



Scientific Note

Gypsum Nails as a Solution for Efficient Strengthening and Maintaining of Historical Architectural Decorations



Yaser Hamzavi*

Assistant Professor, Faculty of Applied Arts, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, IRAN

Received: 29/11/2017

Accepted: 22/12/2017

With regard to the dry climatic conditions of Iran, cob and gypsum mortars were used in architectural arrays of many regions of Iran, to create the scratch coat (Arriccio) and fine coat (Intonaco) in the historical periods. The thickness of the fine coat was often very low (one-two mm). In this regard, one of the examples is the City of Yazd. One of the buildings made in the eighth century (Islamic calendar) with the mentioned properties in its scratch and fine coats in architectural arrays is the mausoleum of Rokn al-Din in Yazd (1946), which has several architectural arrays, such as: embossed gypsum, mold, painting inscriptions, decorative paintings, gilding arrays and tiling. The most important issue observed in the arrays of this type of buildings is when the straws and vegetable fibers found in cob are consumed by termites, which is recognized as one of the common damages to the buildings in the country center. This phenomenon leads to loss of coherence in the scratch coat, turning it into a weak powder. This damage to the scratch coat is associated with detachment of the underlying layers in the architectural array. There is an extremely thin layer of fine coat, which is completely detached from many parts of the underlying layer. In such conditions, other array holders are gypsum and gilding arrays and wall paintings. In general, it is significantly difficult to maintain this type of architectural arrays. One of the issues that makes restoration more difficult and limits the use of materials and methods to restore a building, is the white background of architectural arrays in these buildings, which makes it impossible to use any strengthening method in these buildings since it leads to the formation of a yellow and dark color on a white background. In addition, filling the empty space behind the gypsum fine coat (without considering the fact that this layer is significantly thin) leads to the separation and collapse of the fine coat and the implemented arrays on the layer (with regard to the gravitational force of the earth). The thin gypsum layer, which is similar to egg shell and is separated from the scratch coat, can be crushed with minimum pressure of the hand. Moreover, the significantly weak attachment of many mold gypsum arrays to the fine coat, the smallest collision, and vibration in that area leads to the separation and collapse of the decorative layer. To eliminate these problems, the soil in the empty space between the fine coat and support was cleaned at first, followed by fixing the upper and lower surface of the fine coat. The sample was created to select the proper material and method, at the end of which the following material and method were selected: fixing the surface with the solution of 6% Acryloid B-72 in ethanol and injecting the mentioned solution to the back of the fine coat. In the next stage, a cavity with the depth of about eight cm was created in parts of the support that experienced breaking or collapsing (brick wall or ceiling). It should be noted that the diameter of the cavity was small on the surface of the support (about two cm), and the more the depth increased, the more the cavity diameter was enlarged. The next phase involved the injection

* Corresponding author: y.hamzavi@tabriziau.ac.ir

and implementation of gypsum mortar to the lower layers. To this end, the local gypsum of Yazd and eremurus powder were exploited. Injection of the mortar will take a relatively long time and will be carried out in several stages. In each stage, a small amount of mortar is injected into the back of the fine coat and inside the cavity made in the support layer. After each injection phase, two hours is required for complete hardening of gypsum and initiation of the next injection operation. The cavities, along with 10 cm from around the cavity and between the scratch and fine coats, are completely filled with gypsum, which results in the attachment of layers to each other. In addition, this mortar acts like a nail, attaching the gypsum fine coat to the lower layers. In this experiment, the described strengthening method was called gypsum nail. Implementation of gypsum nails with relatively specific distances from each other (50-100 cm) will lead to the fixing of the fine coat and layers attached to its surface without putting pressure on the thin gypsum fine coat.



استفاده از میخ گچی، راهکاری برای استحکام بخشی و ماندگاری آرایه‌های معماری تاریخی

یاسر حمزوی

استادیار، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۸



شکل ۱: طرح کلی از لایه‌های یک دیوارنگاره: ۱. تکیه‌گاه ۲. آستر ۳. بستر ۴. بوم‌کننده ۵. لایه رنگ ۶. ورنی

Fig. 1: Schematic picture of the layers of a wall paintings:
1. Support 2. Scratch coat 3. Fine coat 4. Primary layer
5. Paint layer 6. Varnish

عشرین و سبعمائه (۷۲۵ ه.ق.) نوشته شده است. این بنا دارای آرایه‌های معماری متعددی است که از جمله می‌توان به آرایه‌های گچی برجسته، قالبی، فتیله‌ای، کتیبه‌های

جهت اجرای لایه آستر (لایه رویی تکیه‌گاه و لایه زیرین بستر) در آرایه‌های معماری و به‌ویژه دیوارنگاره‌ها (شکل 1؛ Fig. 1) بسیاری از مناطق ایران به دلیل شرایط اقلیمی خشک، در دوره‌های تاریخی از کاه‌گل استفاده شده است. همچنین جهت اجرای لایه بستر، ملات گچ که دارای قابلیت‌های ویژه‌ای است، به کار برده شده است. گاهی ضخامت لایه بستر گچی بسیار کم بوده (۱-۲ mm) که در زمان اجرا این اقدام می‌توانسته نشان‌دهنده هنر و قدرت دست هنرمند گچ‌کار باشد. نمونه این آثار در شهر یزد قابل مشاهده است. از جمله بناهای دوره آل مظفر (اوایل سده هشتم ه.ق.) که لایه آستر و لایه بستر در آرایه‌های معماری آن با ویژگی‌های ذکر شده است، می‌توان به بقعه سید رکن‌الدین و بقعه سید شمس‌الدین در شهر یزد اشاره نمود.

بقعه سید رکن‌الدین در زمان ساخت، کاربری مدرسه داشته و پس از وفات صاحب آن، تبدیل به بقعه شده است. در کتب تاریخی یزد اتمام این بنا در سنه خمس و

* مسئول مکاتبات: تبریز، بلوار آزادی، میدان حکیم نظامی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، دانشکده هنرهای کاربردی، کد پستی: ۵۱۶۴۷۳۶۹۳۱.

آدرس الکترونیکی: y.hamzavi@tabriziau.ac.ir

© 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.



شکل ۳: فرسوده شدن و از بین رفتن بخش های زیادی از لایه آستر و شکستگی، ترک خوردگی و ریختگی بخش هایی از لایه بستر و ضعف اتصال آرایه های گچی قالبی به زمینه بستر

Fig. 3: Wearing out and destroying large parts of the Scratch coat and fracture, crackling and casting parts of the Fine coat and the weakness of bonding gypsum arrays to the ground

شدن اقدامات مرمتی شده و باعث ایجاد محدودیت هایی در استفاده از مواد و روش اجرای عملیات مرمت می شود، رنگ سفید زمینه آرایه های معماری در این بناهاست. چراکه با کوچک ترین اشتباه در مداخلات مرمتی، رنگ سفید زمینه می تواند تغییر پیدا کند که خود از آسیب های جدی اقدامات ناصحیح عملیات اجرایی مرمت است. در برخی موارد، مرمتگران با تزریق مواد شیمیایی و یا ملات پایه گچ یا آهک به فضای پشت لایه بستر در برخی از بناهای تاریخی، باعث شده اند که لکه زردی بر روی اثر ایجاد گردد. لایه آستر کاه گل در این اتفاق، نقش اساسی دارد. انتخاب مواد و همچنین شیوه اجرای مراحل استحکام بخشی بسیار حائز اهمیت است.

یکی دیگر از مشکلاتی که برای مرمتگر وجود خواهد داشت، این است که پر کردن فضای خالی پشت لایه بستر گچی، بدون در نظر گرفتن میزان استحکام این لایه بسیار نازک، باعث جدا شدن و فروریختن لایه بستر و آرایه های اجرا شده بر روی آن در قسمت سقف گنبد، (با توجه به نیروی جاذبه زمین) خواهد شد. همچنین در بسیاری از قسمت ها، بر روی لایه بستر گچی بسیار نازک (از نظر ضخامت) که پشت آن نیز خالی است، آرایه گچی قالبی اجرا شده است که در طی ۷۰۰ سال گذشته، اتصال این آرایه های گچی با زمینه، بسیار کم شده و در حال جدا



شکل ۲: آرایه های معماری سقف گنبد بقعه سیدرکن الدین
Fig. 2: Architectural arrays of dome roof of Rokn al-Din mausoleum

نقاشی، نقاشی های تزئینی، آرایه های طلاکاری و کاشی کاری اشاره نمود (شکل ۲؛ Fig. 2). آرایه های معماری فضای داخلی گنبدخانه از نظر وسعت، نسبتاً حجم زیادی دارد. قطر گنبد حدود ۱۱m و ارتفاع داخلی آن حدود ۲۰m است. لایه آستر در تمامی فضای داخلی این بنا از جنس کاه گل و لایه بستر در تمامی سطوح داخلی بنا (به جز ازاره کاشی کاری شده) از یک لایه بسیار نازک گچ است.

مسئله اساسی در رابطه با آرایه های این قبیل ابنیه زمانی رخ می دهد که کاه و ایاف گیاهی موجود در کاه گل (لایه آستر) توسط موربانه ها خورده می شود که می توان گفت این مورد، یکی از آسیب های شاخص و متداول بناهای مرکز کشور است. با این اتفاق، لایه آستر انسجام خود را از دست داده و به صورت پودری و سست درمی آید. زمانی که این آسیب برای لایه آستر به وجود می آید، درواقع انفصال لایه های زیرین در آرایه معماری رخ داده است. یک لایه بستر گچی با ضخامت بسیار کم وجود دارد که اتصال آن در بسیاری از قسمت ها با زمینه زیرین کاملاً از بین می رود که با وضعیت موجود، نگه دارنده آرایه های دیگری از جمله: آرایه های گچی، طلاکاری و دیوارنگاره است (شکل ۳؛ Fig. 3).

اقدامات حفاظتی جهت ماندگارتر کردن آرایه های معماری با ویژگی ها و آسیب های ذکر شده، در حجم بالا (تمامی سطوح داخلی یک گنبدخانه و سقف گنبد) بسیار مشکل خواهد بود. یکی از مواردی که باعث مشکل تر

رکن‌الدین یزد، تصمیم گرفته شد عملیات استحکام‌بخشی و تقویت اتصال لایه‌های گسسته به روش خاصی صورت پذیرد که جزئیات آن شرح داده شده است: ابتدا برای انتخاب مواد و شیوه مناسب، نمونه‌سازی انجام شد و آسیبی تقریباً مشابه بر روی نمونه‌ها ایجاد گردید. مواد مختلفی که در ذیل ارائه می‌گردد مورد آزمایش قرار گرفت (شکل ۴؛ Fig: 4) که در پایان، مواد و روش نوشته‌شده در شماره ۱۹ انتخاب شد (جدول ۱؛ Table 1).

روش کار در معماری تاریخی بدین صورت است که در بخش‌هایی که ریختگی یا شکستگی لایه بستر مشاهده شد، حفره‌ای به عمق حدوداً ۸ cm در تکیه‌گاه (دیوار یا سقف آجری یا خستی) ایجاد گردید که قطر حفره در سطح لایه تکیه‌گاه کم (۲cm) و هر چه عمق زیادتر می‌شود، قطر حفره هم افزایش پیدا می‌کند. قبل از اجرای استحکام‌بخشی به شیوه میخ گچی، لازم است تا فضای خالی بین لایه بستر و تکیه‌گاه از خاک‌های فرسوده پاک شود و سطح رویی و زیرین لایه بستر تثبیت گردد (شکل ۵؛ Fig: 5).

مرحله بعد، تزریق و اجرای ملات گچ به لایه‌های زیرین است. برای این کار از گچ بومی منطقه یزد و پودر سریش (جهت بالاتر بردن استحکام و همچنین کندگیر کردن ملات گچ) استفاده شد (شکل ۶؛ Fig: 6). اجرای این مرحله از حساسیت بالایی برخوردار است. عملیات



شکل ۴: نمونه‌سازی و شبیه‌سازی لایه‌های تکیه‌گاه، آستر، بستر و تزریق مواد استحکام‌بخش بین لایه‌ها
layers of Fig: 4: Sample construction and simulation support, Scratch coat, Fine coat and Injection of reinforcing materials between layers

شدن است (لایه نازک گچ که مانند پوسته تخم‌مرغ بوده و از لایه آستر جدا شده است، با کم‌ترین فشار دست قابلیت خرد شدن دارد؛ همچنین، به دلیل اتصال بسیار ضعیف بسیاری از آرایه‌های گچی قالبی با لایه بستر، کوچک‌ترین برخورد و لرزشی در آن منطقه باعث جدا شدن و فرو ریختن این لایه تزئینی خواهد شد). با توجه به شرایط ویژه‌ای که این بخش‌ها دارند، انتخاب روش صحیح اجرای مراحل استحکام‌بخشی بسیار مهم خواهد بود. جهت مرتفع نمودن این مشکلات در بقعه سید

جدول ۱: مواد مورد استفاده جهت تثبیت و استحکام‌بخشی لایه‌های بستر، آستر و تکیه‌گاه

Table 1: Materials for stabilization and consolidation of fine coat layer and scratch coat and support

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
T	TA	TA	TB	TB	TC	TC	TC	TC	TC	TC	---	---	---	TB	TA	TA	TA	---	TA
TP	---	TA	---	TB	---	---	---	---	TB	TC	---	---	---	---	---	TC	---	---	TC
M	ID	IA	IA	IA	IA	ID	IC	IB	IB	IA	IA	IB	ID	ID	IA	IA	IC	IC	IC

Table guide

T: Stabilization of wall paintings surface
TP: Stabilization of under the fine coat
M: Injection of prepared mortar on under the fine coat and a hole in the support
TA: solution of Acryloid B72 6% in acetone
TB: solution of Acryloid B₇₂ 3% in acetone
TC: solution of Acryloid B₇₂ 12% in acetone
IA: lime whitewash
IB: Gypsum mortar
IC: Gypsum mortar with Powder of the series
ID: Gypsum mortar with Plextol B 500

راهنمای جدول
T: تثبیت سطح لایه بستر گچی
TP: تثبیت پشت لایه بستر گچی
M: تزریق ملات به پشت لایه بستر و حفره تکیه‌گاه
TA: محلول آکریلویید B₇₂ 6٪ در استون
TB: محلول آکریلویید B₇₂ 3٪ در استون
TC: محلول آکریلویید B₇₂ 12٪ در استون
IA: شیرآهک
IB: ملات گچ
IC: ملات گچ و سریش
ID: ملات گچ و رزین پلکستول



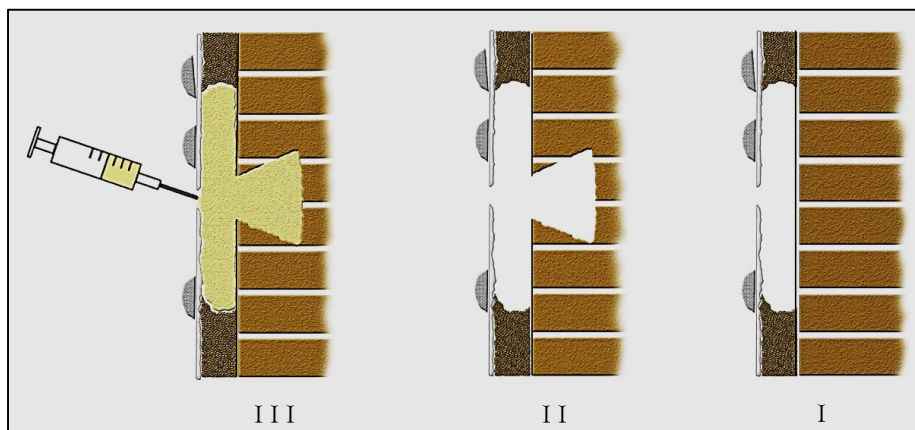
شکل ۶: تزریق ملات در فضاهای خالی بین لایه ها و استحکام بخشی لایه های آستر و بستر به روش میخ گچی
Fig: 6: Injection of mortar in void spaces between layers and strengthening of fine coat and scratch coat Gypsum Nail method



شکل ۵: تثبیت پشت و روی لایه بستر سقف گنبد بقعه سید رکن الدین
Fig: 5: Stabilization of back and forth of fine coat in dome roof of Rokn al-Din mausoleum

است و همچنین این ملات مانند یک میخ، لایه بستر گچی را به لایه های زیرین متصل می نماید (شکل ۷؛ Fig: 7). پس از اتمام عملیات تزریق ملات گچ به پشت لایه بستر و داخل حفره ایجاد شده در لایه تکیه گاه، عملیات تمیز کاری سطح رویی لایه بستر انجام گرفت. روش اجرایی در این پروژه اصطلاحاً روش استفاده از «میخ گچی» نام گذاری شد. زیرا ملات گچ مانند یک میخ، لایه بستر را به لایه تکیه گاه متصل نموده و شبیه به میخ عمل می کند. اجرای میخ های گچی با فاصله های نسبتاً معین

تزریق ملات گچ به قسمت پشت لایه بستر و همچنین داخل حفره ایجاد شده در لایه تکیه گاه، در چند مرحله و با زمان نسبتاً زیادی به اتمام می رسد. در هر مرحله میزان کمی از ملات به پشت لایه بستر و داخل حفره لایه تکیه گاه تزریق گردید. پس از هر مرحله تزریق، حدود دو ساعت زمان برای گیرش کامل گچ و آغاز عملیات تزریق بعدی نیاز است. در این مدت، هیچ اقدامی نباید صورت پذیرد. حفره ها با ملات گچ کاملاً پر شده و همچنین تا حدود ۱۰cm از اطراف حفره، مابین لایه آستر و بستر با این ملات پر شد؛ این عمل باعث اتصال لایه ها به هم



شکل ۷: یک: فرسودگی و تخریب لایه های آستر و بستر و همچنین ضعف اتصال آرایه گچی با زمینه؛ دو: ایجاد حفره در تکیه گاه؛ سه: تزریق ملات در فضای خالی بین لایه های معماری (اجرای طرح: فاطمه صحتی)

Fig: 7: I: Exhaustion and destruction of fine and scratch coat layers, as well as the weakness of the connection of the gypsum array with the field; II: Creating a hole in the support; III: Injection of mortar in void spaces between layers and strengthening of fine and scratch coat Gypsum Nail method

فرسوده شده باشد در حدی که نتواند نقش خود را ایفا نماید.

ج: جنس تکیه‌گاه به گونه‌ای باشد که بتوان در آن حفره موردنیاز را ایجاد نمود بدون این‌که آسیبی به لایه‌های مختلف آرایه‌های معماری برسد.

د: بر روی بستر گچی با ضخامت کم، آرایه معماری وجود داشته باشد که لایه نازک گچ بستر نتواند به خوبی وزن لایه‌های رویی را تحمل کند.

(۵۰-۱۰۰cm) از همدیگر، باعث نگه‌داشته شدن لایه بستر و آرایه‌های روی آن خواهد شد، بدون این‌که بار اضافی به لایه بستر گچی با ضخامت کم وارد شود.

استفاده از این شیوه استحکام بخشی در موارد ذیل می‌تواند نقش مفیدی را ایفا نماید:

الف: ضخامت لایه بستر در آرایه‌های معماری بسیار کم باشد (کم‌تر از ۳ mm)

ب: لایه آستر به هر دلیلی از بین رفته باشد یا بسیار