Archive of SID

مطالعهٔ تطبیقی تأثیر پایه‌های قلیایی- بوری و سربی- بوری بر رنگ حاصل از احیای ترکیبات فلزی رنگزای منتخب به روش احیاء درون محفظهٔ ساگار (ویژهٔ هنرمندان)*

نوع مقاله:
ترویجی

مهرنوش شفیعی‌سرارودی**
محدثه مالکی مقدم***

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۸

چکیده

تاریخ سفال و سرامیک جهان، سرشار از فرم‌ها، نقوش مختلف و شیوه‌های گوناگون ساخت، پخت و تزیین است. تحقیق حاضر، با هدف بررسی تأثیر پخت احیایی درون محفظهٔ ساگار بر اکسیدهای رنگی مختلف در دو پایهٔ لعاب قلیایی- بوری و سربی- بوری شکل گرفته است. سوال مطرح شده در این پژوهش این است که پایه‌های مختلف لعاب سربی- بوری و قلیایی- بوری، بر نوع رنگ حاصل از احیای درون ساگار، چه تأثیری بر ترکیبات فلزی رنگزای منتخب دارند که شامل نیترات نقره، اکسیدهای مس، آهن و آنتیموان و ترکیب آنهاست؟ این تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نظر روش به شکل تجربی انجام گرفته است. جمع‌آوری اطلاعات پژوهش، به شیوهٔ کتابخانه‌ای، اسنادی بوده که با آزمایش و مشاهده، تکمیل گردیده است. نمونه‌های آزمایش، با جنس بدنهٔ یکسان (ارتن‌ور فریتی)، در مجاورت مادهٔ سوختنی یکسان (براده چوب) و در دمای ۶۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج تحقیق، نشان‌دهندهٔ تأثیر نوع لعاب پایه بر میزان احیاء و نوع رنگ به دست آمده است. در پایهٔ سربی- بوری ، احیای تقریباً یکدست تمامی نمونه‌ها و تشکیل فام فلزی روی سطح لعاب و رنگ‌بندی تیره‌تر و پخته‌تر، مشاهده شد که در میزان صاف و براق‌شدن سطح، با توجه به افزوده‌ها تفاوت وجود دارد. این نتیجه، در پایهٔ قلیایی- بوری به صورت جلوه‌های ابر و بادی و رنگ‌های روشن‌تر نمودار شد. هم‌چنین وجود سرب در لعاب سربی- بوری ، عامل تسریع احیای فلزات موجود روی سطح لعاب است و بالابردن دمای کوره و افزودن مادهٔ سوختنی، به احیای بیش‌تر سطح لعاب کمک می‌کند. به طورکلی، نوع رنگ، میزان شفافیت و یکدستی لعاب، تحت تأثیر نوع لعاب پایه و نوع مادهٔ رنگزا قرار دارد.

کلیدواژه‌ها:
لعاب احیایی، پخت احیاء درون جعبهٔ ساگار، لعاب قلیایی- بوری، لعاب سربی- بوری، ترکیبات فلزی رنگزا.

هنرهای صناعی ایران
سال سوم، شماره ۲، پیاپی ۵
پاییز و زمستان ۹۹
صفحات ۱۳۹-۱۳۱ ۱۳۱

* این مقاله، برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد نگارندهٔ اول با عنوان «ریخت‌شناسی مشربه‌های سفالی سده‌های ۵ و ۶ و ۷ ه.ق با هدف ساخت آن به روش پخت ساگار» می‌باشد که به راهنمایی دکتر مهرنوش شفیعی سرارودی در دانشگاه هنر اصفهان انجام پذیرفته است.

** دانشیار، دانشکدهٔ صنایع‌دستی، دانشگاه هنر اصفهان (نویسندهٔ مسئول). پست الکترونیک: m.shafiee@aui.ac.ir
*** کارشناس ارشد صنایع‌دستی، دانشگاه هنر اصفهان.

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

فرآورده‌های سفال و سرامیک، باید حداقل یک‌بار پخته شوند، بنابراین در روند تولید آنها، مرحلهٔ پخت، مرحله‌ای عمومی است. به همین دلیل، طی‌شدن این مرحله برای تمامی بدنه‌ها لازم بوده و از اهمیت بالایی برخوردار است. بر اساس شرایط اتمسفر داخل کوره، دو شیوهٔ پخت وجود دارد که عبارت‌اند از اکسیداسیون و احیاء. در تعریف محیط اکسیداسیون می‌توان گفت که محیط اکسیدی، محیطی است که در آن، همهٔ مولکول‌های داخل گل و لعاب این فرصت را دارند که برای تکمیل واکنش شیمیایی خود به تعداد مورد نیاز، مولکول اکسیژن جمع‌آوری کنند؛ برخی سفالگران آن را یک «سوخت کامل» می‌نامند (پترسون ۱۳۸۸، ۱۲۱) و این امر زمانی انجام می‌شود که مخلوط مناسبی از هوا و سوخت به طور کامل، سوخته و اتمسفر روشن و شفافی را در کوره ایجاد کند. در کوره‌های برقی - که هیچ‌گونه موادی در کوره نمی‌سوزد - اتمسفر کوره کاملاً به صورت اکسیداسیون یا به عبارت صحیح‌تر خنثی است (گرجستانی ۱۳۷۷، ۱۸۷). در رابطه با پخت احیاء باید گفت که احیاء در پخت، به این معنی است که مقدار اکسیژن در محیط کوره کاهش می‌یابد و این عمل را می‌توان از طریق داخل‌کردن سوخت بیش‌تر برای افزایش درصد کربن، پایین‌آوردن ذخیرهٔ هوا، خفه‌کردن آتش در کوره‌هایی با سوخت گاز، نفت یا چوب، احیاء از طریق بستن قسمتی از تیغه‌های تنظیم‌کنندهٔ هواکش انجام داد. اضافه‌کردن سوخت به کوره، درصد کربن به اکسیژن را افزایش خواهد داد (پترسون ۱۳۸۸، ۱۲۱).

نحوهٔ پخت به این صورت است که در هنگام سوختن، اگر در محیط کوره اکسیژن به اندازهٔ کافی موجود نباشد، مقداری کربن (دود) آزاد می‌شود. کربن، عنصری فعال است و باید کمبود اتم اکسیژن را از مواد مجاور جبران نماید. اگر داخل خمیر سفال یا در لعاب، اکسیژن وجود داشته باشد، کربن آن را جذب می‌کند و در این موقع است که می‌گویند مرحلهٔ احیاء به وجود آمده است. در این مرحله، برخی مواد داخل سفال، تحت تأثیر کربن قرار می‌گیرند و طی فرایندی، اکسیژن از اکسیدهای فلزی موجود در گل و یا لعاب گرفته می‌شود. بنابراین طی این امر، رنگ بدنه‌ها و لعاب تغییر می‌کند (Finch 2006, 51).

در تحقیق حاضر، به بررسی یکی از شیوه‌های پخت به نام تکنیک پخت ساگار روی دو پایهٔ لعاب قلیایی- بوری و سربی- بوری، پرداخته می‌شود. این نوع پخت، درون ظرفی مهر و موم شده انجام می‌گیرد. از این‌رو، یک نوع احیای کنترل‌نشده روی سطح بدنه‌ها به وجود می‌آید. سوال اصلی این است که پایه‌های مختلف لعاب سربی- بوری و قلیایی- بوری، چه تأثیری بر نوع رنگ حاصل از احیای درون ساگار بر اکسیدهای رنگی منتخب دارند که شامل نیترات نقره، اکسیدهای مس، آهن، آنتیموان و ترکیب آنهاست؟ بنابراین، در این پژوهش، مطالعهٔ تطبیقی تأثیر حاصل از احیای درون ساگار روی ترکیبات رنگزای ذکرشده و ترکیب آنها با یکدیگر، به روش تجربی مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف از انجام این تحقیق، دستیابی به نتایج بررسی نقش لعاب پایه در برابر دما و ترکیبات متفاوت اکسیدهای رنگی است.

این تحقیق، از نظر هدف، کاربردی است و به روش تجربی در محیط کارگاه سفال انجام شده است. ابتدا دو پایهٔ سربی- بوری و قلیایی- بوری بر اساس کیفیت لعاب پایه انتخاب شدند، ترکیبات فلزی رنگزای مشابه به آنها افزوده و در دمای ۱۰۰۰ درجه پخته شدند. سپس در محیط ساگار، در دماهای مختلف احیاء شدند. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه هم لعاب مورد استفاده و هم بدنهٔ به‌کار رفته در این تحقیق، دارای پخت پایین هستند، لذا احیای درون ساگار هم در پخت پایین انجام شده است. نتایج، به روش مشاهده مورد تجزیه و تحلیل کیفی قرار گرفت و وجوه اشتراک و افتراق اثرگذاری احیای درون ساگار بر دو نوع لعاب پایهٔ مذکور به روش تطبیقی، ارائه شد.

بدنهٔ مورد آزمایش، بدنهٔ سفید و مادهٔ سوختنی، برادهٔ چوب است که در ساگارهایی با یک اندازه انجام شده است. در این راستا، ابتدا به بررسی اجمالی روش پخت احیایی و سپس به ارائه نتایج حاصل از احیای ساگار در پایه‌های ذکرشده می‌پردازیم. در نهایت، به تطبیق نتایج حاصل از نمونه‌ها پرداخته می‌شود تا با توجه به نوع کاربرد و رنگ‌بندی‌های حاصل، مورد استفادهٔ محققان و هنرمندان سفالگر قرار گیرند.

۲. پیشینهٔ تحقیق

در زمینهٔ روش پخت ساگار، روش‌های راکو و احیاء، مقالات و کتاب‌هایی منتشر شده که در ادامه به تعدادی از آنها اشاره می‌شود. لیمن[۱] (۱۹۹۰) در مقاله‌ای با عنوان «Saggar_Firing: Blending the Controlled and the Capricious»، به روش پخت ساگار و غیرقابل پیش‌بینی بودن نتایج به دست آمده از آن اشاره می‌کند. او همچنین در مقالهٔ دیگری (۱۹۹۸) با عنوان «Fast- Fossils: Carbon- Film- Transfer in saggar – Fired Porcelains» به روش پخت ساگار می‌پردازد. قربانی، آشوری و سرپولکی (۱۳۹۱) در کتاب گل سلولزی، به معرفی این نوع پخت در دمای پایین پرداخته‌اند.

جلیلی (۱۳۹۲) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان «طراحی و ساخت سفال‌های معاصر با الهام از نقوش سفالینه‌های قرون سوم و چهارم هجری قمری نیشابور»، به معرفی یکی از انواع پخت احیایی با نام راکو پرداخته است. کونل[۲] (۲۰۰۲) در کتاب *The Potter's Guide to Ceramic Surfaces*، علاوه بر معرفی تکنیک‌ها و ایده‌های جالب در زمینهٔ سفالگری، به عوامل مؤثر در پخت احیایی راکو می‌پردازد.

نایب‌پاشایی و همکاران (۱۳۸۸) در مقاله‌ای با عنوان «بررسی اثر افزودنی‌ها و شرایط محیطی بر لعاب احیایی مس»، به بررسی عوامل مختلف مانند شرایط احیاء (غیرکنترلی با سوزاندن چوب و کنترلی با گازهای H_2 و Co) و میزان افزودنی‌ها (اکسیدهای روی و کبالت) بر لعاب‌های

www.SID.ir

Archive of SID

احیایی مس پرداخته‌اند. رنجی و سرپولکی (۱۳۸۷) در مقاله ای با عنوان «سیر تحول لعاب سلادون» به تعریف و بررسی پیشینه این نوع لعاب که آن را برگرفته از سفالگری چینی در حدود ۱۶۰۰ ق‌م می‌داند، می‌پردازد. کاظمی و سرپولکی (۱۳۸۷) در مقاله‌ای با عنوان «راکو: هنر، پیشینه، تکنیک» به تعریف و بررسی یکی از انواع پخت‌های احیایی می‌پردازند.

در تمامی تحقیقات ذکرشده، با اطلاعاتی کلی در زمینه پخت ساگار مواجه هستیم و اطلاعات دقیق و کاربردی که بر اساس روش‌های تجربی به دست آمده باشد و در اختیار محققین قرار گیرد، کمتر دیده می‌شود. لذا آنچه می‌تواند تکمیل‌کنندهٔ اطلاعات نظری در این حوزه باشد، کاربرد و نشر اطلاعات فنی و دقیق محققان و هنرمندان است که هم سهولت کاربرد این روش‌ها را در بردارد و هم باعث گسترش و پیشرفت آن خواهد شد. این تحقیق با پرداختن به لعاب‌های احیایی با روش پخت درون محفظهٔ ساگار و با درنظر داشتن متغیر لعاب پایه، به صورت تجربی به این مسأله می‌پردازد و تأثیر پایهٔ لعاب قلیایی- بوری و سربی- بوری در این نوع پخت را بر افزونه‌های رنگزای استفاده شده، مورد مطالعه قرار می‌دهد.

۳. مروری بر پخت احیایی

در روش‌های اولیهٔ پخت سفال، اغلب بدنه‌ها در فضای باز، در تماس مستقیم با خاکسترِ محصولات احتراق‌آمیزی چون چوب یا زغال‌سنگ قرار می‌گرفتند. در نتیجه، عموماً محصولات سفالی، ظاهری سیاه و تیره‌رنگ پیدا می‌کردند (رادز ۱۳۶۹، ۱۶). این امر، ناشی از ایجاد دودی بوده که در نتیجهٔ سوختن مواد احتراق‌آمیز، پدید آمده است و اصطلاحاً آثار، دودپخت می‌شده‌اند. به عبارتی، کربن در بدنه حبس شده است که آثار به دست آمده از عصر آهن در ایران که به سفال خاکستری معروف هستند، از این دسته‌اند. نوع کورهٔ سفال‌پزی (کورهٔ بسته)، باعث شده که سفال‌ها بعد از پخت کامل به رنگ خاکستری درآیند (طلایی ۱۳۸۱، ۱۲۲). سوخت این کوره‌ها را نیز عمدتاً هیزم، هیمه، کاه، خار و تاپاله تشکیل می‌داده است (کامبخش‌فرد ۱۳۸۰، ۳۰۱).

هم‌چنین در دوران میانی اسلامی، با استفاده از سیستم دوودهی در کوره‌های پیشرفته‌تر، شاهد تولید سفالینه‌های زرین‌فام هستیم که هنرمندان با گستردگی روند ساخت بدنه‌های سفالی و فن پخت آنها و کنترل بهتر محیط کوره، از تکنیک‌های پیشرفته‌تری جهت انجام پخت‌های احیایی استفاده کردند. طی قرن‌ها، بسیاری از روش‌های پخت بدنه‌های سفالی به مرور رواج یافته‌اند. بعضی از این روش‌ها از جمله پخت گودالی، هنوز هم استفاده می‌شوند و برخی روش‌ها نیز به علت اشکالات آنها و عدم تطابق با شرایط امروزی منسوخ شده‌اند. در این میان، برخی روش‌ها به خاطر ارزش‌های آموزشی، با ایجاد جذابیت‌های خاص برای تعدادی از هنرمندان سفالگر و گاه به دلیل جنبه‌های سرگرمی و لذت‌آور آنها، دوباره مورد استفاده قرار گرفته‌اند. امروزه نیز بسیاری از سفالگران در ایران و خارج از کشور و در کارگاه‌های خود، به طور انفرادی و یا جمعی، از روش‌های پخت احیایی استفاده می‌کنند و از تأثیرات خاص و منحصر به‌فردی که در روش احیاء وجود دارد، برای خلق آثار خود بهره می‌برند. برخی تکنیک‌های پخت احیایی با نام‌های پخت راکو، پخت گودالی، پخت در بشکه و پخت در محفظهٔ ساگار، در نقاط مختلف جهان شناخته شده‌اند. در ادامه، به پخت ساگار می‌پردازیم.

۴. پخت ساگار[۳]

برای به‌دست آوردن سطح بدون لعاب اما درخشان در آثار سرامیکی، پخت در یک ظرف دردار آهنی یا ساگار (ظرف قابل استفادهٔ مجدد و ضد حرارت)، نتایج چشم‌گیری را فراهم می‌کند. به عقیدهٔ برخی افراد، پخت ساگار در چین و در سلسلهٔ سانگ ابداع شد (gotheborg.com) که تا امروز نیز استفاده می‌شود. در اصل، این واژه که از کلمهٔ حفاظ نشأت گرفته، به ظرفی که از گلِ پخته ساخته شده است، اطلاق می‌شود. ساگارها باید در برابر حرارت‌دهی‌های متوالیِ درون کوره مقاومت کنند. ساگارها را برای محافظت از قطعات سرامیکی از شعلهٔ مستقیم درون کوره به کار می‌برند. نیمی از ترکیب اولیهٔ ساگارها همانند آجرهای نسوز از مواد افزودنی است. می‌توان در این ترکیب اولیه تا حداکثر ۱۰۰٪ الیاف سلولز اضافه کرد که به تخلخل و سبک‌تر شدن آنها کمک می‌کند. آجرهای نسوز که از خاک‌های آتش‌خوار (نسوز) یا فایرکلی تشکیل شده‌اند را هم می‌توان با الیاف ترکیب کرد (قربانی، آشوری، و سرپولکی ۱۳۹۱، ۱۰۰).

امروزه، هنرمندان سرامیک واژهٔ ساگار را برای هر ظرف ساخته‌شده از مواد نسوز یا مقاوم در برابر حرارت برای نگهداری از اشیاء گلی در زمان پخت، به کار می‌برند. یک استفادهٔ نو و خلاق از ساگار برای تأثیرات بصری هیجان‌انگیز روی سطح بدنه، این است که در داخل آن مواد اشتعال‌زا قرار داده می‌شود که سطح بدنه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این روش، می‌توانند از شکل‌های متفاوت ساگار مانند ساگارهای آهنی و یا از جنس گل نسوز استفاده کنند. این امری تجربی است و از قاعده و قانون خاصی پیروی نمی‌کند. اما بیش‌تر سفالگران، یک جفت از قدح (جام)ها را شکل می‌دهند، یک قدح بزرگ برای قراردادن ظرف درون آن و یک قدح کوچک کم‌عمق برای درپوش. نیاز نیست که در کاملاً جفت شود، مگر اینکه ظرف‌های سیاه مدنظر باشد (Dassow 2009, 74).

www.SID.ir

Archive of SID

۵. داده‌های پژوهش

در این پژوهش به بررسی و تطبیق تأثیر احیای درون ساگار بر لعاب‌های قلیایی- بوری و سربی- بوری پرداخته می‌شود. در همین راستا، به پایهٔ لعاب و دمای مناسب احیاء، ظرف مناسب و ثابت برای احیاء، مادهٔ احیاءکنندهٔ ثابت و ترکیبات فلزی رنگزای مختلف جهت دستیابی به رنگ‌های مختلف و مقایسهٔ آنها در دو پایهٔ لعاب مذکور نیاز است. ابتدا ظرف مورد نیاز برای پخت به فرم استوانه‌ای شکل و با ارتفاع ۲۰ و شعاع ۱۰ سانتی‌متر ساخته شد (تصویر ۱). در این صورت، حجم ثابت ظرف، شرایط ثابتی را در میزان مادهٔ احیاءشونده و نوع احیاء فراهم می‌سازد. لازم به ذکر است که سوختن مواد سوختنی، از دمای حدود صد درجه آغاز شده و حفظ دود درون جعبهٔ ساگار تا رسیدن لعاب به مرحله خمیری‌شدن ضروری است و به همین دلیل، محفظهٔ ساگار به خوبی مهر و موم می‌شود (تصویر ۲).

تصویر ۱: ظرف ساگار (نگارندگان).

تصویر ۲: ظرف ساگار مهر و موم شده (images.app.goo.gl).

برای یافتن پایه‌های لعاب مناسب برای این پژوهش، پایه‌های مختلفی با استفاده از گدازآورهای قلیایی و سربی، در کورهٔ پخت ۱۰۰۰ درجه آزموده شدند. بر اساس کیفیت لعاب حاصله، یک پایهٔ سربی- بوری و یک پایهٔ قلیایی- بوری انتخاب شدند. لازم به ذکر است که وجود و میزان استفاده از مواد گدازآور، در نتایج پژوهش از نظر رنگ تأثیرگذار بود که باعث گستردگی فراوان دامنهٔ پژوهش می‌شد. لذا صرفاً بر اساس کیفیت لعاب به دست آمده، لعاب‌های مورد آزمون انتخاب شدند که در جدول (۱)، نوع و میزان مواد مصرفی در پایهٔ لعاب‌های منتخب، در قالب فرمول زگر ارائه شده است.

جدول ۱. فرمول زگر لعاب‌های منتخب در پژوهش (نگارندگان).

نوع لعاب	مادهٔ شبکه‌ساز		شبکهٔ واسطه	گدازآور			
لعاب سربی- بوری	$B_2O_3 = 0.6$	$SiO_2 = 2$	$Al_2O_3 = 0.1$	$Na_2O = 0.5$		Pbo = 0.5	
لعاب قلیایی- بوری	$B_2O_3 = 0.6$	$SiO_2 = 2$	$Al_2O_3 = 0.1$	$K_2O = 0.3$	$BaO = 0.1$	$CaO = 0.1$	$Na_2O = 0.5$

بر اساس فرمول ارائه شده، درصد وزنی مواد به شرح زیر است:

لعاب سربی- بوری:

لیتاژ: ۳۴/۰۹، کربنات سدیم: ۶/۴۸، کائولن: ۷/۸۹، بوراکس: ۱۸/۵۲، سیلیس: ۳۳/۰۱ درصد.

لعاب قلیایی- بوری:

کربنات سدیم: ۷/۳۹، کربنات کلسیم: ۳/۴۸، کربنات باریم: ۶/۸۷، کربنات پتاسیم: ۱۴/۴۴، کائولن: ۹، سیلیس: ۳۷/۶۷، بوراکس: ۲۱/۱۴ درصد.

ترکیبات فلزی رنگزای مورد استفاده در لعاب‌ها، شامل اکسید مس، اکسید آهن قرمز، نیترات نقره، اکسید کبالت و اکسید آنتیموان است. این مواد هم به صورت منفرد و هم در ترکیب با یکدیگر مورد آزمون قرار گرفتند. جدول (۲)، نشان‌دهندهٔ نوع و میزان مصرف اکسیدهای رنگی در این پژوهش است.

جدول ۲. ترکیبات فلزی رنگزای مورد استفاده در پژوهش (نگارندگان).

$5\% AgNO_3$	5% CuO	5٪ FeO	1% CoO	3%CuO + 5% Fe_2O_3	3%CuO + 1% CoO
1%CoO + 5%Fe_2O_3	3%CuO + 3% Sb_2O_3	1%CoO + 3%Sb_2O_3	5%Fe_2O_3 + 3% Sb_2O_3	1% CoO 4%CuO + 5% Fe_2O_3 +	3%CuO + 1% CoO + 2% Sb_2O_3
3%CuO + +2% Sb_2O_3 5%Fe_2O_3	3%CuO + 5% Fe_2O_3 + 1% CoO+ 2% Sb_2O_3				

www.SID.ir

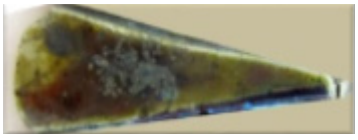
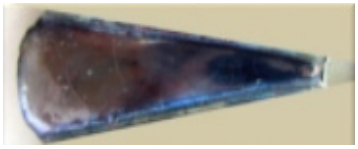
Archive of SID

مادهٔ احیاءکننده، در تمامی موارد برادهٔ چوب به صورت خاکه اره بوده و دمای احیاء در محدودهٔ ٦٥٠ درجه سانتی‌گراد قرار دارد. علت انتخاب این دما، نتایج مطلوب‌تر در این دما بوده است. کورهٔ مورد استفاده برای این کار، کوره برقی بود و به دلیل پخته شدن لعاب قبل از احیای درون ساگار، افزایش دمای کوره با سرعت بیش‌تری نسبت به پخت اولیه لعاب بوده است. به صورتی که برای رسیدن به دمای ٦٥٠ درجه، زمان ٣ ساعت در نظر گرفته شد و بلافاصله، کوره خاموش و به آرامی سرد شد.

۶. یافته‌های پژوهش

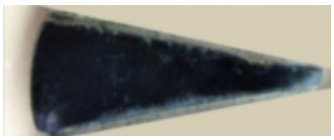
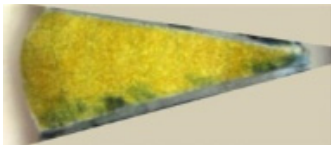
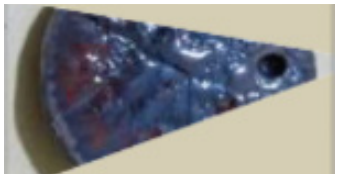
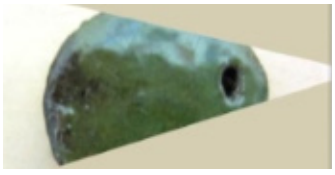
در این پژوهش، ١٤ لعاب رنگی مختلف در هر یک از پایه‌های لعاب سربی- بوری و قلیایی- بوری که فرمول آنها قبلاً ذکر شد، ساخته و در دمای ١٠٠٠ درجه سانتی‌گراد پخته شدند. بدنهٔ مورد استفاده در همهٔ موارد، بدنه ارتن‌ور فریتی است. همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، همهٔ لعاب‌ها درون ساگارهایی با حجم یکسان و در مجاورت میزان مشابهی از خاکه اره، در دمای ٦٥٠ درجه سانتیگراد و در کورهٔ برقی احیاء شدند. نتایج حاصل از احیای هر کدام از پایه‌ها به صورت مجزا در جداول (٣ و ٤) آورده شده است. جدول (٣)، نتایج مربوط به لعاب سربی- بوری و جدول (٤)، نتایج مربوط به لعاب قلیایی- بوری را نمایش می‌دهد.

جدول ٣. نتایج احیای درون ساگار لعاب سربی- بوری (نگارندگان).

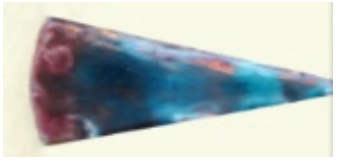
ترکیب مواد / لعاب پایهٔ سربی- بوری	نمونه بعد از پخت ساگار	مشاهدات بعد از پخت ساگار
5% $AgNO_3$		ترکیب رنگ طلایی زرین‌فام تشکیل شده و در برخی نقاط، دارای رنگ تیره و حالت سوخته و براق و به صورت ابر و بادی است.
5% CuO		رنگ مسی براق تشکیل شده است.
5% Fe_2O_3		دارای ترکیب رنگ احیایی سلادونی به صورت تقریباً یکدست می‌باشد.
1% CoO		رنگ آبی تیره و تقریباً یکدست تشکیل شده است.
5% Fe_2O_3 3%CuO +		ترکیب رنگ ابر و بادی مسی و سلادونی به صورت براق تشکیل شده است.
3%CuO +1% CoO		دارای ترکیب رنگ مسی تیره و براق است.
1%CoO + 5% Fe_2O_3		رنگ آبی تیره و براق به صورت یکدست مشاهده می‌شود.
3%CuO +3% Sb_2O_3		دارای ترکیب رنگ یکدست و صیقلی مسی تیره روی سطح نمونه است.

www.SID.ir

Archive of SID

$1\%CoO + 3\%Sb_2O_3$		رنگ آبی تیره و صیقلی مشاهده می‌شود.
$5\% Fe_2O_3 + 3\% Sb_2O_3$		ترکیب رنگ سبز-زرد سلادونی و براق تشکیل شده است.
$3\%CuO + 1\% CoO + 5\% Fe_2O_3$		ترکیب رنگ خاکستری تیره و قرمز چینی به صورت چرمی تشکیل شده است.
$3\%CuO + 1\% CoO + 2\% Sb_2O_3$		رنگ مسی صیقلی و نقاط ریز تیره روی سطح مشاهده می‌شود.
$+2\% Sb_2O_3$ $3\%CuO + 5\% Fe_2O_3$		رنگ سبز سلادونی براق و یکدست تشکیل شده است.
$3\%CuO + 5\% Fe_2O_3 +$ $1\% CoO + 2\% Sb_2O_3$		دارای ترکیب رنگ مسی تیرهٔ براق و دانه‌های ریز سبز بر سطح می‌باشد.

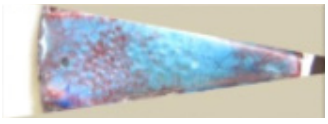
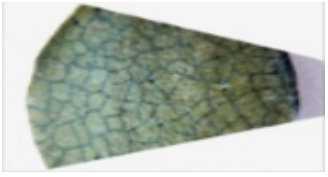
جدول٤: نتایج احیای درون ساگار لعاب قلیایی- بوری (نگارندگان)

ترکیب مواد / لعاب پایه قلیایی-بوری	نمونه بعد از پخت ساگار	مشاهدات پس از پخت ساگار
$AgNo_3 5\%$		ترکیب رنگ زرین‌فام، به صورت ابر و بادی و نقاط تیرهٔ براق مشاهده می‌شود.
$5\%CuO$		ترکیب رنگ مسی و سبز براق به صورت ابرو بادی تشکیل شده است.
$5\% Fe_2O_3$		به صورت براق و سلادونی تیره و تقریباً یکدست احیا شده است.

هنرهای صناعی ایران
سال سوم، شماره ۲، پیاپی ۵
پاییز و زمستان ۹۹

www.SID.ir

Archive of SID

1% CoO		رنگ آبی تیرهٔ براق مشاهده می‌شود.
3%CuO +5% Fe_2O_3		دارای ترکیب رنگ مسی تیره و به صورت ابر و بادی و براق است.
3% CuO + 1% CoO		رنگ قرمز مسی تیره در ترکیب با آبی تیره و مات مشاهده می‌شود.
1%CoO + 5% Fe_2O_3		به صورت براق و آبی تیره است.
3%CuO +3% Sb_2O_3		دارای ترکیب رنگ آبی مات و صورتی مسی در بعضی نقاط است، حفره‌هایی بر سطح مشاهده می‌شوند.
1% CoO + 3% Sb_2O_3		رنگ آبی کبالت به صورت مات و دارای جوش بر سطح دیده می‌شود.
5% Fe_2O_3 + 3% Sb_2O_3		ترکیب رنگی سبز روشن مات روی سطح نمونه تشکیل شده است.
3%CuO + 1% CoO + 5% Fe_2O_3		رنگ قرمز چینی براق و به صورت یکدست تشکیل شده است.
2%Sb_2O_3 , 3%CuO +1% CoO		به صورت براق و رنگ قرمز چینی تیره است. جمع‌شدگی لعاب، قابل مشاهده است.
3%CuO +2% Sb_2O_3 + 5% Fe_2O_3		دارای حفره‌های ریز روی سطح و ترکیب رنگ قرمز چینی تیره و براق است.
3%CuO + 5% Fe_2O_3 +1%CoO + 2%Sb_2O_3		رنگ سیاه براق با حفره‌های ریز و نقاط طلایی رنگ ریز روی سطح مشاهده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

۷. تطبیق و مقایسهٔ یافته‌های پژوهش

بررسی نتایج به دست آمده در خصوص احیای درون ساگارِ لعاب‌های سربی- بوری و قلیایی- بوری نشان می‌دهد که علاوه بر نوع پایه، نوع ترکیبات فلزی رنگزای مورد استفاده، نتایج متفاوتی را به همراه دارد. هم‌چنین متغیر دما که در این پژوهش متغیر اصلی نبوده و مورد بحث و بررسی قرار نگرفت، موجب تغییر در نتایج بود. اما بهترین دما برای این روش احیاء با درنظر گرفتن نتایج مطلوب‌تر، دمای ۶۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است. به عنوان مثال در خصوص مادهٔ رنگزای نیترات نقره، دمای ۶۰۰ درجه، نتایج رنگی مطلوب‌تری داشت و نقاط تیرهٔ کمتر و سطح رنگی یکدست‌تری را ایجاد کرده بود که به دلیل ثابت نگه‌داشتن دما در این پژوهش، نتایج مذکور در جداول ارائه نشدند. کبالت نیز در دمای ۶۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد با پایهٔ قلیایی- بوری، جلوهٔ آبی براق را نشان داد در حالی‌که این نمونه، در پایهٔ سربی- بوری و دمای ۶۵۰ درجه، به صورت چرمی درآمده است. افزودن اکسید آنتیموان به اکسیدهای رنگی در پایهٔ قلیایی- بوری، منجر به ایجاد حفره‌های سوزنی‌شکل و گاه چروکیدگی روی سطح نمونه شده است.

به‌طور کلی، اکسید مس در پایه‌های حاوی سرب، رنگ متمایل به مسی و در پایه‌های حاوی قلیا، رنگ متمایل به قرمز چینی را ایجاد کرده است. هم‌چنین با ترکیب مواد معدنی رنگزای متفاوت، تغییر در نوع رنگ نمونه‌ها پس از احیاء مشاهده می‌شود و براق‌بودن یا مات‌بودن نمونه و یا یکدستی رنگ یا ابر و بادی شدن رنگ‌ها، با تغییر پایه و ترکیب رنگ قابل مشاهده است. پس از انجام مرحله احیاء، وجود حفره‌ها و نقاط ریز فلزفام روی برخی سطوح قابل مشاهده است که عوامل متعددی مانند نوع مواد مصرفی و دمای احیاء می‌تواند در این امر دخیل باشد. در جدول (۵) به بررسی این تفاوت‌ها به صورت جداگانه و بر اساس نوع مادهٔ رنگزا پرداخته شده است.

جدول۵. مقایسهٔ تأثیر پایه‌های قلیایی- بوری و سربی- بوری بر احیای درون ساگار رنگ‌های مختلف مورد پژوهش (نگارندگان).

ترکیب مواد	نوع پایه لعاب	نوع رنگ	لعاب مات/ لعاب براق	رنگ لعاب یکدست / رنگ لعاب ابر و باد	سطح لعاب صاف/ لعاب چروکیده یا سوزنی شده
$AgNo_3$ 5%	سربی- بوری	طلایی روشن	براق	یکدست	صاف
	قلیایی- بوری	طلایی تیره	براق	ابر و باد	صاف
5%CuO	سربی- بوری	مسی تیره	براق	یکدست	صاف
	قلیایی- بوری	مسی روشن، همراه سبز روشن	براق	ابر و باد	صاف
5% Fe_2O_3	سربی- بوری	سبز سلادون تیره	براق	یکدست	صاف
	قلیایی- بوری	سبز سلادون روشن	براق	یکدست	صاف
1% CoO	سربی- بوری	آبی کبالت تیره	براق	یکدست	صاف
	قلیایی- بوری	آبی کبالت احیاء نشده	براق	یکدست	صاف
3%CuO +5% Fe_2O_3	سربی- بوری	سبز سلادون تیره	براق	یکدست	صاف
	قلیایی- بوری	مسی تیره	براق	ابر و باد	صاف
5% CuO+ 1% CoO	سربی- بوری	مسی تیره	براق	یکدست	صاف
	قلیایی- بوری	رگه‌های مسی و آبی کبالت	نیمه براق	ابر و باد	صاف
1%CoO + 5% Fe_2O_3	سربی- بوری	آبی تیره کبالت	براق	یکدست	صاف
	قلیایی- بوری	آبی تیره کبالت	براق	یکدست	صاف
3%CuO +3% Sb_2O_3	سربی- بوری	مسی تیره	نیمه براق	یکدست	صاف
	قلیایی- بوری	آبی مات و صورتی مس	مات	ابر و باد	حفره‌های سوزنی
1% CoO + 3% Sb_2O_3	سربی- بوری	آبی تیره	مات	یکدست	صاف
	قلیایی- بوری	آبی کبالت	مات	یکدست	چروکیدگی لعاب
5% Fe_2O_3 + 3% Sb_2O_3	سربی- بوری	زرد مایل به سبز	براق	یکدست	صاف
	قلیایی- بوری	سبز روشن	مات	یکدست	صاف
3%CuO + 1% CoO+ 5% Fe_2O_3	سربی- بوری	خاکستری تیره و قرمز چینی	نیمه براق	ابر و باد	چروکیدگی لعاب
	قلیایی- بوری	قرمز چینی	براق	یکدست	صاف
3%CuO +1% CoO + 2%Sb_2O_3	سربی- بوری	مسی و نقاط ریز تیره	براق	ابر و باد	یکدست
	قلیایی- بوری	قرمز چینی تیره	براق	یکدست	چروکیدگی لعاب
2% + 5% Fe_2O_3 +3%CuO Sb_2O_3	سربی- بوری	سبز سلادون	براق	یکدست	صاف
	قلیایی- بوری	قرمز چینی تیره	براق	یکدست	حفره‌های سوزنی شکل
+ 5% Fe_2O_3 +3%CuO+ 1%CoO 2%Sb_2O_3	سربی- بوری	مسی تیره با نقاط سبز	براق	ابر و باد	یکدست
	قلیایی- بوری	سیاه با نقاط طلایی	براق	ابر و باد	حفره‌های سوزنی شکل

www.SID.ir

Archive of SID

۸. نتیجه‌گیری

طی قرن‌ها، بسیاری از روش‌های پخت و تزیین بدنه‌های سفالی رواج و تکامل یافته‌اند. در این میان، روش‌های پخت احیایی به خاطر تأثیرات خاص و منحصربه‌فردی که روی اثر می‌گذارند، مورد توجه سفالگران بوده و هستند. در این پژوهش، با قراردادن بدنه‌های یکسان (ارتن‌ور فریتی) و استفاده از محفظهٔ ساگار و مادهٔ سوختنی برادهٔ چوب، به بررسی و تطبیق تأثیر احیای درون ساگار بر لعاب‌هایی با پایه‌های مختلف سربی- بوری و قلیایی- بوری پرداخته شد. مواد رنگزای مورد مطالعه، شامل نیترات نقره، اکسید مس، اکسید کبالت، اکسید آهن و اکسید آنتیموان و هم‌چنین ترکیب هر یک از ترکیبات فلزی رنگزا با یکدیگر بوده است. در ابتدا، دمای مطلوب برای احیاء، مورد آزمون قرار گرفت که با معیار بیش‌ترین نتیجه و بهترین کیفیت، دمای ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد انتخاب شد. در موارد اندکی، دماهای اندکی پایین‌تر یا بالاتر، نتایج مطلوب‌تری را نشان دادند. به عنوان مثال، نیترات نقره در هر دو پایهٔ مورد مطالعه، در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد، نتیجهٔ مطلوب‌تری را نمایش داد. در دمای ۶۵۰ درجه، در اغلب موارد، احیای یکدست و براق لعاب‌های سربی- بوری را شاهد بودیم اما در برخی موارد و غالباً در لعاب‌های قلیایی- بوری، احیای ناقصی مشاهده می‌شد که به ابر و باد شدن رنگ حاصله منجر گردیده است. افزایش دما در این موارد تا حدودی به یکدست‌تر شدن رنگ کمک می‌کرد. اکسید آنتیموان، سطوح مات‌تری را ایجاد کرده و در لعاب‌های قلیایی- بوری، حفره‌های سوزنی‌شکل و یا چروکیدگی را ایجاد کرده است و هم‌چنین، باعث روشن‌تر شدن رنگ‌های حاصله گردیده است.

اکسید کبالت به تنهایی و با دیگر اکسیدهای رنگی در لعاب قلیایی- بوری و پس از پخت ساگار، رنگ آبی کبالتی مشابه با قبل از احیاء را دارد که نشان‌دهندهٔ عدم احیای این اکسید در این دماست. تنها در یک نمونه، در مجاورت اکسید آهن، احیای یک دست کبالت را می‌توان مشاهده کرد. به طور کلی، می‌توان گفت که جهت احیای کامل درون ساگارِ اکسیدهای رنگی مس و آنتیموان در پایه‌های قلیایی- بوری، به مادهٔ سوختنی و یا دمای بیش‌تری نسبت به نمونه‌های مشابه در پایه‌های سربی- بوری نیاز است. این مقاله نشان می‌دهد که مواد مصرفی پایهٔ لعاب، تأثیر مستقیمی بر بسیاری از رنگ‌های حاصل در شرایط احیایی دارند. از طرف دیگر، این پژوهش در دستیابی و ایجاد رنگ‌های متفاوت لعاب‌های احیایی، به هنرمندان و سفالگران کمک خواهد کرد. مطالعهٔ متغیرهای دیگری هم‌چون دما، نوع و مقدار مادهٔ سوختنی و نوع و مقدار مادهٔ رنگزا، می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی در این حوزه باشد.

پی‌نوشت

1. Lehman
2. Connell
3. Saggar Firing

منابع

- پترسون، سوزان. ۱۳۸۸. کار با گل. ترجمهٔ محمد جوادی. تهران: سفیر اردهال.
- جلیلی، رسول. ۱۳۹۲. «طراحی و ساخت سفال‌های معاصر با الهام از نقوش سفالینه‌های قرون سوم و چهارم هجری قمری نیشابور.» پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- رادز، دانیل. ۱۳۶۹. کوره های پخت سرامیک. ترجمهٔ شعبانعلی تشکری. تهران: مرکز آموزش و تحقیقات سرامیک شرکت مقره‌سازی ایران.
- رنجی، ساناز، و حسین سرپولکی. ۱۳۸۷. «سیر تحول لعاب سلادون.» فصلنامه گلستان هنر. ش. ۱۴: ۸۳-۹۴.
- طلایی، حسن. ۱۳۸۱. باستان‌شناسی و هنر ایران در هزاره قبل از میلاد. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی سمت.
- قربانی، شعبانعلی، محمدتقی آشوری، و حسین سرپولکی. ۱۳۹۱. گل سلولزی. تهران: دانشگاه هنر.
- کاظمی، سهیلا، و حسین سرپولکی. ۱۳۸۷. « راکو: هنر، پیشینه، تکنیک.» کتاب ماه هنر. ش. ۱۱۷: ۷۴-۸۳.
- کامبخش‌فرد، سیف‌الله. ۱۳۸۰. سفال و سفالگری ایران: از ابتدای نوسنگی تا دوران معاصر. تهران: ققنوس.
- گرجستانی، سعید. ۱۳۷۷. «سیری در ساختار کوره‌های بدوی پخت سفال.» فصلنامه هنرنامه، پیاپی صفر: ۷۶-۸۶.
- نایب پاشایی، نسیم، مهیلا بی‌آزار مرکیه، امیرمسعود اعرابی، و حسین سرپولکی. ۱۳۸۸. «بررسي اثر افزودني ها و شرایط محیطي بر لعاب احیایي مس.» فصلنامه علوم و فناوري رنگ. ۳ (۳): ۱۹۹-۲۰۷.
- Dassow, Summi Von. 2009. *Low- Firing and Burnishing*. New York: American Ceramic Society.
- Finch, Joe. 2006. *Kiln Construction*. London: A & C Black.
- https://images.app.goo.gl/3d3RCR6E998i67XZA
- https://gotheborg.com/glossary/saggar.shtml

www.SID.ir

Archive of SID

A Comparative Study on the Effect of Alkaline-Boron and Lead-Boron Bases on the Dyeing Obtained from Reduction of Selected Dye Metal Compounds by Reduction Method Inside Saggar Box (Especially for Artists)

Mehrnush Shafi'i Sarārudi
Associate Professor, Handicrafts Department, Art University of Isfahan *(Corresponding Author).*
E-mail: m.shafiee@aui.ac.ir
Mohaddeseh Māleki Moqaddam
MA in Handicrafts, Art University of Isfahan.

Receive Date: 29 October 2020 , Accept Date 17 February 2021

The world pottery history is replete with different shapes and designs as well as various technical ways of firing and decorating. The purpose of this study is to evaluate the effect of this reducing firing on different color oxides in two alkaline-boron and lead-boron glaze bases. The question raised in this study is that what effects do the different bases of lead-boron and alkali-boron glaze have on the type of color obtained from the selected color oxides, including copper, iron, antimony, tin, zinc and their composition? This study is practical in purpose and experimental in the method. Data collection has been done through library sources and documentary and in the main sections of the research by experimentation and observation and qualitative analysis. Here, tested samples of the same composition (Chinese ceramic) were examined adjacent to the same fuel (Saw dust) at 650° C. The results demonstrate the effect of the base enamel type on the level of reduction and type of obtained color. At the lead-boron base, we see that almost all the samples reduce uniformly forming metallic compounds on the surface of darker and more mature glaze and staining, while there is a difference in the amount of surface polishing due to the additives. Results in an alkaline-boron base appeared as wavy colors effects and brighter colors. The results also show that the presence of lead in the lead-boron glaze is a contributing factor to faster reduction of metals on the glaze surface, while raising the furnace temperature and adding fuel help further reducing the alkali-boron glaze surface. In general, the type of color, transparency and uniformity of the glaze can be affected by the type of base glaze and the type of dyes.

Keyword: Reducing Glaze, Saggar Firing, Alkali-Boron Glaze, Lead-Boron Glaze, Color Oxides.

www.SID.ir