مقاله:
علمی‌پژوهشی

10.22052/HIS.2023.252977.1124

تأثیر نوآوری‌های فنی رنگ بر تحولات بصری سفال قاجار*

ابوالفضل عرب‌بیگی**
صمد سامانیان***
عباس اکبری****

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۱۵

چکیده

یکی از ویژگی‌های منحصربه‌فرد سفال قاجار که آن را از سفال دیگر دوران متمایز می‌سازد، به‌کارگیری تنوعی از طیف‌های رنگی نوظهور است که پیش از آن سابقه نداشته‌اند. در اغلب پژوهش‌های صورت‌گرفته پیرامون خصلت‌های بصری سفال قاجار، این مسئله، نتیجهٔ منطقی تغییر ذائقهٔ زیبایی‌شناختی این دوره قلمداد شده، اما به تحولات صورت‌گرفته در زمینهٔ فناوری توجهی نشده‌است. از این‌رو، هدف پژوهش حاضر، مطالعهٔ نقش نوآوری‌های فنی در شکل‌گیری تحولات بصری سفال قاجار در عرصهٔ رنگ‌پردازی است، ضمن آن‌که زمینه‌های پیدایش نوآوری‌های فنی در سفال قاجار به‌ویژه در حیطهٔ فناوری رنگ را مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌دهد. در پژوهش کیفی حاضر، از روش تحقیق تاریخی- تحلیلی استفاده شده و گردآوری داده‌ها با مراجعه به اسناد کتابخانه‌ای و میدانی انجام پذیرفته‌است. این تحقیق بر مطالعهٔ نمونه‌هایی از سفال قاجار متمرکز شده که ترکیبات رنگ آن‌ها تحت آنالیزهای شیمیایی و ریزساختاری قرار گرفته‌است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که رواج رنگیزه‌های جدید در دورهٔ قاجار نظیر نانوذرات طلا، آنتیمونات سرب، اکسید اورانیوم و اکسید کروم که از آن‌ها به ترتیب رنگ‌های قرمز- صورتی، زرد، زرد- نارنجی و سبز حاصل گشته، عامل تنوع و کثرت رنگی به‌ویژه در شیوهٔ زیرلعابی بوده‌است. افزون بر این‌که خلاقیت و دستاوردهای سفالگران قاجار در زمینهٔ ساخت رنگ‌های ترکیبی و بهره‌گیری از قابلیت غلظت رنگ‌ها در رنگ‌پردازی، در گسترش دامنهٔ این پدیده مؤثر واقع شده‌است. رواج نوآوری‌های فنی در این دوره نیز در پی تسهیل انتقال علوم جدید از اروپا به ایران طی فرایندهای مختلف ازجمله تحصیل و آموزش علوم جدید، ترجمه و تألیف کتب علمی جدید و واردات فناوری‌های نوظهور تحقق یافته‌است.

کلیدواژه‌ها:

سفال قاجار، فناوری سفال، ساخت رنگ، رنگ‌پردازی.

* مقالهٔ حاضر برگرفته از رسالهٔ دکتری نویسندهٔ اول با عنوان «زمینه‌ها و عوامل فناوری مؤثر بر زبان بصری سفال قاجار» به راهنمایی نگارندهٔ دوم و مشاورهٔ نگارندهٔ سوم است که در در دانشگاه هنر انجام گرفته‌است.

** دکترای تاریخ تطبیقی و تحلیلی هنر اسلامی، دانشکده علوم نظری و مطالعات عالی هنر، دانشگاه هنر، تهران، و عضو هیئت علمی دانشگاه کاشان، کاشان، ایران (نویسنده مسئول)/ abolfazl.arabbeigi@gmail.com

*** استاد و عضو هیئت علمی دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر، تهران، ایران/ Samanian@art.ac.ir

**** دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران/ abbas_a_uk@yahoo.com

۱. مقدمه

در دورهٔ قاجار خصلت‌های بصری آثار سفالی، به‌مانند دیگر آثار هنری، دستخوش تغییراتی اساسی می‌گردد و از الگوی غالب در هنر این دوره که تفاوت‌هایی بارز با هنر پیش از خود دارد، تبعیت می‌کند. این دگرگونی، بیش از همه در عرصهٔ رنگ‌پردازی سفالینه‌ها نمود می‌یابد. آن‌گونه که تنوعی از طیف‌های رنگی نوظهور که پیش از این سابقه‌ای در سفال ایران نداشتند و یا آن چنان‌که بایست به منصهٔ ظهور نرسیده بودند، آثار مختلف سفالی را دربر می‌گیرند. در مباحث نظری پیرامون این موضوع، دلیل این مسئله عموماً به تغییر ذائقهٔ اجتماعی و سلیقهٔ زیبایی‌شناختی این دوره نسبت داده می‌شود اما از تأثیر بدعت‌های صورت‌گرفته در زمینهٔ فناوری چندان صحبتی به میان نمی‌آید. پژوهش حاضر با هدف شناخت منشأ نوآوری‌های سفال قاجار و نیز واکاوی نقش فناوری در شکل‌گیری تحولات بصری سفال این دوره در عرصهٔ رنگ آثار، در صدد پاسخگویی به این سؤالات است: چه عواملی، موجبات پیدایش نوآوری در فناوری سفال قاجار را فراهم آورده‌اند؟ نوآوری‌های فنی سفال قاجار چه نقشی در شکل‌گیری تحولات بصری سفال این دوره در عرصهٔ رنگ‌پردازی ایفا کرده‌اند؟ در این راستا ابتدا زمینه‌های شکل‌گیری نوآوری در فناوری سفال قاجار از ورای موضوعاتی هم‌چون تحصیل و آموزش علوم جدید، ترجمه و تألیف کتب علوم جدید و واردات فناوری‌های نوظهور مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. پس از آن، مصادیق مختلف نوآوری‌های فنی رنگ سفال قاجار در دو بخش مجزا شامل کاربست رنگیزه[۱]های جدید و ساخت رنگ‌های ترکیبی تبیین می‌گردد. در پژوهش کیفی حاضر، از روش تحقیق تاریخی- تحلیلی استفاده شده و گردآوری داده‌ها با مراجعه به اسناد کتابخانه‌ای و میدانی انجام پذیرفته‌است. در این راستا به منابع مختلف اعم از متون و منابع تاریخی (کتاب، نسخه و سند)، آثار و اسناد موجود در موزه‌ها و ابنیهٔ تاریخی رجوع شده‌است. در این تحقیق، عمدتاً آثار سفالین برجای‌مانده از دورهٔ قاجار که ترکیبات رنگ آن‌ها از سوی دیگر محققان، تحت آنالیزهای شیمیایی و ریزساختاری قرار گرفته، مورد تأکید قرار دارند.

۲. پیشینهٔ تحقیق

در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری در رابطه با ویژگی‌های بصری و زیبایی‌شناختی سفال قاجار صورت پذیرفته که می‌توان اذعان کرد تقریباً همگی، سلیقهٔ زیبایی‌شناسی رایج در این دوره را عامل تأثیرگذار در شکل‌گیری این ویژگی‌ها ازجمله در عرصهٔ رنگ سفال عنوان کرده‌اند. از این میان، تنها مقالهٔ جنیفر اسکرس[۲] (۱۳۹۹) با عنوان «نقش رنگ در مضامین و تکنیک‌های کاشی‌کاری قاجار» است که در شکل‌گیری ویژگی‌های بصری آثار سفالی، برای فناوری نقشی هم‌سنگ با سلیقهٔ زیبایی‌شناسی قائل می‌گردد و از پیدایش پویشی تازه در فناوری رنگ آثار این دوره سخن می‌گوید. با این وجود، وی به طرح بحث بسنده کرده و چگونگی تأثیر نوآوری‌های فنی بر ویژگی بصری آثار سفالی را موردتوجه قرار نداده‌است. در حوزهٔ شناخت فناوری سفال قاجار نیز چندین پژوهش انجام گرفته که عموماً بخشی از آن‌ها به مطالعه و آنالیز رنگیزه‌های مورداستفاده در کاشی‌های قاجار اختصاص یافته‌است. «توسعهٔ یک روش غیرمخرب برای کاشی‌های منقوش زیرلعابی، از طریق آنالیز اشیاء ایرانی قرن نوزدهم» پژوهشی از رایشه[۳] و همکاران (۲۰۰۹)، «مطالعهٔ غیرتهاجمی کاشی‌های منقوش زیرلعابی چندرنگ قرن نوزدهم ایران از طریق طیف‌سنجی بازتاب نور مرئی» نوشتهٔ رایشه و همکاران (۲۰۱۱) و «فناوری تولید استاد سفالگر علی‌محمد اصفهانی: نگاهی به تولید کاشی‌های تزئینی زیرلعابی قرن نوزدهم میلادی در ایران» اثری از رایشه و فوکت[۴] (۲۰۱۲) در زمرهٔ مهم‌ترین این تحقیقات هستند که همگی رنگیزه‌های نوظهور در دورهٔ قاجار را مورد اشاره قرار می‌دهند اما از پیوند میان آن‌ها و تحولات بصری سفال قاجار در عرصهٔ رنگ‌سازی صحبتی به میان نمی‌آورند. پژوهش متین[۵] و همکاران (۲۰۲۰) با عنوان «ما باید نمونه‌ای برای شما بفرستیم، گفتگوی بین ایران و اروپا: نگرش‌ها پیرامون تکنولوژی سرامیک اواخر قرن نوزدهم براساس آنالیز شیمیایی کاشی‌هایی از عمارت اتحادیه تهران» نمونه‌ای دیگر از این دست تحقیقات است که به ارتباط ضمنی میان رواج رنگیزه‌های جدید و ویژگی‌های بصری کاشی‌های قاجار اشاره می‌کند و عوامل تأثیرگذار در انتقال فناوری رنگیزه‌های مزبور از اروپا به ایران را به اختصار طرح می‌نماید. مروری بر منابع مورداشاره، نشانگر آن است که پیدایش نوآوری‌های سفال قاجار و نقش فناوری در شکل‌گیری تحولات بصری سفال این دوره در عرصهٔ رنگ آثار، تاکنون مغفول مانده‌است و ضرورت انجام پژوهش حاضر را آشکار می‌سازد.

۳. زمینه‌های شکل‌گیری نوآوری در فناوری سفال قاجار

۳-۱. تحصیل و آموزش علوم جدید

از همان ابتدای دورهٔ قاجار، آگاهیِ بخشی از دستگاه حکومت نسبت به کمبود و ضعف دانش در زمینهٔ علوم، فنون و صنایع جدید، منجر به اتخاذ سیاست‌هایی برای رفع این مشکل گردید. از اولین اقدامات صورت‌گرفته در این راستا، اعزام محصل به خارج جهت فراگیری دانش و

فناوری نوین رایج در اروپا بود. این روند از زمان ولیعهدی عبّاس‌میرزا آغاز شد و تا پایان دورهٔ قاجار با فراز و فرودهایی ادامه داشت.[۶] به‌رغم آن‌که رشته‌های مرتبط با امور نظامی درنظر دست‌اندرکاران این طرح در اولویت بودند اما دیگر رشته‌های صنعتی نیز موردتوجه قرار گرفتند و به‌تدریج بر تنوع و تعدد آن‌ها افزوده گشت. از میان دانشجویان اعزامی، برخی از کسانی که مأمور به کارآموزی در صنایع شده بودند، پیش از این نیز سابقهٔ کار در رشتهٔ موردنظر را داشتند و تنها جهت فراگیری فناوری‌های نوین به این مأموریت اعزام گشتند. برخی از اساتید صنایع و حرفه‌ها و نیز فارغ‌التحصیلان دارالفنون را می‌توان از این دست به شمار آورد. محصلان اعزامی، اغلب به دلیل فراهم‌نبودن زیرساخت‌های صنعتی لازم در کشور، پس از بازگشت به ایران قادر به فعالیت در حرفهٔ تخصصی خود نبودند و از این‌رو در زمینه‌های دیگر ازجمله امور اداری، آموزش و ترجمه به کار گماشته شدند. برخی اما دست به عملی‌کردن آموخته‌هایشان زدند و در راه‌اندازی صنایع و فنون جدید نقش مؤثری ایفا کردند.[۷] تعدادی از آن‌ها حتی ابزار و وسایل موردنیاز احداث صنایع را نیز با خود به همراه آوردند.[۸]

در میان محصلین اعزامی به فرانسه در سال ۱۲۷۶ ه.ق، دو کارآموز چینی‌سازی نیز وجود داشتند. آقامحمد و هدایت‌الله‌خان دو نفری بودند که در کارخانه‌های شهر سِور مشغول به تعلیم چینی‌سازی شدند و پس از مدتی در این فن مهارت یافتند[۹] (ممتحن‌الدوله، ۱۳۶۲: ۲۰۵؛ محبوبی اردکانی، ۱۳۵۴: ۳۳۰-۳۳۱). این دو، پس از بازگشت به ایران اگرچه به دلیل عدم وجود کارخانهٔ چینی‌سازی، نتوانستند در حرفهٔ تخصصی خود مشغول به کار شوند اما آن‌گونه که از شواهد پیداست در ارتقاء صنعت کاشی‌سازی (محصولات خمیرسنگ) برخی مناطق ایران مفید واقع شدند. بنابر گزارش نقل‌شده در روزنامهٔ دولت علیهٔ ایران (رمضان ۱۲۸۱ ه.ق)، هدایت‌الله‌خان به‌دنبال صدور فرمان ارتقای چینی‌سازی (کاشی‌سازی[۱۰]) نائین توسط ناصرالدین‌شاه، مأمور به انجام این کار شد و موفقیت‌هایی نیز در این زمینه کسب نمود (روزنامهٔ دولت علیّه ایران، ۱۳۷۲: ۷۴۸). دور از ذهن نیست که در این روند، آن‌ها برخی تجربیات خود و بخشی از دانش جدید را در اختیار سفالگران نهاده باشند.

شیشه‌سازی و معدن‌شناسی اگرچه به‌طور مستقیم با سفالگری ارتباطی نداشتند اما به‌صورت غیرمستقیم بر آن تأثیرگذار بودند. در رشته‌های مزبور نیز کارآموزانی جهت فراگیری فنون جدید، روانهٔ کشورهای اروپایی شدند. در رشتهٔ بلورسازی (شیشه‌سازی)، محمدحسین‌بیک افشار در سال ۱۲۶۳ ه.ق (سرمد، ۱۳۷۲: ۲۵۰) و کربلائی عبّاس و آقارحیم اصفهانی نیز در سال ۱۲۶۷ ه.ق به روسیه اعزام شدند که از این میان آقارحیم پس از بازگشت، در تهران کارخانهٔ بلورسازی برپا کرد (همان: ۲۴۲؛ محبوبی اردکانی، ۱۳۵۴: ۱۹۵). برای تحصیل معدن‌شناسی، جعفرقلی‌بیک افشار در سال ۱۲۳۸ ه.ق عازم روسیه (سرمد، ۱۳۷۲: ۲۵۱) و محمدعلی آقا در سال ۱۲۶۰ ه.ق روانهٔ فرانسه شد (محبوبی اردکانی، ۱۳۵۴: ۱۹۰). میرزا جهان کاشانی و میرزا نظام‌الدین کاشانی نیز به همین منظور در سال ۱۲۷۳ ه.ق رهسپار فرانسه شدند و پس از بازگشت، مأمور به یافتن معادن داخلی گشتند (همان، ۳۲۴ ، ۳۲۹).

از دیگر اقدامات انجام‌گرفته از سوی حکومت و نخبگان سیاسی و دیوانی جهت رفع کمبودهای علمی و فنی، می‌توان راه‌اندازی نهادهای آموزشی با الهام از مدارس اروپایی را عنوان کرد. سرآغاز تأسیس این نهادها از دورهٔ ناصری و به‌دنبال شکل‌گیری ایده‌ها و گرایشات تجددخواهانه بود. الیور واتسون[۱۱]، آثار زیرلعابی چندرنگ قاجار- مربوط به اواخر قرن ۱۳ و اوایل قرن ۱۴ ه.ق- را به دلیل سبک متفاوت آن‌ها از دیگر سفالینه‌های قاجاری، تولید یک «مکتب هنری»[۱۲] و یا مؤسسهٔ آموزشی خاص هم‌چون «دارالفنون» می‌داند (Watson, 2006 : 340). دارالفنون، اولین نهاد آموزشی رسمی مدرن در ایران بود که در سال ۱۲۶۸ ه.ق/ ۱۸۵۱ م. به ابتکار و همّت امیرکبیر جهت آموزش علوم و فنون جدید در تهران احداث گردید. در سیاست‌گذاری آموزشی این مدرسه، از میان رشته‌های هنری، تنها آموزش نقاشی و موسیقی که وجهی آکادمیک داشتند، مدنظر قرار گرفته بود اگرچه بعدها امکاناتی نیز برای آموزش عکاسی و اجرای نمایش در این مکان فراهم گشت.[۱۳] با این وجود تا سال‌های پایانی قاجار، رشتهٔ دیگری به دروس هنر این مدرسه افزوده نگردید.[۱۴]

برخلاف دارالفنون که یک نهاد آموزش علمی بود، در این دوره نهادهای دیگری با رویکرد آموزش عملی نظیر «مجمع‌الصنایع» و «مدرسهٔ صنایع مستظرفه» تأسیس یافتند. مجمع‌الصنایع نوعی مؤسسهٔ علمی- ترویجی بود که در سال ۱۲۶۹ ه.ق/ ۱۸۵۲م. و با هدف احیاء هنرهای از رونق افتاده و نیز اشاعهٔ فنون جدید احداث گردید و دست‌کم تا پایان دورهٔ قاجار تداوم داشت. به‌رغم وجود رشته‌های متعدد و صنایع گوناگون در این مرکز، هیچ نشانی از فعالیت سفالگران در آن دیده نمی‌شود.[۱۵] مدرسهٔ صنایع مستظرفه، نخستین آموزشگاه هنرهای زیبای ایران و نوع ایرانی‌شدهٔ «آکادمی» اروپایی بود که در اواخر دورهٔ قاجار، سال ۱۳۲۹ ه.ق/ ۱۹۱۱ م. به‌منظور ارتقاء و تعلیم انحصاری هنرهای زیبا به‌ویژه نقاشی افتتاح گردید. در برنامهٔ راهبردی این مدرسه به جز نقاشی، آموزش صناعات ایرانی نیز پیش‌بینی گشته بود، اگرچه در این میان اثری از تعلیم سفالگری و یا کاشی‌سازی به چشم نمی‌خورد.[۱۶]

مجموعه موارد ذکرشده، ایدهٔ آموزش سفال به‌صورت نظام‌مند و آکادمیک را در یک مؤسسهٔ آموزشی تا حدود زیادی منتفی می‌سازد. با این وجود نمی‌توان تأثیر این نهادها بر سفالگری قاجار را به‌طور کل انکار کرد. با مشاهدهٔ فهرست معلمان دارالفنون می‌توان دریافت که در میان دروس این مدرسه، علومی مانند معدن‌شناسی و شیمی که به‌صورت غیرمستقیم در ارتباط با سفالگری هستند، حضور چشمگیری داشته‌اند.[۱۷] چارنوتا [۱۸] از اولین معلمان معدن‌شناسی دارالفنون بود که به نقل از روزنامهٔ وقایع اتفاقیه، مأمور بازدید معادن شد و در سال ۱۲۶۹ ه.ق به همراه شاگردانش، سنگ‌هایی را از معادن دماوند و مازندران جهت آزمایش به تهران آورد (۱۳۷۳: ۵۸۳). گویا از بدو تأسیس دارالفنون، آزمایشگاه کوچکی توسط معلمان در این مدرسه راه‌اندازی شده بود چراکه در سال ۱۲۶۹ ه.ق گزارش شده ترکیباتی هم‌چون اکسید روی، سولفات روی، سولفات آهن، نیترات نقره، اکسید پتاسیم و کربنات پتاسیم توسط دو تن از محصلان این مدرسه تولید گشته‌است (همان: ۶۱۱). در سال ۱۲۷۵ ه.ق/ ۱۸۵۹ م.، فوکتّی معلم شیمی و فیزیک، با خرید ابزار و وسایل موردنیاز آزمایشگاه، نقش مهمی در تجهیز آن ایفا کرد (همان: ۲۷۷۴). استفاده از آزمایشگاه مزبور توسط اولمر، دیگر معلم شیمی و فیزیک دارالفنون به‌منظور آنالیز ترکیبات لعاب و رنگ‌های متداول در سفال قاجار مورد اشاره قرار گرفته‌است (Olmer, 1908 : 57). برخلاف معلمان یادشده، کنستان[۱۹] در زمینهٔ معدن‌شناسی و علم شیمی مهارتی نداشت. تخصص وی در زمینهٔ نقاشی روی چینی بود اما به جهت نبود کارخانهٔ چینی‌سازی در ایران، به سِمت معلم نقاشی در دارالفنون پذیرفته شد (محبوبی اردکانی، ۱۳۵۴: ۲۸۳). این مطلب قابل توجه است که فعالیت هریک از افراد مذکور می‌توانسته در انتقال دانش و تجربیات آن‌ها به حوزهٔ فناوری سفال و بهره‌گیری سفالگران از این تجربیات تأثیرگذار باشد.

۳-۲. ترجمه و تألیف کتاب‌های علوم جدید

درخصوص اخذ علوم غربی، ترجمهٔ کتب اروپایی یکی از تلاش‌های متعدد حکام و صاحب‌منصبان قاجاری بود. این جریان از دوران ولیعهدی عبّاس‌میرزا آغاز گشت، اگرچه به علت جنگ‌های ایران و روسیه و نیاز به منابع نظامی، ترجمهٔ کتاب‌های نظامی در اولویت قرار داشت. با تأسیس دارالفنون و آموزش علوم با رویکرد اروپایی در دورهٔ ناصری، ضرورت ترجمهٔ کتاب‌های علوم جدید، بیش از پیش احساس گردید و متون بسیاری در رشته‌های مختلف ترجمه گشتند[۲۰] و در چاپخانهٔ دارالفنون که به همین منظور احداث شده بود، به طبع رسیدند. در این راستا هم‌چنین نهادی تحت نظارت شخص شاه با عنوان «دارالترجمه» برپا گشت که به‌منظور ترجمهٔ آثار اروپایی، هیئتی در آن گرد آمدند.[۲۱] در این دوره، تنوع ترجمه‌ها نسبت به گذشته فزونی گرفت و علاوه بر کتب نظامی، رسائل طب، داروسازی، ریاضی، زمین‌شناسی، شیمی، فیزیک، تاریخ و ادبیات را نیز شامل گردید. فرایند ترجمهٔ کتاب در این دوران گاهی با اقتباس و تألیف کتب جدید براساس ترجمه‌های انجام‌گرفته همراه بوده‌است. درحقیقت، بیش‌تر تألیفات کتب علوم جدید، ترجمه‌هایی از متون اروپایی هستند که تخلیص و گزینش شده‌اند و به همین دلیل، عموماً نام اصلی کتاب و مؤلف در آن‌ها قید نگردیده‌است.[۲۲]

علاقهٔ وافر ناصرالدین‌شاه به چینی‌آلات و بلورجات و تمایل درباریان ازجمله امیرکبیر به رواج و گسترش این صنایع در ایران، انجام ترجمه‌هایی از متون اروپایی در ارتباط با حوزه‌های مزبور را در پی داشت. علم ساختن چینی در زمرهٔ اولین رسائل ترجمه‌شده در زمینهٔ چینی‌سازی است که در سال ۱۲۶۸ ه.ق توسط ژول ریشار و به فرمان امیرکبیر انجام گرفته‌است.[۲۳] این رساله مطالب مختلفی ازجمله مواد اولیه، ساخت گل، شکل‌دهی، کوره و پخت، ساخت لعاب و رنگینه‌ها و شیوهٔ نقاشی و طلاکاری چینی را شامل می‌شود (علم ساختن چینی، ۱۲۶۸ ه.ق: ۳۸-۷۴). رسالهٔ یادشده یکی از ده رسالهٔ ترجمه‌شده توسط ریشار در زمینهٔ فناوری‌های مدرن و رایج در اروپاست که در قالب یک نسخه تدوین یافته‌است. دیگر رسالهٔ این مجموعه، علم ساختن بلور و شیشه است که مطالبی دربارهٔ مواد اولیه، کوره، ذوب و شکل‌دهی محصولات ارائه می‌کند (علم ساختن بلور و شیشه، ۱۲۶۸ ه.ق: ۷۵-۱۰۰). رسالهٔ تفصیل ساختن چینی از دیگر رسالات ترجمه‌شده در زمینهٔ چینی‌سازی است که با استناد به یادداشت انجامهٔ نسخه، در سال ۱۲۸۴ ه.ق و در محل دارالترجمه صورت گرفته‌است.[۲۴] این رساله، اطلاعاتی در رابطه با فناوری ساخت چینی، مشابه با عناوین ذکرشده در رسالهٔ علم ساختن چینی را اگرچه به صورت مبسوط‌تر ارائه می‌کند، ضمن آن‌که مشتمل بر مطالبی جدید مانند فنون چاپ روی چینی می‌شود (تفصیل ساختن چینی، ۱۲۸۴ ه.ق).

به‌واسطهٔ آنکه شیمی و معدن‌شناسی جزو دروس اصلی دارالفنون بودند، ترجمه و تألیفات نسبتاً زیادی در ارتباط با آن‌ها صورت گرفته‌است که اغلب، حاوی اطلاعاتی در معرفی مواد و معدنیات نویافته و طریقهٔ فراوری آن‌ها هستند.[۲۵] از مهم‌ترین این موارد می‌توان از اصول علم شیمی جدید (میرزا کاظم محلاتی، ۱۳۰۷ ه.ق)، رساله در علم شیمی (میرزا خلیل طبیب، ۱۳۰۸ ه.ق)، علم معدن و شناختن و جدانمودن فلزات از

اخلاط معدنی (۱۲۷۱ ه.ق) و اصول علم معدن‌شناسی (محمدآقا، ۱۳۲۴ ه.ق) یاد کرد. بازار ترجمه و تألیف کتاب‌های صنایع و فنون نیز به دلیل توجهات ویژهٔ دستگاه حکومت به آن، از رونق قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده‌است. در میان موضوعات و مباحث متنوع این کتب، مطالبی نیز در رابطه با چینی‌سازی، طلاکاری چینی و شیشه‌سازی به چشم می‌خورد. معرفة البدایع فی الفنون و الصنایع (دوشوز، ۱۳۲۴ ه.ق: ۸۸- ۱۰۶) و هنرآموز حسین (کاظم‌زاده، ۱۳۲۲ ه.ق: ۲۸) در زمرهٔ این کتب به شمار می‌روند.[۲۶]

۳-۳. واردات فناوری‌های نوظهور

حکام و مقامات سیاسی قاجاری، جهت برون‌رفت از عقب‌ماندگی کشور و مدرن‌نمودن آن در عرصه‌های مختلف، به‌جز سرمایه‌گذاری در اخذ و رواج «علم فناوری»، به واردکردن «وجوه مادی فناوری» اعم از ابزار، تجهیزات و مواد اولیه نیز مبادرت می‌ورزیدند. واردات فناوری به‌ویژه در دورهٔ ناصری یا با اقدام دولت و نخبگان دیوانی یا به همّت تجار و سرمایه‌گذاران داخلی (عموماً با همکاری و مساعدت متخصصان اروپایی) و یا از طریق شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران خارجی تحقق می‌یافت.

صاحب‌منصبان و مأموران دولتی، اغلب در اثنای سفرهای خود به اروپا، با فناوری‌های نوین آشنا می‌شدند[۲۷] و پس از بازگشت به وطن، ازطریق واردکردن تجهیزات موردنیاز، موجبات راه‌اندازی برخی از آن‌ها را فراهم می‌نمودند. در این راستا، دولت نیز گاهی بودجه و امکانات موردنیاز اصحاب صنایع جهت احداث کارخانه‌هایی با فناوری جدید و یا ارتقاء کارخانه‌های قدیمی را تأمین می‌کرد. احداث کارخانهٔ چینی‌سازی در ارک تهران در سال ۱۲۶۸ ه.ق به دستور ناصرالدین‌شاه و با حمایت دربار (روزنامه وقایع اتفاقیه، ۱۳۷۳، ج.۷: ۵۵۰) از مهم‌ترین نمونه‌های این دست از اقدامات به شمار می‌آید.[۲۸] ارتقاء کارخانهٔ بلورسازی قم در سال ۱۲۶۷ ه.ق (همان)، تأسیس کارخانهٔ بلورسازی در ارک تهران در سال ۱۲۶۸ ه.ق (همان: ۳۰۷) و راه‌اندازی کارخانهٔ بلورسازی در تهران تحت سرپرستی موسیو ولانژ در سال ۱۲۸۵ ه.ق (اعتمادالسلطنه، ۱۳۶۳: ۱۴۰) از دیگر اقدامات دولت در این زمینه می‌باشند.

در این رهگذر، تجّار شناخته‌شده و بانفوذ نیز از طریق سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوظهور، نقش مؤثری در واردات فناوری ایفا می‌کردند. همان‌گونه که ویلم فلور نیز به درستی یادآور می‌شود، سرمایه‌گذاری در صنعت تا سال‌های پایانی سدهٔ ۱۳ ه.ق، تقریباً عملی در انحصار دولت محسوب می‌گشت اما پس از آن می‌توان ورود سرمایه‌گذاران خصوصی به این عرصه را شاهد بود. برخی از تجّار و سرمایه‌داران، به‌ویژه افرادی که گرایشات ملی‌گرایانه داشتند، با انگیزهٔ جلوگیری از واردات کالاها و اجناس اروپایی، تکنولوژی ساخت آن‌ها را از اروپا وارد می‌کردند. حاج محمدحسن امین‌الضرب آغازگر این راه بود و پس از او به‌تدریج تاجران دیگری نیز اقدام به برپایی کارخانجات مدرن کردند (فلور، ۱۳۹۳: ۳۷- ۳۸). تأسیس کارخانهٔ بلورسازی و نیز کارخانهٔ چینی‌سازی در تهران (حوالی سال ۱۳۰۵ ه.ق) توسط امین‌الضرب و با همیاری میرزا علی‌اصغرخان امین‌السلطان (اعتمادالسلطنه، ۱۳۶۳: ۱۴۱) نمونه‌ای از تلاش‌های صورت‌گرفته در این زمینه است.[۲۹] احداث کارخانهٔ چینی‌سازی در تبریز توسط حاج عباس‌علی و حاجی رضا (جمالزاده، ۱۳۳۵ ه.ق: ۹۴) را می‌توان از دیگر اقدامات انجام‌یافته در این راستا عنوان کرد.

شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران خارجی از دیگر بازیگران عرصهٔ اقتصادی ایران بودند که با فعالیت در زمینهٔ تجارت، صنعت و معدن، موجبات واردات فناوری برخی صنایع نوین را به کشور فراهم می‌کردند. به گفتهٔ فلور، شرکت‌های مزبور از اواخر قرن ۱۳ ه.ق، به سرمایه‌گذاری مستقیم در ایران متمایل گشتند که از این میان، ابتدا شرکت‌های بلژیکی و پس از آن روسی، اقدام به ساخت و برپایی کارخانجاتی در ایران نمودند (فلور، ۱۳۹۳: ۳۸). احداث کارخانهٔ بلورسازی از سوی «کمپانی بلژیکی بلورسازی در ایران» در سال ۱۳۰۹ ه.ق (جمالزاده، ۱۳۳۵ ه.ق: ۹۳) ازجملهٔ این اقدامات است.

با این همه نباید از یاد برد که واردات نوآوری‌های فنی در دورهٔ قاجار بیش از تجهیزات، معطوف به مواد اولیه می‌گردد. واردات ترکیبات جدیدی از مواد که در صنایع و هنرها به مصرف می‌رسیدند از سال‌های ابتدایی قاجار به‌صورت محدود آغاز شد و به‌تدریج رو به فزونی گرفت؛ چنان‌چه از ربع آخر سدهٔ سیزدهم، بیش‌تر صنایع ازجمله سفال را ولو به میزان ناچیز تحت‌تأثیر قرار داد. در دورهٔ قاجار هیچ شاهدی مبنی بر واردات لعاب دیده نمی‌شود اگرچه از اواخر قاجار برخی از ترکیبات مورداستفاده در لعاب وارد می‌گردد.[۳۰] تنکار ازجملهٔ این مواد است که رعایای روستای بَنقَن سبزوار در شکوایهٔ خود، واردات نمونهٔ خارجی آن را عامل تعطیلی معدن تنکار این روستا عنوان می‌کنند (آرشیو ملی ایران، ۱۳۲۹ ه.ق). اما در رابطه با واردات رنگیزه‌های مصرفی در سفال، به نسبت شواهد خوبی وجود دارد. روششوار در سال ۱۲۸۴ ه.ق/ ۱۸۶۷ م. اذعان می‌دارد که به دلیل قیمت بالای رنگیزه‌های ساخت اروپا، بیشتر آن‌ها ازجمله اکسید کبالت، از منابع داخلی تأمین می‌شوند، با این وجود برخی از

رنگیزه‌ها مانند سولفات مس از اروپا وارد می‌گردد (Rochechouart, 1867 : 319). اما در اواخر عصر قاجار و در سال ۱۳۲۶ ه.ق/۱۹۰۸م.، اولمر یادآور می‌شود که بیش‌تر نقاشان سفال، دست‌کم در تهران، از رنگ‌هایی بهره می‌برند که تمامی‌شان از اروپا وارد می‌شده‌اند (Olmer, 1908 : 60). این گفتهٔ اولمر اگرچه تا حد زیادی اغراق‌آمیز است، با این وجود گستردگی واردات رنگیزه‌های مورداستفاده در سفالگری اواخر قاجار را خاطرنشان می‌سازد.

۴. نوآوری‌های فنی در حیطهٔ رنگ سفالینه‌های قاجار

۴-۱. کاربست رنگیزه‌های جدید

در میان رنگیزه‌های ذکرشده در ساخت لعاب‌های رنگی و نیز رنگ‌های مورداستفاده در شیوه‌های زیرلعابی و هفت‌رنگ قاجار، مواردی مشاهده می‌شوند که کاربرد آن‌ها در سفالگری ایران به‌رغم شناخته‌شده‌بودن، چندان متداول نبوده‌است. ازجملهٔ این مواد می‌توان به نانوذرات طلا و آنتیمونات سرب اشاره کرد. جز این‌ها، از آنالیز شیمیایی و ریزساختاری نمونه آثار این دوره، تعدادی رنگیزهٔ جدید و نامتعارف هم‌چون اکسید اورانیوم و اکسید کروم بازشناسی شده‌اند که استعمال آن‌ها در سفالگری پیش از قاجار بی‌سابقه بوده‌است.

نانوذرات طلا (کلوئیدهای[۳۱] طلا)، یک پودر نرم زرد روشن است که از ترکیب طلا و قلع حل‌شده در تیزاب به‌دست می‌آید و در شیشه، لعاب و زیرلعاب، طیفی از رنگ قرمز تا صورتی ایجاد می‌نماید. پیشینهٔ ساخت این رنگیزه به اواخر قرن هفدهم میلادی می‌رسد.[۳۲] در سال ۱۶۸۵، یوهان کوکنه[۳۳] شیمی‌دان آلمانی، موفق به ساخت شیشهٔ یاقوتی ازطریق ایجاد کلوئیدهای طلای تثبیت‌شده با قلع گردید. این کشف پس از سال ۱۷۲۱ در تزئینات چینی اروپایی مورداستفاده قرار گرفت و فناوری آن از اروپا به چین گسترش یافت و در سبک فامیلاژز که رنگ صورتی در آن غالب بود، جلوه‌گر شد (Reiche et al, 2009 : 1034؛ Matin et al, 2020 : 19). به‌کارگیری این رنگ در ایران از دورهٔ زندیه در آثار تولید شیراز (کاشی و ظروف) مشاهده می‌گردد (تصویر ۱) و با وجود آنکه طریقهٔ ورود فناوری آن به این شهر مبهم است اما شکی نیست که افزایش ارتباط ایران با اروپا، انتقال این فناوری به کشور را تسهیل نموده‌است.[۳۴]

استفاده از رنگ قرمز و صورتیِ طلا در سفالگری قاجار به‌ویژه در کاشی‌سازی این دوره از ربع آخر سدهٔ سیزدهم ه.ق افزایش چشمگیری می‌یابد تا جایی‌که آثار زیرلعابی و تکرنگ را نیز دربر می‌گیرد (تصاویر ۲ تا ۱۱). یکی از دلایل مهم این تحول را می‌توان به ترجمهٔ متون اروپایی مرتبط با سفال نسبت داد. علم ساختن چینی ازجملهٔ این رسائل است که در آن شیوهٔ ساخت رنگیزهٔ قرمز با عنوان «سرخ کاسیوسُرا» ازطریق حل طلا و قلع در تیزاب[۳۵] بیان گردیده‌است (۱۲۶۸ ه.ق: ۵۳-۵۴). در رسالهٔ تفصیل ساخت چینی نیز نحوهٔ ساخت رنگیزهٔ مزبور با عنوان «سرخ کاسیوس» به شکلی مبسوط‌تر شرح داده شده است (۱۲۸۴ ه.ق: ۳۸ ر).

تصویر ۱: بخشی از بشقاب هفت‌رنگ با رنگ‌پردازی قرمز- صورتیِ طلا، ۱۲۰۱ ه.ق (دورهٔ زندیه)، محل نگهداری: موزهٔ ویکتوریا و آلبرت، شمارهٔ دسترسی: (URL2) 469A-1878

تصویر ۲: بخشی از کاسهٔ هفت‌رنگ با رنگ‌پردازی قرمز- صورتیِ طلا، سدهٔ ۱۳ ه.ق، محل نگهداری: موزهٔ هنرهای اسلامی مالزی، شمارهٔ دسترسی: IAMM 2016.13.16 (Barkat & Khademi, 2019 : 195)

تصویر ۳: بخشی از قاب کاشی معرق و معقلی ایوان شرقی امامزاده زید تهران با قطعات کاشی تکرنگ قرمز- صورتیِ طلا (ریاضی، ۱۳۹۵: ۱۱۱)

به‌لحاظ کلی دستورالعمل‌های یادشده در منابع قاجار دربارهٔ نحوهٔ ساخت این رنگ ازجمله در گزارش روششوار و رسالهٔ علی‌محمد، قرابت نسبتاً زیادی با دستورالعمل‌های بیان‌شده در دو رسالهٔ علم ساختن چینی و تفصیل ساخت چینی دارند. در گزارش روششوار ساخت این رنگ با

عنوان «قرمزِ طلا» بدین شیوه بیان گردیده که ابتدا سه قسمت طلا در اسید نیتریک قوی حل و پس از ته‌نشین‌شدن، مازاد اسید دور ریخته می‌شود و درنهایت با ۹ گرم طلا و قلع، ۳۶۰ گرم شیشهٔ خردشده (محتملاً پودر شیشهٔ بلور) و ۷۵ گرم سودا (محتملاً جوهر قلیا) مخلوط می‌گردد (Rochechouart, 1867 : 321). در قیاس با دستورالعمل‌های ذکرشده در رسائل چینی‌سازی، این دستورالعمل چندان دقیق به نظر نمی‌رسد چراکه طلا در اسید نیتریک قابل حل نیست، ضمن آن‌که قلع نیز جداگانه در تیزاب حل و سپس با طلای محلول مخلوط می‌گردد.

در رسالهٔ علی‌محمد، دستورالعمل ساخت این رنگ برای شیوه‌های مختلف تزئین اعم از زیرلعابی، تکرنگ و هفت‌رنگ، با جزئیات کامل شرح داده شده و در مقایسه با گزارش روشنوار از دقت بیش‌تری برخوردار است. براساس گفته‌های وی، جهت ساخت قرمز زیرلعابی باید نیم‌مثقال (۲/۳ گرم) طلا و یک‌چهارم مثقال (۱/۱۵ گرم) قلع را به‌صورت جداگانه در دو کاسهٔ حاوی تیزاب حل کرد و سپس هردو محلول را در ظرفی سفالی محتوی پنج مَن (حدود ۱۵ کیلوگرم) آب ریخت. با این عمل، رنگ آب، قرمز مایل به سیاه خواهد شد. در این مرحله باید ۳۲ مثقال (۱۴۷ گرم) شیشهٔ بلور ساییده‌شده به نرمی سرمه بدان افزود که بر اثر آن، کف سرخی بر سطح محلول تشکیل و سپس فرو خواهد نشست. در گام بعد باید آبِ بالای رسوب ته‌نشین‌شده را دور ریخت و این رسوب (درواقع همان نانوذرات طلا) را با چهار مثقال (۱۸/۵ گرم) «مرده‌سنگ طلا»[۳۶] و دو مثقال (۹/۲ گرم) تنکار مخلوط کرد و همه را به خوبی با هم سایید (Ali Mohamed, 1888 : 6). برای ساخت قرمز تکرنگ، وی شیوه‌ای مشابه با دستورالعمل مزبور را بیان می‌کند. تنها تفاوت اساسی در آن است که برای این رنگ، مرده‌سنگ طلا و تنکار به ترکیب لعاب افزوده نمی‌شود و درعوض، میزان پودر شیشهٔ بلور به ۳۰ سیر (۲۲۲۰ گرم) افزایش می‌یابد و حدود ۳۰ سیر رنگِ قلیایی نیز به ترکیب اضافه می‌گردد (ibid : 10). دستورالعمل ساخت قرمز هفت‌رنگ نیز اختلاف چندانی با شیوهٔ زیرلعابی ندارد جز آن‌که میزان پودرشیشه به ۳۲۰ مثقال (۱۴۸۰ گرم) و میزان تنکار به ۱۱۰ مثقال (۵۰۶ گرم) افزایش می‌یابد و از مرده‌سنگ طلا نیز استفاده نمی‌گردد (ibid : 11). نتایج آنالیز نمونه رنگ قرمز قرار گرفته در جدول نمونه‌ها (نمونهٔ ۹) آن را حاوی یک فاز شیشه‌ای عمده (حاصل از شیشهٔ بلور) به همراه میزان ناچیزی طلا و مقادیری از بور (حاصل از تنکار) نشان می‌دهد (Reiche & Voigt, 2012 : 525)، که تا حدود زیادی با دستورالعمل علی‌محمد قابل تطبیق است.

اطلاعات به‌جامانده در منابع دورهٔ پهلوی در رابطه با طریقهٔ ساخت این رنگ، ضمن تأیید مطالب ذکرشده از سوی علی‌محمد، جزئیات دیگری از این فناوری را آشکار می‌سازند. شیشه‌گر به نقل از نیای خاندان شیشه‌گر، «آقاقلی شیشه‌گر» کاشی‌ساز شیرازی اواخر قاجار و اوایل پهلوی اظهار می‌دارد که کاشی‌سازان شیرازی جهت ساخت قرمز هفت‌رنگ این گونه عمل می‌کرده‌اند که یک سکهٔ طلای دوهزاری را در یک فنجان چینی و به وزن آن تکه‌ای قلع را در فنجان دیگر انداخته و سپس هفت مثقال (۳۲ گرم) تیزاب بر روی طلا و پنج مثقال (۲۳ گرم) تیزاب روی قلع ریخته و فنجان‌ها را روی خاکستر زغال قرار می‌داده‌اند. پس از گذشت حدود دو ساعت، هر از گاهی با تکه چوبی، محتوی هردو فنجان را هم زده تا آن‌که کاملاً حل شوند. سپس هردو محلول را داخل یک قدح آب ریخته و پس از ته‌نشین‌شدن رسوب طلا و قلع، آب روی آن را به‌طور کامل تخلیه می‌کرده‌اند و سرانجام گرد زرد به جامانده در ته قدح را با شیشهٔ بلور مخلوط می‌نموده‌اند (زارع، ۱۳۸۸). بنا به گفته‌های احسانی، کاشی‌سازان تهران جهت ساخت قرمز هفت‌رنگ از ترکیب طلای محلول در تیزاب، بوراکس (تنکار)، بلور ساییده و «مردارسنگ طلایی» بهره می‌گرفته‌اند و برای حل طلا در تیزاب از روشی مشابه با آن‌چه در شیراز متداول بوده، استفاده می‌کرده‌اند (احسانی، ۱۳۳۶: ۱۵).

نتایج آنالیز طیف‌های صورتی تعدادی از کاشی‌های زیرلعابی و هفت‌رنگ قاجار، وجود مقادیر متفاوت اکسید طلا و قلع را در آن‌ها نشان می‌دهد.[۳۷] در برخی نمونه‌ها برخلاف دستورالعمل‌های یادشده، میزان طلای مصرفی نسبت به قلع، بسیار کم‌تر و حتی گاه ناچیز است که به احتمال بسیار، این خود عامل تمایل رنگ‌ها به سمت صورتی بوده است؛ درواقع می‌توان درجهٔ صورتی‌بودن رنگ‌های حاصل از طلا در آثار آن دوره را به مقدار قلع آن‌ها نسبت داد. دیگر نکتهٔ حائز اهمیت در نتایج آنالیز مزبور، میزان قابل توجه اکسید سرب (حدود ۲۵ درصد) در ترکیب برخی رنگ‌هاست که محتملاً نتیجهٔ کاربرد بیش از اندازهٔ مرده‌سنگ طلا به‌عنوان ماده‌ای سرشار از سرب بوده‌است.

آنتیمونات سرب، یک رنگیزهٔ زرد- نارنجی است که از تکلیس فلز سرب و کانی آنتیموان (استیبنیت[۳۸]) حاصل می‌گردد و باعث ایجاد طیف‌های مختلف رنگ زرد در لعاب و نقوش زیرلعاب می‌شود. البته باید گفت سابقهٔ استفاده از این ماده به زمانی بسیار پیش‌تر از دورهٔ قاجار بازمی‌گردد. به عقیدهٔ کبلو برنستد، ترکیب سرب- آنتیموان از دوران پیش از اسلام در مصر باستان و بین‌النهرین شناخته شده بوده و به‌عنوان یک عامل رنگزا در ترکیب شیشه‌ها و لعاب‌های آن دوران به مصرف می‌رسیده‌است (Keblow Bernsted, 2003 : 17). استعمال این رنگیزه در دوران

اسلامی در ظروف زیرلعابی نیشابور سدهٔ چهارم ه.ق- که سفالگران در آن‌جا به گستردگی از رنگ زرد بهره می‌گرفتند- مورد تأیید واقع شده[۳۹] (ibid: 19) اما پس از آن تا دورهٔ قاجار هیچ شاهدی مبنی بر کاربرد این ماده در سفال ایران به دست نیامده[۴۰] و دورهٔ قاجار به‌نوعی دورهٔ احیاء کاربری این ماده در سفالگری بوده‌است.

آن‌گونه که از قرائن پیداست استفاده از کانی آنتیموان در سفال قاجار دست‌کم از ربع آخر قرن ۱۳ ه.ق رواج داشته‌است. روشنوار به کاربرد اکسید آنتیموان در ترکیب رنگ سبز (محتملاً سبز چمنی) به همراه اکسید مس اشاره می‌کند (Rochechouart, 1867: 321). سولدی نیز از استعمال آن در ساخت رنگ زرد به همراه اکسید سرب خبر می‌دهد (Soldi, 1881: 183). نتایج آنالیز طیف‌های رنگ زرد و زرد- نارنجی چند نمونه از کاشی‌های زیرلعابی اواخر قرن ۱۳ و اوایل قرن ۱۴ ه.ق نیز نشان می‌دهد رنگ‌های مزبور از ترکیب سه‌گانهٔ سرب، قلع و آنتیموان حاصل گشته‌اند[۴۱] (تصاویر ۴ تا ۶). حضور اکسید قلع در این ترکیب، حاکی از ساخت آن طی فرایند تهیهٔ «سفیداب سرب و قلع» می‌باشد.

تصویر ۴: بخشی از کاشی زیرلعابی با رنگ‌پردازی قرمز- صورتیِ طلا، و زرد آنتیمونات سرب، سدهٔ ۱۳ ه.ق، محل نگهداری: موزهٔ هنرهای زیبای لیون، شمارهٔ دسترسی: D 6 (URL3)

تصویر ۵: بخشی از کاشی زیرلعابی با رنگ‌پردازی قرمز- صورتیِ طلا، و زرد آنتیمونات سرب، تهران، دههٔ ۱۲۷۰ ه.ق، محل نگهداری: موزهٔ لوور، شمارهٔ دسترسی: MAO 902 (URL4)

تصویر ۶: بخشی از کاشی زیرلعابی با رنگ‌پردازی قرمز- صورتیِ طلا، و زرد آنتیمونات سرب، سدهٔ ۱۳ ه.ق، محل نگهداری: موزهٔ ملی اسکاتلند، شمارهٔ دسترسی: A.1889.239 (URL5)

به نظر می‌رسد کاربرد آنتیموان در دورهٔ قاجار برخلاف دوران پیش از آن، در پی آگاهی از ماهیّت واقعی این ماده و نقش آن در حصول رنگ زرد صورت گرفته‌است. این ماده از اوایل قرن ۱۸ در اروپا مورد شناخت علمی قرار گرفته بود،[۴۲] برونیار نیز در سال ۱۸۴۴ به حصول رنگ زرد از اکسید آنتیموان در لعاب اشاره می‌نماید (Brongniart, 1844: 528). اندکی بعد، این ماده در رسائل چینی‌سازی ترجمه‌شده از کتب فرانسوی دورهٔ قاجار نیز معرفی می‌گردد. علم ساختن چینی (۱۲۶۸ ه.ق: ۵۲) و تفصیل ساخت چینی (۱۲۸۴ ه.ق: ۳۷ ر) ازجملهٔ رسائلی هستند که طریقهٔ فراوری اکسید آنتیموان از سنگ آن و هم‌چنین حصول رنگ زرد از این ماده را بیان می‌کنند. هم‌چنین در کتب شیمی و معدن‌شناسی قاجار هم توضیحاتی در رابطه با این ماده ارائه گشته‌است.[۴۳]

نتایج این شناخت در اشارات موجود از منابع تأمین این ماده نیز آشکار می‌گردد. اشلایمر ذیل شرح سولفید آنتیموان اذعان می‌دارد که این ماده از اروپا وارد ایران می‌شود و با نام سنگ آنتیموان به فروش می‌رسد (Schlimmer, 1874: 523). ملک‌الورخین نیز از وجود معدن آنتیموان در قریهٔ انارک خبر می‌دهد (۱۳۳۸ ه.ق: ۱۲). با این وجود هم‌چنان مهم‌ترین ذخیرهٔ داخلی این ماده در کوه‌های اصفهان، با نام قدیمی و مصطلح آن «سرمه» شناخته می‌شده است.[۴۴] اشارهٔ وولف به خرید این سنگ از سوی سفالگران (Wullf, 1966: 163) بیانگر استمرار کاربرد آن تا دورهٔ پهلوی می‌باشد.

اکسید اورانیوم، از دههٔ ۱۸۳۰ تا ۱۹۴۰ به‌طور گسترده به‌عنوان رنگیزه در صنعت شیشه، مینا و سرامیک اروپا و آمریکا کاربرد داشته و غالباً از دو ترکیب مختلف اورانیوم حاصل می‌گشته‌است؛ یکی «اکتاکسید تری اورانیوم»[۴۵] (خاکستری رنگ) که عمدتاً به‌منظور ایجاد تنالیته‌های مختلف رنگ‌های زرد و زرد- سبز در شیشه‌سازی مورداستفاده قرار می‌گرفته و دیگری «دی اورانات سدیم»[۴۶] (معروف به اکسید اورانیوم زرد) که عموماً در تزئین زیرلعابی چینی‌آلات، جهت حصول طیف‌های رنگی زرد- نارنجی تا قرمز- نارنجی به‌کار می‌رفته‌است.[۴۷]

نتایج آنالیز طیف‌های رنگ زرد و زرد- نارنجی تعدادی از کاشی‌های زیرلعابی قاجار متعلق به اوایل سدهٔ ۱۴ ه.ق/ اواخر سدهٔ ۱۹ م.، حضور غنی اکسید اورانیوم در ترکیب آن‌ها را نشان می‌دهد[۴۸] (تصاویر ۷ تا ۱۱). این موضوع بیانگر گسترش دامنهٔ کاربرد این ماده از اروپا به ایران در

دوران یادشده است. بنابر نظر متین و همکاران، استفاده از این ماده تا پیش از دوران قاجار در سفال ایران بی‌سابقه بوده و می‌توان دلیل آن را نتیجهٔ افزایش مراودات ایران با غرب تلقی نمود (Matin et al, 2020 : 23). بی‌تردید ترجمهٔ متون اروپایی مرتبط با سفال، در شناخت و رواج این ماده در ایران دورهٔ قاجار بی‌تأثیر نبوده‌است؛ ازجمله رسالهٔ تفصیل ساخت چینی که ترجمه‌ای مختصر از رسالهٔ هنرهای سرامیک یا سفال برونیار است و در آن به استعمال اکسید اورانیوم در ساخت رنگ زرد و زرد- نارنجی اشاره شده‌است (تفصیل ساخت چینی، ۱۲۸۴ ه.ق: ۳۶ ر، ۴۰ ر).

تصویر ۷: بخشی از میز کاشی زیرلعابی با رنگ‌پردازی قرمز- صورتیِ طلا، زرد- نارنجی اکسید اورانیوم، سبز اکسید کروم، و بنفش مایل به آبی حاصل از ترکیب قرمز طلا و آبی کبالت، اثر علی‌محمد اصفهانی، تهران، ۱۳۰۴ ه.ق، محل نگهداری: موزهٔ ویکتوریا و آلبرت، شمارهٔ دسترسی: 1888-559 (URL8)

تصویر ۸: بخشی از کاشی زیرلعابی با رنگ‌پردازی قرمز- صورتیِ طلا، زرد- نارنجی اکسید اورانیوم، سبز اکسید کروم، و بنفش مایل به آبی حاصل از ترکیب قرمز طلا و آبی کبالت، اثر علی‌محمد اصفهانی، تهران، ۱۳۰۴ ه.ق، محل نگهداری: موزهٔ ملی اسکاتلند، شمارهٔ دسترسی: A.1888.105 (URL9)

از بررسی آثار علی‌محمد (تصاویر ۷ تا ۹) می‌توان دریافت که وی ازجمله سفالگرانی بوده که به‌طور گسترده از این ماده در نقاشی آثار خود بهره گرفته‌است. وی در رسالهٔ خود به استفاده از رنگ زردی اشاره می‌کند که از کیمیاگران (مِشّاق) خریداری می‌نموده (Ali Mohamed, 1888 : 7) و به ظنّ قوی همان اکسید اورانیومی است که با عنوان «جوهر اُخرا» در جعبهٔ نمونه‌ها (نمونهٔ ۱۵) قرار داده‌است.[۴۹] نظر به تقریر علی‌محمد مبنی بر تهیهٔ این ماده از کیمیاگران، می‌توان دو فرضیه را در این رابطه پیش کشید؛ یکی آن‌که این ماده در آزمایشگاه شیمی دارالفنون توسط محصلان شیمی فرآوری و به مشتریان عرضه می‌گشته و دیگر آن‌که از مغازه‌های فروش مواد شیمیایی که برخی از محصولاتشان را از اروپا وارد می‌کرده‌اند، خریداری می‌شده‌است.

تصویر ۹: بخشی از کاشی زیرلعابی با رنگ‌پردازی قرمز- صورتیِ طلا، زرد- نارنجی اکسید اورانیوم، سبز اکسید کروم، سبز- زرد حاصل از ترکیب اکسید اورانیوم و کروم، و بنفش مایل به آبی حاصل از ترکیب قرمز طلا و آبی کبالت، اثر علی‌محمد اصفهانی، تهران، ۱۳۰۴ ه.ق، محل نگهداری: موزهٔ ملی اسکاتلند، شمارهٔ دسترسی: V.2019.63 (URL10)

تصویر ۱۰: بخشی از کاشی زیرلعابی با رنگ‌پردازی قرمز- صورتیِ طلا، زرد- نارنجی اکسید اورانیوم و سبز اکسید کروم، اثر محمدابراهیم، تهران، نیمهٔ دوم سدهٔ ۱۳ ه.ق، محل نگهداری: موزهٔ بریتانیا، شمارهٔ دسترسی: G.314 (URL11)

تصویر ۱۱: بخشی از کاشی زیرلعابی با رنگ‌پردازی قرمز- صورتیِ طلا، زرد اکسید اورانیوم و سبز اکسید کروم، تهران، سده ۱۳ ه.ق، محل نگهداری: موزهٔ هنرهای زیبای لیون، شمارهٔ دسترسی: 1969-328 (URL12)

اکسید کروم، یک رنگیزهٔ سبزرنگ است که باعث ایجاد طیف‌های رنگی سبز و زرد در لعاب و زیرلعاب می‌گردد. بنابر نظر تروآلن و همکاران، اکسید کروم ابتدا در فرانسه در سال ۱۸۰۹ از فرآوری کرومیت به‌دست آمده و سپس در سال ۱۸۳۸ توسعه یافته‌است (Troalen et al, 2009 : 123)، اگرچه برونیار در شرح این ماده ابراز می‌دارد که کارخانهٔ سلطنتی سور، اولین شرکتی بوده که آن را در سال ۱۸۰۲ در چینی‌سازی به‌کار گرفته و یکی از شیوه‌های متداول ساخت آن را از طریق تجزیهٔ «بی‌کرومات پتاسیم» عنوان می‌کند (Brongniart, 1844 : 504).

کاربرد این ماده در سفال ایران از اواخر سدهٔ ۱۳ ه.ق به ثبت رسیده‌است. نتایج آنالیز رنگ سبز تیرهٔ تعدادی از کاشی‌های زیرلعابی قاجار متعلق به دوران یادشده، وجود این ماده را نشان می‌دهد[۵۰] (تصاویر ۷ تا ۱۱). به عقیدهٔ رایشه و فوکت، علی‌محمد در برخی از آثار خود، تنالیته‌های رنگ زرد را نیز از ترکیب اکسید کروم با یک لعاب غنی از سرب به‌دست آورده‌است (Reiche & Voigt, 2012 : 527). نتایج آنالیز نمونه‌ای از رنگ سبز موجود در جعبهٔ نمونه‌ها (نمونهٔ ۱۶) نیز حضور اکسید کروم را در ترکیب با یک لعاب غنی از سرب به اثبات رسانده[۵۱] (ibid : 526) و دور از ذهن نیست که از آن رنگ زرد حاصل می‌گشته‌است. افزون بر این، علی‌محمد در رسالهٔ خود به استفاده از نوعی رنگ سبز اشاره می‌کند که توسط کیمیاگران تهیه می‌شود (Ali Mohamed, 1888 : 7) و به احتمال بسیار، این رنگیزه همان اکسید کروم بوده‌است. اولمر نیز در شرح فرایند عتیقه‌سازی، به کاربرد اکسید کروم در لعاب به مقدار ناچیز جهت ایجاد ته‌رنگ زرد و قدیمی جلوه‌کردن آن اذعان می‌نماید (Olmer, 1908 : 61). رواج اکسید کروم در سفال قاجار را می‌توان نتیجهٔ آشنایی سفالگران با این ماده و آگاهی از نقش آن در حصول رنگ سبز به‌واسطهٔ اشارات موجود در متون اروپایی ترجمه‌شده ازجمله علم ساختن چینی (۱۲۶۸ ه.ق: ۵۷) و تفصیل ساخت چینی (۱۲۸۴ ه.ق: ۳۶ ر) عنوان نمود.

گمان می‌رود که در دورهٔ قاجار این ماده عمدتاً از اروپا وارد ایران می‌گشته‌است. بنابر اظهارات اشلایمر، «کرومات سرب» با عنوان «رنگ زرد فرنگی» - که گونه‌ای رنگیزهٔ زرد مورداستفاده در نقاشی بوده- از دههٔ ۱۲۸۰ ه.ق/ ۱۸۷۰ م. ازطریق روسیه به ایران وارد می‌شده‌است (Schlimmer, 1874 : 523) و احتمال آن‌که سفالگران نیز از آن بهره گرفته باشند، وجود دارد. اولمر نیز از کاربرد رنگی سبز توسط سفالگران تهران یاد می‌کند که به گفتهٔ او از اروپا وارد می‌شده (Olmer, 1908 : 58) و به ظنّ قوی، همان اکسید کروم بوده‌است. اگرچه از فرآوری و تولید ترکیبات کروم در دورهٔ قاجار گزارشی به دست نیامده اما شواهد موجود از دوران پهلوی، باعث تقویت احتمال تولید این مواد در دورهٔ قاجار می‌گردد. سنتلیور دومون در شرح رنگیزه‌های مورداستفاده در محصولات زیرلعابی میبد در دورهٔ پهلوی، به ساخت رنگ سبز از ترکیب بی‌کرومات پتاسیم و گوگرد اشاره می‌نماید. به نقل از وی، سفالگران این دو ماده را به نسبت مساوی و به‌صورت خشک مخلوط کرده و در کوره حرارت می‌داده‌اند. حاصل آن یک تودهٔ سخت سنگ‌مانند به رنگ سبز تیره بوده که آن را خرد و آسیاب کرده و سپس معادل دو برابر وزن آن، لعاب قلیایی می‌افزوده‌اند (Centlivres-Demont, 1971 : 26). آن‌گونه که قصاعی اذعان می‌دارد این رنگ در نطنز نیز به شیوه‌ای مشابه به‌دست می‌آمده است (کیان اصل، ۱۳۷۲: ۱۰۳). افزون بر این، ذکر نام «کرومات» در فهرست مواد اولیهٔ مصرفی بخش سفال و کاشی‌سازی ادارهٔ هنرهای ملی (آرشیو ملی ایران، ۱۳۳۲) حاکی از استعمال آن جهت ساخت رنگ سبز بوده‌است.

۴-۲. کاربرد رنگ‌های ترکیبی

سفالگران قاجار جهت دست‌یابی به طیف گسترده‌تری از رنگ‌ها، علاوه بر استفاده از رنگیزه‌های نوظهور، به‌طرز قابل توجهی به ترکیب رنگ‌ها و بالاخص در شیوهٔ زیرلعابی روی آورده‌اند. ساخت رنگ‌های ترکیبی در دوران صفوی نیز کمابیش رواج داشته اما عمدتاً معطوف به شیوهٔ تکرنگ و هفت‌رنگ بوده[۵۲] و چندان شیوهٔ زیرلعابی را شامل نمی‌گشته‌است. در دورهٔ قاجار به لطف افزایش تنوع رنگیزه‌های موجود، امکان گسترش دامنهٔ رنگ‌های ترکیبی در این شیوه نیز بیش از پیش می‌شود. سبز مایل به زرد، بنفش مایل به آبی، و سبز زیتونی ازجمله پرکاربردترین این رنگ‌ها هستند.

سبز مایل به زرد: علاوه بر سبز- زرد (سبز چمنی) متداول در شیوهٔ هفت‌رنگ، در دورهٔ قاجار تنالیته‌های مختلفی از این رنگ در آثار زیرلعابی مشاهده می‌شود. اگرچه ترکیب همهٔ آن‌ها به درستی برای ما روشن نیست. در میان رنگ‌های ذکرشده در گزارش روشنوار، رنگی با عنوان «سبزِ مس» حاوی ۸۰ گرم اکسید آنتیموان (محتملاً آنتیموانات سرب)، ۵ گرم اکسید مس و ۵ گرم سودا وجود دارد (Rochechouart, 1867 : 321) که با توجه به حضور آنتیموان در آن می‌توان حدس زد که از ترکیب مزبور، رنگ سبز مایل به زرد حاصل می‌گشته، با این وجود بازشناسی این رنگ در آثار قاجاری نیازمند آنالیز نمونه‌های بیش‌تر طیف‌های سبز- زرد می‌باشد. نتایج آنالیز تنالیته‌های سبز- زرد تعدادی از

کاشی‌های زیرلعابی اوایل سدهٔ ۱۴ ه.ق نیز وجود ترکیبات دیگر این رنگ حاوی اکسید کروم و اورانیوم، و اکسید مس و اورانیوم را به ثبت رسانده‌است[۵۳] (تصاویر ۷ تا ۹).

بنفش مایل به آبی: تنالیته‌های مختلف رنگ بنفش که از ترکیب قرمزِ طلا و آبیِ کبالت حاصل می‌شده‌اند، از حدود دههٔ ۱۲۶۰ ه.ق، ابتدا در شیوهٔ هفت‌رنگ و چند دهه بعد و از اوایل قرن ۱۴ ه.ق در شیوهٔ زیرلعابی رایج می‌گردد. در رسالهٔ علی‌محمد، این رنگ برای شیوهٔ تکرنگ، حاصل ترکیب حدود ۲۵ درصد قرمز طلا و ۷۵ درصد آبی کبالت و برای شیوهٔ هفت‌رنگ حاصل ترکیب ۸۰ درصد قرمز و ۲۰ درصد آبی عنوان گشته که به احتمال قوی دستورالعمل تکرنگ مربوط به شیوهٔ زیرلعابی بوده و به اشتباه در بخش تکرنگ ذکر شده‌است (Ali Mohamed, 1888 : 6, 11). در گزارش روشوار این رنگ، حاصل حدود ۸۳ درصد آبی کبالت و ۱۷ درصد قرمز طلا ذکر شده اما از نوع آن صحبتی به میان نیامده‌است (Rochechouart, 1867 : 322). اگرچه با توجه به تاریخ تألیف کتاب وی (۱۲۸۴ه.ق/ ۱۸۶۷ م.) که هنوز استفاده از رنگ بنفش در شیوهٔ زیرلعابی متداول نبوده، می‌توان حدس زد که دستورالعمل مذکور مربوط به شیوهٔ هفت‌رنگ بوده‌است. بنابراین باید گفت که این رنگ در شیوهٔ هفت‌رنگ با تغییر نسبت قرمزِ طلا و آبیِ کبالت، گاه به سمت قرمز و گاه به سمت آبی تمایل می‌یافته (تصویر ۱۲) اما در شیوهٔ زیرلعابی به دلیل برتری میزان آبی کبالت، به سمت آبی متمایل می‌گشته است (تصاویر ۶ تا ۹). نتایج آنالیز این رنگ در برخی آثار زیرلعابی اواخر قاجار، حضور اکسید کبالت و طلا را تأیید می‌کند.[۵۴]

سبز مایل به قهوه‌ای (زیتونی): این رنگ در دورهٔ قاجار عمدتاً در آثار تکرنگ و هفت‌رنگ به چشم می خورد اما در آثار زیرلعابی هم به‌ندرت قابل مشاهده‌است. وولف نمونهٔ تکرنگ آن را در دورهٔ پهلوی، حاصل ترکیب سبز مس و زرد آهن عنوان می‌کند (Wullf, 1966 : 162) که به احتمال قریب به یقین همین ترکیب در شیوهٔ زیرلعابی نیز به کار می‌رفته چراکه نتایج آنالیز این رنگ در آثار زیرلعابی اواخر قاجار (تصویر ۱۳)، حضور اکسید آهن را در آن به ثبت رسانده‌است.[۵۵]

تصویر ۱۲: بخشی از کاسه هفت‌رنگ با رنگ‌پردازی بنفش مایل به آبی (بال پرنده) و بنفش مایل به قرمز (شکوفه‌ها) حاصل از ترکیب قرمز طلا و آبی کبالت، اثر علی‌اکبر شیرازی، شیراز، ۱۲۵۲ ه.ق، محل نگهداری: موزهٔ ویکتوریا و آلبرت، شمارهٔ دسترسی: 1878-632 (URL 13).

تصویر ۱۳: بخشی از کاشی زیرلعابی با رنگ‌پردازی سبز مایل به قهوه‌ای، اثر علی‌محمد اصفهانی، تهران، ۱۳۰۱ ه.ق، محل نگهداری: موزهٔ ویکتوریا و آلبرت، شمارهٔ دسترسی: 1889-511 (URL14)

۴-۳. استفاده از قابلیت غلظت رنگ‌ها

دیگر تمهید رایج در سفالگری قاجار جهت گسترش طیف‌های رنگی، ایجاد سایه‌های رنگی در رنگ‌پردازی از طریق اِعمال ضخامت‌های مختلف رنگیزه و یا لعاب رنگی بر روی اثر سفالی بوده‌است. بنابر اظهارات بهاری، این عمل در شیوهٔ زیرلعابی ازطریق رقیق‌نمودن رنگیزه با مقادیر مختلف آب (به فراخور سایهٔ رنگی موردنظر) امکان‌پذیر است (بهاری، ۱۴۰۱). به احتمال قریب به یقین، شیوهٔ کار در دورهٔ قاجار نیز به همین اسلوب بوده‌است، چنان‌چه نمونه‌هایی از کاربرد آن در آثار این دوره به‌ویژه نمونه‌های تولید تهران نیز به چشم می‌خورد (تصاویر ۷ تا ۹ و ۱۴). در شیوهٔ هفت‌رنگ اما به دلیل برخورداری آثار از پوشش لعاب پخته‌شده و عدم جذب آب، از رنگ‌های غلیظ شده با کتیرا بهره گرفته می‌شده است. امروزه در شیراز، کاشی‌سازان هفت‌رنگ جهت کنترل آسان‌تر رنگ‌ها در فرایند سایه‌پردازی- که از طریق کاستن رنگ

با قلم‌مو انجام می‌گیرد- از تمهید هوشمندانه‌ای استفاده می‌کنند؛ بدین صورت که پس از اِعمال رنگ‌ها بر سطح کاشی، عمل سایه‌پردازی را جهت کاهش رطوبت رنگ و غلیظ‌شدن آن، با اندکی تأخیر انجام می‌دهند. حال اگر مقصود، خلق سایه‌های بسیار ظریف و دقیق باشد، عمل سایه‌پردازی پس از خشک‌شدن رنگ‌ها و از طریق کاستن رنگ‌ها با قلم‌موی مرطوب و گاه یک ابزار نوک تیز تحقق می‌یابد. به گفتهٔ شیشه‌گر، روش‌های مزبور درواقع استمرار روش‌های رایج در کاشی‌سازی هفت‌رنگ شیراز دورهٔ قاجار می‌باشند (شیشه‌گر، ۱۴۰۱) که بسیاری از مصادیق آن در آثار این شهر تجلی یافته‌است (تصاویر ۱۲ و ۱۵). اگرچه استفاده از آن محدود به شیراز نمانده و نمونه‌هایی نیز در دیگر شهرها بالاخص تهران دیده می‌شود (تصویر ۱۶).

تصویر ۱۴: بخشی از کاشی منقوش زیرلعابی با رنگ‌پردازی به روش سایه‌اندازی، تالار آینه کاخ گلستان، ۱۳۰۴ ه.ق (نگارندگان)

تصویر ۱۵: بخشی از کاشیکاری هفت‌رنگ ضلع شمالی مسجد نصیرالملک شیراز با رنگ‌پردازی به روش سایه‌اندازی، ۱۲۹۳ تا ۱۳۰۴ ه.ق (نگارندگان)

تصویر ۱۶: بخشی از قاب کاشی هفت‌رنگ ضلع شمالی حیاط کاخ گلستان با رنگ‌پردازی به روش سایه‌اندازی، اواخر سدهٔ ۱۳ تا اوایل سدهٔ ۱۴ ه.ق (نگارندگان)

۵. نتیجه‌گیری

برخلاف تصور معمول، تحولات بصری شکل‌گرفته در عرصهٔ رنگ سفال قاجار، تماماً برخاسته از تغییر ذائقهٔ زیبایی‌شناختی زمانه نیست و نوآوری‌های صورت‌یافته در فناوری سفال این دوره را نیز باید به‌عنوان عاملی مهم و تأثیرگذار در این جهت تلقی کرد. اعزام محصل به خارج، تأسیس نهادهای آموزشی مدرن، ترجمه و تألیف کتب علوم جدید و واردات فناوری‌های نوظهور ازجمله عواملی بودند که موجبات پیدایش نوآوری‌های مزبور را از طریق انتقال دانش و تجهیزات نوین، به‌ویژه در زمینهٔ چینی‌سازی، شیشه‌سازی، معدن‌شناسی و علم شیمی فراهم نمودند. هریک از رشته‌های نامبرده، امکان بالقوهٔ اثرگذاری بر روند سنتی سفال ایران در حوزه‌های مختلف را در خود داشتند. رنگ‌پردازی ازجمله مواردی است که بیش از دیگر حوزه‌ها تحت‌تأثیر جریانات مدرن فناوری سفال قرار گرفت. حاصل این تأثیرپذیری، به‌کارگیری رنگیزه‌های جدید در شیوه‌های مختلف تزئین اعم از زیرلعابی، تکرنگ و هفت‌رنگ بود که موجب تنوع رنگ‌های مورداستفاده در سفال این دوره گردید. نانوذرات طلا، آنتیمونات سرب، اکسید اورانیوم و اکسید کروم ازجملهٔ این رنگیزه‌ها هستند که به ترتیب از آن‌ها طیف‌های مختلف رنگ‌های قرمز- صورتی، زرد، زرد- نارنجی و سبز حاصل می‌گشته‌است. برخی از این رنگیزه‌ها هم‌چون نانوذرات طلا و آنتیمونات سرب در سفال ایران کم‌سابقه و برخی مانند اکسید اورانیوم و اکسید کروم بی‌سابقه بوده‌اند. ترکیب رنگیزه‌ها در شیوهٔ زیرلعابی، از دیگر اقداماتی است که جهت دست‌یابی به طیف گسترده‌تری از رنگ‌ها به کار بسته شده و تا پیش از قاجار (مشخصاً اواخر سدهٔ ۱۳ ه.ق) رواج نداشته است. سبز مایل به زرد، بنفش مایل به آبی و سبز مایل به قهوه‌ای از متداول‌ترین این رنگ‌ها هستند. در راستای گسترش تنوع رنگی، سفالگران قاجار هم‌چنین از قابلیت غلظت رنگ‌ها در رنگ‌پردازی به خوبی بهره گرفته‌اند. این عمل در شیوهٔ زیرلعابی ازطریق رقیق‌نمودن رنگیزه با مقادیر مختلف آب و در شیوهٔ هفت‌رنگ از طریق غلیظ‌کردن رنگ با کتیرا و کاستن تأخیری رنگ از سطح اثر انجام می‌گرفته است.نتایج تحقیق نشان می‌دهد فناوری نوین رنگ‌پردازی در سفال قاجار عمدتاً معطوف به شیوهٔ زیرلعابی بوده که این مسئله به آگاهی سفالگران این دوره به ظرفیت‌های فنیِ نادیده‌انگاشته‌شدهٔ این شیوه در نقاشی سفال دلالت دارد. از دیگر دستاوردهای مهم سفالگران قاجار در مواجهه با نوآوری‌های فنی در عرصهٔ رنگ، «بومی‌سازی» فنون مزبور، متناسب با بستر سنتی سفال ایران بود. استفاده از پودر شیشه، تنکار و مرده‌سنگ طلا در فرایند آماده‌سازی رنگیزهٔ قرمز- صورتیِ طلا (که با روش‌های اروپایی مغایرت داشت)، به‌کارگیری رنگیزهٔ مزبور در

شیوهٔ زیرلعابی و تکرنگ و یا ترکیب رنگیزه‌های جدید با لعاب قلیایی- سربی مرسوم در سفال سنتی ایران را می‌توان از نمونه‌های بارز این پدیده برشمرد.

تشکر و قدردانی

از خانم انسیه موسوی ویایه به پاس قرائت و در اختیار نهادن متن نسخهٔ خطی «رساله در تفصیل ساخت چینی» و هم‌چنین از آقای رضا شیشه‌گر بابت در اختیار قراردادن «فیلم مستند کارگاه کاشی‌سازی هفت‌رنگ احمد و مسعود شیشه‌گر» کمال تشکر و سپاسگزاری را می‌نمایم.

پی‌نوشت‌ها

۱. مقصود از«رنگیزه» (Pigment) در این پژوهش، پیگمنت‌های معدنی است که برخلاف پیگمنت‌های آلی یا «رنگینه»، از مقاومت و پایداری بالایی در حرارت‌های بالا برخوردار هستند.

2. Jenifer M. Scarce

3. Ina Reiche

4. Friederike Voigt

5. Moujan Matin

۶. مهم‌ترین اعزام‌های دانشجویی به اروپا در این دوران، اعزام سال‌های ۱۲۳۰ و ۱۲۳۸ ه.ق به اهتمام عباس‌میرزا، ۱۲۶۰ و ۱۲۶۳ ه.ق به کوشش حاجی میرزا آغاسی، ۱۲۶۷ ه.ق به همّت امیرکبیر و ۱۲۷۶ ه.ق با پشتیبانی فرخ‌خان امین‌الدوله می‌باشد. از فرانسه، روسیه و انگلستان نیز می‌توان به‌عنوان مقاصد اصلی محصلان طی این دوران یاد کرد. جهت آگاهی بیش‌تر در این زمینه نک. (محبوبی اردکانی، ۱۳۵۴: ۱۲۲-۱۳۰، ۱۸۰-۱۹۵، ۳۲۲-۳۳۸، ۳۵۰-۳۵۹؛ سرمد، ۱۳۷۲: ۱۸۹-۱۹۰؛ رینگر، ۱۳۸۱: ۴۱-۴۲، ۶۳-۶۴، ۱۰۳-۱۰۷).

۷. ازجملهٔ آن‌ها استاد حیدرعلی نجار بود که پس از بازگشت در دارالفنون مشغول نجاری شد و در این زمینه شاگردانی نیز تربیت نمود (محبوبی اردکانی، ۱۳۵۴: ۳۳۳).

۸. برای مثال می‌توان از حاجی محمد تاجر تبریزی و میرزا جعفر تبریزی نام برد که پس از مراجعت به ترتیب با خود دستگاه کاغذسازی و چاپ به همراه آوردند (اعتمادالسلطنه، ۱۳۶۷: ۱۷۵۸؛ محبوبی اردکانی، ۱۳۵۴: ۱۸۹).

۹. این دو هم‌چنین در آن‌جا دلباختهٔ دختران موسیو کنستان شدند که به همراه پدر در نقاش‌خانهٔ کارخانه مشغول به کار بودند. با آن‌ها ازدواج نمودند و هنگام بازگشت، همسران و موسیو کنستان را نیز همراه خود به ایران آوردند (ممتحن‌الدوله، ۱۳۶۲: ۲۰۵؛ محبوبی اردکانی، ۱۳۵۴: ۲۸۳، ۳۳۰-۳۳۱).

۱۰. در دورهٔ قاجار، محصولات خمیرسنگ یا «کاشی» به دلیل شباهت ظاهری با چینی‌آلات، اغلب به اشتباه با نام چینی ذکر گردیده‌است.

11. Oliver Watson

12. Art School

۱۳. در این زمینه نک. (اعتمادالسلطنه، ۱۳۶۳: ۱۵۲؛ محبوبی اردکانی، ۱۳۵۴: ۲۷۱-۲۹۱؛ Ekhtiar, 1994 : 235-239, 270-284).

۱۴. ملک‌المورخین در شرح بازدید مظفرالدین‌شاه از این مدرسه، فقط از رشتهٔ نقاشی نام می‌برد (ملک‌المورخین، ۱۳۸۶: ۱۸۱) و در جدول دروس این مدرسه در سال ۱۳۰۴ شمسی نیز تنها نام همین درس دیده می‌شود (آرشیو ملی ایران، ۱۳۰۴).

۱۵. در این زمینه نک. (اقبال، ۱۳۲۷: ۵۹-۷۰؛ روزنامه وقایع اتفاقیه، ۱۳۷۳: ۶۷۰؛ اعتمادالسلطنه، ۱۳۶۳: ۹۳؛ ۱۳۶۷: ۲۰۳۷؛ یوسفی‌فر، ۱۳۹۰: ۴۲-۶۴).

۱۶. در این زمینه نک. (آرشیو ملی ایران، ۱۳۳۵؛ URL1؛ بلاغی، ۱۳۵۰، ج.۱: ۱۰۹؛ حامدی، ۱۳۹۷: ۱۲-۱۳؛ Ekhtiar, 1998 : 61).

۱۷. در این زمینه نک. (محبوبی اردکانی، ۱۳۵۴: ۲۷۱-۲۹۱).

18. Charnota

۱۹. این شخص، همان کنستان مورداشاره در پی‌نوشت (۴) است که به همراه دو دختر و دامادهای ایرانی‌اش از فرانسه به ایران آمده بود.

۲۰. برخلاف زمان ولیعهدی عباس‌میرزا و گرایش غالب به ترجمهٔ کتب انگلیسی، در این دوره ترجمه‌ها عمدتاً از کتب فرانسوی صورت گرفته‌اند (ترکمان، ۱۳۹۰: ۲۲، ۶۴). درخور ذکر است که ترجمه‌های مذکور اغلب توسط دانشجویان تحصیل‌کرده در اروپا انجام یافته‌اند.

۲۱. تاریخ دقیق افتتاح این مرکز مشخص نیست اما از اواخر قرن ۱۳ ه.ق فعال بوده و مانند دارالفنون و «دارالتألیف» و «دارالطباعه»، از ادارات متبوع وزرات علوم بوده است (ترکمان، ۱۳۹۰: ۵۴).

۲۲. جهت آگاهی از نهضت ترجمه در دورهٔ قاجار نک. (Ekhtiar, 1994 : 247- 254؛ افشار، ۱۳۸۱: ۸۱-۹۳؛ ترکمان، ۱۳۹۰: ۲۲، ۳۷-۵۴).

۲۳. به احتمال بسیار، رسالهٔ مزبور یکی از ۲۹۳ جلد کتابی بوده که در سال ۱۲۶۵ ه.ق به دستور امیرکبیر از فرانسه جهت ترجمه به ایران آورده شده‌است (در این‌باره نک. آدمیت، ۱۳۶۱: ۳۸۰).

۲۴. تحقیقات متین و متین نشان می‌دهد نسخهٔ مزبور، ترجمه‌ای تخلیص‌یافته از کتاب سه جلدی الکساندر برونیار (Alexandre Brongniart) با عنوان Traité des arts cé ramiques ou Des poteries منتشرشده در سال ۱۸۴۴ بوده‌است (Matin & Matin, 2018 : 5).

۲۵. نکتهٔ حائز اهمیت دربارهٔ این دست از ترجمه‌ها آن است که در آن‌ها غالباً از اصطلاحات متداول در متون فارسی گذشته در برابر الفاظ و واژگان تخصصی استفاده شده‌است.

۲۶. توجه به این عرصه تا بدان‌جا بوده که گاه حتی کتب ترجمه‌شده به زبان عربی نیز وارد کشور شده و رونویسی می‌شده‌اند. این کتب نیز غالباً شامل فصولی در باب ساخت سفال، چینی، شیشه، لعاب و تذهیب چینی بوده‌اند. در این زمینه نک. (عون اللبنانی، ۱۸۷۳: ۲۴۹-۲۵۳، ۲۸۲-۲۸۳؛ افندی غازی، ۱۳۱۳ ه.ق: ۷۸-۹۶؛ فی المعادن النافعه لتدبیر معاش الخلایق، بی‌تا: ۸۸پ- ۱۱۳ر).

۲۷. برای مثال می‌توان به بازدید میرزا صالح شیرازی از دستگاه «شوره‌سازی» و تصفیه گوگرد شهر سن پترزبورگ در سال ۱۲۳۰ ه.ق/ ۱۸۱۴ م. (میرزا صالح شیرازی، ۱۳۴۷: ۱۱۹) و یا بازدید فرخ‌خان امین‌الدوله از کارخانه‌های «جوهر گوگرد»، «جوهر نمک»، «جوهر شوره» و «نمک قلیاب» شهرهای لیل و پاریس در سال ۱۲۷۳ ه.ق/ ۱۸۵۶ م. (سرابی، ۱۳۴۴: ۲۷۲، ۲۷۶) اشاره کرد.

۲۸. هنوز به درستی مشخص نیست که آیا کارخانهٔ مزبور موفق به تولید چینی اصل گشته یا خیر، اما امکان آن به دلیل فقدان نمونه‌های موجود، بعید به نظر می‌رسد.

۲۹. از اظهارات طالبوف دربارهٔ امین‌الضرب می‌توان دریافت که وی تجهیزات این کارخانه را از اروپا وارد نموده‌است. در این‌باره نک. (طالبوف، ۱۳۴۷: ۱۸۸).

۳۰. در سال ۱۳۲۶ ه.ق/ ۱۹۰۸م. اولمر اذعان می‌کند که طلافروشان پایتخت، اسید نیتریک موردنیاز خود را از داروخانه‌های اروپایی خریداری می‌کنند (Olmer, 1908 : 46). به ظنّ قوی، در مراکز مزبور برخی مواد اولیهٔ لعاب و رنگیزه‌ها نیز به فروش می‌رسیده‌اند. علاوه بر این در سال ۱۲۹۸ شمسی در مجلهٔ «فلاحت و تجارت» یک آگهی از شرکت آمریکایی سازندهٔ مواد ظروف چینی و لعاب جهت بازاریابی در ایران درج گردیده‌است (مجله فلاحت و تجارت، ۱۲۹۸: ۱۸-۱۹) که احتمال واردات ترکیبات لعاب و رنگ از سوی این شرکت و شرکت‌های مشابه را در اواخر عصر قاجار مطرح می‌سازد.

۳۱. کلوئید حالتی از یک ماده است که به‌صورت بسیار ریز در ماده‌ای دیگر به صورت یکنواخت پخش شده باشد. به باور رایشه و همکاران، کلوئیدهای فلزی به اندازهٔ نانو می‌توانند در شیشه تولید رنگ کنند (Reiche et al, 2009 : 1034).

۳۲. البته باید یادآور شد که استعمال طلا در ساخت مینای یاقوتی در سرزمین‌های اسلامی از سده‌های اولیه شناخته شده بوده (نک. زکریای رازی، ۱۳۴۹: ۲۰۳، ۳۶۳؛ البیرونی، ۱۳۷۴: ۳۶۸؛ بلخی، ۱۳۹۵: ۳۶۸)، با این تفاوت که به جای نانوذرات طلای حل‌شده در تیزاب، از برادهٔ نرم طلا استفاده می‌شده‌است.

33. Johann von Lowenstern -Kunckel

۳۴. البته اگر ادعای اسکرس مبنی بر تاریخ ساخت کاشی‌های محراب کلیسای وانک (۱۱۲۷ ه.ق/ ۱۷۱۵ م.) که در رنگ‌آمیزی نقوش آن از رنگ صورتی استفاده شده‌است را بپذیریم، باید سابقهٔ کاربرد این رنگ در کاشی‌کاری ایران را تا اواخر دورهٔ صفویه عقب راند و شهر اصفهان را به‌عنوان خاستگاه ترویج آن درنظر گرفت. در این زمینه نک. (Scarce, 1979 : 79).

۳۵. شیوهٔ ساخت تیزاب در این رساله از تقطیر چهار قسمت اسید نیتریک (جوهر شوره) با یک قسمت اسید کلریدریک (جوهر نمک) و ده قسمت آب در قرع و انبیق عنوان گردیده‌است (علم ساختن چینی، ۱۲۶۸ ه.ق: ۵۳-۵۴). لازم به ذکر است که ساخت تیزاب، دست‌کم از دورهٔ صفوی در ایران شناخته‌شده بوده اما تنها در حل نقره، طی فرایند جداسازی نقره از طلا به کار می‌رفته‌است (نک. مجموعه‌الصنایع، ۱۰۰۵ ه.ق: ۱۳۳- ۱۳۴) که بر این اساس می‌توان گفت اسید نیتریک خالص بوده‌است. اولین شواهد مبنی بر ساخت تیزابی که قابلیت حل طلا را در خود داشته باشد (مخلوط اسید نیتریک و کلریدریک)، از دورهٔ قاجار دیده می‌شود (نک.15 : Schlimmer, 1874؛ Olmer, 1908 : 46 ؛ میرزا خلیل طبیب، ۱۳۰۸ ه.ق: ۳۶، ۴۳). اگرچه بی‌تردید دانش آن از دورهٔ زندیه وجود داشته‌است.

۳۶. به گفتهٔ علی‌محمد، این ماده کفی است که طی فرایند ذوب طلا با سرب و آب روی سطح طلا تشکیل می‌شود (Ali Mohamed, 1888 : 6) که بر این اساس می‌توان آن را طلای مخلوط با سرب تلقی نمود. بنابر اظهارات احسانی، «مردارسنگ طلایی» را از سوزاندن سرب با گوگرد به نسبت ۸ به ۱

به‌دست می‌آورده‌اند (احسانی، ۱۳۳۶: ۱۵). دور از ذهن نیست که این ماده، مردارسنگی باشد که در فرایند ذوب (قال‌کاری) طلا با سرب حاصل می‌گشته‌است.

۳۷. جهت آگاهی از نتایج آنالیزهای یادشده نک. (Matin et al, 2020 : 14- 15 ؛Reiche & Voigt, 2012 : 520 ؛Reiche et al, 2009 : 1030).

۳۸. تری سولفید آنتیموان (Stibnite)، مهم‌ترین کانی حاوی آنتیموان است که در سرزمین‌های اسلامی با عنوان «حجر اَثمِد» شناخته می‌شده (Keblow Bernsted, 2003 : 17) و به‌واسطهٔ کاربرد آن در سرمه‌سازی به «حجر الکُحل» و «سنگ سرمه» نیز معروف بوده‌است. با استناد به توضیحات بیان‌شده در رابطه با این سنگ در متون تاریخی مشخص می‌گردد که کیمیاگران و کانی‌شناسان، آن را از رستهٔ سرب (رَصاص) به‌شمار می‌آورده‌اند (در این‌باره نک. زکریای رازی، ۱۳۴۶: ۷۹؛ بیرونی، ۱۳۸۳: ۱۹۰؛ انصاری دمشقی، ۱۳۵۷: ۱۳۰؛ جوهری نیشابوری، ۱۳۸۳: ۲۶۹؛ محمدبن منصور، ۱۳۳۵: ۲۷۱). آن‌گونه که حتی رازی از پودر سفیدرنگ حاصل از تکلیس آن با عنوان «سفیداب» (واژه‌ای که عموماً در رابطه با تکلیس سرب و قلع به‌کار می‌رفته) یاد می‌کند (زکریای رازی، ۱۳۴۹: ۱۲۱). دلیل این موضوع را می‌توان به شباهت ظاهری این دو کانی خاکستری رنگ، مرتبط دانست.

۳۹. این احتمال وجود دارد که در دوران مذکور شباهت ظاهری دو کانی سرب و استیبنیت منجر به واردشدن ناخواستهٔ عنصر آنتیموان به ترکیب «سفیداب سرب و قلع» طی فرایند ساخت آن شده باشد.

۴۰. کاشانی اگرچه در فهرست مواد اولیهٔ مورداستفاده در سفالگری، از سنگ سرمه نام می‌برد (کاشانی، ۱۳۸۶: ۳۴۰) ولی در ادامه هیچ توضیحی دربارهٔ نحوه کاربرد و رنگ حاصل از آن ارائه نمی‌دهد. علاوه بر این، نتایج آنالیز نمونه کاشی‌های هفت‌رنگ صفوی، نشانی از وجود آنتیموان در لعاب آن‌ها را به ثبت نرسانده‌است. در این زمینه نک. (Holakooei et al, 2014 : 453).

۴۱. جهت آگاهی از نتایج آنالیزهای مذکور نک. (Reiche & Voigt, 2012 : 520 ؛Reiche et al, 2011 : 149؛ 2009 : 1030).

۴۲. نیکلا لمری (Nicolas Lé mery) شیمی‌دان فرانسوی، اولین کسی بود که به شیوه‌ای علمی مطالعاتی روی آنتیموان و ترکیبات آن انجام داد و نتایج یافته‌هایش را در سال ۱۷۰۷ منتشر کرد. در این زمینه نک. (URL6).

۴۳. در این زمینه نک. (میرزا کاظم محلاتی، ۱۳۰۷ ه.ق: ۲۷۶-۲۸۹؛ میرزا خلیل طبیب، ۱۳۰۸ ه.ق: ۱۱۵؛ محمدآقا، ۱۳۲۴ ه.ق: ۲۶).

۴۴. در این زمینه نک. (Schlimmer, 1874 : 523؛ ملک‌المورخین، ۱۳۳۸ ه.ق: ۵۹؛ افضل‌الملک، ۱۳۷۹: ۲۳).

45. Triuranium octaxide

46. Sodium diurante

۴۶. جهت آگاهی بیش‌تر در این‌باره نک. (Strahan, 2001 : 181-184؛ Brongniart, 1844 : 519؛ URL7).

۴۷. جهت آگاهی از نتایج آنالیزهای یادشده نک. (Reiche & Voigt, 2012 : 520 ؛Reiche et al, 2011 : 149 ؛ 2009 : 1036؛ Matin et al, 2020 : 15).

۴۸. نتایج آنالیز این ماده از شناسایی آن به‌عنوان «اکسید اورانیوم» خبر می‌دهد (Reiche & Voigt, 2012 : 526). از طرفی نتایج آنالیز پودر عنابی‌رنگ موجود در خانهٔ ۱۷ با عنوان «رنگ زرد» نشان می‌دهد که یک مادهٔ غنی از آهن است (ibid). از این‌رو به نظر می‌رسد خطایی در این میان رخ داده و همان‌گونه که متین و همکاران نیز به درستی اشاره کرده‌اند به احتمال بسیار، برچسب نمونه‌های ۱۵ و ۱۷ هنگام آماده‌سازی جعبهٔ نمونه‌ها، جابه‌جا شده‌است (Matin et al, 2020 : 23)

۴۹. جهت آگاهی از نتایج آنالیزهای مزبور نک. (Matin et al, 2020 : 15 ؛Reiche & Voigt, 2012 : 520 ؛Reiche et al, 2011 : 149 ؛2009 : 1036).

۵۰. شایان ذکر است که توضیحات درج‌شده از این ماده بر جعبهٔ نمونه‌ها دارای دو اشتباه عمده است؛ یکی عنوان ماده که «رنگ سبز جوهر اُخرا» درج گردیده و «جوهر اخرا» کاملاً بی‌ارتباط با آن است و دیگری ماهیت این ماده که آن را متشکل از ترکیب رنگ‌های آبی و زرد بیان کرده‌است (نک. فلور، ۱۳۹۳: ۴۷۱).

۵۲. متداول‌ترین این رنگ‌ها سبز چمنی (ترکیب زرد سرب و سبز مس)، و زرد مایل به قهوه‌ای (اُکر) (ترکیب زرد سرب و قهوه‌ای/ مشکی منگنز) بوده‌اند.

۵۳. جهت مشاهدهٔ نتایج آنالیزهای یادشده نک. (Reiche & Voigt, 2012 : 520 ؛ Reiche et al, 2009 : 1030).

۵۴. جهت مشاهدهٔ نتایج آنالیزهای مذکور نک. (Reiche & Voigt, 2012 : 520 ؛Reiche et al, 2011 : 149).

۵۵. برای مشاهدهٔ نتایج آنالیزهای یادشده نک. (Reiche & Voigt, 2012 : 520).

منابع

احسانی، عبدالحسین. (۱۳۳۶). کاشی و صنعت ظروف سفالی. نقش و نگار، ش. ۴، ۱۱- ۱۷.

اسکرس، جنیفر. (۱۳۹۹). شکوه هنر قاجار: مجموعه مقالات فرهنگ، هنر و کاشی‌کاری عصر قاجار. ترجمهٔ علیرضا بهارلو و مرضیه قاسمی. تهران: خط و طرح.

اعتمادالسلطنه، محمدحسن خان. (۱۳۶۳). چهل سال تاریخ ایران در دورهٔ پادشاهی ناصرالدین شاه (ج. ۱، المآثر و الآثار). به کوشش ایرج افشار. تهران: انتشارات اساطیر.

-----. (۱۳۶۷). تاریخ منتظم ناصری (ج. ۳). تصحیح محمداسماعیل رضوانی. تهران: دنیای کتاب.

افشار، ایرج. (۱۳۸۱). آغاز ترجمه کتاب‌های فرنگی به فارسی. ایرانشناسی. ۱۴ (۵۳)، ۷۹- ۱۱۰.

افضل‌الملک، غلامحسین. (۱۳۷۹). سفرنامه اصفهان. به کوشش ناصر افشارفر. تهران: وزارات فرهنگ و ارشاد اسلامی، سازمان چاپ و انتشارات؛ کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی.

افندی غازی، رشید. (۱۳۱۳ ه.ق). المنتهی المنافع فی انواع الصنائع [چاپ سربی]. بیروت: مطبعه العربیه. محفوظ در کتابخانهٔ ملی ایران، شمارهٔ بازیابی ۲۱۹۵۱-۸.

اقبال، عباس. (۱۳۲۷). سبزه میدان و مجمع دارالصنایع. یادگار، ۴(۹-۱۰)، ۵۹-۷۰.

البیرونی، ابوریحان محمّدبن احمد. (۱۳۷۴). الجماهر فی الجواهر. تحقیق یوسف الهادی. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.

انصاری دمشقی، شمس‌الدین محمّدبن ابی‌طالب. (۱۳۵۷). نخبة الدهر فی عجائب فی البّر و البحر. ترجمهٔ سیّد حمید طبیبیان. تهران: فرهنگستان ادب و هنر ایران.

آدمیت، فریدون. (۱۳۶۱). امیرکبیر و ایران. چاپ ششم. تهران: شرکت سهامی انتشارات خوارزمی.

آرشیو ملی ایران. (۱۳۲۹ ه.ق). شماره سند ۲۴۰/۶۷۵۸. اخذ مالیات از معدن تنکار در سبزوار [سند دستنویس].

-----. (۱۳۳۵ ه.ق). شماره سند ۲۹۷/۳۱۴۸۳. اعلان تشکیل کلاس تعلیم صنایع و حرف در جنب مدرسه دارالفنون [سند دستنویس].

-----. (۱۳۰۴). شماره سند ۲۹۷/۲۶۲۰۰. جدول ساعات تدریس علوم مختلفه مدرسه دارالفنون [سند دستنویس].

-----. (۱۳۳۲). شماره سند ۲۶۴/۲۵۸۷۷. گزارش درباره قسمت کاشی‌سازی اداره هنرهای ملی [سند دستنویس].

بلاغی، عبدالحجه. (۱۳۵۰). تاریخ تهران. ۲ جلد. قم.

بلخی، شمس خطاط. (۱۳۹۵). کنز الزواهر فی معرفة الجواهر. تصحیح و تحقیق سروناز پریشانزاده. قم: مجمع ذخایر اسلامی.

بهاری، محمدحسین. (۱۴۰۱). فناوری تولید ظروف خمیرسنگ زیرلعابی در شهرضا در دورهٔ پهلوی دوم. در مصاحبه با ابوالفضل عرب‌بیگی. شهرضا، ۲۳ شهریور.

بیرونی، ابوریحان. (۱۳۸۳). الصّیدنه فی الطّب (داروشناسی در پزشکی). ترجمهٔ باقر مظفرزاده. تهران: فرهنگستان زبان و ادب فارسی.

ترکمان، مریم. (۱۳۹۰). تحلیل و بررسی جریان ترجمه در دوره قاجار (تا پایان عهد ناصری ۱۲۱۲- ۱۳۱۳ ق/ ۱۷۹۷- ۱۸۹۸) (پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد منتشرنشده). دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

تفصیل ساختن چینی. (۱۲۸۴ ه.ق). [نسخهٔ خطی]. محفوظ در کتابخانهٔ سپهسالار (شهید مطهری). شمارهٔ بازیابی ۲۸۳۳.

جمالزاده، سید محمدعلی. (۱۳۳۵ ه.ق). گنج شایگان یا اوضاع اقتصادی ایران. برلین: انتشارات ادارهٔ «کاوه».

جوهری نیشابوری، محمّدبن ابی البرکات. (۱۳۸۳). جواهرنامهٔ نظامی. به کوشش ایرج افشار. تهران: میراث مکتوب.

حامدی، محمدحسن. (۱۳۹۷). جستارهایی در تاریخ هنر. تهران: پیکره.

دوشوز، لسون. (۱۳۲۴ ه.ق). معرفة البدایع فی الفنون و الصنایع [چاپ سربی]. ترجمهٔ میرزا عیسی‌خان طبیب. طهران: مطبعهٔ مبارکه شاهنشاهی. محفوظ در کتابخانهٔ ملی ایران. شمارهٔ بازیابی ۱۹۹۸۰-۸.

زارع، وحید. (۱۳۸۸). کاشی‌سازی هفت‌رنگ در شیراز. فیلم مستند از کارگاه کاشی‌سازی احمد و مسعود شیشه‌گر. سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری استان فارس.

زکریّای رازی، محمّد. (۱۳۴۶). المدخل التعلیمی. به اهتمام حسنعلی شیبانی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
-----. (۱۳۴۹). کتابُ الاسرار. ترجمه و تحقیق حسنعلی شیبانی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
روزنامه دولت علیّه ایران. (۱۳۷۲). جلد دوم. ۵۵۱- ۶۵۰. تهران: کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران.
روزنامه وقایع اتفاقیّه. (۱۳۷۳). جلد اول، شماره‌های ۱-۱۳۰ و جلد چهارم، شماره‌های ۳۷۵- ۴۷۱. تهران: کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران و مرکز مطالعات و تحقیقات رسانه‌ها.
ریاضی، محمدرضا. (۱۳۹۵). کاشی کاری قاجاری. تهران: انتشارات یساولی.
رینگر، مونیکا ام. (۱۳۸۱). آموزش، دین و گفتمان اصلاح فرهنگی در دوران قاجار. تهران: انتشارات ققنوس.
سرابی، حسین بن عبدالله. (۱۳۴۴). مخزن‌الوقایع، شرح مأموریت و مسافرت فرّخ‌خان امین‌الدّوله. به کوشش کریم اصفهانیان و قدرت‌الله روشنی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
طالبوف، عبدالرحیم. (۱۳۴۷). مسالک المحسنین. تهران: شرکت سهامی کتاب‌های جیبی.
علم معدن و شناختن و جدانمودن فلزات از اخلاط معدنی. (۱۲۷۱ ه.ق). [نسخهٔ خطی]. ترجمهٔ جان لیویس شلیمر. محفوظ در کتابخانهٔ ملی. شمارهٔ بازیابی ۱۱۰۶۹.
سرمد، غلامعلی. (۱۳۷۲). اعزام محصل به خارج از کشور (در دوره قاجاریه). تهران: چاپ و نشر بنیاد.
علم ساختن چینی. (۱۲۶۸ ه.ق). [نسخهٔ خطی]. ترجمهٔ میرزا رضاخان ریشار فرانسوی. صص. ۳۸- ۷۴. محفوظ در کتابخانهٔ ملک. شمارهٔ بازیابی ۲/ ۱۴۸۲.
عون‌اللبنانی، جرجس طنوس. (۱۸۷۳). الدر المکنون فی الصنائع و الفنون [چاپ سربی]. بیروت: مطبعه الامیرکان. محفوظ در کتابخانهٔ ملی ایران. شماره کتابشناسی ۲۷۱۶۲۲۱.
فلور، ویلم. (۱۳۹۳). صنایع کهن در دوره‌ی قاجار. ترجمهٔ علیرضا بهارلو. تهران: پیکره (نشر اثر اصلی ۲۰۰۳).
فی المعادن النافعه لتدبیر معاش الخلایق. (بی‌تا). [نسخهٔ خطی]. ترجمهٔ بدوی رافع التحطاوی. مربوط به اواخر قرن ۱۳ ه.ق. صص. ۸۷ ر- ۱۱۵ پ. محفوظ در کتابخانهٔ مجلس شورای اسلامی. شمارهٔ بازیابی ۵۴۹۹/۶ .
کاشانی، ابوالقاسم عبدالله. (۱۳۸۶). عرایس الجواهر و نفایس الاطایب. به کوشش ایرج افشار. تهران: المعی.
کاظم‌زاده، حسین. (۱۳۲۲ ه.ق). هنرآموز حسین [چاپ سنگی]. محفوظ در کتابخانهٔ ملی ایران. شماره کتاب‌شناسی ۷۷۸۳۴۰.
کیان اصل، مریم. (۱۳۷۲). بررسی مشکلات سرامیک سنتی ایران (در ارتباط با لعاب و بدنه)، (سرامیک نطنز و شهرضا) (پایان‌نامه کارشناسی منتشرنشده). دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده پردیس، اصفهان، ایران.
مجله فلاحت و تجارت. (۱۲۹۸). دورهٔ دوم. شمارهٔ ۱۲. حوت قوی‌ئیل.
مجموعه الصنایع. (۱۰۰۵ ه.ق). [نسخهٔ خطی]. محفوظ در کتابخانهٔ دانشگاه تهران. شمارهٔ بازیابی ۳۸۷۵.
محبوبی اردکانی، حسین. (۱۳۵۴). تاریخ مؤسسات تمدنی جدید در ایران. جلد اول. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
محمدآقا. (۱۳۲۴ ه.ق). اصول علم معدن‌شناسی [نسخهٔ خطی]. محفوظ در کتابخانهٔ مجلس شورای اسلامی. شمارهٔ بازیابی ۲۱۶۱.
محمدبن منصور. (۱۳۳۵). گوهرنامه. به کوشش منوچهر ستوده. فرهنگ ایران زمین، ۴، ۱۸۵- ۳۰۲.
ملک‌المورخین، عبدالحسین‌خان. (۱۳۳۸ ه.ق). معادن مکشوفه ایران [نسخهٔ خطی]. محفوظ در کتابخانهٔ آستان قدس رضوی. شمارهٔ بازیابی ۴۹۲۱۰.
-----. (۱۳۸۶). مرآت الوقایع مظفری (ج. ۱). تصحیح عبدالحسین نوایی. تهران: میراث مکتوب.
ممتحن‌الدوله. (۱۳۶۲). خاطرات ممتحن‌الدوله. به کوشش حسینقلی خانشقاقی. تهران: انتشارات امیرکبیر.
میرزا خلیل طبیب. (۱۳۰۸ ه.ق). حکمت طبیعی، رساله در علم شیمی [چاپ سنگی]. محفوظ در کتابخانهٔ مجلس شورای اسلامی. شمارهٔ بازیابی ط ۲۴۹.
میرزا صالح شیرازی. (۱۳۴۷). سفرنامه میرزا صالح شیرازی. به اهتمام اسماعیل رائین. تهران: روزن.

میرزا کاظم محلاتی. (۱۳۰۷ ه.ق). اصول علم شیمی جدید، مطابق درس‌های معتمدالسلطان آقا میرزا محمدکاظم [چاپ سنگی]. طهران: دارالطباعهٔ خاصه علمیهٔ مدرسهٔ مبارکه درالفنون. محفوظ در کتابخانه مجلس شورای اسلامی. شماره ثبت ۱۷۹۵۴۸.

یوسفی‌فر، شهرام. (۱۳۹۰). مجمع‌الصنایع (تجربه نوگرایی در مشاغل کارگاه‌های سلطنتی دوره قاجاریه). گنجینه اسناد، ۲۱ (۸۳)، ۴۲- ۶۴.

Ali Mohamed. (1888). *On the Manufacture of Modern Kāshi Earthenware Tiles and Vases in Imitation of the Ancient*. (J. Fargues, Trans.). Edinburgh : Museum of Science and Art.

Barkat, H. N. & Khademi, Z. (2019). *Qajar ceramics: bridging tradition and modernity*. Malaysia : IAMM. Publication.

Brongniart, A. (1844). *Traitė des arts cė ramiques ou Des poteries considė rė es dans leur histoire, leur pratique et leur thė orie*, Tome second, Paris : Bė chet jeune.

Centlivres-Demont, M. (1971). *Une communautė de potiers en Iran: Le centre de Meybod* (Yazd). Wiesbaden : Reichert.

Ekhtiar, M. D. (1994). *The Dar al-Funun, Educational reform and cultural development in Qajar Iran*. New York : New York University.

-----. (1998). From Workshop and Bazaar to Academy : Art Training and Production in Qajar Iran. In L. S. Diba, & M. Ekhtiar (Eds.). *Royal Persian Paintings: The Qajar Epoch, 1785-1925*. London : I. B. Tauris Publishers.

Holakooei, P., Tisato, F.,Vaccaro, C., & Petrucci, F. C. (2014). Haft rang or cuerda seca? Spectroscopic approaches to the study of overglaze polychrome tiles from seventeenth century Persia. *Journal of Archaeological Science, Vol. 41*, 447-460.

Keblow Bernsted, A. M. (2003). *Early Islamic pottery, materials and techniques*. London. Archetype publications.

Olmer, L. J. (1908). *Rapport Sur Une Mission Scientifique En Perse*. Paris : Impimerie Nationale.

Matin. M. & Matin. M. (2018). A preliminary study of a nineteenth-century Persian manuscript on porcelain manufacture in the Sipahsalar Library, Tehran. *Muqarnas, Vol. 35*, 293-299.

Matin, M., Gholamnejad, M., & Nemati Abkenar, A. (2020). We must send you a sample, A Persian European dialogue : insights into late nineteenth century ceramic technology based on chemical analysis of tiles from the Ettehadih House Complex, Tehran, Iran. Notes and Records : the Royal Society. *Journal of the History of Science, Vol. 75*, 1- 33.

Reiche, I., Röhrs, S., Salomon, J., Kanngießer, B., Höhn, Y., Malzer, W., & Voigt, F. (2009). Development of a non-destructive method for underglaze painted tiles—demonstrated by the analysis of Persian objects from the nineteenth century, *Anal Bioanal Chem, 393* (3),1025-1041.

Reiche, I., Boust, C., Ezrati, J. J., Peschard, S., Tate, J., Troalen, L.,Shah, B., Pretzel, B., Martin, G., Röhrs, S., & Voigt, F. (2011). Noninvasive study of nineteenth century iranian polychrome underglaze painted tiles by fibre optic visible reflectance spectroscopy. In I. Turbanti-Memmi, & S. Heidelberg (Eds.). *proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry. 12th-16th May 2008. Siena. Italy*. pp. 145-151.

Reiche, I. & Voigt, F. (2012). Technology of production : the master potter Ali Muhammad Isfahani : insights into the production of decorative underglaze painted tiles in 19th century Iran. In H. Edwards, & P. Vandenabeele (Eds.) *Analytical archaeometry* (pp. 502-531). Cambridge : Royal Society of Chemistry.

Rochechouart, J. (1867). *Souvenirs d un voyage en Perse*. Challamel Aine (Ed.). Paris : libraire commissionnaire pour la marine, les colonies et l'orient.

Schlimmer, J. L. .(1874). *Terminologie medico-pharmaceutique et anthropologique Francaise-Persane*. Tehran : Lithographie d ' Ali Gouli khan (Reprinted : 1951. Tehran : Daneshgahe Tehran).

Scarce, J. M. (1979). Function and decoration in Qajar tilework In J. M. Scarse (Ed.) *Islam in the Balkans, Persian art and culture of the 18th and 19th centuries* (pp. 75- 86). Edinburgh: The Royal Scottish Museum Edinbrugh.

Soldi, E. (1881). *Les arts mė connus, les nouveaux musė es du Trocadė ro*. Paris : Ernest Leroux Éditeur.

Strahan, D. (2001). Uranium in Glass, Glazes and Enamels: History, Identification and Handling. *Studies in Conservation*, 46, 181-195.

Troalen, L. et al. (2009). To acquire a good name'1: specimens of 19th-century Persian tile-making from the Tehran workshop of the master potter Ali Muhammad Isfahani. In E. Hermens, & J. Townsend (Eds.). *Sources and Serendipity: Testimonies of Artists' Practice*. London: Archetype.

Watson, O. (2006). Almost Hilariously Bad: Iranian Pottery in the Nineteenth Century. In D. Behrens-Abouseif, & S. Vernoit (Eds.). *Islamic Art in the 19th Century: Tradition, Innovation, And Eclecticism* (pp. 333- 362), Leiden, Boston: BRILL.

Wullf, H. E. (1966). *The traditional crafts of Persia*, Their development, technology, and influence on eastern and western civilizations. Cambridge, Massachusetts and London: The M. I. T Press.

منابع اینترنتی

URL1 :https://mashruteh.org/wiki/index.php?title=%D9%85%D8%B0%D8%A7%DA%A9%D8%B1%D8%A7%D8%AA_%D9%85%D8%AC%D9%84%D8%B3_%D8%B4%D9%88%D8%B1%D8%A7%DB%8C_%D9%85%D9%84%DB%8C_%DB%B1%DB%B3_%D8%AF%DB%8C_(%D8%AC%D8%AF%DB%8C)_%DB%B1%DB%B3%DB%B0%DB%B1_%D9%86%D8%B4%D8%B3%D8%AA_%DB%B2%DB%B0%DB%B1 مذاکرات جلسه ۲۰۱ دوره چهارم مجلس شورای ملی سیزدهم، جدی ۱۳۰۱ ش

URL2: https://collections.vam.ac.uk/item/O211494/dish-unknown/

URL3: https://collections.mba-lyon.fr/fr/notice/d-6-carreau-au-fauconnier-c40267d1-64bd-48fd-ae17-88f210d43966

URL4: https://collections.louvre.fr/en/ark:/53355/cl010321771

URL5: https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/collection-search-results/wall-tile/321166

URL6: https://education.jlab.org/itselemental/ele051.html :*Antimony*

URL7: https://digitalfire.com/hazard/325 :*Uranium and Ceramics*

URL8: https://collections.vam.ac.uk/item/O83283/table-top-table-top-isfahani-ali-muhammad/

URL9: https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/collection-search-results/wall-tile/321150

URL10: https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/collection-search-results/tile/821565

URL11: https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_G-314

URL12: https://collections.mba-lyon.fr/en/notice/1969-328-trois-musiciennes-373b64f1-d7bc-4374-9b50b78c0d434488

URL13: https://collections.vam.ac.uk/item/O211715/bowl-ali-akbar-shirazi/

URL14: https://collections.vam.ac.uk/item/O113632/tile-isfahani-ali-muhammad/

References

Adamiyat, F. (1982). *Amir Kabir and Iran* (in Persian). 6th edition. Tehran: Kharazmi.

Afshar, I. (2000). "The Beginning of the Translation of Books from Farangi into Persian". *Iranology* 14 (53): 79-110 [In Persian].

Afzalmolk, Gh. (1999). *Isfahan Travel Book*.ed. by Nasser Afsharfar. Tehran: Ministry of Culture and Islamic Guidance, Printing and Publishing Organization; Library, Museum and Documentation Center of the Islamic Council [In Persian].

Al-Biruni, A. M. (1995). *Al-Jamāhir fi Al-Jawāhir*. Researched by Yusuf Al-Hadi. Tehran: Elmi va Farhangi(in Arabic).

Ali Mohamed. (1888). *On the Manufacture of Modern Kāshi Earthenware Tiles and Vases in Imitation of the Ancient*. trans. John Fargues. Edinburgh: Museum of Science and Art.

Ansari Dameshqi, Sh. (1979). *Nokhbat al-Dahr fi Ajāeb fi al-Barr-e va al-Bahr*. translated by Seyyed Hamid Tabibian. Tehran: The Iranian Academy of Letters and Arts[In Persian].

Aown al-Lobanani, G. T. (1873). *Al-Dor al-Maknun fi al-Sana'e and al-Funun*. Lead print. Beirut: Al-Amirkan Press. Preserved at the National Library. Bibliography no. 12226172[In Arabic].

Bahari, M. H. (2022). "The Production Technology of Underglaze Stoneware in Shahreza during the Second Pahlavi Period". Interview in Shahreza, Shahrivar 23rd[In Persian].

Balaghi, A. (1972). *History of Tehran*. 2 volumes, Qom[In Persian].

Balkhi, Sh. (2016). Kanz Al-Zawāhir fi Ma'refat al-Jawāhiredited and researched by Sarvenaz Parishanzadeh. Qom: Assembly of Islamic Reserves[In Persian]..

Barkat, H. N., & Khademi, Z. (2019). *Qajar Ceramics: Bridging Tradition and Modernity*. Malaysia: IAMM. Publication.

Biruni, A. (2004). *Al-Saidnah fi al-Tabba (Pharmacology in Medicine)*. Translated by Baqer Mozafarzadeh. Tehran: The Academy of Persian Language and Literature[In Persian].

Brongniart, A. (1844). *Traité des Arts Céramiques ou Des Poteries Considérées dans Leur Histoire, leur Pratique et leur Théorie*, Tome second, Paris: Bé chet jeune.

Centlivres-Demont, M. (1971). *Une Communauté de Potiers en Iran: Le centre de Meybod (Yazd)*. Wiesbaden: Reichert.

Collection of Crafts. (1005 AH). Manuscript preserved at the Tehran University Library. No. 3875[In Persian].

Details of Porcelain Production. (1284 AH). Manuscript. Preserved at the Library of Sepehsalar (Shahid Motahari). No. 2833[In Persian].

Dowlat Elliyeh Iran Newspaper. (1993). vol 2. 551-650. Tehran: National Library of the Islamic Republic of Iran[In Persian].

Dushuz, L. (1324 AH). *Ma'refat al-Badāyé fi al-Fonun va al-Sanāyé*. translated by Mirza Isa Khan Tabib. Lead Printing. Tehran: Mubarakeye Shahshahi Press. Preserved at the National Library of Iran. No.8-19980[In Persian].

Effendi Ghazi, R. (1313). AH *Al-Manhati al-Manafé fi Anwā al-Sanāyé*. Lead Print. Beirut: Al-Arabiya Press. Preserved in the National Library of Iran. No. 21951-8(in Arabic).

Ehsani, A. (1957). "Tile and Pottery Industry". *Naqsh va Negār*. Winter 1336/1957. 4: 11-17[In Persian].

Ekhtiar, M. (1994). *The Dar al-Funun, Educational Reform and Cultural Development in Qajar Iran*. New York: New York Univercity.

Ekhtiar, M. (1998). "From Workshop and Bazaar to Academy: Art Training and Production. in Qajar Iran". in Layla S. Diba and Maryam Ekhtiar (ed.). *Royal Persian Paintings: The Qajar Epoch, 1785-1925*. London: I.B. Tauris Publishers.

Etimad al-Saltaneh, Mohammad Hasan Khan. (1984). *Forty Years of Iranian History during the Reign of Naser al-Din Shah*. vol 1 (*Al-Ma'āser va al-Āsār*), by Iraj Afshar, Tehran: Asatir[In Persian].

Etimad al-Saltaneh, Mohammad Hasan Khan. (1988). *Naseri History*. ed. by Mohammad Ismail Rizvani. Vol III. Tehran: Donyaye Ketab[In Persian].

Fi al-Ma'āden al-Nāfi'a le Tadbir Ma'āsh al-Khalāyiq. undated. Original translation by Rafi' al-Tahtawi. Manuscript. Dates back to the end of the 13th century Ah. 87 r-115p. Preserved at the Library of the Islamic Council. No. 6/5499(in Arabic).

Floor, W. (2014). *Traditional Crafts in Qajar Iran*. translated by Alireza Baharlou. Tehran: Peikareh[In Persian].

Hamedi, M. H. (2018). *Essays on Art History*. Tehran: Peikareh[In Persian].

Holakooei et al, (2014). "Haft rang or Cuerda Seca Spectroscopic Approaches to the Study of Overglaze Polychrome Tiles from Seventeenth Century Persia". *Journal of Archaeological Science* 41. 447-460.

Iqbal, A. (1945). "Sabzeh Maidan and Dar al-Sanā'i Assembly" [In Persian]. *Yadgar* 4 (9-10): 59-70.

Jamalzadeh, M. A. (1335AH). *Ganje Shaygan or the Economic Situation of Iran*. Berlin: Kaveh[In Persian].

Johari Nishaburi, Muhammad ibn Abi al-Barakat. 1383/2004. *Jawāhernāmeh Nizāmi*. by Iraj Afshar. Tehran: Mirase Maktoub[In Persian].

Journal of Agriculture and Trade. (1298 AH). Second cycle. No.12[In Persian].

Kashani, A. (2007). *Arāyes al-Jawāhar and Nafāyes al-Atāyeb*. by Iraj Afshar. Tehran: Al-Ma'ā[In Persian].

Kazemzadeh, H. (1322 AH). *Hossein's Student*. Lithography. Preserved at the National Library of Iran. Bibliographic no.778340[In Persian].

Keblow Bernsted, A. (2003). *Early Islamic Pottery, Materials and Techniques*. London. Archetype publications.

Kian Asl, M. (1993). "Study of the Problems of Traditional Iranian Ceramics (related to Glaze and Body), (Natanz and Shahreza Ceramics)". Thesis. Department of Handicrafts. Faculty of Isfahan Campus: Tehran University of Arts[In Persian].

Mahboubi Ardakani, H. (1976). *History of Institutions of New Civilization in Iran*. vol 1. Tehran: Tehran University[In Persian].

Malek al- Movarrekhin, A. (2007). *Me'āt al-Waqāye' Muzaffari*. Vol 1. Edited by Abdul-Hossein Navayi. Tehran: Miras-e Maktoub[In Persian].

Malek al-Movarrekhin, A. (1338 AH). *Discovered Mines of Iran*. Manuscript. Preserved at the Astan Qods Razavi Library. No. 49210[In Persian].

Matin, M. et al. (2020). "We Must Send you a Sample, A Persian European Dialogue: Insights into Late Nineteenth Century Ceramic Technology based on Chemical Analysis of Tiles from the Ettehadiyeh House Complex, Tehran, Iran". Notes and Records: the Royal Society Journal of the History of Science. 75: 1- 33.

Matin. M., & Matin, M. (2018). "A Preliminary Study of a Nineteenth-century Persian Manuscript on Porcelain Manufacture in the Sipahsalar Library, Tehran". *Muqarnas* 35: 293-33.

Mining Science and Recognition and Separation of Metals from Mineral Mixtures. (1271 AH). translated by John Lewis Schlemmer. Manuscript. Preserved at the National Library. No. 11069[In Persian].

Mirza Khalil the Physician. (1308 AH). *Natural Wisdom*: *A Treatise on Chemistry*. Lithography. Preserved at the library of the Islamic Council. No. 249[In Persian].

Mirza Saleh Shirazi. (1968). *Travelogue of Mirza Saleh Shirazi*. by Ismail Ra'in. Tehran: Rozas[In Persian].

Mirzakazem Mahaalati. (1307 AH). *The Principles of Modern Chemistry According to the Teachings of Motam al-Sultan Agha-Mirza Mohammad Kazem* [In Persian]. Lithography. Tehran: Dar al-Fonun Polytechnique Press. Preserved at the Library of the Islamic Council. No.179548.

Mohammad ibn Mansour. (1956). "Goharnāmeh". By Manouchehr Sotoudeh. *Farhang-e Irānzamin*, 4: 185-302[In Persian].

Mohammad-Agha. (1324 AH). *Principles of Mineralogy*. Manuscript. Preserved at the library of the Islamic Council. No. 2161[In Persian].

Momtahen al-Dowlwh. (1983). *Memoirs of Motahan al-Dowlah*. by Hossein-Qoli Khanshaghaghi.Tehran: Amir-Kabir[In Persian].

National Archives of Iran. (1925). No. 26200/297. Table of Teaching Hours of Different Sciences at Dar al-Funun Polytechnique [In Persian].

National Archives of Iran. (1329 AH). No. 6758/240. Collection of Taxes from Tenkar Mine in Sabzevar [In Persian].

National Archives of Iran. (1953). No. 25877/264. Report on the Tile-making Section of the National Arts Department [In Persian].

National Archives of Iran. (335AH). No.297/31483. Announcement of the Holding of Classes for the Education of Arts and Crafts next to Dar al-Funun Polytechnique [In Persian].

Olmer, L. J. (1908). *Rapport Sur Une Mission Scientifique En Perse*, Paris: Impimerie Nationale.

Reiche, I. & Voigt, F. (2012). "Technology of Production: the Master Potter Ali Muhammad Isfahani: Insights into the Production of Decorative Underglaze Painted Tiles in 19th Century Iran". in Howell Edwards and Peter Vandenabeele (ed.) *Analytical Archaeometry*. (pp. 502-531). Cambridge: Royal Society of Chemistry.

Reiche, I. et al. (2009). "Development of a Non-destructive Method for Underglaze Painted Tiles Demonstrated by the Analysis of Persian Objects from the Nineteenth Century", *Anal Bioanal Chem* 393(3):1025-1041.

Reiche, I. et al. (2011). "Non Invasive Study of Nineteenth Century Iranian Polychrome Underglaze Painted Tiles by Fibre Optic Visible Reflectance Spectroscopy". in I. Turbanti-Memmi and Springer-Verlag Heidelberg (ed.). *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry. 12th-16th May 2008. Siena. Italy*. 145-151.

Ringer, M. M. (2001). *Education, Religion, and the Discourse of Cultural Reform in the Qajar Era*. translated by Mehsi Haghighatkhah, Tehran: Ghoghnous[In Persian].

Riyazi, M. R. (2016). *Qajar Tilework*. Tehran: Yesavoli[In Persian].

Rochechouart, J. (1867). *Souvenirs d un Voyage en Perse*. Challamel Aine (ed.). Paris: Libraire Commissionnaire Pour la Marine, les colonies et l'orient.

Sarabi, H. (1965). *The Repository of Events, the Description of the Mission and Journey of Farrukh Khan Amin al-Dowlah*. by Karim Isfahanian and Ghodratollah Roshani. Tehran: Tehran University[In Persian].

Sarmad, Gg. A. (1993). *Sending Students Abroad (during the Qajar period)*. Tehran: Bonyad[In Persian].

Scarce, J. M. (1979). "Function and Decoration in Qajar Tilework" in Jenifer M. Scarce (ed.) *Islam in the Balkans, Persian art and culture of the 18th and 19th centuries*. (75- 86). Edinburgh: The Royal Scottish Museum Edinbrugh.

Scarce, J. (2019). *The Glory of Qajar Art: A Collection of Articles on the Culture, Art, and Tilework of the Qajar Era* [In Persian]. translated by Alireza Baharlou and Marzieh Ghasemi. Tehran: Khat va Tarh.

Schlimmer, J. L. (1874). *Terminologie Medico-Pharmaceutique et Anthropologique Francaise-Persane*. Tehran: Lithographie d' Ali Gouli Khan (Reprinted: 1951. Tehran: Daneshgahe Tehran).

Shishehgar, R. (2021). *Monochrome and Polychrome Tile Production Technology in Shiraz during the Second Pahlavi Period* [In Persian]. Interview in Shiraz, Sharivar 24th.

Soldi, E. (1881). *Les Arts Mė connus, les Nouveaux Musė es du Trocadė ro*. Paris : Ernest LerouxÉditeur.

Strahan, D. (2001). "Uranium in Glass, Glazes and Enamels: History, Identification and Handling". *Studies in Conservation*. 46: 181-195.

Talbouf, A. (1968). *Masālak Al-Mohsenin*, Tehran: Pocket Books Company[In Persian].

The Science of Making Porcelain. (1268 AH). French translation by Mirza Reza-Khan Rishar. Manuscript. 74-38. Preserved at the Malek Library. No. 2/1482[In Persian].

Troalen, L. et al. (2009). "To Acquire a Good Name'1: Specimens of 19th-century Persian Tile-making from the Tehran Workshop of the Master Potter Ali Muhammad Isfahani". in E. Hermens and J. Townsend (ed.). *Sources and Serendipity: Testimonies of Artists' Practice*. London: Archetype.

Turkaman, M. (2011). "An Analysis and Study of the Translation Movement in the Qajar Period (Until the End of the Naseri Era 1212-1313 AH/ 1797-1898)". master's thesis. Department of History. Faculty of Literature and Humanities. University of Esfahan[In Persian].

Vaqāyė Ettefāqiyeh Newspaper. (1373). vol 1. Nos.1-130 and vol 4. Nos. 471-375. Tehran: National Library of the Islamic Republic of Iran and Center for Media Studies and Research[In Persian].

Watson, O. (2006). "Almost Hilariously Bad: Iranian Pottery in the Nineteenth Century". in Doris Behrens-Abouseif & Stephen Vernoit (ed.). *Islamic Art in the 19th Century: Tradition, Innovation, And Eclecticism* (333- 362), Leiden, Boston: Brill.

Wullf, H. E. (1966). *The Traditional Crafts of Persia, Their development, Technology, and Influence on Eastern and Western Civilizations*. Cambridge, Massachusetts and London: The M.I.T Press.

Yousefifar, Sh. (2011). "Majma' al-Sanā'ye (The Experience of Modernization in the Professions of the Royal Workshops of the Qajar Period)". *Ganjineye Asnad* 21 (83): 42-64[In Persian].

Zakaria Razi, M. (1967). *Al-Madkhal al-Ta'limi*. by Hasan-Ali Sheibani. Tehran. Tehran University[In Persian].

Zakaria Razi, M. (1970). *Ketāb al-Asrār*. translated and researched by Hasan-Ali Sheibani. Tehran: Tehran University[In Persian].

Zareh, V. (2009). *Polychrome Tile Production in Shiraz*. A documentary film from the tile workshop of Ahmad and Masoud Shishehgar. Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Fars Province.

Online Sources

UR1 :https://mashruteh.org/wiki/index.php?title=%D9%85%D8%B0%D8%A7%DA%A9%D8%B1%D8%A7%D8%AA_%D9%85%D8%AC%D9%84%D8%B3_%D8%B4%D9%88%D8%B1%D8%A7%DB%8C_%D9%85%D9%84%DB%8C_%DB%B1%DB%B3_%D8%AF%DB%8C_(%D8%AC%D8%AF%DB%8C)_%DB%B1%DB%B3%DB%B0%DB%B1_%D9%86%D8%B4%D8%B3%D8%AA_%DB%B2%DB%B0%DB%B1 مـــــذاکرات جلسه ۲۰۱ دوره چهارم مجلس شورای ملی سیزدهم، جدی ۱۳۰۱ ش

URL2 : https://collections.vam.ac.uk/item/O211494/dish-unknown/

URL3 : https://collections.mba-lyon.fr/fr/notice/d-6-carreau-au-fauconnier-c40267d1-64bd-48fd-ae17-88f210d43966
URL4 : https://collections.louvre.fr/en/ark:/53355/cl010321771
URL5 : https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/collection-search-results/wall-tile/321166
URL6 : https://education.jlab.org/itselemental/ele051.html :*Antimony*
URL7 : https://digitalfire.com/hazard/325 :*Uranium and Ceramics*
URL8 : https://collections.vam.ac.uk/item/O83283/table-top-table-top-isfahani-ali-muhammad/
URL9 :https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/collection-search-results/wall-tile/321150
URL10 : https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/collection-search-results/tile/821565
URL11 : https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_G-314
URL12 : https://collections.mba-lyon.fr/en/notice/1969-328-trois-musiciennes-373b64f1-d7bc-4374-9b50-b78c0d434488
URL13 :https://collections.vam.ac.uk/item/O211715/bowl-ali-akbar-shirazi/
URL14 : https://collections.vam.ac.uk/item/O113632/tile-isfahani-ali-muhammad/

The Impact of Technical Innovations in Color on the Visual Evolution of Qajar Ceramic

Abolfazl Arab-Beigi
A PhD candidate in Comparative & Analytical History of Islamic Art, Faculty of Theoretical Sciences & Advanced Studies of Art, University of Art, Tehran; A member of the Department of Handicrafts, University of Kashan, Kashan, Iran. (Corresponding author)/ abolfazl.arabbeigi@gmail.com
Samad Samanian
Full professor, Department of Handicrafts, Faculty of Practical Arts, University of Art, Tehran, Iran/ Samanian@art.ac.ir
Abbas Akbari
Associate Professor, Department of Advanced Studies of Art, Faculty of Architecture and Art, University of Kashan, Kashan, Iran/ abbas_a_uk@yahoo.com

Received: 20/05/2023
Accepted: 06/08/2023

Introduction

The visual characteristic of ceramic like other works of art in the Qajar period (19th century Iran), underwent fundamental transformation and followed the dominant trend in the art of the period. This trend showed significant differences from the previous ones. Such changes were most evident in the field of ceramic coloring due to a variety of emerging color spectrums, which had no antecedent in the Persian ceramic before, nor had they emerged as they should have. In theoretical debates on this issue, the reason for this change is generally attributed to the changes in the social and aesthetic tastes of the period; however, there is not much talk about the impact of technological innovations in this field. The present research aims to answer these questions: what factors caused the emergence of innovations in Qajar ceramic technology? What role did the technical innovations play in the formation of the visual evolution of ceramic of the period in terms of painting and coloring?

Research Method

To answer the main questions of this research, the areas of innovation in technology were first examined and evaluated from the perspective of studying and teaching new sciences, translating and writing books on new sciences, and importing new technologies. Then, in two separate sections, various examples of technical innovations in the coloring of Qajar ceramic were explained, including the application of new pigments and the production of mixed colors. In this qualitative research, a historical-analytical research method was applied, and the data was collected through library study and field works. Various sources were used, including historical texts and references (books, manuscripts, and documents), works and documents in museums and historical buildings. In this research, the main emphasis has been placed on the remaining Qajar ceramic, color composition of which has been subjected to chemical and micro-structural analyses by other researchers.

Research Findings

Contrary to the popular belief, the visual changes in the color spectrum of Qajar ceramic were not solely due to a change in aesthetic tastes of the time; hence, the innovations made in ceramic technology during this period should also be considered as an important and influential factor. Sending students abroad, the establishment of modern educational institutions, the translation and writing of new scientific books, and the import of new technologies were among the factors resulted in the emergence of these innovations. As a result, they lead to the transfer of knowledge and new equipment, especially in the fields of ceramics, glassmaking, mining, and chemistry. Each of these fields had the potential to influence the traditional process of Persian ceramic in different areas. Coloring is one of the things influenced by the modern currents of ceramic technology more than the other areas. The result of this influence was the use of new pigments in variety of decoration, including underglaze, monochrome, and polychrome which led to the variety of colors used in the ceramic of the period. Gold nano-particles, lead antimonate, uranium oxide, and chromium oxide were among these pigments, from which different spectrums of red-pink, yellow, yellow-orange, and green colors were obtained. Some of these pigments such as gold nanoparticles and lead antimonate were rare in Persian ceramic, while some such as uranium oxide and chromium oxide were even unprecedented. The production of red-pink gold color in Persian ceramic started from the Zand period (18th century Iran) in polychrome works, but the effects of its use were manifested in the Qajar period. The use of this color in Qajar ceramic increased significantly from the last quarter of the 13thcentury AH/AD 1860s-70s to the extent that it was also applied in underglaze and monochrome products. Lead antimonate was widely used in the underglaze ceramic of the 4th AH/AD 10th century in Iran, but its became obsolete until the beginning of the Qajar period. It was in this period that its use was revived in the underglaze technique as a result of familiarity with the true nature of the antimony mineral and its role in obtaining the color of yellow. Uranium oxide and chromium were also popular as two emerging colorants in the underglaze technique of Qajar ceramic since early 14thAH/AD 20th century. The combination of pigments in the underglaze technique is one of the other measures employed to achieve a wider range of colors and was not popular until the Qajar period, especially the late 13thAH/19th century. Yellowish green, bluish purple, and brownish green are the most common of these colors. In order to increase the variety of colors, the Qajar ceramists also made a good use of the concentration of colors in painting. This was done in the underglaze technique by diluting the pigment with varying amounts of water, and in the poly-chrometechnique by thickening the paint with a vat and by reducing the paint from the surface of the work.

Conclusion

The results of the research demonstrate that the modern technology of coloring in Qajar ceramic was mainly focused on the underglaze technique, which indicated the awareness of the ceramists of the period of technical capabilities of this neglected method in ceramic painting. Another important achievements of Qajar ceramists in the face of technical innovations in the field of color was the "indigenization" of such techniques in accordance with the tradition of Persian ceramic. The use of glass powder, tenkar, and gold potassium alum (tawas) in the preparation of reddish-pink gold pigment (which was contrary to European methods), the use of this pigment in underglaze and monochromatic techniques, or the combination of new pigments with alkaline-lead glaze, common in traditional Persian ceramic can be considered as one of the prominent examples of this phenomenon.

Keywords: Qajar Ceramic, ceramic technology, color making, coloring.