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

**مریم شیروانی**

استادیار، گروه مرمت بناهای تاریخی، دانشکده معماری و مرمت، دانشگاه هنر شیراز، شیراز، ایران تلفن: ۰۷۱۳۲۲۹۸۰۱۲

m_shirvani@shirazartu.ac.ir, کد ارکید: ۰۰۰۰۰۰۰۳۱۳۲۹۹۲۴۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۷/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۳۰

تعداد صفحات: ۱۱

شناسه دیجیتال(doi): https://10.66224/kcr.8.3.1

**فصلنامه علمی- پژوهشی دانش حفاظت و مرمت**

شاپای الکترونیکی: ۶۲۱۷-۳۰۶۰

شاپای چاپی: ۶۰۹۳-۲۵۳۸

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

## 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 هرچند کوتاه آثار مختلفی ساخته شد که یکی از مهم ترین آن ها ، ارگ کریم خانی است. در این بنا با ویژگی خاص معماری خود از آرایه های مختلف تزیینی استفاده شده و نقاشی دیواری یکی از آن هاست که متاسفانه 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 تاکنون مطالعات زیادی بر روی شناسایی رنگدانه های دوره زندیه صورت نپذیرفته 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، SEM-EDS، FT-IR و RAMAN برای شناسایی عنصری و ترکیبی مواد تشکیل‌دهنده رنگ‌ها استفاده شده است. یافته های حاصل شده بیان می دارد که ترکیبات رنگدانه قرمز شامل اکسید سرب (سرنج) و احتمالا اکسید آهن (اخرا)، رنگدانه آبی شامل آبی اولتامارین (لاجورد- لازولیت) و رنگدانه سبز شامل مُالاکیت (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 فوریه، رامان، میکروسکوپ الکترونی روبشی

## ۱. 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 تزیین این بناها به کار گیرد. در ارگ کریم خانی از آرایه های تزیینی مختلفی همانند نقاشی دیواری (در فضای داخلی اتاق ها)، حجاری (در ازاره های سنگی و راه پله حیاط)، آجرکاری (در برج ها و حیاط)، آرایه های تزیینی چوبی (ستون های ایوان، پنجره های ارسی، درک ها و شیرسرها) و آرایه های تزیینی آهکی (در حمام ارگ) جهت تزیین استفاده شده است (شکل ۱). از مهم ترین و گسترده ترین نمونه آرایه های تزیینی 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 (شکل۲). 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، ۲۳ :۱۳۹۱). بنابراین می توان دو دوره تاریخی از منظر

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]

[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

نقاشی دیواری در این بنا را مشاهده نمود. که آزادسازی تزیینات 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 به کار رفته در این نقوش تزیینی دیواری در دوره زندیه شامل قرمز، سبز، آبی، سفید و سیاه است (شفیعی و اسفندیاری پور، ۱۱۶ :۱۳۸۴) 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، ۱۰۹ :۱۳۹۷)، 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؟

## ۲. پیشینه پژوهش

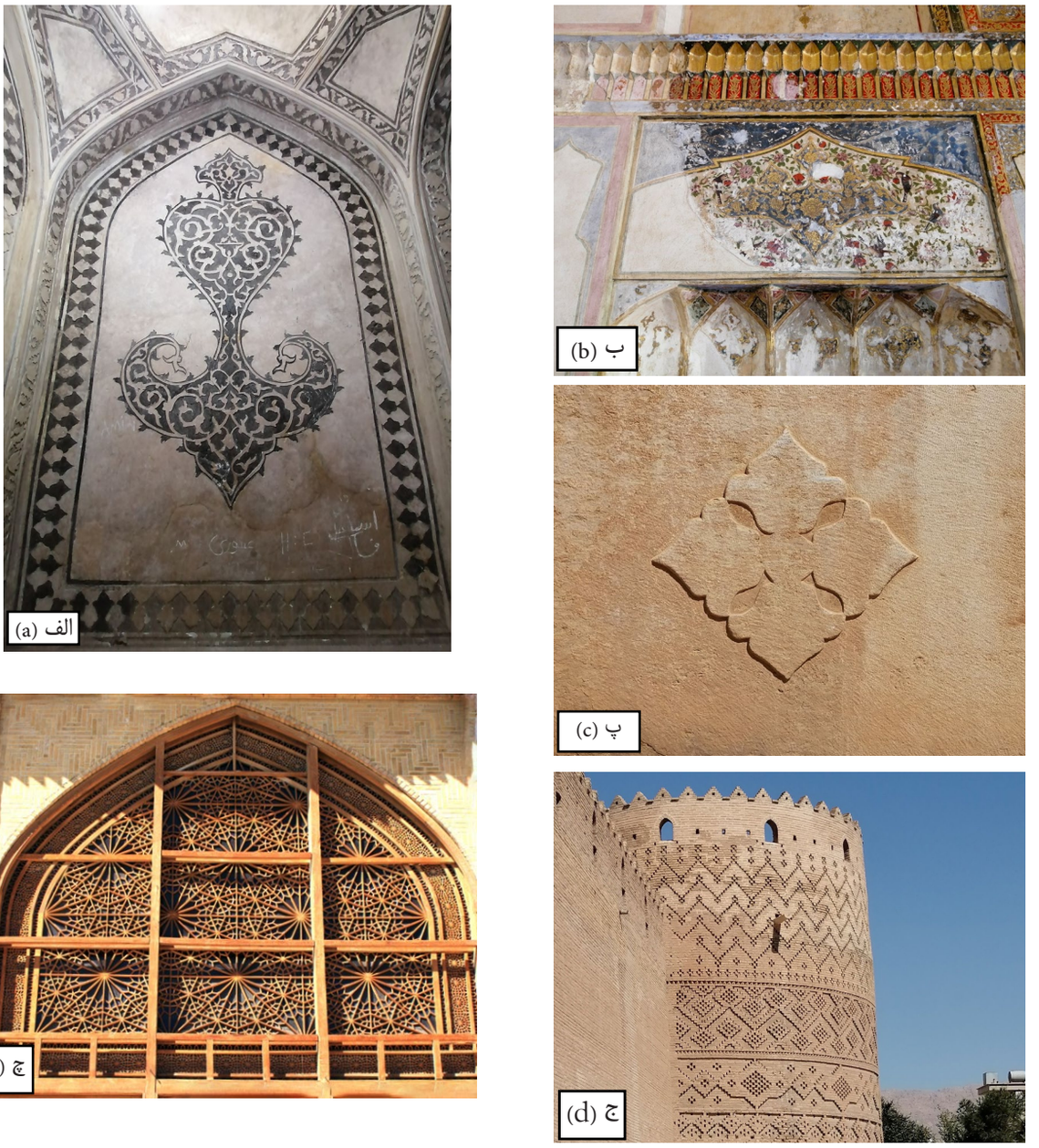
ارگ کریم خانی از بناهای مهم شیراز در دوره زندیه است که مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده است و در کتب و مقالات مختلف به بررسی این بنا پرداخته شده است. مطالعات صورت پذیرفته در این بنا در دو حوزه قابل بررسی است. یکی معرفی آثار دوره زندیه، ارگ کریم خانی و بررسی نقاشی دیواری است که می توان موارد مختلفی را برشمرد. برای نمونه شفیعی 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 نقوش گیاهی دوره زندیه را به طور خاص مورد مطالعه قرار 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. براساس مطالعات صورت گرفته می توان مشاهده نمود که در گذشته از رنگزاهای 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 اکر 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 (فرهمند 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 جیوه)، اخراها (زرد، قهوه ای، قرمز و ماشی)، زرنیخ (زرد زرنیخ) یا تری سولفور ارسنیک، نقره به صورت ورق، طلا به صورت ورق از رنگ های به کاربرده در زمان صفویه در دیوارنگاره ها و نگارگری بوده اند. اما در بررسی رنگدانه ها در دیوارنگاره های زندیه، شفیعی 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 براساس آنالیز آزمایشگاهیXRD 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 قاجاری و زند صورت پذیرفته است. اما تاکنون مطالعات علمی دقیقی به جهت شناخت کامل مواد رنگ ساز و شناسایی لایه های آن صورت نپذیرفته است و این امر دست‌مایه پژوهش حاضر قرار گرفت.

## ۳. 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 براساس 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(Clark؛2010 ,Chaplin et all 2006,& Mirabaud؛2009 Franquelo et all ؛2010 Josa et all ؛Haswell et all ؛2006).

تصویر میکروسکوپی از نمونه به وسیله میکروسکوپ نوری مدل-ZTX 3E020 ساخت کشور چین در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه هنر شیراز تهیه گردیده است. جهت تصویربرداری از بزرگنمایی ۲۰۰X استفاده گردید و لایه های تشکیل دهنده مورد شناخت قرار گرفتند. طیف‌سنجی مادون‌قرمز 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 $cm^{-1}$ ۴۰۰۰ بوده است. برای ارزیابی شکل بلوری و ترکیب عنصری نمونه مورد بررسی از آنالیز میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM مدلTESCAN-Vega3 ساخت شرکت چک و مجهز به طیف سنج 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
(Edg ND(25% Obj x50 VIS LWD Acc5 Acq 5s G1800 (450-850 nm) Hole 150)
ساخت کشور ژاپن در دانشگاه شیراز استفاده گردید.

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]
[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]




شکل ۱. انواع تزیینات در ارگ کریم خانی شیراز: (الف) آهک بری، (ب) نقاشی دیواری، (پ) حجاری، (ج) آجرکاری، (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

شکل۲. طراحی نقوش در دیوارهای ارگ کریم خان (منبع: نگارنده)
Fig 2. Design of motifs on the walls of the Karim Khan Citadel

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]

[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

## ۳. ارگ کریم خانی شیراز

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 کاملا ساده و خشن بوده که استحکام و قدرت را تداعی می کند و داخل بنا مملو از تزیینات است (شکل ۳) (شفیعی و اسفندیاری پور، ۱۳۸۴: ۱۱). در تاریخ گیتی گشا (مهم ترین نوشته دوره زندیه) آمده است که «سرای مزبور مشهور به ارگ به جهت حرمسرا وضع شده است » (نامی اصفهانی، ۱۵۶ :۱۳۶۳). کاخ اندرونی (حرمسرا) در دوره زندیه بنای مجزا و مستقلی بود که به وسیله 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 گران بها و مملو از تزیینات بودند (افخمی عمله، ۴۶ :۱۳۹۶).

در دوران قاجار به واسطه تغییرات حکومتی ایجاد شده، آغامحمدخان دستور تخریب بنا را صادر کرد. اما به واسطه استحکام فوق العاده بنا از تخریب در امان 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، ۴۸ :۱۳۸۷). در این دوره بعدها بنای ارگ به وسیله 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 (اسدپور، ۲۴۲ :۱۳۹۹).

در این بنا ویژگی خاص معماری ایرانی یعنی درون گرایی کاملا 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، ازاره 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 متاسفانه به واسطه 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 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 بیرونی و 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 به کار 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) به کار می رفتند متفاوت بود. دیدگاه قومی- مذهبی کریم خان در انتخاب نقوش تاثیر زیادی داشته به طوری که در این بنا نقوش دیوارنگاره ها کاملا گیاهی است و تنها از نقش پرنده (نقوش جانوری) استفاده شده است.

شکل۳. نمای بیرونی ارگ کریم خان زند (منبع: نگارنده)
Fig 3- Exterior view of Karim Khan Zand Castle

## ۴. 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 (شفیعی و اسفندیاری، ۵ :۱۳۸۴). به طور خاص می توان گفت معماری زندیه در حقیقت همان معماری دوره صفویه است که به صورت ساده، بی پیرایه 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). گچ نگاری یا نقاشی روی گچ در عصر زندیه (۱۷۹۵-۱۷۵۰میلادی/۱۱۷۳-۱۱۲۸ هجری شمسی) همپای کاشی نگاری و حجاری در راستای نگرش تازه هنرمندان این عصر متحول شد. گرچه از نمونه های نقاشی روی گچ بر ابنیه عصر زندیه در شیراز، چندان یادگارهای قابل ملاحظه و مطالعه ای به جای نمانده است، با این همه، چندین بنای بازمانده از این دوران نظیر ارگ کریم خانی و عمارت باغ نظر و نقاشی های مرمت و بازسازی شده تکیه هفت تنان منسوب به آقا صادق، به خوبی زمینه های برپایی و گسترش رنسانس اساسی و گسترده هنر گچ نگاری را آشکار می سازد (سیف، ۱۸ :۱۳۷۹).

هنر نقاشی که در دوره افشاریه دچار رکود شده بود، مجددا در دوره زندیه رونق گرفت (شایسته فر و شهبازی، ۱۳۹۵: ۲۲). در واقع نقاشی دیواری در دوره زند تداوم حرکتی است که از زمان شاه عباس دوم و شاه طهماسب با تأثیر از شیوه های نقاشی اروپایی آغاز شده، در دوره سلطنت نادر به رکود نشسته و در زمان استیلای سلاطین زندیه مجدداً بارور گشته است (شریف زاده، ۱۷۲ :۱۳۸۱).

نقاشی های صفوی از جمله مواردی است که تحت تاثیر اروپا قرار گرفت و اولین گام را از گذر سنت به سبک های مدرن برداشت. دوره ای که وارث تحولات تاریخی، هنری و مذهبی قرون وسطی است (جمالی، ۴۴۴ :۱۳۸۵). رنگ ها در این دوران تنوعات زیادی را شامل شدند و در آرایه های تزیینی پرتره نگاری از رنگ های روغنی وارداتی اروپایی استفاده شده است. شاه صفی که خود از علاقه مندان به هنر نقاشی بود در سال ۱۰۴۵ هجری قمری به تاجران هلندی سفارش قلم مو و رنگ روغن داد. گفته شده که

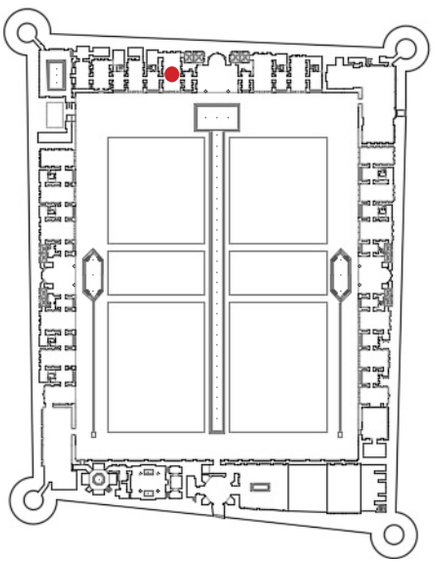
[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]
[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

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 همه جانبه از سنت نقاشی صفویه و اختلاط منظره سازی اروپایی با جزئیات نقاشی ایرانی نظیر مجلس بندی متقارن و عدم حجم سازی و سایه پردازی به شیوه نقاشی اروپایی و نیز شعور رنگ شناسی ممتاز ایرانی، به خلق شیوه های 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 دوران های قبل مرسوم گردیده و نقاشی گل و مرغ و نقوش با ویژگی های طبیعت پردازانه در اجرا وارد شده اند.

## ۵. نتایج و یافته ها

نمونه‌برداری از لایه‌های نقاشی دیواری در آثار تاریخی کاری بس مهم و قابل‌توجه است چراکه امکان برداشتن لایه‌های زیاد وجود ندارد. به همین علت برداشت دقیق از سطح اثر به همراه تمامی لایه‌های تشکیل‌دهنده مهم است. جهت نمونه‌برداری از رنگ ها در قسمت هایی که کم ترین دید را داشته در اتاق ها و پشت درب ورودی که مرتبط به نقاشی دوره زندیه است نمونه برداری شد (شکل۴ و جدول۱) جهت انجام آزمایش از رنگ های قرمز، سبز، آبی نمونه برداری انجام شد و با روش های مختلف دستگاهی آنالیز گردیدند.



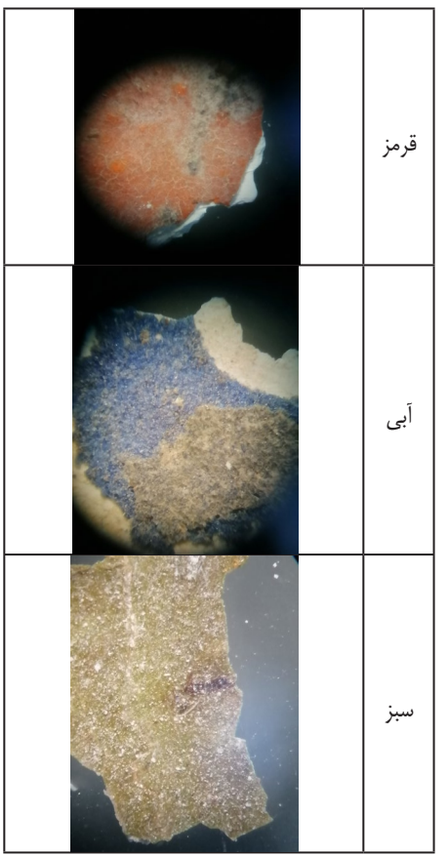
شکل۴. محل نمونه‌برداری از تزیینات نقاشی دیواری عمارت (منبع: نگارنده)
Fig 4. Sampling location of the mansion's mural decorations

جدول ۱. مشخصات نمونه برداری
Table 1. Sampling Specifications

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

## ۵. 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 تزیینات لایه ها بدین صورت اجرا شده است که بر روی لایه آجر یک لایه کاهگل قرار گرفته و سپس لایه گچ روی آن است و رنگ روی آن اجرا شده است (شکل ۵).




شکل ۵. تصویر میکروسکوپی از لایه بستر و رنگ بزرگنمایی ۲۰۰ X
Fig 5. Micr÷scopic image of the substrate and color layer, 200 X

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]
[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

## ۵. 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 $598\ cm^{-1}$ و $670\ cm^{-1}$ 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 $1112cm^{-1}$ نیز وجود سولفات کلسیم را به عنوان یک لایه که احتمالا در بستر به کار رفته است نمایان می کند. در این طیف نوار جذبی $cm^{-1}$ ۱۳۲۱ وجود ماده معدنی حاوی عنصر آهن را نشان می دهد که احتمالا در رنگدانه قرمز مورد استفاده قرار گرفته است (شیروانی، ۱۳۷ :۱۳۹۸).

نتایج آنالیز FT-IR برای رنگ آبی نیز نشان از این دارد که نوارهای ناحیه $cm^{-1}$ ۱۱۰۰ و $cm^{-1}$ ۱۰۰۰ وجود سولفات کلسیم در لایه بستر گچی رنگ، نوارهای ناحیه $cm^{-1}$ ۳۴۰۰ و ۳۵۳۱ مربوط به ارتعاشات کششی نامتقارن پیوند O-H در ترکیب است و $cm^{-1}$ ۵۹۶ سولفات کلسیم (گچ) $cm^{-1}$ ۶۶۹ نشانه سولفات کلسیم و نیز متأثر از حضور پیوند S-O است. نوار ناحیه $cm^{-1}$ ۱۶۲۰ احتمالا مربوط به پیوند هیدروکسیل موجود در ساختار شیمیایی $CaSO_4 2H_2O$ است و نوار جذبی ناحیه $cm^{-1}$ ۱۷۲۶و۱۶۳۰ $cm^{-1}$ احتمالا نشان از وجود روغن در ترکیب است که در نقاشی های تاریخی حاوی روغن و سفیداب شیخ گزارش شده است. نوار ناحیه ۱۵۳۸ $cm^{-1}$ 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، ۲۹۶ :۱۴۰۰).

در مورد رنگدانه سبز مورد بررسی، نوارهای ناحیه $cm^{-1}$ ۵۹۸ و $cm^{-1}$ ۶۷۰ سولفات کلسیم را به عنوان لایه رنگ سفید تشخیص می دهد که متاثر از حضور پیوند S-O است. نوار ناحیه $cm^{-1}$ ۱۱۰۰ نیز وجود سولفات کلسیم را به عنوان یک لایه که احتمالا در بستر به کار رفته است نمایان می کند. نوار ناحیه $cm^{-1}$ ۸۸۹ جذب C-O را نشان می دهد و نوار ناحیه $cm^{-1}$ ۱۵۱۰ وجود کربنات در نمونه را نشان می دهد. بنابراین می توان گفت ترکیب به کار رفته کربنات بازی مس یا مالاکیت با فرمول شیمیایی $Cu_2CO_3(OH)$ باشد و نوار جذبی ناحیه $cm^{-1}$ ۱۷۲۷ احتمالا نشان از وجود روغن در ترکیب است که احتمالا مربوط به آلودگی های سطحی اثر باشد.

## ۵. ج- نتایج آنالیز رامان

از طیف سنجی میکرو رامان جهت بررسی و شناسایی رنگدانه های آبی، قرمز و سبز استفاده گردید (جدول ۳ و ۴). در رنگدانه قرمز ناحیه جذبی۵۴۹ $cm^{-1}$ 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 all, 2016: 125). همچنین نوار ناحیه $cm^{-1}$ ۱۵۹۷ در پایگاه اطلاعاتی IRUG نشان دهنده ترکیبات اکسید آهن است که در رنگدانه مشاهده گردید.

رنگدانه آبی مورد بررسی در ناحیه جذبی $cm^{-1}$ ۱۰۰۹ و $cm^{-1}$ ۱۶۰۰ پیک شاخصه رنگی آبی اولترامارین بوده که در پایگاه اطلاعاتیIRUG مورد بررسی قرار گرفته است (www.IRUG.org). عموما در طیف رامان حاصل از هر سه لیزر تحریک با طول موج های ۵۳۲، ۶۳۳ و ۷۸۵ نانومتر اولترامارین دارای یک پیک شاخص و قوی در محدوده $cm^{-1}$ ۵۶۰ تا ۵۸۰ $cm^{-1}$ است که مربوط به $S^{2-}$ به عنوان عامل اصلی رنگ آبی است (Wang et all, 2022 & Gonzales et all, 2022). ماده معدنی رنگدانه آبی اولترامارین نیز $Na_7Al_6Si_6O_{24}S_3$ است. رادیکال های پلی سولفید ($S^{3-}$) که در ساختار آلومینوسیلیکات سودالیت قرار دارند، مسئول ایجاد رنگ آبی این رنگدانه هستند. اما حضور رادیکال های ($S^{2-}$) و تتراسولفور ($S^{4-}$) می تواند رنگ را به سمت زرد و قرمز تغییر دهد (مبشر مقصود و کوچکزایی، :۱۴۰۱ ۳۷۲). همچنین ناحیه جذبی $cm^{-1}$ ۵۶۴ نیز شاخصه رنگدانه اولترامارین است (کوچکزایی و همکاران، ۲۹۱:۱۴۰۰) که در پیک به دست آمده دیده می شود.

رنگدانه سبز مورد بررسی در دیوارنگاره ناحیه جذب $cm^{-1}$ ۸۸۲ و ۱۰۶۵ $cm^{-1}$ و $cm^{-1}$ ۱۷۰۸ و $cm^{-1}$ ۱۹۲۰ را نشان می دهد که در پایگاه اطلاعاتی

جدول۲. پیک آنالیز FT-IR منبع: (RRUFF ID: R050061.1, R050508.1, R050269.1)

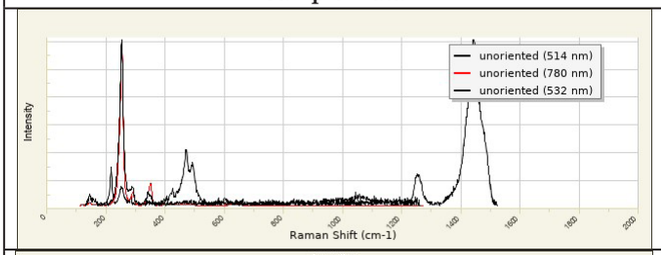
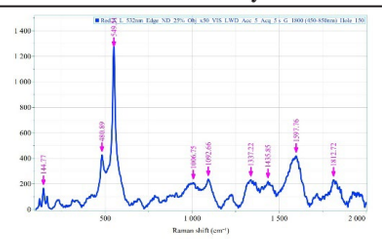
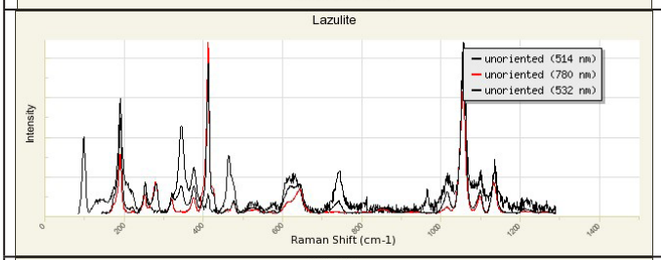
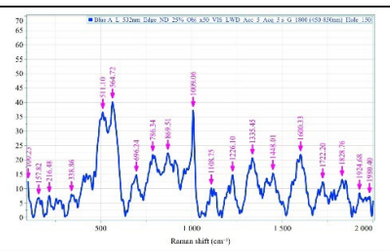
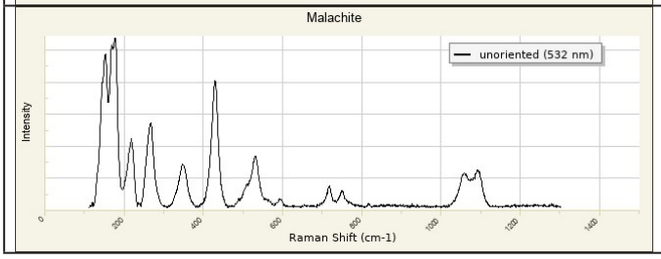
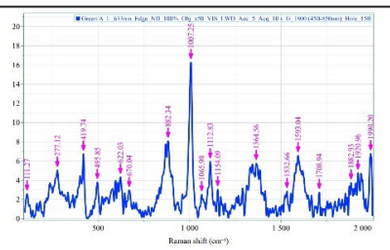
Table 2. FT-IR Analyses.(Source: RRUFF ID: R050061.1, R050508.1, And R050269.1)

| Sample Data | FT-IR Analyses | |
|---|---|---|
| Axinite-(Fe) | | Red Pig |
| Lazulite | | Blue Pig |
| Malachite | | Green Pig |

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]

[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

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($cm^{-1}$) | Raman ($cm^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| 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 |

IRUG مورد بررسی قرار گرفته (www.IRUG.org) و حضور مالاکیت را نشان می دهد.

### ۵. د- آنالیز SEM-EDS

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 اخرا خواهد بود. رنگدانه قرمز به صورت چند تنالیته در گل ها استفاده شده که از پررنگ تا کمرنگ است. وجود کلسیم نیز به علت حضور گچ در زیر لایه رنگ است.

حضور آلومینیوم، سیلیسیم و گوگرد در ساختار رنگدانه ها عناصر شاخص رنگدانه لاجورد ($Na_8 Al_6 Si_6 O_{24} S_2$) است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۱). این عناصر در ترکیب به دست 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.

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]

[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

جدول ۵. نتایج طیف سنجی پرتو تفرق ایکس EDS نمونه های مورد مطالعه براساس 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 |

## ۶. بحث در یافته‌ها

نتایج حاصل شده از آنالیز بر روی مواد رنگ ساز در ارگ کریم خانی نشان می دهد 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 می شد که طی فرآیند دشوار و زمانبر شامل خرد و آسیاب کردن سنگ لاجورد و همچنین ورزدهی با دست تهیه می شد (مبشر مقصود و کوچکزایی، ۱۴۰۱: ۳۷۱). لاجورد یا آبی اولتامارین از سنگ نیمه بلوری لاجورد (لاپیس لازولی) به دست می آید 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 می شود. 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، ۷۰ :۱۳۹۵) که ساختار و ترکیبی شبیه آزوریت (کربنات قلیایی مس) دارد با این تفاوت که میزان آب ترکیبی در آن بیشتر است (جتتنز و استات، ۷۸ :۱۳۷۸). 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. هرچند 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 گل‌سفید و گچ به‌عنوان بستر و لایه بوم‌کننده استفاده شده است (شفیعی و اسفندیاری پور، ۱۳۸۴).

## ۷. نتیجه‌گیری

بنای ارگ کریم خانی ساخته شده در دوران زندیه در شیراز با آرایه دیوارنگاری دو دوره زند و قاجار تزیین 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 می تواند نقشی مهم در دستیابی به دلایل حفظ و ماندگاری طولانی آن ها داشته باشد. براساس یافته ها در دوره زندیه، از رنگ های معدنی جهت تزیین 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 می شود. نتایج به دست 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 به دست آمده عبارت است از: رنگ قرمز (رنگدانه سرنج (Red Lead (Orange Mineral و مقدار کمی اخرا (اکسیدآهن $Fe_2O_3$)، رنگ آبی (رنگدانه لاجورد (Ultramarine Blue)، رنگ سبز (رنگدانه سبزکوهی Malachite). رنگدانه سرنج تترا اکسید سرب قرمز ($Pb_3O_4$(Lead tetroxide است که از گداختن سفیداب سرب به دست می آید. این رنگدانه رنگ مخملی روشنی دارد و از قدرت پوشانندگی خوبی برخوردار است. رنگدانه آبی لاجورد مخلوطی از کانی آبی رنگ لازولیت است که با نام اولتامارین شناخته می شود. رنگدانه سبز کربنات مس قلیایی طبیعی (معدنی) با ترکیب شیمیایی $Cu_2(CO_3)(OH)_2$ است که ساختار مشابه کربنات مس قلیایی آبی رنگ دارد اما میزان آب در آن بیشتر است. بنابراین با توجه به اینکه ساختار رنگ ها به صورت ترکیبات معدنی بوده است می توان اذعان داشت یکی از مهم ترین دلیل 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.

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]
[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

## سپاسگزاری

لازم است از ریاست محترم سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی 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 همکاری‌های صمیمانه ایشان داشته باشم.

## تعارض منافع

وجود ندارد

## حامیان مادی و معنوی

وجود ندارد

## References/منابع

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 رنگ‌های به‌کاررفته در نقاشی‌های دیواری مجموعه باغ و عمارت تاریخی رحیم آباد بیرجند. پژوهه باستان‌سنجی. 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: یساولی].

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 قشقایی، 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 کریم‌خان شیراز براساس عکس ها و مستندات تاریخی. نشریه پژوهش‌های 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., Martinón-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*. 37: 235-239. https://doi.org/10.1002/jrs.1473?urlappend=3%Futm_source3%Dresearchgate.net26%utm_medium3%Darticle

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].

[فرهمند 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 Saeedi, 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 رنگ‌های به‌کار رفته در یک قطعه نگارگری عهد تیموری با استفاده از روش‌های 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(JIAU), *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 کریم‌خان با درون مایه مایه های فرهنگ ایلاتی زندیه،

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]

[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

نشریه معماری و شهرسازی ایران، دوره ۹ (۱۵): ۱۹۳-۲۰۹].
Gettens R, Estat J.L. (۱۹۹۱).Painting Materials. Farahmand Publisher. [In Persian].
[جتتنز، آر. ج و استات، جی. ال . (۱۳۷۸). فرهنگ فشرده رنگدانه ها ی هنری. ترجمه حمید فرهمند بروجنی، انتشارات فرهمند 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.
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 نقاشی های کاخ کریم خانی در دو دوره زندیه و قاجاریه براساس آنالیزهای آزمایشگاهی. مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی شرق شناسی، 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 نجف آباد].
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 رنگدانه های قرمز، آبی و طلایی دیوارنگاره قاجاری شومینه خانه گوهریون تبریز. نشریه علوم و فناوری رنگ. ۱۴۰۰؛۱۵(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].
[مبشر مقصود المیرا، کوچکزایی علیرضا (۱۴۰۱). مروری بر رنگدانه ها ی سنتی: آبی اولتامارین و سبز زمردی. نشریه مطالعات در دنیای رنگ، ۱۲(۴): ۳۸۵-۳۶۹].
Mostafavi, S, M, T.(1964). Pars Region, Tehran, 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 تزیینی ایوان های شمالی و جنوب شرقی گنبد سلطانیه. پژوهش های باستان شناسی 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 دیوارنگاره ها ی 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). زیبایی شناسی بصری و مفهومی نقاشی های رنگ و روغن بقعه هفت تنان شیراز. فصلنامه مطالعات هنر اسلامی ۱۲(۲۴): ص ۲۱-۳۲].

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]
[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

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. پژوهه باستان سنجی ۵ (۱): ۱۲۹-۱۴۲].

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 تزیینات معماری در بناهای زندیه با نگاهی بر عمارت دیوانخانه. نشریه هنرهای زیبا- هنرهای تجسمی، ش ۲۵ (۴)، صص۲۷-۳۴].

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. https://Www.IRUG.org/jcamp-details

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]

[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

absorption bands at 882 cm-1, 1065 cm-1, 1708 cm-1, and 1920 cm-1, indicating the presence of malachite.

**D- SEM-EDS analysis**

Elements identified in the EDS analysis of the red pigment also show magnesium, aluminum, silicon, sulfur, calcium, chlorine, lead, potassium and iron. The presence of lead indicates the presence of lead oxide or sinter in the red pigment and a small amount of iron indicates other compounds in the red color, which will likely be the presence of ochre. The red pigment is used in multi-tonality in flowers, ranging from dark to light. The presence of calcium is also due to the presence of gypsum under the color layer. The presence of aluminum, silicon, and sulfur in the structure of pigments is the key element of the lapis lazuli pigment ($Na_8Al_6Si_6O_{24}S_2$). These elements are also observed in the composition obtained from SEM-EDS analysis of the blue pigment. The elements identified in the green pigment are magnesium, aluminum, silicon, sulfur, calcium, and copper.

## Conclusion

According to findings, during the Zand period, mineral paints were used to decorate buildings in the form of murals. The final results obtained are: red color (Red Lead (Orange Mineral)) and a small amount of ochre (iron oxide $Fe_2O_3$), blue color (Ultramarine Blue), green color (Malachite). The red lead pigment is lead tetroxide $Pb_3O_4$, which is obtained by melting lead white. This pigment has a light velvety color and good covering power. Lapis lazuli blue pigment is a mixture of the blue mineral lazulite, also known as ultramarine. The green pigment is a natural (mineral) alkali copper carbonate with the chemical composition $Cu_2(CO_3)(OH)_2$, which has a similar structure to blue alkali copper carbonate but has a higher water content. Therefore, considering that the structure of the paints was in the form of mineral compounds, it can be acknowledged that one of the most important reasons for their durability is this structure.

## Acknowledgment

I would like to express my sincere gratitude to the esteemed chairman of the Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Fars Province, the esteemed management and colleagues in the Technical Deputy Department of the Cultural Heritage Department of Shiraz City, and colleagues in the Laboratory Department of Shiraz University for their sincere cooperation. There is no conflict of interest.

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]

[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

in painting on canvas. This sample of oil paints was used in painting on canvas. Considering the arrival of these paints in Iran, the purpose of this research is to identify the pigments and substrate of the wall paintings of the Karim Khani castle in order to understand the characteristics of the paints and the reason for their durability under the plaster layer of the Qajar period. The questions raised are: what types of materials were used in painting during the Zand dynasty? Given the arrival of new oil paints from Europe in the Zand dynasty court, were these paints used in mural paintings?

**Materials and methods**

To identify and examine the pigments in the murals, sampling principles were followed, and then they were analyzed and examined based on instrumental methods. A microscopic image of the sample was taken using a ZTX-3E020 optical microscope made in China at the central laboratory of Shiraz University of Art. A magnification of 200X was used for imaging and the constituent layers were identified. Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) analysis was performed using a Tensor II model device manufactured by the German company Bruker at the central laboratory of Shiraz University. The range used was between 400 and 4000 cm-1. To evaluate the crystal shape and elemental composition of the studied sample, a scanning electron microscope (SEM) model TESCAN-Vega3, manufactured by TESCAN, Czech Republic, and equipped with an energy dispersive X-ray spectrometer (EDS) was used at Shiraz University. To examine the elemental compositions, a Confocal Raman Spectroscopy and Microscopy device (Lab Ram HR model) with a laser wavelength of 532 nm and a power of 100 mW Acq 5s G1800 (450-850 nm) Hole 150) (Edg ND 25% Obj x50 VIS LWD Acc 5 made in Japan was used at Shiraz University.

**Results and Discussion**

A- Microscopic Examination of Mural Paintings

In these decorations, the layers were applied in such a way that a layer of straw was placed on the brick layer, then a layer of plaster was placed on it, and paint was applied on it.

**B-FTIR analysis results**

The red pigment of the citadel, the bands in the region of 598 cm-1 and 670 cm-1, identify calcium sulfate as a white color layer, which is affected by the presence of S-O bonds and is due to the presence of a gypsum layer in the underlying color layer. The band in the region of 1112 cm-1 also indicates the presence of calcium sulfate as a layer that was probably used in the substrate. In this spectrum, the absorption band in the region of 1321 cm-1 indicates the presence of a mineral containing iron, which was probably used in the red pigment. The results of FT-IR analysis for blue paint also indicate that the bands in the region of 1100 and 1000 cm-1 are the presence of calcium sulfate in the gypsum base layer, the bands in the region of 13400 and 3531 cm are related to the asymmetric stretching vibrations of the O-H bond in the compound, and the 1596 cm is calcium sulfate (gypsum), the 669 cm-1 is a sign of calcium sulfate and is also affected by the presence of the O-S bond. The band in the region of 1620 cm-1 is probably related to the hydroxyl bond in the chemical structure of CaSO4.2H2O, and the absorption band in the region of 1726 and 630 cm-1 is probably an indication of the presence of oil in the compound, which has been reported in historical paintings containing oil and Sheikh's whitewash. The band in the region of 1538 cm-1 is related to the increase in the life of the effect and the creation of metal carboxylates due to the proximity of the pigment and oil, which should not be confused with the vibrations related to protein. In the case of the green pigment under study, the bands in the 598 and 670 cm-1 region identify calcium sulfate as a white color layer, which is affected by the presence of S-O bonds. The band in the 1100 cm-1 region also indicates the presence of calcium sulfate as a layer that is probably used in the substrate. The band in the 889 cm-1 region shows C-O absorption, and the band in the 1510 cm1 region shows the presence of carbonate in the sample. Therefore, it can be said that the compound used is basic copper carbonate or malachite with the chemical formula Cu2CO3 (OH) 2, and the absorption band in the 1727 cm-1 region probably indicates the presence of oil in the compound, which is probably related to surface contamination of the effect.

**C-Raman analysis results**

In the red pigment, the absorption region at 549 cm-1 indicates the red structure of lead or syringe in the sample under study. Also, this peak is due to the stretching vibrations of Pb, which are the identification characteristics of syringe. Also, the band at 1597 cm-1 in the IRUG database indicates iron oxide compounds that were observed in the pigment. The blue pigment studied in the absorption region of 1009 cm-1and 1600 cm-1 is the blue color characteristic peak of ultramarine, which generally has a strong characteristic peak in the Raman spectrum obtained from all three excitation lasers with wavelengths of 532, 633 and 785 nm, ultramarine in the range of 560 to 580 cm-1, which is related to S3- as the main blue color factor. The blue pigment mineral ultramarine is also Na7Al6Si6O24S3. Polysulfide radicals (S2-) in the alum in silicate structure of sodality are responsible for the blue color of this pigment. However, the presence of (S2-) and tetra sulfur (S4-) radicals can shift the color towards yellow and red (Mobasher Maghsoud & Koochakzaei, 2023: 372). The green pigment examined in the mural shows

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]

[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]

# 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

m_shirvani@shirazartu.ac.ir* ,ORCID: 0000000313299243

**Received: 2025.10.5**

**Accepted: 2026.01.20**

doi: https://10.66224/kcr.8.3.1

**Knowledge of Conservation and Restoration**

pISSN: 2538-6093 eISSN: 3060-6217

This journal adheres to COPE guidelines. Access to this article is free for all. Any non-commercial use of it is permitted, provided appropriate attribution is given.

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

## Introduction

The most important and most extensive example of decorative arrangements in the Karim Khani castle of Shiraz, which has been considered in the present study, is the mural painting that was used in all the rooms of the building on its four sides, as well as the porches. These arrays were destroyed in some parts during the post-Zand era, and in some places they were covered with a layer of plaster and replaced with new paintings (shirvani, 2012: 23). Therefore, two historical periods can be observed from the perspective of wall painting in this building. The liberation of decorations from the plaster layer has been carried out for many years under the supervision of the General Department of Cultural Heritage of Fars Province, and this process has been carried out in many parts. In general, the colors used in these wall decorative motifs in the Zand period include red, green, and blue, white and black (Shafiei & Esfandiyari, 2004: 116). Which in some cases has been used on the gilding layer. After the arrival of oil paints imported from Europe in the Safavid era in the Iranian court (Kajbaf & Saeed, 2018: 109). This sample of oil paints was used

[ Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17 ]

[ DOI: 10.66224/kcr.8.3.1 ]