

تجزیه و بازتولید فام‌های تشکیل‌دهنده رنگ آبی در کاشی‌کاری

مساجد شیعی دوره صفوی

با بررسی نمونه‌های موردی (مساجد علیقلی آقا، جامع اصفهان، مسجد شیخ لطف‌الله، امام و لبنان)

محمد رضا بمانیان^۱ (نویسنده مسئول)، علی عربعلیزاده مه‌آبادی^۲، میلاد الفت^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۲۴

چکیده

در مواجهه با آثار معماری سنتی مشاهده می‌شود که توجه ویژه‌ای به رنگ و نور در فضا و بناها می‌شده است. رنگ‌ها گاهی به صورت رنگ آمیزی، مصالح رنگی، شیشه‌های رنگی و یا کاشی‌های رنگی به کار برده می‌شدند. اگرچه امروزه کمتر به این مقوله توجه می‌شود اما شناخت این بخش از معماری می‌تواند راه‌گشای استفاده‌ی مجدد از آن باشد. استفاده از کاشی در معماری قدمتی دیرینه دارد. اما کاشی‌ها در آثار معماری کمتر مورد بررسی واقع شده‌اند. از این رو لازم است تا از زوایای مختلف به آن‌ها توجه گردد که از جمله می‌توان به طیف رنگ‌ها، نقوش و ... که در آن‌ها به کار گرفته شده است، اشاره کرد. با توجه به ابعاد و گستره وسیع وجوه ابعادی، برای پژوهش در این تحقیق به مطالعه در خصوص طیف رنگ آبی (فیروزه‌ای، لاجوردی) به کار رفته در مساجد دوران صفوی پرداخته شده است و هدف از آن شناسایی و تجزیه فام‌های به کار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌های این آثار بوده و راهنمایی برای انجام پژوهش‌های آتی در زمینه نحوه ارتباط رنگ‌های به کار گرفته شده در کاشی‌های ایرانی دوره صفوی و تولید رنگ دقیق آبی بکار رفته در این دوران برای مرمت مجدد آثار صفوی می‌باشد. روش تحقیق بکار گرفته شده در این پژوهش از نوع توصیفی - تحلیلی بوده و با بررسی نمونه‌های موردی مساجد صفوی سعی در به تصویر کشیدن چگونگی تغییرات طیف رنگ آبی در آن‌ها پرداخته شده است. روش جمع‌آوری اطلاعات بصورت کتابخانه‌ای و میدانی با ابزار مشاهده و تکنیک عکسبرداری انجام گرفته است که با استفاده از تحلیل محتوای کیفی و ابزار نرم افزاری Excel 2007 و Photoshop CS4 به تجزیه و تحلیل اطلاعات دریافتی مبادرت شده است. نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن هستند که کم رنگ‌ترین رنگ آبی بکار رفته در کاشیکاری نمونه‌های مورد بررسی دارای مشخصات RGB، R=۲۱۳، G=۲۴۶، B=۲۲۲ بوده و پر رنگ‌ترین رنگ آبی بکار رفته دارای مشخصات RGB، R=۱۷، G=۲۲، B=۷۸ می‌باشد که برای مرمت و تولید دقیق این رنگ‌ها مطابق با کاشیکاری عصر صفوی باید این اعداد در نظر گرفته شوند.

واژه‌های کلیدی:

کاشیکاری، صفوی، فام، آبی، مسجد علیقلی آقا، مسجد جامع اصفهان، مسجد شیخ لطف‌الله، مسجد امام، مسجد لبنان.

۱. استاد، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. bemanian@modares.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. Arabalizadeh@gmail.com

۳. کارشناسی ارشد، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. molfat88@gmail.com

۱- مقدمه

۱-۱- بیان مسئله تحقیق

با هنر کاشیکاری یکی از هنرهای دیرینه ایرانیان از گذشته تا به امروز بوده است. اما بعد از گذشت سال‌ها بسیاری از این شاهکارهای هنری بر اثر عوامل طبیعی و یا انسانی تخریب گشته و مسئله بازسازی و مرمت آن‌ها به یک دغدغه اساسی تبدیل شده است. در این میان تولید رنگ دقیق بکار گرفته شده در وضعیت پیشین بنا بسیار دشوار بوده و ممکن است ظاهر بنای تاریخی را دچار اغتشاش و یا لکه‌دار شدن کند. از این رو بحث تجزیه و تحلیل فام‌های بکار رفته در رنگ کاشیکاری‌ها به منظور تولید و استفاده مجدد آن‌ها به همان شکل اولیه بسیار اهمیت پیدا می‌کند. از آن جایی که رنگ‌های متنوعی در کاشیکاری‌ها مورد استفاده قرار گرفته و تجزیه و تحلیل تمامی آن‌ها در قالب یک مقاله نمی‌گنجد، بنابراین هدف از این پژوهش شناسایی فام‌های بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری مساجد دوران صفوی به عنوان نمونه‌ای از رنگ‌های حائز اهمیت و کاربرد فراوان در معماری اسلامی می‌باشد. در ادامه هدف پژوهش بر آن است تا با معرفی هنر کاشی کاری و انواع آن به بحث پیرامون این هنر تزئینی پرداخته شده و با بررسی فام رنگ‌های بکار رفته در مساجد صفوی در شهر اصفهان و به عنوان نمونه موردی رنگ آبی به تجزیه و تحلیل میزان فام‌های بکار رفته (سبز، قرمز، آبی) در مد RGB این رنگ پرداخته شود تا بتوان بواسطه آن، رنگ دقیق بکار گرفته شده در گذشته را مجدداً تولید کرده و در مرمت و احیای بناهای تاریخی صفوی بکار گرفت. سؤالاتی که این پژوهش به دنبال آن بوده و براساس آن‌ها شکل گرفته است به قرار زیر می‌باشند:

- تاریخچه و انواع کاشیکاری در معماری ایران به چه صورتی بوده است؟
- فام طیف رنگ آبی مساجد دوره صفوی در چه بازه‌ای می‌باشد؟
- راهکار رسیدن به فام رنگ آبی دوره صفوی در دوران معاصر چگونه می‌باشد؟
- چگونه می‌توان براساس اعداد و ارقام کمی، میزان فام رنگ آبی کاشیکاری دوران صفوی را اندازه‌گیری کرد؟

۱-۲- بررسی تاریخچه موضوع

معماری ایران همواره با تزئینات متنوع و زیبا عجین بوده است، همچنان که سایر هنرهای سنتی آن نیز از دیر زمان هنرهای کاربردی- تزئینی بوده‌اند. شیوه‌های رایج تزئین در معماری شامل حجاری، گچبری، آجرکاری،

کاشیکاری و نقاشی از قدیمی ترین دوران وجود داشته است (جوادی، ۱۳۷۹: ۱۳). در هنر مقدس از جمله تزئینات کاشی، بر مساجد، باری معنوی پیدا می‌کند به گونه‌ای که متأثر از عملکرد نقش‌ها، به صورت حرکات اسلیمی‌ها و ختایی‌ها، به واسطه نوع رنگ بندی، شدت و ضعف می‌یابد (جمالی و مراثی؛ ۱۳۹۰: ۹۴). کاشیکاری یکی از ویژگی‌های مهم معماری ایرانی بویژه در دوره اسلامی به شمار می‌رود که از طریق آن، نقش، رنگ و بافت خاصی برای بناها شکل گرفت. این نکته بخصوص در ایران که در بیش‌تر مناطق آن از مصالح آجر و خشت با رنگ یکنواخت استفاده می‌شد، برای گسترش جنبه‌های زیبایی‌شناسانه و نمادین آثار بسیار اهمیت داشت (ویلبر، ۱۳۸۹).

تزئینات به جای مانده از زمان هخامنشیان حکایت از کاربرد آجرهای لعاب دار رنگین و منقوش دارد. نمونه جالبی از کاشی‌های دوره هخامنشی صحنه "شیران و تیراندازان" کاخ شوش است. کاشی‌های دوره هخامنشی اغلب زرد، سبز و قهوه‌ای بوده و لعاب روی آجرها از گچ و خاک پخته تشکیل می‌شده است (مقتدائی، ۱۳۹۱). کاربرد کاشی در معماری آسیای صغیر در آغاز منحصر بود به بناهای یادمانی مذهبی که بزرگمردان ایرانی در مناطق شرقی آن سرزمین برپا داشته بودند (پرهام، ۱۳۷۸).

براساس آثار به جای مانده از معماری ایران چنین به نظر می‌رسد که از دوره سلجوقیان هنرمندان به رموز ساخت آجرهای لعاب‌دار آشنا بوده‌اند، همچنین برخی منابع تاریخی حکایت از آن دارد که در اوایل دوره اسلامی بناها با نوعی کاشی آراسته می‌شده‌اند (نظامی، ۱۳۸۸). یکی از قدیمی‌ترین نمونه‌های کاشیکاری نگین را در تزئینات بنای خواجه اتابک مشاهده می‌شود (جوادی، ۱۳۸۲).

در دوره ایلخانیان فن کاشیکاری از نظر کاربرد و تنوع دچار تحول شده و از این زمان به بعد استفاده از رنگ‌های دیگری چون زرد، نیلی، قهوه‌ای، سیاه و سفید رواج می‌یابد و کاشیکاری در این دوره علاوه بر سطح خارجی به سطوح داخلی بنا نیز گسترش پیدا می‌کند. در آغاز عصر تیموری هنر کاشیکاری، به شکل کاشیکاری معرق نمایان می‌گردد. سوای اصفهان و تبریز در سایر شهرهای ایران از دوران تیموری به بعد، ابنیه اسلامی با مدد از کاشی معرق تزئین شد (هدایت، ۱۳۶۳).

کاشیکاری معرق که مقدمات آن از سده هفتم هجری شروع شده بود در دوره تیموری به بالاترین شکوه خود می‌رسد که از جمله آنها می‌توان به بناهای مذهبی شهرهای هرات، سمرقند،

سبک بنائی نام دارد و معروف‌ترین آنها کند و کلیل است. (مصاحب) کاشی بنائی نیز به شیوه معرق ساخته می‌شود ← کاشی معرق (مقتدائی، ۱۳۹۱).

۲-۲- کاشی زرین فام^۱:

لعاب زرین فام نوعی لعاب براق با جلای فلزی بود که گاه درخشش طلاگونه داشت. این لعاب، دارای ویژگی‌های منحصر به فرد و چشمگیری است که آن را شاخص نموده است. جذابیت این نوع لعاب در آن است که بدون به کارگیری طلا در ساخت آن؛ بعد از پخت، جلایی زرگون و فلزی بر روی سفال ظاهر می‌گردد (نیک‌خواه، خزایی، حاتم و نیستانی، ۱۳۹۰).

۲-۳- کاشی معرق

معرق کاری عبارت است از قطعه‌های بریده شده کاشی که از نقوش مختلف و رنگ‌های متفاوت تراشیده و کنار یکدیگر به شکل قطع‌های بزرگ درآمده و روی دیوار نصب می‌شود تا زینت بخش بنا گردد. این نقوش از نقش‌های گره‌کشی و گاهی از نقش‌های مختلف مانند گل و بوته‌سازی اسلیمی‌ها و ختایی‌ها هستند که هر کدام جداگانه می‌توانند بنایی را زینت بخشند (ماهرالنقش، ۱۳۸۱).

۲-۴- کاشی هفت رنگ یا خشتی

نوعی کاشی رنگارنگ و تزئینی که در دوره حکومت شاه عباس رواج یافت و جایگزین کاشی‌های معرق گردید این کاشی از تلفیق خشت‌های ظریف لعاب‌داری که هر یک از آنها قسمتی از طرح کلی را بر خود دارد ساخته می‌شود این‌گونه کاشی، کاشی خشتی نیز نامیده شده است (مقتدائی، ۱۳۹۱). یکی از دلایل توسعه این نوع کاشی، آن بود که آرایه و تزئین مسجد جامع عباسی اصفهان با کاشی که مساحتی حدود ۵۰۰۰۰ مترمربع را شامل می‌شد، به شیوه معرق ممکن نبود، به همین دلیل با استفاده از کاشی هفت رنگ در تزئین این بنا تسریع نمودند (زمرشیدی، ۱۳۹۱: ۶۹).

۲-۵- کاشی یک رنگ

نوعی کاشی لعاب‌دار در تزئین بناهای دوره اسلامی که مقدمات استفاده از این نوع کاشی برای پوشش نمای بناها از همان اوایل دوره اسلامی شروع گردید و بتدریج از دوره سلجوقی به بعد به طور گسترده در تزئین بناها مورد استفاده قرار گرفت. این کاشی نوعی آجر لعاب‌دار است که شیوه ساخت آن از اواسط هزاره دوم قبل از میلاد در تمدن‌های بابل و ایلام و اواخر هزاره دوم و اوایل هزاره اول در حسنلو و زیویه و سپس در دوره هخامنشی تجربه شده بود. در رنگ لعاب این کاشی بیشتر از رنگ آبی فیروزه‌ای استفاده شده است (مقتدائی، ۱۳۹۱).

مدرسه غیاثیه خرگرد، مسجد گوهرشاد (با تاریخ ۸۲۱ هجری) اشاره کرد. در اواخر دوره تیموری و آغاز عصر صفوی نوع دیگری از کاشی معروف به کاشی خشتی یا هفت رنگ در تزئین بناهای ایران متداول گردید و کم کم جانشین کاشی معرق گردید. با استفاده از این شیوه تولید کاشی از نظر اقتصادی و زمانی مقرون به صرفه بود. استفاده از کاشی هفت رنگ تا دوره قاجاریه ادامه داشت. تکنیک‌های مورد استفاده در دوره قاجار هفت رنگ و زیر لعابی بود که گاهی با طرح‌های قالبی ترکیب می‌شد (Porter, 1995). گسترش کاشی‌های زیر لعابی دوره قاجار در ادامه تکنیک و کاربرد دوره صفویه است (میش مستنهی و مرتضوی، ۱۳۹۰).

۲- انواع کاشی



تزئین در هنر اسلامی برای بیان فضای قدسی است. زینت که به عنوان یکی از پایه‌های تصویری هنر اسلامی ارزیابی شده وسیله یا بیانی تصویری است برای شرافت بخشیدن به ماده: سطح، رنگ، خط، حجم، آجر، گل، گچ، کاشی و ... تا به افق‌های برتر اعتلا یابند و رنگ و هویت معنایی و نهایتاً شخصیت فوق طبیعی بیابند و معنوی و الوهی شوند (ره‌نورد، ۱۳۷۸: ۷۸-۷۷). تزئین یکی از عوامل مهم در معماری ایران است که نمای ساختمان را از حالت خشک و بی روح خارج می‌کند و به آن هویت و ویژگی خاصی می‌دهد (بمانیان و همکاران، ۱۳۹۰: ۲). یکی از این نوع تزئینات در کاشی خلاصه شده است. برای تولید رنگ‌های متنوع در کاشی‌ها و تهیه لعاب از اکسید فلزاتی چون اکسید سدیم، سرب، قلع، روی، پتاسیم و اکسید منیزیم استفاده می‌شود، همچنین اکسید فلزاتی چون مس، کوبالت، آهن، نیکل و ... (شیرازی‌نسب، ۱۳۸۵).

در مساجد اصفهان، سه قسم کاشی وجود دارد: اول کاشی یکرنگ، دوم کاشی‌های الوان که در حال حاضر آن را کاشی موزائیک می‌نامند و سوم کاشی هفت رنگ (سپینتا، ۱۳۴۳). اما به منظور توضیحات بیشتر انواع کاشی‌های تزئینی عبارتند از:

۲-۱- کاشی بنائی

نوعی کاشی تزئینی که در دوره صفویه به کمال خود رسید. این نوع کاشی دارای طرح‌های هندسی است که از تلفیق اشکال هندسی، که مساحت هر یک از آنها میان ۴ تا ۸ سانتیمتر است، ساخته می‌شود. طرح‌های این نوع کاشی به طرح‌های خاتم می‌ماند، با این تفاوت در خاتم سازی فقط مثلث به کار می‌رود، ولی برای ساختن کاشی‌های بنائی، علاوه بر مثلث، مربع نیز به کار می‌برند. هر یک از طرح‌های

جدول ۱: معرفی کاشی‌های تزیینی (نوروزی طلب و آل شیخ، ۱۳۹۲)

نوع کاشی	تصویر کاشی	مشخصات کاشی	ترکیبات رنگی
کاشی معرق		- قطعه‌های بریده شده کاشی از نقوش مختلف و رنگ‌های متفاوت در کنار یکدیگر	
کاشی زرین فام		- نوعی لعاب براق با جلای فلزی و گاه درخشش طلاگونه	
کاشی هفت رنگ یا خشتی		- تلفیق خشت‌های ظریف لعابدار که هریک از آنها قسمتی از طرح کلی را بر خود دارد	
کاشی معقلی		- ساخت و تهیه کاشی با ابعاد بسیار کوچک و پهلوی هم قرار گرفتن این کاشی‌های کوچک	

۳- رنگ

رنگ در طبیعت همیشه بستگی به نور دارد. هر نوری در طبیعت بر اساس طول موج خود دارای رنگی است. اشیاء مرئی یا نور منتشر می‌کنند که بواسطه نور خود به رنگی دیده می‌شوند و یا قسمتی از نور تابیده شده به خود را منعکس می‌کنند که باز به واسطه طول موج نوری که بازتابانده‌اند به رنگی دیده می‌شوند (رادی، ۱۳۹۳). هر رنگ دارای سه صفت یا سه بُعد بصری مستقلاً تغییرپذیر است: فام، درخشندگی و اشباع (Munsel, 1915).

۳-۱- فام

رنگ‌ها دارای صفات فام، درخشندگی و اشباع هستند. رنگ‌های اصلی در واقع فام‌های اولیه هستند که شامل زرد، قرمز و آبی می‌شوند و از ترکیب آنها فام‌های ثانویه بدست می‌آید. درخشندگی، درجه تیرگی و روشنی را مشخص می‌سازد. بیشترین درخشندگی متعلق به رنگ زرد است و کمترین را بنفش دارد. اشباع میزان خلوص فام آن را مشخص می‌کند. در طبیعت خلوص رنگی به ندرت وجود دارد (استوار، ۱۳۹۱).

فام‌های ثانویه عبارتند از: نارنجی، سبز و بنفش که که از اختلاط مقادیر مساوی از دو فام اولیه حاصل می‌شوند. فام‌های ثالثه از اختلاط فام‌های اولیه و ثانویه به دست می‌آیند: زرد- نارنجی (پرتقالی)، نارنجی- قرمز، قرمز- بنفش (ارغوانی)، بنفش- آبی (لاجوردی)، آبی- سبز (فیروزه‌ای)، سبز- زرد (مغز پسته‌ای). دوازده فام نامبرده را با ترتیبی معین در چرخه‌ی رنگ، نشان می‌دهند. در چرخه‌ی رنگ، فام‌های ثانویه و ثالثه‌ای که بین یک زوج فام اولیه جای گرفته‌اند، دارای روابط خویشاوندی هستند و در کنار هم ساده‌ترین هماهنگی رنگی را پدید می‌آورند (Munsel, 1915).

۴- بررسی متغیرهای تحقیق

در این پژوهش متغیر مستقل فام‌های رنگ آبی (قرمز و سبز و آبی) در کاشیکاری‌های پنج مسجد علیقلی‌آقا، جامع اصفهان، شیخ لطف‌الله، امام و لبنان می‌باشد که بر متغیر وابسته کاشی کاری مساجد شیعی دوره صفوی تأثیر گذاشته و موجب بهبود کیفیت آن‌ها می‌شود. می‌توان بیان کرد که هر رنگ آبی شناسایی شده در کاشیکاری‌های مساجد، از سه فام قرمز (Red) و سبز

۵- آثار مورد بررسی

از آنجایی که شهر اصفهان پایتخت اصلی در دوره صفویه بوده و عمده بناهای شاخص این دوره در آن قرار دارد، شهر اصفهان انتخاب گشته و بر اساس مصاحبه با اساتید معماری و شهرسازی شش نمونه از مساجد شاخص در این دوره انتخاب شدند. آثاری که برای بررسی انتخاب شده‌اند "مسجد علیقلی آقا"، "مسجد جمعه یا مسجد جامع اصفهان"، "مسجد رنگرزان"، "مسجد امام یا مسجد شاه یا مسجد جامع شیخ لطف‌الله"، "مسجد لنبان" می‌باشند. البته بدلیل آن که مسجد جامع اصفهان در دوره سلجوقی دچار تغییراتی زیادی شده است، در نتایج نهایی از بررسی‌ها خارج شد.

(Green) و آبی (Blue) تشکیل می‌شود که میزان این فام‌ها در هر کدام از رنگ‌های آبی کاشیکاری کم یا زیادتر است. بنابراین برای بررسی متغیرهای تحقیق، عکس دیجیتالی آن‌ها را به نرم افزار Photoshop منتقل کرده و میزان فام موجود در هر کدام از رنگ‌های آبی صرفاً در مد RGB که حاصل رنگ‌های موجود در طبیعت و ترکیبات آن‌ها می‌باشد، سنجیده می‌شود. در ادامه برای توصیف فام قرمز و سبز و آبی به ترتیب از حروف G و R و B استفاده شده است. با مقایسه این فام‌ها در رنگ‌های مختلف آبی می‌توان بازه کمی مشخصی را برای آن در نظر گرفت تا مرمت کاران براساس دستورالعمل مشخصی آن‌ها را تولید کرده و استفاده کنند.



مسجد علیقلی آقا

مسجد جامع اصفهان



مسجد امام

مسجد حکیم



مسجد لنبان

مسجد شیخ لطف‌الله

تصویر ۱. نمونه کاشی کاری‌های مساجد صفوی مورد بررسی در شهر اصفهان (منبع: نگارندگان)

مشاهده به وسیله تکنیک عکسبرداری نیز استفاده شده است که با استفاده از تحلیل محتوای کیفی و تحلیل نرم‌افزاری به تجزیه و تحلیل اطلاعات دریافتی مبادرت شده است.

در این پژوهش تحلیل‌ها بوسیله نرم افزار Adobe Photoshop CS5 و Microsoft Excel 2009 انجام گرفته است. با توجه به ماهیت پژوهش در این تحقیق طیف رنگی آبی بطور خاص در معماری دوران صفوی بررسی شده است و میزان تغییرات در این دوران مشخص شده‌اند.

۶- روش تحقیق

روش تحقیق بکار گرفته شده در این پژوهش از نوع توصیفی - تحلیلی بوده و با بررسی نمونه‌های موردی "مسجد علیقلی آقا"، "مسجد حکیم یا مسجد جامع رنگرزان"، "مسجد جمعه یا مسجد جامع اصفهان"، "مسجد شیخ لطف‌الله"، "مسجد امام یا مسجد شاه یا مسجد جامع عباسی" سعی در به تصویر کشیدن چگونگی تغییرات طیف رنگ آبی در آن‌ها پرداخته شده است. روش جمع‌آوری اطلاعات از نوع کتابخانه‌ای بوده و از روش میدانی با ابزار

۷- یافته‌ها و بحث

برای انجام این پژوهش، به دلیل اهمیت در افزایش دقت کار، تصمیم به استفاده از رایانه گرفته شد. برای این کار نیازمند داشتن تصاویر دیجیتالی از کاشی‌های مورد بررسی بود که دو روش برای این کار وجود دارد.

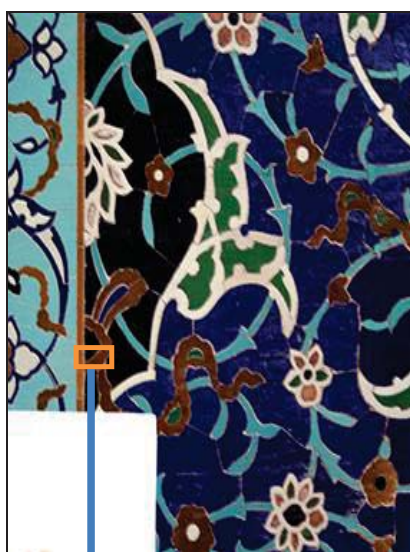
۱- روش اسکن دیجیتال

۲- روش عکس‌برداری دیجیتال

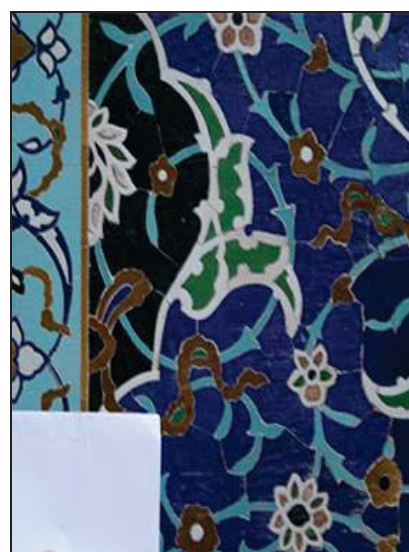
روش اول از دقت بالاتری برخوردار است اما به دلیل اینکه کاشی‌ها بر روی دیوار قرار دارند و همچنین کمبود امکانات موجود، امکان استفاده از این روش وجود نداشت. بنابراین روش دوم برای این کار انتخاب شد. مشکلاتی که در این روش وجود دارد، بروز رنگ‌های ناخواسته بر اثر نورپردازی متفاوت و عکاسی در فضای باز و شرایط نوری

متغیر می‌باشد. برای بالا بردن دقت و کاهش خطاهای ذکر شده، در هنگام عکاسی از دو صفحه به عنوان صفحات مرجع استفاده شد. که نقش تصحیح خطاها در هنگام پردازش رنگها در رایانه را بر عهده داشتند. یکی از این صفحات، صفحه ای کاملا سفید بوده و صفحه دیگر، کارتی که روی آن سه رنگ اصلی آبی سفید زرد وجود داشت. تا حد امکان سعی شده تا تصاویر در یک بازه زمانی نزدیک به هم و در شرایط نور روز با آسمان صاف گرفته شوند.

در مرحله بعد به منظور بررسی طیف رنگی از نرم افزار فوتوشاپ استفاده شد. در ابتدا تصاویر گرفته شده به نرم افزار وارد شدند و سپس به منظور حذف رنگ‌ها و تونه‌های ناخواسته، تصحیح رنگی با توجه به صفحات مرجع انجام شد.

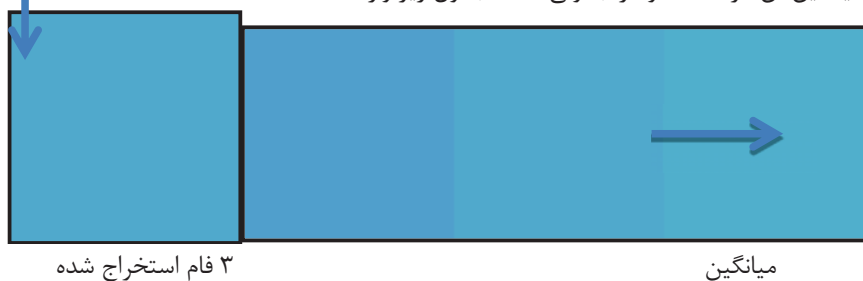


عکس بعد از اصلاح



عکس قبل از اصلاح

سپس بررسی فام آغاز شد. بدین منظور از هر قسمت از عکس که رنگ آبی در آن وجود داشت سه بار فام استخراج شد و میانگین آن گرفته شد و در جدولی مانند جدول زیر وارد شد.



۳ فام استخراج شده

میانگین

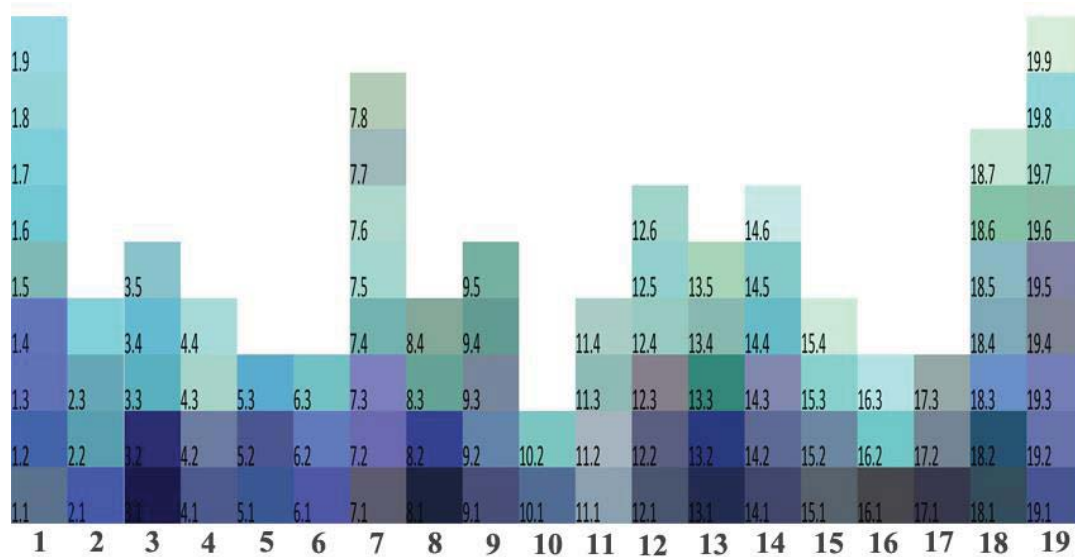
تصویر ۲. یک نمونه تحلیل رنگی عکس بوسیله صفحه سفید مرجع در نرم افزار Adobe Photoshop CS5 (منبع: نگارندگان)

جدول بر اساس نزدیکی فام‌ها و تورنالیته در کنار یکدیگر قرار گرفتند و در نهایت طیف رنگی آنها از بیشترین تا

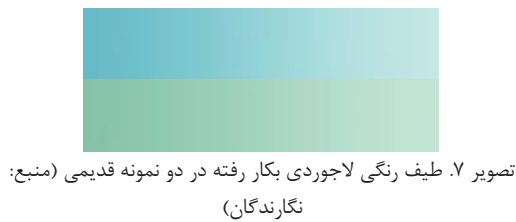
در کل برای هر عکس با توجه به میزان تنوع رنگ‌های آبی موجود در آن تعدادی جدول به دست آمد. سپس این

داشتند، مشاهده می‌شود (هر ستون، تعداد رنگ‌های موجود در هر عکس-کاشی).

کمترین شدت استخراج شد. در جدول زیر ۱۹ نمونه از میان ۱۰۰ مورد عکس-کاشی آنالیز شده که تنوع رنگی بیشتری



تصویر ۳. تنوع رنگی موجود در نمونه کاشیکاری‌های موارد بررسی شده (منبع: نگارندگان)



۸- دسته‌بندی و ارائه نتایج حاصل از رنگ‌ها
پس از استخراج تصویر شماره ۳ از نرم افزار Adobe Photoshop CS5 جداول مربوط به مد RGB در هر ستون آن به تفکیک استخراج شده و در نرم افزار Microsoft Excel 2009 برده شدند و از حاصل برآیند رنگ‌ها میانگین گرفته شده و نمودار مربوط به میانگین هر یک استخراج شدند. جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۱ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.



جدول ۲: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۱ (منبع: نگارندگان)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	میانگین
قرمز	91	66	94	94	126	110	120	144	148	10
سبز	114	98	114	120	185	201	211	217	222	165
آبی	143	170	208	216	180	212	220	220	232	200

جدول ۵: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۴ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4
قرمز	77	108	166	165
سبز	88	123	214	223
آبی	141	162	202	219

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۵ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۶: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۵ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3
قرمز	58	75	89
سبز	86	86	172
آبی	146	145	206

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۶ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۷: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۶ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3
قرمز	75	96	114
سبز	84	122	193
آبی	180	196	194

جدول ۸: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۷ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4	5	6	7	8
قرمز	92	105	122	113	162	173	157	179
سبز	90	105	128	179	217	217	185	204
آبی	111	182	195	175	209	205	185	183

جدول ۹: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۸ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4
قرمز	28	54	99	132
سبز	35	64	164	169
آبی	63	146	150	154

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون دو می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۳: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۲ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4
قرمز	60	118	102	125
سبز	83	195	167	213
آبی	197	216	182	222

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۳ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۴: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۳ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4	5
قرمز	17	27	89	98	136
سبز	22	37	176	187	194
آبی	78	118	190	208	202

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۴ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۸ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۱۳ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۱۴: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۱۳ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4	5	
قرمز	35	40	50	136	165	85
سبز	43	55	135	185	215	127
آبی	82	127	123	176	185	139

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۱۴ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۱۵: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۱۴ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4	5	6	
قرمز	65	94	128	101	130	195	119
سبز	71	106	136	187	201	241	157
آبی	108	149	175	199	201	235	178

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۱۵ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۱۶: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۱۵ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4	
قرمز	87	108	130	201	132
سبز	97	135	216	242	173
آبی	107	161	209	221	175

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۱۶ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۱۷: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۱۶ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	
قرمز	70	111	172	118
سبز	71	201	241	171
آبی	77	201	238	172

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۹ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۱۰: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۹ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4	5	
قرمز	72	98	118	98	117	97
سبز	77	131	134	155	177	124
آبی	120	169	155	146	161	148

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۱۰ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۱۱: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۱۰ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	
قرمز	81	122	102
سبز	107	198	153
آبی	149	192	171

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۱۱ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۱۲: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۱۱ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4	
قرمز	139	166	141	168	154
سبز	161	180	186	206	183
آبی	177	191	181	197	187

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۱۲ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۱۳: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۱۲ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4	5	6	
قرمز	73	90	133	149	145	158	125
سبز	85	94	127	203	210	215	156
آبی	110	128	139	193	205	203	163

جدول ۱۸: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۱۷ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3
قرمز	55	115	149
سبز	56	133	167
آبی	78	148	167

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۱۸ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

جدول ۱۹: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۱۸ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4	5	6	7
قرمز	51	37	104	125	137	133	195
سبز	77	82	142	169	184	195	233
آبی	92	112	202	184	194	168	214

جدول زیر مربوط به رنگ آبی کاشی کاری‌های مد RGB در نقاط مربعی ستون ۱۹ می‌باشد که میزان قرمزی و آبی و سبزی بکار رفته در رنگ آبی کاشیکاری‌ها را نشان داده و در آخر حاصل میانگین آن‌ها را به تصویر می‌کشد.

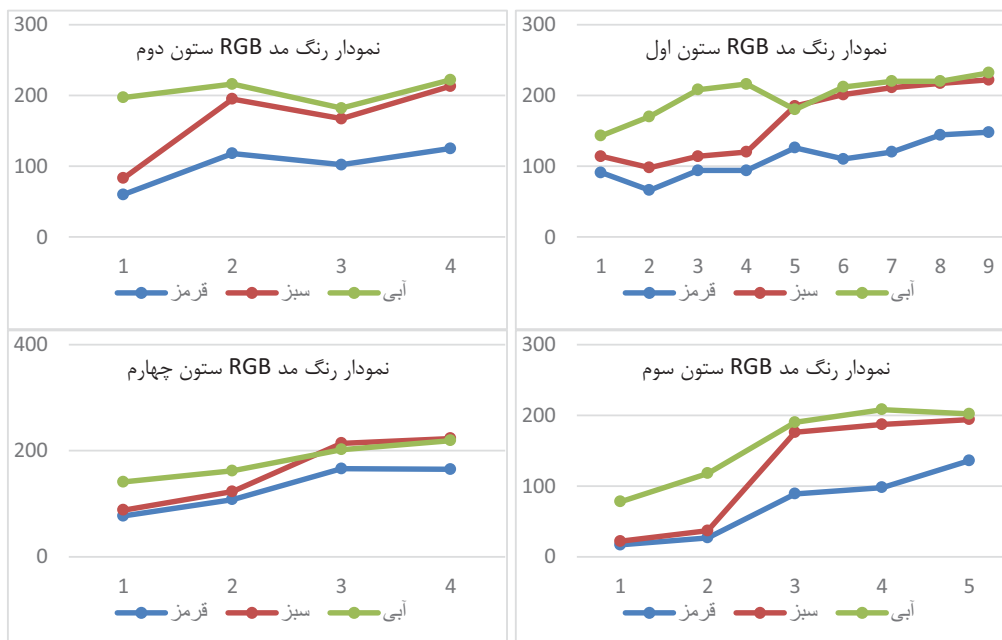
جدول ۲۰: رنگ‌های مد RGB در هر نقطه ستون ۱۹ (منبع: نگارندگان)

میانگین	1	2	3	4	5	6	7	8	9
قرمز	71	103	115	126	129	138	151	138	213
سبز	85	113	125	133	132	187	211	225	246
آبی	146	172	185	149	167	169	195	223	222

شدت قرمزی و سبزی و آبی) بکار رفته در کاشیکاری‌های بناهای دوره صفوی در شهر اصفهان در هر کدام از نمونه‌های موردی می‌باشند.

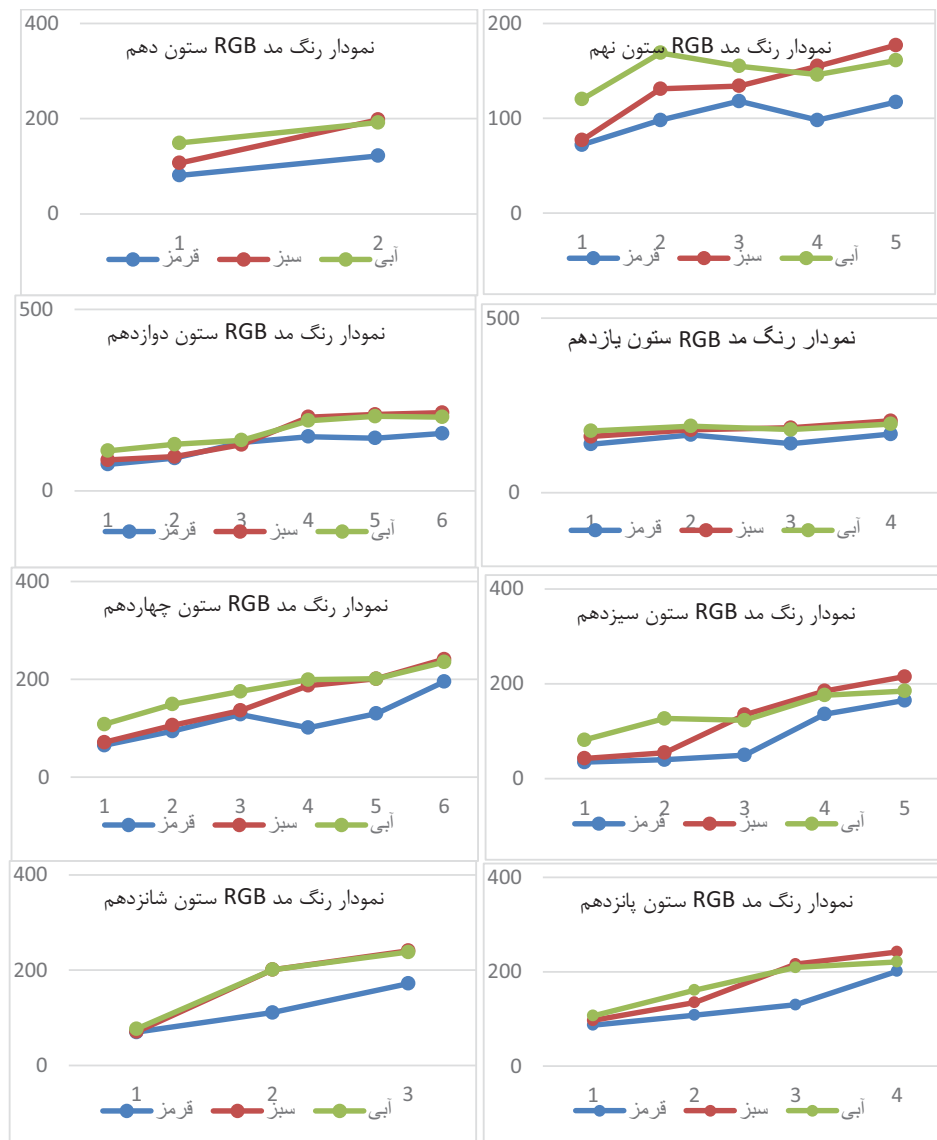
۸-۱- استخراج نمودارها

نمودارهای زیر از جداول مربوطه و توسط نرم افزار Microsoft Excel 2009 استخراج شده‌اند. نقاط پایانی در هر نمودار، گویای میزان میانگین رنگ‌های مد RGB (میزان





تصویر ۸. نمودارهای مد RGB در هر ستون (منبع: نگارندگان)



تصویر ۹. نمودارهای مد RGB در هر ستون (منبع: نگارندگان)



تصویر ۱۰: نمودارهای مد RGB در هر ستون (منبع: نگارندگان)

۹- یافته‌های تحقیق

نتایج حاصله بصورت کلی در جدول ۲۱ جمع‌بندی شده و میانگین فام قرمز و سبز و آبی تشکیل‌دهنده هر کدام از طیف‌های آبی کاشیکاری با یکدیگر مورد ملاحظه قرار می‌گیرند.

همانطور که مشاهده می‌شود میانگین بیشترین و کمترین میزان فام سبز و قرمز و آبی کاشیکاری کاری‌ها برای رنگ قرمز بصورت $154 < R < 60$ ، و برای رنگ سبز $183 < G < 88$ و برای رنگ آبی $204 < B < 120$ می‌باشد.

جدول ۲۱: میانگین‌های فام قرمز (R) و سبز (G) و آبی (B) تشکیل‌دهنده هر کدام از طیف‌های آبی کاشیکاری

فام رنگی (RGB)	فام رنگ قرمز (R)	فام رنگ سبز (G)	فام رنگ آبی (B)
ستون ۱	۱۰	۱۶۵	۲۰۰
ستون ۲	۱۰۱	۱۶۵	۲۰۴
ستون ۳	۷۳	۱۲۲	۱۵۹
ستون ۴	۱۲۹	۱۶۲	۱۸۱
ستون ۵	۷۴	۱۱۵	۱۶۶
ستون ۶	۹۵	۱۲۳	۱۹۰
ستون ۷	۱۴۸	۱۶۶	۱۸۱
ستون ۸	۶۰	۸۸	۱۲۰
ستون ۹	۹۷	۱۲۴	۱۴۸
ستون ۱۰	۱۰۲	۱۵۳	۱۷۱
ستون ۱۱	۱۵۴	۱۸۲	۱۸۷
ستون ۱۲	۱۲۵	۱۵۶	۱۶۳
ستون ۱۳	۸۷	۱۲۷	۱۳۹
ستون ۱۴	۱۱۹	۱۵۷	۱۷۸
ستون ۱۵	۱۳۲	۱۷۳	۱۷۵
ستون ۱۶	۱۱۸	۱۷۱	۱۷۲
ستون ۱۷	۱۰۶	۱۱۹	۱۳۱
ستون ۱۸	۱۱۲	۱۵۵	۱۶۷
ستون ۱۹	۱۳۲	۱۶۲	۱۸۱
میانگین کمترین مقدار فام	۶۰	۸۸	۱۲۰
میانگین بیشترین مقدار فام	۱۵۴	۱۸۳	۲۰۴

همچنین طبق جدول ۲۲ کم رنگ ترین آبی بکار رفته در کاشیکاری‌ها دارای مشخصات $R=213, G=246, B=222$ بوده و پر رنگ ترین رنگ آبی بکار رفته دارای مشخصات $R=17, G=22, B=78$ می‌باشد که برای مرمت و تولید دقیق این رنگ‌ها مطابق با کاشیکاری عصر صفوی باید این

اعداد در نظر گرفته شوند. می‌توان بیان کرد که با وجود این مقادیر دیگر نیازی برای ترس از تولید رنگ‌های بکار رفته در کاشیکاری‌ها دقیقاً مطابق با نمونه‌های اصیل و قدیمی آن‌ها وجود نداشته و با این روش می‌توان رنگ آبی را در همین بازه فام رنگی تولید کرده و بکار گرفت.

جدول ۲۲: تجزیه فام‌های بکار رفته در کم رنگ‌ترین آبی کاشیکاری‌ها و پر رنگ‌ترین آبی کاشیکاری‌ها

فام پر رنگ‌ترین آبی بکار رفته در کاشیکاری	فام کم رنگ‌ترین آبی بکار رفته در کاشیکاری	فام رنگی (RGB)
۱۷	۲۱۳	فام قرمز (R)
۲۲	۲۴۶	فام سبز (G)
۷۸	۲۲۲	فام آبی (B)



تصویر ۱۱. مقایسه بین طیف رنگی موجود و مرمت شده و قدیمی (منبع: نگارندگان)

همچنین در نمونه‌های قدیمی‌تر رنگ لاجوردی به سمت سبز تمایل بیشتری پیدا کرده است.



تصویر ۱۲. تفاوت بین طیف رنگی قدیمی و حال حاضر (منبع: نگارندگان)

در بعضی از موارد رنگها به سمت خاکستری، سبز و ارغوانی تمایل پیدا کرده بودند که در ظاهر کل کاشی مشخص نمی شد. اما با استخراج رنگ‌ها میزان تفاوت قابل ملاحظه‌تر می شد.

در بررسی‌ها مشاهده شد که در بعضی از کاشی‌ها، طیف رنگی هر کاشی با کاشی دیگر بسیار متفاوت است که احتمالاً این امر ناشی از کیفیت پایین ساخت یا تولید کاشی با مصالح متفاوت و با شرایط مختلف می باشد.



تصویر ۱۳. تفاوت در طیف رنگی کاشی‌های مجاور هم در حال حاضر (منبع: نگارندگان)

همچنین در خود کاشی‌ها نیز تفاوت‌های رنگی زیادی در یک بخش که باید به یک رنگ باشند مشاهده می شد، که به دلیل همگن نبودن رنگدانه‌ها می باشد.

۱۰- نتیجه‌گیری

تاریخ استفاده از هنر کاشیکاری در ایران به پیش از اسلام بر می‌گردد که تزئینات به جای مانده از زمان هخامنشیان حکایت از کاربرد آجرهای لعاب دار رنگین و منقوش داشته و حتی پیشینه آن به معبد چغازنبیل نیز می‌رسد. در این پژوهش هدف آن بود بر اساس معیارهای کمی دقیق به تجزیه و بازتولید رنگ آبی کاشی کاری‌های مساجد عصر صفوی (با استفاده از فام رنگی آن‌ها) پرداخته شود تا بتوان با این روش به مرمت صحیح این ابنیه و در آینده آثار معماری ایران پرداخته شود. این تحقیقات می‌تواند فراتر رفته و در سایر دوران‌های معماری ایران و در رنگ‌های متفاوت کاشی کاری بررسی گردد. براساس این ارقام کمی که توسط نرم افزار Photoshop بدست می‌آید و حاکی از نسبت‌های بکار رفته از فام قرمز و سبز و آبی می‌باشد، می‌توان طیف‌های مختلف رنگ آبی را مجدداً در دوران معاصر بازتولید کرد.

نتایج پژوهش حاکی از آن هستند که کم رنگ ترین رنگ آبی بکار رفته در کاشیکاری نمونه‌های مورد بررسی دارای مشخصات RGB، R=۲۱۳، G=۲۴۶، B=۲۲۲ بوده و پر رنگ‌ترین رنگ آبی بکار رفته دارای مشخصات RGB، R=۱۷، G=۲۲، B=۷۸ می‌باشد که برای مرمت و تولید دقیق این رنگ‌ها مطابق با کاشیکاری عصر صفوی باید این اعداد در نظر گرفته شوند.

همچنین میانگین بیشترین و کمترین میزان فام سبز و قرمز و آبی کاشیکاری کاری‌ها برای رنگ قرمز بصورت $154 < R < 60$ ، و برای رنگ سبز $183 < G < 88$ و برای رنگ آبی $204 < B < 120$ می‌باشد.

در آثار بررسی شده، بسیاری از آن‌ها مرمت شده بودند و رنگ‌های آنها بسیار شفاف و درخشان بود اما آثاری که مرمت نشده بودند یا از مرمت آنها مدت زیادی می‌گذشت بر اثر مرور زمان و اثر آفتاب، رنگ و جلای خود را از دست داده بودند و طیف رنگی آنها بسیار به هم نزدیک بود که در عکس زیر نمونه‌ای از مقایسه آنها مشاهده می‌شود.

۱۱- پیشنهادات برای مطالعات آتی

در این مقاله به دلیل فرصت کم امکان بررسی تمام طیف‌های رنگی، وجود نداشت اما بررسی آنها می‌تواند راهی برای مطالعه ارتباط رنگ‌های به کارگرفته شده در کاشی‌های ایرانی و ایجاد حس آرامش آن‌ها و دلایل زیبایی شناختی در آن‌ها باشد. همچنین استفاده از ابزارهای دقیق‌تر مانند اسکنرهای دیجیتال برای دقت بیشتر توصیه می‌گردد. بررسی کاشی کاری مساجد در دوره‌های تاریخی دیگر نیز می‌تواند امکان مقایسه تطبیقی با این پژوهش را فراهم آورد. در این مطالعه تنها به بررسی مساجد دوره صفوی پرداخته شده است، اما می‌توان آن را به سایر آثار دوره صفوی مانند حمام‌ها، بازارها و ... نیز تعمیم و بسط داد.



تصویر ۱۴. نمونه‌ای از کاشی تخریب شده و در حال تخریب به علت کیفیت ساخت پایین (منبع: نگارندگان)

پی نوشت:

۱. لعاب زرین‌فام یا لعاب‌های با جلای فلزی، در واقع لایه‌ای نازک از اتم‌های فلزات درخشان است که بر سطح لعاب پایه ایجاد می‌گردند و سفال بعد از پخت لعاب، سطحی مانند فلز جلا داده شده، یافته و مانند آینه عمل می‌کند. دلیل این ویژگی آن است که در اثر احیای نمک‌ها و اکسیدهای فلزی، فلز خالص بر روی سطح لعاب قرار گرفته و به زیبایی می‌درخشد. سطح لعاب‌های معمولی مانند فیلتر عمل کرده و نور را جذب می‌کنند، بنابراین هیچ گونه درخششی ندارند. ولی سطح لعاب زرین‌فام به گونه‌ای است که نور تقریباً به طور کامل از روی آن منعکس می‌گردد. این لعاب، طیف وسیعی از رنگ‌ها را از انعکاس کامل (مانند آینه) تا ظاهری محو و قوس و قزحی، نمایان می‌سازد (نیک‌خواه، خزایی، حاتم و نیستانی، ۱۳۹۰).

فهرست منابع:

- آن، جیمز (۱۳۸۳). سفالگری اسلامی، ترجمه: مهناز شنایسته‌فر، موسسه مطالعات هنر اسلامی، تهران.
- استوار، مسیب (۱۳۹۱). رنگ، انتشارات رازنامه: تهران.
- اسلاون، کیم (بی‌تا). نور، رنگ، طرح (رنگ شناسی).
- ایتن، (بی‌تا). کتاب رنگ، ترجمه: محمد حسین، انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، تهران.
- بمانیان، محمدرضا؛ مومنی، کوروش و سلطان‌زاده، حسین (۱۳۹۰). بررسی تطبیقی نقوش کاشیکاری دو مسجد- مدرسه چهار باغ و سید اصفهان، مجله: مطالعات تطبیقی هنر، سال اول، شماره دوم، صص. ۱۶-۱.
- پرهام، سیروس (۱۳۷۸). کاشیکاری ایران در آسیای صغیر و امپراتوری عثمانی، مجله: نشر دانش، سال شانزدهم، شماره ۳ (۴)، صص. ۲۵-۲۸.
- جمالی، شادی و مراثی، محسن (۱۳۹۰). مقایسه رابطه فضای مثبت و منفی در کاشیکاری مسجد امام خمینی^(ه) با مسجد و مدرسه شهید مطهری تهران، مجله: فصلنامه علمی پژوهشی نگره، شماره ۱۸، صص. ۹۴-۸۳.
- جوادی، شهره (بی‌تا). ظهور رنگ در تزئینات خارجی بنا (بررسی مقبره خواجه اتابک از قدیمی ترین نمونه‌های کاشی نگین در ایران)، مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی.
- جوادی، شهره (۱۳۷۹). قبه سبز قدیمی‌ترین نمونه کاشیکاری معرق در ایران، مجله: هنرهای زیبا، شماره ۷، صص. ۲۰-۱۲.
- دهخدا، علی‌اکبر (۱۳۷۷). لغت‌نامه دهخدا، جلد سیزدهم، چاپ دوم از دوره جدید، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- رادی، مطهر (بی‌تا). مبانی نظری نور و رنگ در هنر اسلامی.
- رهنورد، زهرا (۱۳۸۷). حکمت هنر اسلامی. تهران: انتشارات سمت.
- زمرشیدی، حسین (۱۳۹۱). سیر تحول کاشیکاری در آثار معماری دوره صفویه تا امروز، مجله: مطالعات معماری ایران، شماره ۲، صص. ۶۵-۷۸.
- ساتن، تینا و ام. ولان، برید (۱۳۸۰). هارمونی رنگ، ترجمه: مریم مدنی، انتشارات مارلیک.
- سپنتا، عبدالحسین (۱۳۴۳). کاشیکاری در گذشته و حال، مجله وحید، شماره ۱۳، صص. ۸۰-۷۳.
- شیرازی‌نسب. هنگامه (۱۳۸۵). نقاشی و لعاب روی سفال با الهام از نقوش مقبره شیخ صفی الدین اردبیلی، دانشگاه پیام نور تهران مرکز.
- کاربونی، استفانو (۱۳۸۱). کاشی‌های ایرانی، ترجمه: مهناز شایسته‌فر، مؤسسه مطالعات هنر اسلامی، تهران.
- کاشیکاری، هنر از یاد رفته‌ی ایران (اروپا در هنر کاشیکاری از ایران پیشی گرفته است)، مجله نامه اتاق بازرگانی، شماره ۷۹، صص. ۲۳-۳۰.
- کیانی، محمدیوسف (۱۳۷۹). پیشینه سفال و سفالگری در ایران (ویرایش دوم)، نسیم دانش، تهران.
- کیانی، محمدیوسف؛ سلطان‌زاده، حسین و دیگران (۱۳۶۸). معماری ایران در دوره اسلامی (فهرست بناها)، میراث فرهنگی، تهران.
- کیانی، محمدیوسف؛ کریمی و قوچانی (۱۳۶۲). مقدمه‌ای بر هنر کاشیکاری ایران، موزه رضا عباسی، تهران.
- ماهرالنقش، محمود (۱۳۸۱). کاشی و کاربرد آن، تهران، انتشارات سمت، ص ۵۰.
- مقتدائی، علی‌اصغر (۱۳۹۳). شناخت و ارزیابی کاربردی هنرهای اسلامی ایران (۲)، دانشگاه پیام نور.

- میش مستنهی، مسلم و مرتضوی. محمد (۱۳۹۰). سیرتحول، بررسی تاریخی و طبقه بندی کاشی‌های زیرلعابی در ایران، نشریه هنرهای زیبا - هنرهای تجسمی، شماره ۴۶، صص. ۳۵-۴۶.
- نادری، بقراط (۱۳۵۷). مختصری راجع به کاشی، پخت و انواع کاشی مشهد؛ مجله‌ی هنر و مردم، شماره ۱۸۸.
- نظامی عروضی سمرقندی، احمدبن عمر (۱۳۸۸). چهار مقاله و تعلیقات، به اهتمام دکتر محمدمعین توسط دکتر مهدخت معین، تصحیح علامه محمد قزوینی، انتشارات صدای معاصر.
- نوروزی‌طلب، حمیدرضا و آل شیخ، ریحانه (۱۳۹۲). بررسی نقوش در کاشی‌های منتخب آستان قدس رضوی، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، رشته ارتباط تصویری دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- نیکخواه، هانیه؛ خزایی، محمد؛ حاتم، غلامعلی و نیستانی، جواد (۱۳۹۰). بازتاب شکل‌گیری دو پدیده اجتماعی بر سفال‌های زرین فام دوره‌ی سلجوقیان؛ پیدایش طبقه متوسط و مردمی شدن هنر، مطالعات تاریخ فرهنگی؛ پژوهشنامه‌ی انجمن ایرانی تاریخ، ۳(۹): صص. ۱۰۷-۱۲۵.
- ویلبر، دونالد (۱۳۶۳). سیر تحول کاشیکاری در معماری ایران، ترجمه: ربابه خاتون پیله فروش، مجله: کتاب ماه هنر، شماره ۱۶۰، ص. ۳۵.
- هدایت، هادی (۱۳۶۳). هنر کاشیکاری، تبلوری از ذوق و ارادت و عشق، مجله: هنر، شماره ۶.