

## شناخت رنگدانه ها در نقاشی های دیواری بجای مانده دوره زندیه در ارگ کریم خانی شیراز

مریم شیروانی

استادیار، گروه مرمت بناهای تاریخی، دانشکده معماری و مرمت، دانشگاه هنر شیراز، شیراز، ایران کد پستی: ۷۱۴۶۶۹۶۹۸۹، تلفن: ۰۷۱۳۳۳۹۸۰۱۲  
Email: m\_shirvani@shirazartu.ac.ir، کد ارکید: ۰۰۰۰۰۰۰۳۱۳۳۹۹۲۴۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۷/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۳۰

این نشریه از قوانین Cope پیروی میکند. دسترسی به این مقاله برای همگان آزاد است. هرگونه استفاده غیرتجاری از آن در صورت ارجاع مناسب، مجاز شناخته میشود.

### چکیده

دوران زندیه، دوران کوتاهی در حکومت های شکل گرفته در ایران است که با فرماندهی در شهر شیراز به حیات خود ادامه داد. در این زمان هر چند کوتاه آثار مختلفی ساخته شد که یکی از مهمترین آن ها، ارگ کریم خانی است. در این بنا با ویژگی خاص معماری خود از آرایه های مختلف تزئینی استفاده شده و نقاشی دیواری یکی از آنهاست که متأسفانه در دوران قاجار در زیر لایه گچ مخفی شده و دوباره روی آن در برخی قسمت ها نقاشی قاجاری کشیده شده است. امروزه در برخی بخش ها نقاشی های زندیه از زیر گچ خارج شده که تا کنون مطالعات زیادی بر روی شناسایی رنگدانه های دوره زندیه صورت پذیرفته است. هدف در این پژوهش فن شناسی و ساختارشناسی رنگدانه ها در نقاشی دیواری دوره زندیه در ارگ کریم خانی است. سوال مطرح شده این است که ترکیب این مواد رنگی شامل چه نوع موادی است. با توجه به این موضوع، از روش آنالیزهای دستگاهی FT-IR، SSEM-ED، Raman برای شناسایی عنصری و ترکیبی مواد تشکیل دهنده رنگ ها استفاده شده است. یافته های حاصل شده بیان می دارد که ترکیبات رنگدانه قرمز شامل اکسید سرب (سرنج) و احتمالاً اکسید آهن (اخرا)، رنگدانه آبی شامل آبی اولتامارین (لاجورد- لازلویت) و رنگدانه سبز شامل مالاکیت (سبز کوهی) بوده که بر روی بسترهای گچی

اجرا شده اند و از یک ترکیب روغنی به عنوان بست و بستر زیرین استفاده شده است. رنگدانه ها دارای ساختار معدنی بوده و با اینکه در دوره قاجار به طور کامل در زیر لایه گچ قرار گرفته ماندگاری مناسبی داشته و تخریب نشده اند. همچنین دیده می شود با وجود وارد شدن رنگ های روغنی اروپایی در دوره زندیه در ایران از این ترکیبات رنگی در نقاشی دیواری استفاده نشده است.

**واژگان کلیدی:** نقاشی دیواری، رنگدانه، ارگ کریم خان، طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوری، رامان، میکروسکوپ الکترونی روبشی



## مقدمه

کریم خان زند در دوران حکومت خود در شهر شیراز بناهای گوناگونی را ساخت و سعی نمود که با استفاده از هنرمندان مختلف آرایه های متنوع معماری را در تزئین این بناها بکار گیرد. در ارگ کریم خانی از آرایه های تزئینی مختلفی همانند نقاشی دیواری (در فضای داخلی اتاق ها)، حجاری (در آزاره های سنگی و راه پله حیاط)، آجرکاری (در برج ها و حیاط)، آرایه های تزئینی چوبی (ستون های ایوان، پنجره های ارسی، درک ها و شیرسرها) و آرایه های تزئینی آهنی (در حمام ارگ) جهت تزئین استفاده شده است (شکل ۱). از مهم ترین و گسترده ترین نمونه آرایه های تزئینی در این بنا که در پژوهش پیش رو مورد توجه قرار گرفته است می توان به نقاشی دیواری اشاره نمود که در تمامی اتاق های عمارت در چهار ضلع آن و همچنین ایوان ها استفاده شده است. در طراحی نقاشی دیواری از نقوش اسلیمی و ختایی، هندسی، ترنج و گل و مرغ استفاده شده است (شکل ۲). این آرایه ها در دوران پس از زند در برخی قسمت ها تخریب شده و در برخی نقاط با لایه گچ پوشانده شده و نقاشی جدیدی بر روی آن جایگزین گردیده است (شیروانی، ۱۳۹۱: ۲۳). بنابراین می توان دو دوره تاریخی از منظر نقاشی دیواری در این بنا را مشاهده نمود. که آزادسازی تزئینات از زیر لایه گچ سال هاست زیر نظر اداره کل میراث فرهنگی استان فارس انجام می پذیرد و در بسیاری از بخش ها این فرایند انجام شده است. به طور کلی رنگ های بکار رفته در این نقوش تزئینی دیواری در دوره زندیه شامل قرمز، سبز، آبی، سفید و سیاه است (شقیعی و اسفندیاری پور، ۱۳۸۴: ۱۱۶) که در برخی موارد بر روی لایه طلاکاری مورد استفاده قرار گرفته است. پس از ورود رنگ های روغنی وارداتی از اروپا در دوران صفویه در دربار ایران (کجباف و سعید، ۱۳۹۷: ۱۰۹)، این نمونه رنگ های روغنی در چهره سازی روی بوم مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به ورود این رنگ ها در ایران، هدف از انجام این پژوهش شناخت رنگدانه و بسترسازی نقاشی های دیواری ارگ کریم خانی است تا بتوان ویژگی رنگ ها و دلیل ماندگاری آن ها در زیر لایه گچ دوره قاجار را شناخت. سوالات مطرح شده این است که در دوره زندیه از چه نوع موادی در رنگ سازی استفاده شده است؟ آیا با توجه به ورود رنگ های جدید روغنی از اروپا در دربار زندیه، از این رنگ ها در نقاشی های دیواری استفاده شده است؟

## پیشینه پژوهش

ارگ کریم خانی از بناهای مهم شیراز در دوره زندیه است که مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده است و در کتب و مقالات مختلف به بررسی این بنا پرداخته شده است. مطالعات صورت پذیرفته در این بنا در دو حوزه قابل بررسی است. یکی معرفی آثار دوره زندیه، ارگ کریم خانی و بررسی نقاشی دیواری است که می توان موارد مختلفی را برشمرد. برای نمونه شقیعی و اسفندیاری (۱۳۸۴)، اتینگهاوزن و یارشاطر (۱۳۷۹) به بررسی آثار دیوارنگاری در ایران و به تشریح آثار دوره زندیه پرداخته اند. در برخی از کتاب های دیوارنگاری نیز به بررسی هنر این دوره پرداخته شده است (سیف: ۱۳۷۹؛ شریف زاده، ۱۳۸۱). در بسیاری از تحقیقات بنای ارگ مورد توجه قرار گرفته: مصطفوی، ۱۳۴۳؛ بهروزی، ۱۳۵۴؛ سامی، ۱۳۶۳؛ کمالی، ۱۳۸۵. قنبری الگوی معماری ارگ کریم خان را با فرهنگ زندیه بررسی کرده است (قنبری و دیگران، ۱۳۹۷). بررسی نقوش مختلف در دیوارنگاره ها نیز مورد توجه افراد بوده است؛ برای نمونه رحمان ستایش دیوارنگاره های دوره زندیه در شیراز را بررسی کرده (رحمان ستایش و خسروجردی، ۱۴۰۱) و میرشمسی داده است (میرشمسی و همکاران، ۱۳۹۶). اما بخش دوم در زمینه شناسایی و تحلیل علمی بر روی ساختار رنگ در نقاشی دیواری در بناهای زندیه است که مطالعات کمی در این زمینه صورت پذیرفته است. بر اساس مطالعات صورت گرفته می توان مشاهده نمود که در گذشته از رنگهای طبیعی در رنگ آمیزی دیوارنگاره ها در بناهای تاریخی استفاده شده است. برای مثال در دوران ایلخانی در گنبد سلطانیه زنجان از رنگ های مالاکیت و سبز زنگار برای سبز، آزوریت مس برای رنگ آبی، قرمز اخرا در قالب اکسید آهن برای رنگ های قرمز و اکبر برای رنگ زرد و در نهایت از انیدرید و سیاه کربن برای رنگ سفید و سیاه به ترتیب استفاده شده است (رازانی و همکاران، ۱۴۰۰). همچنین در این دوره در ۵ بنای رکنیه، کمالیه، شمسیه، حسینیان و فهادان از رنگ های آزوریت، اخرا، شنگرف، دوده و مالاکیت و سبز سیلو در دیوارنگاره ها استفاده شده است (فرهمنند بروجنی و همکاران، ۱۳۹۱). قانونی و همکاران (۱۴۰۱) در آنالیز رنگدانه ها در یک قطعه نگارگری عهد تیموری، رنگدانه های آبی نیل، قرمز شنگرف و قرمز سرب (سرنج)، سفید سرب، سبز مالاکیت و زرد را شناسایی نموده که از روش طیف سنجی رامان و طیف سنجی پرتو ایکس در این مطالعه استفاده شده است. اما در دوران صفویه به نقل از کتاب گلستان هنر اثر احمد منشی قمی، وطندوست و همکاران (۱۳۹۲) بیان می دارند که رنگ های معدنی سفیدآب شیخ یا کربنات و هیدرات قلیایی سرب، گل سفید یا نوع مخصوصی کربنات کلسیم، آبی لاجورد، آبی مس یا آزوریت با کربنات قلیایی مس، سبز مس یا زنگار (مالاکیت)، سرنج یا اکسید نمکی سرب، شنگرف یا سینابر (سولفور

تفرق انرژی پرتو ایکس (EDS) در دانشگاه شیراز استفاده شده است. جهت بررسی ترکیبات عنصری نیز از دستگاه رامان کانفوکال اسپکترومیکروسکوپی (Confocal Raman Spectroscopy and Microscopy) مدل Lab Ram HR با طول موج لیزر ۵۳۲ نانومتر با توان ۱۰۰ میلی وات (۴۵۰-۸۵۰ nm) Acq 5s G1800 (Hole 150) ساخت کشور ژاپن در دانشگاه شیراز استفاده گردید.

(Edg ND 25% Obj x50 VIS LWD Acc 5



الف (a)

شکل ۱. انواع تزیینات در ارگ کریم خانی شیراز: (الف) آهک بری (منبع: نگارنده)

1. Types of decorations in the Karim Khani Citadel of Shiraz: (a) Ahakbori

جیوه)، اخراها (زرد، قهوه ای، قرمز و ماشی)، زرنیخ (زرد زرنیخ) یا تری سولفور آرسنیک، نقره به صورت ورق، طلا به صورت ورق از رنگ های به کار برده در زمان صفویه در دیوارنگاره ها و نگارگری بوده اند. اما در بررسی رنگدانه ها در دیوارنگاره های زندیه، شفیی و اسفندیاری پور به بررسی تزیینات ارگ پرداخته اند و رنگ های نقاشی دیواری ارگ کریم خان را به صورت میدانی معرفی کرده که شامل قرمز، سیاه، سفید، آبی و سبز است (۱۳۸۴). تنها حکمت نیا و منبری در مقاله خود بر اساس آنالیز آزمایشگاهی XRD رنگ های نقاشی دیواری ارگ کریم خانی را لاجورد، شنگرف، کربن و سفیدآب شیخ معرفی نموده اند (حکمت نیا و منبری، ۱۳۹۵) که این فرآیند بر روی نمونه های قاچاری و زند صورت پذیرفته است. اما تاکنون مطالعات علمی دقیقی به جهت شناخت کامل مواد رنگ ساز و شناسایی لایه های آن صورت پذیرفته است و این امر دستمایه پژوهش حاضر قرار گرفت.

### مواد و روش ها

روش تحقیق در این پژوهش به صورت تجربی و توصیفی (مطالعات میدانی، آزمایشگاهی، کتابخانه ای) است. جهت شناخت و بررسی رنگدانه ها در نقاشی های دیواری به صورت میدانی و با رعایت اصول نمونه برداری صورت پذیرفت و سپس بر اساس روش های دستگاهی آنالیز و بررسی گردیدند. جهت شناخت رنگدانه های تاریخی می توان از روش های مختلفی استفاده نمود و روش های دستگاهی می تواند بهترین نتیجه را در اختیار پژوهشگر قرار دهد. آنالیزهای مختلف دستگاهی شامل طیف سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه (FT-IR)، رامان (RAMAN)، میکروسکوپ الکترونی روبشی مجهز به پراش انرژی پرتو ایکس (SEM-EDS) و روش های مختلف و تکمیلی دیگری می شود که به فراخور امکانات و ویژگی های رنگدانه ها می توان از آن ها استفاده نمود (2006; Franquelo et all 2009; Josa et all Chaplin et all, 2010; Clark & Mirabaud, 2010; Haswell et all; 2006). تصویر میکروسکوپی از نمونه بوسیله میکروسکوپ نوری مدل ZTX-3E020 ساخت کشور چین در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه هنر شیراز تهیه گردیده است. جهت تصویربرداری از بزرگنمایی X ۲۰۰ استفاده گردید و لایه های تشکیل دهنده مورد شناخت قرار گرفتند. طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR) نیز یک تکنیک آزمایشگاهی به روش دستگاهی است که به روش کیفی به بررسی نمونه می پردازد. آنالیز طیف سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز FT-IR توسط دستگاه مدل Tensor II ساخت شرکت Bruker آلمانی در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شیراز صورت پذیرفته است. دامنه مورد استفاده بین ۴۰ تا ۴۰۰۰  $\text{cm}^{-1}$  بوده است. برای ارزیابی شکل بلوری و ترکیب عنصری نمونه مورد بررسی از آنالیز میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM مدل TESCAN-Vega3 ساخت شرکت چک و مجهز به طیف سنج



شکل ۱. انواع تزیینات در ارگ کریم خانی شیراز: (الف) آهک بری، (ب) نقاشی دیواری، (پ) حجاری، (ج) آجر کاری، (چ) ارسی چوب (منبع: نگارنده)  
Fig 1. Types of decorations in the Karim Khani Citadel of Shiraz: (a) Ahakbori, (b) wall painting, (c) carving, (d) brickwork, (e) wooden sash



شکل ۲. طراحی نقوش در دیوارهای ارگ کریم خان (منبع: نگارنده)  
Fig 2. Design of motifs on the walls of the Karim Khan Citadel

## ارگ کریم خانی شیراز

از نمادهای فرهنگی- انسانی است که به عنوان مفهومی درونی در بطن جامعه زند خود را نشان دادند. به طور کلی سادگی در طراحی تزیینات فضاهای بیرونیو تلاش برای نمایش سرزندگی و نشاط در طراحی فضاهای داخلی از ویژگی های خاص تزیینات در این دوره به حساب می آید (شیروانی، ۱۳۹۹: ۲۹). بنابراین این مفاهیم در قالب انواع نمادها در تزیینات استفاده شده اند که در حرمسرای کریم خان با توجه به دیدگاه مذهبی او این انتخاب در بین هنرمندان محدودتر شده است. نقوش بکار گرفته شده با نقوش دیوارنگاره ها که قبل از آن (دوران صفویه) در تزیین بناهای شخصی (همانند چهلستون و عالی قاپو که با انواع نقوش انسانی و مجالس بزم و رقص مزین شده اند) بکار می رفتند متفاوت بود. دیدگاه قومی- مذهبی کریم خان در انتخاب نقوش تاثیر زیادی داشته به طوری که در این بنا نقوش دیوارنگاره ها کاملاً گیاهی است و تنها از نقش پرند (نقوش جانوری) استفاده شده است.

### ویژگی معماری و نقاشی روی گچ در دوره زندیه

هنر و معماری دوره کریم خان ترکیبی از معماری پیشین ایران است که به دنبال یافتن یک زبان مخصوص به خود برای ارج نهادن به تمدن و هنر گذشتگان و ادامه معماری سنتی در جهت شکوفایی هنر معماری و فنون مهندسی بومی است (شقیعی و اسفندیاری، ۱۳۸۴: ۵). به طور خاص می توان گفت معماری زندیه در حقیقت همان معماری دوره صفویه است که به صورت ساده، بی پیچیده و مختصرتر اجرا شده است (شریف زاده، ۱۳۸۱: ۱۲۲). معماری دوره زندیه، ساده در طراحی و ساخت و پر از نقش در تزیینات است. در بناهای خاص حکومت مانند ارگ، دیوانخانه، هفت تنان، باغ نظر و باغ جهان نما از تزیینات نقاشی دیواری روی گچ استفاده شده است (رحمان ستایش و خسروجردی، ۱۴۰۱: ۲۲).

بعد از نادرشاه افشار هنگامی که کریم خان زند به فرمانروایی رسید برای ساخت مقر حکمرانی خود در شیراز تمامی صنعتگران را از کشور جمع نمود. ساخت ارگ که به عنوان کاخ اندرونی کریم خان به شمار می رفت حدود هشت سال از سال ۱۱۴۵ تا ۱۱۵۳ هجری قمری به طول انجامید. ارگ یا کاخ اندرونی کریم خان با پلانی مستطیل شکل و با مساحتی در حدود ۴۰۰۰ متر مربع در زمینی به وسعت ۱۱۸۰۰ متر مربع در غرب میدان توپخانه آن زمان بنا شد. ارتفاع دیوارهای آجری در حدود ۱۲ متر است و نمای بیرونی کاملاً ساده و خشن بوده که استحکام و قدرت را تداعی می کند و داخل بنا مملو از تزیینات است (شکل ۳) (شقیعی و اسفندیاری پور، ۱۳۸۴: ۱۱). در تاریخ گیتی گشا (مهمترین نوشته دوره زندیه) آمده است که «سرای مزبور مشهور به ارگ به جهت حرم سرا وضع شده است» (نامی اصفهانی، ۱۳۶۳: ۱۵۶). کاخ اندرونی (حرمسرا) در دوره زندیه بنای مجزا و مستقلاً بود که بوسیله دیوارهای بلند محصور می شد و در آن جا زن ها و بچه ها زندگی می کردند. حرمسراهای دوره زندیه را می توان بی چون و چرا با بهشت واقعی روی زمین مقایسه نمود زیرا آکنده از اشیای ضروری و گرانبها و مملو از تزیینات بودند (افخمی عمله، ۱۳۹۶: ۴۶).

در دوران قاجار بواسطه تغییرات حکومتی ایجاد شده، آغامحمدخان دستور تخریب بنا را صادر کرد. اما بواسطه استحکام فوق العاده بنا از تخریب درامان ماند و عمده تزیینات آن تخریب شده و یا در زیر لایه گچ پوشانده شدند. ستون های سنگی ایوان و برخی پنجره ها به تهران برده شده و در کاخ جدید قاجاری مورد استفاده قرار گرفتند (رجبی، ۱۳۸۷: ۴۸). در این دوره بعدها بنای ارگ بوسیله والیان فارس مورد استفاده قرار گرفت. در دوره پهلوی اول ابتدا شهربانی شیراز در آن مستقر شد و در سال ۱۳۱۱ و یا به روایتی دیگر ۱۳۱۵ هجری شمسی نیز به عنوان زندان تغییر کاربری داد و تا سال ۱۳۴۵ همچنان زندان ایالتی فارس و یا شهربانی بوده و سرانجام در سال ۱۳۵۱ هجری شمسی در فهرست آثار ملی به ثبت رسید (اسدیور، ۱۳۹۹: ۲۴۲).

در این بنا ویژگی خاص معماری ایرانی یعنی درون گرایی کاملاً رعایت شده است. بنا فاقد پنجره رو به بیرون است و تنها از یک ورودی کوچک با خارج ارتباط برقرار می سازد. بنا در سه جبهه اصلی ساخته شده است و در بخش ورودی آن یک هشتی وجود دارد که گنبدی تخم مرغی شکل روی آن واقع شده است. در حیاط اصلی از تزییناتی مانند طاق نماهای آجری، حوض های سه گانه در سه جبهه بنا و تزییناتی مانند ستون های سنگی و چوبی تزیینی درون ایوان، آزاره های حجاری شده سنگی استفاده شده است. اتاق های جانبی در سه ضلع اصلی کاخ و همچنین ایوان ها روزگاری مملو از تزیینات نقاشی دیواری بوده است که متأسفانه بواسطه تغییرات تخریبی در دوره قاجار و همچنین دوران پهلوی اول بخش های زیادی از آن ها تخریب شده است. نگاه کریم خان در تزیینات انتخاب شده در معماری بناها، بازتابی

شکل ۳. نمای بیرونی ارگ کریم خان  
زند (منبع: نگارنده)

Fig 3- Exterior view of Karim  
Khan Zand Castle



زیادی را شامل شدند و در آرایه‌های تزئینی پرتره‌نگاری از رنگ‌های روغنی وارداتی اروپایی استفاده شده است. شاه صفی که خود از علاقه‌مندان به هنر نقاشی بود در سال ۱۰۴۵ هجری قمری به تاجران هلندی سفارش قلم‌مو و رنگ روغن داد. گفته شده که این سفارش برای تامین هزار نقاش در ایران کافی بود (کجباف و سعید، ۱۳۹۷: ۱۰۹). رنگ روغن در این زمان در هنر ایرانی راه یافت و مورد استفاده نقاشان قرار گرفت.

در حقیقت باید گفت که نقاشی قرن دوازدهم و به دنبال آن سیزدهم با استفاده وسیع و همه‌جانبه از سنت نقاشی صفویه و اختلاط منظره‌سازی اروپایی با جزئیات نقاشی ایرانی نظیر مجلس بندی متقارن و عدم حجم‌سازی و سایه‌پردازی به شیوه نقاشی اروپایی و نیز شعور رنگ-شناسی ممتاز ایرانی، به خلق شیوه‌های جدید در نقاشی ایرانی نایل آمد (علی محمدی اردکانی، ۱۳۹۲: ۴۱). هنر نقاشی روی گچ یا همان نقاشی دیواری در دوره زندیه با نقوش متفاوت از دوران‌های قبل مرسوم گردیده و نقاشی گل و مرغ و نقوش با ویژگی‌های طبیعت‌پردازانه در اجرا وارد شده‌اند.

گچ‌نگاری یا نقاشی روی گچ در عصر زندیه (۱۷۵۰-۱۷۹۵ میلادی/ ۱۱۲۸-۱۱۷۳ هجری شمسی) همپای کاشی‌نگاری و حجاری در راستای نگرش تازه هنرمندان این عصر متحول شد. گرچه از نمونه‌های نقاشی روی گچ بر ابنیه عصر زندیه در شیراز، چندان یادگارهای قابل ملاحظه و مطالعه‌ای به جای نمانده است، با این‌همه، چندین بنای بازمانده از این دوران نظیر ارگ کریم‌خان و عمارت باغ‌نظر و نقاشی‌های مرمت و بازسازی شده تکیه هفت تنان منسوب به آقا صادق، به خوبی زمینه‌های برپایی و گسترش رنسانس اساسی و گسترده هنر گچ‌نگاری را آشکار می‌سازد (سیف، ۱۳۷۹: ۱۸).

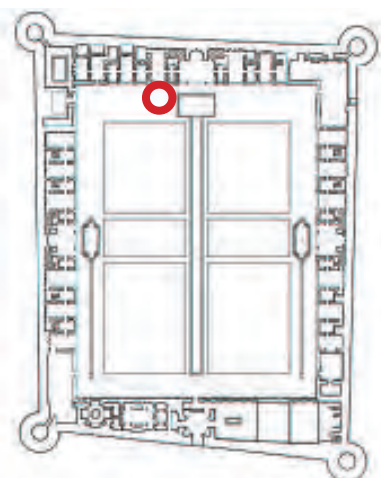
هنر نقاشی که در دوره افشاریه دچار رکود شده بود، مجدداً در دوره زندیه رونق گرفت (شایسته فر و شهبازی، ۱۳۹۵: ۲۲). در واقع نقاشی دیواری در دوره زندتداوم حرکتی است که از زمان شاه عباس دوم و شاه طهماسب با تأثیر از شیوه‌های نقاشی اروپایی آغاز شده، در دوره سلطنت نادر به رکود نشسته و در زمان استیلای سلاطین زندیه مجدداً بارور گشته است (شریف زاده، ۱۳۸۱: ۱۷۲). نقاشی‌های صفوی از جمله مواردی است که تحت تأثیر اروپا قرار گرفت و اولین گام را از گذر سنت به سبک‌های مدرن برداشت. دوره‌ای که وارث تحولات تاریخی، هنری و مذهبی قرون وسطی است (جمالی، ۱۳۸۵: ۴۴۴). رنگ‌ها در این دوران تنوعات



## نتایج و یافته ها

داشته در اتاق ها و پشت درب ورودی که مرتبط به نقاشی دوره زندیه است نمونه برداری شد (شکل ۴ و جدول ۱) جهت انجام آزمایش از رنگ های قرمز، سبز، آبی نمونه برداری انجام شد و با روش های مختلف دستگاهی آنالیز گردیدند.

نمونه برداری از لایه های نقاشی دیواری در آثار تاریخی کاری بس مهم و قابل توجه است چراکه امکان برداشتن لایه های زیاد وجود ندارد. به همین علت برداشت دقیق از سطح اثر به همراه تمامی لایه های تشکیل دهنده مهم است. جهت نمونه برداری از رنگ ها در قسمت هایی که کمترین دید را



شکل ۴. محل نمونه برداری از تزئینات نقاشی دیواری عمارت (منبع: نگارنده)

Fig 4. Sampling location of the mansion's mural decorations

جدول ۱. مشخصات نمونه برداری Table 1. Sampling Specifications

Code	Color	Place of Sampling	Scale	Standard	Layer Depth
01	Red	Side corridor of the Shah Neshin room- North Side	120*75 mm	Original color	Surface sampling
02	Blue	Side corridor of the Shah Neshin room- North Side	120*75 mm	Original color	Surface sampling
03	Green	Side corridor of the Shah Neshin room- North Side	120*75 mm	Original color	Surface sampling

### الف- بررسی میکروسکوپی نقاشی های دیواری

جهت بررسی نقاشی های دیواری در ارگ کریم خانی، پس از نمونه برداری، به وسیله میکروسکوپ پلاریزان مورد شناخت قرار گرفت. در این تزئینات لایه ها بدین صورت اجرا شده است که بر روی لایه آجر یک لایه کاهگل قرار گرفته و

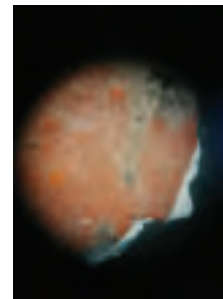
رنگ سبز



رنگ آبی



رنگ قرمز



شکل ۵. تصویر میکروسکوپی از لایه بستر و رنگ بزرگنمایی X ۲۰۰

Fig 5. Microscopic image of the substrate and color layer, 200 X

## ب- نتایج آنالیز FT-IR

یکی از آنالیزهای مورد بررسی جهت شناخت ساختار رنگ و مواد آلی، پروتیین ها، رزین ها و روغن ها طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR) است که بر روی نمونه رنگ های مورد بررسی صورت پذیرفت (جدول ۲ و ۴). در مورد رنگدانه قرمز ارگ، نوارهای ناحیه  $598\text{cm}^{-1}$  و  $670\text{cm}^{-1}$  سولفات کلسیم را به عنوان لایه رنگ سفید تشخیص می دهد که متاثر از حضور پیوند S-O بوده و به دلیل وجود لایه گچ در لایه زیرین رنگ است. نوار ناحیه  $1112\text{cm}^{-1}$  نیز وجود سولفات کلسیم را به عنوان یک لایه که احتمالاً در بستر به کار رفته است نمایان می کند. در این طیف نوار جذبی  $1321\text{cm}^{-1}$  وجود ماده معدنی حاوی عنصر آهن را نشان می دهد که احتمالاً در رنگدانه قرمز مورد استفاده قرار گرفته است (شیروانی، ۱۳۹۸: ۱۳۷).

نتایج آنالیز FT-IR برای رنگ آبی نیز نشان از این دارد که نوارهای ناحیه  $1100\text{cm}^{-1}$  و  $1000\text{cm}^{-1}$  وجود سولفات کلسیم در لایه بستر گچی رنگ، نوارهای ناحیه  $1340\text{cm}^{-1}$  و  $3531\text{cm}^{-1}$  مربوط به ارتعاشات کششی نامتقارن پیوند O-H در ترکیب است و  $596\text{cm}^{-1}$  سولفات کلسیم (گچ)  $669\text{cm}^{-1}$  نشانه سولفات کلسیم و نیز متاثر از حضور پیوند S-O است. نوار ناحیه  $1620\text{cm}^{-1}$  احتمالاً مربوط به پیوند هیدروکسیل موجود در ساختار شیمیایی  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  است و نوار جذبی ناحیه  $1726\text{cm}^{-1}$  و  $1630\text{cm}^{-1}$  احتمالاً نشان از وجود روغن در ترکیب است که در نقاشی های تاریخی حاوی روغن و سفیداب شیخ گزارش شده است. نوار ناحیه  $1538\text{cm}^{-1}$  مربوط به افزایش عمر اثر و ایجاد کربوکسیلات های فلزی به واسطه مجاورت رنگدانه و روغن است که نباید با ارتعاشات مربوط به پروتیین اشتباه گرفته شود (کوچکزایی و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۹۶).

در مورد رنگدانه سبز مورد بررسی، نوارهای ناحیه  $598\text{cm}^{-1}$  و  $670\text{cm}^{-1}$  سولفات کلسیم را به عنوان لایه رنگ سفید تشخیص می دهد که متاثر از حضور پیوند S-O است. نوار ناحیه  $1100\text{cm}^{-1}$  نیز وجود سولفات کلسیم را به عنوان یک لایه که احتمالاً در بستر به کار رفته است نمایان می کند. نوار ناحیه  $889\text{cm}^{-1}$  جذب C-O را نشان می دهد و نوار ناحیه  $1510\text{cm}^{-1}$  وجود کربنات در نمونه را نشان می دهد. بنابراین می توان گفت ترکیب به کار رفته کربنات بازی مس یا مالاکیت با فرمول شیمیایی  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})$  باشد و نوار جذبی ناحیه  $1727\text{cm}^{-1}$  احتمالاً نشان از وجود روغن در ترکیب است که احتمالاً مربوط به آلودگی های سطحی اثر باشد.

## ج- نتایج آنالیز رامان

از طیف سنجی میکرورامان جهت بررسی و شناسایی رنگدانه های آبی، قرمز و سبز استفاده گردید (جدول ۳ و ۴). در رنگدانه قرمز ناحیه جذبی  $549\text{cm}^{-1}$  نشان دهنده ساختار قرمز سرب یا سرنج در نمونه مورد بررسی است که در پایگاه اطلاعاتی IRUG مورد بررسی قرار گرفته است (www.IRUG.org). همچنین این پیک شاخص ناشی از ارتعاشات کششی Pb بوده که شاخصه شناسایی سرنج هستند (Cogiani et al, 2016). همچنین نوار ناحیه  $1597\text{cm}^{-1}$  در پایگاه اطلاعاتی IRUG نشان دهنده ترکیبات اکسید آهن است که در رنگدانه مشاهده گردید.

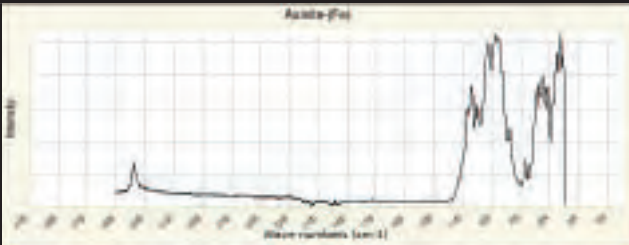
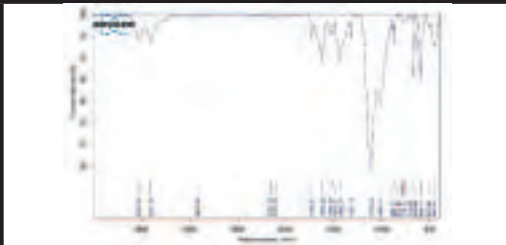
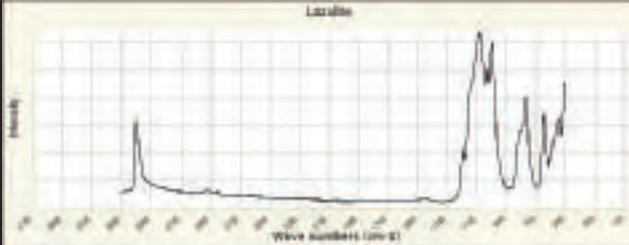
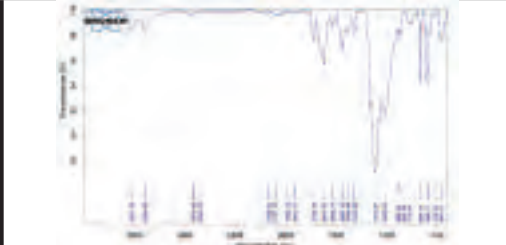
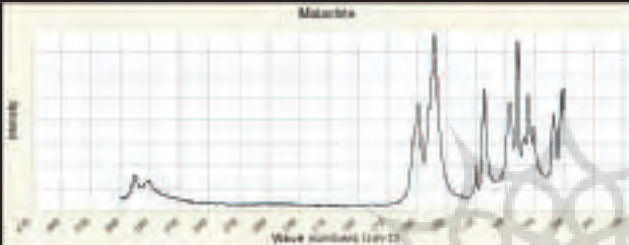
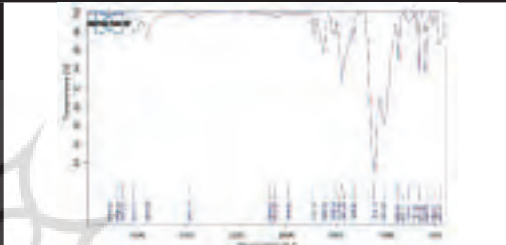
رنگدانه آبی مورد بررسی در ناحیه جذبی  $1009\text{cm}^{-1}$  و  $1600\text{cm}^{-1}$  پیک شاخصه رنگی آبی اولتامارین بوده که در پایگاه اطلاعاتی IRUG مورد بررسی قرار گرفته است

(www.IRUG.org). عموماً در طیف رامان حاصل از هر سه لیزر تحریک با طول موج های ۷۸۵، ۶۳۳ و ۵۳۲ نانومتر اولتامارین دارای یک پیک شاخص و قوی در محدوده ۵۶۰  $\text{cm}^{-1}$  تا  $580\text{cm}^{-1}$  است که مربوط به  $\text{S}^{2-}$  به عنوان عامل اصلی رنگ آبی است (Wang et al, 2022 & Gonzales et al, 2022). ماده معدنی رنگدانه آبی اولتامارین نیز  $\text{Na}_7\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_3$  است. رادیکال های پلی سولفید ( $\text{S}^{3-}$ ) که در ساختار آلومینوسیلیکات سودالیت قرار دارند، مسئول ایجاد رنگ آبی این رنگدانه هستند. اما حضور رادیکال های ( $\text{S}^{2-}$ ) و تتراسولفور ( $\text{S}^{4-}$ ) می تواند رنگ را به سمت زرد و قرمز تغییر دهد (مبشر مقصود و کوچکزایی، ۱۴۰۱: ۳۷۲). همچنین ناحیه جذبی  $564\text{cm}^{-1}$  نیز شاخصه رنگدانه اولتامارین است (کوچکزایی و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۹۱) که در پیک بدست آمده دیده می شود.

رنگدانه سبز مورد بررسی در دیوارنگاره ناحیه جذب  $882\text{cm}^{-1}$  و  $1920\text{cm}^{-1}$  و  $1708\text{cm}^{-1}$  را نشان می دهد که در پایگاه اطلاعاتی IRUG مورد بررسی قرار گرفته (www.IRUG.org) و حضور مالاکیت را نشان می دهد.

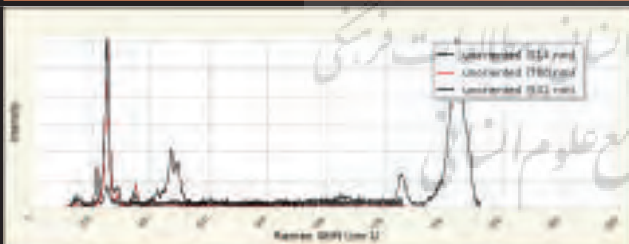
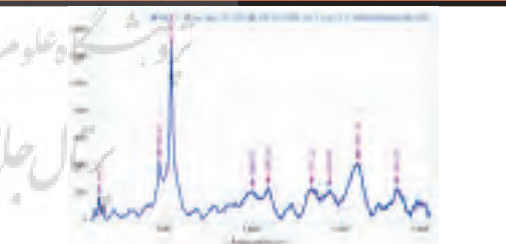
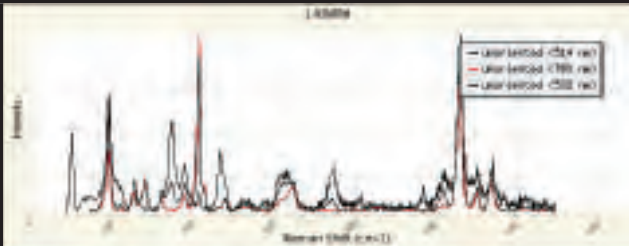
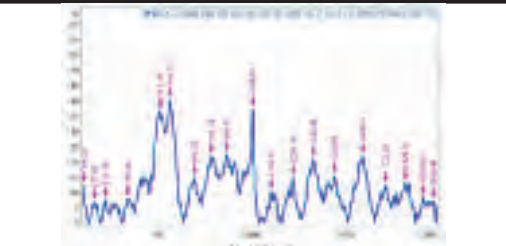
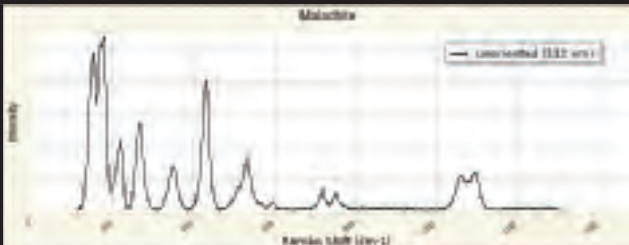
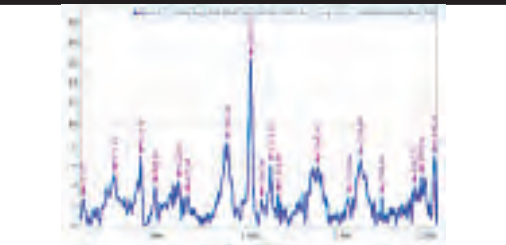
جدول ۲. پیک آنالیز FT-IR منبع: (RRUFF ID: R050061.1, R050508.1, R050269.1)

Table 2. FT-IR Analyses. Source: RRUFF ID: R050061.1, R050508.1, And R050269.1

Sample Data	FT-IR Analyses	
		Red Pig
		Blue Pig
		Green Pig

جدول ۳. پیک آنالیز Raman به همراه نمونه منبع: (RRUFF ID: R050072, R050531, R050269)

Table 3. Raman Analyses. Source: RRUFF ID: R050072, R050531, And R050269

Sample Data	Raman Analyses	
		Red Pig
		Blue Pig
		Green Pig

جدول ۴. نتایج آنالیز Raman و FT-IR  
Table 4- Raman and FT-IR Analyses

	Sample	FT-IR(cm <sup>-1</sup> )	Raman (cm <sup>-1</sup> )
1	Red	598-670-1112-1321-1442-1620	549-1597-
2	Blue	596-1000-1100-1620-1726-3400-3531	560-564-580-1009-1600
3	Green	598-670-889-1113-1510-1727	882-1065-1708-1920

#### د- آنالیز SEM-EDS

است.  
حضور آلومینیوم، سیلیسیم و گوگرد در ساختار رنگدانه ها عناصر شاخص رنگدانه لاجورد (Na<sub>8</sub>Al<sub>6</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>24</sub>S<sub>2</sub>) است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۱). این عناصر در ترکیب بدست آمده از آنالیز SEM-EDS رنگدانه آبی (جدول ۵) نیز مشاهده می گردد. عناصر شناسایی شده در رنگدانه سبز (جدول ۵) نیز منیزیم، آلومینیوم، سیلیسیم، گوگرد، کلسیم و مس هستند.

عناصر شناسایی شده در آنالیز EDS رنگدانه قرمز (جدول ۵) نیز منیزیم، آلومینیوم، سیلیسیم، گوگرد، کلسیم، کلر، سرب، پتاسیم و آهن را نشان می دهد. وجود سرب نشان از وجود اکسید سرب یا همان سرنج در رنگدانه قرمز است و مقدار کمی آهن نیز ترکیبات دیگر در رنگ قرمز را نشان می دهد که احتمال حضور آنها خواهد بود. رنگدانه قرمز به صورت چندتالیه در گل ها استفاده شده که از پررنگ تا کم رنگ است. وجود کلسیم نیز به علت حضور گچ در زیر لایه رنگ

جدول ۵. نتایج طیف سنجی پرتو تفرق ایکس EDS نمونه های مورد مطالعه بر اساس درصد وزنی و اتمی

Table 5. EDS results of the studied samples based on weight and atomic percentage

Elt	قرمز		آبی		سبز	
	W%	A%	W%	A%	W%	A%
C	14.23	23.09	16.80	24.44	20.43	29.15
O	51.93	63.25	57.70	62.99	55.17	59.10
Mg	1.50	1.20	1.55	1.11	1.70	1.20
Al	0.62	0.45	0.43	0.28	0.31	0.20
Si	1.22	0.84	1.36	0.84	0.91	0.56
S	6.33	3.85	7.71	4.20	7.79	4.16
Cl	1.49	0.82	---	---	0.28	0.13
K	0.59	0.29	0.31	0.14	0.21	0.09
Ca	9.42	4.58	13.00	5.67	11.71	5.01
Fe	0.23	0.08	0.45	0.14	---	---
Na	0.49	0.42	---	---	---	---
Pb	11.95	1.12	---	---	---	---
Cu	---	---	0.70	0.19	1.48	0.40

## بحث در یافته‌ها

نتایج حاصل شده از آنالیز بر روی مواد رنگ ساز در ارگ کریم خانی نشان می‌دهد که رنگ قرمز سرنج است. نام شیمیایی سرنج تترا اکسید سرب است و گردی به رنگ قرمز روشن تا قرمز نارنجی است. قرمز سرب از دوران باستان تا به امروز مورد استفاده بوده و شاید بتوان گفت قدمت آن به اندازه سرب است (Mcbride, 2002). رنگ آبی نیز اولتامارین شناسایی گردید. در ابتدا اولتامارین که به معنای آن سوی دریاست، به طور طبیعی در کشورهای مختلف کوهستانی از سنگ های لاجورد و به عنوان کانی لازوریت استخراج می‌شد که طی فرآیند دشوار و زمانبر شامل خرد و آسیاب کردن سنگ لاجورد و همچنین ورزدهی با دست تهیه می‌شد (مبشر مقصود و کوچکزیایی، ۱۴۰۱: ۳۷۱). لاجورد یا آبی اولتامارین از سنگ نیمه بلوری لاجورد (لاپیس لازولی) به دست می‌آید و مخلوطی از کانی آبی رنگ لازوریت، کلسپار و پیریت آهن است (جتتنز و استات، ۱۳۷۸: ۱۶۱). رنگ سبز نیز مالاکیت است. مالاکیت از دوران باستان مورد استفاده بوده است و به عنوان یک ماده معدنی شناخته می‌شود. شاید بتوان گفت یکی از قدیمی ترین رنگدانه های سبز شناخته شده است که ترکیبات آن کربنات مس بازی طبیعی (معدنی) است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۰) که ساختار و ترکیبی شبیه آزوریت (کربنات قلیایی مس) دارد با این تفاوت که میزان آب ترکیبی در آن بیشتر است (جتتنز و استات، ۱۳۷۸: ۷۸). مطالعه ساختارشناسی رنگدانه ها در بنای ارگ کریم خان حاکی از آن است که در این بنا همانند بناهای قبل و هم دوره خود از رنگدانه های معدنی با بست های طبیعی برای خلق اثر استفاده شده است. در این زمان از رنگ های روغنی وارداتی که در نقاشی سه پایه ای استفاده می شده است، در نقاشی دیواری اثری نیست و همان سبک و سیاق گذشته مورد استفاده قرار گرفته است. هر چند بعدها در مرمت نقاشی های دیواری دوره زندیه در شیراز در دوران پهلوی از رنگ های روغنی در برخی موارد در بازسازی ها استفاده شده است. همچنین می‌توان دید که در دوره زندیه در نقاشی های دیواری ارگ کریم خانی از گل سفید و گچ به عنوان بستر و لایه بوم‌کننده استفاده شده است (شفیعی و اسفندیاری پور، ۱۳۸۴).

## نتیجه‌گیری

بنای ارگ کریم خانی ساخته شده در دوران زندیه در شیراز با آرایه دیوارنگاری دو دوره زند و قاجار تزئین شده است. در این دو دوره زمانی علاوه بر استفاده از رنگدانه های طبیعی آلی و معدنی، رنگدانه های غیر طبیعی (رنگ روغن مصنوعی) مورد استفاده هنرمندان در نقاشی بوده است. بررسی و شناخت تحولات زمانی در رنگ آمیزی دیوارنگاره ها می‌تواند نقشی مهم در دستیابی به دلایل حفظ و ماندگاری طولانی آن ها داشته باشد. بر اساس یافته ها در دوره زندیه، از رنگ های معدنی جهت تزئین در بناها در قالب نقاشی دیواری استفاده شده است. استفاده از رنگ های آلی معمولا در نقاشی دیواری کاربردی نداشته و بیشتر در نگارگری از این دسته رنگ ها استفاده م‌شود. نتایج بدست آمده با استفاده از روش-های مختلف بر روی ۳ نمونه از رنگ های مورد استفاده در نقاشی دیواری دوره زندیه در ارگ کریم خانی نشان دهنده ویژگی ساختاری آن هاست. نتایج نهایی بدست آمده عبارت است از: رنگ قرمز (رنگدانه سرنج-Red Lead (Orange Mineral)) و مقدار کمی اخرا (اکسید آهن  $Fe_2O_3$ )، رنگ آبی (رنگدانه لاجورد-Ultramarine Blue)، رنگ سبز (رنگدانه سبز کوهی-Malachite). رنگدانه سرنج تترا اکسید سرب قرمز (Lead tetroxide)  $Pb_3O_4$  است که از گداختن سفیداب سرب به دست می‌آید. این رنگدانه رنگ مخملی روشنی دارد و از قدرت پوشاندگی خوبی برخوردار است. رنگدانه آبی لاجورد مخلوطی از کانی آبی رنگ لازولیت است که با نام اولتامارین شناخته می‌شود. رنگدانه سبز کربنات مس قلیایی طبیعی (معدنی) با ترکیب شیمیایی  $Cu_2(CO_3)(OH)_2$  است که ساختار مشابه کربنات مس قلیایی اما میزان آب در آن بیشتر است. بنابراین با توجه به اینکه ساختار رنگ ها به صورت ترکیبات معدنی بوده است می‌توان ادعان داشت یکی از مهمترین دلایل ماندگاری آن ها این ساختار است. چرا که رنگ ها با ساختارهای معدنی در برابر عوامل مخرب محیطی مقاومت بیشتری داشته و عوامل مخرب کمتر بر روی آن ها تاثیر دارند.

## سپاسگزاری

لازم است از ریاست محترم سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان فارس، مدیریت محترم و همکاران در بخش معاونت فنی اداره میراث فرهنگی شهرستان شیراز و همکاران در بخش آزمایشگاه دانشگاه شیراز کمال تشکر و قدردانی را در خصوص همکاری های صمیمانه ایشان داشته باشم.

## تعارض منافع

وجود ندارد  
حامیان مادی و معنوی  
وجود ندارد



شکل ۶ طراحی نقوش در دیوارهای ارگ کریم خان (منبع: نگارنده)

Fig6. Design of motifs on the walls of the Karim Khan Citadel

- 37: 235-239. [https://doi.org/10.1002/jrs.1473?urlappend=%3Futm\\_source%3Dresearchgate.net%26utm\\_medium%3Darticle](https://doi.org/10.1002/jrs.1473?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle)
- Ettinghausen, R, Yarshater, E. (1990). *The Brilliant Peaks of Iranian Art*, translated by Rouyin Pakbaz and Hormoz Abdollahi, Tehran, Ageh. [In Persian].
- [اتینگهاوزن، ریچارد و یارشاطر، احسان. (۱۳۷۹). *اوج های درخشان هنر ایران*، ترجمه رویین پاکباز و هرمز عبداللهی، تهران، آگه.]
- Farahmand Borujeni, H; Abed Esfahani, A and Shishebari, T. (2012). Understanding the materials and techniques of mural painting in 5 buildings of the Ilkhanid period in Yazd. *Restoration and Architecture of Iran*. 2 (4): 97-112. [In Persian].
- [فرهمنند بروجنی، حمید؛ عابد اصفهانی، عباس و شیشه بری، طاهره (۱۳۹۱). شناخت مواد و فنون دیوارنگاری ۵ بنای دوره ایلخانی شهر یزد. *مرمت و معماری ایران*. ۲ (۴): ۹۷-۱۱۲]
- Franquelo M. L., Duran A, Herrera L. K., Jimenez de Haro M. C., Perez-Rodriguez J. L. (2009). Comparison between micro-Raman and micro-FTIR spectroscopy techniques for the characterization of pigments from southern Spain cultural heritage. *J. Mol. Struct.* 924-926: 404-412. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2008.11.041>
- Ghanooni, M., Sedghi, Y. and Saedi, M. (2023). A Study of the Materials Used in Teymorid Miniature by Nondestructive Analyses. *NDT Technology*, 3(1), 64-71. doi: 10.30494/JNDT.2022.363229.1104. [In Persian].
- [قانونی، محسن؛ صدیقی، یاسین و سعیدی، سیده میترا (۱۴۰۱). بررسی ساختار رنگ های بکار رفته در یک قطعه نگارگری عهد تیموری با استفاده از روش های آنالیز غیر مخرب. *نشریه فناوری آزمون های غیر مخرب*. ۳ (۱۱): ۶۴-۷۱]
- Ghanbari, T., soltanzadeh, H. and Nasirsalami, M. R. (2018). Semiotic Matching of Architectural Pattern of Karim Khan Citadel with the Themes Underlying Zandiyeh Tribal Culture. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism (IAU)*, 9(1), 193-209. doi: 10.30475/isau.2018.68588. [In Persian].
- [قنبری، تابان؛ سلطان زاده، حسین و محمدرضا نصیر سلامی (۱۳۹۷). تطبیق نشانه سانه الگوی معماری ارگ کریم خان با درون مایه های فرهنگ ایلاتی زندیه، *نشریه معماری و شهرسازی ایران*، دوره ۹ (۱۵): ۱۹۳-۲۰۹]
- Gettens R, Estat J.L. (1991). *Painting Materials*. Farahmand Publisher. [In Persian].
- [جتتنز، آر. ج و استات، جی. ال. (۱۳۷۸). *فرهنگ فشرده رنگدانه های هنری*. ترجمه حمید فرهمنند بروجنی، انتشارات فرهمنند بروجنی.]
- González-Cabrera M, Wieland K, Eitenberger E, Bleier A, Brunnbauer L, Limbeck A, Hutter H, Haisch C, Lendl B, Domínguez-Vidal A, Ayora-Cañada M. (2022). Multisensor hyperspectral imaging approach for the microchemical analysis of ultramarine blue pigments. *Sci.*: 12, 1-13.
- Abbasi J, Bahadori R, Bozorgmehr M A, Beheshti S I, Bahrololoumi F. (2017). Identification of Materials and Pigments Used in Mural Painting of Rahim Abad Historic Garden & Mansion in Birjand. *JRA* 2 (2):63-76. <http://dx.doi.org/10.29252/jra.2.2.63>. [In Persian].
- [عباسی جواد، بهادری رویا، بزرگمهر محمدعلی، بهشتی ایرج و بحرالعلومی فرانک. شناسایی مواد و رنگ های به کار رفته در نقاشی های دیواری مجموعه باغ و عمارت تاریخی رحیم آباد بیرجند. *پژوهه باستان سنجی*. ۱۳۹۵: ۲: ۶۳-۷۶]
- Ali Mohamadi Ardekani J. (2013). *Synchronization of Literature and Painting*. Yasavoli Publisher. [In Persian].
- [علی محمدی اردکانی، جواد (۱۳۹۲). همگامی ادبیات و نقاشی قاجار، تهران: یساوی.]
- Afkhami Emleh Qashqai, P. (2017). A study of the customs and traditions of the social life of Iranians during the Zand period based on European travelogues, *Quarterly Journal of Modern History*, 7 (20): 33-49. [In Persian].
- [افخمی عمله قشقای، پژمان. (۱۳۹۶). بررسی آداب و رسوم زندگی اجتماعی ایرانیان دوره زندیه با تکیه بر سفرنامه های اروپایی، *فصلنامه تاریخ نو*، ۷ (۲۰): ۳۳-۴۹]
- Asadpour, A. (2020). The Courtyard Landscape Changes of Karim Khan Citadel (Arg) in Shiraz based on Historical Photos & Documents. *Archaeological Research of Iran*, 10(25), 241-260. doi: 10.22084/nbsh.2020.19842.1995. <https://doi.org/10.22084/nbsh.2020.19842.1995>. [In Persian].
- [اسدپور، علی. (۱۳۹۹). سیر تحولات منظر میانسرای ارگ کریم خان شیراز بر اساس عکس ها و مستندات تاریخی. *نشریه پژوهش های باستان شناسی ایران*. ۲ (۱۰): ۲۴۱-۲۶۰]
- Behrouzi, A. (1975). *Historical Monuments and Works of Art of the Shiraz Plain*, Shiraz, General Directorate of Culture and Art of Fars Province. [In Persian].
- [بهروزی، علینقی. (۱۳۵۴). *بناهای تاریخی و آثار هنری جلگه شیراز، شیراز، اداره کل فرهنگ و هنر استان فارس*.]
- Caggiani M C, Cosentino A, Mangone A. (2016). Pigments Checker version 3.0, a handy set for conservation scientists: A free online Raman spectra database. *Microchem. J.* 129: 123- 132.
- Chaplin R T. D, Clark J. H., Martínón-Torres M. (2010). A combined Raman microscopy, XRF and SEM-EDX study of three valuable objects-A large painted leather screen and two illuminated title pages in 17th century books of ordinances of the Worshipful Company of Barbers, London. *J. Mol. Struct.* 976: 350-359. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2010.03.042>
- Clark R. J. H, Mirabaud S. (2006). Identification of the pigments on a sixteenth century Persian book of poetry by Raman microscopy. *J. Raman Spectrosc.*

- Iranian National Antiquities Association. [In Persian]. [مصطفوی، سید محمد تقی (۱۳۴۳). اقلیم پارس، تهران، انجمن آثار ملی ایران.]
- Mirshamsi F, Mirzaabolghasemi M.S, Zarekhalili. F. (2017). Diversity of Plant Motives in Wall-Paintings at the Time of the Zand in Shiraz. *Journal of Fine Arts: Visual Arts*; 22(1): 43- 52. [In Persian]. <https://doi.org/10.22059/jfava.2017.61009>
- [میرشمسی، فرشته سادات؛ محمد صادق میرزا ابوالقاسمی و فتح الله زارع خلیلی (۱۳۹۶). تنوع نقوش گیاهی در نقاشی دیواری عصر زندیه در شیراز، نشریه هنرهای زیبا- هنرهای تجسمی، دوره ۲۲ (۱): ۴۳-۵۲]
- Mcbride, C. (2022). *Pigment Particle & Fiber Atlas for Paper Conservators*. Getty Trust Postgraduate Fello.
- Nami Isfahani, M,S.(1984). *History of the Giti-Gash in the History of the Zands, Tehran: Iqbal*. [In Persian].
- [نامی اصفهانی، محمد صادق (۱۳۶۳). تاریخ گیتی گشا در تاریخ زندیه، تهران: اقبال]
- Razani, M., Kordi, M., Mortazavi, M. and Sedghi, Y. (2022). Study of Colorants Materials on the Decoration Patterns on the North and Southeast Porches of Soltanieh Dome, Zanjan, Iran. *Archaeological Research of Iran*, 11(31), 265-288. <https://doi.org/10.22084/nb.2020.21774.2150> [In Persian].
- [رازانی، مهدی؛ کردی، مهدی؛ مرتضوی، محمد و صدیقی، یاسین (۱۴۰۰). بررسی مواد رنگساز در نقوش تزئینی ایوان‌های شمالی و جنوب شرقی گنبد سلطانیه. پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران. ۳۱ (۱۱): ۲۶۵-۲۸۸.]
- Rajabi, G, A. (1999). *Iran and Karim Khan Zand*, Niktab Publications, Tehran. [In Persian].
- [رجبی، غلامعلی. (۱۳۷۸). ایران و کریم خان زند، انتشارات نیکتاب، تهران]
- Rahman Setayesh, M, Khosrojerdi, M. (2022). A study of the murals of the Zand period in Shiraz. *Monthly Journal of Research in Art and Humanities*. 2(41): 21- 31. [In Persian].
- [رحمان ستایش، مریم و معظم خسروجردی (۱۴۰۱). بررسی دیوارنگاره‌های دوره زندیه در شیراز. ماهنامه پژوهش در هنر و علوم انسانی. ۲(۴۱): ۲۱- ۳۱]
- Sami, A.(1984). *Shiraz, the Eternal City, Shiraz, Navid*. [In Persian].
- [سامی، علی (۱۳۶۳). شیراز شهر جاویدان، شیراز، نوید.]
- Seif, H. (2000). *Painting on plaster*. Sorosh Publisher. [In Persian].
- [سیف، هادی (۱۳۷۹). نقاشی روی گچ. تهران: سروش]
- Shayeste far, M. (2016). *Shahbazi M. Visual and Conceptual aesthetics of Haftanan oil painting of Shiraz*. *Islamic Art*; 12 (24): 21-32.
- [شایسته فر، مهناز و شهبازی، محبوبه (۱۳۹۵). زیبایی‌شناسی بصری و مفهومی نقاشی‌های رنگ و روغن بقعه هفت تنان شیراز. فصلنامه مطالعات هنر اسلامی ۱۲ (۲۴): ص ۳۲-۲۱.]
- Haswell R., Carlyle L, Mensch K. T. J. (2006). *Van Gogh's Painting Grounds: Quantitative determination of bulking agents (Extenders) using SEM/EDX*. *Microchim. Acta*. 155: 163-167. <https://doi.org/10.1007/s00604-006-0536-7>
- Hekmatnia A M, Menbari S. (2017). *Analyses of Painting Zand and Qajar Palace of karim Khan in two Periods Based on Laboratory Analyses*. *International Conference on Oriental Studies, Persian Literature and History*. [In Persian].
- [حکمت نیا امیرحسین، منبری سعیده. (۱۳۹۵). بررسی و تحلیل نقاشی‌های کاخ کریم خان در دو دوره زندیه و قاجاریه بر اساس آنالیزهای آزمایشگاهی. مجموعه مقالات کنفرانس بین‌المللی شرق‌شناسی، تاریخ و ادبیات پارسی.]
- Josa V. G, Bertolino S. R., Laguens A, Riveros J. A, Castellano G. (2010). X-ray and scanning electron microscopy archaeometric studies of pigments from the Aguada culture, Argentina. *Microchem. J*. 96: 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2010.03.010>
- Jamali, Yousef. (2006). *History of Iranian Developments in the Safavid Era, Isfahan: Najafabad Azad University*. [In Persian].
- [جمالی، یوسف. (۱۳۸۵). تاریخ تحولات ایران عصر صفوی، اصفهان: دانشگاه آزاد نجف‌آباد.]
- Kojbaf, A, A and Saeed, N (2018). *Explanation and Evaluation of European Imported Goods in the Safavid Era, Historical Approach Quarterly*, 7 (23): 95-112. [In Persian].
- [کج‌باف، علی اکبر و سعید، نسیم (۱۳۹۷). تبیین و ارزیابی کالاهای وارداتی اروپایی در عصر صفوی، فصلنامه رهیافت تاریخی، ۷ (۲۳): ۹۵-۱۱۲]
- Kamali, A,R.(2006). *Mural Painting in Iran, Tehran: Zohreh*. [In Persian].
- [کمالی، علیرضا (۱۳۸۵). دیوارنگاری در ایران، تهران: زهره.]
- Koochakzaei A, Hamzavi Y, Shojae Far F. (2022). Identification of red, blue and golden pigments in Qajar Mural Painting anaclitic fire place in Goharion House in Tabriz. *J Color Sci Tech*. 15(4):287-99. [In Persian]. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.17358779.1400.15.4.3.4>.
- [کوچکزایی، علیرضا و یاسر حمزوی و فائزه شجاعی فر. شناسایی رنگدانه‌های قرمز، آبی و طلایی دیوارنگاره قاجاری شومینه خانه گوهریون تبریز. نشریه علوم و فناوری رنگ. ۱۴۰۰ (۴): ۲۷۸-۲۹۹]
- Mobasher Maghsoud E, Koochakzaei A. (2023). *An overview of Traditional Pigments (Part II): Ultramarine Blue and Emerald Green, J. Stud. Color world*, 12, (4): 369-385. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22517278.1401.12.4.5.6>. [In Persian].
- [امبشر مقصود المیرا، کوچکزایی علیرضا (۱۴۰۱). مروری بر رنگدانه‌های سنتی: آبی اولتامارین و سبز زمردی. نشریه مطالعات در دنیای رنگ، ۱۲ (۴): ۳۶۹-۳۸۵]
- Mostafavi, S, M, T.(1964). *Pars Region, Tehran*,

- Sharif zadeh, A M. (1993). Murall Painting in Iran (Zand and Qajar). Organization of Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism of Tehran Province. [In Persian].

[شریف زاده، عبدالمجید (۱۳۸۱). دیوارنگاری در ایران (دوره زند و قاجار)، تهران، موسسه صندوق تعاون سازمان میراث فرهنگی کشور.]

-Shafiei, F, Esfandiaripour H. (2004). Art and Architecture Exhibition in Karim Khani Palace, Shiraz: Organization of Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism of Fars Province. [In Persian]

[شفیعی، فاطمه و هوشنگ اسفندیاری پور. جلوه گاه هنر و معماری در کاخ کریم خانی، شیراز: سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان فارس. ۱۳۸۴.]

- Shirvani, M. (2012). Divankhaneh a Souvenir of Zandiye Art. Takht Jamshid Publisher. [In Persian].  
[شیروانی مریم (۱۳۹۱). دیوانخانه یادگاری از هنر زندیه در شیراز. شیراز: تخت جمشید.]

-Shirvani, M. (2019). Study of Pigments in Decoration of Exterior Porch Paintings in Soltanieh Dome of Zanjan. JRA 5 (1): 129-142 <http://dx.doi.org/10.29252/jra.5.1.129> . [In Persian]

[شیروانی، مریم (۱۳۹۸). شناخت رنگدانه ها در آرایه های گچی ایوان بیرونی ضلع جنوب غربی گنبد سلطانیه زنجان. پژوهش باستان سنجی ۵ (۱): ۱۴۲-۱۲۹.]

-Shirvani, M. (2021). The impact of Community Culture and Effect Functional on Body the Formation and Architectural Decoration in Buildings s'Zandiye by Looking at the Divankhaneh Mansion. Journal of Fine Arts: Visual Arts; 25 (4): 27- 34. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22286039.1399.25.4.3.0> . [In Persian].

[شیروانی، مریم (۱۳۹۹). تاثیر فرهنگ جامعه و کارکرد اثر در شکل گیری کالبد و تزینات معماری در بناهای زندیه با نگاهی بر عمارت دیوانخانه. نشریه هنرهای زیبا- هنرهای تجسمی، ش ۲۵ (۴)، صص ۳۴-۲۷.]

-Vatandoust, A., Beheshti, S. M. and Nayeri, P. (2014). A look at methods used for restoration of murals in Iran before 60s. The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar, 10(27), 71-82. [In Persian].

[وطندوست، رسول؛ بهشتی، سید محمد و نیری پرستو (۱۳۹۲). سیری در مبانی بازسازی و مرمت سنتی نقاشی های دیواری در ایران با نگاهی به چند نمونه آثار شاخص. باغ نظر ۲۷ (۱۰): ۷۱-۸۲.]

-Wang H, Zhen Z, Yao S, Li S. (2022). Synthesis of high acid resistant ultramarine blue pigment through coal gangue, industrial zeolite waste and corn straw waste recycling", Resour. Chem. Mater. 1:137-145. -Www.IRUG.org/jcamp-details



## Identification of pigments in wall paintings from the Zand era in the Karim Khani Castle of Shiraz



Maryam Shirvani

Assistant professor, Department of Restoration of historical buildings, Faculty of Architecture and Restoration, Shiraz University of Arts, Shiraz, Iran, P.O. Box:7146696989 Tel: 07132298012

Email: m\_shirvani@shirazartu.ac.ir ,ORCID: 0000000313299243

Received: 2025/10/5

Accepted: 2026/01/20

Copyright © 2020, Knowledge of Conservation and Restoration. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution noncommercial 4.0. International License, which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

### Abstract

The Karim Khani Castle is a monument from the Zand era in Shiraz. In this building, a wall painting is one of the decorations, which unfortunately was hidden under a layer of plaster during the Qajar era, so many studies have not been conducted to identify pigments from the Zand era. The aim of the study is to understand the structure of pigments in the Zand period wall paintings in the Karim Khani Castle. The question raised is what kind of materials are included in the composition of these coloring materials. For investigation, FT-IR, SEM-EDS, and RAMAN instrumental methods were used. The findings indicate that the red pigment compositions

included lead oxide (syringe) and possibly iron oxide (late), the blue pigment included ultramarine blue (lapis lazuli), and the green pigment included malachite (mountain green), which were applied on gypsum substrates and an oil-based compound was used as a binder. The pigments have a mineral structure and are durable, and despite the introduction of European oil paints in Iran, these color compounds have not been used in mural painting.

Keywords: Mural painting, pigment, Karim Khan Castle, Fourier transform infrared spectroscopy, Raman, scanning electron microscopy

