

Conservation and Restoration Operations of the Metal Clogs of the Iran Carpet Museum

Shaiba Khadir^{1*}, *Fathollah Niyazi*¹, *Kouorsh Kouhestani*²

1*. Research Center for Conservation of Cultural Relics and Restoration of Historical Cultural Monuments, Research Institute of Cultural Heritage and Tourism (RICHT), Tehran, Iran.

2. MA, Art university of Isfahan, Isfahan, Iran.

Abstract

The "Clogs of the Kaaba" at the Iran Carpet Museum is a pair of metal/copper alloy shoes by Parviz Tanavoli for an outdoor installation. This work is part of the memorial chapel designed minimalist style within the museum's grounds. The clogs are crafted to a life-size scale, with their surfaces textured with fine and delicate grooves to enhance their aesthetic and visual appeal. The artist has also applied a dark artistic patina to the surface of the clogs. The interior of the clogs has accumulated dust, soot, and debris from the surrounding greenery. Additionally, prolonged exposure to environmental conditions such as annual rainfall, seasonal temperature variations, and urban pollutants such as acid rain has affected their condition to the ground. The surface of the clogs shows green corrosion products and carbonate deposits. The aim of this operation is to stabilize the clogs and prevent further exposure to harmful urban environmental factors. In order to evaluate and document the current condition, digital photography was conducted on both a macroscopic and microscopic scales. Surface sediment removal, was carried out using manual mechanical methods with a scalpel and ultrasonic device. The poultice method was applied in a controlled and limited manner to remove thick sediments using Rachel's salt solution and %2 hydrochloric acid. To protect the surface, a %3 BTA (benzotiazol: C₆H₅N₃) solution was used, following by a coating of epoxy polyamide solution.

Keywords: Clogs of the Kaaba, Conservation, Corrosion, Copper alloys



Knowledge of Conservation and Restoration

Vol. 6(4) No.18

March 2024

<https://kcr.richt.ir/>

Pages: 84 to 91

Corresponding Author

Shaiba Khadir

Research Center for Conservation of Cultural Relics and Restoration of Historical-Cultural Monuments, Research Institute of Cultural Heritage and Tourism (RICHT), Tehran, Iran

Email

sh.khadir@richt

گزارش عملیات حفاظت و مرمت نعلین کعبه موزه فرش ایران

شبیبا خدیر^۱، فتح‌اله نیازی^۱، کورش کوهستانی^۲

۱. پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی - فرهنگی - پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری، تهران، ایران.

۲. کارشناس ارشد، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

چکیده

نعلین کعبه موزه فرش ایران یک جفت کفش فلز/آلیاژ مس اثر استاد پرویز تاولی در فضای روباز است. این اثر به عنوان جزئی از یادمان کعبه در سبک ساده‌گرایی (مینیمالیسم) در محوطه موزه فرش ایران ساخته شده است. اندازه نعلین در مقیاس واقعی خلق شده است. روی سطح نعلین به وسیله شیارهای ریز و ظریفی به منظور القای حس زیبایی‌شناسانه و جلوی بصری بافت‌دار شده است. همچنین یک پاتین هنری تیره رنگ بر روی سطح اثر توسط هنرمند ایجاد شده است. داخل نعلین محل تجمع گرد و غبار، خس و خاشاک فضای سبز محیط پیرامون بوده است. علاوه بر این طی سالیان متمادی و ارتباط با زمین تحت تاثیر شرایط جوی مانند بارندگی‌های سالیانه، اختلاف دمای در فصل مختلف سال و آلاینده‌های محیط شهری همچون باران‌های اسیدی قرار گرفته است. سطح نعلین با محصولات خوردگی سبز رنگ و رسوبات کربناتی شکل مخدوش شده است. همچنین در رسوبات سبز رنگ یون کلر به عنوان عامل بیماری‌برنز به حضور نانتوکیت و هیدروکسی کلریدهای مس همچون آتاکامیت، پاراتا کامیت، کلینواتاکامیت و بوتالاکیت با خوردگی فعال آلیاژهای مس مرتبط می‌باشد. هدف از این عملیات حفظ پایداری و جلوگیری از قرارگیری بیشتر در برابر عوامل آسیب‌رسان محیط شهری تعریف شده است. به منظور ارزیابی و مستندنگاری وضعیت موجود اثر عکس‌برداری دیجیتال در مقیاس ماکروسکوپی و میکروسکوپی صورت گرفته است. به منظور پاکسازی و حذف رسوبات سطحی از روش‌های مکانیکی توسط اسکالپ و دستگاه التراسونیک بهره گرفته شده و از روش ضمادگذاری برای حذف رسوبات حجیم از محلول نمک راشل و اسید کلریدریک ۲٪ به صورت موضعی، کنترل شده و محدود استفاده شد. به منظور ایجاد بازدارندگی سطح از محلول ۳٪ BTA و به عنوان پوشش‌دهنده سطحی اثر از محلول اپوکسی پلی‌آمید استفاده شده است

واژگان کلیدی: نعلین کعبه، حفاظت، خوردگی، آلیاژهای مس



فصلنامه دانش حفاظت و مرمت

سال ششم، شماره ۴، شماره پیاپی ۱۸
زمستان ۱۴۰۲

<https://kcr.richt.ir/>

صفحات: ۸۴ تا ۹۱

نویسنده مسئول

شبیبا خدیر

پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار
تاریخی - فرهنگی - پژوهشگاه میراث
فرهنگی و گردشگری، تهران، ایران
تهران، خیابان امام خمینی، خ سی تیر،
روبروی ساختمان موزه ملی ایران،
پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار
تاریخی - فرهنگی.

رایانامه

h.khadir@richt.ir

مقدمه



شکل ۱. محل قرارگیری نعلین برنزی

به وضعیت موجود نعلین کعبه و درخواست موزه فرش ایران، طرح عملیات حفاظتی برای آن با هدف حفظ پایداری سطحی و جلوگیری از قرارگیری بیشتر در معرض عوامل آسیب‌رسان محیطی تعریف شد.

معرفی کلی مجموعه و اثر مورد مطالعه

معماری بسیار خاص ساختمان موزه فرش ایران تداعی‌کننده دار قالی برای بازدیدکنندگان است. این بنا توسط عبدالعزیز فرمانفرمائیان طراحی و در سال ۱۳۵۶ خورشیدی افتتاح شده است. در فضای سبز در راه ورود به موزه، بنایی با شکل خاص و به صورت دیواری دو جداره متشکل از دو مکعب تودرتو و بدون سقف قرار دارد که خالص‌ترین و ساده‌ترین فرم یک مسجد به شمار می‌رود. این نمازخانه توسط کامران دیبا، یکی از مهندسان طراح موزه فرش، ساخته شده است. اضلاع مکعب بزرگتر در چهار جهت اصلی جغرافیایی قرار دارند. اما مکعب کوچکتر با کمی چرخش رو به قبله طراحی شده است. در بنای نمازخانه در جهت قبله شکاف دیوارهای هر دو مکعب رو به هم افتاده‌اند و از میان آن‌ها، ستونی به شکل علامت دست و نوشته "الله" در فضای بیرونی مشخص و نمایانگر جهت قبله است. نعلین کعبه موزه فرش ایران، مقابل درب ورودی بنای کعبه (نمازخانه) قرار گرفته (شکل ۱) و جزء اولین تجربه‌های

یادمان‌های شهری، تندیس‌ها و مجسمه‌ها مجموعه‌ای از عناصر یادبودی و آیینی فضاهای باز را تشکیل می‌دهند. که بخش مهمی از فرهنگ و هنر به حساب می‌آیند. هدف از ساخت آن‌ها جدای از برانگیختگی جنبه‌های زیبایی‌شناختی و بصری در محیط‌های بیرونی گاه می‌تواند جنبه‌های مناسبتی و یادبودی داشته باشد. در سازه کعبه (نمازخانه) موزه فرش ایران بیشتر جنبه‌های یادبودی شاخص است. چنانکه به دلایل و جنبه تاریخی ساخت این اثر تامل کنیم بیشتر ارزش‌های یادبودی و تکریم مناسک و مراسم دینی برجسته است. سادگی شکل معماری کعبه به خوبی با ماهیت و مفهوم روحانی آن عجین شده است. نعلین کعبه به عنوان موضوع اصلی نوشتار علاوه بر فرم ساده این نوع پاپوش، بی‌آلایش و استوار ساخته شده است. هنرمند با انتخاب نوع آلیاژ و ایجاد پاتین هنری بر روی سطح آن در جلوی فرم ساده و خنثی بدنه کعبه، حضور انسانی گرم و پرنگی به آن بخشیده است. در طی سالیان متمادی پس از ساخت نعلین کعبه موزه فرش ایران هیچ‌گونه سابقه عملیات حفاظتی و مرمتی گزارش نشده است. عدم رسیدگی به این اثر انبوه گرد و غبار، آلودگی‌های محیطی و شهری، محصولات خوردگی و رسوبات سطحی را بر روی آن بر جا گذاشته است. یکی از مهمترین مشکلات آثار فلزی در فضای باز تخریب در اثر خوردگی اتمسفری و آلاینده‌های شهری است. خوردگی آثار برنزی روباز به نوع فلز استفاده شده، روش ساخت، قالب اثر و شرایط محیطی بستگی دارد سرعت خوردگی اتمسفری از میزان اسیدیته باران، میزان سایش مواد ذره‌ای روی سطح و میزان آب باقی‌مانده روی سطح متأثر است (Scott, 2002). محل قرارگیری مجسمه و شرایط محیط نیز از عوامل تاثیرگذار در میزان خوردگی است. محیط پیرامون هر مجسمه شرایطی بوجود می‌آورد که متفاوت با دیگری است. قرارگیری در محل پرتراфик، محل مسقف یا نزدیکی به فضای سبز (از نظر نوع پوشش گیاهی، شیوه آبیاری و حضور پرندگان) نزدیکی به منابع آب مانند حوض‌ها و فواره‌ها، میزان دسترسی عابرین به مجسمه، شرایط آب و هوایی منطقه مانند رطوبت نسبی، سرعت و جهت باد، اختلاف دما در روز و شب، میزان بارندگی و غیره همگی در سرعت و میزان تخریب اثر سهم دارند. با توجه به هدف مرمت یعنی کم کردن تاثیرات نامطلوب آسیب‌هایی که بر اثر گذشت زمان، به اثر وارد آمده و توجه مرم‌تگر به مداخلات حفاظتی در آن، که منجر به صیانت از معانی و ارزش‌ها می‌شود و با توجه



شکل ۲. محصولات خوردگی در محل اتصال اثر به زمین در ارتباط با رطوبت



شکل ۳. نمای کلی اثر از بالا

به منظور استخراج شواهد ظاهری از پدیده‌های خوردگی و رسوبات سطحی تصویربرداری و ثبت جزئیات از سطح اثر صورت معمولی و میکروسکوپی انجام شد برای پاکسازی سطح از روشهای مکانیکی (توسط اسکالپ و دستگاه التراسونیک و شیمیایی (با کمک محلول‌های اسید کلریدریک ۰/۲ مولار، محلول STPP ۵٪ و محلول نمک راشل) استفاده شد و از محلول بازدارنده خوردگی بنزوتری آزول (BTA) با غلظت ۳٪ درصد و از اپوکسی پلی آمید ۸۰۸ به عنوان پوشش دهنده بهره گرفته شد.

بررسی وضعیت نعلین

در مشاهدات اولیه از وضعیت نعلین کعبه موزه فرش ایران آلودگی‌های شهری همچون دوده، خاک، گرد و غبار بر روی سطح قابل مشاهده است. علاوه بر این ضایعات، برگ‌های درختان، خس و خاشاک ناشی از فضای سبز پیرامون، درون فضای خالی کفش جمع شده است. همچنین شیوه آبیاری گیاهان فضای سبز اطراف اثر، شستشوی معبر ورودی موزه و محل قرارگیری اثر در کف زمین که سبب ارتباط دائم آن با رطوبت شده است. ضخامت رسوبات کربناتی شکل تشکیل شده به دلیل شکل و فرم خاص داخل کفش در بخش‌های درونی نسبت به سطح بیرونی بیشتر است. قرارگیری در فضای باز خصوصاً در فصول گرم بر تسریع این فرآیندها تأثیر گذاشته است. شرایط آب و هوایی دامنه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز مانند میزان بارندگی سالانه و رطوبت نسبی، سرعت و جهت باد، اختلاف دما در روز و شب، در سرعت و میزان تخریب این

هر بازدیدکننده بعد از ورود به موزه فرش ایران است. این اثر زیبا توسط استاد پرویز تناولی ساخته شده است. با توجه به رنگ فلز و محصولات خوردگی تشکیل شده بر روی اثر جنس آن از مس و یا آلیاژهای آن است. سطح اثر بافت شیارمانندی دارد و به نظر می‌رسد پس از ریخته‌گری پرداخت شده است. همچنین برای ایجاد جنبه‌های زیبایی‌شناسی پایتن هنری تیره رنگی بر روی سطح آن ایجاد شده است. پتینه کردن یکی از فرآیندهای اصلی پرداخت در ساخت مجسمه‌های برنزی است. اگرچه این روش به عنوان یک فرآیند فنی کمتر از سایر جنبه‌های مجسمه سازی مثل ساخت و ایجاد فرم، مورد توجه قرار گرفته است، ولی اهمیت بسیار زیادی دارد. زیرا مجموعه‌ای از فرآیندهاست که انسجام بصری نهایی را به یک اثر بخشیده و خصوصیات سطحی آنرا بروز می‌دهد (دوستی، ۱۳۸۸). لنگه سمت راست نعلین نسبت لنگه سمت چپ حدود ۲ سانتی‌متر جلوتر است که به نظر می‌رسد هنرمند براساس تعالیم دین اسلام جهت رجعت به مکان روحانی نشانه تمایل و تقرب به انجام امر دینی، آگاهانه در محل جاگذاری کرده است.

مواد و روش‌ها

جهت مطالعه محصولات خوردگی فلزی و رسوبات سطحی، نمونه برداری انجام شد. شناسایی محصولات خوردگی با استفاده از روش شیمیایی تر و به علت محدودیتهای موجود (از نظر زمان و حجم نمونه‌ها) از دستگاه فلورسانس پرتو (XRF) مدل 950+Niton XL3t GOLDD جهت شناسایی عنصری بهره گرفته شد. برای بررسی ریخت شناسی سطح



شکل ۵. تصویر بزرگنمایی از سطح رسوبات

شکل ۴. تصویر بزرگنمایی از خط و خش‌های موجود در سطح اثر

و شکل ظاهری، تزئینات احتمالی و جزئیات سطحی، آسیب‌نگاری، ارزیابی کیفیت و میزان تشکیل محصولات خوردگی بر روی شیء مورد نظر است. در همین راستا وجود بافت ریز شیاری شکل بر روی سطح اثر مشاهده شد. اجرای این شیارها به منظور ایجاد بافت و حس زیبایی‌شناسی، محلی برای تجمع ذرات ریز گرد و غبار، تشکیل رسوبات و محصولات خوردگی بر روی سطح شیء شده است. همچنین در تصاویر بزرگنمایی بالا خط و خش‌هایی که باعث آسیب به سطح فلز هم شده، مشاهده می‌شوند (شکل ۴). رسوبات کربناتی سفید رنگ و محصولات خوردگی سبز رنگ در قسمت‌های نزدیک به سطح زمین که بیشتر در معرض رطوبت و آلاینده‌ها بوده‌اند دیده می‌شود (شکل ۵).

از رسوبات حجیم در داخل نعلین نمونه‌ای برداشت شد و توسط روش فلورسانس اشعه ایکس مورد ارزیابی اولیه قرار گرفت که

اثر سهم به‌سزایی داشته‌اند. از دیگر موارد قابل توجه تشکیل محصولات خوردگی سبز رنگ خصوصاً در قسمت‌های نزدیک به سطح زمین است که احتمال وجود یون کلر به عنوان عامل بیماری برنز را تشدید کرده است (شکل ۲). رشد محصولات خوردگی سبز روشن و حضور ناخوشایند رسوبات سطحی نه تنها به ایستایی پاتین هنری اثر بلکه به زیبایی آن آسیب رسانده است.

مستندسازی اولیه، آسیب‌نگاری و آسیب‌شناسی

به منظور بررسی و ارزیابی وضعیت موجود نعلین کعبه موزه فرش ایران اقدام به عکس‌برداری دیجیتال به صورت ماکروسکوپی و میکروسکوپی شد (شکل ۳).

هدف از این کار بررسی و ثبت وضعیت موجود از نظر فرم



شکل ۷. حذف رسوبات کربناتی شکل با دستگاه التراسونیک

شکل ۶. زدودن آشغال‌ها و آلودگی‌ها از داخل نعلین کعبه موزه فرش ایران



شکل ۹. عملیات موزون سازی رنگی

شکل ۸. پاکسازی شیمیایی به روش ضمادگذاری محلول

اقدامات حفاظتی و مرمتی

با توجه به خطرهای موجود و آسیب‌های وارده به اثر که شامل محصولات خوردگی کلریدی، رسوبات کربناتی شکل و آلودگی‌های محیطی بوده است اقدامات حفاظتی پیشگیرانه در دستور کار قرار گرفت. این اقدامات طیفی از برخوردهای حفاظتی از جمله پاکسازی، رسوب‌زدایی، استفاده از بازدارنده خوردگی فلز مناسب و پوشش‌دهی را در برمی‌گیرد. در مرحله اول آلودگی‌ها و مواد ناشی از محیط پیرامون که در داخل نعلین جمع شده بودند حذف شد (شکل ۶). برای پاکسازی محصولات خوردگی سبز رنگ و رسوبات نسبتاً حجیم از سطح اثر از روش پاکسازی مکانیکی توسط اسکالپ و دستگاه التراسونیک استفاده شد (شکل ۷).

حذف رسوبات کلریدی یکی از اولین و مهمترین اقدامات حفاظتی و مرمتی این اثر تلقی می‌شود. ولی در مورد رسوبات کربناتی شکل به علت سختی زیاد و موقعیت نعلین بر روی سطح زمین ادامه کار را بر روی این رسوبات با دشواری همراه بود. همینطور جهت نرم شدن رسوبات سطحی از محلول‌های شیمیایی متفاوت به صورت موضعی با کمک سواب و پنبه استفاده شد. براساس آزمون‌های انجام شده بر روی رسوبات، بهترین عملکرد را نمک راشل داشت ولی در بعضی نقاط به صورت موضعی از محلول اسید کلریدریک ۲ درصد نیز

نتیجه حاکی از وجود مس، کلر، کلسیم، قلع، سرب، سیلیس و مقدار کمی روی است. که نشانه‌ای از وجود عنصر اصلی فلزی در محصولات خوردگی و ترکیبات کربناتی و کلریدی مس در کنار آلاینده‌های محیطی دیگر است. رسوبات مختلفی که در سطح اثر شکل گرفتند که علاوه بر تاثیر بر نمای بصری اثر تهدیدی در سلامت و حفظ بقای آن نیز به شمار می‌روند. همینطور جهت شناسایی کیفی آنیون کلر در رسوبات سبز رنگ تشکیل شده بر روی نعلین فلزی از آزمون شیمی تر بهره گرفته شده است (Vogel, 1987). با مثبت بودن حضور یون کلر در نمونه ایجاد پدیده خوردگی فعال دور از انتظار نیست. حضور کلر در واکنش با مس و تبدیل آن به کلریدهای مس از جمله نانتوکیت ($CuCl_2$) به عنوان محصول واکنش مرتبط با بیماری برنز است. همچنین با وجود اکسیژن و رطوبت محیطی این ترکیب می‌تواند سبب تشکیل هیدروکسی کلریدهای مس همچون آتاکامیت، پاراتا کامیت، کلینوآتاکامیت و بوتالاکیت شود. تشکیل این رسوبات، به شکل پودری سبز کم‌رنگ بر روی مس و آلیاژهای آن سبب حمله به ترکیب اثر و اضمحلال فاز فلزی آن می‌شود (Oudbashi, 2015). به صورت پراکنده و نامنظم وجود لایه تیره رنگ بسیار ظریفی، عمدتاً درون بافت شیاری شکل روی سطح نعلین، قابل تشخیص است، به نظر می‌رسد این لایه پاتین هنری است که توسط هنرمند در زمان خلق اثر ایجاد شده است.



تصویر ۱۰. وضعیت نعلین پیش از عملیات حفاظت و مرمت (راست) و پس از آن (چپ)

– انتخاب بنزو تری آزول به دو دلیل عمده ایجاد عملکرد بازندگی بسیار خوب و عدم تاثیر سمی بودن این ماده (به دلیل وجود اثر در فضای باز) بوده است. در مرحله پایانی طرح حفاظت از نعلین کعبه موزه فرش ایران اقدام به پوشش دهی سطحی اثر با پوشش دهنده اپوکسی – پلی آمید ۸۰۸ شده است. انتخاب این پوشش دهنده، به دلیل عملکرد خوب آن در فضاهای باز و در تقابل با چالش های محیطی همچون باد، باران، گرد و غبار، آلودگی های شهری و فضاهای پر بازدید بوده است. لازم به ذکر است پیش از اجرای این پوشش دهنده عملکرد آن با غلظت های متفاوت با حلال استن در شرایط آزمایشگاهی بر روی کوبن های مس بررسی شده است. همچنین به منظور حفاظت پیشگیرانه و حس توجه در مراجعان و بازدیدکنندگان کعبه موزه فرش ایران به دلیل موقعیت قرارگیری نعلین بر روی زمین در جلوی یکی از درهای ورودی بنای کعبه، سطح رویی سنگ فرش زیر نعلین نیز از این پوشش دهنده اجرا شده است (شکل ۱۰).

نتیجه گیری: شرایط و وضعیت نهایی اثر

آثار هنری در فضاهای روباز به طور دائمی در معرض عوامل آسیب رسان و تهدیدات محیطی قرار دارند. هر یک از این آثار بنا به ماهیت فیزیکی، محل قرارگیری و خصوصیات منحصر به فرد آن ها به میزانی در معرض فرسایش و اضمحلال قرار می گیرند. تأثیر روند تخریب و محیط خوردنده در میزان و گسترش تشکیل محصولات خوردگی و آلودگی های محیط شهری و اتمسفری موثر است. وجود اطلاعات کافی درباره دلایل ساخت ارزش های یادبودی و ویژگی های هنری آثار هنری روباز میزان توجه مخاطبان را به اهمیت و ارزش آنها افزایش می دهد. از

استفاده شد. به منظور تأثیر بیشتر محلول نمک راشل از روش ضمادگذاری با پنبه بهره گرفته شد. زمان ضمادگذاری به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه، بسته به ضخامت لایه های رسوبات در نقاط مختلف متغیر بوده است (شکل ۸). پس از عملیات پاکسازی با مواد شیمیایی سطح نعلین با آب مقطر شستشو داده شد و آب موجود در سطح اثر توسط کاغذ تورنسل، pH آن سنجیده شد. بر اساس طرح استاندارد موجود بر روی جعبه آن مقدار pH سطح اثر در محدوده خنثی گزارش شد. این آزمون به منظور بررسی و ارزیابی مقدار pH و سنجش عملیات شستشو و اطمینان از حذف محلول های کلیت ساز از سطح اثر است. در قسمتهایی از پاتین در اثر حجم محصولات خوردگی و رسوبات کربناتی دچار اختلال شده بود بدین منظور موزون سازی رنگی با کمک رنگ های معدنی در بست پارالوئید ۳% به وسیله برس زنی انجام شد. این اقدام امکان برگشت پذیری را به سادگی در حلال استون در عملیات های حفاظتی بعدی به وجود خواهد آورد (شکل ۹).

– پس از انجام عملیات پاکسازی سطحی از رسوبات و محصولات خوردگی به منظور تثبیت شرایط و وضعیت اثر از بازدارنده حفاظتی مناسب استفاده شد. از بازدارنده حفاظتی جهت جلوگیری از پیشرفت روند خوردگی در فلزات، ممانعت از تأثیر عوامل آسیب رسان و ایجاد شرایط پایدار بر روی سطح آلیاژ اثر استفاده می شود. به همین منظور از محلول بنزو تری آزول (BTA) ۳% جهت ایجاد بازدارندگی به سطح اثر به روش برس زدن بهره گرفته شد (Christensen & Sorensen, 1991; Allam, Nazeer & Ashour, 2009).

و مرمت آثار تاریخی - فرهنگی و سرکار خانم دکتر شهرزاد امین شیرازی مدیر محترم گروه پژوهشی حفاظت و مرمت اشیاء پژوهشکده انجام شد.

منابع

- دوستی ثانی، نرگس (۱۳۸۸). راهکارهای حفظ و نگهداری مجسمه های برنزی فضای باز (بررسی چند اثر از ساخته های معاصر در ایران)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان.

- Allam, N. K., Nazeer, A. A., & Ashour, E. A. (2009). A review of the effects of benzotriazole on the corrosion of copper and copper alloys in clean and polluted environments. *Journal of Applied Electrochemistry*, 969-961, 39.

- Argyropoulos, V., Karydas, A. G., Domi, A. V., Karabotsos, T., Kapatou, E., Perdikatsis, V. B., ... & Charalambous, D. (2003). A scientific approach for the conservation of the outdoor bronze monument of Theodoros Kolokotronis. In *Conservation science 2002: papers from the conference held in Edinburgh, Scotland 24-22 May 2002* (pp. 147-141).

- Christensen, T. M., & Sorensen, N. R. (1991). Thermal stability of benzotriazole on copper during atmospheric corrosion. *Surface and interface analysis*, 6-3, (1)17.

- Kipper, P. V. (1998). *The Care of Bronze Sculpture*. 2nd edition. USA: Path

- publication

- Oudbashi, O. (2015). Multianalytical study of corrosion layers in some archaeological copper alloy artefacts. *Surface and Interface Analysis*, 1147-1133, (13)47.

- Scott, D. A. (2002). *Copper and bronze in art: corrosion, colorants, conservation*: Getty publications.

- Selwyn, L. S., Binnie, N. E., Poitras, J., Laver, M. E., & Downham, D. A. (1996). Outdoor bronze statues: analysis of metal and surface samples. *Studies in conservation*, 228-205, (4)41.

- Vogel, A. I. (1987). *qualitative inorganic analysis*. In G. Svehla & A. I. Voge (Eds.), (6th ed. / ed.). Harlow, Essex, England: Longman Scientific & Technical;

اینرو قرار دادن تابلو معرفی اثر ضروری است. توجه جامعه به ارزش های یک اثر هنری به طبع میزان حساسیت و رسیدگی مردم و مسئولان میراث فرهنگی را بالا می برد. از یک طرف به دلیل قرارگیری نعلین کعبه موزه فرش ایران در محوطه موزه نسبت به سایر آثار هنری روباز شهری مخاطرات محیطی کمتر دارد و از طرف دیگر توجه بیشتری از طرف مسئولان موزه را می طلبد. به نظر می رسد نعلین کعبه با قرارگیری در معرض عوامل محیط خورنده شهری و اتمسفری، رطوبت و تهدیدات محیطی، نیازمند برخی اقدامات حفاظت پیشگیرانه و مداخله گر باشد که تدوین و اجرای آن به صورت منظم و دوره ای مانع هزینه های جبران ناپذیر مادی و معنوی در آینده می شود.

پیشنهادات و توصیه های حفاظتی

بدیهی است انجام عملیات حفاظت و درمان برای یک اثر فلزی به معنای ایمن بودن کامل و دائم آن در مقابل خوردگی های الکتروشیمیایی نبوده و پایش دوره ای با ثبت مکرر وضعیت آن توسط حفاظت گران از موارد مهم و ضروری است. این پایش باید جهت اطمینان از پایان نیافتن عمر مفید بازدارنده ها و پوشش ها و یا اطمینان از موثر بودن روش حفاظت و تثبیت به دقت و به صورت دوره ای انجام شود و در صورت مشاهده شواهدی از خوردگی فعال نیاز به بررسی و در صورت نیاز تجدید عملیات درمان است. لازم به ذکر است مهمترین عمل جهت جلوگیری از خوردگی فعال در اشیاء ساخته شده از آلیاژهای مس محیط روباز بکارگیری حفاظت پیشگیرانه است. پاکسازی سطح اثر از گرد و غبار و پاکسازی داخل شیء از مواد محیطی که داخل آن جمع می شوند به صورت دوره ای ضروری است زیرا وجود زباله، گرد و غبار و خاشاک که توسط باد در داخل اثر هدایت و جمع می شود، می تواند شرایط را برای خوردگی های موضعی فراهم کند. همین طور از استفاده هر گونه مواد شیمیایی برای پاکسازی سطح به شدت پرهیز شود.

سپاسگزاری

عملیات حفاظت و مرمت نعلین کعبه موزه فرش ایران به درخواست مدیریت محترم موزه ملی فرش ایران جناب آقای اینانلو و هماهنگی، پیگیری و همکاری سرکار خانم معصومه محمدیان کارشناس محترم موزه فرش در زمستان ۱۴۰۲ انجام شده است. این امر با مساعدت جناب آقای دکتر ده پهلوان ریاست محترم پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری و حمایت سرکار خانم دکتر منیژه هادیان رئیس محترم وقت پژوهشکده حفاظت