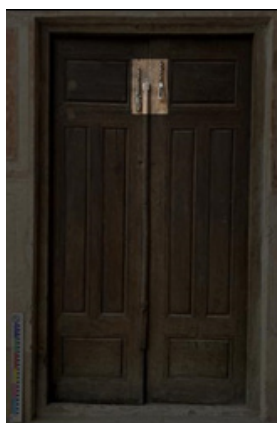
مواد و روش‌ها

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 به دلیل وجود تغییرات شیمیایی و فیزیکی رخ داده 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 و ۲،۴ سانتی متر است. در بالای هر لنگه تکه‌ای به طول ۳ سانتی متر به عنوان پاشنه گرد قرار گرفته است (شکل ۲). در وجه جلویی هر دو لنگه، آویزه‌هایی فلزی (چفت)



شکل ۱. در دو لته چوبی از نمای روبرو واقع در ایوان شاهنشین خانه سوکیاس (قبل از مرمت) (راست).
شکل ۲. پاشنه گرد لنگه راست (چپ).



شکل ۳. بخش چفت در هر دو لته (راست).
شکل ۴. بخش دماغه و گل میخ‌های اثر (چپ).



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

ارائه شده (محمدی، ۱۳۹۳)، بر اساس استاندارد sithole پس از ۲۴ ساعت دستگاه pH متر دیجیتال مدل Metrohm444 با الکترود شیشه‌ای به منظور 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 به کار گرفته شد. به این صورت که ابتدا آب مقطر درون ظرف نمونه به وسیله 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 تشکیل شده از چوب در فرایند تبادل رطوبت با محیط، تغییر می‌کنند (شیری، ۱۳۹۵). تغییر ابعاد به طور 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 خرد شده و درون بوتله‌ای با وزن معلوم ریخته و توزین شد. بوتله حاوی نمونه به مدت ۲ ساعت درون آون با دمای ۱۰۰ + ۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس درون دسیکاتور خنک و توزین شد و وزن نمونه خشک به دست آمد و درصد رطوبت تعادل با فرمول زیر محاسبه گردید

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

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

به صورت متقارن برای بستن درها (شکل ۳) قرار دارد. برای حفظ تقارن و زیبایی دوچندان، همچنین نگهداری بخش دماغه سه گل‌میخ استفاده شده 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 ۵ و ۶)

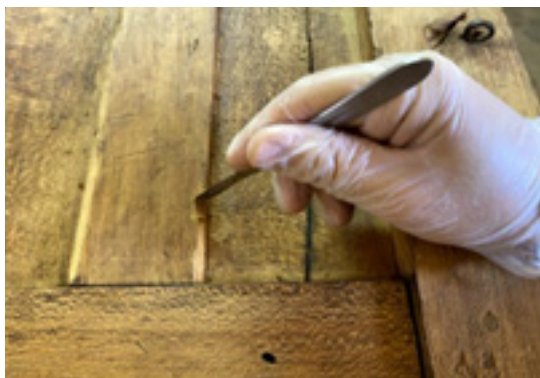
سنجش اسیدیته

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 صورت می‌گیرد (ناظمی، ۱۳۸۸)، نمونه‌ای کوچک از بخش آسیب‌دیده در برداشته و توزین شد (شکل ۷-۶) 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 مشخص شده

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



شکل ۸. نمونه برداری جهت گونه شناسی

مدت یک روز قرار داده شدند. پس از خارج کردن نمونه‌ها از داخل محلول اتانول گلیسرین (Merck) و خشک کردن آن‌ها، با استفاده از پارافین (Paraffin) در قالب آلومینیومی، مانع شدند. نمونه‌های مانع شده به وسیله دستگاه میکروتوم مدل (Micro DS 4055) از سه مقطع شعاعی مماسی و عرضی، با ضخامت ۴۰ میکرون برش داده شدند. مقاطع تهیه شده با محلول سدیم هیپوکلریت (Sodium Hypochlorite) رنگ بری شده و بعد از سفید شدن و شستشو با آب مقطر، در محلول متیلن بلو قرار داده شدند. پس از انجام مراحل فوق و شستشوی نهایی نمونه، مقاطع برای مطالعه آماده شدند. مقاطع رنگ آمیزی شده در زیر میکروسکوپ نوری عبوری و با بزرگمایی ۱۰۰ برابر مورد بررسی قرار گرفتند

آزمایش FTIR

(طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه)

طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه رایج ترین تکنیک طیف سنجی برای شناسایی کیفی یک نمونه مجهول آلی و تعیین گروه های عاملی آن است (موجودی، ۱۳۹۶)؛ بنابراین این بررسی با هدف تشخیص و شناسایی نوع چسب استفاده شده در محل کام و زبانه ها صورت گرفت. طیف جذب مادون قرمز توسط دستگاه FTIR مدل (Nicolet 470) اندازه گیری شد. طیف ها حاصل ۳۲ پیمایش با تفکیک پذیری 4cm^{-1} بود

دارد. تیمارهای حفاظتی نبایستی موجب تغییرات بصری شدید در چوب شوند که این امر در طول زمان نیز بایستی تداوم داشته باشد (محمدی، ۱۳۸۸). به همین دلیل مؤلفه های مهم در ویژگی های بصری آثار چوبی اعم از میزان روشنی/تیرگی، زردی/آبی و قرمز/سبز مورد ارزیابی قرار گرفت. برای سنجش تغییرات رنگی در نمونه های مورد مطالعه از دستگاه رنگ سنج ساخت شرکت Salutron کشور آلمان، مدل Colortector Alpha و سامانه رنگی $\text{CIE}L^*a^*b$ استفاده شد. در اثر مورد مطالعه پنج نقطه مورد سنجش قرار گرفت و میانگین آن ها محاسبه شد. تغییرات رنگی ایجاد شده در نمونه های مختلف نیز با استفاده از رابطه های زیر محاسبه شد

$$\Delta L: L_2 - L_1, \Delta a: a_2 - a_1, \Delta b: b_2 - b_1$$

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

تحلیل داده های رنگ سنجی بر اساس تفاضل مقادیر مربوط به مؤلفه های اندازه گیری شده انجام شد. مؤلفه L روشنی/تیرگی را نشان می دهد که از صفر تا صد درجه بندی می شود. مقادیر مثبت ΔL گویای افزایش روشنی و مقادیر منفی نشان دهنده کاهش یا افزایش تیرگی است. مؤلفه b نشانگر میزان زردی/آبی است و مقادیر مثبت Δb افزایش زردی و مقادیر منفی کاهش آن یا افزایش آبی را نشان می دهد. مؤلفه a ناشی از میزان قرمز/سبز است و مقادیر مثبت Δa نشان دهنده افزایش قرمزی و مقادیر منفی گویای کاهش آن یا افزایش سبز است. ΔE نیز تفاوت رنگی کلی را نشان می دهد

گونه شناسی

آزمایش گونه شناسی به منظور شناسایی گونه درخت و نوع چوب استفاده شده در ساخت در انجام شد. نمونه ها با استفاده از بیستوری و اره مویی در اندازه کوچک و از قسمت هایی که ظاهر اثر را مخدوش نکند، برداشته شده (شکل ۸-). نمونه های تهیه شده داخل آب مقطر به مدت نیم ساعت جوشانده شده و سپس به داخل آب مقطر سرد جهت ایجاد شوک انداخته شدند. پس از آن داخل محلول اتانول و گلیسرین (Solution of Ethanol and Glycerin 1:1) با نسبت ۱:۱ و به



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

جدول ۱. راهنمای نقشه آسیب نگاری

حشرات	
آلودگی و گرد و غبار	
ترک و شکستگی	
کرمود	
سوخته شده	

امکان پذیر نیست (محمدی آچالویی، ۱۳۹۳). از این رو پس از عکس برداری و مستندنگاری اولیه از اثر مورد مطالعه، به بررسی و طبقه بندی آسیب های ظاهری و عمقی آن پرداخته شد. این آسیب ها شامل:

- آسیب های ناشی از تغییرات رطوبت نسبی که به صورت ترک های عمیق و ریزترک های سطحی بر روی اثر نمایان شده است؛
- آسیب های ناشی از حشرات که به صورت حفرات سطحی و عمیق در بخش هایی متعدد اثر دیده می شوند؛

آسیب شناسی کلی پیش از مرمت

در زمینه حفاظت آثار تاریخی ساخته شده از چوب ضروری است 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 به کارگیری 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

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

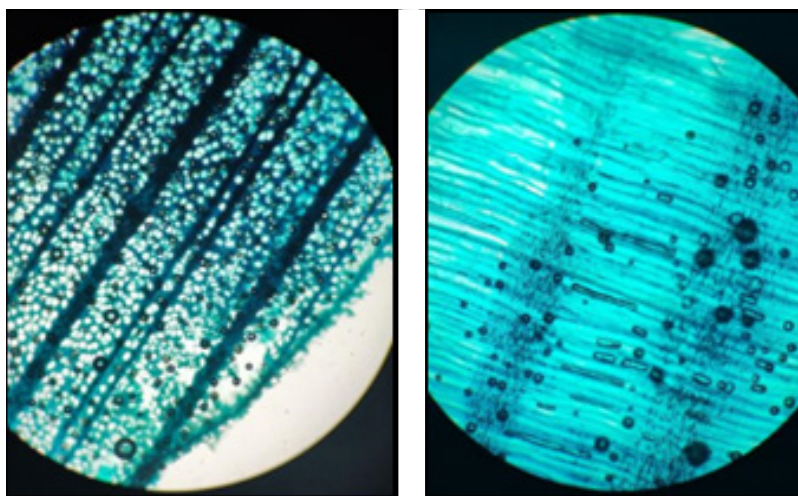
- **سنجش درصد رطوبت تعادل:** نتایج حاصل از سنجش درصد رطوبت تعادل در نمونه مورد بررسی برابر با ۷,۴ درصد به دست آمد که با توجه به اینکه درصد رطوبت تعادل آثار چوبی در مناطق مرکزی ایران ۷,۵ است (محمدی، ۱۳۹۳). این عدد برای اثری که در شهر اصفهان قرار داشته است، متعادل بوده و همچنین نشان‌دهنده آسیب ساختاری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

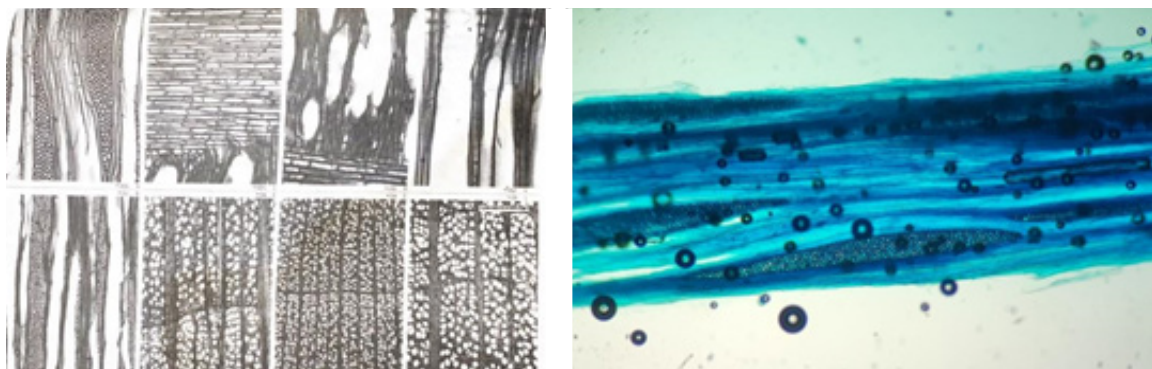
جدول ۲. نتایج مطالعات رنگ‌سنجی	
۵,۵۹	ΔE (قبل از مرمت) در دو نقطه بر روی لته چپ و راست
۳,۰۷	ΔE (پس از مرمت) در دو نقطه بر روی لته چپ و راست

- **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 درجه منفرد و یا درجه نردبانی شکل هستند. هر درجه 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- تراکتید 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 بهار به‌طور به هم چسبیده و در چوب تابستانه به حالت منفرد دیده می‌شوند و دواير نازک‌تر و متخلخل‌تر به‌نظر می‌رسند. شعاع‌های چوبی نامساوی، غالباً پهن و متعدّدند 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 همچنین تطبیق و مقایسه مقاطع با نمونه‌های مشابه منتشرشده در منابع، این‌گونه به‌نظر می‌رسد که در ساخت اثر مورد مطالعه از چوب چنار (*Platanus Orientalis L*) استفاده شده است (شکل ۱۰-۱۲) (لنز و گروبر، ۱۳۸۲).

- **آزمایش طیف‌سنجی مادون قرمز 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، مشهود است. 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 به‌طور کلی می‌توان گفت تخریب ساختاری زیادی

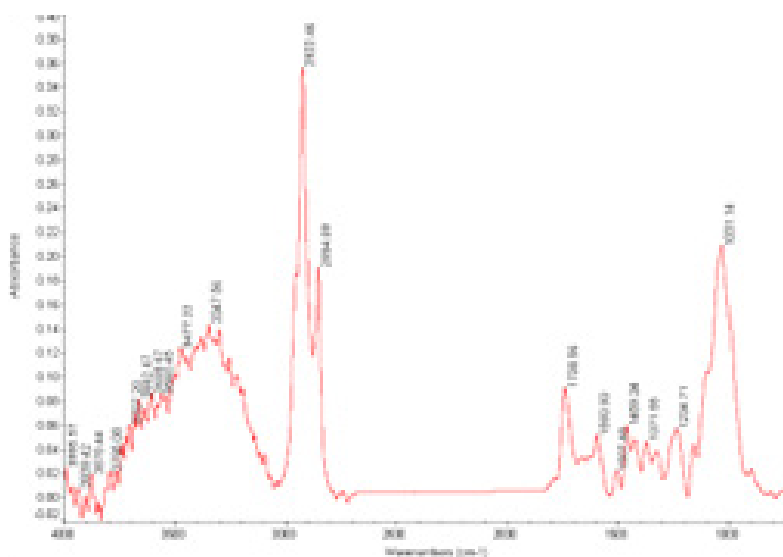


شکل ۱۰. مقطع شعاعی از نمونه چوب اثر (راست)، مقطع عرضی از نمونه چوب اثر (چپ)



شکل ۱۲. مقاطع شعاعی، عرضی و مماسی از چوب چنار (لنز و گروبر، ۱۳۸۲، ص ۱۲۰)

شکل ۱۱. مقطع مماسی از نمونه چوب اثر



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

اسیدزدایی

تشکیل گروه‌های اسیدی در اثر تخریب سلولز و لیگنین موجب تغییر اسیدته 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 ممکن است 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 در بازه‌های زمانی استفاده کرد، زیرا اسیدزدایی با قلیای قوی می‌تواند به‌خاطر شکستن حلقه گلوکز بدون آب در زنجیره سلولز، فرایند تخریب را سرعت بخشد. ساختمان کریستالی سلولز دچار واکنش‌دهی 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

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

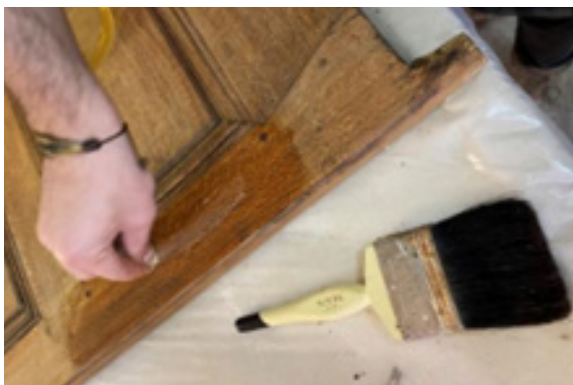
فرایند حفاظت و مرمت پاک‌سازی اولیه (مکانیکی)

در فرایند پاک‌سازی اولیه که به آن پاک‌سازی مکانیکی نیز گفته می‌شود، 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، میخ‌مکنه‌هایی 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 ۲ T (Chloramine-T) - تری کلرواتیلن (Trichloroethylene) یا (TCE) ۳ - استون (Acetone)
- ۴ - اتانول ۵ - سولفونات سدیم

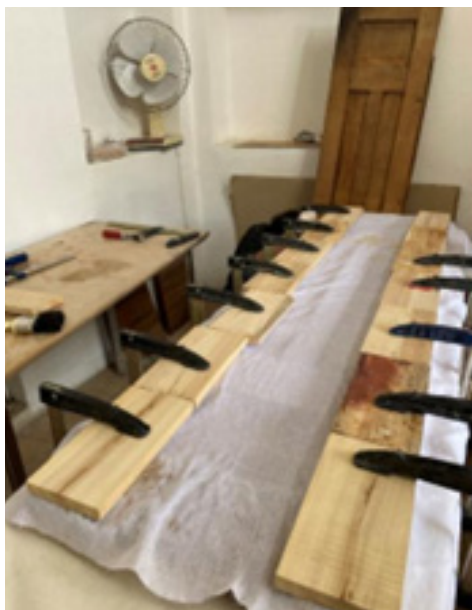
تمامی مواد با نسبت مساوی وزنی - حجمی با یکدیگر مخلوط شدند. محلول به‌دست آمده با استفاده از یک تکه پنبه بر روی اثر اعمال (شکل-۱۵)، سپس با استفاده از یک پارچه تنظیف بلافاصله پاک‌شد. مجدداً همین فرایند تکرار شد. این بار محلول به‌مدت ۳۰ ثانیه بر روی اثر باقی گذاشته شد و سپس با پارچه تنظیف برداشته شد. برای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



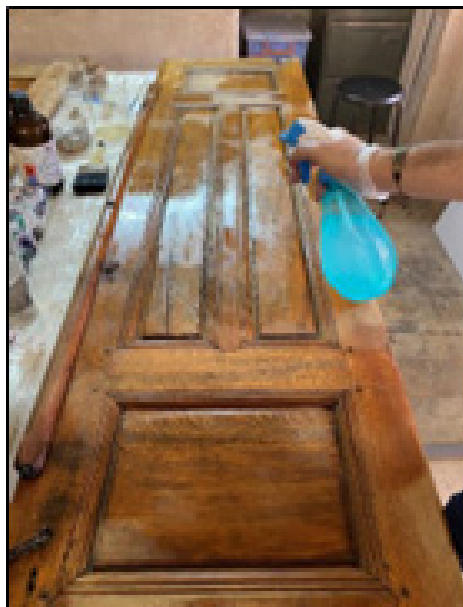
شکل ۱۵. محلول مورد استفاده در مرحله دوم پاک‌سازی شیمیایی



شکل ۱۴. پاک‌سازی مکانیکی چهارچوب اثر



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



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

اعمال شد. بعد از گذشت ۵ دقیقه باز هم این کار تکرار شد تا محلول به خوبی 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 یک لایه پارچه ضخیم در حفاصل 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 (شکل ۱۷).

حفاظت از اثر در برابر آفات

فرایند حفاظت از اثر در برابر آفات به وسیله محلول بوراکس ۳٪ صورت گرفت. به دلیل 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

اسیدزدایی از محلول 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 آفشان بر روی تمام سطح اثر پاشیده شد (شکل ۱۶) 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

واکشدگی 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 واکشدگی 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

چوب به کاررفته است. این ترکیب انتشار خوبی در چوب‌های با نفوذپذیری کم دارد اما افزایش غلظت تیمار موجب کریستالی شدن آن می‌گردد (محمدی آچالویی، 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 (Epoxyran E-8127-C, Epoxyran 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 دندان پزشکی 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 به کار گرفته شد (اشکال ۲۰ و ۲۱). پس از فرایند خشک شدن که ۲۴ ساعت به‌طول انجامید، با استفاده از دستگاه فرز انگشتی و سمباده‌های مختلف، سطح بخش‌های پر شده با سطح اصلی اثر همسان شد

پرکردن حفره‌های اثر

ابتدا حفره‌هایی که توسط حشرات و بعضاً با عمق قابل توجهی ایجاد شده 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 این شکل 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 خشک شدن که ۲۴ ساعت به‌طول انجامید، با استفاده از سنباده نرم (۱۰۰۰) و دستگاه فرز انگشتی سطح بتونه صاف گردید

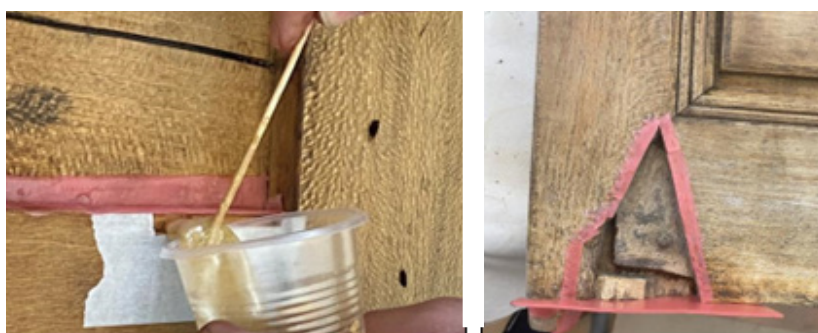
استحکام‌بخشی

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/cm³ حلالیت خوبی در آب دارد و به‌عنوان کندسوز کننده و قارچ کش جهت تیمار چوب به کار می‌رود. تیمار بوراکس به‌صورت محلول به‌عنوان کندسوز کننده نتایج قابل قبولی به‌دست می‌دهد. این محلول همچنین جهت مقابله با حشرات و به همراه ترکیبات مس جهت مقابله با تخریب زیستی نیز به کار می‌رود



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

و در سال‌های گذشته مورد استفاده دانشجویان دانشگاه هنر اصفهان قرار گرفته است، کاملاً قابل مشاهده است. از این رو پس از انجام مطالعات و آزمایش‌های عنوان شده 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 پایان یافتن 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 رطوبت نسبی 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 پنتاکلروفلن برای اشباع اثر تاریخی استفاده نمود؛

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

شیمیایی در طول زمان، تثبیت ابعادی شیء، عدم تخریب و جوه 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 تجدیدپذیری درمان در شیء 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 حل کرده و سپس، در طرف دیگر مقدار ۲۰ گرم پارالوئید را در تولوئن حل کرده 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 اعمال شد. 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

منابع

- ناشی از هواز دگی فتوشیمیایی. رساله دکتری رشته مرمت اشیا فرهنگی و تاریخی، دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان [چاپ نشده]
- موجودی فریبا، محمدی آچالویی، 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 پیشرفته ۳(۱): ۷۱-۷۹
- یونگر، ویکه، آرنوپ شنیویند، آخیم (۱۳۸۹). حفاظت آثار هنری چوبی. مترجمان: اصغر طارمیان، علی نقی 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., Rødemar, 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.
- 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 [چاپ نشده]
- 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 [چاپ نشده]
- 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 [چاپ نشده]
- رشنود، 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 [چاپ نشده]
- شیری، انیسه (۱۳۹۵). مطالعه استحکام‌بخش پلی وینیل بوتیرال جهت حفاظت تزئینات 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 [چاپ نشده]
- 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 پارسا پوزه، تهران: دانشگاه تهران
- محمدی آچالویی، م. (۱۳۸۷). ارزیابی مهم‌ترین استحکام‌بخش‌های به‌کاررفته در حفاظت و مرمت اشیا چوبی. دانش مرمت و میراث فرهنگی. ۴(۲): ۴۳-۵۳
- محمدی آچالویی، م. (۱۳۹۳). حفاظت آثار تاریخی ساخته‌شده از چوب‌های پهن‌برگ در فضای باز در برابر تغییرات ساختاری