



## Technical Note

## Using Hard-Shell Molding in Restoration and Reconstruction of Capitals of Sadaghiani House of Tabriz in Order to Conserve and Promote the Quality of the Original Specimen's Formal Details



Ebrahim Imani\*

Lecturer, Islamic Design Faculty, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, IRAN

Received: 05/05/2018

Accepted: 30/06/2018

Special potentials of plaster, including low price comparing to other materials, optimal resistance to environmental conditions, fast hardening, ductility and good paintability, make it one of the most used materials in Iranian architecture during the various historical periods. These features results in using the plasters as the main material in the interior decoration of monuments in most historical periods. On the other hand, easy ductility and fast hardening encourage the Iranian architects to use plaster in the various façade decorations of monuments. However, vulnerability to moisture and rapid climate changes in the mountainous regions reduce the life expectancy of plaster, where it becomes vulnerable in the exterior decorations of monuments. These drawbacks make the restoration and reconstruction of exterior facade adornments of historical monuments to be established in the short-term periods. The complex of Sadaghiani House of Tabriz is one of the monuments adapted on List of National Sites by No. 7498 on February 1, 2003. The house has plenty of plaster works in decoration of monument facade and capitals. This complex was built in mid of Qajar Era and a vast section of house had been demolished for different reasons, where the plaster capitals had also been fully damaged. Following the retrofitting, the restoration of complex commenced in 2012 submitting to Tabriz Islamic Art University. After reconstruction of various sections of monument and as a practical examples of plaster artworks restoration, some of the remaining capitals restored and reconstructed. These capitals possesses complex form elements and details, and consequently, their reconstruction is costly and time-consuming process. Hence, using alternative methods and the potential of techniques in relevant domains stands necessary. To duplicate the reconstructed capitals while maintaining the form features and structural details of samples, the method of hard-shell molding was employed which is appropriate for molding of artistic and industrial works that have complex form elements and negative spaces in their structure. This method entails a good robustness because of having a hard shell that is usually made of FRP polymer matrix composites. In casting, assembly and installing mold on the determined site and using a flexible core, usually made of silicon resin, reduce the number of mold pieces and creates form details and negative spaces with an optimum quality. In this regard, one of the remaining capitals with more complete form details was selected as the reference, then the stages of restoration implemented and, finally the stages of molding and duplication of original sample carried out. Using this method of molding and reconstruction of demolished samples causes the improvement in the quality, robustness, where the process of restoration and reconstruction has been briefly reported in the present report.

\* Corresponding author: [ib.imani@gmail.com](mailto:ib.imani@gmail.com)



## استفاده از قالب‌گیری دوپوسته در مرمت و بازسازی سرستون‌های خانه صدقیانی تبریز جهت حفظ و ارتقاء کیفیت جزئیات فرمی نمونه اصلی

ابراهیم ایمانی\*

مربی، عضو هیئت‌علمی دانشکده طراحی اسلامی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۱۵

تزیینات بیرونی بناهای تاریخی در دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت لازم و ضروری است. مجموعه خانه صدقیانی تبریز یکی از بناهای ثبت‌شده در فهرست آثار ملی به شماره ۷۴۹۸ در تاریخ ۱۳۸۱/۱۱/۱۲ است که در تزیین نمای بیرونی بنا و سرستون‌ها از گچ استفاده شده است. این مجموعه در اواسط دوره قاجار ساخته شده که بخش اعظم آن در اثر عوامل مختلف تخریب شده بود که سرستون‌های گچی مجموعه نیز به صورت کامل آسیب دیده بودند. مرمت این مجموعه پس از تغییر کاربری و واگذاری آن به دانشگاه هنر اسلامی تبریز از سال ۱۳۹۱ آغاز شد. پس از بازسازی بخش‌های مختلف بنا محدود نمونه‌های باقیمانده سرستون‌ها مرمت و بازسازی گردید. ساخت مجدد سرستون‌های تخریب‌شده دارای عناصر فرمی پیچیده و جزئیات زیاد، مستلزم صرف هزینه و زمان زیادی بود. از این رو به کارگیری روش‌های جایگزین و

قابلیت‌های ویژه گچ باعث گردیده تا در معماری ایران در دوره‌های مختلف تاریخی به عنوان یکی از مصالح پرکاربرد مورداستفاده قرار گیرد. ویژگی‌هایی همچون قیمت پایین نسبت به سایر مصالح، مقاومت مطلوب در برابر عوامل محیطی، زودگیر بودن و شکل‌پذیری و رنگ‌پذیری عالی را می‌توان از دلایل اصلی به کارگیری گچ در معماری ایران در سطحی گسترده دانست. این قابلیت‌ها باعث گردیده تا در اکثر دوره‌های تاریخی، گچ به عنوان ماده اصلی تزیینات داخلی بناها مورداستفاده قرار گیرد، از طرفی شکل‌پذیری آسان و زودگیر بودن موجب شده تا معماران ایرانی در تزیینات مختلف نمای بیرونی بناها نیز از گچ بهره گیرند. اما از طرفی آسیب‌پذیری گچ در مقابل رطوبت و تغییرات سریع آب و هوایی در مناطق کوهستانی باعث کاهش عمر مفید و آسیب‌پذیری آن در تزیینات بیرونی بناها می‌شود لذا مرمت و بازسازی

\*مسئول مکاتبات: تبریز بلوار آزادی، میدان حکیم نظامی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، دانشکده طراحی اسلامی، کد پستی: ۵۱۶۴۷۳۶۹۳۱

آدرس الکترونیکی: [ib.imani@gmail.com](mailto:ib.imani@gmail.com)

© حق نشر برای نویسنده(گان) بوده و نویسنده تحت مجوز Creative Commons Attribution License به مجله این امکان را می‌دهد که مقاله چاپ شده را با دیگران به اشتراک گذاشته منوط به اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ شود و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

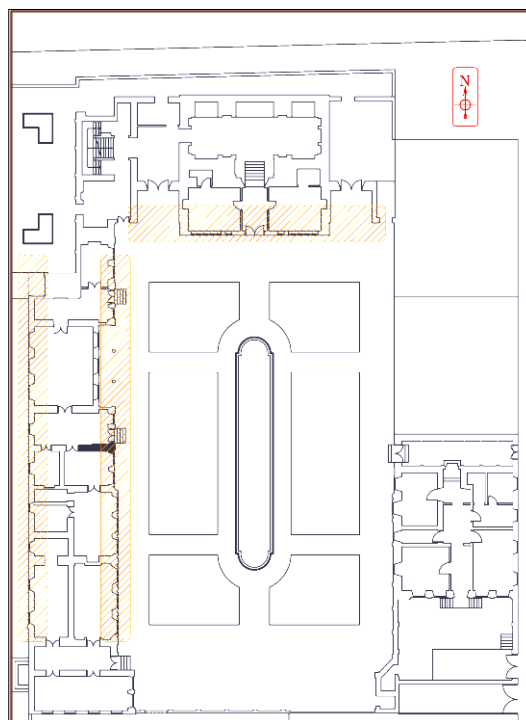
استفاده از پتانسیل شیوه‌های مورد استفاده در حوزه‌های مرتبط ضروری می‌نمود. به همین منظور جهت تکثیر سرستون‌های مرمت‌شده با حفظ ویژگی‌های فرمی و جزئیات ساختاری نمونه از روش قالب‌گیری Hard-Shell Molding استفاده گردید که برای قالب‌گیری قطعات و آثار هنری و صنعتی که دارای عناصر فرمی پیچیده و فضاهای منفی در ساختار آن است، مناسب است. این روش به دلیل دارا بودن پوسته سخت که معمولاً از مواد کامپوزیت پایه پلیمری FRP استفاده می‌شود دارای استحکام خوبی بوده در قالب‌ریزی، مونتاژ و نصب قالب بر روی موقعیت تعیین شده و همچنین استفاده از هسته منعطف که عموماً با رزین سیلیکون ساخته می‌شود، تعداد بخش‌ها یا لته‌های قالب را کم کرده و جزییات فرمی و فضاهای منفی را با کیفیت مطلوب ایجاد می‌نماید. بر همین اساس یکی سرستون‌های باقیمانده با جزییات فرمی کامل‌تر انتخاب شد و مراحل مرمت و تکمیلی بر روی آن اجرا و سپس مراحل قالب‌گیری و تکثیر نمونه اصلی انجام گردید. استفاده از این روش در قالب‌گیری و بازسازی نمونه‌های تخریب‌شده باعث ارتقاء کیفیت، استحکام و تسریع فرآیند مرمت و بازسازی بنا گردید که در یادداشت فعلی به صورت خلاصه مراحل کار گزارش شده است.

در دوره‌های مختلف معماری سنتی ایران، از مصالح زیادی در تزیینات فضای داخلی و فضای خارجی بناها استفاده شده است. گچ از جمله مصالحی است که به صورت گسترده در آرایه‌های معماری مورد توجه و استفاده قرار گرفته که این مسئله به ویژگی‌های خاص ترکیبات گچ برمی‌گردد. از جمله ویژگی‌های گچ می‌توان به صرفه اقتصادی، مقاومت مطلوب در برابر عوامل محیطی، زودگیر بودن و شکل‌پذیری و رنگ‌پذیری عالی آن اشاره نمود. این قابلیت‌ها موجب شده تا در اکثر دوره‌های تاریخی، گچ به عنوان ماده اصلی تزیینات داخلی بناها مورد استفاده قرار گیرد، از طرفی شکل‌پذیری و زودگیر بودن باعث گردیده تا معماران ایرانی در تزیینات نمای بیرونی بناها نیز از گچ بهره گیرند. اما آسیب‌پذیری گچ در مقابل رطوبت و تغییرات سریع آب و هوایی در مناطق کوهستانی باعث کاهش عمر مفید این ماده شده است. در بررسی تزیینات فضای بیرون خانه‌های تاریخی

شهر تبریز که مربوط به اواخر دوره صفوی و دوره قاجار هستند، این مسئله قابل مشاهده است. سرستون‌های خانه صدقیانی که در دوره قاجار با مصالح گچی کار شده‌اند به‌مرور زمان دچار فرسایش و آسیب شده که جهت مرمت آن از روش قالب‌گیری دوپوسته (پوسته سخت و هسته نرم) Hard-Shell Molding استفاده گردید.

خانه صدقیانی به صورت مجموعه‌ای متشکل از چند خانه و حیاط و باغچه است که به صورت به هم پیوسته در دوره‌های تاریخی متفاوت ساخته شده‌اند. بناها و فضاهای این مجموعه در طول زمان دچار تغییرات و تحولاتی گردیده‌اند و قسمت‌هایی از آن نیز تفکیک یا تخریب شده‌اند. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده و نوع معماری بنا می‌توان گفت که این خانه متعلق به اواسط دوره قاجار است. در دوران جنگ تحمیلی در اثر برخورد موشک به بخش مرکزی بنا، عمارت اصلی خانه ویران شده و پس از آن به صورت متروک مانده بود و بخش‌های سالم مجموعه به مرور زمان و در اثر عدم نگهداری و رسیدگی دچار فرسودگی و آسیب شدند. در تاریخ ۱۳۸۱/۱۱/۱۲ این بنا در فهرست آثار ملی به شماره ۷۴۹۸ ثبت گردید و از سال ۱۳۹۱ این مجموعه با تغییر کاربری جهت بهره‌برداری به عنوان فضای آموزشی به دانشگاه هنر اسلامی تبریز واگذار گردید. پس از آن طبق برنامه‌ریزی انجام‌شده مرمت و بازسازی بنا آغاز گردید و تا امروز ادامه دارد.

با توجه به نوع معماری بنا و وجود ستون‌های متعدد در ایوان‌های مجموعه خانه صدقیانی (شکل ۱)، از سرستون‌های گچی برای زیبایی و تزیین بنا استفاده شده است که به دلیل قرارگیری در معرض شرایط اقلیمی منطقه و عدم نگهداری مناسب اکثر این سرستون‌ها به صورت کامل یا به صورت جزئی آسیب دیده بودند. پیچیدگی عناصر فرمی و همچنین موقعیت قرارگیری، مرمت و بازسازی سرستون‌های مجموعه را دشوار می‌نمود. بر این اساس تمامی سرستون‌ها، مرمت یا به صورت کامل بازسازی می‌شد که این کار نیاز به صرف زمان و هزینه زیاد دارد. از طرفی دسترسی به استادان ماهر که بتوانند سرستون‌های گچی را با حفظ ویژگی‌ها و جزییات فرمی مربوط به دوره ساخت آن دشوار می‌نمود.



شکل ۱: پلان مجموعه خانه صدقیانی و موقعیت قرارگیری ستون‌ها  
Fig. 1: Plans for the Sadaghiani House complex and the columns location



شکل ۲: انجام مراحل مرمت و بازسازی نمونه اصلی سرستون گچی انتخاب‌شده

Fig. 2: Steps to perform the restoration and repair of the selected original Plaster Capital

لذا استفاده از روش‌های جایگزین جهت بازسازی نمونه‌هایی که کاملاً تخریب شده بودند ضروری بود.

برای ساخت قطعات و نمونه‌های هنری و صنعتی با جزییات فرمی پیچیده و فضاهای منفی به تعداد چند نمونه، روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به روش‌هایی همچون قالب‌گیری چند لته‌ای Multi-Piece Molding، قالب‌گیری با مواد منعطف Flexible Molding و قالب‌گیری دوپوسته Hard-Shell Molding (پوسته سخت و هسته نرم) اشاره نمود. با در نظر گرفتن عواملی مانند؛ ابعاد، فرم، مواد قالب‌گیری (گچ) و موقعیت قرارگیری سرستون‌های مرمت‌شده اصلی، روش قالب‌گیری دوپوسته (پوسته سخت و هسته نرم) انتخاب و مورد اجرا قرار گرفت.

این روش به دلیل دارا بودن پوسته سخت که معمولاً از مواد کامپوزیت پایه پلیمری FRP استفاده می‌شود دارای استحکام خوبی بوده در قالب‌ریزی، مونتاژ و نصب قالب بر روری موقعیت تعیین‌شده و همچنین استفاده از هسته منعطف که عموماً با رزین سیلیکون ساخته می‌شود،

تعداد بخش‌ها یا لته‌های قالب را کم کرده و جزییات فرمی و فضاهای منفی را با کیفیت مطلوب ایجاد می‌نماید. بر همین اساس یکی سرستون‌های باقیمانده با جزییات فرمی کامل‌تر انتخاب و مراحل مرمت و تکمیلی بر روی آن اجرا و سپس مراحل قالب‌گیری و تکثیر نمونه اصلی انجام گردید.

انجام فرآیند قالب‌گیری بر روی نمونه اصلی شامل مراحل؛ ۱- پوشش نمونه جهت حفظ کیفیت عناصر فرمی در مرحله دوم قالب‌گیری، ۲- ایجاد فضای واسط جهت

ساخت هسته نرم سیلیکونی با گل آلفا کلی، ۳- ایجاد چفت‌وبست‌ها و ملزومات مونتاژ لته‌های قالب، ۴- ساخت پوسته سخت با شیوه لایه‌گذاری باز از کامپوزیت FRP، ۵- باز کردن لته‌ها و جداسازی گل آلفا کلی، کار گذاشتن جداکننده (واکس بر پایه پارافین) بر روی نمونه و مونتاژ مجدد لته‌ها و آب‌بندی آن، ۶- آماده‌سازی و ریختن ترکیب رزین سیلیکون، ۷- باز کردن قالب و ساخت بخش‌های ساختاری تکمیلی، است که در ادامه به‌صورت جدول ارائه گردیده است.

جدول ۱: مراحل فرآیند ساخت قالب دوپوسته بر روی نمونه اصلی سرستون گچی

Table 1: Stages of the process of making the Hard-Shell Mold on the selected original Plaster Capital

ردیف No	شرح مرحله و فرآیند Stage of Process	مواد قابل استفاده Usable Materials	مواد و روش‌های مورد استفاده Materials and Methodes	تصویر Image
1	پوشش دادن نمونه گچی سرستون جهت حفظ کیفیت عناصر فرمی در مرحله دوم قالب‌گیری (ایجاد هسته نرم) Covering specimen of plaster Capital to maintain the quality of Structural elements in the second stage of molding (soft core creation)	- فویل یا سلفون‌های پلیمری (PP-PVC-PA-LDPE) - Plastic Foil (PP-PVC-PA-LDPE)	- فویل پلیمری PVC - پیچیدن فویل دور سرستون - PVC Foil - wrapped around Capital	
2	ایجاد فضای واسط جهت قالب‌گیری و ساخت هسته نرم سیلیکونی با گل آلفا کلی Creation of interfacing space for molding and making silicone soft core with alpha-clay	- خمیر مجسمه‌سازی پلیمری - گل مدل‌سازی آلفا کلی - خمیرهای عایق‌بندی - Polymeric sculpture dough - modeling Alpha clay - Insulation Dough	- گل مدل‌سازی آلفا کلی نرم - کار گذاشتن گل آلفا و صاف کردن سطح آن با کاردک - Soft modeling Alpha clay - Put on the alpha clay and smooth the surface with a putty knife	
3	تعبیه شابلون، چفت‌وبست‌ها و ملزومات مونتاژ لته‌های قالب سخت بر روی هم و موقعیت تعیین شده سرستون Embedding of Separator Plates, fittings, fasteners and Assembling requirements for	- قطعات پلیمری سخت (HDPE-PP-PA-PVC) - قطعات چوب با بافت ریز و فشرده - پلیمرهای نرم- سیلیکون - Hard Plastics (HDPE-PP-PA-PVC) - Wood with Compact Texture - Silicone Rubber	- قطعات چوب افرا با برش و سمباده - صفحات MDF - Sanded segments of Maple and Walnut wood - MDF Sheets	



ردیف No	شرح مرحله و فرآیند Stage of Process	مواد قابل استفاده Usable Materials	مواد و روش‌های مورد استفاده Materials and Methodes	تصویر Image
	hard-mold pieces on each other and on the designated location of Capital			
4	ساخت پوسته سخت بیرونی قالب Making the outer shell of the mold	مواد کامپوزیت FRP - رزین‌های پلی‌استر، وینیل‌استر و اپاکسی - ژل‌کت برپایه پلی‌استر - الیاف پلیمری، کولار و شیشه - FRP Composite Materials - Polyester, Vinyl ester and Epoxy Resin - Polyester Based Gelcoat - Polymer Fibers, Glass Fiber, Kevlar Fiber	- رزین پلی‌استر ایزوفتالیک و الیاف شیشه نوع E بر پایه (بورو سیلیکات آلومینیم) - تکنیک لایه‌گذاری باز 4L - Isophthalic Polyester Resin - Glass Fiber Type E Based on (Aluminum boron silicate glass) - Hand Lay-up - 4L	
5	باز کردن لته‌ها و جداسازی گل آلفا کلی، کار گذاشتن جداکننده بر روی سرستون نمونه و مونتاژ مجدد لته‌ها و آب‌بندی آن Opening the mold parts and removing clay, put on Isolating Material on the specimen capital and re-assembling the mold parts and sealing it.	- واکس صنعتی بر پایه پارافین - پارافین مایع و روغن‌های صنعتی - اسپری جداکننده سیلیکون - فیلم‌های جداکننده PVA - Paraffin based industrial waxes - Liquid paraffin and industrial oils - silicon isolation spray - PVA isolation Films	- واکس صنعتی برپایه پارافین، فیلم PVA، اسپری سیلیکون - کار گذاشتن واکس و فیلم با الیاف نرم و قلم‌مو - Paraffin based industrial waxes - silicon isolation spray - PVA isolation Films - Put on Wax and Films with Soft fiber & fabric	
6	آماده‌سازی و قالب‌گیری هسته نرم داخلی Preparation and molding of inner soft core	- رزین سیلیکون RTV-2 - رزین پلی‌یورتان نرم - گرانول PVC نرم با روغن DOP - پلاسترهای منعطف - آلژینات سدیم - Silicon rubber RTV-2 - soft PU(Polyurethane) resin - PVC granules with DOPoil - Flexible Plaster - Sodium alginate	- رزین سیلیکون RTV-2 با هاردنر 6h - قالب‌گیری دو لته‌ای کنترل شده - Silicon rubber RTV-2 hardener 6h - Two-part controlled molding	
7	باز کردن قالب و ساخت پشت بند قالب و مونتاژ نهایی قالب Release the mold and fabricate the mold back supporter and final assembly	مواد کامپوزیت FRP - صفحات پلیمری (HDPE-PVC-PP-PA) - چوب و فراورده‌های چوبی MDF - ورق‌های فلزی گالوانیزه و استنلس - FRP Composite Materials - Plastic Sheets (HDPE-PVC-PP-PA) - Wooden products (MDF) - Galvanized & Stainless sheets	- ورق فولادی گالوانیزه - برشکاری، خمکاری، مونتاژ و درزگیری - Galvanized steel sheets - Cutting, Bending, Assembling and Sealing	

استحکام بیشتری نسبت به نمونه‌های بازسازی شده با گچ کشته و افزودن چندمرحله‌ای آن است و مقاومت بیشتری در مقابل شرایط محیطی دارد. همچنین در این فرآیند می‌توان به آسانی از افزودنی‌ها و رنگ‌دانه‌های مختلف در ترکیب ملات گچ استفاده نمود.

به کارگیری روش قالب‌گیری دوپوسته (پوسته سخت و هسته نرم) در بازسازی و تکثیر عناصر و بخش‌های تکرارشونده در بناهای تاریخی و همچنین مرمت آثار تاریخی می‌تواند به بهبود شرایط مرمت و بازسازی کمک نماید. در این پروژه استفاده از روش مذکور نتایج ذیل را به دنبال داشت:

- افزایش استحکام و مقاومت در مقابل شرایط محیطی نمونه‌های قالب‌گیری شده نسب به نمونه‌های مشابه مرمت‌شده سرستون گچی

- کاهش زمان و هزینه بازسازی نمونه‌های تخریب‌شده

- حفظ کیفیت و ویژگی‌های عناصر فرمی نمونه اصلی و تکرار دقیق آن

- امکان استفاده آسان‌تر از افزودنی‌ها، رنگ‌دانه‌ها و تقویت‌کننده‌ها در ترکیب ملات گچ و استفاده از مواد جایگزین گچ در قالب‌گیری در صورت لزوم

- امکان حفظ الگو و استفاده از قالب در مرمت‌های بعدی و پروژه‌های مشابه.



شکل ۳: نمونه‌سازی قطعات جدید با استفاده از قالب دوپوسته  
Fig. 3: Prototyping of new parts using Hard-Shell Mold

پس از ساخت و تکمیل بخش‌های مختلف قالب، سرستون‌های جدید از طریق قالب‌گیری گچ نمونه‌سازی گردید (شکل ۳) و در موقعیت‌های تعیین شده بر روی ستون‌ها نصب گردید (شکل ۴). نمونه‌های ساخته‌شده از روی قالب نمونه اصلی به دلیل به کارگیری گچ به صورت زنده و سریع در فرآیند قالب‌گیری دارای بافت یکپارچه و



شکل ۴: نصب نمونه‌های قالب‌گیری شده در موقعیت‌های موردنظر  
Fig. 3: Assembling molded samples in the intend positions