



بررسی و شناخت مواد آلی لایه‌چینی و طلاچسبان دوره صفویه

در کاخ چهل‌ستون قزوین*

سید محسن حاجی سید جوادی^{۱*}، اصغر فهیمی فر^۲، یاسر حمزوی^۳

۱. استادیار بخش هنر و معماری دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. دانشیار دانشگاه تربیت مدرس، گروه پژوهش و تاریخ هنر، تهران، ایران

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

چکیده

آرایه لایه‌چینی و طلاکاری یکی از پیچیده‌ترین و خاص‌ترین شیوه‌های تزئین سطح، در معماری اسلامی ایران است که شکوفایی آن را باید در دوره صفوی جست‌وجو کرد؛ این آرایه معماری که ترکیبی از مواد آلی و همچنین مواد معدنی فلزی و غیرفلزی در کنار یکدیگر است، طی فرایند خاصی عمل‌آوری و اجرا می‌شده است. جهت حفاظت صحیح اثر و همچنین بازیابی اطلاعات فنی نهفته در آن و همچنین دستیابی به اطلاعات فنی این گونه آرایه معماری در ایران دوره صفویه، بازشناخت هنری و فنی آن در کاخ چهل‌ستون قزوین به عنوان یکی از مهم‌ترین بناهای پایتخت بخشی از دوره صفویه، اهمیت و ضرورت پیدا می‌کند. از اولین پایتخت دوره صفویه (در تبریز) آرایه لایه‌چینی و طلاکاری باقی‌مانده است و قزوین قبل از اصفهان مورد توجه بوده و اقدامات شایسته‌ای در خلق آرایه‌های معماری انجام پذیرفته است. پژوهش حاضر، به مطالعه ساختار آرایه‌های لایه‌چینی و طلاکاری در دو دوره صفویه (دوره شاه تهماسب و دوره شاه عباس) در کاخ چهل‌ستون قزوین پرداخته است. این پژوهش، با رویکرد آزمایشگاهی با هدف واکاوی و شناخت ساختار بخش‌های مختلف این آرایه‌ها از جمله ساختار آلی و معدنی لایه‌چینی و همچنین لایه طلائی استفاده شده بر روی لایه‌چینی، موسوم به طلاکاری، انجام پذیرفته است. در این راستا، از بخش لایه‌چینی و طلاکاری لایه مربوط به دوره شاه تهماسب و همچنین لایه مربوط به دوره شاه عباس صفوی نمونه‌برداری انجام پذیرفت که با استفاده از آنالیزهای (GC-MS، FT-IR، SEM-EDS) به ارزیابی و مقایسه این نمونه‌ها پرداخته شد. نتیجه آنالیز EDS از سطح لایه فلزی، نشان‌دهنده طلا با خلوص بالا است، همچنین بخش معدنی لایه‌چینی، از ترکیب گچ و نوعی خاک با درصد آهن بالا (گل هرمز یا گل ارمنی) تشکیل شده است. بررسی تصاویر SEM بر روی نمونه‌های مورد بررسی، نشان‌دهنده وجود بقایایی از مواد آلی مورد استفاده در آرایه‌های لایه‌چینی و طلاچسبانی است. بررسی نمونه‌ها با GC-MS نشان‌دهنده استفاده از روغن‌های گیاهی است که با توجه به مقدار قابل توجه ترکیبات هجده کربنی و اکسیدهای آن، می‌توان آن را منسوب به روغن بزرک دانست که به عنوان چسباننده ورق طلا در آرایه‌های لایه‌چینی و طلاکاری مورد استفاده بوده است.

واژگان کلیدی: لایه‌چینی، طلاچسبان، کاخ چهل‌ستون قزوین، GC-MS، FT-IR، SEM-EDS.

* این مقاله برگرفته از رساله دکترای تخصصی نگارنده اول در رشته پژوهش هنر دانشگاه تربیت مدرس با عنوان "مطالعه ساختار آرایه‌های طلاکاری، لایه‌چینی و آنالیز نقوش تزئینی آن در دوره صفوی در عمارت چهلستون قزوین" است.

** مسئول مکاتبات: تهران، بلوار ارتش، ابتدای شهرک نفت، خیابان نخل، سازمان مرکزی دانشگاه پیام نور
پست الکترونیکی: hajsayyedjavady@yahoo.com

۱. مقدمه

یکی از فنون تزئینی در هنر دیوارنگاری معماری ایرانی-اسلامی، آرایه لایه‌چینی است؛ لایه‌چینی به معنی قرار دادن چندین لایه از یک مایع روان با قلم‌مو در چند مرحله روی سطح صاف به منظور ایجاد یک نقش برجسته است. این نقش (که اغلب، قرمز رنگ بوده) زمینه‌ای برای قرارگیری ورقه‌های فلزی (ورق طلا) بوده و سبب می‌شده‌است که ویژگی‌های بصری این ورقه‌های فلزی برای اهداف خاصی تغییر کند [1]. لایه‌چینی یکی از بخش‌های برخی از دیوارنگاره‌ها است. دیوارنگاره‌ها بسته به کیفیت آثار، حداقل از دو لایه تکیه‌گاه (سازه معماری) و لایه رنگ (نقوش)، تا شش لایه (تکیه‌گاه، لایه آستر، لایه بستر، لایه بوم‌کننده، لایه رنگ، و لایه محافظ یا ورنی) متغیر بوده و اجرا می‌شده‌اند [2]. در واقع لایه‌چینی بر روی لایه بستر گچی اجرا می‌شده که خود بستری برای طلاچسبان بوده است. مضامین اصلی در این آرایه‌ها بیش‌تر گل‌ها و برگ‌های اسلیمی و ختایی بوده که در راستای ارتباط انسان با طبیعت و عالم مثال ایجاد شده‌اند.

از آنجایی که آرایه لایه‌چینی در دوره صفویه در کاخ‌ها و بناهای مهم به ویژه کاخ چهل‌ستون قزوین به وفور اجرا شده، از اهمیت بالایی برخوردار است. در خصوص فن‌شناخت این گونه از آرایه‌های معماری مطالعات کمی صورت گرفته و شناخت زیادی حاصل نشده است. یک پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته مرمت اشیای تاریخی و فرهنگی در دانشگاه هنر تهران در این حوزه انجام شده که محدود به سه بنای صفوی چهل‌ستون، عالی قاپو و هشت بهشت اصفهان می‌شود [1] و یک پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته باستان‌سنجی در دانشگاه هنر اسلامی تبریز انجام پذیرفته که نمونه‌های مطالعاتی مربوط به دو کلیسای وانک و بیت‌لحم اصفهان است [3]. بنابراین مطالعه تخصصی ساختارشناسی بر روی آرایه‌های لایه‌چینی، کم و محدود به اصفهان است.

در این پژوهش، تلاش شده است تا مواد آلی چسباننده در ماده لایه‌چینی و همچنین چسب استفاده شده برای طلاچسبانی مورد مطالعه دقیق قرار گیرد و برای اولین بار اطلاعات فنی پیرامون لایه‌چینی از دو لایه مختلف دیوارنگاره در کاخ چهل‌ستون قزوین که هر دو لایه مربوط به دوره صفویه است، به دست آید. با توجه به این که عمارت مذکور جزو اولین بناهای معرف هنر و معماری دوره صفویه است (که باقی مانده و قابل بازدید است)، شناخت فنی و هنری آن در سیر هنر دوره صفویه اهمیت بسیاری دارد، اما تاکنون بررسی‌های منسجم و گسترده‌ای در مورد آن مشاهده نمی‌شود. هدف این پژوهش شناخت فنی مواد آلی مورد استفاده در آرایه‌های لایه‌چینی و طلاکاری به جا مانده از دوره‌های اول و دوم حکومت صفویه در کاخ چهل‌ستون قزوین است. در این مقاله، پس از پیشینه پژوهش، مواد و روش‌های آزمایشگاهی معرفی شده و سپس اطلاعات اولیه به دست آمده از آنالیزها ارائه شده است. در ادامه، تحلیل‌های مربوط به یافته‌های پژوهش انجام شده و در پایان، نتیجه‌گیری کلی از پژوهش ارائه شده است.

۲. پیشینه پژوهش

دیوارنگاره‌های کاخ چهل‌ستون قزوین از حیث شناخت مکتب‌های نگارگری و به خصوص مکتب قزوین حائز اهمیت است و از طرفی نیز برخی نگاره‌ها را منسوب به هنر خود شاه تهماسب صفوی می‌دانند که ارزش‌های معنوی آثار را ارتقا می‌دهد؛ ولی تاکنون مطالعه‌ای در مورد ساختارشناسی آن‌ها صورت پذیرفته است؛ تنها مطالعه در خصوص فن و ساختار دیوارنگاره‌های عمارت مذکور مربوط به پایان‌نامه‌ای در مقطع دکترای تخصصی پژوهش دانشگاه تربیت مدرس است. موضوع این پایان‌نامه درباره شناخت ساختاری مواد مورد استفاده در آرایه‌های لایه‌چینی و طلاچسبانی است که از طریق بررسی‌های میکروسکوپی، آنالیز عنصری و تصویربرداری با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM-EDS) و بررسی ترکیب فازی (XRD) از لایه‌های مذکور صورت پذیرفته و در آن، به وجود سه لایه بستر گچی، گل سرخ حاصل از گچ و گل رس، و نیز استفاده از ورق طلا در آرایه‌های لایه‌چینی و طلاچسبانی دو دوره صفوی اشاره شده است [4]. دیگر مطالعات صورت گرفته، بیش‌تر در حوزه معرفی بنا، ساخت، تعمیرات، الحاقات، مرمت و بازسازی، و معرفی آرایه‌های معماری آن بر پایه اسناد تاریخی و شواهد باقی مانده در بنا است [5]؛ [6]؛ [7]؛ [8]؛ [9] و [10].

پژوهش و شناخت آثار تاریخی گچی در ایران دو مشکل فنی دارد که اغلب ناشی از شناخت خصوصیات بلور گچ، همچون تغییرات حلالیت یا شکل بلوری در اثر حضور مواد افزودنی یا تغییرات محیطی است [11].

همچنین پژوهش‌هایی مربوط به ماده‌ی آلی و معدنی در ساختار لایه‌چینی و دیوارنگاره‌ها در دیگر بناهای دوره‌ی صفوی و قبل و بعد از آن صورت پذیرفته است؛ در مقاله‌ای فن ساخت و عناصر مورد استفاده در لایه‌چینی‌ها و طلاچسبانی‌های کاخ عالی‌قاپو، چهل‌ستون و هشت‌بهشت اصفهان توسط آنالیزهای XRD، TLC، SEM-EDX بررسی شده که در ترکیب لایه‌چینی‌های مورد مطالعه، گچ کشته‌نشده، گل ارمنی و یک چسب پروتئینی شناسایی شده است [1]. در مقاله‌ای دیگر لایه‌های دیوارنگاره‌ی سقف گنبد بقعه‌ی سید رکن‌الدین یزد توسط آنالیزهای SEM-EDX، XRD و شیمی کلاسیک (شناسایی رنگ‌دانه‌ها و رنگینه‌ها به کمک شناساگرهای شیمیایی) بررسی شده و چندلایه بودن، نیمه کشته و تیز بودن لایه‌های بستر، استفاده از ورق طلا، رنگدانه‌های سبز سیلو، شن‌گرف و رنگینه‌ی نیل و واسطی روغنی در فن طلاچسبانی حاصل آمده است [12]. در مقاله‌ای دیگر آرایه‌های طلاکاری روی سنگ‌های مجموعه‌ی کاخ گلستان تهران، توسط روش‌های آنالیزی SEM-EDS و FTIR بررسی شده که در خصوص فن طلاچسبانی آن‌ها، ماده‌ی مورد استفاده، واسطی روغنی (به احتمال زیاد، روغن کمان) معرفی شده است [13]. در مقاله‌ای دیگر نیز آرایه‌های طلاکاری کتیبه‌های سنگی کلیسای وانک در اصفهان، با روش‌های آنالیزی SEM-EDS و FTIR مطالعه شده و فن طلاچسبانی آن توسط واسطی روغنی معرفی شده است [14]. در پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد دیگری، آرایه‌های لایه‌چینی کلیسای وانک و بیت‌لحم اصفهان توسط آنالیزهای XRD، XRF، SEM-EDS، FT-IR، GC-MS، Py-GC-MS مورد بررسی قرار گرفته و سریشم برای بست لایه‌چینی، و روغن بزرک برای طلاچسبانی شناسایی شده است [3].

از مهم‌ترین پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه‌ی لایه‌چینی در اروپا مطالعات نادولنی است که به بررسی تکنیک‌های طلاکاری برجسته‌ی شمال اروپا در قرون ۱۲ تا ۱۵ میلادی پرداخته است [15]. کلمبینی برای شناسایی مواد پروتئینی با منشأ شیر به عنوان چسب در طلاکاری نمونه‌های مربوط به سه کلیسا در ایتالیا، از GC/MS استفاده کرده است [16]. از دیگر پژوهش‌های مشابه، در راستای روش تحقیق پژوهش حاضر، می‌توان به تحقیقاتی اشاره کرد که برای شناسایی مواد آلی بست و چسب، به روش Py-GC-MS و CG/MS انجام یافته‌اند [17].

۳. کاخ چهل‌ستون قزوین

شهر قزوین در دوره‌ی صفویه برای بیش از نیم قرن، پایتخت کشور ایران بوده است و به طور رسمی اولین دولت‌خانه و باغ‌شهر شاهی دوره‌ی صفویه محسوب می‌شود. دولت‌خانه‌ی مذکور از سال ۹۶۲ تا ۹۶۶ ه. ق. در ۷۴ هکتار با نقشه‌ای مهندسی شده و منظم برای زندگی خاندان سلطنتی، امرای دولت و پذیرایی از مهمانان سلطنتی ساخته شده است. امروزه تنها چند اثر شاخص از بناهای شهرشاهی آن دوره به جا مانده که از آن میان کاخ چهل‌ستون با توجه به دیوارنگاره‌های به جامانده از مکاتب اولیه‌ی دیوارنگاری دوره‌ی صفوی، اهمیت بسزایی دارد که نیازمند پژوهش‌های گسترده نیز است. این بنا در بخش شمالی مجموعه‌ی دولت‌خانه و تقاطع خیابان‌های اصلی است. اصل بنا یک طبقه‌ای هشت ضلعی با دیوارنگاره‌های داخلی و بیرونی مربوط به دوره‌ی شاه تهماسب است و طبقه‌ی دوم به احتمال زیاد در دوره‌ی شاه عباس به بنا افزوده شده است؛ همچنین بنا در دوره‌های مختلفی مورد مرمت، تعمیر و بازسازی الحاقاتی قرار گرفته است [9] (شکل ۱؛ جدول ۱).



شکل ۱: موقعیت شماتیکی قزوین و بنای چهل ستون به همراه تصویر و پلان بنا

Fig. 1: The schematic location of Qazvin and the construction of Chehelsotoun along with the image and plan of the building

جدول ۱: دوره‌های زمانی مداخلات (بازسازی، تعمیر، مرمت، الحاقات) در بنای چهل ستون قزوین [5، 9، 18]

Table 1: Time periods of interventions (reconstruction, repair, restoration, additions) in Qazvin Chehelsotoun

نوع مداخله در عمارت چهل ستون قزوین TYPE OF INTERVENTION IN QAZVIN CHEHELSTON MANSION	دوره زمانی PERIOD(S)
احداث دولت‌خانه Construction of Dowlat khaneh	دوره شاه تهماسب صفوی THE PERIOD OF SHAH TAHMASB SAFAVID
تغییرات در ارکان دولت‌خانه و باغ سعادت آباد Changes in the elements of government place (Dowlat khaneh) and garden of Saadat Abad	دوره صفوی، شاه اسماعیل دوم SAFAVID PERIOD, KING ISMAIL II
افزودن طبقه دوم و پلکان آن از جنوب شرقی عمارت Add the second floor and its stairs from the southeast direction of the mansion	دوره صفوی، شاه عباس (۱۰۳۸ ق. / ۱۶۲۹ م.) SAFAVID PERIOD, SHAH ABBAS (1629)AD
اولین تعمیرات بنا The first restoration of the building	دوره قاجار (۱۲۹۵ ق. / ۱۸۷۸ م.) QAJAR PERIOD (1878 AD)
دوره دوم تعمیرات به خصوص در طبقه دوم و افزایش ارتفاع سقف، الحاق رواق آجری با قوس نیم‌دایره اطراف بنا، و ساخت پلکان برای طبقه دوم بنا از جانب شمال Second period of repairs, especially on the second floor and elevation of the roof, brick fitting with semicircular arch around the building, and construction of stairs for the second floor on the north side	دوره قاجار (۱۳۰۵ - ۱۳۰۶ ق. / ۱۸۸۸ - ۱۸۸۹ م.)، سعدالسلطنه THE QAJAR PERIOD (1889-1888), DURING THE REIGN OF SAAD AL-SALTANAH
تعمیرات دوره سوم Third Period of Restoration	دوره قاجار (۱۳۲۰ ق. / ۱۹۰۲ م.)، سالار اکرم THE QAJAR PERIOD (1902 AD), SALAR AKRAM'S REIGN
ساختن پلکانی برای عمارت Build a staircase for the mansion	دوره قاجار (۱۳۳۷ - ۱۳۳۸ ق. / ۱۹۱۹ - ۱۹۲۰ م.) سال - های حکومت نظام‌السلطان و موفق‌الدوله THE QAJAR PERIOD 1919 TO 1920.A.D - REIGN OF NEZAM AL-SULTAN AND MUFAFAGH AL-DAWLAH
حذف پلکان The stairs were removed and demolished	دوره قاجار (۱۳۳۹ ق. / ۱۹۲۱ م.) THE QAJAR PERIOD (192 A.D)
پی بردن به نقاشی‌های زیرلایه گچی، تغییر مسیر دسترسی طبقه دوم، تعبیه سقف شیب‌دار با ورق گالوانیزه Paintings found on gypsum substrate - second floor access path changed - galvanized sheet gable roof installed	دوره پهلوی (۱۳۳۶ ش. / ۱۹۵۷ م.) A.D) PAHLAVI PERIOD (1957
اولین مرمت‌های علمی در بنا، کلاف‌کشی و استحکام‌بخشی The first scientific reconstruction of the building was carried out - Tie	دوره پهلوی (۱۳۴۷ ش. / ۱۹۶۸ م.) PAHLAVI PERIOD (1968)

stiffening and strengthening was done	
لایه برداری نقاشی‌ها و جدا کردن برخی نقاشی‌ها از بنا The paintings were peeled and some paintings were removed from the building	دوره پهلوی (۱۳۵۲ ش. / ۱۹۷۳) PAHLAVI PERIOD (1973)
کلاف کشی دور ایوان The tie wrapping was done around the porch	دوره پهلوی (۱۳۵۷ ش. / ۱۹۷۸ م.) PAHLAVI PERIOD (1978)
توقف اقدامات حفاظت و مرمت تزئینات All preservation and restoration activities were stopped	دوره جمهوری اسلامی (۱۳۶۰ ش. / ۱۹۸۱ م.) ISLAMIC REPUBLIC PERIOD (1981)
قرار دادن تیر آهن به جای ستون‌های چوبی، و کانال کشی (گره‌رو) در پایه ستون‌ها برای دفع رطوبت Instead of wooden columns, iron beams were inserted At the base of the columns for damping and moisture removal, .channeling was performed	دوره جمهوری اسلامی (۱۳۶۱ ش. / ۱۹۸۲ م.) ISLAMIC REPUBLIC PERIOD (1982)
مرمت شیروانی و سقف .The roof of the building were repaired	دوره جمهوری اسلامی (۱۳۷۱ ش. / ۱۹۹۲ م.) ISLAMIC REPUBLIC PERIOD (1992)
تبدیل بنا به موزه .This monument became a museum	دوره جمهوری اسلامی (۱۳۷۷ ش. / ۱۹۹۸ م.) ISLAMIC REPUBLIC PERIOD (1998)

کاخ چهل ستون در بخش شمالی مجموعه بناهای سلطنتی سعادت آباد به عنوان محل سکونت شاهان صفوی و اغلب محل پذیرایی از شخصیت‌های مهم داخلی و خارجی بوده که بنایی هشت گوش و نامنظم روی سکویی به ارتفاع ۳۰ سانتی متر و در دو طبقه با زیربنای تقریبی ۵۰۰ متر مربع بنا شده است. رواقی با ستون‌های آجری و قوس‌های نیم دایره‌ای بنا را دربر گرفته و بر بالای آن ایوانی با ستون‌های چوبی استوار شده است. نقشه بنا دارای طرحی با محورهای صلیبی و برون گرا و سقف طبقه همکف پوشیده از یزدی بندی و کاربندی و سقف طبقه فوقانی خنچه پوش است. اطراف ایوان دارای ستون‌های استوانه‌ای آجری با قوس‌های نیم بیضی است [4].

تقریباً تمام نمای بنا از نقاشی پوشیده است. مهم‌ترین بخش آن تالار مرکزی وسیعی است که با دهانه‌هایی با قوس جناقی به ایوان‌ها متصل می‌شوند. در دوره دوم صفوی این قوس‌ها کندتر و دیوارنگاره‌های دیگری روی آن‌ها جایگزین شدند. سپس در دوره قاجار با قوس‌های دایره‌ای با دهانه بزرگ‌تر پوشانده‌اند و دیوارنگاره‌های دیگری جایگزین آن‌ها شده است (شکل ۲).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



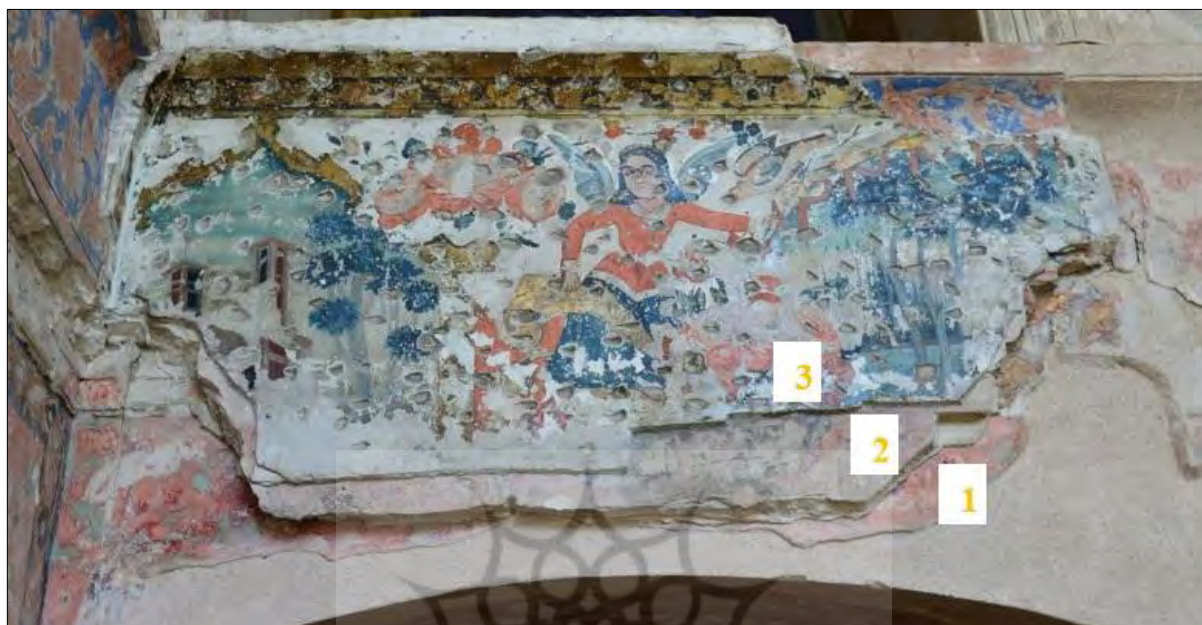
شکل ۲: لایه‌چینی و طلاکاری در لایه‌های مختلف آرایه معماری در عمارت چهل‌ستون قزوین
 Fig. 2: Pastiglia and gilding in different layers of architectural arrangement in Qazvin chehelstoun

طبقه دوم بنا یک تالار با چهار گوشواره در چهار طرف است که یکی از گوشواره‌ها برای راه‌پله استفاده می‌شود. طبقه دوم نیز با دیوارنگاره‌هایی مزین بوده که امروزه بخش ناچیزی از آن‌ها باقی است. بر گرداگرد بنا غلام‌گردش وجود دارد که طبقه اول با ستون‌های مدور آجری تزئین شده و طبقه دوم با ستون‌های نازک چوبی مزین شده است. قوس‌های طبقه دوم نیز متعلق به دوره قاجار هستند [18]. در دوره‌های گذشته و در مرمت‌های پیشین، بخشی از آرایه‌های لایه‌چینی و طلاکاری به شیوه استاکو از معماری جدا شده‌اند و بر روی پنل‌های چوبی نصب و نگهداری می‌شوند (شکل ۳).



شکل ۳: آرایه لایه‌چینی و طلاکاری مربوط به عمارت چهل‌ستون قزوین که به شیوه استاکو جدا شده و بر روی پنل چوبی نصب شده است.
 Fig. 3: Pastiglia and gilding layer arrangement related to Qazvin Chehelstoun, which has been separated in the style of Stako and installed on a wooden panel.

دیوارنگاره‌های کاخ چهل‌ستون قزوین مربوط به سه دوره زمانی، در حکومت‌های صفویه و قاجار، است؛ دیوارنگاره‌های لایه اول (لایه زیرین) مربوط به دوره شاه تهماسب صفوی، لایه دوم به احتمال زیاد، مربوط به بازسازی‌های زمان شاه عباس صفوی و لایه سوم مربوط به دوره قاجار و سلطنت ناصرالدین شاه است [5، 9 و 19]. این آرایه‌های معماری در گذر زمان آسیب‌های بسیاری دیده و برخی به کل نابود شده‌اند و تنها در بخش‌های اندکی از بنا می‌توان توالی لایه‌های مختلف دیوارنگاره‌های این سه دوره را در بنا مشاهده کرد (شکل ۴).



شکل ۴: سه لایه تزئینی از دوره‌های صفوی و قاجار؛ لایه ۱: دوره شاه تهماسب، لایه ۲: دوره شاه عباس و لایه ۳: دوره قاجار
 Fig. 4: Three decorative layers from Safavid and Qajar periods; Layer 1: Shah Tahmasb period, layer 2: Shah Abbas period and layer 3: Qajar period

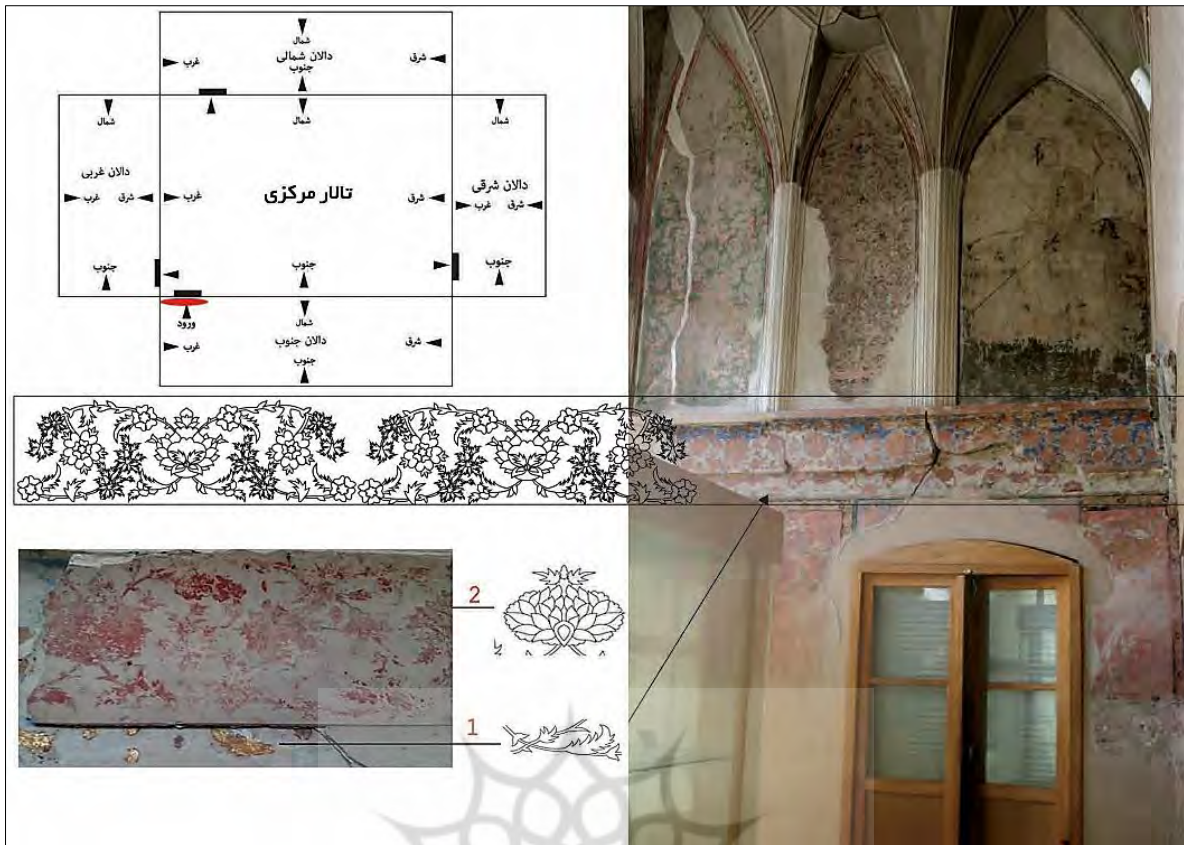
۴. مواد و روش‌های آزمایشگاهی

از بخش غربی ایوان جنوبی کاخ چهل‌ستون که نقوش گیاهی (ختایی) دو دوره صفویه روی همدیگر قرار داشتند، به کمک ابزار دندانپزشکی (تیغ بیستوری) تا عمق لایه بستر گچی به منظور تهیه مواد مورد نیاز آزمایش‌های این پژوهش، نمونه‌برداری شد (شکل ۵). در ابتدا به منظور مشاهده بقایای آلی، نمونه‌های مذکور با دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) دانشگاه تربیت مدرس تهران (مدل ProX، شرکت Phenom کشور هلند) تصویربرداری شدند. سپس شناسایی بست مورد استفاده در آرایه‌های لایه‌چینی و فازهای مواد آلی نمونه‌ها توسط دستگاه FT-IR Spectrometer مدل PorkinElmer شرکت Frontier ایالات متحده آمریکا، به روش پودری و تهیه قرص شفاف در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه تربیت مدرس و به صورت پودر کردن مستقیم بخشی از نمونه‌ها انجام شد. در ادامه، از دستگاه کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنج جرمی (GC-MS) مدل Termo Finnigan دانشکده داروسازی دانشگاه شهید بهشتی تهران برای شناخت بست‌های مورد استفاده در آرایه‌های لایه‌چینی دو دوره بنا استفاده شد.

جدول ۲: مشخصات و ویژگی‌های آنالیز کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنج جرمی

Table 2: Specification of GC-MS analysis

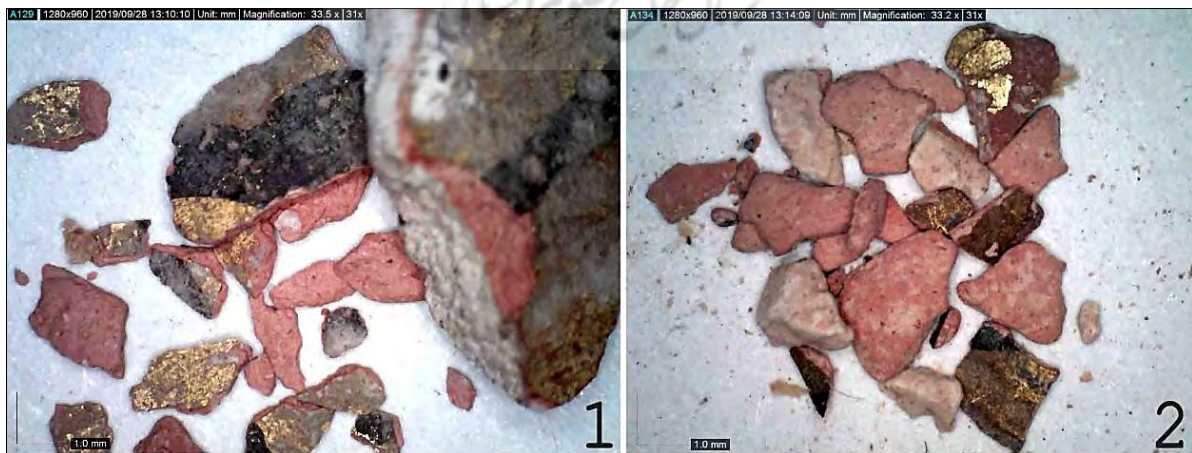
Agilent 7000, Triple Quad, GC 7890A	Column: 30m* 0.25mm id* 0.25 μ m	HP-5MS
Injection Volume: in acqmeth	Split: in acqmeth	Heater: in acqmeth
Carrier: Helium constant in acqmeth	Temperature Programming: in acqmeth	Detection: MS in scan mode (25-800 amu)
EI : 70ev	Ion Source: 230°C	NIST Library
	Transfer line: 300°C	



شکل ۵: نماهایی از محل نمونه برداری به منظور آزمایش‌های منتخب پژوهش
 Fig. 5: Facades from the sampling site for selected research experiments

نمونه‌های تهیه شده مربوط به دو دوره صفویه، سه لایه بستر گچی، لایه چینی و ورق طلا را نشان می‌دهند؛ برای آنالیز GC-MS از هر دوره یک نمونه از لایه چینی و لایه طلا آماده‌سازی شدند به نحوی که در نمونه لایه چینی حتی‌المقدور لایه طلا حذف شد و در نمونه لایه طلا، میزان ضخامت لایه گل سرخ به حداقل رسید تا با اختلاف مواد مورد شناسایی و کمیت آن‌ها در لایه‌ها بتوان مواد آلی به کار رفته در لایه چینی و چسب زیر طلا را از هم تمیز داد.

برای آنالیز FT-IR نیز لایه‌های بستر گچی، لایه چینی و طلا به صورت مجزا آنالیز شدند تا با همان دیدگاه منتخب برای آزمایش پیشین، با مشاهده اختلاف مواد مورد شناسایی و کمیت آن‌ها بتوان مواد به کار رفته در بست‌ها را شناسایی کرد (شکل ۶).



شکل ۶: نمونه‌های برداشت شده لایه بستر گچی به همراه آرایه لایه چینی و طلاچسبان از دوره‌های اول و دوم صفوی
 Fig. 6: samples of gypsum layer along with pastiglia and gilding layer arrangement from Safavid periods 1 and 2

نمونه‌های با کد N1 و N2 مربوط به آنالیز GC-MS بوده و نمونه‌های با کد F1 و F2 مربوط به آنالیز FT-IR است (جدول ۳).

جدول ۳: کدگذاری نمونه‌های منتخب از دوره‌های صفوی عمارت چهل‌ستون قزوین
Table 3: Coding of selected samples from Safavid periods of Qazvin Chehelsotoun

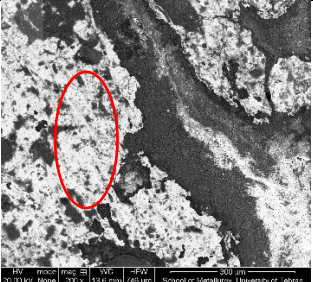
دوره تاریخی	نوع آزمایش	شماره نمونه‌ها	لایه چسب زیر ورق طلا	لایه چینی
شاه تهماسب	GC-MS	G.1	G.1.1	G.1.2
شاه عباس		G.2	G.2.1	G.2.2
شاه تهماسب	FT-IR	F.1	F.1.1	F.1.2
شاه عباس		F.2	F.2.1	F.2.2

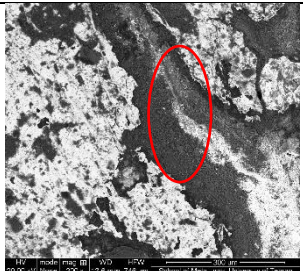
۵. یافته‌های پژوهش

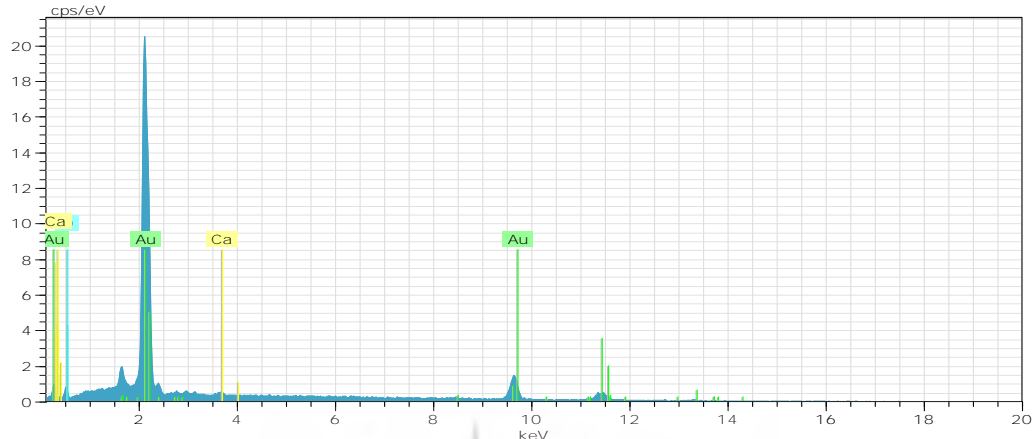
EDS: ابتدا آنالیز عنصری نقطه‌ای (EDS) از سطح ورق فلزی و همچنین از سطح لایه چینی تهیه شد (جدول ۴) تا جنس ورق شناسایی و همچنین مشخص شود که مواد معدنی لایه چینی شبیه به نمونه‌های مطالعه شده در اصفهان هست یا متفاوت از آن‌ها است.

SEM: برای شناسایی مواد آلی در لایه چینی و همچنین چسب زیر ورق طلا، ابتدا توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) سطح نمونه‌ها پایش شد تا بقایای احتمالی از آن‌ها ثبت شود. مشاهده و تشخیص وجود مواد آلی که ظاهری کاملاً متفاوت از مواد معدنی دارند، در تصاویر الکترونی با بزرگ‌نمایی ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ برابر ممکن است. امتیاز میکروسکوپ الکترونی روبشی در توانایی ذاتی آن برای مشاهده نمونه‌های زیستی در مقیاس میکرو و نانو، استفاده از تصاویر الکترون‌های ثانویه و برگشتی است؛ بررسی مواد زیستی نیازمند فرایندهای آماده‌سازی نمونه است [20، 21 و 22]؛ اما مواد آلی مورد بررسی این پژوهش، با گذر زمان کاملاً خشک بود و در بستر متفاوت معدنی و خشک گچی قرار داشت که نیاز به آماده‌سازی نمونه برای مشاهده نداشت. تصاویری با بزرگ‌نمایی ۵۰۰۰ برابر از سطح نمونه‌ها که طلاچسبان شده بود، تهیه شد (شکل ۹). همچنین تصاویری با بزرگ‌نمایی‌های ۶۰۰۰ برابر، ۲۰۰۰ برابر و ۱۰۰۰۰ برابر از بخش میانی (مغز) لایه چینی تهیه شد (شکل ۱۰).

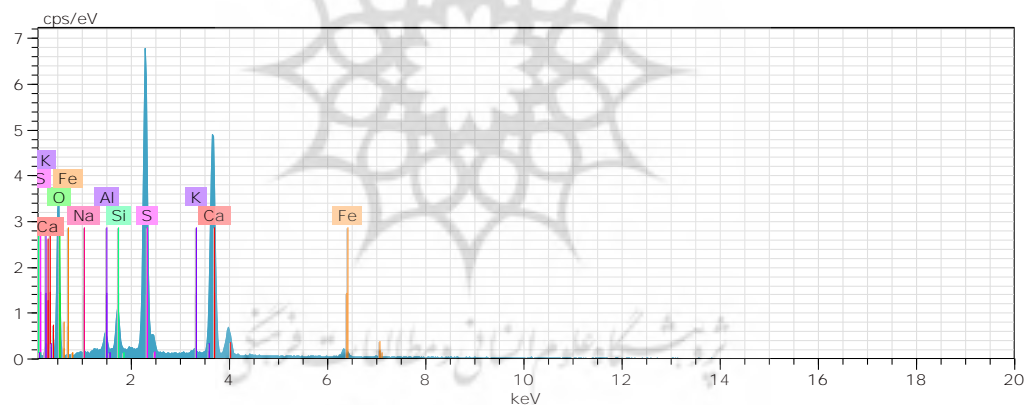
جدول ۴: آنالیز عنصری نقطه‌ای (EDS) از سطح ورق فلزی و سطح لایه چینی
Table 4: Point elemental analysis (EDS) of the metal sheet surface and pastiglia

Elem Sam	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	AuO	تصاویر بخشی از نمونه‌ها که آنالیز تهیه شده است
	%	%	%	%	%	%	%	%	
Gilding	-	-	-	1.68	-	-	-	98.32	

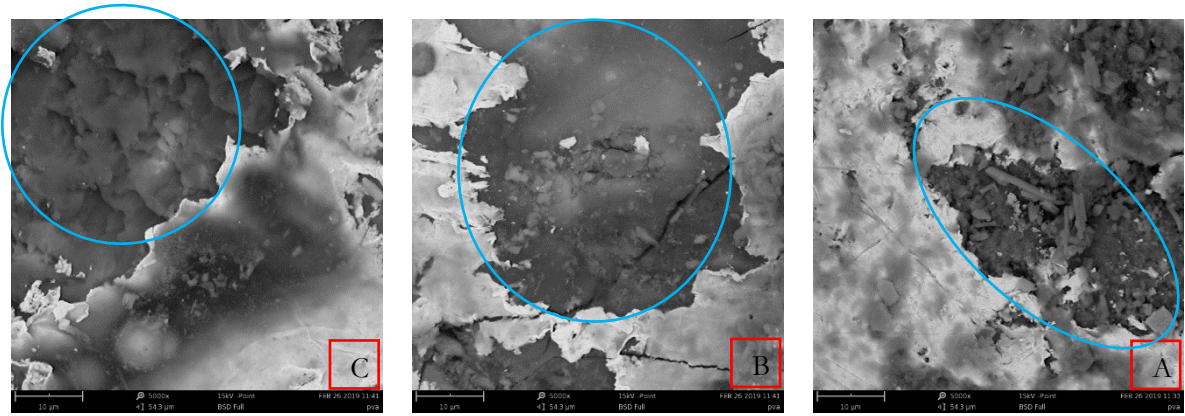
pastiglia	4.79	2.51	2.84	31.47	45.12	0.91	0.03	-	
-----------	------	------	------	-------	-------	------	------	---	---



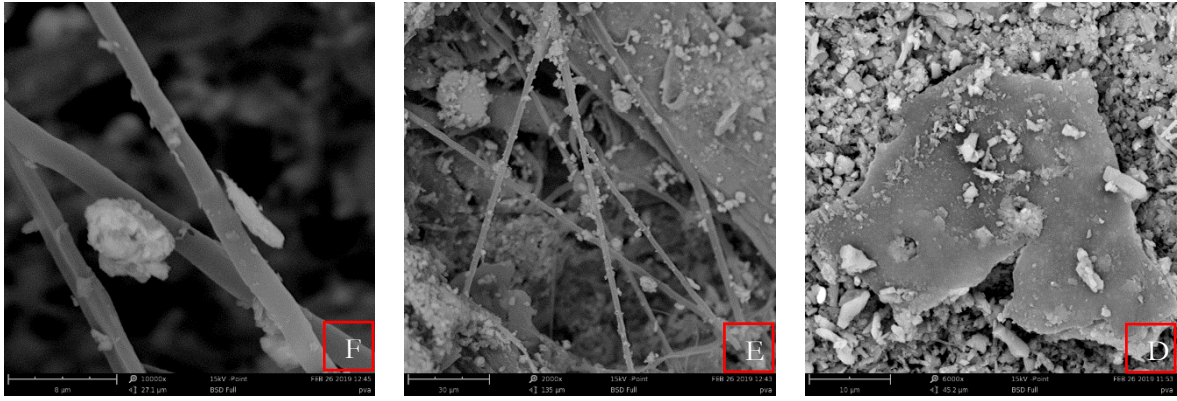
شکل ۷: طیف به دست آمده از آنالیز عنصری نقطه‌ای از سطح ورق فلزی
 Fig. 7: The spectrum obtained Point elemental analysis (EDS) of the metal sheet surface



شکل ۸: طیف به دست آمده از آنالیز عنصری نقطه‌ای از سطح لایه چینی
 Fig. 8: The spectrum obtained Point elemental analysis (EDS) of the metal sheet surface



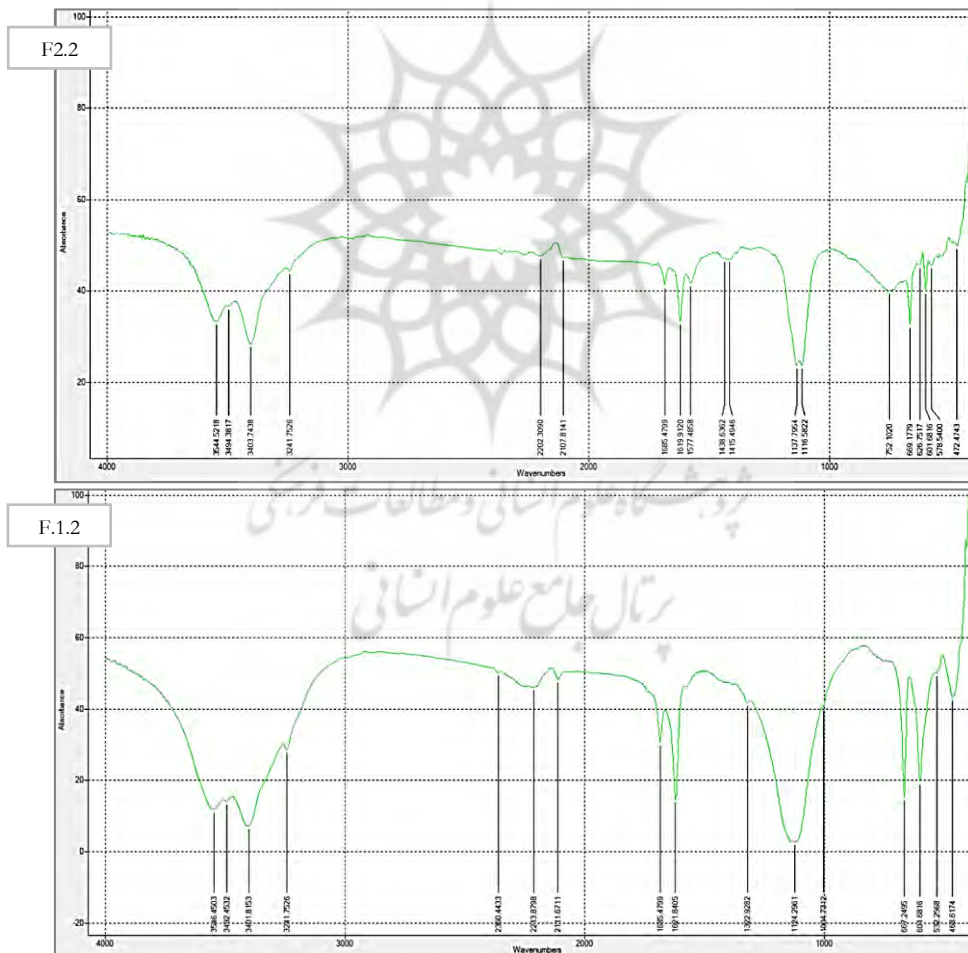
شکل ۹: ورق طلا و لایه‌های زیرین. A و B: لایه اول (دوره شاه تهماسب); C: لایه دوم (دوره شاه عباس)
 Fig. 9: Gold leaf and underlays. A and B: The first layer (Shah Tahmaseb's period); C: Second layer (Shah Abbas period)



شکل ۱۰: ساختار لایه‌چینی. D: لایه اول (دوره شاه تهماسب); E و F لایه دوم (دوره شاه عباس)

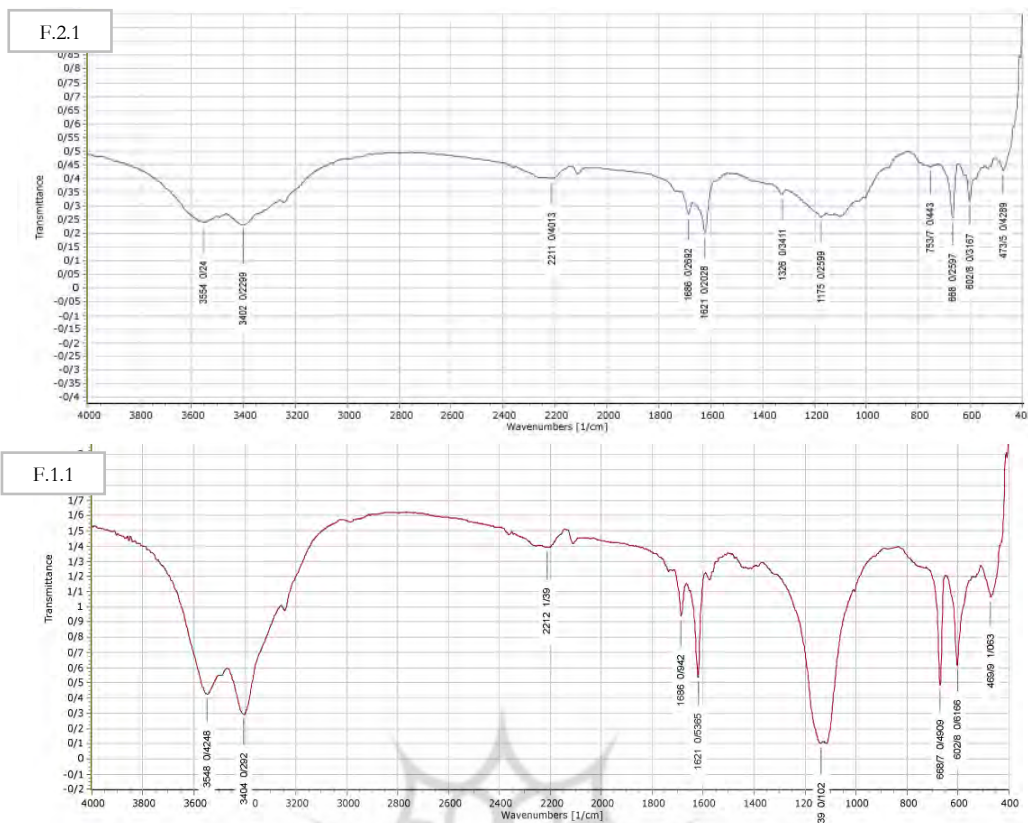
Fig. 10: Pastiglia structure. D: The first layer (Shah Tahmaseb's period); E and F second layer (Shah Abbas period)

FT-IR: به منظور شناخت بیشتر بقایای مواد آلی در لایه‌چینی (کد: F.1.2 و F.2.2) و لایه زیرین ورق طلا (کد: F.1.1 و F.2.1) از طیف‌سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز استفاده شد. از چهار نمونه تهیه شده دوره شاه تهماسب و شاه عباس، آنالیز انجام شد که نتایج آنالیز در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ قابل مشاهده است. در هر کدام از شکل‌ها، طیف زیرین مربوط به نمونه‌های دوره شاه تهماسب و طیف رویی مربوط به نمونه‌های دوره شاه عباس است.



شکل ۱۱: طیف‌های تبدیل فوریه مادون قرمز از نمونه‌های لایه‌چینی، مربوط به دوره صفویه کاخ چهل ستون قزوین

Fig. 11: Infrared Fourier transform spectra of pastiglia samples, related to the Safavid period of Qazvin Chehelsotoun



شکل ۱۲: طیف‌های تبدیل فوریه مادون قرمز از نمونه‌های چسب زیر ورق طلا، مربوط به دوره صفویه کاخ چهل‌ستون قزوین

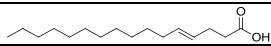

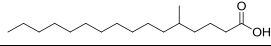
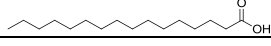
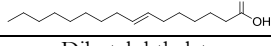
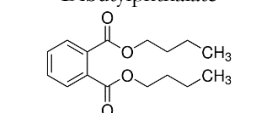
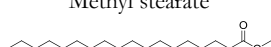
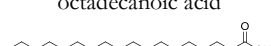
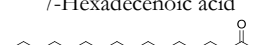

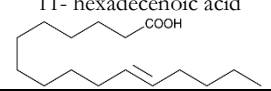
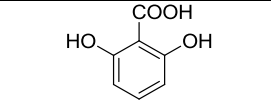
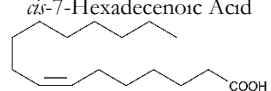
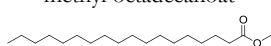
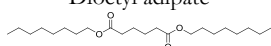
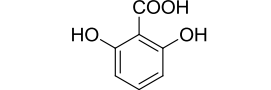
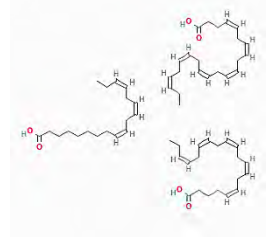
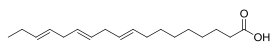
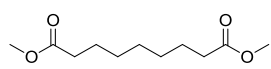
Fig 12: Infrared Fourier transform spectra of glue samples under gold leaf, related to the Safavid period of Qazvin Chehelsouton

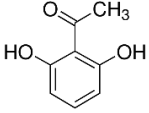
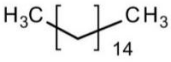
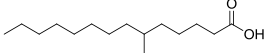
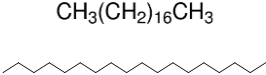
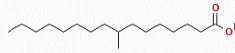
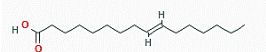
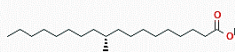
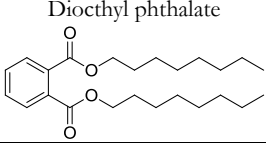
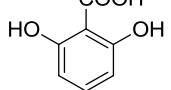
GC-MS: در ادامه، آنالیز کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی بر روی نمونه‌ها انجام پذیرفت. به این ترتیب از دو دوره مورد مطالعه، دو نمونه مجزا از لایه‌های چسب زیر ورق طلا و همچنین لایه‌چینی آماده شد و مورد آنالیز قرار گرفت. جدول شماره ۵ ساختارهای شناسایی شده در هر لایه را نشان می‌دهد.

جدول ۵: نتایج به‌دست آمده از نمونه‌های مورد آزمایش با دستگاه GC-MS

Table 5: Results obtained from the tested samples with GC-MS device

نام ترکیب	Sample G.1.1	Sample G.1.2	Sample G.2.1	Sample G.2.2	Molecular Formula	2D Structure
1-2 & 6 dihydroxy acetophenone	*	*	*	-	1-(2,6-Dihydroxyphenyl) ethanone $C_8H_8O_3$	
Hexadecane	*	-	-	-	n-Hexadecane $C_{16}H_{34}$	
2-Hexadecane	-	*	*	-	$C_{16}H_{34}$	
2-Methyl tetradecanoate	*	-	-	-	Methyl tetradecanoate $C_{15}H_{30}O_2$	
3-Methyl hexadecanoic acid	*	-	-	-	$C_{17}H_{34}O_2$	
3-Methyl tetradecanoate	-	*	*	-	Methyl 3-methyltetradecanoate $C_{16}H_{32}O_2$	

4-hexadecenoic acid	*	-	-	-	$C_{16}H_{30}O_2$	
4-Octadecane	-	*	*	-	Octadecane $C_{18}H_{38}$	Octadecane $CH_3(CH_2)_{16}CH_3$ 
5-Methyl hexadecanoic	*	*	*	-	5-Methyl-hexadecanoic acid $C_{17}H_{34}O_2$	5-Methyl-hexadecanoic acid 
6-Hexadecanoic acid	-	*	*	-	Palmitic acid $C_{16}H_{32}O_2$	Palmitic acid 
7-Hexadecenoic acid	-	*	-	-	$C_{16}H_{30}O_2$	
8-Dibutylphthalate	-	*	-	-	Dibutylphthalate $C_{16}H_{22}O_4$	Dibutylphthalate 
9-methyl octadecanoat	-	*	-	-	Methyl stearate $C_{19}H_{38}O_2$	Methyl stearate 
6-octadecanoic acid	*	-	-	-	octadecanoic acid $C_{18}H_{34}O_2$	octadecanoic acid 
7-Dioctyl hexadecenoic acid	*	-	-	-	7-Hexadecenoic acid $C_{16}H_{30}O_2$	7-Hexadecenoic acid 
10-Tetradecane	-	*	-	-	$C_{16}H_{28}$	Tetradecane $CH_3(CH_2)_{12}CH_3$ 
11-Dioctyl hexadecenoic acid	-	*	-	*	11- hexadecenoic acid $C_{16}H_{30}O_2$	11- hexadecenoic acid 
2,6-Dihydroxybenzoic acid	-	*	-	-	$C_7H_6O_4$	
7-Dioctyl hexadecenoic acid	*	-	-	-	<i>cis</i> -7-Hexadecenoic Acid $C_{16}H_{30}O_2$	<i>cis</i> -7-Hexadecenoic Acid 
7-methyl octadecanoat	-	-	*	-	methyl octadecanoat $C_{19}H_{38}O_2$	methyl octadecanoat 
8-Dioctyl adipate	-	-	*	-	Dioctyl adipate $C_{22}H_{42}O_4$	Dioctyl adipate 
2,6-Dihydroxy benzoic acid	-	-	*	-	$C_7H_6O_4$	
Omega- 3	-	-	-	*	$C_{60}H_{92}O_6$	
9- 12- 15- Octadecatrienoic acid	-	-	-	*	$C_{18}H_{30}O_2$	
3-Nonanedioic acid, dimethyl ester	-	-	-	*	Nonanedioic acid, dimethyl ester $C_{11}H_{20}O_4$	

4-2 & 6 dihydroxy acetophenone	-	-	-	*	1-(2,6-Dihydroxyphenyl) ethanone C ₈ H ₈ O ₃	
5-Hexadecane	-	-	-	*	n-Hexadecane C ₁₆ H ₃₄	
6-Methyl tetradecanoate	-	-	-	*	6-Methyltetradecanoic Acid C ₁₅ H ₃₀ O ₂	
7-Octadecane	-	-	-	*	Octadecane C ₁₈ H ₃₈	
8-Methyl hexadecenoic acid	-	-	-	*	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	
9-Hexadecanoic acid	-	-	-	*	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	
10-methyl octadecanoic acid	-	-	-	*	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	
12-Dioctyl phthalate	-	-	-	*	Dioctyl phthalate C ₂₄ H ₃₈ O ₄	
2,6-Dihydroxybenzoic acid	-	-	-	*	C ₇ H ₆ O ₄	

۶. بحث در نتایج و یافته‌ها

SEM-EDS: در شکل ۹، تصویر A ورق طلا فرسایش پیدا کرده است و بلورهای ژیبس که مربوط به لایه‌چینی است، دیده می‌شود. در این قسمت مواد غیربلوری بی‌شکل (آمورف) به صورت جزئی و کم قابل مشاهده است. در تصویر B، در قسمتی ورق طلا کاملاً جدا شده و از بین رفته است ولی لایه چسباننده آن به صورت سطحی صاف و صیقلی و به رنگ تیره دیده می‌شود. در تصویر C بخش زیرین ورق طلا به صورت مشخص تر و لایه‌لایه دیده می‌شود.

همانطور که در تصویر ۱۰، شکل D دیده می‌شود، ماده‌ای غیربلورین در میانه بلورهای ژیبس و دیگر کانی‌های موجود، به چشم می‌خورد. در شکل E و F اشکالی ثبت شده‌اند که بسیار شبیه به میکروارگانیزم‌ها هستند. به نظر می‌رسد این موجودات زنده به دلیل وجود مواد آلی، شروع به رشد و گسترش کرده‌اند.

با توجه به ساختار بلورین مواد معدنی مورد استفاده در لایه‌چینی و تفاوت لایه‌های شناسایی شده با آن‌ها، می‌توان در نظر داشت آن‌چه که دیده می‌شود، مواد آلی است. در نمونه‌های مورد بررسی لایه‌چینی (گچ و گل سرخ) ساختار متشکله، مواد معدنی هستند که فرم‌های بلورین آن‌ها مشخص و قابل شناسایی و قابل مطالعه است و آنچه در تصاویر ثبت شده، با ساختار بلورین آن‌ها کاملاً متفاوت است و از طرفی نیز تابع سیستم‌های ساختار تبلوری مواد معدنی نیست که می‌شود نتیجه گرفت آن‌چه ثبت شده، بقایایی از مواد آلی است.

FT-IR: طیف مادون قرمز تبدیل فوریه هر چهار نمونه، اطلاعات مشابهی را ارائه می‌دهد. نوار جذب‌های نواحی 3550 cm^{-1} - 3400 cm^{-1} مربوط به ارتعاشات کششی نامتقارن O-H (گروه هیدروکسیل) و نوار جذب‌های 602 cm^{-1} و 668 cm^{-1} می‌تواند مرتبط با جذب سولفات باشد که هر دو را می‌توان ناشی از وجود گچ در این ساختارها دانست. نوار جذب‌های نواحی 1680 cm^{-1} - 1620 cm^{-1} را نیز می‌توان ناشی از هیدراسیون سولفات در گچ دانست. هرچند ارتعاشات مرتبط با گروه $C=N$ و $C=C$ نیز می‌تواند در این ناحیه نوار جذب‌هایی ایجاد کند، اما باید به سایر نوار جذب‌ها نیز توجه داشت. باتوجه به ضعیف بودن نوار جذب‌های مرتبط با مواد آلی از جمله عدم وجود جذب ناشی از CH در ناحیه 2800 cm^{-1} - 2950 cm^{-1} ، احتمال هیدراسیون سولفات، قطعی‌تر به نظر می‌رسد. نوار جذب

کشیده و ضعیف $2100-2200$ cm⁻¹ می‌تواند در ارتباط با ارتعاشات HCO_3^- باشد. دو نوار جذب ضعیف در نواحی 1415 cm⁻¹ و 1438 cm⁻¹ می‌توان ناشی از ارتعاشات CH دانست. نوار جذب ناحیه 475 cm⁻¹ را نیز می‌توان در ارتباط با ارتعاشات سیلیکات و نیز نوار جذب ناحیه 430 cm⁻¹ را می‌توان ناشی از ارتعاشات FeO دانست. همچنین در نمونه‌های F1-1 و F2-2 جذب ضعیف در ناحیه حدود 1575 cm⁻¹ را می‌توان مربوط به ارتعاشات متقارن CNO دانست. شدت این دو نوار جذب اخیر چنان کم است که نمی‌توان بر اساس آن نتیجه قطعی گرفت و به‌طور کلی می‌توان نتایج طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه را مرتبط با جذب‌های ناشی از سولفات کلسیم، اکسید آهن و سیلیسیم دانست و وجود مواد آلی یا نوع آن را نمی‌توان در این نمونه‌ها با قدرت تأیید کرد.

GC-MS: در این آزمایش، شناسایی بست‌های پروتئینی، شناخت اسیدهای آمینه، و برای شناسایی روغن‌ها، شناسایی درصد‌های مختلف اسیدهای کربوکسیلیک و مشتقات اسیدهای چرب استری مدنظر قرار گرفت [23]. نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی، نشان دهنده ترکیبات تشکیل دهنده روغن‌های گیاهی، اسیدهای آن‌ها و نیز در برخی موارد زنجیره‌های گلیسریدی آن‌ها است. در نتایج آنالیزی این روش، ساختارهای مختلفی از اسیدهای کربوکسیلیک و مشتقات آن‌ها به ویژه استرهای شانزده کربنی (پالمیتیک اسید) و هجده کربنی (استئاریک، لینولنیک، لینولئیک و اولئیک اسید) و اسیدهای آن‌ها مشخص شد که مشتقات استری ترکیباتی چون اسیدهای هگزادکانوئیک اسید، و اکتادکانوئیک اسید، می‌توانند نشان دهنده روغن بزرک باشند [24]. بسته به میزان اشباع این ساختارها رفتارهای متفاوتی در اکسیداسیون و سپس مشتق‌سازی از آن‌ها بروز می‌کند، به همین دلیل ترکیبات گوناگونی از آن‌ها در این آنالیز دیده می‌شود. هیچ یک از ساختارهای مرتبط با آمینواسیدها که تشکیل دهنده چسب‌های حیوانی همچون سریشم هستند در این آنالیز نمایان نشدند. همچنین با توجه به روش انجام آنالیز، انتظار نمی‌رفت که بتوان ساختار رزین‌های ترپنوییدی را استخراج و شناسایی کرد. زیرا این رزین‌ها به‌دلیل بسپارش، بلند زنجیر بوده و نمی‌توان به روش مشتق‌سازی حلالی آن‌ها را در GC-MS شناسایی کرد. بنابراین ساختارهای حلقوی شناسایی شده، مرتبط با رزین‌های فنولی نبوده‌اند و می‌توانند ناشی از کاربرد حلال‌های مشتق ساز در فرایند نمونه‌سازی باشند.

۷. نتیجه‌گیری

نتیجه آنالیز عنصری نقطه‌ای از سطح لایه فلزی نشان دهنده طلا با خلوص بالا است. همچنین نتیجه این آنالیز از بخش ماده لایه‌چینی نشان دهنده اجزای تشکیل دهنده گچ به همراه خاکی با آهن زیاد (گل هرمز یا گل ارمنی) است. بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی بر روی نمونه‌های مورد بررسی، نشان دهنده وجود بقایایی از مواد آلی مورد استفاده در آرایه‌های لایه‌چینی و طلاچسبانی است که در ادامه، به وسیله دستگاه‌های آنالیزی FT-IR و GC-MS مورد بررسی قرار گرفته‌اند؛ نتایج FT-IR هیچ گونه ماده آلی را در ساختار داخلی، گزارش نمی‌کند و براساس آن، تنها می‌توان به وجود گچ و ترکیبات خاکی سیلیسیم و آهن اشاره کرد. بررسی نمونه‌ها با GC-MS نشان دهنده استفاده از روغن‌های گیاهی است که با توجه به مقدار قابل توجه ترکیبات هجده کربنی و اسیدهای آن، می‌توان آن را منسوب به روغن بزرک دانست که به عنوان چسباننده ورق طلا در آرایه‌های لایه‌چینی و طلاکاری مورد استفاده بوده است. با توجه به اینکه روش مورد استفاده، امکان آنالیز رزین‌های ترپنوییدی را فراهم نمی‌کند، بنابراین نمی‌توان درباره قطعیت استفاده از روغن بزرک یا روغن کمان (پخت روغن بزرک به‌علاوه سندروس بلورین با فرایند خاص) اظهار نظر کرد. نتایج آنالیزی بر روی نمونه‌های دو دوره (دوره شاه تهماسب صفوی و دوره شاه عباس صفوی)، شباهت زیادی به همدیگر داشتند که نشان از استمرار تکنیک انجام آرایه‌های لایه‌چینی و طلاچسبانی در دو دوره صفوی دارد. با توجه به نتایج، نمی‌توان استفاده از سریشم را که به عنوان چسب ماده لایه‌چینی به‌کار می‌رفته، قطعی دانست. از سویی، بر روی سطح لایه‌چینی به منظور چسباندن ورق‌های طلا از روغن بزرک یا روغن کمان استفاده شده تا عمل طلاچسبانی و اتصال مناسب لایه‌ها به درستی صورت پذیرد. در انتها، نتایج نشان می‌دهند ساختار مواد به کار رفته در لایه-چینی‌های دو دوره صفوی عمارت چهل‌ستون قزوین مشابه هم هستند.

سپاسگزاری

از استادان معزز ذیل که در این پژوهش ما را یاری کردند کمال تشکر و قدردانی را داریم: جناب آقای دکتر فرزاد کبارفرد استاد دانشکده داروسازی دانشگاه شهید بهشتی، جناب دکتر ابوالفضل علیایی دانشیار رشته شیمی آلی دانشگاه پیام نور، جناب دکتر علی نعمتی بابایلو استادیار دانشکده هنرهای کاربردی دانشگاه هنر اسلامی تبریز .

References

- [1] Holakouee, Parviz. Understanding the technique and pathology of ornamental stratification in some historical monuments of the Safavid period in Isfahan (Aali Qapo, Chehel Sotoon and Hasht Behesht). (Unpublished). Dissertation to receive a master's degree. Under the Supervision of Samad Samanian and Hesam Aslani. Tehran University of the Arts. 2008. [in Persian]
[هلاکویی پرویز. فن شناسی و آسیب شناسی لایه چینی تزیینات برخی از بناهای دوره صفوی اصفهان (عالی قاپو، چهل ستون و هشت بهشت). (منتشر نشده). پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی صمد سامانیان و حسام اصلانی، دانشگاه هنر تهران. ۱۳۸۷.]
- [2] Hamzavi, Yaser. Methodology of preserving canvas-camouflaged murals, Specialized Doctoral dissertation, Isfahan University of Art. (Unpublished). Faculty of Preservation and Restoration. The field of Conservation and Restoration of Historical and Cultural Works and Objects. 2016. [in Persian]
[حمزوی، یاسر. روش شناسی حفاظت از دیوارنگاره های بوم پارچه، (منتشر نشده). رساله دوره دکتری تخصصی، رشته حفاظت و مرمت آثار و اشیای تاریخی و فرهنگی، دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده مرمت. ۱۳۹۵.]
- [3] Tinati Tina. Structural study of stratigraphic arrays in Vanak and Beit Lahm churches of Isfahan. (Unpublished). Dissertation to receive a master's degree. Under the supervision and guidance of: Yaser Hamzavi, Parviz Holakouee and Maria Perla Columbini. Tabriz University of Islamic Arts. 2019. [in Persian]
[طینتی، تینا. مطالعه ساختاری آرایه های لایه چینی در کلیساهای وانک و بیت لحم اصفهان. (منتشر نشده). پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، به راهنمایی: یاسر حمزوی و پرویز هلاکویی و ماریا پرلا کلمبینی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز. ۱۳۹۸.]
- [4] HajiSeyyed]avadi, Seyed Mohsen. Structural study of golden arrays. Stratigraphy and analysis of its decorative motifs in the Safavid period in the historical mansion of Chehelston Qazvin PhD Thesis in Art Research. Tarbiat Modares University. Tehran. 2019. [in Persian]
[حاجی سید جوادی، سیدمحسن. مطالعه ساختار آرایه های طلاکاری، لایه چینی و آنالیز نقوش تزئینی آن در دوره صفوی در عمارت چهل ستون قزوین. پایان نامه ی دکتری تخصصی رشته پژوهش هنر، دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ۱۳۹۸.]
- [5] Mashrouteh, Shirin. Investigation of the remaining paintings in the mansion of Chehelston Qazvin. Postgraduate dissertation. Islamic Azad University. Tehran Branch. Faculty of Art and Architecture / Painting Department. 2012. [in Persian]
[مشروطه، شیرین. بررسی نگاره های باقیمانده در عمارت چهل ستون قزوین. رساله دوره کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز. دانشکده هنر و معماری / گروه نقاشی. ۱۳۹۱.]
- [6] Dabir Siasi, Mohammad. The history of Qazvin city and its monuments. Cultural Heritage-Handicrafts and Tourism Publications of Qazvin Province. First edition. 2002. [in Persian]
[دبیرسیاقی، محمد. سیر تاریخ شهر قزوین و بناهای آن، انتشارات میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان قزوین. چاپ اول. ۱۳۸۱]
- [7] Pazouki, Naser, Shadmehr Abdolkarim. Iran's National Registered Works in the List of National Monuments from 1931 to 2005, published by Cultural Heritage and Tourism Organization of Iran. Tehran. 2005. [in Persian]
[پازوکی ناصر، شادمهر عبدالکریم. آثار ثبت شده ایران در فهرست آثار ملی از سال ۱۳۱۰ الی ۱۳۸۴. تهران: سازمان میراث فرهنگی و گردشگری کشور. ۱۳۸۴.]
- [8] Eshraqi, Ehsan. Description of Paintings of the Safavid Statehouse in Abdi Beyg's Poems. Journal of Farhang. Vol. 71. Published by Institute of Humanities and Cultural Studies. 2009; 1-13. [in Persian]
[اشرافی، احسان. توصیف نقاشی های عمارت دولتخانه صفوی در اشعار عبدی بیگ. مجله فرهنگ، ۱۳۸۸: ۷۱-۱۳۰.]

- [9] Parhizgari, Mehrzad. Chehelstun. The Great Islamic Encyclopedia, Vol. 19. Published by The Great Islamic Encyclopedia Center. Tehran. 2012. [in Persian]
 [پرهیزگاری، مهرداد. چهلستون. دائرةالمعارف بزرگ اسلامی. جلد ۱۹. تهران: مرکز دائرةالمعارف بزرگ اسلامی. ۱۳۹۱]
- [10] Qureshi, Seyedhadi. Investigation and introduction of tourism capabilities of Qazvin city- case Stud. Chehelston Palace Building, Master's dissertation. Islamic Azad University of Garmsar Branch. Faculty of Humanities / Department of Geography. 2013. [in Persian]
 [قریشی، سیدهادی. بررسی و معرفی توانمندی‌های گردشگری شهر قزوین. نمونه موردی. عمارت کاخ چهلستون. رساله درجه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار. دانشکده علوم انسانی / گروه جغرافیا. ۱۳۹۲]
- [11] Mishmastnehi M. The Application of Crystallographic Interpretation on Technical Study of Gypsum-Based Historical Materials (Case studies of stucco decoration of Kuh-e Khwaja and Gypsum Mortars from Shadiakh and Alamut). JRA. 2016; 1(2):1-14. [in Persian]
 [میش مست نهی، مسلم. کاربرد تحلیل‌های بلورشناسی در مطالعات فنی آثار تاریخی گچی (مطالعه‌ی موردی گچ بری کوه خواجه‌ی سیستان. ملات گچ شادیاخ نیشابور و ملات گچ قلعه الموت قزوین). پژوهش باستان سنجی ۱(۲): ۱-۱۴ (۱۳۹۴)]
- [12] Hamzavi, Yaser. Salahshour, Fatemeh. Muzaffar, Farhang. Gilded cast plaster arrays in the monument of Sayyid Rakneddin Yazd. Bi-annual Scientific- Research Journal of Islamic Art Studies 2013, 19: 111-121.
 [حمزوی، یاسر، سلحشور فاطمه. مظفر. فرهنگ. طلاکاری آرایه‌های گچی قالبی در بقعه سید رکن‌الدین یزد. دو فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات هنر اسلامی. ۱۳۹۲؛ ۱۹: ۱۱۱-۱۲۱.]
- [13] Ahmadi, Hossein; Abed Esfahani, Abbas; Mohtasham, Adeleh Gilding Technique of Gilded ornaments on stone in Tehran's Golestan Palace Complex, Scientific Journal of Maremat & Me'mari-e Iran (quarterly), Vol. 1, Art University of Isfahan, 2011. [in Persian].
 [احمدی، حسین، عابد اصفهانی عباس، محتشم عادل. فن‌شناسی تزئینات طلاکاری روی سنگ در مجموعه کاخ گلستان تهران. دوفصلنامه مرمت و معماری ایران، ۱۳۹۰.]
- [14] Mohtasham, Adeleh, Technical study of Gilding ornaments on stony inscriptions in Vank Cathedral-Isfahan. Journal of research on archaeometry. 2017, 2(2): 77-89. [in Persian]
 [محتشم، عادل. مطالعه فنی تزئینات طلاکاری در کتیبه‌های سنگی کلیسای وانک در اصفهان، پژوهش باستان‌سنجی ۱۳۹۵. ۲(۲): ۷۷-۸۹]
- [15] Nadolny JM. The techniques and use of gilded relief decoration by northern European painters, c. 1200-1500 (Doctoral dissertation, University of London).
- [16] Bonaduce I, Colombini M.P, Diring S. Identification of Garlic in Old Gilding by Gas Chromatography- Mass Spectroscopy. J. Chromatogr. A; 2006; 1107:226-32.
- [17] Colombini MP, Modugno F, Giacomelli M, Francesconi S. Characterisation of proteinaceous binders and drying oils in wall painting samples by gas chromatography-mass spectrometry. Journal of Chromatography A. 1999 Jun 18; 846 (1-2):113-24.
- [18] Jabbari, Mona; Fathi, Somayeh, An Investigation Function Palace Chehelstun Qazvin. Armanshahr, Vol. 1, 2008; 66-75. [in Persian]
 [جباری، منا؛ فتحی، سمیه. بررسی کارکردی کاخ چهلستون (کلاه فرنگی) قزوین، آرمانشهر، ۱: ۱۳۸۷]
- [19] Monshi Ghomi, Ghazi Ahmad, Golestan-e Honar, Correction by Ahmad Soheili Khansari, Third Edition, Manouchehri Library, Tehran. 1987. [in Persian]
 [منشی قمی، قاضی میراحمد شرف‌الدین حسین (قرن ۱۰ ه.ق.). گلستان هنر، به اهتمام احمد سهیلی خوانساری، چاپ سوم، تهران: کتابخانه منوچهری. ۱۳۶۶]
- [20] Khanipour, Maryam - Rasouli, Massoud - Hashemian, Nafiseh. Preparing of biological samples for observing with Scanning Electron Microscope (SEM). Iranian Journal of Laboratory Knowledge-7(1): 2019; 13-26. [in Persian]
 [خانی‌پور مریم، رسولی مسعود، هاشمیان نفیسه. آماده‌سازی نمونه‌های زیستی به منظور تصویربرداری با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی، فصلنامه تخصصی دانش آزمایشگاهی ایران ۱۳۹۸، ۷(۱): ۱۳-۲۶.]

- [21] Mir Hosseini Sarjam, Seyed Mostafa - Sadeh, Roshanak - Hashemian Kakhki, Nafiseh - Amir Shakari, Solmaz. Principles of imaging at low voltage with scanning electron microscopy. Iranian Journal of Laboratory Knowledge. 2015; 3(3):15-23. [in Persian]
[میرحسینی سرجمع سید مصطفی، ساده روشنگ، هاشمیان کاخکی نفیسه، امیرشکاری سولماز. اصول تصویربرداری در ولتاژهای بسیار پایین با میکروسکوپ الکترونی روبشی، فصلنامه تخصصی دانش آزمایشگاهی ایران ۱۳۹۴، ۳(۳): ۱۵-۲۳.]
- [22] Hamzavi Y. Gypsum Nails as a Solution for Efficient Strengthening and Maintaining of Historical Architectural Decorations. JRA. 2017; 3 (2):103-107. [in Persian]
[حمزوی یاسر. استفاده از میخ گچی، راهکاری برای استحکام بخشی و ماندگاری آریه های معماری تاریخی. پژوهش باستان سنجی ۱۳۹۶، ۳(۲): ۱۰۳-۱۰۷.]
- [24] Fremout W. Tryptic cleavage of proteinaceous paint: a high-performance protein binder analytical technique (Doctoral dissertation, Ghent University).
- [25] Gruia A, Raba DN, Dumbrava D, Moldovan C, Bordean D, Mateescu C. Fatty acids composition and oil characteristics of linseed (*Linum usitatissimum* L.) from Romania. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. 2012; 18 (2):136-40.

