

نقاشی‌های دیواری بامیان، افغانستان فناوری و مواد



یوگو نانیگوچی و مارین کوت
ترجمه: باقر فاضلی



سرشناسه کتاب

عنوان و پدیدآورندگان: تانیگوچی، یوکو و مارین کوت؛ ۲۰۲۲. ترجمه باقر فاضلی، ویرایش نهایی؛ احسان شواربی

مشخصات نشر: لندن: آرکیتایپ، ۱۴۰۳.

شابک: 978-1-909492-89-9

وضعیت کتاب: مصور

وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا

یادداشت: عنوان اصلی The Wall Paintings of Bamiyan, Afghanistan technology and materials

همه حقوق تألیف و ترجمه محفوظ بوده و استفاده از آن با ذکر منبع مجاز می باشد

نقّاشی‌های دیواری بامیان، افغانستان: فنّآوری و مواد

افغانستان که در مرکز اوراسیا قرار دارد، یک منطقه کوهستانی منزوی با فرهنگی است که در طول تاریخ غنی و متنوع بوده است. وادی باستانی بودایی بامیان محصول مردمی است که پادشاهی ۸۰۰ ساله‌ای را در رشته کوه‌های هندوکش و کوه بابا بنا کردند و به قول هرودوت "هدیه صلح" ماندگار بود. در سال ۱۹۶۴، جاده ابریشم آرام، پر جنب و جوش و بامیان پر از رفت و آمد مسافران از شرق، غرب و جنوب بود. مسافران به بودای غول پیکر شرقی و غربی که بر فراز صخره‌های شیب‌دار جنوبی هندوکش قد کشیده بودند نگاه می‌کردند و از شگفتی شمایل‌نگاری دیوارهای اطراف شگفت‌زده می‌شدند. در جولای همان سال، در یک شب روشن تابستانی، در خوابگاهم در بامیان، زیر نور چراغ خواب می‌دیدم که احساس کردم انرژی مرموزی از یکی از صدها مغاره ساطع می‌شود و این دعوتی بود برای بازدید از مغاره N. این مغاره از تخریب جان سالم به در برده بود، در سال ۲۰۰۵ زمانی که دکتر یوکو تانیگوچی، همکار و دوست جوان را همراهم آورده بودم، دوباره از من استقبال کرد. بودیساتوای مغاره N با لبخندی ضعیف از ما استقبال می‌کرد و ما نیز با چشمانی درخشان به آن خیره شدیم. از بصیرت شدید یوکو متوجه شدم که بیان بودیساتوا حاوی چیزی است که هنوز در تحقیقات قبلی در اینجا یافت نشده است: مغاره N مملو از نقّاشی‌های دیواری بود که شکوفایی قرون وسطی را با نقوش مهیج، سبک دلربا، تنوع در زمینه‌ها و فرهنگ (تقاطع بر روی زمین) را حمل می‌کرد. هر کدام از اینها نگاه او را برانگیخت. همانطور که ابی واربورگ، مورخ هنر و نظریه‌پرداز فرهنگی آلمانی اظهار داشت: "خدا در جزئیات است".

تحقیقات در سال ۱۹۲۳ در محوطه بودایی بامیان، با بررسی باستان‌شناسانه توسط هیئت باستان‌شناسی فرانسه در افغانستان، DAFA (Délégation archéologique française en Afghanistan) آغاز شد، که اکنون البته به طور متناوب یک قرن از آن می‌گذرد. تحقیق در مورد نقّاشی‌های دیواری از بررسی اولیه نقوش و سبک‌ها تا تحلیل و تفسیر بعدی معنای آن‌ها و اکنون به بازسازی امروزی «مقاله بصری» بر اساس تحلیل‌های دقیق علمی عمیق‌تر شده است. نقّاشی‌های دیواری بامیان، افغانستان: فنّآوری و مواد، فرصتی شگفت‌انگیز را برای ما فراهم می‌کند تا درک خود را از افغانستان آن‌گونه که هست، تازه کنیم: الگویی که از یک فرهنگ چند صدایی باشکوه، حتی در بجزوچه مبارزه جاری کنونی آن علیه سختی‌ها به ما نشان می‌دهد.

کوساکو مَندا

می ۲۰۲۲



پروفسور مَندا (به نویسنده) به مکان یک صومعه بودایی باستانی در دره بامیان اشاره می‌کند. (عکس گرفته شده در مغاره D، ۲۹ ژوئن ۲۰۰۷)

پیشگفتار

من از محوطه بامیان به عنوان عضو تیم موسسه تحقیقات ملی برای مواد فرهنگی توکیو (NRICPT) بازدید کردم و کارهای تحقیقاتی و حفاظتی روی نقاشی‌های دیواری را در تابستان/ زمستان ۲۰۰۵، بهار/ پاییز ۲۰۰۶ و تابستان ۲۰۰۷ انجام دادم. در ۲۰۱۰ و ۲۰۱۳ با پرفسور کوساکو مِدا و کازویا یامائوچی و همچنین سایر همکاران، به‌عنوان بخشی از پروژه صندوق‌های سرمایه‌گذاری ژاپنی یونسکو برای حفاظت از وادی بامیان ملاقات داشتم. مسائل امنیتی در تابستان‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۲ ما را از انجام برنامه‌های سفر به محوطه باز داشت و از سال ۲۰۱۳ به بعد، امنیت به حدی بدتر شده بود که حتی امکان برنامه‌ریزی برای بررسی‌های بیشتر وجود نداشت. تخریب بوداهای غول پیکر در سال ۲۰۰۱ نشان دهنده افزایش استفاده از میراث فرهنگی در تبلیغات سیاسی بود. نه تنها بوداها بارها با مواد منفجره مورد اصابت قرار گرفتند، بلکه نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های اطراف نیز تخریب و سپس قطعه قطعه شده و به سرقت رفتند تا به خارج فروخته شوند. یکی از پروژه‌های حفاظت از محوطه بامیان تحت رهبری یونسکو در سال ۲۰۰۳ راه‌اندازی شد. مؤسسه‌ای از آلمان، ایتالیا و ژاپن نقش‌های اصلی را در این پروژه بر عهده گرفتند و من به عنوان پژوهشگر در مؤسسه ملی تحقیقات مواد فرهنگی توکیو ژاپن کار کردم. از من خواسته شد که ترکیب نقاشی‌های دیواری در محوطه بامیان را برای تعیین بهتر مواد و روش‌های حفاظتی مناسب تجزیه و تحلیل کنم. زمانی که در سال ۲۰۰۴ کارم را شروع کردم، ۸۰ درصد از نقاشی‌های دیواری بامیان نسبت به شماری از دهه ۱۹۷۰ از بین رفته بودند. مافوق به من اطلاع داد که رها کردن آثار هنری در جای خود خطرناک است و نقاشی‌های دیواری باقی مانده باید جدا شده و برای مدتی در یک مکان امن برای مدتی حفاظت و نگهداری شوند. با این حال، ما اصرار داشتیم که نقاشی‌های دیواری را در محل حفظ کنیم، زیرا اعتقاد داشتیم که ضروری است آنها در منظره خود، حک شده در صخره‌های کنگلومرا^۱ در جای خود باقی بمانند، و امیدواریم که مردم محلی به میراث فرهنگی خود برای سال‌های آینده دسترسی داشته باشند. به همین دلایل، چند نقاشی دیواری باقی‌مانده را همراه با آسیبی که از گلوله و تیغه وارد شده بودند، در جای خود رها کردیم.

محوطه بامیان در طول تاریخ خود متحمل بلایای متعددی شده است و ما هنوز نمی‌دانیم تا چه زمانی دیگر دست نخورده باقی می‌ماند. افغانستان در طول تاریخ خود توسط قدرت‌های سیاسی مختلف اداره می‌شده است، احتمالاً بسیاری از قدرت‌های دنیا از نقاط جهان به دلیل موقعیت مرکزی آن بین شرق و غرب اوراسیا به آن توجه داشته‌اند. دوران بودایی تنها بخشی کوتاه از تاریخ طولانی و پیچیده افغانستان است. من معتقدم که تاریخ چند تکه افغانستان^۲ با عمق و جذابیت فرهنگی غنی آغشته است. از سال ۲۰۰۵، من در آزمایشگاه‌های متعددی با همکاران بسیاری با استفاده از فنون تحلیلی بی‌شمار در تحقیق در مورد مواد نقاشی کار کرده‌ام. در زمستان ۲۰۰۶، همراه با مارین کوت و امیلی شکرون^۳، در حال تحقیق در مورد مواد رنگ‌شده در مرکز تابش سینکروترون اروپا^۴ (ESRF) بودم که در آنجا نتایج شگفت‌انگیزی از نمونه‌های کوچک برداشته‌شده از یک محوطه آسیب دیده به دست آوردیم. کشف نقاشی‌های رنگ روغن در بامیان که قدیمی‌ترین نمونه رنگ‌های روغنی در جهان را به تصویر می‌کشد، گویای ارزش علمی قابل توجه میراث فرهنگی افغانستان است. علاوه بر این، بسیاری از اکتشافات مادی و تکنیکی ما دریچه‌ای شگفت‌انگیز به ارتباطات تاریخی بامیان با مناطقی در غرب، جنوب و شرق آن در قاره اوراسیا ارائه می‌دهند.

با توجه به مشارکت ما در حفاظت از میراث فرهنگی در آسیای غربی و مرکزی، ما احساس می‌کنیم که آموزش محلی از اهمیت بالایی برخوردار است. برای مردم، یادگیری در مورد تاریخ و فرهنگ منطقه خود می‌تواند احترام به هویت آنها را تقویت کند و آگاهی تاریخی را بهبود بخشد. هنگامی که ما در حال انجام تحقیقات خود بودیم، تعداد زیادی از جوانان وابسته به دانشگاه بامیان مکرراً از ما خواستند تا در مورد تاریخ بامیان به آنها آموزش دهیم، زیرا به آنها بسیار کم آموزش داده می‌شد. ما یک کارگاه آموزشی کوچک برگزار کردیم که الهام بخش یک بحث پر جنب و جوش بود و جوانان محلی بسیاری حاضر شدند. من نوشتن این کتاب را پذیرفته‌ام به این امید که آنها را با هجوم بیشتری به شادی‌ها و شگفتی‌های میراث فرهنگی خودشان برساند. تنها تاسف ما این بود که این کتاب زودتر منتشر نشد، زیرا نزدیک به ۱۰ سال از جمع‌آوری اولیه تحلیل‌ها و نتایج ما می‌گذرد. آنچه مسلم است این است که نقاشی‌های دیواری بودایی بامیان به دلیل اطلاعات فراوانی که در مورد تاریخ نقاشی و فناوری‌های آن دارند، ارزش قابل توجهی دارند. زمانی اعتقاد بر این بود که نقاشی‌های رنگ روغن در

¹ conglomerate

² Afghanistan's mosaic history

³ Emilie Checroun

⁴ European Synchrotron Radiation Facility

نیمه اول قرن پانزدهم در هلند به اوج کمال خود رسیده‌اند(اگرچه می‌دانستیم که بدون شک تکنیک بسیار قدیمی‌تری نیز وجود دارد). با این حال، بامیان میزبان اولین نمونه‌های شناخته شده جهان است که به اواسط قرن هفتم باز می‌گردد. بسیاری امیدوارند که گستره جغرافیایی وسیع‌تری از تجزیه و تحلیل مربوط به تکنیک‌ها و مواد نقاشی دیواری، درک بهتری را در مورد جهان بودایی تحت سیطره هفتالی‌ها، از سلسله گوپتا در جنوب، تا امپراتوری‌های روم و شاهنشاهی ساسانی در غرب و حکومت‌های کوچ‌نشین در شرق را ارائه دهد. من شخصاً مایلم که تجزیه و تحلیل بیشتر تکنیک‌ها و مواد را در ایالت‌های عشایری در شرق ببینم تا به درک ما از ارتباط میان بامیان و مناطق همسایه‌اش کمک کند. ما همچنین امیدواریم که این به افغان‌ها فرصت بیشتری بدهد تا میراث فرهنگی خود را بشناسند و به آن افتخار کنند. مسئولیت هرگونه بد فهمی در این کتاب بر عهده نویسنده است. مایلم صمیمانه تشکر کنم از بسیاری از افرادی که در تولید این کتاب کمک کرده‌اند. ما صمیمانه امیدواریم که دوستان ما در افغانستان آسیب زیادی نبینند و بتوانیم با همکاری یکدیگر به بازسازی افغانستان در آینده نزدیک کمک کنیم.

یوکو تانیگوچی^۵

نوامبر ۲۰۲۲

سپاسگزاری‌ها

مایلم از تمام افرادی که در این سفر به ما پیوستند، به ویژه از همکاران و دوستانی که در افغانستان و سراسر جهان با ما همکاری کردند سپاسگذاری کنیم. این پژوهش با حمایت مالی JSPS Kakenhi Grant با شماره‌های JP18700680، JP21700845 و JP17K01192 و نیز کمک هزینه انتشار نتایج پژوهش‌های علمی در سال ۲۰۲۲ به سرانجام رسید. پروژه نقاشی دیواری بامیان به عنوان بخشی از پروژه‌های حفاظتی یونسکو، تحت حمایت مالی ژاپن توسط مؤسسه ملی تحقیقات مواد فرهنگی توکیو (NRICPT) و نمایندگی فرهنگی وزارت امور خارجه ژاپن حمایت شده است. به ویژه از پرفسور کازویا یاماتوچی^۶ به عنوان سرپرست پروژه بامیان تشکر می‌کنم. متأسفانه پرفسور کوساکو مئدا که پشتیبان اصلی این طرح و مرجع علمی پژوهش‌های بود. در حین نگارش این کتاب درگذشت. او به شدت دلتنگ خواهد شد. جدا از کار در مرکز تابش سینکروترون اروپا (ESRF) در فرانسه، مؤسسه حفاظت گتی^۷ (GCI) در ایالات متحده با مهربانی نمونه‌های رنگ انتخابی از نقاشی‌های دیواری را تجزیه و تحلیل کردند تا به ما کمک کنند درک بهتری از پیوند دهنده‌های یافت شده در بامیان به دست آوریم. از GCI به ویژه از جوی مازورک^۸، تیم ویلن^۹ و رئیس سابق GCI جاکومو کیاری^{۱۰} دارم. بدون گذراندن دوره مطالعاتی در گتی در سال ۲۰۰۷، بررسی پیوند دهنده‌ها ممکن نمی‌شد. علاوه بر این، پرفسور تاکاشی ناکازاوا^{۱۱} از دانشگاه زنان نارا^{۱۲}، پرفسور کازوکی کاواهارا^{۱۳} از دانشگاه اوساکا^{۱۴}، یوکی کومازاوا^{۱۵} و یوکی تاگا^{۱۶} از مؤسسه تحقیقاتی بیومتریکس نیپی^{۱۷}، و میهو تاکاشیما^{۱۸} از موزه ملی هنر غربی^{۱۹} به طور گسترده‌ای بررسی پیچیده مواد آلی نقاشی‌های دیواری کمک کردند.

همچنین لازم است از این افراد سپاسگذاری کنم؛ ماساشی آبه؛ باقر احمدی؛ سید طاهر علی شبیرعلی؛ شیگو آوکی؛ ماکوتو آریمورا؛ ماری آریمورا؛ میکی آسو؛ کاترینا بلنزدورف؛ پیر کامبون؛ شارون کاتر؛ امیلی شکرون؛ فابیو کلمبو؛ روبرتا دی آنجلس؛ زو دویی؛ یاسوکو فوکویاما؛ جونکو فوریهاتا؛ عبدالرحیم زاده؛ ساتومی هیاما؛ نائو ایکدا؛ مایو ایواده؛ شومپی ایوای؛ حمید جلیا؛ اتسوکو کاگیاما؛ کامیلا کالینا؛ عباس خاوری؛ تاکایاسو کیجاما؛ هیروشی کیگوچی؛ میهو کیتاگاوا؛ دبرا کلیمبورگ-سالتر؛ جرال کوزیچ؛ یودای کودو؛ شوگو کومه؛ عمرخان مسعودی؛ کومی ماسودا؛ جوی مازورک؛ ادموند ملزی؛ آکیرا میاجی؛ ماتومیتسو مومی؛ هیروکو مورایاما؛ ماسانوری ناگائو؛ ایکوکی ناکاگاوارا؛ ماساکازو ناروسه؛ یوکو نیشیمورا؛ شینیچی نیشیاما؛ فومیو اوکادا؛ هیدمی اوتاکه توریمی؛ مایکل پتزت؛ برت پراکسانتالر؛ محمد فهیم رحیمی؛ راینا روسنکو؛ هیرومیتسو سکی؛ یوشیکو شیمادزو؛ لیا راسل اسمیت؛ موتویوکی سوزوکی؛ تاماکی سوزوکی؛ اری تاکدا؛ آکیکو تاشیرو؛ جورجیوس توبکیس؛ توموکو اونو؛ سوئیچیرو واکیا؛ یوکی واتانوکی؛ شائو شویچنگ؛ هیرومی یاسویی؛ یوتاکا یوشیدا؛ IRUG (گروه کاربران مادون قرمز و رامن)، آژانس امور فرهنگی ژاپن؛ مرکز تابش سینکروترون اروپا (ESRF)؛ مرکز همکاری‌های بین‌المللی حفاظت ژاپن (JCICC)؛ دانشگاه هنر توکیو؛ مؤسسه ملی تحقیقات مواد فرهنگی توکیو (NRICPT) و نارا، شرکت پاسکو؛ پژوهشکده اموال فرهنگی؛ دانشگاه تیکو؛ وزارت امور خارجه ژاپن (MOFA)؛ وزارت اطلاعات و فرهنگ افغانستان و یونسکو و همکاران اداره یونسکو در بامیان.

یوکی تانیگوچی

⁶ Kazuya Yamauchi

⁷ Getty Conservation Institute

⁸ Joy Mazurek

⁹ Tim Whalen

¹⁰ Giacomo Chiari

¹¹ Takashi Nakazawa

¹² Nara Women's University

¹³ Kazuki Kawahara

¹⁴ Osaka University

¹⁵ Yuki Kumazawa

¹⁶ Yuki Taga

¹⁷ Nippi Research Institute of Biomatrix

¹⁸ Miho Takashima

¹⁹ National Museum of Western Art

من می‌خواهم از ESRF و همکاران مختلفی که در این کار مشارکت داشته‌اند تشکر کنم، به ویژه: پیر بلوئه، فیلیپ والتر و امیلی شکرون برای اولین آزمایش‌ها در سال ۲۰۰۶ (آزمایش کاربر EC-101) ژان سوزینی در بخش داخلی و پشتیبانی در ID21 همکاری نمود. مانفرد بورگهمر، ویکتور گونزالس، لویک هودر و ایدا فازلپچ برای آزمایش‌های اخیر (که در سال ۲۰۲۱ از طریق «آزمایشگاه مواد تاریخی»^{۲۰} با پشتیبانی برنامه تحقیقاتی و نوآوری افق ۲۰۲۰ اتحادیه اروپا تحت تفاهم‌نامه حمایت مالی شماره ۸۷۰۳۱۳ Streamline اجرا شد).
مارین کوت^{۲۱}

²⁰ The Historical Materials BAG

²¹ Marine Cotte

کتاب نقاشی دیواری بامیان، افغانستان: فنآوری و مواد، توسط انتشارات آرکیتایپ در بریتانیا در سال ۲۰۲۲ به زبان انگلیسی منتشر شده است. نسخه ترجمه شده این کتاب مدیون ترجمه و زحمات آقای باقر فاضلی است که متخصص سکه‌های دوره کوشانی از دانشگاه تهران است و در حال حاضر در زادگاه خویش، در بامیان مستقر است. پس از آنکه که برای آخرین بار از بامیان بازدید کردم، برنامه‌های حفاظتی و تحقیقاتی ما با همکاری یونسکو، به دلیل مشکلات امنیتی، از سال ۲۰۱۳ به حالت تعلیق درآمده است. ما این کتاب را به صورت رایگان در فضای آنلاین منتشر می‌کنیم، زیرا این کتاب باید توسط بسیاری از دانشجویان و دانش‌پژوهان افغانستان که در حال حاضر در افغانستان و خارج از کشور هستند خوانده شود. آنها در دوران سختی در افغانستان بوده‌اند. با این حال، ما واقعاً امیدواریم که در آینده نزدیک در بامیان، در کنار هم پژوهش و همکاری نزدیک داشته باشیم. افغانستان دارای لایه‌های بسیار غنی و پیچیده‌ای از تاریخ است که همه ما باید آنها را تحسین کنیم. امیدوارم همکاران و دوستان در افغانستان به تاریخ منحصر به فرد خود و این واقعیت که قدیمی‌ترین نمونه نقاشی رنگ روغن در جهان را در بامیان دارند افتخار کنند.

ما واقعاً از باقر فاضلی به خاطر تلاش زیاد و عشق عمیقش به بامیان تشکر می‌کنیم. همچنین، اجازه دهید از جیمز بلک، برای حمایت و اشتیاق مهربانش در حفاظت از میراث فرهنگی تشکر کنم. بدون همکاری آنها، این مهم امکان تکمیل شدن نداشت. به زودی شما را در بامیان می‌بینیم. بامیان هرگز یک پادشاهی فراموش شده نیست.

یوگو تانیگوچی

مارس ۲۰۲۴

پیشگفتار مترجم

وادی بامیان یکی از کهن‌ترین مناطق جهان است که در آن باستانی‌ترین کانون‌های تمدن بشری شکل گرفتند. بر پایه مطالعات، تحقیقات و پژوهش‌های باستان‌شناسانه، این منطقه در عصر پارینه‌سنگی کهن از حدود ۲۵ هزار سال پیش از میلاد زیست‌گاه‌های انسان‌ها وجود داشتند. باستان‌شناسان کهن‌ترین نشانه‌های زندگی جوامع بدوی انسان‌ها را در گوشه و کنار دره‌های آن شناسایی کرده‌اند. به عقیده باستان‌شناسان، بامیان و نواحی آن در حدود ۲ هزار سال پیش از امروز به عنوان مرکز اصلی آیین بودیزم بوده است که بوداهای بامیان نشانه آشکار بر این مدعا است. افغانستان منطقه‌ای است که در تاریخ جهان شناخته شده است. مواد نقاشی، ابزار و روش‌های به کار رفته برای تولید نقاشی‌های دیواری بودایی، منعکس‌کننده بهترین فنون نقاشان و صنعت‌گرانی است که روزگاری در بامیان خود را به بهترین وجه ممکن نشان دادند و اکنون نوبت ماست که از آن پاسداری نماییم.

خوشبختانه به لطف نهادهای باستان‌شناسی جهانی تحقیقات زیادی در بامیان صورت گرفته است و کتب زیادی نیز منتشر شده است. کتاب حاضر، **نقاشی دیواری بامیان، افغانستان: فنآوری و مواد** یکی از ده‌ها کتاب‌های ارزشمند است که در سال ۲۰۲۲ توسط پروفیسور و محقق جوان ژاپنی خانم یوکو تانیگوچی به زبان انگلیسی نگارش و از طریق انتشارات آرکیتایپ^{۲۳} در لندن منتشر گردید. ترجمه این کتاب نیز از یک سال قبل بدین سو آغاز گردید و بار دیگر از طریق انتشارات نام‌برده به صورت آنلاین و رایگان در اختیار فارسی زبان دنیا قرار می‌گیرد. در این کتاب از اصطلاحات علمی زیادی استفاده شده است که برخی از آنان در درون متن اشاراتی شده‌اند و در برخی دیگر نیز مترجم سعی کرده است مهم‌ترین آنها را به صورت پاورقی به زبان ساده‌تر توضیح دهد تا برای خوانندگان عزیز شبهه‌ای باقی نماند.

جا دارد از تمامی دوستانم؛ لایق احمدی، سید هادی هدایت، سید علیرضا مشفق، خادم کرمی، باقر احمدی، محمد علی آرین، سرور هدایت، عبدالخالق طه، غلام‌علی ناشناس، و به ویژه از دوست خوبم احسان شواربی در ویرایش نهایی و تمامی عزیزانی که در تکمیل نمودن این اثر کمک و یاری نمودند تشکر نمایم.

باقر فاضلی

تابستان ۱۴۰۳

۱	معرفی
۲	اهداف و اهمیت تحقیق در مورد فنون نقاشی
۲	پیشینه و ادبیات مرتبط در مورد فنون نقاشی دیواری آسیای مرکزی
۶	اهمیت مطالعه فنون نقاشی و نمای تحقیق حاضر
۸	فنون فرسکو در غرب و فنون سیکو در شرق
۱۲	فصل اول
۱۲	پیشینه تحقیق بر مواد و فنون استفاده شده در نقاشی‌های دیواری بامیان
۱۳	۱.۱ بامیان و نقاشی‌های دیواری اطراف آن
۱۳	۱.۱.۱ در مورد نقاشی‌های دیواری
۱۷	۱.۱.۲ گاه‌نگاری نقاشی‌های دیواری که با تاریخ‌گذاری رادیوکربن تعیین می‌شود
۲۶	۱.۲ نقاشی دیواری در اطراف دره بامیان
۲۶	۱.۲.۱ نقاشی‌های دیواری توسط طاقچه‌های اطراف دو بودای غول پیکر در بامیان
۲۸	۱.۲.۲ نقاشی دیواری در مغاره‌های بامیان
۳۴	۱.۲.۳ نقاشی دیواری در مغاره‌های فولادی
۳۶	۱.۲.۴ نقاشی دیواری مغاره‌های ککرک
۳۷	۱.۲.۵ نقاشی دیواری در مغاره قول جلال
۳۹	۱.۳ گاه‌نگاری نقاشی‌های دیواری بامیان و روابط آن‌ها با آثار همسایه
۴۰	۱.۴ سابقه تحقیقات در مورد مواد فنی و مشکلات
۴۰	۱.۴.۱ نقاشی‌های دیواری حذف شده توسط هیئت‌های (قدرت‌های) بزرگ آسیای مرکزی
۴۰	۱.۴.۱.۱ نقاشی‌های دیواری حذف شده توسط هیئت‌های آسیای مرکزی
۴۱	۱.۴.۱.۲ بررسی مواد دانشگاه هاروارد از قطعات نقاشی دیواری بامیان و مغاره‌های قزل
۴۵	۱.۴.۱.۳ تجزیه و تحلیل ریدرر از رنگدانه‌ها در نقاشی‌های دیواری از موزه هنر آسیایی، مجموعه موزه دولتی برلین که از حوضه تاریخیم و اطراف آن سرچشمه می‌گیرد
۴۶	۱.۴.۱.۴.۱ بررسی نقاشی‌های دیواری انجام شده توسط اتحاد جماهیر شوروی و روسیه
۴۶	۱.۴.۱.۴.۲ تجزیه و تحلیل موزه دولتی ارمیتاژ از رنگدانه‌های نقاشی دیواری آسیای مرکزی
۴۷	۱.۴.۳ بررسی‌های حفاظتی نقاشی‌های دیواری بامیان
۴۷	۱.۴.۳.۱ مشکلات حفاظتی مربوط به نقاشی‌های دیواری بودایی بامیان
۴۷	۱.۴.۳.۲ حفاظت و مرمت توسط هیئت فرانسه
۴۸	۱.۴.۳.۳ بررسی‌های حفاظتی و مواد توسط تیم‌های هندی و افغانی
۴۸	۱.۴.۳.۴ بررسی ژاپنی‌ها درباره "اموال فرهنگی جابجا شده" قطعات نقاشی دیواری
۴۹	۱.۴.۳.۵ تکنیک‌ها و مواد نقاشی مربوط به نقاشی‌های دیواری بامیان (مغاره‌های K3, E و I)
۵۰	۱.۴.۳.۶ وضعیت کنونی حفاظت و تجزیه و تحلیل نقاشی‌های دیواری بودایی بامیان توسط ژاپن
۵۱	فصل دوم
۵۱	ساختار و ترکیب نقاشی دیوارهای بامیان
۵۶	۲.۲ ساختار نقاشی‌های دیواری
۵۶	۲.۲.۱ نمای کلی ساختار و نقاشی
۵۶	۲.۲.۱.۱ ساختار اساسی نقاشی‌های دیواری در بامیان
۵۸	۲.۲.۱.۲ ساختارهای نقاشی لایه‌ای در نقاشی‌های دیواری ناتمام
۵۸	۲.۲.۲ لایه تکیه گاه/ پشتیان
۵۹	۲.۲.۳ لایه زمینه
۶۲	۲.۲.۴ لایه حجم دهنده

۶۵	۲.۲.۵ لایه زمینه
۶۵	۲.۲.۵.۱ انواع مختلف لایه‌های زمینه
۶۶	۲.۲.۵.۲ نقاشی‌هایی با نمونه‌های لایه زمینه تا حدی غایب
۶۶	۲.۲.۵.۳ زمینه‌های گچی
۶۷	۲.۲.۵.۴ زمینه‌های گچی حاوی رنگدانه‌های قرمز
۶۸	۲.۲.۵.۵ زمینه سفیداب سرب
۷۲	۲.۲.۵.۶ مروری بر مصالح زمینه به کار رفته در نقاشی‌های دیواری بامیان
۷۲	۲.۲.۶ زیر برداشتها
۷۳	۲.۲.۷ لایه‌های رنگی: رنگدانه‌ها
۷۳	۲.۲.۷.۱ رنگدانه‌های آبی: لاجورد و اولترامارین
۷۵	۲.۲.۷.۲ رنگدانه‌های قرمز: شنگرف / سرخاب
۷۶	۲.۲.۷.۳ رنگدانه‌های سبز: ترکیبات سبز بر پایه مس
۷۸	۲.۲.۷.۴ رنگدانه زرد
۷۸	۲.۲.۸ پیونده دهنده
۸۴	۲.۲.۹ لعاب
۸۵	۲.۲.۱۰ تزئین ورق فلزی و تکنیک ورق "شبه" طلا
۸۵	۲.۲.۱۰.۱ ورقه‌های طلا و قلع
۸۸	۲.۲.۱۰.۲ از بین رفتن ورقه‌های فلزی
۸۹	۲.۲.۱۱ اثرات نوری یک ساختار چند لایه
۹۱	۲.۲.۲ ترکیب تخریب سطح
۹۱	۲.۳.۱ تخریب/تغییر رنگدانه‌های بر پایه مس و سرب
۹۳	۲.۳.۱.۱ تخریب/تغییر رنگدانه زرد
۹۴	فصل سوم
۹۴	فنون رنگ روغن در نقاشی‌های دیواری بامیان
۹۵	۳.۱ مطالعه موردی ۱: طرح طومار برگدار با حیوانات در سقف مغاره N(a)
۹۷	۳.۱.۱ مشاهده الگوهای طومار حیوانات و شاخ و برگ در مغاره N(a)
۹۸	۳.۱.۲ تجزیه و تحلیل عنصری و ساختاری زمینه سفیداب سرب و ورق‌های فلزی با استفاده از SR- μ XRF, SEM-EDS و SR- μ XRD
۹۸	۳.۱.۳ تجزیه و تحلیل مواد آلی توسط SR- μ FTIR و GC-MS
۹۹	۳.۱.۴ ساختار لایه‌ای حیوانات و طرح‌های طومار برگدار
۱۰۰	۳.۲ مطالعه موردی ۲: رنگ آمیزی سبز در ایند درخت در دیوار شرقی مغاره N(a)
۱۰۰	۳.۲.۱ تصویر خدای درخت در دیوار شرقی مغاره N(a)
۱۰۰	۳.۲.۲ شرح چینه شناسی با استفاده از میکروسکوپ نوری
۱۰۰	۳.۲.۳ نمونه تجزیه و تحلیل SR- μ XRF
۱۰۰	۳.۲.۴ نمونه تجزیه و تحلیل SR- μ XRD
۱۰۱	۳.۲.۵ تجزیه و تحلیل SR- μ FTIR قسمت سبز درخت تصویر خدا
۱۰۱	۳.۲.۶ ساختار لایه‌ای نمونه
۱۰۲	۳.۳ مطالعه موردی ۳: پیوند دهنده برای نقاشی‌های دیواری در مغاره B(d)
۱۰۲	۳.۳.۱ شرح نمونه BMM063
۱۰۳	۳.۳.۲ تجزیه و تحلیل GC-MS روغن‌ها، موم زنبور عسل و رزینها
۱۰۳	۳.۳.۳ تجزیه و تحلیل GC-MS مواد پروتئینی
۱۰۵	۳.۴ مطالعه موردی ۴: رنگ سبز در مغاره فولادی ۴ و تغییر رنگ آن

۱۰۵	۳.۴.۱ شرح نمونه FDM055
۱۰۶	۳.۴.۲ تجزیه و تحلیل SR- μ FTIR نمونه
۱۰۷	۳.۴.۳ نمونه تجزیه و تحلیل μ XRF و μ XRD
۱۰۷	۳.۴.۴ تجزیه و تحلیل اسپد های چرب توسط GC-MS
۱۰۸	۳.۴.۵ ساختار لایه های نمونه
۱۰۸	۳.۵ فنون نقاشی در بودای غول پیکر شرقی و غربی
۱۱۲	فصل چهارم
۱۱۲	بررسی تغییرات فنون نقاشی در وادی بامیان
۱۱۳	۴.۱ همبستگی با ساختار و سبک مغاره
۱۱۳	۴.۱.۱ توزیع جغرافیایی معابد مغارهای و تاریخچه معماری آنها
۱۱۴	۴.۱.۲ سبک های مغاره در محوطه بامیان
۱۱۷	۴.۱.۳ سقف لثرنندیک طاقدار مربع
۱۱۸	۴.۱.۴ رابطه بین سبک های مغاره و گاهنگاری
۱۱۸	۴.۱.۵ رابطه ترکیب بندی نقاشی و سبک مغاره
۱۲۲	۴.۲ بودیسم و نقاشی در اوراسیا: صنعتگران، تجارت و فناوری
۱۲۲	۴.۲.۱ تجارت مواد نقاشی
۱۲۶	۴.۲.۲ بحث اولیه در مورد منشا رنگدانه های مبتنی بر سرب بر اساس تجزیه و تحلیل ایزوتوپ سرب
۱۲۹	۴.۳ تاریخچه نقاشی رنگ روغن: مروری بر خاستگاه و توسعه آن
۱۲۹	۴.۳.۱ روغن خشک شونده به عنوان یک پیوند دهنده
۱۳۱	۴.۳.۲ همبستگی با سبک مغاره
۱۳۱	۴.۳.۱ میتسودانه و پوشوگو
۱۳۳	۴.۳.۲ میتسودا سو به عنوان تسریع کننده خشک شدن و خشک کننده
۱۳۴	۴.۳.۳ تکنیک نقاشی رنگ روغن گنجه های شوزوین و تاماموشی زوشی معبد هوریوجی
۱۳۵	۴.۳.۴ تکنیک رنگ روغن بامیان، تکنیک مکا و میتسودا
۱۳۷	۴.۵ رابطه با بودیسم
۱۴۰	فصل پنجم
۱۴۰	نتیجه گیری
۱۴۴	پیوست اول: چیتره سوتره
۱۴۷	پیوست دوم: مواد، آماده سازی و روش ها
۱۴۷	II.1 مشاهده و مستند سازی بصری در محوطه بامیان
۱۴۸	II.2 مجموعه نمونه
۱۴۹	II.3 مشاهده نمونه ها و مقاطع با میکروسکوپ و نور مرئی فرابنفش
۱۴۹	II.3.1 مشاهدات استریومیکروسکوپی در نور عادی و تابش فرابنفش
۱۴۹	II.3.2 تهیه مقاطع و مشاهدات با میکروسکوپ فرابنفش و نور مرئی
۱۴۹	II.4 فنون ریز تحلیلی مبتنی بر تابش سینکروترون
۱۴۹	III.4.1 اصول تابش سینکروترون
۱۴۹	II.4.2 SR- μ FTIR در ESRF.ID21
۱۵۰	II.4.3 SR- μ XRF در ESRF.ID21
۱۵۰	II.4.4 SR- μ XRD/ μ XRF در ESRF.ID18F
۱۵۰	II.4.5 SR- μ XRD/ μ XRF در ESRF.ID13
۱۵۱	II.4.6 آماده سازی نمونه برای میکروآنالیزهای SR

۱۵۱	.....II.5 کروماتوگرافی گازی - طیف سنجی جرمی
۱۵۱	.....II.5.1 اصول GC-MS
۱۵۲	.....II.5.2 تجزیه و تحلیل روغن، موم زنبور عسل و رزین
۱۵۲	.....III.5.2.1 آماده سازی نمونه
۱۵۲	.....II.5.2.2 شرایط تحلیلی
۱۵۲	.....II.5.3 تجزیه و تحلیل پروتئین
۱۵۲	.....III.5.3.1 آماده سازی نمونه
۱۵۳	.....II.5.3.2 شرایط تحلیلی
۱۵۳	.....II.5.4 تجزیه و تحلیل پلی ساکاریدها
۱۵۳	.....III.5.4.1 آماده سازی نمونه
۱۵۴	.....II.5.4.2 شرایط تحلیلی
۱۵۴	.....II.6 تجزیه و تحلیل مواد پیوند دهنده با استفاده از روش الیزا
۱۵۴	.....II.6.1 اصول روش الیزا
۱۵۵	.....II.6.2 آماده سازی نمونه و روشهای تحلیلی
۱۵۶	.....پیوست سه: نتایج آنالیز SR- μ XRF/ μ XRD/ μ FTIR
۲۰۳	.....پیوست IV: جنبهها و فنون نقاشی دیواری که در مناطق همسایه یافت میشوند
۲۰۳	.....IV.1 نقاشیهای دیواری در هند
۲۰۵	.....IV.2 نقاشی دیواری در اطراف حوضه تاریخ
۲۱۰	.....IV.3 نقاشیهای دیواری در پاکستان
۲۱۱	.....IV.4 نقاشی دیواری در ایران
۲۱۲	.....IV.5 نقاشی دیواری جنوب هندوکش، افغانستان
۲۱۲	.....IV.6 نقاشیهای دیواری در افغانستان، تاجیکستان و ازبکستان، شمال هندوکش
۲۱۷	.....کتابنامه و مرجع

معرفی

متأسفانه، خرابکاری‌های مکرر آسیب قابل توجهی به بودای غول پیکر بامیان در افغانستان و همچنین به نقاشی‌های دیواری در مجاورت آنها وارد کرده است. این ویرانی با تهاجمات مغول در قرن ۱۳ و ۱۴ شروع شد و اخیراً در سال ۲۰۰۱ با استفاده از مواد منفجره و موشک علیه بودای غول پیکر شرقی و غربی ادامه یافت. در آن زمان، تمام سطوح دیوار در طاقچه‌های اطراف بودای غول پیکر تخریب شد، درحالی که سطوح دیوارهای بی‌شماری در مغاره‌های مجاور نیز ویران و غارت شد. امروزه، بقایای بسیار کمی از بودای غول پیکر شرقی و غربی وجود دارد و بیش از ۸۰ درصد از نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های اطراف آنها از دست است. این کتاب داده‌های مهمی را ارائه می‌دهد که از طریق تجزیه و تحلیل‌های شیمیایی با هدف تعیین مواد و فنون مورد استفاده در نقاشی‌های دیواری بودایی در بامیان جمع‌آوری شده است. نتایج این مطالعات را از منظری وسیع مورد بحث قرار می‌دهد و به تعاملات فرهنگی بین شرق و غرب جغرافیایی قاره اوراسیا می‌پردازد و شامل موارد زیر است:

- < مروری بر تحقیقاتی که قبلاً در ساحات (محوطه‌های) بامیان در ۱۵۰۰ سال گذشته انجام شده است.
- < مروری بر فنون و مواد مورد استفاده در نقاشی‌های دیواری در سراسر آسیای مرکزی.
- < بررسی‌های آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی نقاشی‌های دیواری بامیان.
- < نگاهی به ارتباط بین سبک مغاره‌ها و تاریخ‌های رادیوکربن، و چگونگی انعکاس تغییرات در دوران بودیسم و فنون نقاشی رنگ روغن که از طریق جاده ابریشم معرفی شده‌اند.

این مطالعه بر اساس تحقیقات انجام شده توسط مؤسسه ملی تحقیقات مواد فرهنگی توکیو (NRICPT) از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ در چارچوب پروژه حفاظت از بامیان، با هدف به حفاظت از نقاشی‌های دیواری و محوطه دو بودای غول پیکر انجام شده است (Petzet 2009; Toubekis et al. 2011; Nagaoka 2020). ابتدا، یک بررسی جامع با تمرکز بر نقاشی‌های دیواری بودایی در چهار گروه مغاره در دره بامیان با استفاده از روش‌های علمی برای شناسایی مواد نقاشی و فنون ساخت انجام گرفت. این نتایج از منظری وسیع مورد بحث قرار می‌گیرد و اهمیت قرن‌ها مبادلات بین فرهنگی بین قاره‌ای در امتداد جاده ابریشم را ارج می‌نهد. نقاشی‌های دیواری بودایی بامیان در طول حدود پنج قرن، از زمانی که صومعه‌های بودایی در بامیان از اوایل قرن پنجم شروع به ظهور کردند تا پایان قرن نهم، زمانی که نفوذ بودیسم کاهش یافت، تولید شدند. همانطور که معابد مغاره‌ها به طور پراکنده در این منطقه در طول صدها سال ظاهر شدند، تکنیک‌ها و مواد زیربنایی تولید نقاشی‌های دیواری در کنار الگوهای تجارت و مکاتب غالب بودیسم نیز تغییر کرد.

این تحقیق در ابتدا به عنوان بخشی از تلاش برای حفظ آنچه از نقاشی‌های دیواری باقی مانده بود، آغاز گردید. در اوایل، ما به دنبال شناسایی مواد و فنون اصلی بودیم تا به بهترین شیوه نحوه تمیز کردن و محافظت از نقاشی‌های دیواری را بدون ایجاد آسیب بیشتر تعیین کنیم.^{۲۴} این تحقیقات مشخص شد که دیوارهای مغاره‌های بامیان با فنون نقاشی پیچیده‌تری از آنچه قبلاً تصور می‌شد، به رنگ‌های متنوع تزئین شده است. امروزه، درحالی که این محوطه‌های باستانی توسط انسان‌ها تهدید می‌شود، نمونه‌های بسیار کوچکی از تکه‌های دیوار به منبعی ارزشمند برای اطلاعات تازه تبدیل شده‌اند – در واقع آنقدر وسیع که تجزیه و تحلیل همه آن‌ها سال‌ها طول می‌کشد. بنابراین، این پژوهش تنها به داده‌های گردآوری شده تا کنون می‌پردازد. این مطالعه اولین مطالعه‌ای بود که روغن خشک شونده^{۲۵} را در نقاشی‌های دیواری بودایی در آسیای مرکزی شناسایی کرد و تکنیک نقاشی چسب رنگ^{۲۶} را تأیید کرد. این کتاب مجموعه‌ای از تحلیل‌های جامع را برای نشان دادن ساختار کلی نقاشی‌های دیواری ارائه می‌دهد. به نظر می‌رسد که فنون رنگ روغن برای اولین بار در اواسط قرن هفتم در بامیان ظاهر شد. اولین نقاشی‌های رنگ روغن بامیان در حال حاضر نه فقط در میان نمونه‌های بودایی در آسیای مرکزی بوده بلکه به‌عنوان قدیمی‌ترین نمونه‌های نقاشی رنگ روغن در جهان تاکنون شناخته شده است.

در نقاشی‌های بامیان نه تنها از روغن‌های خشک شونده به‌عنوان پیوند دهنده استفاده می‌شد، بلکه شامل استفاده پیچیده از مواد آلی مانند

^{۲۴} این پروژه به عنوان بخشی از پروژه همکاری برای حفاظت از میراث فرهنگی در کشورهای غرب آسیا و به عنوان بخشی از پروژه حفاظت از بامیان با بودجه صندوق حمایت از میراث فرهنگی یونسکو ژاپن با همکاری این وزارت انجام شد. وزارت اطلاعات و فرهنگ جمهوری افغانستان با توجه به تغییرات سازمانی، نام موسسه مجری را از موسسه ملی تحقیقات مواد فرهنگی (ملرس ۲۰۰۳-۲۰۰۷) به موسسه ملی تحقیقات مواد فرهنگی توکیو و موسسه ملی تحقیقات مواد فرهنگی نارا (آوریل ۲۰۰۷ به بعد) تغییر داد.

^{۲۵} Drying oil

^{۲۶} Tempera painting technique

صمغ (نوعی چسب) و پروتئین در لایه‌های متعددی بود که شامل لعاب و حجم دهنده‌بندی می‌شد. برای این کار از سفیداب سرب - یک ماده سفید فرآوری شده مصنوعی ساخته شده از سرب، همراه با روغن خشک شونده و احتمالاً همراه با اکسید سرب - استفاده می‌نمودند تا موفق به دستیابی به رنگ سفید متمایز و تسهیل پلیمریزاسیون^{۲۷} روغن خشک شونده به دلیل عملکرد اکسید سرب به عنوان یک عامل خشک شونده شوند. یکی از فنون اعمال رزین طبیعی بر روی ورق قلع به تقلید از ورق طلا نیز بسیار شبیه به تکنیک مکی در اروپای قرون وسطی^{۲۸} بود. این مواد و تکنیک‌ها نه تصادفی و نه ابتدایی هستند، بلکه پیچیده و به خوبی برنامه‌ریزی شده‌اند. آنها همچنین از نظر تاریخی شواهد مهمی از شبکه‌های تبادل فعال هستند که آسیای مرکزی و اروپای شمالی قرون وسطی را به هم پیوند می‌دادند، جایی که زمانی تصور می‌شد که نقاشی‌های رنگ روغن از آنجا سرچشمه گرفته‌اند. به ویژه، حضور این تکنیک در مجموعه آثار بودایی آسیای مرکزی سؤالات اساسی را ایجاد می‌کند.

اهداف و اهمیت تحقیق در مورد فنون نقاشی

پیشینه و ادبیات مرتبط در مورد فنون نقاشی دیواری آسیای مرکزی

نقاشی‌های دیواری نوعی اموال غیر منقول محسوب می‌شوند که با اقلیم‌های محلی سازگار شده و از مواد موجود در مناطق مجاور تولید می‌شود، همانطور که با آهک در نقاشی‌های دیواری (آفرسکو)^{۲۹} و خاک رس در دیوارها دیده می‌شود. رنگ‌های استفاده شده در نقاشی‌های دیواری، مواد موجود محلی، مانند رنگدانه‌ها و پیوند دهنده‌های، را با سایر مواد، تکنیک‌ها و مهارت‌های موجود از طریق مسیرهای تجاری ترکیب می‌کنند. صنعتگران حرفه‌ای متحرک مانند امبوسشی (نقاشان بودایی) ایده‌ها، مواد و مهارت‌های هنری را از سراسر منطقه در نقاشی‌های دیواری خود گنجانده‌اند. این نشان دهنده پیشینه فنی است که کمی با پیشینه عبادت کنندگان و رسوم گروه‌های مذهبی و قبایل متفاوت است.

مطالعات مختلف هنری تاریخی و باستان‌شناسی روی نقاشی‌های دیواری بودایی در وادی بامیان، و همچنین در مغاره‌های قزل و بزکلیک^{۳۰} در حوضه تاریخی (صحرای تلکه مکان امروزی در منطقه خودمختار سین‌کیانگ اویغور چین) نشان دادند که این فنون نقاشی دیواری توسعه یافته بوده که تحت تأثیر هنر هندی، ایرانی، هلنیستی، روم و چین، و سپس در امتداد جاده ابریشم از طریق تبادل اقتصادی و فرهنگی گسترش یافت. افغانستان، به ویژه، ممکن است به عنوان «حلقه گمشده در مسیر بین گسترش فرهنگ یونانی به سمت شرق، گسترش فرهنگ بودایی هند به سمت غرب، و گسترش هنر ترکیبی بودایی به چین» در نظر گرفته شود (Miyaji 2002: 42). به همین دلیل، تصویری پیچیده از لحاظ فرهنگی را ارائه می‌دهد. در سال‌های اخیر، این احتمال که نقوش مغاره‌های اولیه بامیان مربوط به غرب چین باشد نیز مطرح شده است (Iwai 2008).

افغانستان منطقه‌ای است که در تاریخ جهانی شناخته شده است. مواد نقاشی، ابزار و روش‌های به کار رفته برای تولید نقاشی‌های دیواری بودایی، منعکس‌کننده بهترین فنون نقاشان و صنعت‌گرانی است که توسط اهداکنندگان ثروتمندی که بودجه ساخت صومعه‌ها و مراکز بودایی را تأمین می‌کردند، به کار گرفته می‌شدند. مواد مورد استفاده از بالاترین کیفیت برخوردار بودند و در کنار دانش فنون جدید از مناطق مختلف شرق و غرب در امتداد جاده ابریشم جا بجا می‌شدند. این کتاب علاوه بر تجزیه و تحلیل دقیق محوطه‌های منفرد، بررسی گسترده‌ای در مورد جغرافیای آسیای مرکزی، منشاء مواد خام و مسیرهای مبادله مواد در دوران باستان ارائه را می‌کند.

هیچ مدرک مکتوبی از فنون نقاشی به کار رفته در بامیان و حوضه تاریخی، مانند رساله‌های فنی باستانی که توسط نقاشان آن عصر نوشته شده باشد، وجود ندارد. بنابراین، ما از تجزیه و تحلیل مستقیم آنچه از نقاشی‌های دیواری امروزی باقی مانده است استفاده می‌کنیم تا تکنیک‌ها و موادی را که در طول تاریخ مورد استفاده قرار می‌گرفتند درک کنیم. برای آگاهی بیشتر، ما همچنین به منابعی مانند *De lapidibus* اثر تئوفراستوس (قرن چهارم قبل از میلاد)، *De architectura libri decem* اثر ویتروویوس (قرن اول پیش از میلاد)، *Materia medica* اثر دیوسکوریدس (قرن اول میلادی)، *Naturalis historia* اثر پلینی پدر (قرن اول میلادی) و چیتره سوتره از سلسله گوپتا در هند قرن اول میلادی مراجعه می‌کنیم. متون رومی حاوی اطلاعاتی در مورد معماری، پزشکی و فنون کیمیاگری، و همچنین در مورد مواد معدنی و گیاهان است، که همگی با مواد مورد استفاده در نقاشی ارتباط نزدیک دارند. این اسناد که صدها سال قبل از ظهور نقاشی‌های مغاره‌های بامیان

²⁷ Facilitated Polymerization

²⁸ Medieval European Mecca Technique

²⁹ Affresco

³⁰ Kizil and Bezeklik

نوشته شده‌اند، نشان می‌دهند که بسیاری از مواد و فنون مورد استفاده قبلاً در آسیای مرکزی و جهان گسترده‌تر شرق شناخته شده بودند. چندین متن در جنوب آسیا نیز فنون نقاشی را شرح داده‌اند. یکی از رساله‌های هنری، مجموعه قرن هفتم ویشنودهارموتره^{۳۱} مکمل ویشنوپورانیه حاوی گفت‌وگوهای حکیمان درباره سبک‌های تصویری^{۳۲} است (Kramrisch 1928; Ueno 1973: 398; Sadakane 1988). در یکی از سوتره‌های چیتره سوتره (سوتره نقاشی) (Sivaramamurti 1978: 120-142; Nardi 2006)، اشاره مهمی به فنون نقاشی می‌یابیم. علاوه بر این، باید توجه داشت که این سوتره از دیدگاه‌های هنری دوره گوپتا (۳۲۰-۶۰۰ میلادی)، زمانی که هندوئیسم شکوفا شد، برآمده است.

برخلاف گزارش‌های یونانی و رومی که حاوی اطلاعات جغرافیایی و فنی زیادی است، رساله‌های موجود در هند امروزی متون دینی درباره خدایان بودایی و هندو بوده و فاقد جزئیات مادی و فنی خاص هستند. با این حال، تنها چیتره سوتره تکنیک نقاشی روی سطوح گلی را توصیف می‌کند، برخلاف متون یونانی و لاتین که فقط بر نقاشی‌های روی سنگ آهک و مرمر تمرکز می‌کنند.

³¹ Vishnudharmottara

³² تجزیه و تحلیل نقاشی‌های دیواری از Deokheung-ritumulus (۴۰۸ میلادی)، یکی از گورپشته‌های گوگوریو، نشان می‌دهد که نقاشی‌های دیواری روی ملات آهک مرطوب به تصویر کشیده شده‌اند. ماتزنو و همکاران (۲۰۰۶)، که این تجزیه و تحلیل را انجام دادند، پیشنهاد کرده‌اند که نقاشی‌های آن، نقاشی‌های دیواری هستند. فقدان مستندات تاریخی در مورد استفاده از چنین تکنیک‌هایی باعث می‌شود که نتوان نتیجه‌گیری کرد که آیا این تصمیم عمدی توسط نقاش بوده است یا اینکه به طور تصادفی نقاشی شده است. از آنجایی که هیچ نمونه‌ای از مناطق اطراف وجود ندارد که گورپشته‌های گوگوریو را به نقاشی‌های دیواری متصل کند، این نمونه را به عنوان یک مرجع در نظر هئامیم گرفت.

جدول ۱ فهرست مواد اصلی نقاشی مورد استفاده در این کتاب: نام‌های رایج رنگدانه‌ها، نام‌های معدنی و ترکیبات شیمیایی.

رنگ‌ها	رنگدانه	مواد معدنی	فرمول شیمیایی
سفیدها	سنگ گچ	سنگ گچ	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	انیدریت	انیدریت	CaSO_4
	گچ	کلسیت	CaCO_3
	سفیداب سرب	هیدروسیروسیت/سیروسیت	$\text{PbCO}_3, \text{Pb}(\text{OH})_2 / \text{PbCO}_3$
	کائولینیت	کائولینیت	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
	طلق	طلق	$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
زردها	اخرای زرد	گوتیت	$\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$
	زرنیخ	زرنیخ	As_2S_3
	ماسیکو	ماسیکو	PbO
	لیتارژ (مرداسنگ)	لیتارژ (مرداسنگ)	PbO
	گمبوج	رزین طبیعی از درختان گوتیفرای	
قرمزها	قرمز سربی	مینوم	Pb_3O_4
	اخرای قرمز	هماتیت	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$
	شنگرف	شنگرف	HgS
	سرخابی	شنگرف	HgS
	زرنیخ سرخ	شنگرف	$\alpha\text{-As}_4\text{S}_4$
	روناس	زرنیخ سرخ	$\text{C}_{14}\text{H}_8\text{O}_4$
آبی‌ها	لاجورد (اولترامارین)	لازوریت (کلسیت، پیریت به عنوان ناخالصی)	$\text{Na}_7\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_3$
	آزوریت	آزوریت	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
	نیل	آزوریت	$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$
سبزها	مالاکیت (مرمر سبز)	مالاکیت	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
	آتاکامیت	آتاکامیت، پاراتاکامیت	$\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3 \cdot \text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$

$Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2Cu(OH)_2$	استات مس	زنگار مس	
$Cu(C_{19}H_{29}COO)_2$	رزین مس	زنگار مس	
$(Cu,Al)_2H_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot n(H_2O)$	کریزوکولا	کریزوکولا	
$K(Mg,Fe)(Fe,Al)Si_4O_{10}(OH)_2$	سلادونیت	سبز خاکی	
$(K,Na,Ca)_{1,2-2}O(Fe^{+3},Al,Fe^{+2},Mg)_4(Si_{7-7-6}Al_{1-0-4}O_{20})(OH)_4 \cdot 7nH_2O$	گلوکونیت	سبز خاکی	
$C + Ca_3(PO_4)_2$		سیاه استخوانی	
C		سیاه ذغالی (کربن سیاه)	سیاه‌ها
C		سیاه چراغی	
Fe_3O_4	مگنتیت	مگنتیت	
Au	طلا	ورقه طلایی	ورقه‌های فلزی
Sn + Pb (impurity)	قلعی	ورقه قلعی	

اهمیت مطالعه فنون نقاشی و نمای تحقیق حاضر

رنگ آمیزی فرآیند افزودن رنگ به یک شی یا سطح است که رنگ یکی از رایج ترین مواد مورد استفاده برای این منظور است. رنگها ذرات رنگ یا رنگدانه‌هایی هستند که با یک پیوند دهنده ترکیب شده‌اند که به عنوان یک ماده آلی با اثر چسبنده تعریف می‌شود. برای رنگ آمیزی یک سطح (مانند دیوار، بوم یا تخته) با رنگها، داشتن دانش و تجربه در مورد رنگها ضروری است. به عنوان مثال، متداول ترین رنگدانه‌ها، پودرهایی هستند که هر کدام دارای رنگ خاصی هستند که از مواد مختلفی مانند مواد معدنی طبیعی، خاکها، نمکهای فلزی سنتز شده مصنوعی و رنگهای آلی ساخته می‌شوند. دو نوع رنگ وجود دارد: رنگدانه‌های معدنی ساخته شده از ماسه یا سنگ مانند اخرا و شنگرف (سولفید جیوه)، و رنگدانه‌های آلی تولید شده از گیاهان و حیوانات، به عنوان مثال، ریشه‌های روناس^{۳۳}، قرمز دانه، نیلی و گامبوژ یا نار هندی^{۳۴}.

رنگدانه‌های معدنی طبیعی (مانند مالاکیت و شنگرف) که از خرد کردن مواد معدنی به یک پودر رنگی به دست می‌آیند، به خوبی شناخته شده‌اند. با این حال، مواد معدنی با رنگهای روشن (به عنوان مثال آبی، سبز و زرد) بسیار ارزشمند هستند و باید به دست آوردن آنها بسیار دشوار بوده باشد. در برخی موارد، ارزش رنگدانه به دلیل کمیاب بودن آن افزایش می‌یابد، زیرا فقط در مناطق خاصی مانند سبز خاکی در قبرس یا لاجورد در منطقه بدخشان افغانستان و حوضه رودخانه کوچک یافت می‌شود. حکمت و کیمیاگری دانستن اینکه کدام رنگها از کجا در دسترس هستند، یا چه مخلوط‌هایی می‌توانند کدام رنگها را تولید کنند، بسیار مورد توجه نقاشان مصری، یونانی و رومی بود، چنانکه دست کم از دوران رومی ثبت شده است. به همین دلیل، رنگدانه‌های مصنوعی معدنی و آلی به عنوان جایگزینی برای مواد معدنی طبیعی که دور از دسترس باقی مانده بودند استفاده می‌شد (جدول ۱).

به عنوان مثال، ویتروویوس و پلینیوس پدر^{۳۵} بزرگ واکنش شیمیایی سرب را در رودس^{۳۶} با ریختن سرکه روی یک تکه سرب و بسته نگه داشتن مخزن برای تولید پودر سفید رنگ، پسمیتیم^{۳۷} نشان دادند^{۳۸} (Naturalis historia XXXIV: ch. 54)، که می‌تواند بیشتر سوزانده شود تا سرب قرمز تولید شود. از طرف دیگر، همان فرآیند زمانی که مس جایگزین سرب می‌شود، سبز مسی (استات مس) تولید می‌کند (Naturalis historia XXXIV: ch. 26; Rowland and Howe 1999: 94). نمونه‌های دیگر عبارتند از ایجاد سیلیکات مس با ریم مصنوعی و سیلیکات مس کلسیم به تقلید از مواد معدنی طبیعی که به سختی یافت می‌شوند که به پودر آبی معروف به آبی هان یا آبی مصری تبدیل می‌شوند. به جای استفاده از شنگرف طبیعی گرانبها (HgS) که رنگ قرمز روشن می‌دهد، سرخاب مصنوعی با حرارت دادن گوگرد و جیوه تولید می‌شد. علاوه بر این، هنگامی که برخی از رنگدانه‌ها با برخی دیگر مخلوط می‌شوند، ممکن است به دلیل ناسازگاری‌های شیمیایی یا مشکلات نوری مربوط به ضریب شکست، تغییر رنگ ایجاد کنند، مسائلی که در نهایت از به دست آوردن رنگهای مورد نظر جلوگیری می‌کند. بنابراین، تجربه و دانش این رنگدانه‌ها برای نقاشان باستان بسیار مهم بود. درحالی که رنگدانه‌های معدنی مصنوعی ممکن است از مواد معدنی طبیعی تهیه شوند یا با تبدیل فلزات یا شیشه به مواد رنگی تولید شوند، رنگدانه‌های آلی با منشاء حیوانی یا گیاهی نیز به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گرفتند. رنگدانه‌های آلی، مجموعه‌های آلی فلزی نامحلول هستند که با رسوب دادن یک رنگ رنگی با منشاء حیوانی یا گیاهی – به عنوان مثال، قرمز دانه و یا زعفران – روی یک رنگدانه گسترش دهنده (مانند یک بستر معدنی مانند کلسیت یا آلومینا) به دست می‌آیند. بسته به روش استخراج، فرآیند تصفیه و ماده‌ای که روی آن رسوب می‌کنند، می‌توان رنگ‌های متنوعی تولید کرد و در نقاشی‌ها، صنایع دستی و منسوجات استفاده کرد. بنابراین استفاده از رنگدانه‌ها به عنوان رنگ نیازمند چسب یا محیطی برای چسباندن آنها به سطح است. پنج تکنیک مهم را نباید فراموش کنیم: نقاشی دیواری شامل واکنش بین ملات آهک و دی اکسید کربن موجود در هوا برای تولید کربنات کلسیم است که به عنوان چسب استفاده می‌شود. آب رنگ از صمغ عربی محلول در آب به عنوان چسب استفاده می‌کند. چسب رنگ (تمپرا) از پروتئین‌هایی مانند تخم مرغ، چسب حیوانی و کازئین استفاده

³³ Madder

³⁴ Gamboge

³⁵ Vitruvius and Plinius

³⁶ Rhodes

³⁷ Psimithium, Bostock n.d.

³⁸ Ibid

می‌کند. انکوستیک^{۳۹} از موم زنبور عسل به عنوان یک پیوند دهنده استفاده می‌کند (جدول ۲) و در نهایت در نقاشی رنگ روغن از نوعی روغن (معروف به روغن خشک شونده) استفاده می‌شود که در معرض اکسیژن با پلیمریزاسیون اکسیداتیو^{۴۰} خشک می‌شود. در یک مفهوم گسترده‌تر، فنون تمپرا شامل استفاده از مواد معدنی مختلف، نمک‌های فلزی مصنوعی و اخراهای خاکی است، درحالی که از چسب حیوانی به عنوان چسب استفاده می‌شود. هنرمندان هنگام ساخت رنگ، تفاوت‌های رنگ و رنگ ناشی از رابطه بین ضریب شکست رنگدانه و چسب یا یکنواختی ضخامت لایه رنگی را در میان چیزهای دیگر در نظر می‌گیرند. افزودنی‌های مختلف و رنگدانه‌های گسترش دهنده حاوی ذرات سفید (در یک ماتریس معدنی) ممکن است با رنگ مخلوط شوند. به عنوان مثال، با لایه‌بندی یا ترکیب رنگ‌های مختلف قرمز، می‌توان انواع رنگ‌های قرمز را تولید کرد. تخته رنگ نقاش^{۴۱} تنها زمانی کامل می‌شود که مناسب‌ترین رنگ برای رنگ و تکنیک نقاشی مورد نظر پیدا شود. به عبارت دیگر، رنگ نتیجه فرآیند پیچیده‌ای است که شامل ترکیب رنگدانه‌ها، پیوند دهنده‌دهنده و مواد افزودنی مختلف است که سپس به عنوان رنگ روی سطح اعمال می‌شود. نقاشی‌ها، به ویژه در آسیا، به رنگدانه‌ها مربوط می‌شود. درحالی که تجزیه و تحلیل عنصری فراوانی از رنگدانه‌های معدنی – عمدتاً رنگدانه‌های معدنی – در دسترس وجود دارد. به دلیل مشکلات فنی تجزیه و تحلیل نمونه‌های کمی از تحقیقات در مورد مواد آلی در رنگدانه‌ها، پیوند دهنده‌ها، نمک‌های آلی فلزی، لعاب‌ها، لایه‌های حائل^{۴۲} و حجم دهنده (یعنی لایه‌ای که به منظور جلوگیری از نفوذ رنگ به داخل دیوار تعبیه می‌شود) وجود دارد.

برای آشکار کردن تکنیک‌ها و فناوری‌های تعبیه‌شده در نقاشی – از جمله به منظور حفظ – ما باید نه تنها رنگدانه‌های معدنی را شناسایی کنیم، بلکه باید مواد آلی را نیز تجزیه و تحلیل و رابطه بین رنگ و تکیه‌گاه‌های آن را بررسی کنیم، چگونگی ارتباط ذرات رنگدانه با پیوند دهنده را بشناسیم و لایه بندی، ابزار و ترتیب رنگ آمیزی را مطالعه کنیم و در عین حال منشأ هر گونه تخریب را نیز تعیین کنیم. تنها پس از چنین کار گسترده‌ای می‌توانیم با اطمینان فنون نقاشی مورد استفاده را روشن کنیم. پیشرفت قابل توجهی در زمینه تحقیق در مورد تکنیک‌ها و مواد نقاشی حاصل شده است که عمدتاً به دلیل توسعه سریع روش‌های تحلیلی در ۲۰ سال گذشته است. این پیشرفت ریشه در افزایش استفاده از ابزارهایی دارد که قادر به تجزیه و تحلیل نمونه‌های کوچک از مواد آلی و سایر مواد در تحقیقات میراث فرهنگی و همچنین در روش‌های جدید برای تجزیه و تحلیل نمونه‌های کوچک مواد معدنی با دقت بالا هستند.

به نظر می‌رسد استفاده از چنین روش‌های تحلیلی برای مطالعه میراث فرهنگی در اتحادیه اروپا آغاز شده است، جایی که نهادهای تحقیقاتی چند رشته‌ای درگیر تحقیقات فرامرزی و دانشگاهی هستند. چنین نهادهایی همچنین با همکاری نزدیک با طیف گسترده‌ای از سازمان‌های تحقیقاتی تخصصی‌تر (مثلاً در فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی) تحقیقات شیمیایی تحلیلی در مورد میراث فرهنگی انجام می‌دهند. علاوه بر این، روش‌های غیر مخرب به لطف توسعه ابزارهای تحلیلی و روش‌های نوری مانند تصویربرداری چند طیفی، به یک امر عادی تبدیل شده‌اند، در نتیجه امکان بررسی سریع و آسان چندین مکان را بدون ایجاد آسیب فیزیکی برای مواد فراهم می‌کنند.

محدودیت‌های روش‌شناختی آنالیز غیر مخرب^{۴۳}، علی‌رغم افزایش دقت آن، به این معنی است که در برخی موارد لازم است از نمونه‌های دقیق همراه با آنالیز استفاده شود. مقدار اطلاعاتی که می‌توان از چنین نمونه‌های کوچکی به دست آورد، حتی اگر تنها چند میکروگرم باشد، قابل توجه است. به طور خاص، تجزیه و تحلیل عنصری غیر مخرب یک سطح ممکن است اطلاعات کافی برای شناسایی فنونی مانند لایه‌بندی رنگ‌ها یا تنظیم ذرات رنگدانه برای تولید رنگ و عمق رنگ غنی ارائه نکند. بنابراین استفاده از هر دو روش غیر مخرب و ریز تحلیلی برای مطالعه میراث فرهنگی ضروری است. به عنوان مثال، وقتی امروز به دیوارهای مغاره‌های قزل و بزکلیک^{۴۴} نگاه می‌کنیم، ممکن است ببینیم که نقاشی‌ها از رنگ آبی روشن لاجوردی، سبز آتاکامیت^{۴۵}، قهوه‌ای تیره بسیار "سایه‌دار" و سفید ساخته شده‌اند. با این حال، مطالعات و تجزیه و تحلیل‌ها نشان داده است که در واقع، بیشتر رنگ زرد محو و قرمز تیره شده است، به طوری که اکنون فقط مناطق کم رنگ‌تر (یعنی ترکیب رنگ‌های آبی، سبز،

³⁹ Enkaustik

⁴⁰ Oxidative polymerization

⁴¹ The painter's palette

⁴² Buffer

⁴³ non-invasive analysis

⁴⁴ Kizil and Bezeklik

⁴⁵ Atacamite green

قهوه‌ای و سفید) قابل مشاهده هستند. به عبارت دیگر، رنگدانه‌های معدنی پایدار از نظر شیمیایی نسبتاً به خوبی حفظ می‌شوند، اما رنگدانه‌های معدنی ناپایدار و بسیاری از مواد آلی در طول زمان محو شده‌اند و شناسایی رنگ‌های اصلی را فقط با نگاه کردن به سطح دشوار می‌کند. پیشرفت‌های اخیر در علم و فناوری به ما این امکان را داده است که وجود مواد آلی و رنگدانه‌های معدنی خاصی را که محو شده‌اند و رنگ‌های اصلی مانند زرد روشن یا قرمز را آشکار می‌کنند، شناسایی کنیم. بنابراین رنگ‌هایی که امروزه در مغاره‌های قزل می‌بینیم همان رنگ‌هایی نبودند که در ابتدا در نظر گرفته شده بود. به طور مشابه، در مغاره N(a) بامیان، به نظر می‌رسد که نقاشی دیواری با هزار بودا رنگ قرمز دارد و حاوی رنگ زرد است که محو شده و سیاهی که از سبز تیره سرچشمه می‌گیرد. رنگ قرمزی که کمتر در معرض محو شدن بود در محوطه بامیان و رنگ قرمز دیگری که بیشتر مستعد تیرگی بود فقط در مغاره قزل استفاده شد. وضعیت مشابهی در مغاره‌های موگائو^{۴۶} در دون هووانگ^{۴۷} مشهود است، جایی که به نظر می‌رسد رنگ‌ها به خوبی حفظ شده‌اند. امروزه می‌توان از انواع فنون تحلیلی برای آشکار کردن رنگ‌ها و مایه‌های اصلی یک اثر هنری و حتی برای ایجاد یک بازسازی سه بعدی مجازی از شکل اصلی آن استفاده کرد.

در خارج از اروپا و ایالات متحده، تمرکز بیشتری روی تجزیه و تحلیل رنگدانه‌های معدنی قرار گرفته است، زیرا تا همین اواخر شناسایی رنگدانه‌های آلی و پیوند دهنده‌ها دشوار بود. با این حال، تحقیقات به طور فزاینده‌ای نشان می‌دهد که رنگدانه‌ها از مواد معدنی طبیعی فقط آسیاب شده و پودر شده به دست می‌آیند و در نقاشی‌های آسیایی از فنونی استفاده شده است که به چیزی بیش از حل کردن رنگدانه‌ها در محلول‌های چسب نیاز دارند. در واقع، نقاشی‌های آسیایی، مانند آثار هنری مدیترانه‌ای، فنون پیچیده و استفاده از رنگ‌های متنوع را در کنار انواع مواد غلظت شده رنگ و پیوند دهنده‌ها به کار می‌بردند.

پیش فرض‌های اروپایی از نقاشی به اصطلاح غربی نیز به شدت بر برداشت از فنون نقاشی مورد استفاده در کشورهای آسیای مرکزی و آسیایی، از جمله تفسیر نقاشی‌ها در تاریخ هنر، تأثیر گذاشته است. در واقع، اکثر نسخه‌های اولیه قرون وسطی برای فنون نقاشی به زبان‌های لاتین و یونانی توسط رومیان باستان و صنعتگران یونانی نوشته می‌شد، در حالی که بسیاری از مواد و فنونی که آنها استفاده می‌کردند از سراسر جنوب، جنوب شرق، مرکز و شرق آسیا سرچشمه می‌گرفت و توسط بازرگانان در امتداد جاده ابریشم آورده شده بودند. درک تاریخی جمعی ما از نقاشی مدت‌هاست که مبتنی بر برداشت‌های اروپایی از تاریخ بوده است. با این حال، با دانش بیشتری که اکنون انباشته‌ایم، می‌دانیم که فنون نقاشی در دوران باستان و اوایل قرون وسطی به صورت جریانی یک طرفه از غرب به شرق توسعه نیافته‌اند. بنابراین، این کتاب نه تنها به مطالعه رنگدانه‌ها و بررسی نقاشی‌های دیواری بودایی در محوطه بامیان می‌پردازد، بلکه بر فنون نقاشی مورد استفاده نقاشان باستانی و نیز قرن‌ها تبادل فرهنگی بین قاره‌ای پرداخته شده است.

فنون فرسکو^{۴۸} در غرب و فنون سِکو^{۴۹} در شرق

هنگام توصیف فنون نقاشی دیواری، اغلب از اصطلاحاتی مانند "فرسکو" و "تمپرا" استفاده می‌شود که گیج کننده هستند زیرا مواد و فنون خاص را به طور دقیق منتقل نمی‌کنند. نقاشی‌های دیواری بودایی در بامیان با استفاده از تکنیک به اصطلاح سِکو (خشک) نقاشی شده‌اند که شبیه به فنون نقاشی دیواری رایج در اوراسیا اوایل قرون وسطی و مناطق شرق آسیای مرکزی است. این تکنیک با تکنیک آفرسکو (تازه)^{۵۰} با استفاده از یک سطح دیوار خشک برای نقاشی، متشکل از مخلوطی از رنگدانه‌ها و مواد آلی مانند روغن خشک شونده، سفیده تخم مرغ، صمغ‌های گیاهی و رزین متفاوت است. از این گونه نقاشی‌ها به‌عنوان تمپرا نیز یاد می‌شود. تکنیک موسوم به تمپرا در اصل به نقاشی‌هایی اطلاق می‌شود که با مواد پیوند دهنده مختلف آلی مانند چسب‌های حیوانی، صمغ‌های گیاهی و تخم مرغ ساخته شده‌اند. با این حال، امروزه این اصطلاح فقط به نقاشی‌هایی که با استفاده از تخم مرغ ساخته شده‌اند به کار می‌رود. در حالی که، در معنای وسیع‌تر، می‌توان گفت که نقاشی‌های دیواری آسیای مرکزی با استفاده از فنون تمپرا ارائه شده‌اند، این کتاب از آنها به عنوان نقاشی‌های دیواری سِکو یاد می‌کند تا از سردرگمی با چسب رنگ‌هایی که به شکل

⁴⁶ Mogao

⁴⁷ Dunhuang

⁴⁸ Fresco

⁴⁹ Secco

⁵⁰ Affresco (fresh)

خاص از تخم‌مرغ به دست می‌آیند، جلوگیری شود. نمونه‌هایی از نقاشی‌های سکو بر روی نقاشی‌های خاکی را می‌توان در سراسر آسیا، از جمله مغاره‌های آجاتنا^{۵۱} در هند مشاهده کرد. مغاره‌های قومتورا، قزل و بزکلیک حوضه تاریخی؛ موگواکو^{۵۲} در دون‌هووانگ و نقاشی‌های دیواری در تالار طلایی معبد هوریوجی^{۵۳} ژاپن به‌عنوان «فرسکو-سکو» در نظر گرفته می‌شوند، زیرا قبل از اعمال رنگ با مخلوطی از پیوند دهنده‌ها، پوشش خاکی با ملات آهک پوشانده می‌شد (Mitra 1981).

از سوی دیگر، تکنیک آفرسکو از رنگدانه‌های سست شده در آب برای نقاشی روی دیوار تازه درحالی که هنوز مرطوب است، درست پس از اضافه شدن ملات آهک استفاده می‌کند. آهک خیس شده در ملات آهک با تشکیل کربنات با دی اکسید کربن موجود در هوا واکنش می‌دهد که به رنگدانه‌ها اجازه می‌دهد روی سطح بنشینند. تکنیک فرسکو در امتداد سواحل دریای سیاه در غرب آسیا و مدیترانه گسترده است. یک شماتیک^{۵۴} معمولی در تصویر ۱ نشان داده شده است. در نقاشی دیواری سکو، رنگ روی دیوار خشک اعمال می‌شود و لایه‌های رنگ به طور مستقل وجود دارند، درحالی که در نقاشی دیواری، رنگدانه زمانی اعمال می‌شود که ملات آهک فقط تا حدی خشک شونده باشد به طوری که در نقاشی دیواری، رنگدانه اعمال می‌شود. ذرات رنگدانه به لایه بسیار نازک گچ اینتوناکو (یا نهایی)^{۵۵} نفوذ می‌کنند.

از نقطه نظر عملی، آهک مورد استفاده به عنوان تکیه گاه برای دیوار ترجیحاً در مجاورت محل قرارگیری ملات تهیه می‌شود، زیرا این فرآیند نیازمند سنگ آهک سنگین با استفاده از مقدار زیادی سوخت و به دنبال آن هیدراسیون^{۵۶} با آب است. درعین حال، رنگدانه‌های گران قیمت را می‌توان از طریق تجارت و جابجایی صنعتگران از نقاط دوردست منتقل کرد. بنابراین، طبیعی به نظر می‌رسد که ملات آهک به عنوان تکیه گاه در مناطقی که سنگ آهک از نظر زمین‌شناسی در دسترس بود، مانند غرب آسیا و مدیترانه، استفاده می‌شد، درحالی که استفاده از گچ سفالی به عنوان پوشش و تکنیک سکو بیشتر در مناطقی یافت می‌شود که سنگ آهک کمیاب بود.

شیوه‌های نقاشی از طریق جاده ابریشم به مکان‌های دور سفر می‌کردند. بیشتر نقاشی‌های دیواری یونانی و رومی در دیوارنگاره، اما برخی به صورت سکون روی ملات آهک اجرا شده‌اند. بسیاری از این نقاشی‌ها - به‌ویژه آن‌هایی که روی پانل‌ها، گلدان‌ها و اشیای مرمری قرار دارند - با استفاده از تکنیک سکو و مواد آلی مختلف به عنوان کلاسور نقاشی شده‌اند. تا به امروز، موم زنبور عسل، صمغ عربی و تخم مرغ به طور مداوم به عنوان پیوند دهنده‌ها در آنالیزها شناسایی شده‌اند. برای مثال، «پرتره‌های مومیایی»^{۵۷} (قرن ۱ تا ۴) در فیوم، مصر از تکنیک نقاشی موم زنبور عسل (انکوستیک) استفاده کردند (Newman and Serpico 2000: 489). به طور مشابه، سطح گلدان‌های یونانی سرخ گون حاوی صمغ‌های گیاهی بود که به‌عنوان چسباننده استفاده می‌شد (Scott et al. 2002). شرقی‌ترین نقاشی‌های دیواری شناخته شده در اوراسیا، نقاشی‌های دیواری معبد بریهادیسوارا^{۵۸} (تانجاور در هند) هستند.^{۵۹} درحالی که غربی‌ترین نمونه‌های آن سبک سکو هستند، نقاشی روی نقوش خاکی از حوزه ساسانی یافت می‌شود.^{۶۰} علاوه بر این، تلفیقی از نقوش یونانی و رومی و سبک‌های ترکیب، البته با استفاده از گچ و خاک رس در تکنیک گچ‌کاری، در محوطه‌های بگرام در دامنه‌های جنوبی کوه‌های هندوکش و هده در بخش میانی آن دیده می‌شود. رودخانه کابل، و میران در حاشیه جنوبی صحرای تلکه مکان در سین کیانگ، شمال غربی چین یک نمونه از نقاشی دیواری از هده را می‌توان در مجموعه موزه ملی هنرهای آسیایی گیومه در پاریس یافت؛ مجسمه بودا را در طاقچه بودایی نشان می‌دهد که توسط یک جفت فرشته بالدار که درختان انگور گلدار در دست دارند به سبک یونانی-بودایی تزئین شده است (تصویر ۲).

⁵¹ Ajanta caves

⁵² Mogao-ku

⁵³ Horyuji Temple

⁵⁴ Schematic

⁵⁵ Intonaco (or final)

⁵⁶ Hydration

⁵⁷ Mummy portraits

⁵⁸ Brihadisvara

⁵⁹ نقاشی‌های دیواری معبد بریهادیسوارا که در آنها استفاده از نقاشی دیواری بون گزارش شده است، متعلق به قرن یازدهم یا دوازدهم است که کمی دیرتر از دوره مورد بحث در این کتاب (Paramasivan 1937) است.

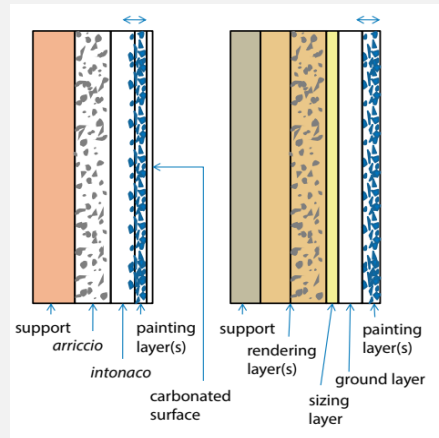
⁶⁰ نقاشی دیواری از خانه ارباب ساسانی در حاجی‌آباد در جنوب ایران، در ۲۸۰ کیلومتری شرق شیراز که احتمالاً مربوط به قرن چهارم است. توصیفات کمی از تکنیک نقاشی وجود دارد، بنابراین جزئیات نامشخص است، اما اعتقاد بر این است که نقاشی بر روی یک سطح دیواری خاکی آمیخته با الیاف کاه و به دنبال آن یک زیرکشی به رنگ اخراپی قرمز و خطوط نهایی و جزئیات به رنگ سیاه اجرا شده است (Azarnoush 1994).

بر اساس یک تجزیه و تحلیل انجام شده در ایتالیا، برخی از قطعات دیوار حفاری شده از هده - مانند قطعاتی که یک بودای ایستاده را به تصویر می‌کشد (MG17451) - با استفاده از تکنیک دیوارنگاری آهکی نقاشی شده‌اند (Cambon 2004: 97). آمیختگی نقاشی‌های دیواری سبک یونانی-بودایی با نقاشی‌های دیواری آهکی نمونه مهمی از آمیختگی شرق و غرب است. سر آرتور هربرت، که دیوارهای بودایی در میران (همچنین نماینده سبک یونانی-بودایی با چهره‌هایی که انگورهای گلدار و فرشتگان بالدار در دست داشتند) را بررسی کرده است به این نتیجه رسید نقاشی‌های دیواری با نقاشی‌های دیواری اروپایی متفاوت است: نقاشی‌ها بر روی زمینه گچی سفید بر سطحی گلی با پیونددهنده کاه به تصویر کشیده شده‌اند (Church 1921).

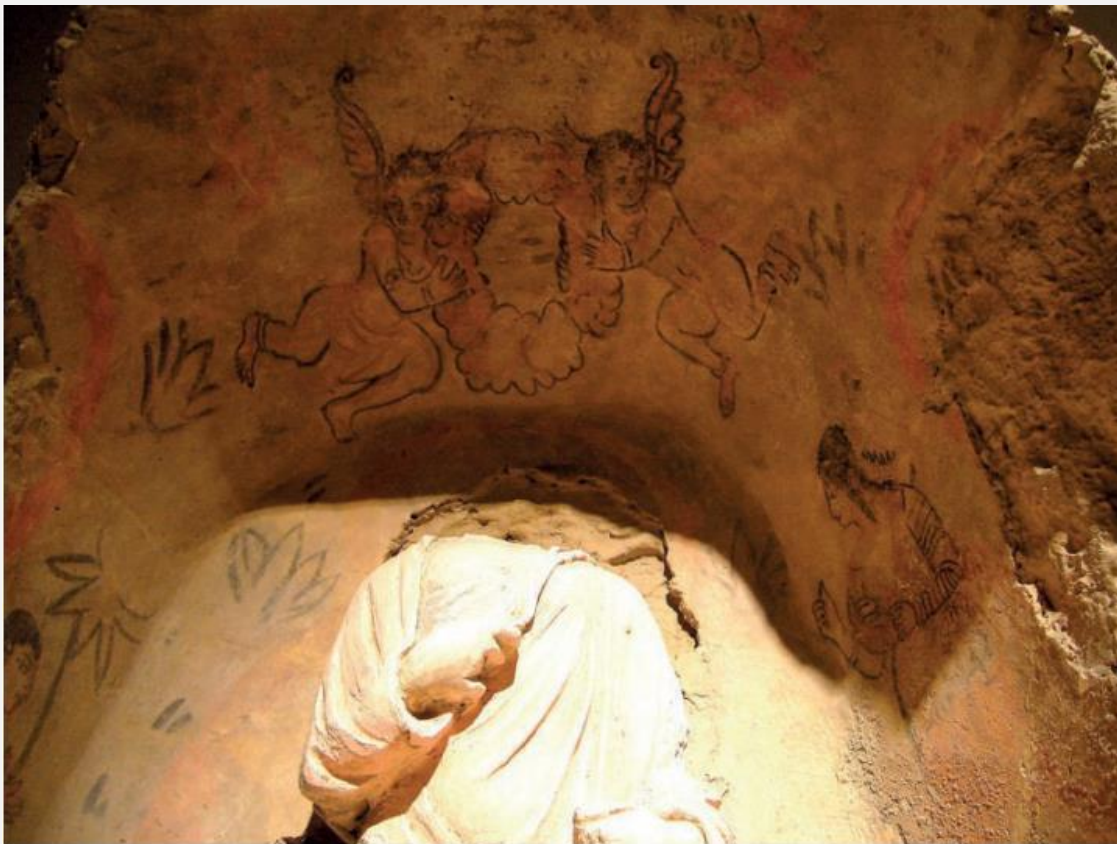
نقاشی‌های دیواری حوضه تاریخیم که مورد آزمایش قرار نگرفته‌اند و مواد مورد استفاده برای نقاشی در آنها دانسته نیست، شامل نمونه‌های زیر است:

- 〈 قره تپه (اواخر قرن اول - دوم میلادی) (Mkrlichev2002)
- 〈 هده (قرن دوم تا پنجم، کوشانو-ساسانیان)
- 〈 مس عینک (قرن سوم)
- 〈 فیاض تپه (قرن دوم تا چهارم، کوشانی-ساسانیان) (Kageyama et al. 2021, 2022; Kageyama 2022)
- 〈 کارادون (اواخر قرن چهارم تا اوایل قرن پنجم) (Rhie 2007a)
- 〈 باله لیک تپه (قرن پنجم تا ششم) (Al'baum 1960:219)
- 〈 اجنه تپه (قرن ۷ تا ۸) (Litvinsky et al. 1990)
- 〈 کافر قلعه (قرن دوم تا سوم، اواسط قرن ششم) (Hansen 2004) (Niya (late 4th-early 5th century)
- 〈 نیا (اواخر قرن چهارم - اوایل قرن پنجم) (Hansen 2004) (Gu Libiya 2007) (Dandan Oilik (7th century)
- 〈 تاوکا (قرن ۶ تا ۷) (Rahmonov 2001: 139)
- 〈 قلعه کافرنهان (تکوز تپه) (اوایل قرن هفتم تا اواسط قرن هشتم میلادی) (Litvinskij 1981)
- 〈 پنجکنت (قرن پنجم - ۷۲۲ پس از میلاد) (Marshak 2016)

بر اساس اطلاعات موجود در گزارش‌ها، همگی نقاشی‌های دیواری سکو هستند که بر روی رنگ‌آمیزی خاکی اجرا شده‌اند (Marshak et al. 1990). به عبارت دیگر، نقاشی‌های دیواری در امتداد جاده ابریشم را می‌توان تقریباً به دو گروه تقسیم کرد: نقاشی‌های آهکی و سکو که در غرب آسیای مرکزی واقع شده‌اند و نقاشی‌های سکو روی سطوح گلی واقع در شرق. مصالح به کار رفته در ساخت دیوارها که لزوماً به مقادیر زیادی نیاز داشتند، بدون شک منعکس‌کننده ویژگی‌های زمین‌شناسی محلی هستند.



تصویر ۱: چینه نگاری نقاشی‌های دیواری را نشان می‌دهد که عبارتند از: آفرسکو (سمت چپ) و سکو روی زمینه گلی (راست). برای نقاشی دیواری، یک لایه ملات ساخته شده از آهک و ماسه (آریچیو)^{۶۱} بر روی یک تکیه سنگ یا آجر اعمال می‌شود که بر روی آن یک لایه زیرین اخراپی (سینوپیا) و به دنبال آن لایه‌هایی از ملات آهک (ایتوناکو)^{۶۲} و رنگ قرار می‌گیرد. برای یک نقاشی دیواری سکو، یک زمینه با ماسه و یا کاه بر روی یک تکیه سنگ یا آجر اعمال می‌شود و به دنبال آن یک لایه حجمی آلی برای جلوگیری از نفوذ رنگ اعمال می‌شود سپس یک لایه زمینه سفید اعمال می‌شود تا یک سطح خالی ایجاد شود که روی آن نقاشی‌های زیرین و رنگ اعمال شود.



تصویر ۲: فرشتگان بالدار نقاشی شده در داخل طاقچه بودایی از هده، مجموعه ملی هنرهای آسیایی گیمه (Photo: Y. Taniguchi, 200)

⁶¹ Arriccio
⁶² Intonaco

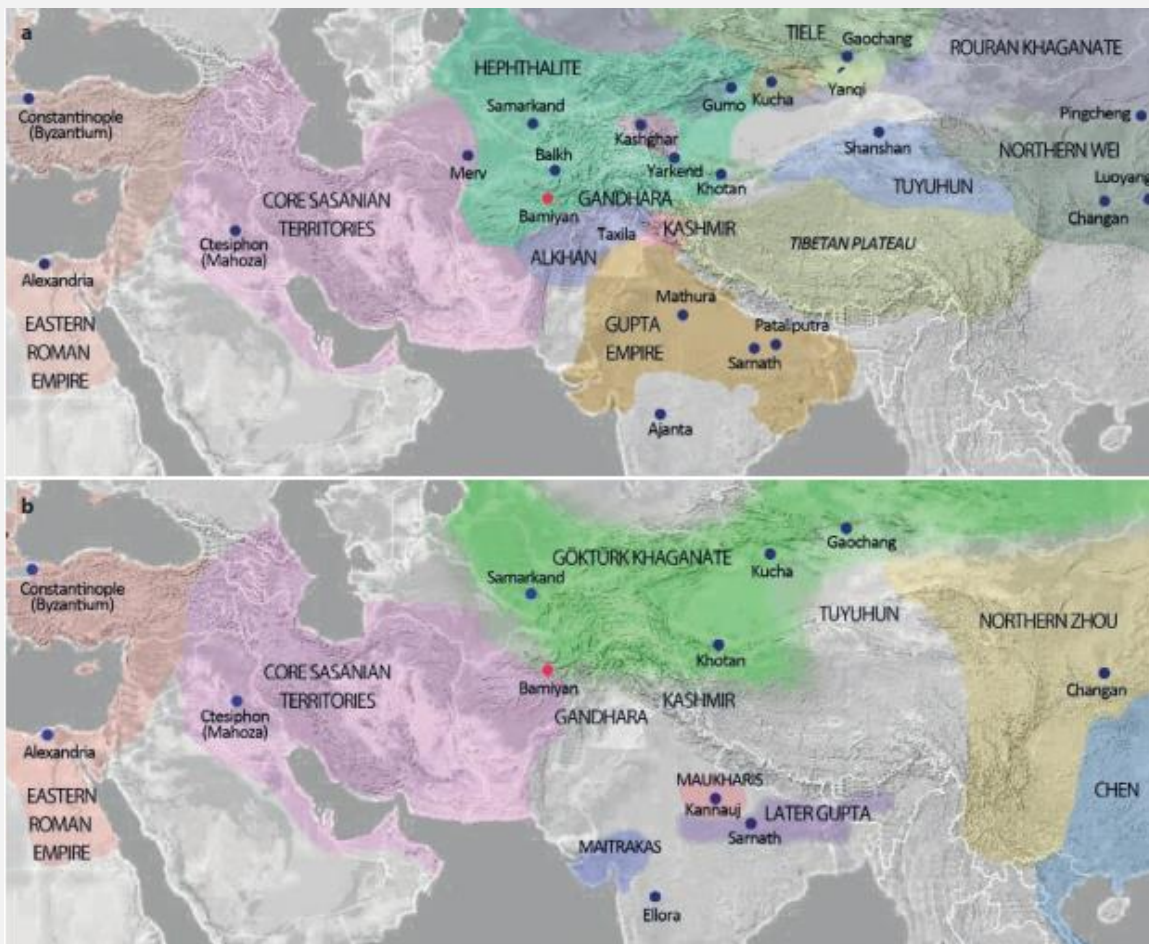
فصل اول

پیشینه تحقیق بر مواد و فنون استفاده شده در نقاشی‌های دیواری بامیان

۱.۱ بامیان و نقاشی‌های دیواری اطراف آن

۱.۱.۱ در مورد نقاشی‌های دیواری

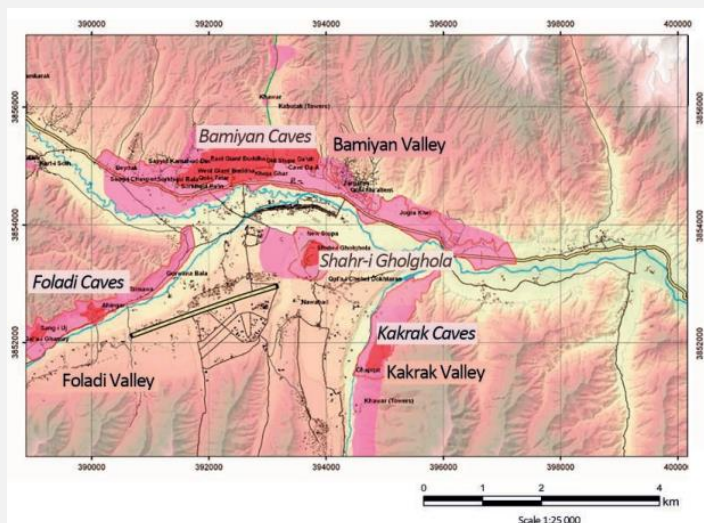
بامیان یکی از چندین شهر تاریخی بودایی است که در حاشیه مسیرهای متقاطع چین در شرق، ایران و جهان مدیترانه در غرب، هند در جنوب و قبایل کوچ نشین و ایالت‌های واحه آسیای مرکزی در شمال قرار دارد (تصویر ۱.۱). از بسیاری از بناهایی که زمانی در اینجا ساخته شده‌اند، امروز تنها دو بودای بزرگ حک شده در صخره‌ها، ویرانه‌های یک استوپا، و صدها مغاره و ده‌ها نقاشی دیواری باقی مانده است. بامیان دارای سه دره - بامیان، فولادی و ککرک - است که هر کدام به خاطر رودخانه‌هایی که از میان آنها می‌گذرد نامگذاری شده‌اند (تصویر ۱-۲). این منطقه بین کوه‌های هندوکش و کوه بابا قرار گرفته است و شکل حوضه‌ای طولانی و باریک را به خود می‌گیرد که از شرق به غرب در ارتفاعی حدود ۲۵۰۰ متری کشیده شده است. کوه‌های هندوکش به صورت مورب از مرکز افغانستان عبور می‌کند و مرزی بین آسیای جنوبی و مرکزی را تشکیل می‌دهد. آنها همچنین یک شریان حمل و نقل اصلی هستند: به سمت شرق در سراسر پامیر به لبه غربی قلمرو چین در اطراف حوضه تاریم و به سمت غرب در امتداد دره بامیان از طریق هرات و به ایران منتهی می‌شوند.



تصویر ۱.۱: موقعیت محوطه باستانی بامیان در اوراسیا؛ واحدهای سیاسی در اواخر قرن پنجم (a) تا اوایل قرن ششم پس از میلاد (b)

در مناطقی از طرف‌های شمالی و جنوبی رشته‌کوه‌های هندوکش مردمان و فرهنگ‌های مختلط از دودمان مختلف وجود دارد. این تنوع، تدوین یک تفسیر تاریخی واحد را دشوار می‌کند. به همین دلیل، بحث در زمینه‌های تاریخ هنر بودایی، تاریخ جهان، زبان‌شناسی، تاریخ معماری و باستان‌شناسی گسترش یافته است. بسیاری از مطالعات قبلی سعی کرده‌اند با استفاده از شمایل‌نگاری و تاریخ بودایی، قدمت نقاشی‌های دیواری را تعیین کنند تا گرایش‌های پیچیده قومی و مذهبی در آسیای مرکزی را بهتر روشن کنند. نقشه‌های توپوگرافی دره بامیان نشان می‌دهد که در ضلع

شمالی دره مجموعه‌ای از کوه‌ها با سرسبزی کم قرار دارد، درحالی که این حوضه در ضلع جنوبی دارای واحه‌ای از زمین سرسبز است و از آب رودخانه بامیان تغذیه می‌شود. منطقه بدخشان، که محل زیست کانی طبیعی آبی لاجورد است، در ۵۰۰ کیلومتری شمال شرقی بامیان قرار دارد. این منطقه همچنین آهن، سرب، گوگرد، زاج، اخرا و سال آمونیاک^{۶۳} تولید می‌کند و زمانی معادن طلا و نقره در مجاورت آن وجود داشت (Bowersox et al. 1995: 40).



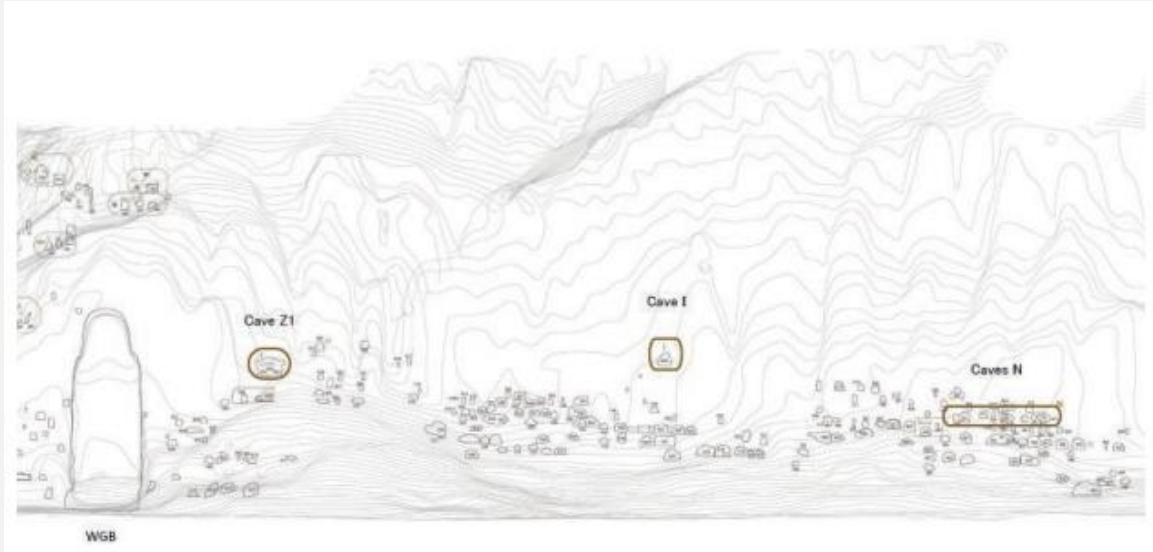
تصویر ۱.۲: موقعیت بامیان، مغاره‌های فولادی و ککرک در دره بامیان



تصویر ۱.۳: چیدمان بودای غول پیکر شرقی و غربی و مغاره‌های صخره‌ای مرکزی بامیان

Yamauchi 2011

⁶³ Sal ammoniac



تصویر ۱.۴: چیدمان بودای غول پیکر غربی و صخره‌های غربی بامیان (نمای بزرگ شده تصویر ۱.۳)



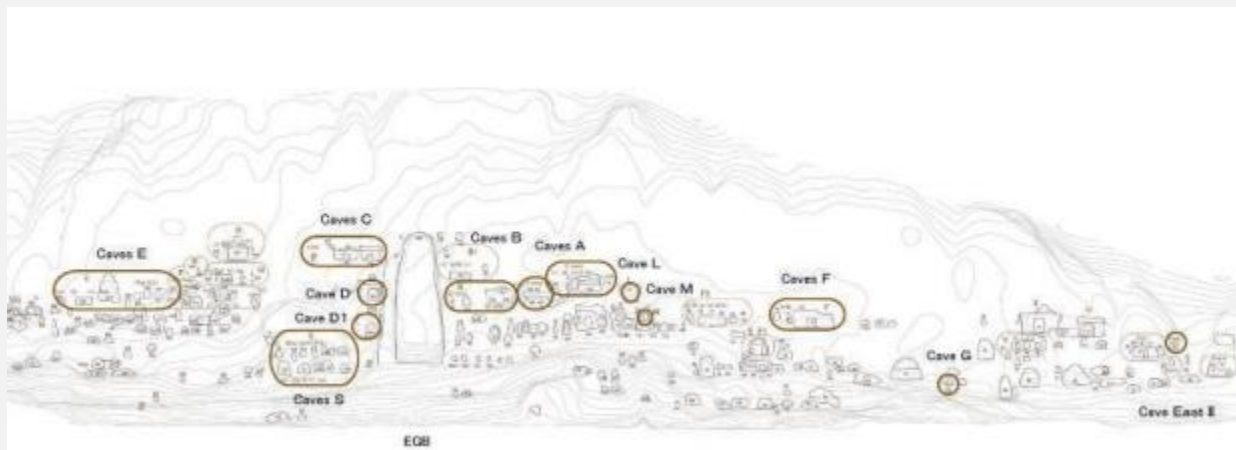
تصویر ۱.۵: چیدمان مغاره‌های مرکزی بامیان (نمای بزرگ شده تصویر ۱.۳)

مغاره‌های متعددی در دره بامیان وجود دارد، عمدتاً مغاره‌ها در صخره اصلی بامیان، دره فولادی در غرب و دره ککرک در شرق (تصویرهای ۱.۳-۱.۸) قرار دارند و در مجموع بیش از ۷۵۰ مغاره پیدا شده است. مغاره‌های قول جلال^{۶۴} که طی یک بررسی در سال ۲۰۰۵ کشف شدند، در حدود ۴ کیلومتری غرب صخره اصلی بامیان قرار دارد. در همان نزدیکی، بقایای معبد بودایی در ارگ چهل برج^{۶۵} نیز نقاشی‌های دیواری را در خود جای داده است (Irisawa 2006: 7). بررسی - یکی توسط دانشگاه کیوتو در سال‌های ۱۹۷۴، ۱۹۷۶ و ۱۹۷۸ (Higuchi 1983-1984) و دیگری توسط مؤسسه ملی تحقیقات مواد فرهنگی توکیو (NRICPT) در سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳ و ۲۰۱۷ انجام شد - تعدادی مغاره‌های نقاشی دیواری را شناسایی شدند که از این میان تقریباً ۵۰ مورد توسط مؤسسه ملی تحقیقات مواد فرهنگی توکیو (NRICPT 2004) مورد بررسی قرار گرفتند.

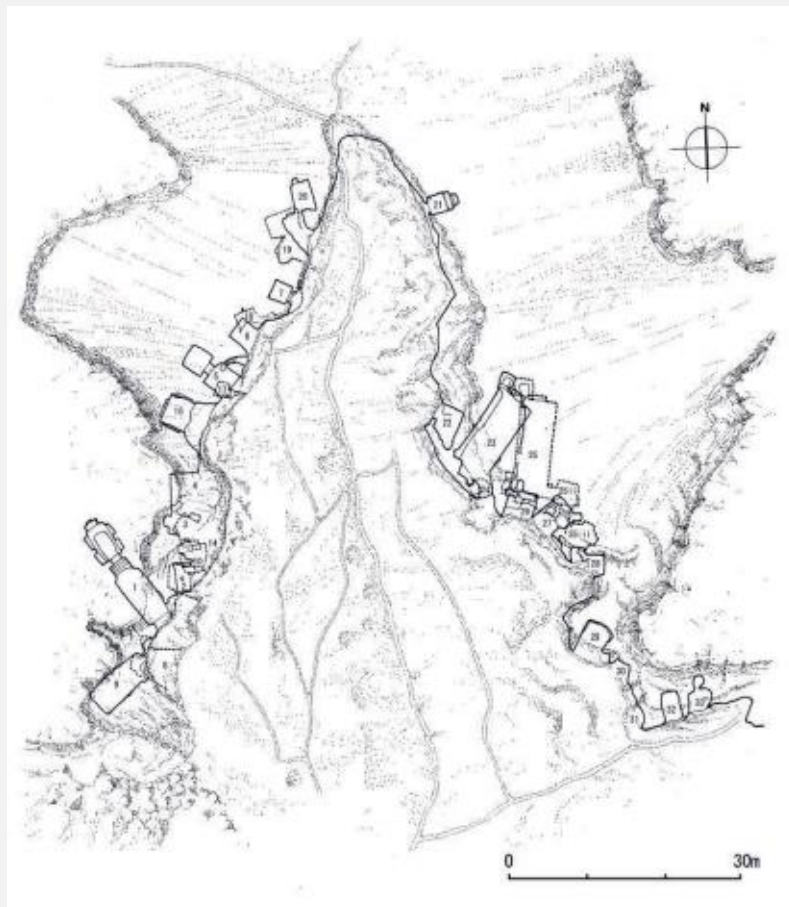
⁶⁴ Qol-e Jalal caves

⁶⁵ Chil-Borji

بیشتر نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های کوچک‌تر (مربع، هشت ضلعی یا دایره‌ای شکل) یافت شده‌اند و به احتمال زیاد به عنوان زیارتگاه برای مراقبه استفاده می‌شدند. نقاشی‌های دیواری بامیان نقوش مختلفی مانند بوداها، بودیساتواها، خانواده سلطنتی، راهبان، میترا، خدای خورشید، خدای ماه،



تصویر ۱۶: چیدمان بودای غول پیکر شرقی و مغاره‌های صخره‌ای اطراف آن (نمای بزرگ شده تصویر ۱۳.۲)



تصویر ۱۷: نقشه قرار گرفتن مغاره‌های دره فولادی
(after Higuchi 1983-4: vol. IV, plan 55, modified)

خدای باد، گریفین‌ها، حیواناتی مانند گراز، سگ و پرندگان حمسا و گیاهانی مانند نیلوفر آبی را به تصویر می‌کشد (Maeda 2006). سبک‌ها از مغاره‌ای به مغاره دیگر با تأثیراتی از یونان و روم، ایران ساسانی، هند و حوضه تاریخ متفاوت است. زمینه‌های تاریخ هنر بودایی و تاریخ جهان هر کدام شامل تحقیقات گسترده در مورد موضوع، شمایل‌نگاری و ویژگی‌های سبکی خود می‌شود.

۱.۱.۲ گاه‌نگاری نقاشی‌های دیواری که با تاریخ‌گذاری رادیوکربن تعیین می‌شود.



تصویر ۱.۸: نقشه قرار گرفتن مغاره‌های دره ککرک
(after Iwade *et al.* 2013: 212, fig. 602)

منشأ تاریخی بامیان بسیار مورد بحث قرار گرفته است، اما تصور می‌شود که بعد از سقوط گندهارا و گسترش بودیسم از طریق مردمان کوچ نشین و اقلیت بومی مانند هفتالی‌ها سرچشمه می‌گیرد. کوویاما^{۶۶} (2002: 155) توضیح می‌دهد:

از آن زمان [اواسط قرن ششم] به بعد، مسیر قبلی [قره قروم] کاملاً کنار گذاشته شد [و] مسیر جدیدی به عنوان بزرگراهی گشوده شد که فراتر از ننگرهار به سمت غرب و عبور از هندوکش در بامیان بود. با حمایت بیشتر و تبادل مبادلات، ثروت از دو سوی هندوکش، بامیان و کاپیسی از موقعیتی نسبتاً منزوی در هر دو زمینه جغرافیایی و در نتیجه اقتصادی ظاهر شدند. بیکره‌های غول پیکر^{۶۷} بامیان زمانی ظهور کردند که بامیان در شاهراه یعنی از اواسط قرن ششم به بعد کاملاً رونق یافت.

این بخش بر اساس یافته‌های نمونه‌های تازه جمع‌آوری‌شده، گاه‌نگاری مغاره‌ها و نقاشی‌های دیواری بامیان را بازنگری می‌کند. تاریخ‌یابی رادیوکربن با استفاده از الیاف کاه^{۶۸} و طناب و همچنین قطعات چوب با همکاری مرکز تحقیقات زمانی دانشگاه ناگویا و NRICPT انجام شد. داده‌ها شامل نتایج نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در اکتبر ۲۰۰۳ (شامل الیاف کاه، طناب و میخ‌های چوبی)، سپتامبر تا اکتبر ۲۰۰۶ (شامل الیاف کاه) و ژوئن و ژوئیه ۲۰۰۶ (شامل الیاف کاه از بودای غول پیکر، و طناب‌ها و چوبی بزرگ و گیره‌های بودای غول پیکر غربی) هستند. نمونه‌هایی از نقاشی‌های دیواری توسط هیئت ژاپنی بین سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ جمع‌آوری شد و نمونه‌هایی از قطعات سطحی هر دو بودا توسط کمیته آلمانی شورای بین‌المللی بناها و مکان‌ها (ICOMOS) ارائه شد. محل نمونه‌های جمع‌آوری‌شده در سال ۲۰۰۳ و روش‌شناسی و نتایج تجزیه و تحلیل آنها به تفصیل توسط ایوای^{۶۹} و دیگران گزارش شده است (Yamauchi 2006a; Iwai 2006c). یافته‌های ایکوموس آلمان نیز قبلاً به تفصیل گزارش شده است (Blänsdorf *et al.* 2009a).

برخی از تاریخ‌های رادیوکربن تعیین شده توسط تیم‌های ژاپنی و ایکوموس آلمان در سال ۲۰۲۲ مجدداً کالیبره شدند - به طور خاص، ۵۲ تاریخ برای نقاشی‌های دیواری و بودای غول پیکر شرقی و غربی در نظر گرفته شدند. سپس با استفاده از روش OxCal⁷⁰ نسخه ۱.۴ به همراه IntCal نسخه ۴ (Bronk Ramsey 2009) و OxCal نسخه ۴.۴ به همراه IntCal ۲۰ (Reimer *et al.* 2020) کالیبره و ترسیم شدند. تصویر ۱.۹ توزیع احتمال تاریخ‌های مندرج را برای هر دو بودای غول پیکر در زمان کالیبره نشان می‌دهد. تصویرهای ۱.۱۰ و ۱.۱۱ توزیع احتمال را برای نقاشی‌های دیواری به ترتیب زمانی دره بامیان، فولادی و ککرک بازآرایی نموده‌اند. جدول ۱.۱ نمونه‌ها و تاریخ‌های به دست آمده برای هر یک را نشان می‌دهد.

طناب‌های مدفون بین بدنه صخره و نقاشی خاکی بودای غول پیکر غربی تقریباً با الیاف نی مرتبط با نقاشی‌های دیواری قدمت دارند. هماهنگی بین تاریخ‌ها نشان می‌دهد که نقاشی‌های دیواری و تزئینات پوشش دهنده سطح بودای غول پیکر غربی هم زمان هستند. این یافته‌ها به طور کلی با نتایج تاریخ‌گذاری رادیوکربنی ایکوموس آلمان برای الیاف کاه از رنگ‌های خاکی روی سطح هر بودای غول پیکر مطابقت دارد (Melzi and Petzet 2007). نتایج فوق‌الذکر بودای غول پیکر شرقی را در اواخر قرن ششم (۵۷۹ - ۵۴۹ میلادی، ۵۲: ۵۹۵ - ۵۴۴ میلادی) و بودای غول پیکر غربی را در اوایل قرن ۷ میلادی (۵۱: [۶۸٪] ۶۳۳ - ۶۰۵ میلادی، ۵۲: [۹۵٪] ۵۹۱ - ۶۴۴ میلادی) (Blänsdorf *et al.* 2009a:)

⁶⁶ Kuwayama

⁶⁷ Colossi

⁶⁸ Chaff

⁶⁹ Iwai

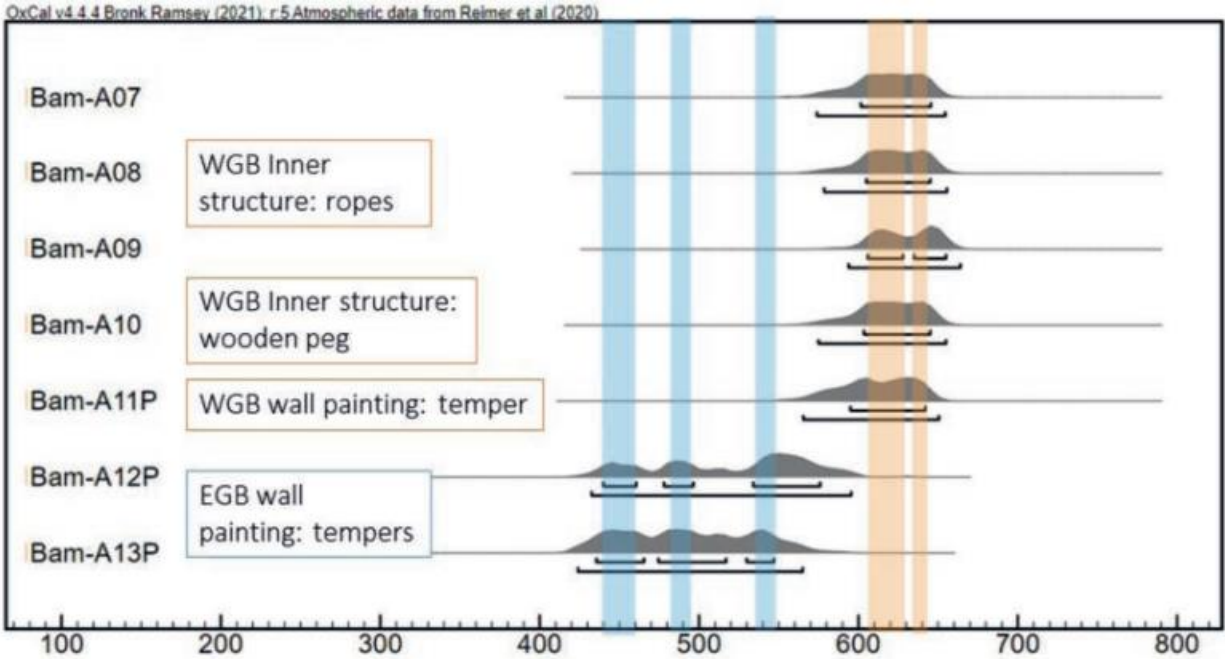
⁷⁰ روش OxCal برای کالیبراسیون رادیوکربن و تجزیه و تحلیل اطلاعات زمانی باستان‌شناسی و محیطی در نظر گرفته می‌شود.

235). نتایج کالیبره شده مجدداً توسط هیئت ژاپنی (Nakamura 2006) تاریخ‌های ۴۶۰ - ۴۴۰، ۴۹۶ - ۴۷۸ میلادی و برای بودای غول پیکر شرقی، ۵۴۶ - ۵۳۴ م و برای بودای غربی ۶۴۲ - ۶۰۶ (۵۱) تاریخ گذاری شدند.

جدول ۱.۱: نتایج تاریخ گذاری رادیو کربن و تاریخ گذاری کالیبره

شماره	نمونه شناسه	مغاره	موارد	عمر کربن ۱۴ (تاریخ‌های کالیبره شده)	خطا ($\pm 1\sigma$)	تاریخ میلادی (تقریباً $\pm ۹۵.۴\%$)	شناسه آزمایشگاهی (NUTA2-)
۱	اتاق کوچکتر ۱	اتاق کوچکتر بامیان A	فیبر کاه	۱۴۴۷	۲۷	۶۵۱ - ۵۶۷	۷۴۴۱
۲	اتاق کوچکتر ۲	اتاق کوچکتر بامیان A	فیبر کاه	۱۴۶۲	۲۷	۶۴۶ - ۵۵۶	۷۴۴۲
۳	B(a)	بامیان B(a)	فیبر کاه	۱۳۴۸	۲۷	۷۶۶ - ۶۴۱	۷۴۴۳
۴	B(d)	بامیان B(d)	فیبر کاه	۱۲۹۶	۲۸	۷۷۲ - ۶۶۳	۷۴۴۴
۵	C(a)	بامیان C(a)	فیبر کاه	۱۵۰۶	۲۷	۶۳۷ - ۴۴۲	۷۶۴۲
۶	C(a) پیش‌رو	بامیان C(a) پیش‌رو	فیبر کاه	۱۵۰۱	۲۷	۶۳۱ - ۴۳۸	۷۶۴۱
۷	C(b)	بامیان C(b)	فیبر کاه	۱۴۹۶	۲۷	۶۴۰ - ۴۶۷	۷۶۴۰
۸	D	بامیان D	فیبر کاه	۱۳۸۶	۲۷	۶۶۹ - ۶۰۵	۷۶۴۴
۹	D پیش‌رو	بامیان D پیش‌رو	فیبر کاه	۱۳۹۴	۲۷	۶۷۲ - ۶۰۹	۷۶۴۳
۱۰	D1-1	بامیان D1	فیبر کاه	۱۴۸۴	۲۷	۶۴۰ - ۵۴۱	۷۶۴۵
۱۱	D1-2	بامیان D1	فیبر کاه	۱۴۷۱	۲۷	۶۴۳ - ۵۴۹	۷۷۸۷
۱۲	E(e)-1	بامیان E(e)	فیبر کاه	۱۲۸۹	۲۷	۷۷۴ - ۶۶۶	۷۷۸۲
۱۳	E(e)-2	بامیان E(e)	فیبر کاه	۱۲۸۰	۲۸	۷۷۹ - ۶۶۴	۷۷۸۳
۱۴	E(e)-3	بامیان E(e)	فیبر کاه	۱۳۰۸	۲۸	۷۷۲ - ۶۵۷	۷۷۸۴
۱۵	E(e)-4	بامیان E(e)	فیبر کاه	۱۳۷۸	۲۷	۷۷۹ - ۶۶۵	۷۷۸۵
۱۶	East III	بامیان E III	فیبر کاه	۱۳۴۷	۲۸	۷۶۷ - ۶۴۱	۷۷۸۰
۱۷	F(a)	بامیان F(a)	فیبر کاه	۱۳۰۷	۲۷	۷۷۲ - ۶۵۸	۷۶۴۸
۱۸	F(c)-1	بامیان F(c)	فیبر کاه	۱۲۴۵	۲۷	۸۷۰ - ۲۴۸	۷۶۵۰
۱۹	F(c)-2	بامیان F(c)	فیبر کاه	۱۲۰۸	۲۷	۸۹۱ - ۷۱۳	۷۶۵۱
۲۰	H(a)	بامیان H(a)	فیبر کاه	۱۴۱۶	۳۰	۶۶۳ - ۵۸۴	۱۳۸۴۲
۲۱	I niche	طاقچه I	فیبر کاه	۱۲۷۰	۲۷	۸۰۸ - ۶۶۵	۷۷۹۵
۲۲	J(b)-1	بامیان J(b)	فیبر کاه	۱۵۵۰	۲۷	۵۷۰ - ۴۲۸	۷۷۸۸
۲۳	J(b)-2	بامیان J(b)	چوب	۱۵۵۷	۲۷	۵۶۴ - ۴۲۶	۷۸۰۱
۲۴	J(d)	بامیان J(d)	فیبر کاه	۱۵۶۰	۲۷	۵۶۲ - ۴۲۶	۷۷۹۲
۲۵	J(e)	بامیان J(e)	فیبر کاه	۱۵۴۳	۲۶	۵۷۷ - ۴۳۰	۷۷۹۳
۲۶	J(g)-1	بامیان J(g)	فیبر کاه	۱۵۲۸	۲۶	۵۹۰ - ۴۳۱	۷۷۹۰
۲۷	J(g)-2	بامیان J(g)	فیبر کاه	۱۵۵۹	۲۷	۵۶۳ - ۴۲۶	۷۷۹۱
۲۸	K-1	بامیان K3	فیبر کاه	۱۲۸۳	۲۵	۷۷۴ - ۶۶۹	۸۶۱۴
۲۹	K-2	بامیان K3	فیبر کاه	۱۲۸۳	۲۵	۷۷۴ - ۶۶۹	۸۶۱۵
۳۰	L	بامیان L	فیبر کاه	۱۲۹۱	۲۹	۷۷۴ - ۶۶۹	۱۳۸۴۱
۳۱	M	بامیان M	فیبر کاه	۱۵۵۹	۲۸	۵۶۵ - ۴۲۵	۷۷۸۶
۳۲	N(a)	بامیان N	فیبر کاه	۱۳۷۵	۲۷	۶۸۰ - ۶۱۳	۷۷۹۴

۸۶۱۸	۶۰۶ - ۶۶۶	۲۵	۱۳۲۹	فیبر کاه	بامیان S(a)	S(a)-1	۳۳
۱۳۱۲۵	۵۵۶ - ۶۵۰	۲۹	۱۴۴۵	فیبر کاه	بامیان S(a)	S(a)-2	۳۴
۱۳۱۲۶	۴۳۲ - ۶۰۲	۳۱	۱۵۲۸	فیبر کاه	بامیان S(b)	S(b)	۳۵
۱۳۱۲۷	۶۵۰ - ۷۷۱	۳۰	۱۳۲۵	فیبر کاه	بامیان S(c)	S(c)	۳۶
۷۷۹۶	۶۹۵ - ۸۸۹	۲۷	۱۲۱۶	فیبر کاه	بامیان Z1	Z1	۳۷
۷۴۳۶	۶۴۱ - ۷۶۶	۲۷	۱۳۳۷	فیبر کاه	فولادی ۲	Foladi 2	۳۸
۷۴۳۳	۶۷۱ - ۸۶۲	۲۸	۱۲۵۸	فیبر کاه	فولادی ۴	Foladi 4-1	۳۹
۷۴۳۵	۶۶۶ - ۸۵۴	۲۸	۱۲۶۸	فیبر کاه	فولادی ۴	Foladi 4-2	۴۰
۷۴۳۷	۶۶۶ - ۸۰۲	۲۷	۱۳۷۴	فیبر کاه	فولادی ۴	Foladi 4-3	۴۱
۷۴۳۷	۶۹۰ - ۸۸۳	۲۷	۱۲۲۸	فیبر کاه	فولادی ۵ پیش روی اتاق	Foladi 5	۴۲
۷۴۴۰	۶۴۷ - ۸۶۳	۲۷	۱۲۵۴	فیبر کاه	فولادی ۶	Foladi 6	۴۳
۷۷۹۹	۶۶۰ - ۷۷۲	۲۷	۱۳۰۳	فیبر کاه	فولادی ۴۳	Kakrak 43	۴۴
۷۸۰۰	۸۸۵ - ۹۹۱	۲۶	۱۱۱۲	فیبر کاه	فولادی ۴۴	Kakrak 44	۴۵
۱۲۵۱۲	۴۲۸ - ۵۹۱	۳۲	۱۵۴۳	فیبر کاه	بودای شرقی	EGB-A12P	۴۶
۱۲۵۱۳	۴۲۰ - ۵۵۶	۳۱	۱۵۷۱	فیبر کاه	بودای شرقی	EGB-A123P	۴۷
۱۲۴۴۳	۵۶۴ - ۶۵۵	۳۱	۱۴۴۲	طناب	بودای غربی	WGB-A07	۴۸
۱۲۴۴۴	۵۷۰ - ۶۵۵	۳۰	۱۴۴۶	طناب	بودای غربی	WGB-A08	۴۹
۱۲۴۴۵	۵۸۲ - ۶۶۵	۳۱	۱۴۱۳	طناب	بودای غربی	WGB-A09	۵۰
۱۲۴۴۶	۵۶۶ - ۶۵۵	۳۱	۱۴۳۹	شمع چوبی	بودای غربی	WGB-A10	۵۱
۱۲۵۱۱	۵۵۴ - ۶۴۹	۳۰	۱۴۵۷	فیبر کاه	بودای غربی	WGB-A11P	۵۲

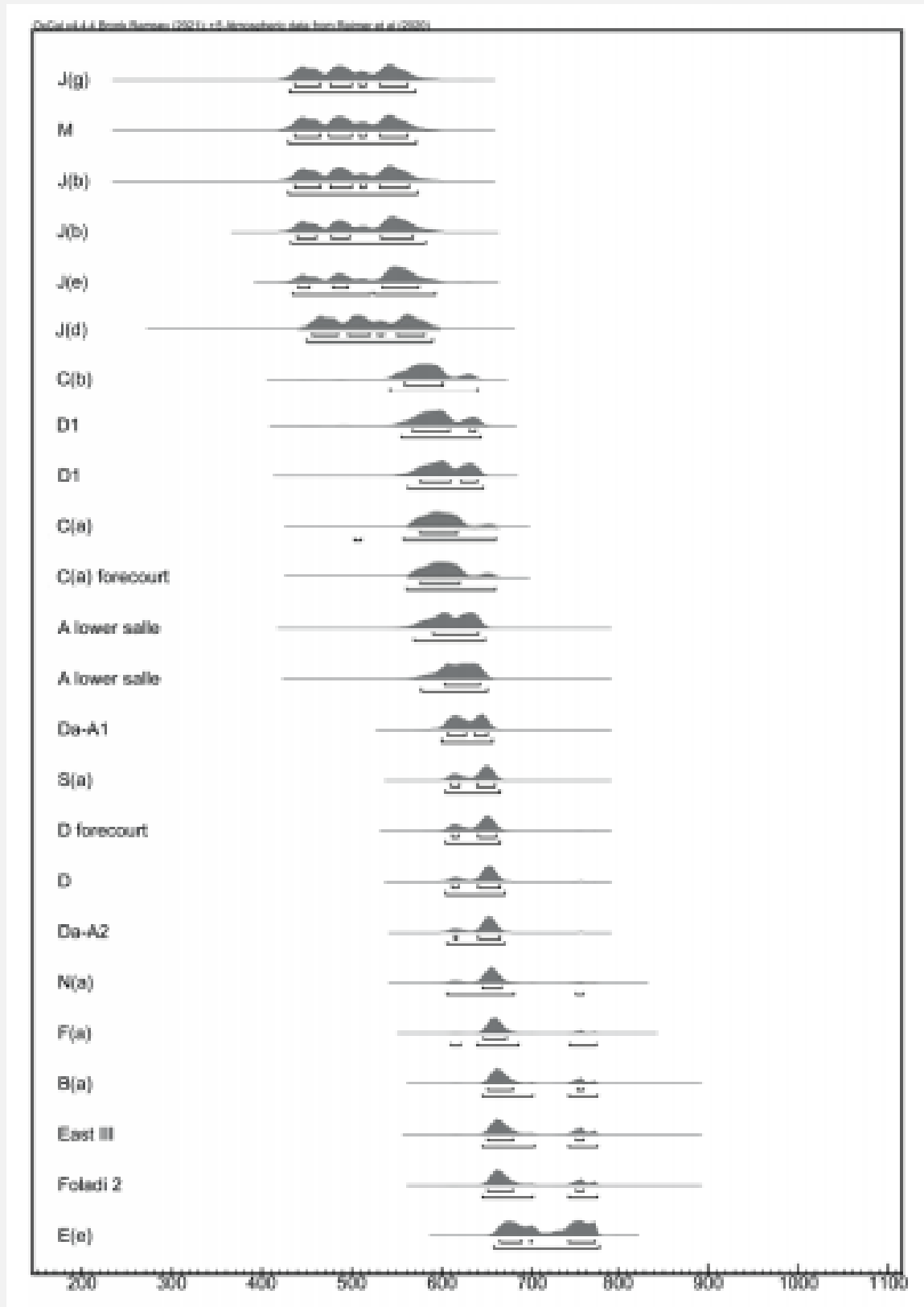


تصویر ۱۰۹: تاریخ کالیبره شده

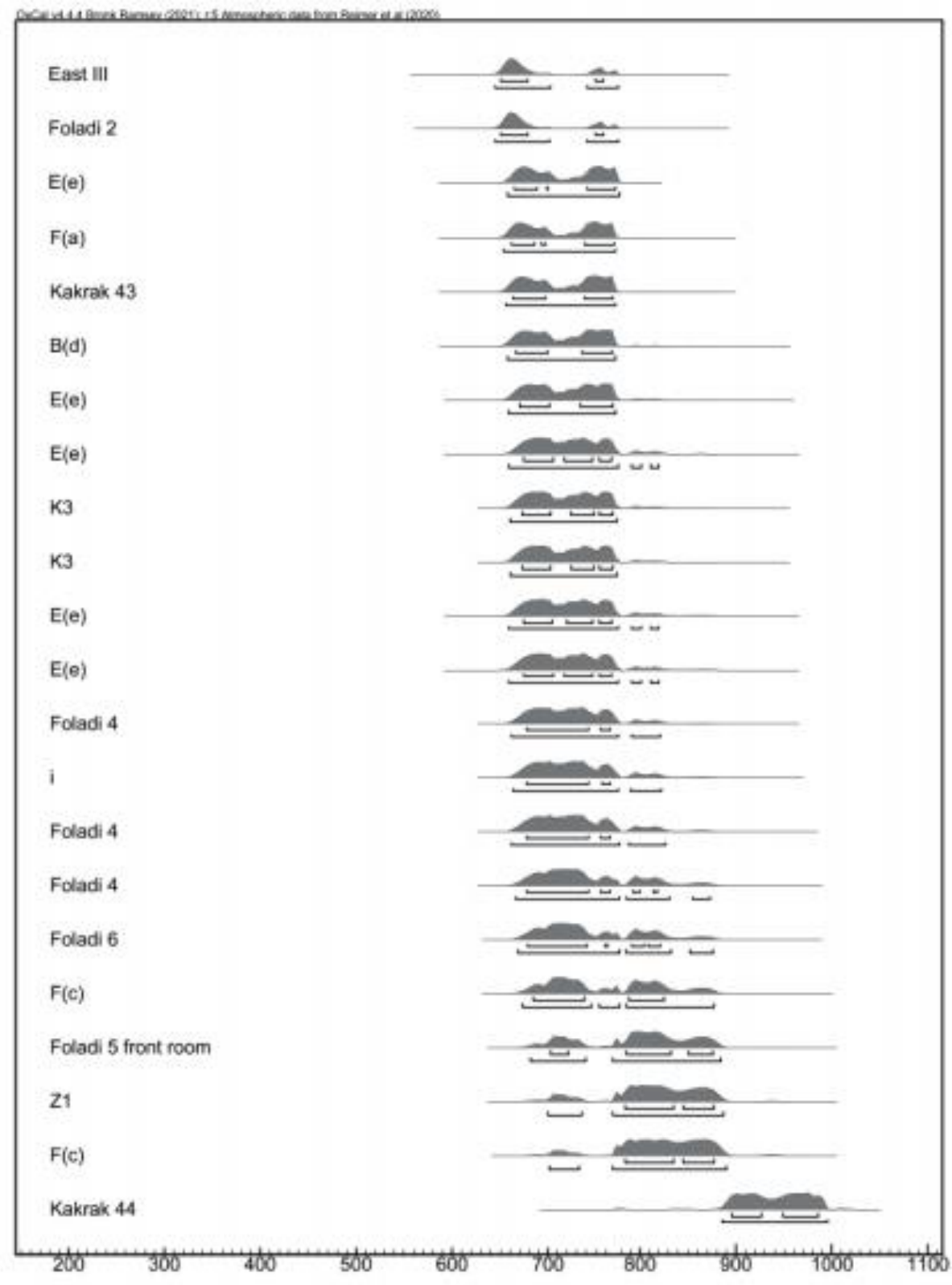
این نمودار توزیع احتمال تقویمی - سال بر اساس تاریخ کالیبره شده را برای بودای غول پیکر (از نمونه‌های الیاف کاه قرمز از رنگ‌های خاکی) را نشان می‌دهد
(data from NRICPT/Nagoya University)

بحث‌های گسترده‌ای در مورد دوره ساخت هر دو بودا، به ویژه در مورد بودای غول پیکر شرقی، از قبل با توجه به ارجاعات محقق چینی شوان‌زانگ (Kuwayama 1985, Klimburg-Salter 1988, 2003, 2019; 1974; Tarzi 1977; Carter 1985; Miyaji 2008, 2022; Rowland 1987, 1990, Tanabe 2001/2) صورت گرفته است. متن شوان‌زانگ به حضور دو پیکره غول پیکر در بامیان اشاره می‌کند، بنابراین نشان می‌دهد که بودای غول پیکر غربی نمی‌توانست دیرتر از سال ۶۲۹ ساخته شود. بعلاوه، تعیین تاریخ‌ها به دلیل آلودگی احتمالی الیاف کاه از تعمیرات باستانی بعدی، از جمله موارد احتمالی، پیچیده است. استفاده مجدد از گیره‌های چوبی قدیمی تفاوت‌های آشکاری در فنون گچ کاری مورد استفاده در هر بودا وجود دارد: در بودای غول پیکر شرقی، سوراخ‌های سطحی با سنگریزه‌های سنگی چسبیده به گچ خاکی پوشانده می‌شد (Praxenthaler 2014: 267-268) در حالی که در بودای غول پیکر غربی، سوراخ‌ها با استفاده از سنگ پر می‌شد. سنگریزه‌ها در کنار میخ‌های چوبی با طناب (Blänsdorf et al. 2009b)، بنابراین در نظر گرفتن تفاوت در نمونه‌های گیاهی از اهمیت حیاتی برخوردار است. اگرچه تاریخ پیدایش بودای غول پیکر شرقی نامشخص است، اما می‌توان محل پیدایش بودای غول پیکر غربی را در نیمه اول قرن هفتم پس از میلاد تعیین کرد (تصویر ۱۰۱۲) (Blänsdorf et al. 2009a: 235). از آنجایی که دامنه تحقیق ما شامل ورود به بحث‌های مربوط به گاه‌نگاری نمی‌شود، این متن فقط بر اساس نتایج تاریخ‌گذاری رادیوکربن به‌دست‌آمده توسط ICOMOS آلمان و تیم‌های ژاپنی بحث می‌کند. نقاشی‌های دیواری بودای غول پیکر شرقی احتمالاً به اواخر قرن ششم پس از میلاد برمی‌گردد.

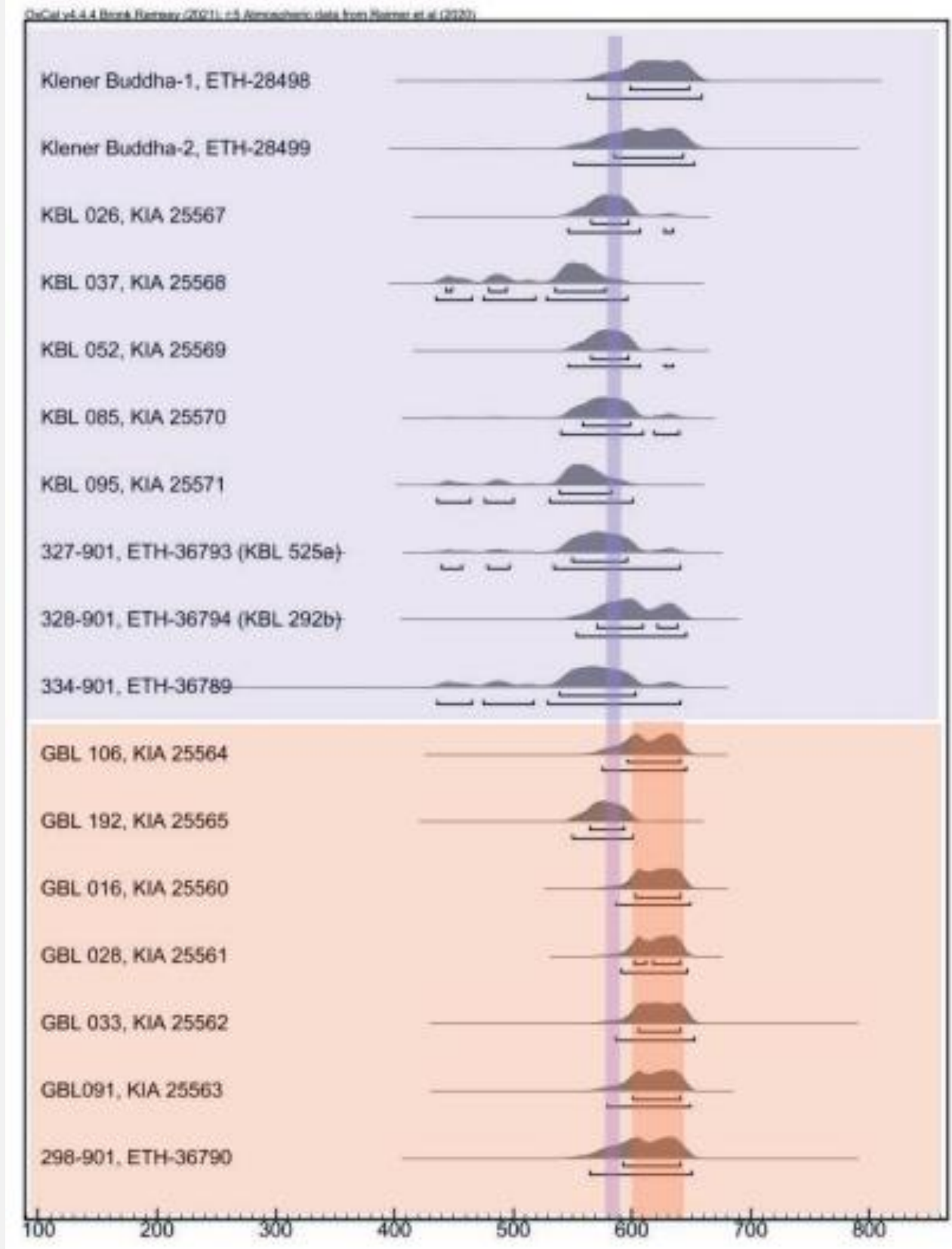
مغارهای بامیان از این جهت منحصر به فرد هستند که از طریق راه پله‌ها و گذرگاه‌ها به هم متصل می‌شوند (Iwade and Kubodera 2013:237). به همین دلیل، دانشگاه ناگویا و تیم‌های فرانسوی، مغاره‌ها را در گروه‌هایی با نام‌های مغاره A، مغاره C و غیره شناسایی کردند که هر گروه با حروف بزرگ نشان داده می‌شد. نتایج تاریخ‌گذاری رادیوکربن برای هر گروه، تاریخ‌هایی را نشان می‌داد که در محدوده نزدیک ساخت بودند، که نشان می‌دهد تاریخ‌های ساخت تخمین زده شده قابل اعتماد هستند. شناسایی تاریخ‌های دقیق برای گروه‌ها مستلزم جمع‌آوری و قدمت



تصویر ۱۰: نمودار توزیع احتمال تقویم سال بر اساس سن کالبره شده نقاشی‌های دیواری (۱)



تصویر ۱.۱۱: نمودار توزیع احتمال تقویم سال بر اساس سن کالیبره شده نقاشی‌های دیواری (۲)



تصویر ۱۰۱۲: نمودار توزیع احتمال تقویم سال بر اساس سن کالیبره شده EGB آبی و WGB نارنجی (data from ICOMOS Germany) (Blänsdorf et al. 2009a)

جدول ۱۰۲: توالی زمانی مغاره‌ها بر اساس تاریخ‌گذاری رادیوکربن توسط NRICPT و دانشگاه ناگویا (2006)

مغاره‌ها	تاریخ	فاز
EGB, Caves J(b), J(d), J(g), M	اواخر قرن ۵ الی قرن ۶ میلادی	فاز اول
Caves C(a), C(b), D1, S(a), A lower salle, H(a), WGB Caves E, K3, I	اوایل قرن ۶ الی نیمه قرن ۷ میلادی	فاز دوم
Caves B(d), F(c), N(a), S(a), L, Foladi Cave 4, 6, Kakrak Cave 43	نیمه قرن ۷ الی اواخر قرن ۸ میلادی	فاز سوم

نکته: تاریخ‌گذاری نشان داده شده در اینجا بر اساس C از دانشگاه ناگویا (Nakamura 2006) است. با این حال بحث‌های مداوم در تاریخ و تاریخ هنر در مورد تاریخ اولیه بامیان هنوز وجود دارد.

نمونه‌های آلی از همه مکان‌ها از جمله مغاره‌های اطراف بودای غول پیکر شرقی است. میاجی (۲۰۰۵ b) ترتیب زمانی مغاره‌سازی را به شرح زیر خلاصه نموده است:

فاز I	فاز II
(۱) اواسط قرن پنجم تا اواسط قرن ششم: مغاره‌های M, J(b), J(d), J(e), J(g)	(۱) اوایل قرن ۷ تا اواخر قرن ۷: مغاره‌های D اتاق قدیمی، D, N(a), S(a)
(۲) اواسط قرن ششم تا اواخر قرن ششم: مغاره‌های C(a), C(a) اتاق قدیمی، C(b)	(۲) اواسط قرن هفتم تا اواخر قرن هفتم: مغاره‌های B(a), F(a), شرق
(۳) اواسط قرن ششم تا اوایل قرن هفتم: مغاره‌های A, DI پایین تر	فاز III
	(۱) اواخر قرن ۷ - اواخر قرن ۸: مغاره‌های B(d), E(e), I, K3
	(۲) اواخر قرن هشتم - اواخر قرن نهم: مغاره‌های Z1, F(c)



تصویر ۱۰۳: صحنه بازسازی شده تصویر سقف طاقچه

بودای غول پیکر شرقی

(after Miyaji 2002: 75)

قدیمی‌ترین نقاشی‌های دیواری بامیان به اواخر قرن پنجم و جدیدترین آنها به اواخر قرن نهم برمی‌گردد. بودای غول پیکر شرقی و برخی از غارها ممکن است زودتر از ظهور مسیر فرا هندوکش در اواسط قرن ششم در دره بامیان ظاهر شده باشند که توسط کوویاما و شکوفایی نهایی بودیسم در بامیان توصیف شده است. مغاره‌های فولادی و ککرک که مربوط به اواسط قرن هفتم تا پایان قرن نهم هستند تا حدودی از نقاشی‌های دیواری بامیان جدیدتر می‌باشند. اتاق قدیمی مغاره فولادی ۵ کمی قدیمی‌تر از سایر مغاره‌های فولادی بوده

⁷¹ Toharistan

و قدمت آن بین اواخر قرن هفتم و اواخر قرن نهم بر می‌گردد. تنها یک مغاره به نام مغاره ۴۴ از مغاره‌های ککرک مربوط به قرن دهم است که به طور قابل توجهی از سایر نقاشی‌های دیواری جدیدتر می‌باشد. توزیع‌های احتمال بالا به ترتیب زمانی سازمان‌دهی شده‌اند و روندهای زیر را می‌توان تقریباً شناسایی کرد. برای راحتی، دوره‌های زمانی از مرحله اول تا سوم آورده شده است (جدول ۱.۲).

از آنجایی که حدود ۷۵۰ مغاره بدون نقاشی دیواری وجود دارد، یافته‌های اینجا گزارش جامعی از ظهور و سقوط معابد مغاره بودایی در دره بامیان ارائه نمی‌دهد. نمونه‌ها فقط از ۵۰ مغاره با نقاشی‌های دیواری گرفته شده‌اند که بر اساس نتایج تاریخ‌گذاری رادیوکربن، دوره‌ای از حدود ۴۵۰ تا ۸۵۰ سال را در بر می‌گیرد. همچنین ممکن است زمان ایجاد معابد مغاره‌ها در دره بامیان را با استفاده از تاریخ‌های منسوب به نقاشی‌های دیواری آنها استنباط کنیم.

بر اساس بازه زمانی فوق، در مرحله اول، به نظر می‌رسد که اولین سازه‌های بودایی در بامیان، بودای غول پیکر شرقی، مغاره M که در شرق بودای غول پیکر قرار دارد، و مغاره‌های J واقع در حدود یک کیلومتری غرب بامیان بودند. بودای غول پیکر مغاره‌های اطراف (مغاره‌های C, D, A, D1 پایین‌تر) پس از ساخت بودا ایجاد شدند. این مغاره‌ها توسط گذرگاهی که به دور بودای غول پیکر می‌چرخد به هم متصل می‌شوند، بنابراین ابتدا بودای غول پیکر و سپس مغاره‌های اطراف آن ساخته شد و نه برعکس (Miyaji 2005b). از اوایل قرن ششم تا اواسط قرن هفتم، در مرحله دوم، مجموعه معابد مغاره به تدریج به سمت غرب و شرق صخره‌های بامیان گسترش یافت، همانطور که در بودای نشسته مغاره اول، مغاره K3، مغاره E و مغاره B(d) دیده می‌شود. مغاره D که مربوط به اواسط قرن هفتم است شامل نقش گیاه ساسانی در سقف است. از اواسط قرن هفتم تا اواخر قرن هشتم، در مرحله سوم، معابد مغاره نیز در دره فولادی و ککرک در فاصله کمی از بامیان ساخته می‌شد. از این رو، این احتمال وجود دارد که با گذشت زمان معابد مغاره از ناحیه اطراف بودای غول پیکر شرقی به سمت شرق و سایر دره‌های مجاور گسترش یافته باشد. این گاه‌نگاری بیشتر در بخش بعدی در مورد نقاشی‌های دیواری و در فصل ۴ (بخش ۴.۱) در مورد سبک‌های مغاره مورد بحث قرار می‌گیرد.

۱.۲ نقاشی دیواری در اطراف دره بامیان

۱.۲.۱ نقاشی‌های دیواری توسط طاقچه‌های اطراف دو بودای غول پیکر در بامیان

الکساندر برنس، که در اواسط قرن نوزدهم از بامیان بازدید کرد، خاطرنشان کرد که جمعیت محلی پیکره‌های غول‌پیکر «نر و ماده» را صلصال و شهنامه می‌نامند (Burnes 1833). او همچنین گزارش داد که طاقچه‌های اطراف بودای غول‌پیکر با رنگ‌های زنده و سبک‌های نقاشی متمایز مانند مقبره‌های مصری تزئین شده‌اند. هنگامی که بودای غول پیکر نابود شد، نقاشی‌های دیواری در امتداد هر دو طاقچه بودا نیز به طور کامل از دست رفته‌اند. از آنجا که امروزه دیگر نمی‌توان آنها را دید، بحث در مورد نقاشی‌های دیواری دشوار است. با این حال، بررسی‌ها و مستندات عکاسی که توسط بسیاری از کشورها در طول دهه ۱۹۷۰ انجام شد که بحث‌های زیادی را در مورد شمایل‌نگاری برانگیخت. برخی از مطالعات قبلی در اینجا مرور می‌شوند. به گفته آکیرا میاجی^{۷۲}، سقف زیارتگاه بودا در بودای غول‌پیکر شرقی زمانی با پس‌زمینه آبی لاجورد و تصاویر متعددی از جمله یک ارابه چهار سر دو چرخ، یک خدای بالدار، یک الهه بالدار، یک بودا، پوشیده شده بود. پیشکش شاهزاده و شاهزاده، پرنده و خدای باد گردیده‌اند سایر چهره‌ها معمولاً در نقاشی‌های دیواری بودایی یافت نمی‌شوند (تصویر ۱.۱۳) (Miyaji 2002: 74–77). شکل خدای خورشید سوار بر یک ارابه دو چرخ ممکن است از هلیوس در جهان یونان، سوری در هند، یا میترا در ایران و سایر احتمالات منشا گرفته باشد. نظریه رولند^{۷۳} این است که تصویر از ترکیبی از باورها در مورد خدای خورشید با ایده‌های بودا ناشی می‌شود، همانطور که اولی قبل از معرفی بودیسم به بامیان پرستش می‌شد (Rowland 1938a). بر اساس متن اوستا، مهر یشت، خدای خورشید به عنوان میترا تلقی می‌شود، خدایی که امنیت فضای عشایری و قراردادهای را تضمین می‌کند (Grenet 1993 [1995]; Maeda 1999; 2007). نظریه میاجی این است که شخصیت خدای خورشید بودا و نجات آسمانی او هر دو در این شکل واحد بیان شده‌اند (Miyaji 2002: 87). گروه پیشنهاد می‌کند که شکل الهه بالدار روی سقف، الهه ایرانی Arštāt است که با الهه یونانی آتنا یکی شده است، و تصویر مقابل او الهه سیستا/سیشتا^{۷۴} است. او فرض می‌کند که ارشادات به دلیل وفاداری این هنرمند به متن مقدس اوستا، با بال ترسیم شده است. میاجی (۲۰۰۲) تصاویری از شاهزادگان سلطنتی را توصیف می‌کند که

⁷² Akira Miyaji

⁷³ Rowland's theory

⁷⁴ Cištā



تصویر ۱۰۱۴: تصویر بودیستوا بر روی دیوار طاقچه غربی بودای غول پیکر غربی
Photo: K. Maeda, 1970s بامیان

تونیک‌های ساسانی را بر روی نوار شرقی-غربی طاقچه اطراف بودای غول پیکر شرقی پوشیده‌اند. او پیشنهاد می‌کند؛ ممکن است آنها نماینده خانواده‌های سلطنتی بامیان باشند که به بودیسم پناه بردند و در رونق اقتصادی حاصل از تجارت به راهبان کمک کردند، همانطور که شوان‌زانگ ثبت کرده است.



تصویر ۱۰۱۵: تصویر یک اهدا کننده با پوشش کتانی با یک یقه تا شده بر روی دیوار نقاشی شده جنوبی مغاره M، این نقاشی با یک رسوب سیاه پوشیده شده است

Photo: H. Otake, courtesy of NRICPT, 2005

از سوی دیگر، تصور می‌شود که نقاشی‌های دیواری که طاقچه بودای غول پیکر غربی را تزئین می‌کنند، جهان بهشتی را با یک ماها بودیساتوا نشسته در مرکز، همراه با گروه‌هایی از بودیساتواها، نوازندگان، موجودات آسمانی در حال پرواز و مجسمه‌های هدایایی با لباس‌های پوشیده به تصویر می‌کشند. لباس‌های آسیای مرکزی، که همگی با تصاویر نیلوفر آبی، درختان انگور گلدار و پرده‌های آویزان احاطه شده‌اند (تصویر ۱۰۱۴). میاجی پیشنهاد می‌کند که بر اساس نقوش و سبک‌های نقاشی، نقاشی‌های دیواری معبد بودای غول پیکر غربی سه تأثیر را نشان می‌دهد: تأثیرات سلسله گوپتای هند، منطقه گندهارا و امپراتوری ساسانی آسیای مرکزی. اینها را می‌توان به صنعت‌گران دوره گردی نسبت داد که تأثیرات مناطق مختلف را با خود حمل می‌کردند (Miyaji 2002: 103).

تأثیر سلسله گوپتا در انگلستان مودراها، تریانگا^{۷۵} از شخصیت‌های بودیساتوا و شکل دوشیزگان آسمانی نیمه برهنه قابل مشاهده است. تأثیر گندهارا با طرح‌های طناب گلدار، نقش‌های پرده‌های آویزان، و ژست دوشیزگانی که در آسمان پرواز می‌کنند قابل شناسایی است، درحالی که تأثیر آسیای مرکزی ساسانی را می‌توان در چهره‌های «بودای خوش‌رنگ» و لباس شاهزادگان سلطنتی و خدمتکاران مشاهده کرد. بر اساس این مطالعات قبلی، می‌توان حدس زد که سبک نقاشی‌های دیواری طاقچه اطراف بودای غول پیکر شرقی مرحله اول، تحت تأثیر جهان هلنیستی و سلسله ساسانیان بوده است. مرحله دوم سبک نقاشی‌های دیواری در طاقچه اطراف بودای غول پیکر غربی تحت تأثیر سلسله گوپتا، منطقه گندهارا و امپراتوری ساسانی قرار گرفته است.

^{۷۵} حالتی که در آن لگن به طرف پیچ خورده و مرکز ثقل روی پای پیچ خورده قرار می‌گیرد.

۱.۲.۲ نقاشی دیواری در مغاره‌های بامیان



تصویر ۱۰۱۶: قطعه نقاشی شده بدست آمده از مغاره J(d) شماره ۱۰۷۷
H. Otake, courtesy of NRICPT, 2005



تصویر ۱۰۱۷: نقاشی شکسته بدست آمده از مغاره C با شماره ۱۳۴۹
Photo: Y. Taniguchi, courtesy of NRICPT
2005

همانطور که در بالا ذکر شد، مغاره‌های J و M در فاز اول سقوط می‌کنند. نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های J به‌ویژه از این جهت قابل توجه هستند که صاف نیستند و خطوط خشن هستند، و نقاشی‌های دیواری در مغاره M، در شرق بودای غول‌پیکر شرقی، تصویری از بودای بزرگ ایستاده را در دیوار شمالی، توسط تصاویر یک بودیساتوا و یک بودای نشسته در کنار هم قرار داده‌اند. دو دایره در طاقچه‌ای روی همان دیوار قرار داشتند که یکی نشان دهنده خدای خورشید و دیگری خدای ماه بود. در همان نزدیکی، تصویری از یک خدای بالدار به نظر می‌رسید که خدای خورشید را در طاقچه بودای غول‌پیکر شرقی نشان می‌دهد. شکل یک اهداکننده محلی در پشت ماندورلای بودا، کتانی با یقه باز می‌پوشد (تصویر ۱۰۱۵). پارچه

این کفتان (با خطوط شبکه‌ای چندشکل) از نظر ساختاری شبیه به تصویری از مغاره‌های قزل ۸۴ و ۲۰۷ است و احتمالاً نمایش‌هایی از ابریشم‌های ساخت کوچا است که در دو نسخه خطی تر فان (Hiyama 2018) ثبت شده است. این تصویر به طور گسترده در مکان‌های بودایی و غیر بودایی در آسیای مرکزی و شمال غربی چین (اوایل قرن پنجم تا اواسط قرن ششم) که قدمتی به حجم دهنده بودای غول‌پیکر شرقی دارند، دیده می‌شود.

در مغاره J، واقع در انتهای شرقی صخره‌های غربی بامیان، مغاره‌های J(d) و J(g) دارای بهترین نقاشی‌های دیواری هستند که حفظ شده‌اند. هر دو مغاره مربع شکل با سقف‌های گنبدی شکل هستند و مغاره J(d) دارای یک بودیساتوا نشسته در مرکز گنبد است که توسط یک بودای نشسته در ترکیب هزار بودا احاطه شده است. نقاشی‌های دیواری در مغاره J(d) دارای یک لایه زمینه صورتی با سطح ناهموار (تصویر ۱۰۱۶) شبیه به پایه بودای غول‌پیکر شرقی است (Blänsdorf et al. 2009c).

نقاشی‌های دیواری فاز دوم آمیزه‌ای از انواع مختلف است، بنابراین نمی‌توان بافت منطقه‌ای و فرهنگی آنها را در یک جمله خلاصه کرد. آنها را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد: مغاره‌های C، با نقاشی‌های دیواری خشن، خطوط ساده و ضربات سریع (تصویر ۱۰۱۷). مغاره H(a)، با نفوذ سلسله گوپتا و مغاره‌های S(a) و N(a) با سطوح نقاشی دیواری صاف، خطوط ظریف و رنگ‌های تار (ungen).

که اغلب با برگ‌های فلزی تزئین شده‌اند (تصویرهای ۱۰۱۸-۱۰۲۰).^{۷۶} از مغاره D، سر گراز، اسب‌ها و پرندگان با طراحی ظریف، در مرز دایره‌ای از مروراید، نمونه‌ای از الگوهای ساسانی و همچنین مدالیون‌های مدور نیز در سقف وجود دارد. مغاره‌های S(a) و N(a) نیز شباهت‌های دیگری مانند سقف‌های لترندیک^{۷۷} دارند که متشکل از تیرهایی که به شکل فانوس‌مانند مربعی سازمان‌دهی شده‌اند و با جزئیات بسیار دقیق مانند بوداهای نشسته در طرحی ماندالا است. علاوه بر این، الگوهای طومار برگ‌دار با حیوانات روی تیرهای میانی مغاره N(a) نقاشی شده‌اند. در هر دو مغاره، اضلاع داخلی چهارگوش مرکزی، چهار نوار متشکل از شش پرنده را نشان می‌دهد که نوارهایی بین منقارشان دارند. آنها همچنین

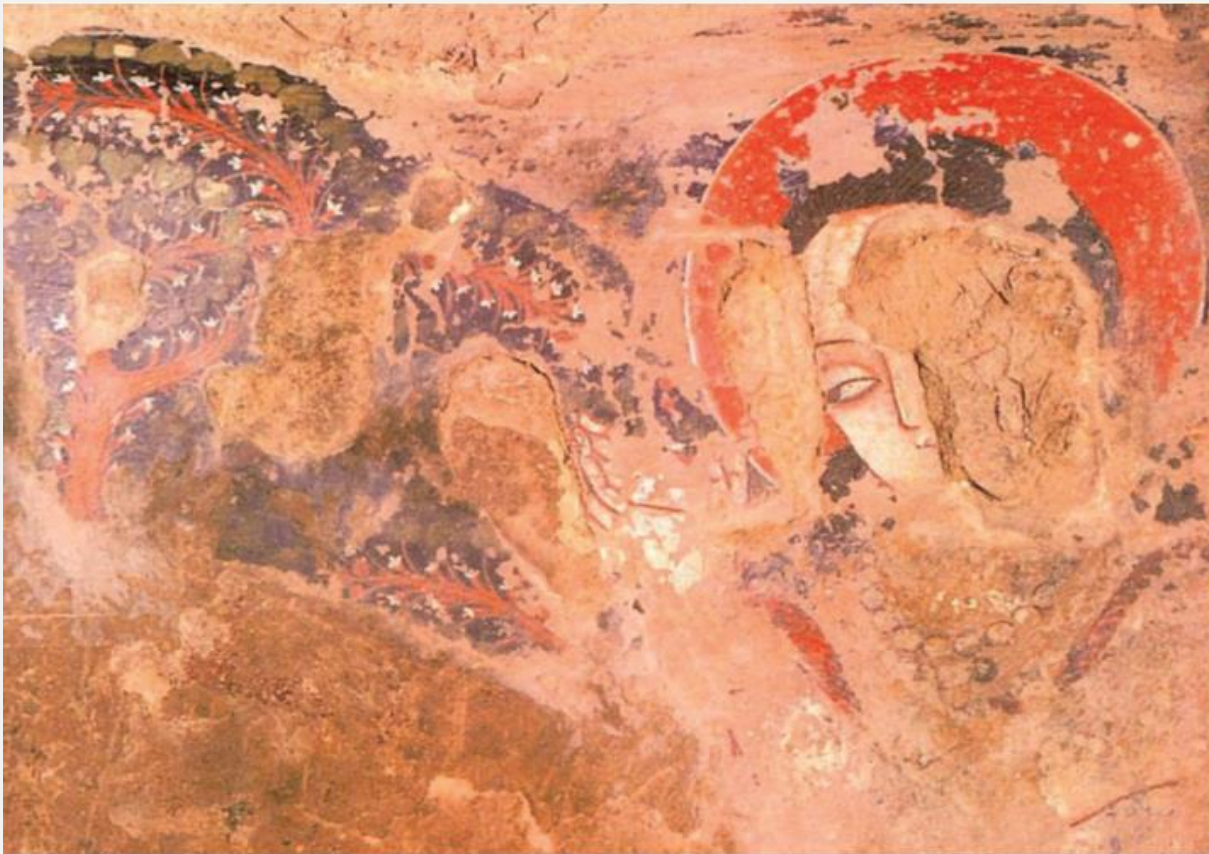
^{۷۶} روش نقاشی که در آن رنگ از تیره به روشن و یا روشن به تیره تغییر می‌کند.

^{۷۷} Laternendecke

طومارهای شاخدار (عربسک) را به اشتراک می‌گذارند که به برجستگی‌ها متصل شده‌اند و شبیه به طومارهای به اصطلاح اختاپوسی هستند. این سبک از طومارهای هشت پا که بر روی زمینه قرمز قرار گرفته و با گل‌های نیلوفر آبی در رنگ آمیزی گرادیان تزئین شده‌اند، یادآور تأثیر گوپتا هستند، همانطور که در نقاشی‌های دیواری در معبد جین سیتاناواشال⁷⁸ در تامیل نادو (قرن هفتم) و در مغاره ۲ مغاره-های آجاتا دیده می‌شود.



تصویر ۱۰۱۸: قطعه بازبایی شده نقاشی دیواری از مغاره S(a) حاشیه بین شکل‌ها با فویل قلع پوشانده شده است.



تصویر ۱۰۱۹: یک خدای درختی و بودیستوا در دیدار شرقی مغاره N(a) قبل از نابودی

Photo: K. Maeda, 1970s

⁷⁸ Sittannavāsāl



تصویر ۱.۲۰: بودای نشسته کشف شده در خلال مداخله حفاظتی در مغاره N(a).
Photo: H. Otake, courtesy of NRICPT, 2006



تصویر ۱.۲۱: نقش برجسته یک ردیف از پرندگان حمسا در مغاره 3-V موزه ملی هنرهای آسیایی گیومه
Photo: Y. Taniguchi, 2006



تصویر ۱۰۲۲: سر مردی با موهای خاکستری با ریش، مغاره N(a)
Photo: M. Momii, courtesy of NRICPT, 2016

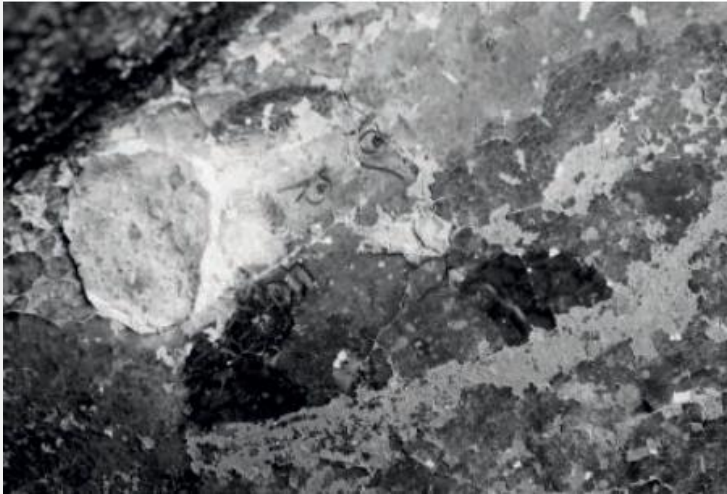
طرح طومار برگ‌دار و ردیف‌هایی از پرندگان حمسا^{۷۹} که در بالا توضیح داده شد، زمانی در مغاره‌های دیگر بامیان نیز یافت شده‌اند، اگرچه اکنون گم شده‌اند. مغاره ۵۳-۷، پیشروترین مغاره در دیوار شرقی در کنار پای غول بودای غربی، مغاره‌ای است به شکل مربع با سقف لترندیک، یک تنبور و یک قرنیز دارد. سپتوم^{۸۰} طاقچه سه لوبی تنبور زمانی با الگوی طومار مارپیچی سه بعدی از گچ خاکی پوشانده شده بود. کناره‌های تیرهای سقف نیز در ابتدا با ردیف‌هایی از پرندگان حمسا به صورت برجسته پوشیده شده بودند (Higuchi 1980: 79)، اما اکنون این پرندگان گم شده‌اند. قطعه‌ای از این مغاره با پرندگان حمسا که نوارهایی را بین منقار و طومارهای برگ‌دار نگه می‌داشتند، اکنون در موزه ملی هنرهای آسیایی گیمه (تصویر ۱۰۲۱) دیده می‌شود. مغاره F(a) دارای سقفی گنبدی شکل با طاقچه ای است که درست بر روی نقاشی‌های دیوار کناری آن قرار دارد. طاق طاقچه با الگوی طومار برگ‌دار مشابه و ردیفی از پرندگان که از گلها تغذیه می‌کردند تزئین شده بود (Higuchi 1980: 40). در حین کار حفاظتی، چندین مجسمه بر روی سقف مغاره N(a) یافت شد که جزئیات آن تاکنون گزارش نشده است. اینها شامل

نیمه راست سر مردی با موهای خاکستری با ریش بود (تصویر ۱۰۲۲). یک مرد طاس با

موهای خاکستری با بازوی راستش خم شده و با زاویه قائم به سمت بالا رانده شده است (تصویر ۱۰۲۳). مرد جوانی با بینی برجسته و چشمان درشت که زره فلس به تن دارد (تصویر ۱۰۲۴). زن جوانی که زینتی به شکل تاج با موهای بلند از هر دو شانه آویزان شده است (تصویر ۱۰۲۵) و دو پیشانی زن (تصویر ۱۰۲۶). معلوم نیست چه کسی این نمایندگی‌ها را درخواست کرده است که هر کدام فقط حدود ۲ سانتی متر است. این پیکره‌های کوچک در شکاف‌های بین بوداهای نشسته منظم نقاشی شده‌اند. به نظر می‌رسد که آنها بخشی از یک داستان هستند، اما ماهیت آن داستان هنوز مشخص نیست^{۸۱}.

⁷⁹ Hamsa birds
⁸⁰ Septum

^{۸۱} برخی از این تصاویر با استفاده از عکاسی مادون قرمز ثبت شده‌اند.



تصویر ۱.۲۳: مردی طاس با موهای خاکستری که بازوی راستش خم شده و به صورت زاویه قائم به سمت بالا دیده می‌شود. مغاره N(a).

Photo: M. Momii, courtesy of NRICPT, 2006



تصویر ۱.۲۵: زن جوانی که زینتی به شکل تاج با موهای بلند از هر دو شانه‌اش آویزان شده است، مغاره N(a).

Photo: M. Momii, courtesy of NRICPT, 2006



تصویر ۱.۲۴: مرد جوانی با بینی برجسته و جشمان درشت که زره فلس به تن دارد. IR image: Y. Taniguchi, courtesy of NRICPT, 2013



تصویر ۱.۲۶: تصویر دو مرد با موهای دم خرگوشی N(a). Photo: M. Momii, courtesy of NRICPT, 2006

به نظر می‌رسد نقاشی‌های دیواری فاز سوم جنبه‌های مختلفی را در هم می‌آمیزد، همانطور که در فاز دوم دیده می‌شود، اما فاقد خطوط خام یا سطوح ناهموار دیوار است. به طور کلی، آنها در حجم دهنده کوچکتر و مربع شکل قرار دارند. مغاره‌هایی با سقف لترنندیک مانند مغاره‌های S(a), N(a), L و F(c). این نقاشی‌های دیواری یک موتیف هزار بودا در رنگ‌های استادانه و دارای ویژگی‌های ماندالا مانند که گاهی اوقات به عنوان پروتوماندالاس شناخته می‌شوند (Klimburg-Salter 2003). همچنین، ورودی مغاره F(c) یک نقاشی از بودای پارینیروانا (خوابیده) قرار دارد. مغاره K3، با سقف طاق دار، ترکیب دایره‌ای بزرگی دارد که این دایره‌ای متشکل از شش بودای نشسته در اطراف یک بودیساتوا با دایره‌های

سبز و آبی متناوب در پس زمینه را نشان می‌دهد (تصویر ۱.۲۷). مانند مغاره E(e)، که مربع بوده و سقف گنبدی شکل دارد و ترکیب هزار بودا در اطراف تصویر بودیساتوا در حال چرخش است.



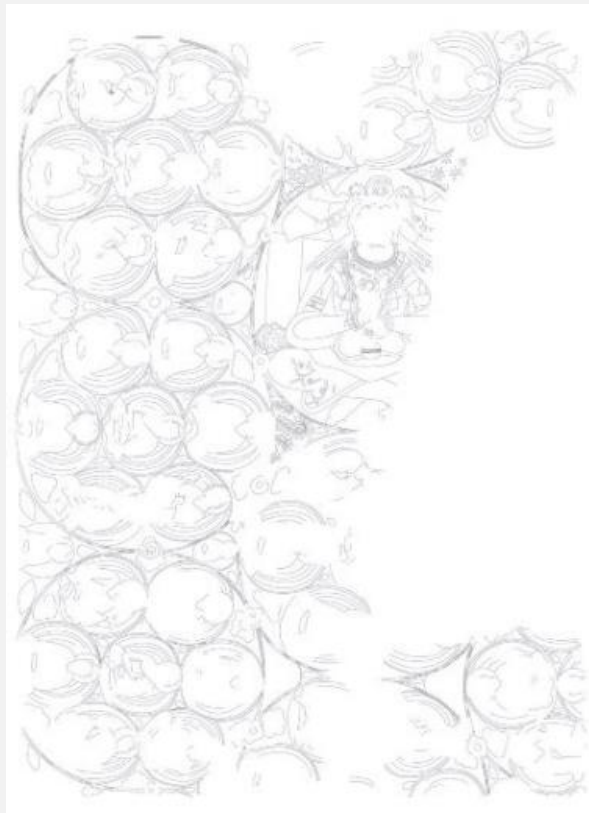
تصویر ۱.۲۷: ردیفی از بوداهای نشسته در سقف مغاره K 3.

Photo: F. Colombo, courtesy of NRICPT, 2006

تصویرهای ۱.۲۸ و ۱.۲۹ نقشه‌های خطی بر اساس سوابق مشاهدات میدانی و طرح‌های مربوط به سال ۲۰۰۶ هستند. سوابق اولیه توسط میکی آسو^{۸۲} ثبت شد. او همچنین نقشه‌های خط را به صورت دیجیتالی (با استفاده از Adobe Photoshop و Illustrator) پیکربندی کرد و در عین حال یک طرح رنگی را با در نظر گرفتن تغییر رنگ شناسایی شده در تجزیه و تحلیل علمی ایجاد کرد^{۸۳}. بوداهای نشسته از الگوی منظم آبی و سبز متناوب پیروی نمی‌کردند و آرایش سر و بدن این بوداها بر اساس سبز یا آبی بودن فضای داخلی تغییر می‌کرد. اگرچه گیاهان موجود در پس‌زمینه مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفتند، اما به نظر می‌رسد که طرح‌های رنگی مشابهی با نمونه‌ای از مغاره ۲۸۵ در مغاره‌های موگائو دارند، که با مخلوط کردن رنگ و نیلی از آبی کدر به سبز تغییر یافت (Takabayashi et al. 2008). نقاشی‌های دیواری فاز چهارم اساساً مشابه نقاشی‌های فاز سوم است. از مرحله سوم به بعد، آمیزه‌ای از سبک‌ها وجود دارد، اما به نظر می‌رسد تأثیر جهان هلنیستی کاهش می‌یابد و نسبت بیشتری از نقاشی‌های دیواری حاوی طومارهای برگ‌دار و ترکیب‌بندی‌های اولیه ماندالا هستند.

⁸² Miki Aso

⁸³ <https://www.pasco.co.jp/eng/>.



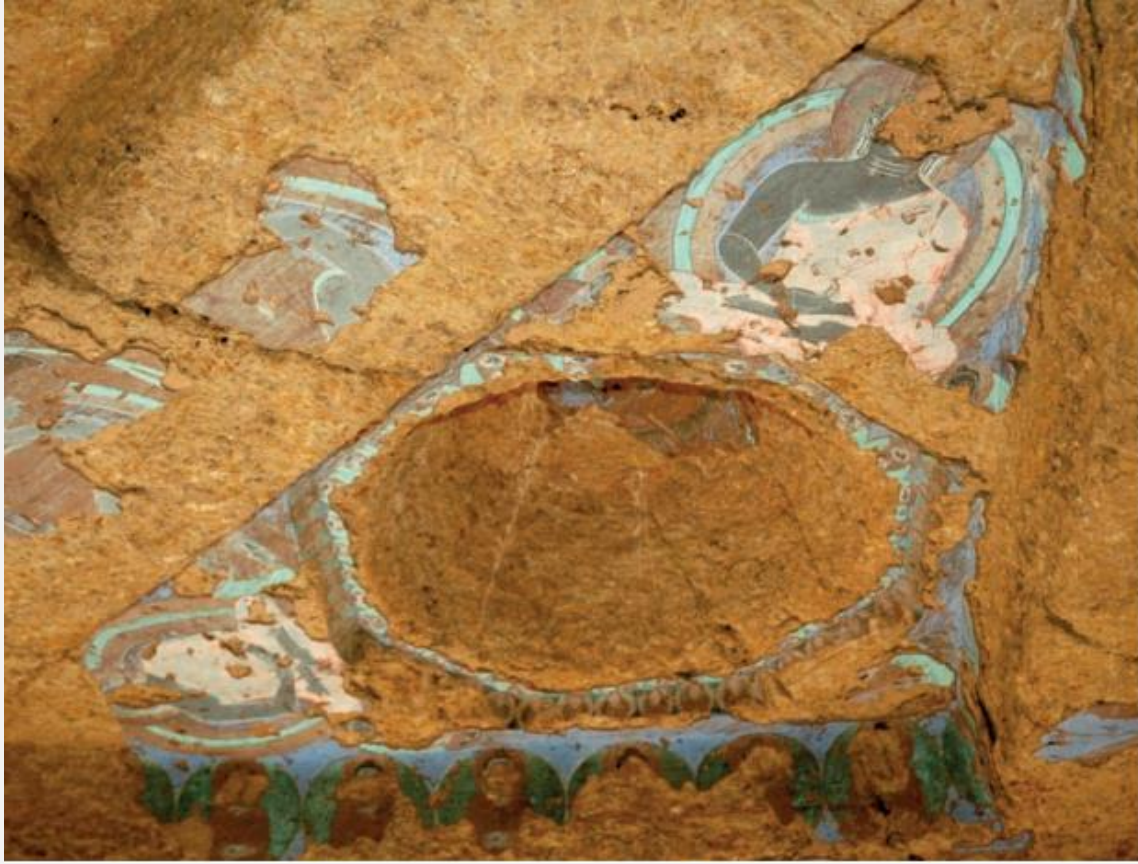
تصویر ۱.۲۹: طرح رنگ سقف طاقدار مغاره K بر اساس سوابق میدانی و طرح‌های یوکو تانیگوچی از سال ۲۰۱۶،
Line drawings: M. Aso, 2021



تصویر ۱.۲۹: طرح رنگ سقف طاقدار مغاره K بر اساس سوابق میدانی و طرح‌های یوکو تانیگوچی از سال ۲۰۱۶،
Line drawings: M. Aso, 2021

۱.۲.۳ نقاشی دیواری در مغاره‌های فولادی

تقریباً ۵۰ مغاره در دره فولادی وجود دارد که در حدود ۳ کیلومتری جنوب غربی صخره اصلی بامیان قرار دارد (نگاه کنید به تصویر ۱.۷). نقاشی‌های دیواری را می‌توان در مغاره‌های فولادی ۲، ۴، ۵ و ۶ مشاهده کرد که هر کدام با سقف‌ها و گنبد‌های لترندیک هستند. از آنجایی که شکاف‌های صخره‌های دره فولادی به فروریختن نقاشی‌های دیواری و آسیب به کف مغاره منجر شده است، ارزیابی وضعیت اولیه نقاشی‌های دیواری دشوار است. ترکیبات موجود در مغاره‌های فولادی معمولاً از یک بودای نشسته در مرکز گنبد، با چندین بودای نشسته و استوپا در یک الگوی متناوب در اطراف آن تشکیل شده است (تصویر ۱.۳۰). در مغاره فولادی ۴ در مرکز، گروهی از بوداهای نشسته در سقف گنبدی، تصویری از بودای تاج دار یا با جواهر وجود دارد. تاریخ گذاری رادیوکربن نشان می‌دهد که مغاره‌های دارای نقاشی دیواری نسبتاً دیر پدید آمده‌اند: دو مغاره مربوط به فاز دوم در اواسط قرن هفتم، مغاره‌های فولادی ۴ و ۶ مربوط به فاز سوم و اتاقک جلویی مغاره فولادی ۵ مربوط به فاز چهارم است.



تصویر ۱۰۳۰: ردیفی از بوداهای نشسته بر روی سقف طاقدار مربعی مغاره فولادی ۴

Photo: H. Otake, courtesy of NRICPT, 2006



تصویر ۱۰۳۱: نقوش هزار بودا در سقف مغاره فولادی ۶

نکته: فضای بین بوداها سیاه شده‌اند.

Photo: F. Colombo, courtesy of NRICPT, 2007

تفاوت‌های سبکی بین نقاشی‌های فاز دوم که در مغاره فولادی ۲ دیده می‌شود و بقیه که گمان می‌رود متأخر هستند، وجود ندارد. علاوه بر این، هر مغاره دارای پالت رنگ متمایز خود است. در مغاره فولادی ۴، زمینه سفید-سبز و آبی روشن است (فقط رنگ‌های سبز و قهوه‌ای نمایان است) و به نظر می‌رسد که پوست بودای نشسته به رنگ قهوه‌ای تیره درآمده است (تصویر ۱۰۳۱). در مغاره فولادی ۵، سقف با ماده سیاه دوده‌ای پوشانده شده است که نمای واضحی از نقاشی‌های دیواری را پنهان می‌کند، اما رنگ‌هایی از جمله سفید-سبز، آبی روشن و صورتی قابل مشاهده است. در مغاره فولادی ۶ بوداهای نشسته در آرایش ماندالا مانند در هر سطح از سقف قرار گرفته‌اند و طرح کلی رنگ سیاه و سفید به نظر می‌رسد (تصویر ۱۰۳۲). با این حال، مشاهدات نشان می‌دهد که این صرفاً سیاه شدن رنگ سبز است. درست در زیر سقف‌های مغاره فولادی ۴، الگویی شبیه به الگوی طومار برگ‌دار دیده می‌شود که در مغاره‌های بامیان $F(c)$ و $N(a)$ به ویژه با توجه به نحوه ترسیم خطوط و نحوه نشستن بوداها دیده می‌شوند.



تصویر ۱.۳۲: تصاویر بزرگ شده بوداهای مغاره فولادی ۶

Photo: H. Otake, courtesy of NRICPT, 2006

۱.۲.۴ نقاشی دیواری مغاره‌های ککرک

مغاره‌های ککرک در حدود ۳ کیلومتری جنوب شرقی صخره اصلی بامیان قرار دارند. آنها شامل یک طاقچه بزرگ بودایی و گروهی از حدود ۱۰۰ مغاره هستند (تصویر ۱.۸ را ببینید). با این حال، تنها چند مغاره به دلیل استفاده از روش‌های متفاوتی که در قرن‌های بعد از آنها استفاده می‌شد، به وضوح به عنوان معابد بودایی تعریف می‌شوند. علاوه بر این، رویدادهای اخیر - از جمله برداشتن آثار توسط یک تیم خارجی و تخریب در طول جنگ داخلی - باعث شده تا مغاره‌ها با نقاشی‌های دیواری کمی باقی مانده‌اند. سقف گنبد در مغاره ککرک ۴۳، که توسط یک سیاح فرانسوی برداشته شده است، یک بودیساتوا نشسته را نشان می‌دهد که با یک دایره دوتایی در مرکز آن احاطه شده است. ناحیه بیرونی گنبد یک ماندالا است که از هفت حلقه دایره‌ای تشکیل شده است که ۱۱ بودای نشسته در اطراف بودای نشسته قرار گرفته‌اند. همچنین یک شاه شکارگر با لباس در سبک ساسانی وجود دارد. بر اساس تاریخ‌گذاری رادیوکربن قطعات مغاره، این دیوار مانند دیوار نگاره‌های فولادی متعلق به فاز سوم است.

تصویر ۱.۳۳ یک قطعه از نقاشی دیواری ککرک را از یک مغاره ناشناخته نشان می‌دهد که در مجموعه موزه هنرهای ملی آسیایی گیمه نگهداری می‌شود. گروهی از بوداهای نشسته را نشان می‌دهد که به صورت دایره‌ای در کنار پس زمینه سبز قرار گرفته‌اند. آنها توسط هاله‌های نور تمام‌تنه^{۸۴}، نیلوفر آبی و گل‌ها و درختان با شاخه‌های قرمز که رنگ آنها از زرد به قرمز تغییر می‌کند احاطه شده‌اند. خطوط قرمز روپوش‌ها، رنگ‌های شیب‌دار در چهره‌ها، دقت قلم‌مو و خطوط سیم‌آهنی نشان می‌دهند که فنون نقاشی استفاده‌شده بسیار شبیه به نقاشی‌های دیواری در مغاره N(a) بوده است و حتی ممکن است از همین کارگاه نشأت گرفته باشند.^{۸۵} خطوط سخت و موازی کشیده شده و بدون خمش شبیه سیم آهنی هستند. نقاشی دیواری ککرک در فاز سوم انجام شده‌اند.

⁸⁴ Nimbi

⁸⁵ یکی از تکنیک‌های مشهود در هجده طرح کلی (Shi-ba-miao-fa) (Yamamoto 1883)، که در آن ژو لوجینگ از سلسله مینگ (۱۳۶۸-۱۶۴۴) نسل‌های نقاشی فیگور به ۱۸ دسته در انواع لباس‌های مورد استفاده به صورت متوالی را تقسیم کرد. به گفته لیدای مینگ‌هاو جی (نقاشی معروف در طول تاریخ)، یو-چاه‌آی سنگ اولین نقاش در سلسله تانگ (۶۱۸-۶۹۰) بود. (۷۰۵-۹۰۷) برای آوردن تکنیک‌های نقاشی غربی به دربار تانگ (ژانگ ۱۹۷۷). پدر Yu-ch'ih I-Sêng، Yu-ch'ih pa-chih-a، بومی خوتان، همچنین در سلسله سونی (۵۸۱-۶۱۸) نقاش بود. همانطور که در خط "سیم آهن" در معابد بودایی شهرهای بزرگ چین دیده می‌شود، او به پیشرفت تکنیک غربی استفاده از خطوط با ضخامت متفاوت برای ترسیم شکل‌ها کمک کرده است (Schafer 1963: 32).

۱.۲.۵ نقاشی دیواری در مغاره قول جلال

در سال ۲۰۰۵، یک مغاره جدید با نقاشی‌های دیواری بودایی در قول جلال، واقع در انتهای غربی دره بامیان در حدود ۶ کیلومتری غرب بودای غول پیکر غربی شناسایی شد (Iwai 2006a).

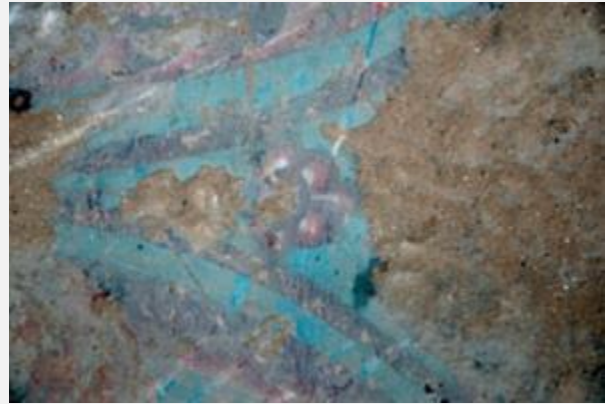


تصویر ۱.۳۴: تصویر دیواری بدست آمده مخدوش از مغاره نامعلوم ککرک، موزه ملی هنرهای آسیایی گیومه
Photo: courtesy of Musée national des arts asiatiques-Guimet (2008, cat. no. 284, p. 362)

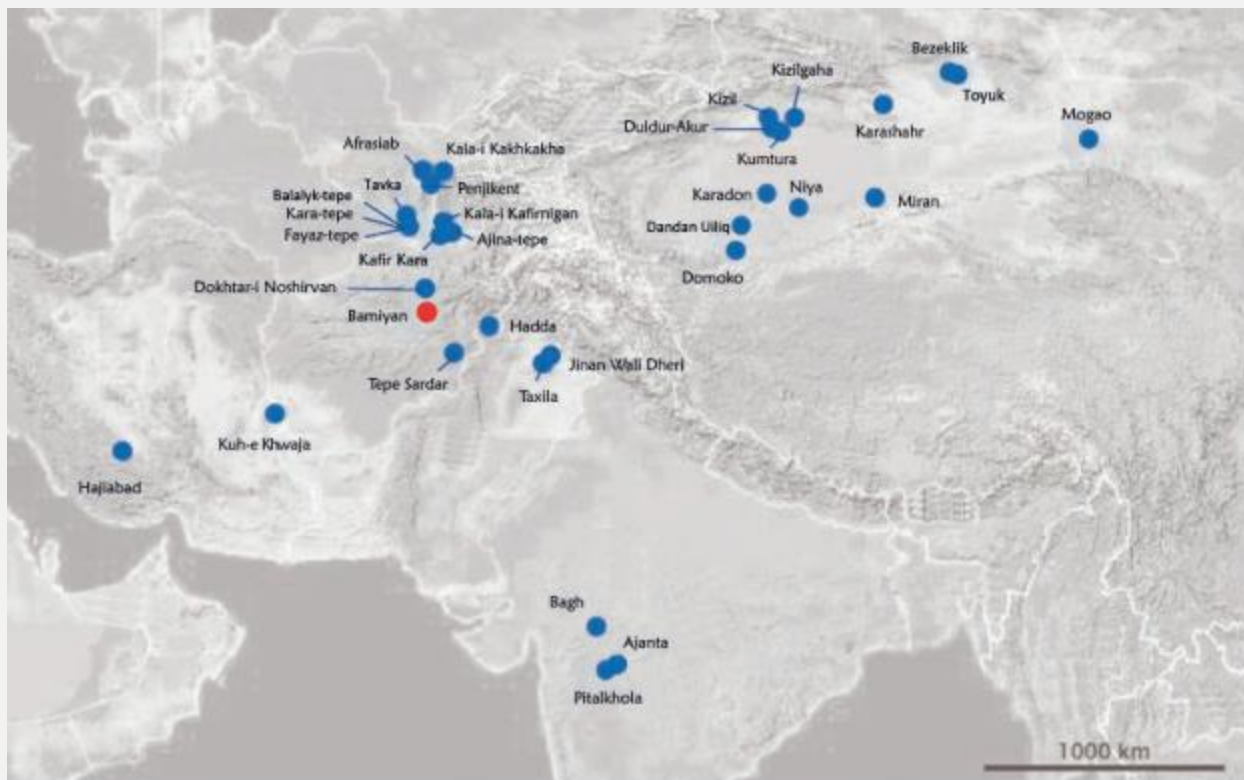
تقریباً ۵۰ تا ۶۰ مغاره که اکنون به عنوان سکونت مورد استفاده قرار می‌گیرند، بر روی صخره‌های قول جلال قرار دارند. گمان می‌رود مغاره با نقاشی‌های قول جلال در ابتدا شامل یک اتاق جلو و یک اتاق اصلی بوده است، اما اتاق جلوی آن اکنون فروریخته است. اتاقی که نقاشی‌های دیواری در آن قرار گرفته‌اند، کوچک و مربعی شکل هستند و بالای آن یک سقف لترندیک با گنبدی در مرکز آن قرار دارد که بسیار شبیه به مغاره‌های دره فولادی می‌باشد. قسمت اعظم سطح داخلی مغاره با مواد سیاه رنگ دوده مانند پوشیده شده است. در برخی قسمت‌ها گچ‌های خاکی ریزش کرده و نقاشی‌های دیواری را در وضعیت بدی قرار داده است. تصویر روی دیوار غربی یک نقاشی هزار بودای نشسته را نشان می‌دهد که توسط بودای نشسته کوچک‌تر احاطه شده و با قلم مویی ظریف در خطوط سیم آهنی، که برخی از آنها با نوارهای ظریف ورق طلا تزئین شده‌اند.



تصویر ۱.۳۵: بخشی از نقاشی دیواری مغاره قول جلال با موتیف مروارید ساسانی
Photo: S. Iwai, courtesy of NRICPT, 2005



تصویر ۱.۳۴: بخشی از نقاشی دیواری با نقش گل با استفاده از درجه بندی رنگ در مغاره قول جلال
Photo: S. Iwai, courtesy of NRICPT, 2005



تصویر ۱.۳۶: نقشه توزیع مکان‌های اصلی باستان‌شناسی و بودایی با نقاشی‌های دیواری به سبک سِکو بر روی دیوارهای خاکی (قرن دوم تا هشتم میلادی)

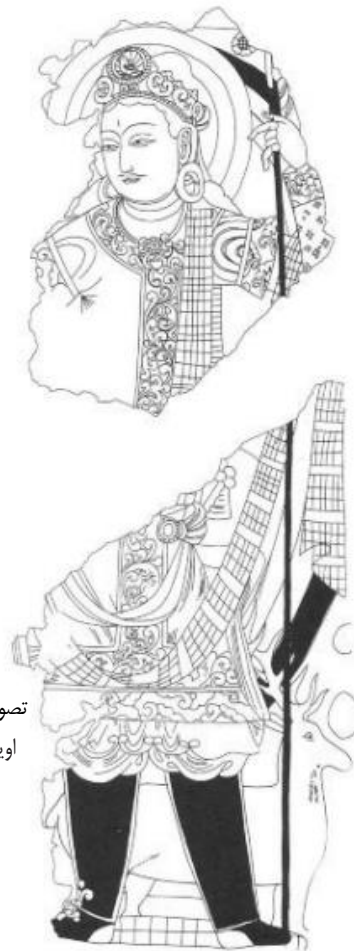
بدن بودا در شیب رنگ‌هایی که از قرمز به آبی تغییر می‌کند نقاشی شده است. در فضای بین هزار بودا طرح‌هایی از گل‌های نیلوفر آبی، همچنین در شیب قرمز به سفید (تصویر ۱.۳۴) وجود دارد. قسمت پایین دیوار با نوارهایی از نقوش مدالیون ساسانی نقطه گذاری شده است (تصویر ۱.۳۵). نمونه‌ای از این طرح شاخ و برگ مانند را می‌توان در سقف مغاره D مشاهده کرد. زیرا لایه زمینه نقاشی دیواری قول جلال بسیار نازک و حاوی کمی فیبر گاه می‌باشد. ما نتوانستیم نمونه‌های لازم را برای تاریخ گذاری رادیوکربن بدست آوریم. بنابراین تاریخ رادیوکربن نقاشی‌های قول جلال مشخص نیست. با این حال، اعتقاد بر این است که این نقاشی بر اساس ترکیب هزار بودا، استفاده از رنگ آمیزی گرادیان و قلم موی آن به فاز سوم یا چهارم تعلق دارد.

۱.۳ گاه‌نگاری نقاشی‌های دیواری بامیان و روابط آن‌ها با آثار همسایه

هنگامی که مغاره‌های بودایی در بامیان در حال ظهور بودند، صنعتگران تحت تأثیر جهان یونانی-رومی و سلسله ساسانی شروع به ساختن نقاشی‌های دیواری کردند، مانند آنهایی که در طاقچه اطراف بودای غول پیکر شرقی در مرحله اول قرار داشتند. نقاشی‌های دیواری مرحله دوم، از جمله آنهایی که در طاقچه اطراف بودای غول پیکر غربی قرار دارند، توسط صنعتگران مختلفی که تحت تأثیر مواد، روش‌ها و فنون سلسله گوپتا، گندهارا، ساسانیان، آسیای میانه و حوضه تاریخ قرار گرفته‌اند، نقاشی شده‌اند (تصویر ۱.۳۶). در قرن‌های هفتم و هشتم، نقوش یونانی-رومی که خدایان خورشید و شاهزادگان را در لباس‌های آسیای مرکزی نشان می‌دادند ناپدید شدند و بوداهای نشسته که با قلم‌موهای ظریف و رنگ‌های زنده نقاشی شده بودند، بسیار شبیه ماندالا، در سرتاسر بامیان و دره‌های اطراف ظاهر شدند. نقاشی‌های دیواری فولادی و ککرک شباهت‌هایی با



تصویر ۱.۳۷ (چپ) از نقاشی دیواری شکسته (02CDF1:001) از معبد یودایی دندان اویلیق، (بالا) یک طرح ترکیبی از تکه نقاشی دیواری و (پایین) و یک نقاشی در ضلع غربی دیوار جنوبی که ضربه‌های قلم موی سیمی آهنی را نشان می‌دهد (after Kojima et al. 2007: 295)



مغاره‌های بامیان B(d) و F(c) از مرحله سوم دارند، به ویژه در مورد ترکیب خطوط و بوداهای نشسته. تعیین اینکه صنعتگرانی که این نقاشی‌های دیواری ماندالا مانند را با قلم موی ظریف خلق کرده‌اند از کجا آمده‌اند، دشوار است زیرا هیچ پیوند واضحی وجود ندارد. با نگاهی گسترده‌تر، این یادآوری اهمیت بودیسم باطنی است که از قرن هفتم به بعد از طریق کشمیر و تبت معرفی شد. کنده کاری‌های سنگی و گچ بری در منطقه گندهارا در پاکستان امروزی رایج است، در حالی که نقاشی‌های دیواری کمتر رایج هستند: به

نظر می‌رسد تعداد کمی از آنها که پیدا شده نزدیک به فنون مورد استفاده در مغاره‌های آجاتا در هند در تکنیک سکو اجرا شده‌اند. به همین ترتیب نمونه‌های بسیار کمی از نقاشی دیواری در ایران وجود دارد. نقاشی ساسانی با خطوط سیاه قوی و خطوط دقیق مشخص می‌شود، اما اینها با نقاشی‌های دیواری بامیان که دارای خطوط سیم آهنی هستند، اشتراک چندانی ندارند. به نظر می‌رسد در نقاشی‌های دیواری ایرانی از تکنیک سکو و طیف محدودی از رنگ‌های خاکی مانند اخرا استفاده شده است. نقاشی‌های دیواری سغدی در بافت فرهنگی متفاوتی از آیین بودا تولید شده‌اند، بنابراین مقایسه مستقیم با نقاشی‌های دیواری بامیان باید با احتیاط انجام شود. با این حال، استفاده از نقوش ساسانی ایرانی، سیم‌کشی‌های آهنی، استفاده از گچ به‌عنوان زمینه سفید و استفاده از رنگ سیاه زیر لایه آبی لاجورد جنبه‌های مختلفی را نشان می‌دهند که یادآور فازهای اول و دوم دیوارنگاری‌های بامیان است (به فصل ۲ مراجعه کنید). تکنیک‌هایی مشابه تکنیک‌های به کار رفته در فازهای دوم تا چهارم بامیان (از قرن هفتم به بعد) را می‌توان در حوضه تاریخ یافت که در استفاده متداول از ضربات قلم مو با سیم آهن مشهود است. این تکنیک‌ها به‌ویژه در بناهای بودایی

در جاده تیانشان جنوبی و همچنین در نقاشی‌های دیواری اطراف کوچا از جمله آن‌هایی که در قزل، قزلگاها و سیمسیم هستند، برجسته هستند. نقاشی‌های دیواری در محوطه‌های دموکو^{۸۶} و دندان اوبلیق^{۸۷} در امتداد شاهراه جنوب غربی با فاز دوم تا چهارم بامیان اشتراکاتی دارند، مانند استفاده از رنگدانه‌های حاوی سرب، رنگ‌آمیزی گرادیان، خطوط سیم آهنی، الگوهای طومار برگ‌دار، و دیگر فنون نقوش. علاوه بر این، آثار اوئه‌ایه ای‌سنگ^{۸۸} نقاش قرن هفتم، به ویژه ضربات برجسته سیم آهنی او، نیز در اینجا شناخته شده است. این امکان وجود دارد که نقاشی‌های دیواری در محوطه دندان اوبلیق و جاهای دیگر، منعکس کننده فنون رنگ آمیزی مشخصه منطقه حوضه تاریم، مانند آنچه در مکتب اوئه‌ایه ای‌سنگ است باشند (تصویر ۱.۳۷). نقاشی‌های دیواری اطراف ختن در کنار گذرگاه جنوب غربی، کلیدی برای شناسایی ریشه‌های سبک سیم‌آهنی قابل مشاهده در نقاشی‌های دیواری بامیان و همچنین پیوندهایی بین فنون ایرانی ساسانی، بودایی کشمیری، بودایی تبتی و پسا گوپتا است. به طور خاص، به نظر می‌رسد بودیسم کشمیری و بودیسم تبتی عناصر باطنی مشترکی دارند که ممکن است نقاشی‌های دیواری بامیان را از مرحله دوم به بعد، به ویژه با توجه به نقاشی‌های دیواری مرحله سوم، تحت تأثیر قرار داده باشد.

۱.۴ سابقه تحقیقات در مورد مواد فنی و مشکلات

۱.۴.۱ نقاشی‌های دیواری حذف شده توسط هیئت‌های (قدرت‌های) بزرگ آسیای مرکزی

۱.۴.۱.۱ نقاشی‌های دیواری حذف شده توسط هیئت‌های آسیای مرکزی

تاریخچه تحقیق در مورد فنون نقاشی دیواری آسیای مرکزی با اعزام‌های به‌اصطلاح قدرت‌های بزرگ یا کشورهای امپریالیستی از اواسط تا اواخر قرن نوزدهم به آسیای مرکزی آغاز می‌شود. جداول ۱.۳ و ۱-۴ نتایج تجزیه و تحلیل‌های معرف رنگدانه‌های نقاشی دیواری آسیای مرکزی را که توسط محققان کشورهای مختلف انجام شده است، فهرست می‌کنند.

از اواخر قرن نوزدهم تا اوایل قرن بیستم، رقابت امپریالیستی بین بریتانیا و روسیه به بررسی‌های جغرافیایی و نظامی تحت حمایت دولت در سراسر آسیای مرکزی و اطراف حوضه تاریم انجام گرفت. در طول این بررسی‌ها، چندین اکتشاف مهم باستان‌شناسی و تاریخی انجام شد که منجر به اعزام هیئت‌های علمی سازماندهی شده با حمایت دولت‌های ایالتی و موزه‌های آنها صورت گرفت. از جمله کاوشگران برجسته می‌توان به سون آندرس هدین^{۸۹} (سوئد)، آلبرت گرونودل^{۹۰} (آلمان)، آلبرت فون لو کوک^{۹۱} (آلمان)، سر مارک اورل اشتاین^{۹۲} (بریتانیا)، پل اوژن پلیو^{۹۳} (فرانسه) و سرگئی فتودوروویچ اولدنبرگ^{۹۴} (روسیه) اشاره کرد. هیئت اوتانی^{۹۵} توسط اوتانی کوزوی^{۹۶} (ژاپن) و دیگران از فرقه اوتانی جودو شینشو^{۹۷} (همچنین به عنوان فرقه شین بودیسم/فرقه سرزمین خالص واقعی نیز شناخته می‌شود). بسیاری از مکان‌های اصلی در امتداد جاده ابریشم - مانند بامیان، دون‌هوانگ، ختن، ترفان، مغاره‌های هزار بودا، بزکلیک هزار بودا و مغاره‌های موگائو - در این دوره کاوش شدند. رقابت برای خرید میراث فرهنگی شدید بود، به طوری که اولین کسانی که وارد شدند اغلب مدعی نقاشی‌های دیواری و مجسمه‌های گلی بودند. این اکتشافات آسیای مرکزی منجر به غارت طیف گسترده‌ای از مواد، از جمله نوشته‌های مقدس، منسوجات و مصنوعات مانند نقاشی‌های دیواری، که بسیاری از آنها از آن زمان در موزه ملی دهلی نو، موزه دولتی ارمیتاژ سنت پترزبورگ، موزه ملی هنرهای آسیایی-گیمه، پاریس، موزه ملی توکیو، موزه ملی کره، موزه هنر آسیایی، موزه‌های دولتی برلین و موزه ریوکوکو، کیوتو و غیره نگهداری می‌شوند. اکثر قطعات نقاشی دیواری بامیان در موزه ملی هنرهای آسیایی-گیمه و موزه ملی افغانستان در کابل نگهداری می‌شوند. ۱۰۲ قطعه و مجسمه که توسط پروفیسور ایکو هیرایاما^{۹۸} خریداری شده و تحت کمیته حفاظت از اموال فرهنگی آواره ژاپن محافظت می‌شدند، در سال ۲۰۱۵ به موزه ملی بازگردانده شدند. این اشیاء از موزه و مکان‌های باستان‌شناسی

⁸⁶ Domoko

⁸⁷ Dandan Oilik

⁸⁸ Yü-eh'ih I-sêng

⁸⁹ Sven Anders Hedin

⁹⁰ Albert Grünwedel

⁹¹ Albert von Le Coq

⁹² Sir Marc Aurel Stein

⁹³ Paul Eugène Pelliot

⁹⁴ Sergey Fyodorovich Oldenburg

⁹⁵ Otani Expedition

⁹⁶ Otani Kozui

⁹⁷ Jōdo Shinshū

⁹⁸ Ikuo Hirayama

مانند بامیان به سرقت رفته بودند. این قطعات از نقاشی‌های دیواری در محوطه‌های بامیان و فولادی بریده شدند و در دهه ۲۰۰۰ به دلان عتیقه در خارج از کشور عمدتاً به دلیل وخامت اوضاع امنیتی افغانستان در آن زمان فروخته شدند. تکه‌هایی از نقاشی‌های دیواری نیز در طی بررسی بامیان بنجامین رولند^{۹۹} در سال ۱۹۳۶ جمع‌آوری شد.

مطالعات قبلی در مورد مواد مورد استفاده در نقاشی‌های دیواری به طور کلی بر روی رنگدانه‌های معدنی متمرکز شده است. تاریخچه تحقیقات رنگدانه به اولین بررسی‌های علمی آن در دهه ۱۹۳۰ برمی‌گردد، با مطالعه موادی که رولند از بامیان و مغاره‌های قزل آورده بود (Gettens 1938a,b). با این حال، غیر از اینها، تجزیه و تحلیل علمی کمی از مواد وجود دارد، احتمالاً به دلیل این واقعیت است که در آن زمان، تکه‌های نقاشی دیواری به موزه‌ها و گالری‌های هنری بازگردانده می‌شدند، اما اغلب نادیده گرفته شده و بدون مراقبت رها می‌شدند. در نتیجه، جدای از فقدان هر شکلی از سازمان، غیبت کلی از سوابق مربوط به منشاء قطعات و سایر داده‌ها وجود داشت.

۱.۴.۱.۲ بررسی مواد دانشگاه هاروارد از قطعات نقاشی دیواری بامیان و مغاره‌های قزل

در سال ۱۹۳۶، تیمی از دانشگاه هاروارد به رهبری بنجامین رولند و جانسون تاونشند^{۱۰۰} یک بررسی عکاسی از دره بامیان انجام دادند و شمایل‌نگاری موجود در نقاشی‌های سقفی بودای غول‌پیکر شرقی را تفسیر کردند. در مجموع، ۱۳ نمونه از مغاره‌های اطراف بودای غول‌پیکر شرقی گرفته شد که عبارت بودند از: ۴ نمونه از مغاره B، ۱ مورد از مغاره B-1، ۶ نمونه از مغاره C و ۲ نمونه از مغاره G. این نمونه‌ها سپس به موزه هنر فوگ^{۱۰۱} در هاروارد منتقل شدند. مطالعه نخست رنگدانه‌ها و پیوند دهنده‌ها توسط رادرفورد جی و گتنز^{۱۰۲} انجام شد: به گفته گتنز یکی از اولین تحلیل‌های علمی مواد مورد استفاده در نقاشی‌های دیواری بامیان نقاشی‌های دیواری شامل یک رنگ خاکی با الیاف آلی، یک لایه زمینه سفید ساخته شده از گچ و یک لایه رنگ بود (Gettens 1938a). پس از خیساندن نمونه در آب و مشاهده آن در حالت متورم زیر میکروسکوپ، متوجه شد که چسب حیوانی به عنوان پیونده دهنده آن، همانطور که به طور سنتی در آسیا دیده می‌شود، عمل می‌کند. گتنز برای رنگدانه‌های خود مینیوم (اکسید سرب)، اخر قرمز، اخر زرد، اولترامارین طبیعی (لاجورد)، زغال سیاه و کریزوکولا (فیلولسیلیکات مس هیدراته، رنگدانه سبز بر پایه مس) را شناسایی کرد. او همچنین لایه‌ای از سیاه زغالی مخلوط با گچ با ضخامت مشابه را در زیر لایه‌های اولترامارین طبیعی ثبت کرد.

علاوه بر این، موزه هنر فوگ چند قطعه نقاشی دیواری را از مغاره‌های قزل را خریداری کرد که توسط لو کوک در سال ۱۹۲۶ آورده شده بود. رولند ارتباطی بین رنگ و سبک نقاشی‌های دیواری از اطراف حوضه تاریخیم (قزل) با نقاشی‌های افغانستان (بامیان) یافت (Rowland 1938b). گتنز (۱۹۳۸b) با استفاده از همین نمونه‌ها، مطالعه تطبیقی مواد و فنون نقاشی را انجام داد که نشان داد نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های قزل یک لایه تشکیل شده از خاک رس با الیاف آلی، یک لایه زمینه سفید ساخته شده از گچ، و لایه‌هایی از رنگ با چسب حیوانی که به عنوان پیوند دهنده عمل می‌کند. گتنز همچنین مواد کانی شناسی را با استفاده از میکروسکوپ نور پلاریزه (PLM) و تجزیه و تحلیل مرطوب مشاهده کرد، که نشان داد رنگ سبز سیلیکات، احتمالاً کریزوکولا است. رنگ آبی به طور مصنوعی لاجورد تصفیه شده بود. و رنگ قرمز اخر قرمز و سرب قرمز سیاه (مینیوم) بود.

⁹⁹ Benjamin Rowland

¹⁰⁰ Johnson Townshend

¹⁰¹ Fogg Art Museum

¹⁰² Rutherford J & Gettens

جدول ۱۰۳: نتایج بدست آمده از رنگ دانه‌های نقاشی دیواری در آسیای مرکزی (۱)

رنگ‌های قرمز			رنگ‌های زرد			رنگ‌های سفید						محوطه		مکان			
شنگرف / سرخابی	سرب قرمز	هماتیت	نار هندی	زرد نارنجی	کانولینیت	مکا	مکا	سیروسیت کونویت	کلسیت	گچ / آندیریت	وارن گنتز تا کاپاشی	موگانو (مغاره ۲۸۵)	موگانو (مغاره‌های ۲۲۰، ۲۵۷، ۲۲۳)	گانسو			
شنگرف / سرخابی					گانسو												
شنگرف / سرخابی					گانسو												
شنگرف / سرخابی	سرب قرمز	اکسید آهن			Mg Al, Ca, K, Si,					گچ / آندیریت	دو آنگ و همکاران	موگانو	گانسو				
شنگرف / سرخابی	گانسو																
شنگرف / سرخابی	سرب قرمز	اکسید آهن			کانولینیت	طلق				گچ / آندیریت	لی		گانسو				
	اخرای قرمز	سرب قرمز								گچ / آندیریت	ریدر	سنگیم اغیز	ترفان				
شنگرف / سرخابی	اخرای قرمز	سرب قرمز	زرد نارنجی							گچ / آندیریت	ریدر	ترفان	ترفان				
شنگرف / سرخابی	اخرای قرمز	سرب قرمز						سفیداب سرب		گچ	گایولا	بز کلک	ترفان				
شنگرف / سرخابی	اخرای قرمز	سرب قرمز	ماسیکو	زرد نارنجی	زرد اخرا					گچ / آندیریت	ریدر	بز کلک	ترفان				
	اخرای قرمز	سرب قرمز								گچ / آندیریت	لی	بز کلک	ترفان				
شنگرف / سرخابی	اخرای قرمز	سرب قرمز	ماسیکو	زرد اخرا				سفیداب سرب		گچ / آندیریت	ریدر	چوت شو	ترفان				
شنگرف / سرخابی										گچ / آندیریت	ریدر	مور توک	ترفان				
شنگرف / سرخابی	اخرای قرمز	سرب قرمز		زرد اخرا				سفیداب سرب		گچ / آندیریت	ریدر	شور چوک	کارا شار				
شنگرف / سرخابی	هماتیت	سرب قرمز			کوارتز				کلسیت	گچ / آندیریت	لی	قرل	کوچا				
														گچ / آندیریت	موزه ارمیتاژ	قرل	کوچا
														گچ	گیتنر	قرل	کوچا
														گچ / آندیریت	ریدر	قرل	کوچا
شنگرف / سرخابی	اخرای قرمز	سرب قرمز	ماسیکو	زرد نارنجی	زرد اخرا			سفیداب سرب		گچ / آندیریت	ریدر	کوموترا	کوچا				
شنگرف / سرخابی	اخرای قرمز	سرب قرمز	ماسیکو							گچ / آندیریت	ریدر	سیمسیم	کوچا				
شنگرف / سرخابی	اخرای قرمز	سرب قرمز						سفیداب سرب		گچ	چرچ	دولدور آکور	کوچا				
	هماتیت									گچ	ریدر	میران	ختن				
شنگرف / سرخابی	اخرای قرمز	سرب قرمز		زرد اخرا						گچ / آندیریت	ریدر	تومخوک	کاشغر				
شنگرف / سرخابی	سرب قرمز		لینارژ (مرداسنگ)	زرد اخرا							موزه ارمیتاژ	پکچگنت	تاجیکستان				
	اخرای قرمز									گچ	موزه ارمیتاژ		تاجیکستان				
	اخرای قرمز		لینارژ (مرداسنگ)	زرد نارنج				اهگ + qz		گچ	موزه ارمیتاژ		تاجیکستان				
	سرب قرمز										موزه ارمیتاژ	ککوک	افغانستان				
	سرب قرمز			زرد اخرا						گچ	موزه ارمیتاژ	بامیان	افغانستان				
	سرب قرمز			زرد اخرا						گچ	گیتنر	بامیان	افغانستان				
شنگرف / سرخابی	سرب قرمز			زرد نارنج						گچ	موزه ارمیتاژ	افراسیاب	زبکستان				
	هماتیت								اهگ		موزه ارمیتاژ	ارکورگان	زبکستان				
	اخرای قرمز			زرد اخرا	کانولینیت				اهگ	گچ	گوش	آجاتا	هند				
شنگرف	سرب قرمز		لینارژ (مرداسنگ)	زرد نارنج	کانولینیت		سفیداب سرب		اهگ؟		ICR	آجاتا (مغاره ۱۷)	هند				
	اخرای قرمز			زرد اخرا					اهگ		پاراماسیوان	سیتانوااسال	هند				

جدول ۱.۴: نتایج بدست آمده از رنگ دانه‌های نقاشی دیواری در آسیای مرکزی (۲)

هر نتیجه تحلیلی به صورت یکنواخت کردن سبک ارائه (نام معدنی، نام رنگ دانه) نشان داده شده است. هر یک از داده‌ها بر گرفته از

(Grav 1959), Gettens 1938a; b, Takabavashi et al. 2007, Quang, et al. 1987, Li 2005, Church 1921, Gairola 1960, Ghosh 1967, and Paramansivan 1938 Hermitage Museum data (Kossolapoveta/ 1999), Riederer 1977, Warner from

می‌باشند

مکان	محوطه		آنالیز توسط		رنگ‌های آبی	رنگ‌های سبز	رنگ‌های سیاه
	گانسو	گانسو	گانسو	گانسو			
گانسو	موگائو	موگائو	وارنر	لاچورد	آزولیت	مالاکیت	کرین سیاه
گانسو	موگائو (مغاره ۲۸۵)	موگائو (مغاره‌های ۲۵۷، ۲۲۲، ۲۲۰)	گنتز	لاچورد	نیلی	مالاکیت	کرین سیاه
گانسو	موگائو	موگائو	تاکابایاشی	لاچورد	آزولیت	رنگ دانه حاوی مس	کرین سیاه
گانسو	موگائو	موگائو	دو آنگ و همکاران	لاچورد	مالاکیت / آزولیت	آتاکامیت	کرین سیاه
گانسو	لی	لی	لی	لاچورد	مالاکیت / آزولیت	آتاکامیت	مگنتیت
ترفان	سنگیم اغیز	سنگیم اغیز	ریدر	لاچورد/ نیلی	نیلی	مالاکیت	کرین سیاه
ترفان	ترفان	ترفان	ریدر	نیلی	نیلی	مالاکیت	سیاه روشن
ترفان	بز کلک	بز کلک	گایرولا	لاچورد	آزولیت	آتاکامیت	کرین سیاه
ترفان	بز کلک	بز کلک	ریدر	لاچورد	آزولیت	آتاکامیت	کرین سیاه
ترفان	بز کلک	بز کلک	لی	لاچورد	آزولیت	آتاکامیت	کرین سیاه
ترفان	چوت شو	چوت شو	ریدر	لاچورد	آزولیت	مالاکیت	کرین سیاه
ترفان	مور توک	مور توک	ریدر	لاچورد	نیلی	آتاکامیت	کرین سیاه
کارا شار	شور چوک	شور چوک	ریدر	لاچورد	نیلی	آتاکامیت	کرین سیاه
کوچا	قزل	قزل	لی	لاچورد	آزولیت	آتاکامیت	کرین سیاه
کوچا	قزل	قزل	موزه ارمتاژ	لاچورد	آزولیت	آتاکامیت	کرین سیاه
کوچا	قزل	قزل	گیتنر	لاچورد	آزولیت	کریزوکول	کرین سیاه
کوچا	قزل	قزل	ریدر	لاچورد	آزولیت	کریزوکول	سیاه ذغالی
کوچا	کوموترا	کوموترا	ریدر	لاچورد	آزولیت	مالاکیت	سیاه ذغالی
کوچا	سیمسیم	سیمسیم	ریدر	لاچورد	آزولیت	آتاکامیت	کرین سیاه
کوچا	دولدور آکور	دولدور آکور	چرچ	لاچورد	آزولیت	محلول آب/ محلول مس	کرین سیاه/ خاکستر گیاه
ختن	میران	میران	ریدر	لاچورد	آزولیت	مالاکیت	سیاه روشن
کاشغر	تومخوک	تومخوک	ریدر	لاچورد	آزولیت	آتاکامیت	کرین سیاه
تاجیکستان	پنجگت	پنجگت	موزه ارمتاژ	لاچورد	سبز زمینه (سلادونیت)	سبز زمینه (سلادونیت)	کرین سیاه
تاجیکستان	پنجگت	پنجگت	موزه ارمتاژ	لاچورد	مالاکیت	مالاکیت	تئوریت
تاجیکستان	پنجگت	پنجگت	موزه ارمتاژ	لاچورد	مالاکیت	مالاکیت	مگنتیت
افغانستان	ککوک	ککوک	موزه ارمتاژ	لاچورد	پاراآتاکامیت	پاراآتاکامیت	کرین سیاه
افغانستان	بامیان	بامیان	موزه ارمتاژ	لاچورد	پاراآتاکامیت	پاراآتاکامیت	کرین سیاه
افغانستان	بامیان	بامیان	گیتنر	لاچورد	کریزوکول	کریزوکول	کرین سیاه (خاکستر گیاه)
زبکستان	افراسیاب	افراسیاب	موزه ارمتاژ	لاچورد	کریزوکول	کریزوکول	کرین سیاه
زبکستان	ارکورگان	ارکورگان	موزه ارمتاژ	لاچورد	کریزوکول	کریزوکول	کرین سیاه
هند	آجاتا	آجاتا	گوش	لاچورد	سبز زمینه (کلوکونیت)	سبز زمینه (کلوکونیت)	کرین سیاه
هند	آجاتا (مغاره ۱۷)	آجاتا (مغاره ۱۷)	ICR	لاچورد	سبز زمینه	سبز زمینه	کرین سیاه
هند	سیتانواسال	سیتانواسال	پاراماسیوان	لاچورد	سبز زمینه	سبز زمینه	کرین سیاه

جدول ۱.۵: نتایج بدست آمده ریدرر (۱۹۷۷) اصلاح شده توسط ویگناتو و هیاما (۲۰۰۲: ۲۸۷ جدول ۲)

سیک	اسم مغاره	نام آلمانی	تعداد موجودی	سفیدها	قرمزها	ابیها	سبزهها	زردها
A	۷۷ مجسمه	Statuenhohle	1118184	گچ / آندیریت	اخرای قرمز		آتاکامیت	
	۷۷ نقاشی دیواری	Statuenhohle	1118838, 8839, 8840, 8841 a, 8842	گچ / آندیریت	اخرای قرمز		آتاکامیت	ماسیکو
	۸۴	Schatzhohle C	1118444, 8444 b, 8444 c	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	زرد اخرا / ماسیکو
	۱۸۸	Hippokampenhohle	1118412	گچ / آندیریت	اخرای قرمز		آتاکامیت	ماسیکو
	۱۲۹	Kleine Kuppelhohle	1119277	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو
	۲۰۷	Malerhohle	1118690a, 9148, 9148 b	گچ / آندیریت	اخرای قرمز		آتاکامیت / کریزوکولا	ماسیکو
	۲۱۲	Seefahrerhohle	1118398, 8399, 8401	گچ / آندیریت	اخرای قرمز		آتاکامیت	زرد اخرا
	جنوب کوموترا مغاره ۲۲	2. Mittlere Schlucht 2. Kuppelhohle	1119053	گچ / آندیریت	اخرای قرمز		آتاکامیت	زرد اخرا / ماسیکو
ترکیبی از A و B	۶۷	Rotkuppelhohle	1118403	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت / کریزوکولا	
B	۸	Hohle mit den 16 Schwertragnern	III 8691	گچ / آندیریت		لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو
	۱۲	5. Hohle neben Sechzehnschwerttra ger	1118859, 8373a, 8373b*	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو
	۱۱۴	Hohle milder Gebermuhle	1119084, 9103, 9140 b	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو
	۱۲۳	Hohle mie den ringtragenden Tauben	1119066	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو
	۱۷۱	Hohle Ober den Kassettenhohlen	III 8420, 8891	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو
	۱۸۴	Drittletzte Hohle	1118372 b	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو
	۱۸۸	Dritte Hohle	1119030	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو
	۱۹۸	Teufelshohle C	1118428 a	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو
	۱۹۹	Teufelshohle A	1118431, 8432	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو
	۲۱۹	Ajatasatenhohle	1118885	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو
	۲۲۴	Mayahthle	1118836, 8861, 8864, 8879, 9075	گچ / آندیریت	اخرای قرمز	لاجورد	آتاکامیت	ماسیکو

برای شناسایی قطعات 1118859, 8373a, 8373b به عنوان تکه‌های جدا شده از مغاره ۱۲ قزل به آخرین مطالعات کنجراک ناگل (۲۰۲۰) مراجعه نمایید.

برخی از داده‌ها که در متن ریدرر ذکر شده بودند که مطابق آخرین وضعیت تحقیق تصحیح شده‌اند. همچنین داده‌های مغاره‌ها در این جدول نشان داده شده است که منشأ دقیق آنها مشخص. شناسایی و با قطعیت مربوط به استول‌های A و B هستند. باید اضافه کنیم که تصحیح این جدول ریدرر توسط ساتومی هیاما انجام شد.

در دهه ۱۹۹۰، موسسه حفاظت از آکادمی دون هوانگ در چین گزارش داد که تمام رنگ سبز در مغاره‌های قزل آتاکامیت ($\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$) بود و نه کریزوکولا (Su et al. 2003). گتنز نه تنها به عدم وجود ورمیلیون، مالاکیت و آزوریت در رنگدانه‌های بامیان، بلکه از استفاده گسترده از لاجورد نیز اشاره ویژه‌ای کرد. با این حال، از آنجایی که نمونه‌هایی که توسط تیم هاروارد بازگردانده شده‌اند، فقط از اطراف بودای غول‌پیکر شرقی آمده است، می‌توان استنباط کرد که آنها نقاشی‌های دیواری از بامیان را به عنوان یک کل نشان می‌دهند.

در سال ۱۹۶۰، کازوو یاماساکی^{۱۰۳} از دانشگاه ناگویا مقاله‌ای منتشر کرد که یافته‌های گتنز و تحلیل خود او از قطعات نقاشی دیواری از قزل و بزکلیک را در کنار نقاشی‌های دیواری از تالار اصلی (کوندو) معبد هوریوجی ژاپن خلاصه کرد (Yamasaki 1960). تجزیه و تحلیل یاماساکی از تکه‌های دیواری هیئت اوتانی و لو کوک و همچنین قطعاتی که نامبو اگامی از چینگ لینگ^{۱۰۴} (مقبره‌های امپراتوری قرن یازدهم در شرق مغولستان) آورده بود، استفاده کرد. این تجزیه و تحلیل نشان داد که رنگدانه‌های نقاشی دیواری قزل شبیه رنگ‌های ارائه شده توسط گتنز است. یاماساکی دو نوع نقاشی دیواری بزکلیک را شناسایی کرد: آنهایی که دارای گچ به عنوان زمینه لایه و آنهایی که با آهک هستند. نتایج تحلیل گتنز از نقاشی‌های دیواری قزل و بامیان مدت‌ها تصور می‌شد که نماینده مصالح دیوار در آسیای مرکزی است.

۱.۴.۱.۳ تجزیه و تحلیل ریدرر^{۱۰۵} از رنگدانه‌ها در نقاشی‌های دیواری از موزه هنر آسیایی، مجموعه موزه دولتی برلین که از حوضه تاریخ و اطراف آن سرچشمه می‌گیرد.

موزه هنر هند (موزه هنر آسیایی، موزه‌های دولتی برلین) مجموعه‌ای از آثار باستان‌شناسی و قطعات دیواری از مکان‌های اطراف حوضه تاریخ، از جمله قزل، کومتورا، بزکلیک، خوچو، سیمسیم و تومشوک را در خود جای داده است. اینها توسط چهار سفر آلمانی به آسیای مرکزی بین سالهای ۱۹۰۲ و ۱۹۱۴ به رهبری گرونودل^{۱۰۶}، لو کوک و والدشمیت^{۱۰۷} به دست آمدند. به طور خاص، قطعات دیوار به دست آمده از مغاره‌های قزل در مقیاس و کمیت بزرگ بود. حدود ۸۰ قطعه نقاشی دیواری و مجسمه‌های گلی نقاشی شده از محوطه‌های حوضه تاریخ توسط جوزف ریدرر در دهه ۱۹۷۰ مورد تجزیه و تحلیل شیمیایی قرار گرفت (Riederer 1977) (جدول ۱.۵).

ریدرر عمدتاً رنگدانه‌های معدنی و آلی را با استفاده از PLM روی ذرات رنگدانه، میکروسکوپ بر روی مقاطع، آنالیز عنصری با طیف‌سنجی نشری، پراش اشعه ایکس^{۱۰۸} (XRD) و طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه^{۱۰۹} (FTIR) تجزیه و تحلیل کرد. از آنجایی که قطعات نقاشی دیواری با استفاده از رزین‌های مصنوعی برای حفاظت، تحت درمان‌های تثبیت و تقویت قرار گرفته بودند، هیچ آزمایش پیوندها نداشته‌اند. مجموعه مطالعات ریدرر تنها نمونه بارز مطالعه تطبیقی فناوری‌های نقاشی دیواری آسیای مرکزی از منظر جغرافیایی گسترده‌تر است. به این معنا که او نه تنها داده‌های رنگدانه‌ها، بلکه فنون نقاشی و اسناد تاریخی مانند متن هندی چیتره سوتره^{۱۱۰} و دیگران را در زبان‌های یونانی و رومی کلاسیک در نظر گرفت. ریدرر نتایج تجزیه و تحلیل خود را از مواد نقاشی مقایسه کرد و به طور کلی آنها را به دو گروه طبقه‌بندی کرد: آنهایی که متعلق به بخش غربی حوضه تاریخ در نزدیکی کوچا (قزل، سیمسیم، کومتورا و غیره) هستند و آنهایی که از قسمت شرقی اطراف ترفان (بزکلیک، خوچو و غیره) هستند. بخش‌های زیر برخی از مواد کلیدی نقاشی را مورد بحث قرار می‌دهند که عمدتاً بر اساس تحلیل‌های قبلی باعث تفاوت‌های منطقه‌ای شدند. در نقاشی‌های دیواری کوچا، قره شهر و ترفان، اغلب مخلوطی از گچ (دی هیدرات سولفات کلسیم، $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) و انیدریت (CaSO_4) به صورت زمینه سفید دیده می‌شود. با این حال، انیدریت در نقاشی‌های دیواری سغد یا در بامیان کشف نشده است. همانطور که در فصل ۲ به تفصیل (بخش ۲.۲.۵.۳) بحث خواهد شد، تفاوت در شکل معدنی به دلیل هیدراسیون متفاوت گچ ممکن است نشان دهد که گچ منشأ معدنی طبیعی دارد یا به طور مصنوعی کلسینه شده است. درحالی که بیشتر رنگ سفید گچ است، شایان ذکر است که سفیداب سربی در پنج نقاشی دیواری و مجسمه‌های گلی نقاشی شده از بزکلیک، کومتورا، خوچو، شولچوک و قم اریق^{۱۱۱} یافت شده است. از آنجایی که هر پنج قطعه از

¹⁰³ Kazuo Yamasaki

¹⁰⁴ Ch'ingLing

¹⁰⁵ Riederer

¹⁰⁶ Grünwedel

¹⁰⁷ Waldschmidt

¹⁰⁸ X-ray diffraction

¹⁰⁹ Fourier transform infrared spectroscopy

¹¹⁰ Citrasutra

¹¹¹ Qum-Ariq

محوطه‌هایی در قسمت شرقی منطقه حوضه تاریخ سرچشمه می‌گیرد، ریدرر معتقد بود که سفیداب سرب در شرق سنتز شده است و بنابراین در مورد رابطه بین سفیداب سرب و صنعتگران چینی بحث می‌کند.

از میان رنگدانه‌ها، سه نوع آبی شناسایی شده است: لاجورد، آزوریت $(\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2)$ و نیلی. بیشتر رنگدانه‌های آبی حوضه تاریخ از لاجورد ساخته شده‌اند، اگرچه نمونه‌هایی از آزوریت در کومتورا و بزکلیک یافت شده‌اند. بنابراین، ریدرر به این نتیجه رسید که بخش غربی حوضه تاریخ تحت تسلط لاجورد بود، درحالی که بخش شرقی، تحت تأثیر بیشتر چین، استفاده از آزوریت^{۱۱۲} را نشان داده است. ایندوگو^{۱۱۳} در قزل و سینگوم اگیس^{۱۱۴} نیز یافت شده است، اما بیشتر با لاجورد مخلوط شده است. همچنین لازم است که بیشتر در محوطه‌های شرق شناسایی صورت گیرد. با نگاهی به سبزه‌ها پی می‌بریم که در بیشتر محوطه‌ها آتاکامیت^{۱۱۵} یافت شده است، درحالی که مالاکیت^{۱۱۶} تنها در مغاره‌های کومتورا^{۱۱۷} شناسایی شده است. همچنین جالب است بدانیم که همانطور که توسط کارهای قبلی گتنز پیشنهاد شده است، کریزوکولا^{۱۱۸} در برخی از نقاشی‌های دیواری مغاره‌های قزل و کومتورا کشف شده است. کریزوکولا رنگ سبز آبی با براقی موم مانند می‌دهد و به قدری نادر است که احتمالاً فقط در تعداد محدودی از مناطق استفاده شده است

۱.۴.۱. بررسی نقاشی‌های دیواری انجام شده توسط اتحاد جماهیر شوروی و روسیه

۱.۴.۲. تجزیه و تحلیل موزه دولتی ارمیتاژ از رنگدانه‌های نقاشی دیواری آسیای مرکزی

زمانی که کشورهای آسیای مرکزی بخشی از اتحاد جماهیر شوروی بودند، بسیاری از مکان‌های میراث فرهنگی آن‌ها مانند اجنه تپه تاجیکستان، مرکز تحقیقات باستان‌شناسی در مقیاس بزرگ، اغلب توسط باستان‌شناسان روسی بود. تیم‌های تحقیقاتی مواد را جمع‌آوری کردند و به مسکو و سنت پترزبورگ بازگرداندند. در دهه ۱۹۷۰، دانشمندان روسی این مواد را تجزیه و تحلیل کردند (Abdurazakov et al. 1975)، به ویژه با استفاده از تجزیه و تحلیل شیمیایی مرطوب و تجزیه و تحلیل رنگدانه‌های معدنی و آگلومرها^{۱۱۹} با XRD و کروماتوگرافی^{۱۲۰} گازی با طیف سنجی جرمی^{۱۲۱} (GC-MS). برای سال‌های متمادی، این تحقیق برای بسیاری از دنیای خارج قابل دسترسی نبود، تا حدی به این دلیل که بیشتر نشریات به زبان روسی بودند. علاوه بر این، دانشمندان خارج از روسیه تجزیه و تحلیل مواد مورد استفاده در نقاشی‌های دیواری در تاجیکستان و ازبکستان را انجام ندادند. از اوایل دهه ۱۹۹۰، موزه دولتی ارمیتاژ در سنت پترزبورگ، با حمایت گالری ملی هنر در واشنگتن^{۱۲۲} (CASVA) و با همکاری روسیه، فرانسه، ایالات متحده آمریکا و ازبکستان، تحقیقاتی را روی نقاشی‌های دیواری در بامیان و محوطه‌های دیگر، از جمله پنجکنت، افراسیاب و مغاره‌های قزل توسط ۹ نفر انجام داده است. یافته‌ها به دو زبان روسی و انگلیسی گردآوری و گزارش شده است (Kossolapov and Marshak, 1999).

پیوست IV.6 شامل خلاصه‌ای از یافته‌های محققان روسی است که نقاشی‌های دیواری در دامنه شمالی هندوکش و سغد را تجزیه و تحلیل کردند. به طور خاص، تجزیه و تحلیل روسیه از نقاشی‌های دیواری آسیای مرکزی بسیار ارزشمند بوده است، زیرا تحلیل‌های کمی از پیوند دهنده‌ها وجود دارد. در دهه ۱۹۷۰، شیمیدان روسی وادیم بیرشتاین^{۱۲۳}، تجزیه و تحلیل دقیقی از نقاشی‌های دیواری انجام داد و به این نتیجه رسید که صمغ‌های میوه مانند گیلان و زردآلو به عنوان پیونده دهنده استفاده می‌شود (Birstein 1975, 1977). پس از کار بیرشتاین، کامیلا کالینینا^{۱۲۴} در موزه دولتی ارمیتاژ، از دهه ۱۹۹۰ با استفاده از GC-MS، تحلیل‌های بیشتری از پیوند دهنده‌های را انجام داده است. به عنوان مثال، پلی ساکاریدهای حاوی مقادیر زیادی گالاکتوز و مانوز و مقادیر کمی آرابینوز و زایلوز در نقاشی‌های دیواری پنجکنت شناسایی شده‌اند. از آنجایی که

¹¹² Azurite

¹¹³ Indigo

¹¹⁴ Sengum-Agis

¹¹⁵ Atacamite

¹¹⁶ Malachite

¹¹⁷ Kumtura

¹¹⁸ Chrysocolla

¹¹⁹ Agglomerates

¹²⁰ Chromatography

¹²¹ Mass spectrometry

¹²² National Gallery of Art in Washington

¹²³ Vadim Birstein

¹²⁴ Kamila Kalinina

گالاکتوز اغلب از گونه‌های حبوباتی مانند گوار یا جک فروت، پیوند دهنده‌ها احتمالاً با مخلوط کردن صمغ‌های یکی از آنها با صمغ‌های درختان میوه مانند هلو یا زردآلو تولید شده‌اند (Kossolapov and Kalinina 2007).

اگرچه پلی ساکاریدهای^{۱۲۵} گیاهی مانند صمغ اغلب به عنوان پیوند دهنده در دنیای یونانی-رومی استفاده می‌شد، این اولین شناسایی شیمیایی استفاده از صمغ در شرق جاده ابریشم است. به طور خاص، استفاده قابل تایید از صمغ‌های میوه مانند گوار^{۱۲۶} و زردآلو، که به نظر می‌رسد هر یک با پوشش گیاهی سرزمینهای آسیای مرکزی سازگار شده‌اند، تغییر قابل توجهی در درک ما از مواد نقاشی در آسیای مرکزی و رابطه تجارت در امتداد جاده ابریشم به انتخاب خود آنها ایجاد کرده است.

۱.۴.۳ بررسی‌های حفاظتی نقاشی‌های دیواری بامیان

۱.۴.۳.۱ مشکلات حفاظتی مربوط به نقاشی‌های دیواری بودایی بامیان

اگر مرحله اول تجزیه و تحلیل، تحقیقات علمی این بود که توسط دولت‌های امپراتوری بر روی قطعات جدا شده از نقاشی‌های دیواری انجام می‌شد، مرحله دوم تحقیقات باید در حین حفاظت در موزه‌ها و به صورت میدانی انجام می‌شد. در این بخش مروری بر مرحله دوم تحقیق در مورد نقاشی‌های دیواری بامیان ارائه می‌شود. حفاظت از نقاشی‌های دیواری بامیان، اقدامی برای رسیدگی به اثرات محیط طبیعی خشن آسیای مرکزی و اقدامات مختلف تخریب انسانی بود (Taniguchi and Aoki 2005).

صخره‌های بامیان از کنگلومرای^{۱۲۷} شکننده تشکیل شده‌اند و حاوی لایه‌های سیلت^{۱۲۸} هستند که به سادگی دچار فروپاشی ساختاری می‌شوند. (Margottini 2004). همچنین مشاهده شده است که بسیاری از نقاشی‌های دیواری به دلیل از بین رفتن چسبندگی بین سنگ و لایه زمینه فرو ریخته‌اند. علاوه بر این، بسیاری از نقاشی‌های دیواری به دلیل تجمع گرد و غبار، دود و مواد قیر مانند ناشی از آتش سوزی توسط افرادی که در طول زمستان در مغاره‌ها ساکن بودند و توسط پناهندگانی که خانه‌های خود را در طول جنگ داخلی از دست داده بودند، تیره شده‌اند. رنگدانه‌ها در بسیاری از مناطق به دلیل استفاده از سرب قرمز، رنگدانه‌های سبز بر پایه مس و دیگر رنگدانه‌ها (مانند سفید یا سیاه شدن) دچار تغییر رنگ شده‌اند. یکی از جدی‌ترین مشکلات حفاظتی، خرابکاری است. از نظر تاریخی، اعتقاد بر این است که تندیس بوداها از قرن ۹ و ۱۰ به بعد منجر به نابودی چهره‌ها و چشم‌ها شده‌اند. در دهه ۱۹۲۰، زمانی که هیئت‌های باستان‌شناسی از آن بازدید می‌کردند، تصور می‌شد که بسیاری از نقاشی‌های دیواری بامیان در اثر ریزش طبیعی و اثرات نور خورشید، باد و باران به شدت آسیب دیده‌اند. بعدها، در طول جنگ داخلی، بسیاری از نقاشی‌های دیواری توسط گلوله، تیر و پارگی آسیب دیدند و مجسمه‌های بودای غول پیکر توسط مقادیر زیادی باروت از بین رفتند. ارتعاشات و انفجارهای حاصل تأثیرات عمیقی داشت و باعث فروپاشی بسیاری از نقاشی‌های دیواری شد. نقاشی‌های دیواری نیز با چاقوهای تیز بریده یا برداشته می‌شد و به کلکسیونرهای خارج از کشور فروخته می‌شد، بنابراین امروزه تنها تعداد کمی در مغاره‌ها باقی مانده‌اند. از دهه ۱۹۲۰ به بعد، محافظان فرانسوی، هندی و ژاپنی به طور متناوب بر روی حفاظت از نقاشی‌های دیواری در طول دوره‌های ثبات کار می‌کردند.

۱.۴.۳.۲ حفاظت و مرمت توسط هیئت فرانسه

اولین پروژه حفاظتی در بامیان در سال ۱۹۲۳ طی یک بررسی باستان‌شناسی توسط یک تیم فرانسوی که دارای حقوق انحصاری بررسی بود، آغاز شد (Anon. 1924a,b). دولت فرانسه بر اساس طرح ۳۰ ساله خود به مدت ۳۰ سال حقوق انحصاری برای انجام تحقیقات باستان‌شناسی در افغانستان به دست آورد (Fenet 2011: 121; Olivier Utard 1997: 37). پس از آن، هیئت باستان‌شناسی فرانسه در افغانستان به نام دافا یا (Délégation archéologique française en Afghanistan) به رهبری استاد دانشگاه سوربن آلفرد فوشه تأسیس گردید و تحقیقات باستان‌شناسی را در مکان‌های مختلف افغانستان از جمله هده، آی خانم و بگرام انجام داد. محوطه بامیان نیز موضوع تحقیقات باستان‌شناسی پیشگام

¹²⁵ Polysaccharides

¹²⁶ Guar

¹²⁷ Conglomerate

¹²⁸ Silt

بود. فوشه به همراه معمار آندره گدار و متصدی موزه گیمه جوزف هاکن، مغاره‌ها و نقاشی‌های دیواری را فهرست‌بندی کردند (Godard et al. 1928; Hackin and Carl 1933; Hackin et al. 1959).

در حین انجام کار میدانی باستان‌شناسی، تاریخی و هنری، دافا همچنین با استفاده از ملات گچ، «کمک‌های اولیه» را به قسمت‌های گمشده نقاشی‌های دیواری و مناطق اطراف آنها ارائه کرد. علاوه بر این، یک تکیه‌گاه آجری عظیم در سمت غربی بودای غول پیکر شرقی ساخته شد تا تقویت ساختاری برای نمای صخره در حال فروپاشی جایی که مغاره‌ها باز شده بودند را ایفا نمایند (Taniguchi and Aoki 2005). به نظر می‌رسد که آنالیز رنگدانه نقاشی‌های دیواری در زمان این بررسی انجام نشده بود.

۱.۴.۳.۳ بررسی‌های حفاظتی و مواد توسط تیم‌های هندی و افغانی

پس از پایان یافتن حق بررسی و سروی انحصاری فرانسه در افغانستان در سال ۱۹۵۲، سروی‌های جدید بامیان توسط کشورهای مختلف راه اندازی شد. گسترده‌ترین کار حفاظتی و مرمتی توسط تیم هند-افغان به سرپرستی دانشمند حفاظت ر. سنگوپتا^{۱۲۹} بین سال‌های ۱۹۶۹ و ۱۹۷۶ بررسی باستان‌شناسانه هند (ASI) را انجام داد (Lal 1970; Sengupta 1975, 1977, 1984, 2002; Goryacheva 2002; Warikoo 2002). آنها نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های اطراف مجسمه بودای غول پیکر شرقی و غربی (یعنی مغاره‌های A, B, C, D) و همچنین بودای غول پیکر را پاک‌کاری و استحکامات آن را تقویت کردند. هیئت هندی همچنین برای جلوگیری از ورود آب ذوب برف به داخل طاقچه‌ها، زهکشی‌ها را تنظیم کرد، به نگرانی (مانند برداشتن پیش اتاق‌های بزرگ و سیمان کردن شکاف‌ها) پرداخت و راه پله‌ها را به مغاره‌ها بازگرداند. کار اصلی مرمت محدود به دو بودای غول پیکر و مغاره‌های اطراف و نقاشی‌های دیواری بود، درحالی که بسیاری از مغاره‌های صعب‌العبور دیگر دست نخورده باقی ماندند. در زمان این پروژه حفاظتی، ASI یک بررسی مواد از نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های A, B, C و D انجام داد (Lal 1970). این دومین مطالعه از این دست پس از تحلیل گتنز در دهه ۱۹۳۰ بود.

گزارش تحلیلی توسط ASI¹³⁰ جزئیات مربوط به نمونه‌ها یا محل برداشت آنها را روشن نکرد، اما گمان می‌رود که آنها از مغاره‌های اطراف بودای غول پیکر شرقی سرچشمه گرفته باشند. نتایج تجزیه و تحلیل با نتایج گتنز مرتبط است به: لایه زمینه سفید گچی، زرد اخرا، اخرا قرمز، آبی اولترامارین طبیعی (لاپیس لازولی یا لاجورد) و سیاه کربنی است. تیم هندی هیچ رنگدانه سبزی مانند مالاکیت یا آتاکامیت را شناسایی نکرد و سرب قرمز یا سفیداب سرب نیز شناسایی نشدند و هیچ تحلیلی از پیوند دهنده‌ها انجام نشد.

بی بی لال^{۱۳۱}، باستان‌شناس ASI، دریافت که زمینه نقاشی‌های دیواری بامیان، مشترک با سازه‌های دیواری سنتی در هند و سایر بخش‌های آسیای مرکزی اساساً از ملات مخلوط با ماسه و گچ تشکیل شده است. علاوه بر این، تحلیل او از تنوع نسبتاً ساده رنگدانه‌ها در نقاشی‌های دیواری بامیان به شباهت با آجاتا، به جای مغاره‌های موگائو و محوطه میران، که در آن استفاده از رنگ‌های آلی و سفیداب سرب گزارش شده است، اشاره کرد (Lal 1970). همانند تحلیل گتنز، از آنجایی که نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های اطراف بودای غول پیکر شرقی متمرکز بودند، یافته‌های لال به نقاشی‌های دیواری اولیه محدود شد و هر چهار مرحله را پوشش نداد.

۱.۴.۳.۴ بررسی ژاپنی‌ها درباره "اموال فرهنگی جابجا شده" قطعات نقاشی دیواری

از زمانی که دو بودای غول پیکر در سال ۲۰۰۱ مورد اصابت مواد منفجره قرار گرفتند، مکان‌های باستانی و موزه‌های متعددی در افغانستان غارت گردیده و مجموعه‌های آنها در خارج از کشور فروخته شدند. بنابراین، در سال ۲۰۰۱، کمیته حفاظت از اموال فرهنگی آوارگان ژاپن برای حفاظت از ۹۹ اثر میراث فرهنگی که از افغانستان آواره شده بودند (۱۰۲ مورد در سال ۲۰۱۵ و ۴۲ قطعه در سال ۲۰۰۷ بازگشتند) ایجاد شد. از این میان ۴۱ قطعه نقاشی دیواری از محوطه بامیان، فولادی بریده شده را شامل می‌شد.

از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۵، دانشگاه ملی هنرهای زیبا و موسیقی توکیو (اکنون دانشگاه هنرهای توکیو) و NRICPT مشترکاً یک پروژه تحقیقاتی را روی نقاشی‌های دیواری بامیان انجام داده است (Yamauchi 2006b). هدف از این تحقیق ایجاد و ثبت عکاسی از قطعات دیوار با استفاده از

¹²⁹ R. Sengupta

¹³⁰ Archaeological Survey of India

¹³¹ B.B. Lal

منابع و روش‌های مختلف نور و بررسی مواد نقاشی با استفاده از روش‌های تحلیلی و بررسی غیر مخرب مانند طیف‌سنجی بازتاب نور مرئی، تابش پرتابل پرتو ایکس (pXRF) و XRD بود. مشاهدات و عکس‌های دیجیتال با وضوح فوق‌العاده بالا در نور طبیعی و شدید، و همچنین با تابش مادون قرمز (IR) و فرابنفش (UV) به دست آمدند.

از سال ۲۰۰۶، کار حفاظت و اطمینان از بازگشت این قطعات دیواری به افغانستان انجام شده است (Kijima et al. 2008, 2009) (تصویر ۱.۳۸). بررسی تحلیلی غیر مخرب اولین گام در تحقیق در مورد تکنیک‌ها و مواد مرتبط با نقاشی‌های دیواری بود. تکه‌های دیواری که به‌عنوان آثار جابجا شده محافظت می‌شوند، مشخص است که از مغاره‌های K3، E(e) و I در بامیان و همچنین مغاره فولادی ۴ برداشته شده‌اند.

۱.۴.۳.۵ تکنیک‌ها و مواد نقاشی مربوط به نقاشی‌های دیواری بامیان (مغاره‌های K3، E(e) و I)

سوابق عکاسی با نور کم از قطعات نقاشی دیواری مغاره‌های بامیان K3، E(e) و I نشان می‌دهند که سطح دیوار زمینه صاف شده است. عکس‌های مادون قرمز به وضوح خطوط و خطوط زیرین را نشان می‌دهد. به طور خاص، ضربه‌های قوی و ضعیف روی قطعه‌ای از مغاره K3 قابل مشاهده است، که خطوط انگشتان بودا و چین‌های ردای او را در حین ژست نشان می‌دهد. عکس‌های تابش فرابنفش رنگ‌های تابش مختلفی مانند آبی، بنفش، قرمز و زرد متمایل به سفید را نشان می‌دهد، اما شناسایی رنگدانه‌ها یا مواد آلی خاص مسئول تابش ممکن نبود. شباهت‌ها و تفاوت‌هایی در رنگدانه‌ها و فنون رنگ‌آمیزی در مغاره‌های K3، E(e) و I وجود دارد. همه قطعات با یک لایه نازک، سفید و پایه کلسیمی روی دو لایه خاکی با الیاف کاه پوشیده شده بودند، اما آیا این زمینه سفید، گچ بود یا آهک را نمی‌توان تأیید کرد زیرا عناصر سبک مانند گوگرد غیرقابل تشخیص بودند. لایه زمینه سفید تقریباً با قلم مو اعمال می‌شد و در بالای این لایه، بودا، بودیساتواها و هاله‌ها تقریباً به رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای مشخص شدند و سپس رنگ شدند. این لباس‌ها عموماً قرمز رنگ بودند که اغلب از مخلوط شنگرف/ سرخابی و سرب قرمز تولید می‌شدند. قطعات نقاشی دیواری از مغاره K3 نوری از قسمتی از یک نیمبوس با رنگ خاکستری آبی حاوی لاجورد و رنگدانه سبز رنگی بر پایه مس سیاه شده را نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل XRD قابل حمل، گچ را در زمینه سفید نشان داد. مواد دیگری که در نواحی رنگی شناسایی شدند عبارتند از سینه/ سرخاب، مینیوم، اخر قرمز، اخر زرد، لاجورد و نوعی رنگدانه سیاه شده حاوی مس، احتمالاً از رنگدانه سبز بر پایه مس بودند. مناطق قرمز اغلب نتیجه استفاده از یک لایه شنگرف/ روی مینیوم است. قطعات نقاشی دیواری در مغاره E(e) تقریباً به طور کامل با رسوبات سیاه پوشیده شده است. به نظر می‌رسد که در ابتدا با رنگدانه‌های مختلف رنگ آمیزی شده بودند، اگرچه اکنون فقط سیاه، قرمز و زرد قابل مشاهده است. تجزیه و تحلیل مینیوم، شنگرف/ورملیون^{۱۳۳}، زرنیک^{۱۳۳} (As₂S₃) و نوعی رنگدانه حاوی مس را تأیید کرد که سیاه شده بود.

قطعات نقاشی دیواری از مغاره اول شامل سایه‌زنی به رنگ اخراپی زرد و رنگ‌آمیزی پوست روی دست‌ها و صورت بود. نوارهای زنده سبز، آبی، قهوه‌ای مایل به زرد و قرمز حفظ شد و سر بودا با فرهای مارپیچی رنگی رنگ آمیزی شد. تجزیه و تحلیل XRD قابل حمل لاجورد را در نواحی آبی و گچ را به عنوان لایه زمینه سفید نشان داد. رنگدانه‌های زرد (احتمالاً حاوی آرسنیک زرد یا زرد نارنجی) همراه با اخرای مینیوم، قرمز و زرد شناسایی شد. در قطعات دیوار از سه مغاره، حداقل سه نوع رنگدانه قرمز (ظاهراً قرمز، زرشکی و قرمز مایل به قهوه‌ای) شناسایی شد. تصور می‌شد که اینها به ترتیب مینیوم، شنگرف/ سرخاب (روی مینیوم) و اخرای قرمز هستند که عمدتاً از سرب، جیوه و آهن تشکیل شده‌اند. سایه‌های متفاوتی از قرمز در نمایش لباس‌ها و گوی‌های قرمز به کار رفته است، همانطور که در نقاشی‌های دیواری مغاره‌های K3 و E(e) دیده می‌شود. تغییر رنگ مینیوم، همانطور که در قطعات نقاشی دیواری در مغاره‌های K3 و E(e) دیده می‌شود قبلاً توسط گنتز (۱۹۳۸a) اشاره شده بود. سیاه شدن مینیوم در بسیاری از نقاط مشاهده شده است - به عنوان مثال، تغییر رنگ مینیوم در آسیای مرکزی اخیراً به وجود نمک‌های محلول و تشکیل لوریونیت^{۱۳۴} (هیدروکسی کلرید سرب، PbClOH) و پلاتنریت^{۱۳۵} (اکسید سرب، PbO₂) نسبت داده شده است (Kossolapov and Marshak 1999).

¹³² Vermilion

¹³³ Orpiment

¹³⁴ Laurionite

¹³⁵ Plattnerite

مستندات عکاسی تابش نور بر روی قطعات نقاشی دیواری در مغاره فولادی ۴ نیز تکنیک مورد استفاده برای صاف کردن سطح دیوار را آشکار کرد. بقیه قطعات با قطعات بامیان از مغاره‌های K3، E(e) و I تفاوت قابل توجهی داشتند. اولاً، برخلاف نقاشی‌های دیواری در بامیان، زمینه نقاشی‌های دیواری از مغاره فولادی ۴ ظاهراً از دو لایه تشکیل شده است: یک لایه ضخیم، رنگ خاکی قهوه‌ای روشن با الیاف کاه خرد شده و لایه بالایی قهوه‌ای مایل به قرمز و سخت حدود ۳ میلی‌متر، کمی درشت اما با دانه‌های ماسه همگن دیده می‌شوند. لایه بالایی قهوه‌ای مایل به قرمز، که از دانه‌های ماسه سنگین تشکیل شده است، ممکن است با نوعی ماده رزینی که در فنون ساخت دیوارهای خاکی هند استفاده می‌شود، خمیر شده باشد.

یک لایه رزینی شفاف زرد ضخیم همیشه بین لایه‌های رنگ، زمینه یافت می‌شود. این لایه صمغی که دارای ترک‌های فلس‌دار است که در لایه‌های رنگ‌شده بالایی نیز ظاهر می‌شود، اغلب از ترک‌های لایه رنگ‌شده تراوش می‌کند و در برخی جاها مسئول لکه‌گرفتن رنگ مرطوب نیز می‌باشد. فرض بر این است که این لایه به عنوان حجم‌دهنده بر روی نقاشی‌های دیواری اعمال شده است. تفاوت عمده نقاشی دیواری فولادی و بامیان (از مغاره‌های K3، E(e) و I) لایه زمینه سفید است. سرب در لایه سفید تشخیص داده شد و تجزیه و تحلیل توسط pXRD هیدروسیروسیت $(\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2)$ ، جزء اصلی سفیداب سرب و زرنیخ سرخ (As_4S_4) را نشان داد. رنگ زرد مایل به سفید کم رنگ آن به دلیل وجود مقادیر کمی از ذرات نارنجی زرنیخ سرخ^{۱۳۶} در بستر سفید است. برخی از چهره‌های بودا قرمز مایل به قهوه‌ای تیره با خطوط سفید برای جزئیات است، درحالی که برخی از جزئیات صورت و دست‌ها محو شده‌اند و دیگر قابل تشخیص نیستند. بیشتر قسمت‌های بدنه سفید مایل به سبز با مس است و طیف بازتاب نور مرئی شبیه به مالاکیت (کربنات مس پایه) یا آتاکامیت (کلرید مس اساسی) است. XRD قابل حمل همچنین پیک‌هایی را شناسایی کرد که ممکن است شامل هر دو فاز باشند، اما شناسایی دشوار بود. این لباس به رنگ زرشکی با سینره/ سرخاب یا صورتی سالمون با سفیداب سربی است و فضای بیرون بدنه با دو لایه لاجورد آبی یا سیاه پر شده است که احتمالاً توسط مقداری رنگدانه مس تغییر رنگ داده است. رنگ آبی نقاشی‌های دیواری مغاره فولادی ۴ با دانه‌های ریز و درشت ذرات لاجورد مشخص می‌شود. شنگرف/ سرخابی برای خطوط ظریف و جزئیات لباس استفاده شد. مس در مناطقی که اکنون رنگ سیاه دارند شناسایی شد. تصور می‌شود که مقداری رنگدانه حاوی مس سیاه



تصویر ۱.۴۸. قطعه‌ای از نقاشی دیواری جابه‌جا شده از مغاره K3 پس از کار حفاظت و نصب در دانشگاه هنر توکیو
Photo: T. Kijima, courtesy of Tokyo University of the Art, 2008

شده باشد و احتمالاً در اینجا به جای رنگدانه سبز از یک ترکیب مس ساده مانند آتاکامیت یا مالاکیت، از رنگدانه سبز مبتنی بر مس و یک ماده آلی استفاده شده است. تیره شدن این نمک‌های مس سبز بیشتر در فصل ۲ (بخش ۲.۳.۱) مورد بحث قرار گرفته است.

۱.۴.۳.۶ وضعیت کنونی حفاظت و تجزیه و تحلیل نقاشی‌های دیواری بودایی بامیان توسط ژاپن^{۱۳۷}

پس از نابودی دو بودای غول پیکر، شتاب بین‌المللی برای حفاظت از مکان‌های باستانی و میراث فرهنگی افزایش یافته است و تحقیقات در مورد حفاظت پیشرفت چشمگیری داشته است. در ژوئن ۲۰۰۳، نشست کمیته هماهنگی بین‌المللی برای نجات میراث فرهنگی افغانستان در مقر یونسکو در پاریس برگزار شد و پروژه حفاظت از محوطه بامیان توسط یونسکو، ژاپن، آلمان و ایتالیا راه‌اندازی شد (Yamauchi 2005). ژاپن

از سال ۲۰۰۴ در حفاظت از نقاشی‌های دیواری باقی‌مانده در این محوطه مشارکت داشته است، از جمله حفاظت و مدیریت قطعات نقاشی‌های دیواری تخریب شده و پراکنده شده در طول جنگ داخلی، و همچنین حفاظت از نقاشی‌های دیواری در

¹³⁶ Realgar

¹³⁷ As of 2021

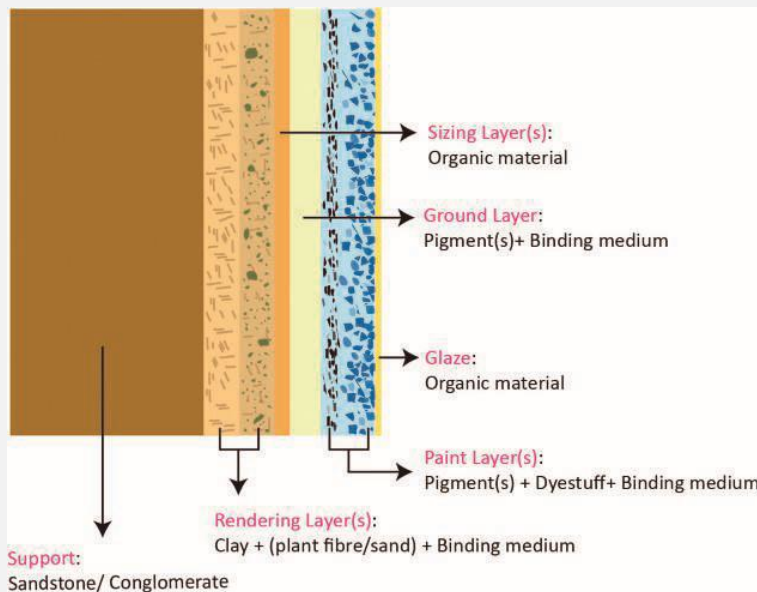
مغاره‌های I و N(a) (Taniguchi 2007) صورت گرفتند. بسیاری از نقاشی‌های دیواری محوطه بامیان به دلیل خطر ریزش، نفوذ آب باران، تغییر رنگ و مواد دوده سیاه در وضعیت نامناسبی قرار دارند و نیاز به تدابیر عاجل دارند. برای حفظ و نگهداری نقاشی‌های دیواری با استفاده از مصالح مناسب باید دانست که از چه مصالحی ساخته شده‌اند و علت تغییر رنگ آنها چیست. بنابراین، نمونه‌هایی از تا حد امکان از مغاره‌ها گرفته شد و آنالیز شد که نشان‌دهنده انواع مواد نقاشی بود تا کل منطقه را پوشش دهد (Taniguchi 2006; Taniguchi and Cotte 2008; Taniguchi and Mazurek 2008; Taniguchi et al. 2006, 2007). این سری از تحلیل‌ها در فصل ۲ مورد بحث قرار گرفته است.

فصل دوم

ساختار و ترکیب نقاشی دیوارهای بامیان

بیش از ۷۰۰ مغاره باقی مانده در دره بامیان، تقریباً ۵۰ مغاره آن شامل نقاشی‌های دیواری است. شناسایی فنون نقاشی مورد استفاده در نقاشی‌های دیواری مستلزم تجزیه و تحلیل جامع تا حد امکان و درک قرن‌ها تأثیر اعمال شده توسط صومعه‌های بودایی بامیان است. این فصل به تحلیل علمی نقاشی‌های دیواری بودایی بامیان و یافته‌های آن می‌پردازد. در بیشتر مغاره‌های بامیان، نقاشی‌های دیواری دارای رنگ‌های متعدد از جمله رنگ‌های اصلی سفید، زرد، قرمز، آبی، سبز و سیاه و همچنین برگ‌های فلزی است، از این رو چندین رنگ از هر مغاره برای بررسی انتخاب شدند. علاوه بر این، به دلیل اینکه سطوح بودای غول پیکر شرقی و غربی نیز رنگ‌آمیزی شده بودند، در بررسی قرار گرفتند. اصل این مطالعه اساساً این بود: (۱) مشاهده نقاشی‌های دیواری در محل و تحقیق در مورد دانش موجود در مورد رنگ‌ها و فنون نقاشی آنها، و (۲) تجزیه و تحلیل نقاشی‌های دیواری در میدان و همچنین در آزمایشگاه توسط نمونه‌برداری و ریزآنالیز. با این حال، بسیاری از مغاره‌ها و آثار بامیان از بین رفته‌اند و تنها چند نقاشی روی دیوارها باقی مانده است. در نتیجه، قطعاتی از کف مغاره‌ها پراکنده شده یا به سرعت رفته و در خارج از کشور فروخته شده است. ما نمونه‌هایی را برای تجزیه و تحلیل از دیوارهای مغاره و قطعات افتاده جمع‌آوری کردیم. مسائل امنیتی توانایی ما را برای انجام تحقیقات درازمدت در بامیان پیچیده و مشاهدات و ضبط در میدان را محدود کرد. تجزیه و تحلیل نقاشی‌های دیواری نه تنها نیاز به بررسی رنگدانه‌ها، مانند بسیاری از مطالعات قبلی، بلکه در نظر گرفتن نحوه ساخت و رنگ‌آمیزی خود دیوار نیز داشت. بنابراین، ما داده‌هایی را برای کمک به تعیین ساختارها و مراحل مربوط به تولید هر نقاشی جمع‌آوری کردیم.

نتایج حاصل از تحلیل‌های قبلی یامائوچی (۲۰۰۶b) نشان می‌دهد که نقاشی‌های دیواری دارای ساختاری چندلایه با تکیه‌گاه برش باز از کنگلومرا بوده که ساختار تشکیل دهنده آن، صخره و ماسه‌سنگ، یک لایه خاکی از پوشش حاوی الیاف کاه و الیاف حیوانی، یک لایه حجم دهنده یا حجم دهنده^{۱۳۸} آلی، یک حائل، یک لایه زمینه سفید و چند لایه رنگ هستند (Taniguchi 2006). تصویر ۲.۱ نمودار شماتیک یکی بن



تصویر ۲.۱: طرح شماتیک ساختار لایه‌ای نقاشی‌های دیواری بامیان

سازه‌های موجود در میان نقاشی‌های دیواری بودایی بامیان است. اگرچه هیچ سابقه مکتوبی از فنون نقاشی به کار رفته در آسیای مرکزی وجود ندارد، اما ممکن است از مواد آلی مانند صمغ‌های گیاهی، چسب‌های حیوانی و روغن‌ها در لایه‌های مختلف روی دیوارها از جمله در رنگ‌های سفالی، زمینه و... لایه‌های نقاشی، همانند چیتره سوتره در هند (پیوست ۱) دیده می‌شود. بنابراین بر آن شدیم که ساختار لایه‌ای را با مطالعه برش‌های عرضی با استفاده از میکروسکوپ‌های نوری، الکترونی و سینکروترون تحلیل کنیم. انتظار می‌رفت که نقاشی‌های دیواری حاوی طیف وسیعی از مواد مانند رنگدانه‌ها (شامل مواد معدنی، و مصنوعی و همچنین رنگ‌ها مانند پیونده دهنده آلی) و حجم دهنده آلی) باشند. ما هر دو مواد آلی و معدنی موجود در هر لایه را تجزیه و تحلیل کردیم تا عناصر شیمیایی و حالت‌های معدنی یا کریستالی آنها را بدست آوریم. شرح چینه-

نگاری رنگ ابتدا بر روی قطعات خام و مقاطع عرضی جاسازی شده با استفاده از میکروسکوپ نوری در نور مرئی و فرابنفش انجام شد که به

^{۱۳۸} در اینجا مفهوم "حجم دهنده" مایعی است که روی سطح رنگ‌آمیزی مانند بوم، چوب یا کاغذی که برای پر کردن منافذ الیاف و مهر و موم کردن سطح استفاده می‌شود، اعمال می‌شود تا جذب آن کمتر شود. شروع یک نقاشی با مراحل انتخاب مواد، پشتیبانی و آماده سازی برای دریافت رنگ شروع می‌شود. حجم سازی اولین قدم در تهیه تکیه گاه نقاشی است. این یک پوشش یا لایه مستقل نیست، بلکه لایه‌ای است که به منافذ الیاف تکیه گاه نفوذ می‌کند و آنها را مهر و موم می‌کند تا از تماس مستقیم رنگ با آنها جلوگیری کند و باعث جذب کمتر آنها شود (مترجم).

مشاهده میدانی نقّاشی‌ها تکمیل کند. سپس یک میکروسکوپ الکترونی روبشی با طیف‌سنج پرتو ایکس پراکنده انرژی (SEMEDS) برای به دست آوردن اطلاعات عنصری در مورد مواد معدنی، به‌ویژه برای حجم دهنده ریز ناحیه‌ها در هر لایه استفاده شد. تقریباً ۵۰ نمونه با استفاده از فنون مبتنی بر تشعشع سینکروترون (SR) در مرکز تابش سینکروترون اروپا (ESRF) آنالیز شدند. بیشتر کارها در سال ۲۰۰۶ در خطوط پرتو ID21 و ID18F انجام شد، اما برخی از نمونه‌ها در سال ۲۰۲۱ در خطوط پرتو ID13 و ID21 دوباره تجزیه و تحلیل شدند. نقشه‌برداری تابش میکرو اشعه ایکس مبتنی بر تابش سینکروترون (SR- μ XRF) برای شناسایی و مکان‌یابی عناصر، به ویژه فلزات، استفاده شد. اجزای کریستالی با استفاده از نگاشت پراش میکرو اشعه ایکس مبتنی بر تابش سینکروترون (SR- μ XRD) شناسایی و نقشه‌برداری مولکولی استفاده شد، که امکان دسترسی به آلی و برخی غیر ارگانیک را فراهم نمود. آنالیز FTIR¹³⁹ برای تعیین ساختار مواد ترکیبات آلی بسیار مفید است. این اطلاعات کیفی است و تمایز بین انواع فرعی اجزا (مانند انواع روغن‌ها یا پروتئین‌ها) را تسهیل نمی‌کند. برای حجم دهنده‌گیری و شناسایی کمی مواد آلی به اطلاعات دقیق‌تری نیاز است. بنابراین برای این منظور از کروماتوگرافی گازی با طیف سنجی جرمی¹⁴⁰ (GC-MS) برای تجزیه و تشخیص مواد آلی استفاده شد. از آنجایی که GC-MS هر دو کروماتوگرام و طیف جرمی را به طور همزمان فراهم می‌کند، شناسایی هر جزء پیک نسبتاً آسان است. تجزیه و تحلیل با استفاده از تنظیمات اسیدهای آمینه (چسب‌های حیوانی، تخم مرغ، کازئین و غیره)، اسیدهای چرب (روغن، موم زنبور عسل، رزین) و پلی‌ساکاریدها (صمغ‌های گیاهی) انجام شد. با این حال، GC-MS به تنهایی نمی‌تواند منشأ پروتئین‌های متشکل از اسیدهای آمینه (چسب حیوانی، سفیده تخم مرغ، زرده تخم مرغ، کازئین و غیره) را آشکار کند، بنابراین از روش ایمونوسوربنت مرتبط با آنزیم (الایزا)¹⁴¹ برای شناسایی منشأ پروتئین‌ها از گاو، مرغ و ماهی استفاده شد. اگرچه این روش هنوز در مرحله آزمایشی خود است، اما به محققان اجازه می‌دهد تا غلظت آنتی بادی‌ها یا آنتی ژن‌ها را در یک نمونه شناسایی و کمیت آن را بررسی کنند. گونه‌های جانوری نیز با استفاده از کروماتوگرافی مایع با طیف سنجی جرمی (LC-MS) شناسایی شدند. با شناسایی انواع مواد آلی و معدنی موجود در نقّاشی‌های دیواری، ممکن است درک جامعی از نحوه تولید این نقّاشی‌ها را پرورش دهید، اما فقط تا حدی که فنون تحلیلی به صورت مکمل اجرا شوند. برای مثال، شناسایی استراتژی‌های لایه‌بندی خاص ممکن است به درک بهتر زیبایی‌شناسی بصری و فنون نقّاشی منجر شود. به طور مشابه، مقایسه در طول دوره‌ها می‌تواند بینشی در زمینه‌های تاریخی ارائه دهد. علاوه بر این، یافته‌ها می‌توانند هنگام تصمیم‌گیری درباره مناسب‌ترین مواد و روش‌های حفاظت نیز مفید باشند.

روش‌شناسی به تفصیل در پیوست دوم توضیح داده شده است. بخش بعدی یک نمای کلی از نتایج به دست آمده از هر تجزیه و تحلیل با خلاصه ارائه شده در جداول ۲.۱ و ۲.۲ آمده‌اند اطلاعات مربوط به رنگدانه‌ها و رنگدانه‌های جداگانه شناسایی شده با استفاده از SR- μ XRD و SR- μ FTIR و نتایج تجزیه و تحلیل GC-MS اسیدهای چرب، موم زنبور عسل و رزین‌ها، و آنالیز الایزا پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها در پیوست سوم خلاصه شده است. بخش ۲.۲ ساختار کلی نقّاشی‌های دیواری را خلاصه می‌کند و شامل بحثی در مورد مواد استفاده شده در هر لایه ترکیب می‌شود. سپس فصل ۳ نتایج را با تمرکز بر فنون رنگ روغن که معمولاً در بامیان یافت شده‌اند، مورد بحث قرار می‌دهد.

¹³⁹ Fourier transform infrared spectroscopy

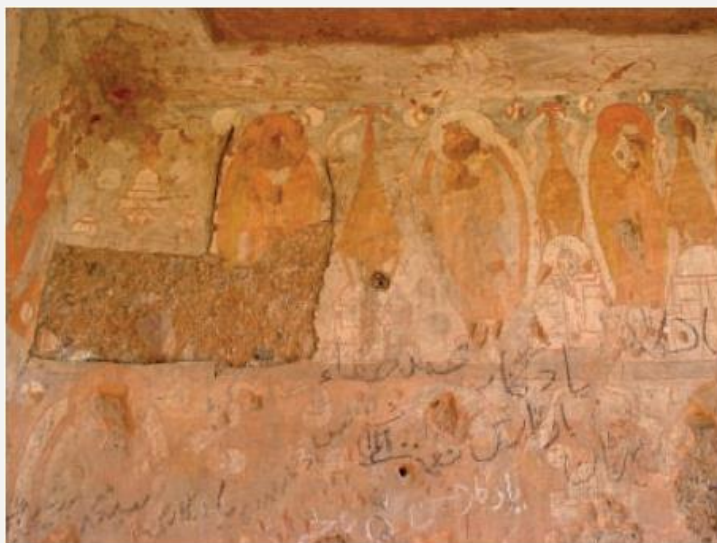
¹⁴⁰ Gas chromatography with mass spectrometry

¹⁴¹ ELISA

۲.۲ ساختار نقاشی‌های دیواری

۲.۲.۱ نمای کلی ساختار و نقاشی

۲.۲.۱.۱ ساختار اساسی نقاشی‌های دیواری در بامیان



تصویر ۲.۲: نقاشی دیواری ناتکمیل، ورودی مغاره C (a)

Photo: Y. Taniguchi, courtesy of NRICPT, 2005.

ساختار نقاشی‌های دیواری در سراسر بامیان، فولادی و قول جلال نسبتاً مشابه است: بیشتر آنها از دیواره‌های داخلی مغاره‌ها به عنوان تکیه گاه استفاده می‌کنند، زیرا این سطوح دیوار از مواد نسبتاً نرم مانند ماسه سنگ یا کنگلومرا ساخته شده است. ابتدا یک محصول ساخته شده از فضولات گاو روی سطح دیوار اعمال می‌شود و سپس چندین لایه صاف از یک کنگلومرا از خاک و مواد افزودنی مانند پیوند دهنده، الیاف حیوانی و گیاهی و ماسه برای تشکیل یک لایه زمینه استفاده می‌شود. اکثر زمینه‌ها از دو لایه تشکیل شده‌اند - لایه پایین و بالایی - که ترکیب آنها از یک مغاره به مغاره دیگر متفاوت است (به بخش ۲.۲.۳ مراجعه کنید).

سپس سطح زمینه گلی صاف و صیقلی با یک ماده آلی

چسب مانند پوشانده می‌شود که به عنوان یک لایه حجم دهنده برای جلوگیری از جذب آب و بهبود تحرک برس‌ها و موها با رنگ عمل می‌کند. مشاهدات میدانی و بررسی میکروسکوپی نمونه‌ها تأیید می‌کنند که نقاشی‌های دیواری با استفاده از یک لایه زمینه سفید و به دنبال آن چندین لایه رنگی، به عنوان مثال رنگ‌های سیاه، سفید و آبی تولید شده‌اند. جدول ۲.۱ ویژگی‌های متمایز هر نقاشی دیواری را با توجه به لایه‌های زمینه و حجم دهنده آن خلاصه می‌کند. اکثر لایه‌های زمینه در نقاشی‌های دیواری از مواد سفید ساخته شده‌اند، اگرچه نقاشی دیواری در مغاره J(d) دارای زیرلایه‌ای صورتی روشن حاوی ذرات قرمز رنگ در رنگدانه سفید شبیه به نقاشی‌های دیواری در میران است. لایه‌های حجم دهنده معمولاً با یکی از دو نوع مطابقت دارند: یا یک لایه رزینی شفاف زرد ضخیم با تابش فرابنفش قوی سفید، یا یک لایه شفاف نازک با تابش فرابنفش آبی، سفید یا زرد، که هر کدام ممکن است از مواد آلی مختلفی تشکیل شده باشند. تقریباً تمام نقاشی‌های دیواری دارای چندین لایه رنگ یا لایه‌های نقاشی هستند. به عنوان مثال، رنگ آبی تیره با استفاده از یک لایه آبی از لاجورد بر روی یک لایه سیاه به دست آمد، لباس‌های روشن از دو لایه مختلف قرمز و یک رنگ سبز روشن با لایه بندی سبز، سفید و نارنجی به دست آمد. نقاشی‌های مغاره‌های N(a) و F(c) شامل یک لایه شفاف زرد یا آبی روی سطح لایه نقاشی بود. این لایه احتمالاً برای عمق بخشیدن به رنگ‌ها از لعاب استفاده شده است. نوک سر، بدن و گلبرگ‌های گل نیلوفر آبی همگی



تصویر ۲.۳: نقاشی دیواری ناتکمیل، در شمال مغاره C (a)

Photo: Y. Taniguchi, courtesy of NRICPT, 2007.

با رنگ‌های شیب‌دار از رنگ‌های تیره‌تر و روشن‌تر یا به اصطلاح رنگ‌های غیر طبیعی‌ترین شده‌اند. این مسئله با رنگ‌های یونانی و رومی و همچنین با تک رنگ نقاشی‌های دیواری ایرانی و سغدی متمایز است.

جدول ۲.۲: آنالیزهای پیوند دهنده احتمالی بر اساس GC-MS و ELISA

Sample number	Cave	Details	Results			Interpretation				Ground layer			
			Fatty acids	Amino acids	Polysaccharides	ELISA (GCI)	Drying oils	Resins	Plant gums	Proteins	Lead white	Gypsum	
BMM 128	J(b)	blue/black, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 112	J(c)	green on white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 113	J(c)	green on white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 120	J(d)	blue, pink ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 169	J(f)	red, render	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
※BMM 053	M	darkened surface, later soot?	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 054	M	red, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 091	C(a)	unusual light blue	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 209	C(b)	green, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 099	D	red, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
※BMM 108	E(c)	ground and soot deposit	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
※BMM 101	E(e)	darkened surface, later soot?	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 045	G	yellow, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 212	H(a)	yellow, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 211-2	H(b)	red and white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 009	I	red, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 073	I	blue, black, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 080	K ₃	flesh colour, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 134	K ₃	brown deposit, red, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
※BMM 135	K ₃	brown deposit on chaff	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 157-2	East Displaced	blue and render	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 063	B(d)	red and ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 067	E III	yellow, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
※BMM 083-1	F(c)	translucent yellow glaze and render	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 083-2	F(c)	black darkened layer, yellow glaze, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 203	L	green, white ground, yellow size	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
※BMM 204-2	L	black deposit	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 035	N(a)	resin, green, black oils, white ground, yellow size	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 040	N(a)	red/oily red, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 183	N(a)	deep red glaze on orange	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
※BMM 184-1	N(a)	yellow resin on tin leaf	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 184-2	N(a)	tin leaf and white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 163	S(a)	grey/green, white ground, size	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 189	EGB	blue in white, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 190	EGB	red, white ground, render	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 191	EGB	blue in white, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 199	WGB	red	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
BMM 201	WGB	deep red	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
Foladi 2	Foladi 2	red and white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
Foladi 3	Foladi 3	yellow translucent size	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
FDM 043-1	Foladi 3	white, white ground, size	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
FDM 043-2	Foladi 3	salmon pink, yellow, white ground, size	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
FDM 014	Foladi 4	green, white ground, size, sandy render	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
FDM 055-1	Foladi 4	reddish sandy upper render	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
※FDM 055-2	Foladi 4	white, orange, white ground, size	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
FDM 023	Foladi 4B	red, white ground, size	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
FDM 003	Foladi 5	black (alteration of green), white ground, white size	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
FDM 026	Foladi 6	brown green, red, white ground, size	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
FDM 060	Foladi 6	red, black organic, white ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
KAK 03	Kakrak 43	white and ground	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
KAK 10	Kakrak 44	gold leaf and mordant	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
※QJM 06	Qol-e Jalal	brownish colour, whole paint layer	x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●
QJM 07	Qol-e Jalal		x	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●

۲.۲.۱.۲ ساختارهای نقاشی لایه‌ای در نقاشی‌های دیواری ناتمام

در امتداد ضلع غربی بودای غول پیکر شرقی، یک نقاشی دیواری بر روی دیوار شمالی اتاقک جلویی مغاره C(a) با رنگ قرمز و سفید نقاشی شده است (شکل ۲.۲). روی سطح دیوار یک لایه زمینه سفید ناهموار با تنها نقاشی‌های زیرین و کار ناقص وجود دارد، که نشان می‌دهد نقاشی دیواری ناتمام بوده است؛ این غیرعادی‌ترین نمونه است و به این ترتیب به عنوان نمونه‌ای ارزشمند از توالی و روند یک هنرمند عمل می‌کند. در ورودی اتاقک جلویی مغاره C(a) شکل ۲.۳ طرح کلی یک بودای نشسته است که روی زمینه سفید با خطوط قهوه‌ای مایل به قرمز کشیده شده است که تقریباً با قلم موی قابل مشاهده اعمال شده است. خطوط قهوه‌ای مایل به قرمز خیلی ضخیم نیستند و به نظر می‌رسد با قلم موی سخت و نه نرم کشیده شده‌اند. جزئیات صورت و اندام‌ها مشخص نیست، زیرا بعداً از بین رفتند، اما به نظر می‌رسد که چشم‌ها، بینی و انگشتان در مرحله مقدماتی ترسیم شده‌اند. لباس قرمز بودا از همان رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای رنگ زیر تشکیل شده است و فاقد هرگونه چین خوردگی یا جزئیات دیگر است. همان رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز نیز سر و بدن بودای ایستاده و استوپا را پر می‌کند. ممکن است هنرمند قصد داشته باشد که این لایه را با سایه دیگری از قرمز مانند شنگرفی، سرخابی یا مینیوم بپوشاند. با چشم غیرمسلح، پس زمینه ممکن است خاکستری مایل به آبی به نظر برسد اما با مشاهده دقیق‌تر می‌توان درک کرد که لایه نازکی از ذرات سیاه تشکیل شده است که در بخش ۲.۲.۷ بحث خواهد شد. ممکن است این منطقه‌ای بوده باشد که هنرمند در ابتدا قصد داشت با افزودن یک لایه لاجورد آبی در بالای سیاهی آن را رنگ آمیزی کند.

وضعیت ناتمام فعلی نقاشی نشان می‌دهد که وقتی ترکیب در ابتدا روی زمینه کشیده شده است، هنرمند نقشه‌ای را برای اعمال رنگ‌ها دنبال می‌کرد. هنرمند اولین لایه را با بدین منظور اعمال کرد که دیگران بعداً از آن پیروی کنند. معلوم نیست چه چیزی مانع از تکمیل کار در مغاره C(a) شده است، اما یکی از دلایل، ممکن است مشکلات مالی یک اهدا کننده باشد. با این حال، این احتمال وجود دارد که نقاشی دیواری قبل از اعمال لایه‌های نهایی رنگ رها شده باشد.

۲.۲.۲ لایه تکیه‌گاه / پشتیبان

تکیه‌های زیر دیوار نگاره‌های بامیان، فولادی و قول جلال مشابه هستند. در بیشتر موارد، مغاره‌ها در سنگ‌های نسبتاً نرم مانند ماسه سنگ یا کنگلومرا یافت می‌شوند و از سطح سنگ داخل مغاره به عنوان تکیه‌گاه استفاده می‌شود. صخره‌ها از لایه-های متناوب ماسه سنگ، سیلت و کنگلومرا تشکیل شده‌اند،



تصویر ۲.۴: لایه‌ای که با فیبر گاه فشرده شده است. احتمالاً بین سطح صخره و زمینه (مغاره I، طاقچه)،

Photo: Y. Taniguchi, courtesy of NRICPT, 2006.



تصویر ۲.۵: سوراخ‌هایی در دیوارهای ماسه سنگی با میخ‌های چوبی کوچک
Photo: Y. Taniguchi, courtesy of NRICPT, 2006.

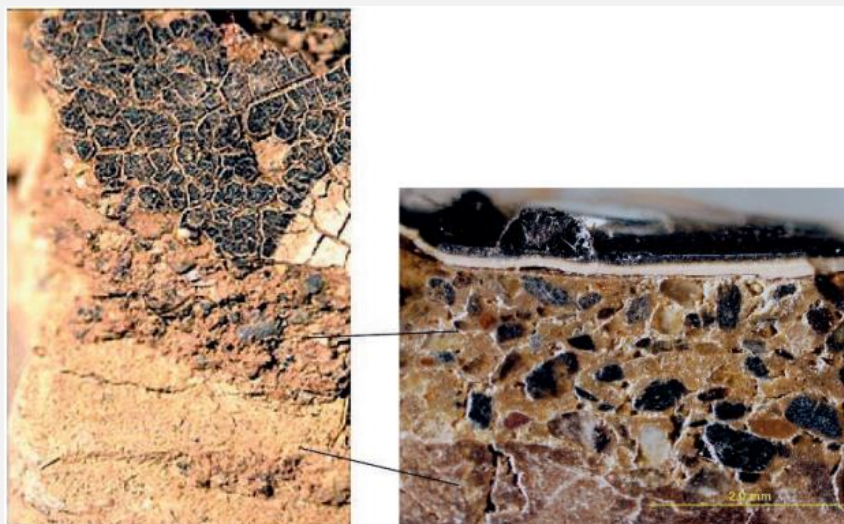
بنابراین مغاره‌ها در لایه‌های کنگلومرا و ماسه سنگ متمرکز شده و به صورت افقی توسعه یافته‌اند. به نظر می‌رسد صنعتگران هنگام کنده کاری مغاره‌ها از سیلت سنگ احتمالاً به دلیل شکنندگی آن اجتناب کرده‌اند. مغاره‌ها با ابزار اسکنه تراشیده و حجاری شده بودند. علائم اسکنه نسبتاً درشت به نظر می‌رسند که عمداً برای ایجاد ناهمواری اعمال می‌شده است:

به نظر می‌رسد، هنگامی که مغاره‌ها درون سنگ‌های کنگلومرا ساخته می‌شدند که یک سطح درشت به طور مشخص برای چسبندگی لایه زمینه وجود داشت. مغاره‌های بزرگتر اغلب لایه‌های کنگلومرا هستند. آماده‌سازی برای استفاده از زمینه‌های رسی خمیر شده بسته به ماهیت سنگ متفاوت است. هنگامی که مغاره‌ها شامل سنگ کنگلومرای درشت هستند، ماده‌ای حاوی مقدار زیادی از فیبر گیاهی بسیار ریز، احتمالاً

سرگین گاو، به منظور افزایش استحکام چسبندگی بین سطح سنگ و خاک خمیر شده و در نتیجه از جدا شدن آنها جلوگیری می‌کند (مغاره‌های C بامیان، I, E(c), K3، مغاره ۴۴ ککرک و غیره) (تصویر ۲.۴). از آنجایی که گاوها دارای چهار معده و فرآیندهای گسترده برای جویدن و هضم علوفه گیاهی هستند، مدفوع آنها عمدتاً از الیاف گیاهی ریز و کوتاه و مخاط تشکیل شده است. این ماده به عنوان ماده چسبنده برای پیوند دهنده استفاده می‌شود و به طور گسترده در دیوارهای خاکی آسیای مرکزی و جنوبی آن سوی بامیان قابل مشاهده است. هنگامی که مواد الیافی ریز سطح کنگلومرا را افزایش می‌دهد، به دلیل بی نظمی ایجاد شده توسط علائم اسکنه، خاک رس خمیر شده ضخیم‌تر و سنگین‌تر به دیوار می‌چسبد. از طرف دیگر در مغاره‌های ماسه سنگی هیچ اثری از چسب سرگین گاوی مشاهده نشده است. ماسه سنگ به دلیل سطح نسبتاً صاف و قابل جدا شدن به راحتی برای استفاده از لایه‌های زمینه سبک و نازک مناسب به نظر می‌رسد. به منظور بهبود مواد ماسه سنگ، سوراخ‌هایی در سطح آن ایجاد شد و میله‌های چوبی به عنوان پرچ برای افزایش چسبندگی بین پوشش‌های خاکی و دیواره سنگی (مغاره فولادی ۶) سوراخ شد (تصویر ۲.۵). به علاوه، در برخی از مغاره‌ها، نقاشی‌های دیواری به دلیل اینکه سطوح صخره‌ها با سرگین گاو یا پرچ‌های چوبی پردازش نشده‌اند، به طور قابل توجهی جدا شده و سقوط کرده‌اند (مانند مغاره تخریب شده شرقی M).

۲.۲.۳ لایه زمینه

پس از اعمال تکیه‌گاه‌ها بر روی دیوار سنگ، سطح آن با افزودن چند لایه خاک رس خمیر شده با مخلوطی از خاک، الیاف حیوانی و گیاهی و ماسه در بالا صاف می‌شود تا لایه زمینه تشکیل شود. همانطور که قبلاً ذکر شد، اکثر زمینه‌ها از دو لایه تشکیل شده‌اند (تصویر ۲.۶). لایه پایین حاوی نسبت زیادی از الیاف کاه به طول ۳ - ۵ سانتیمتر است درحالی که لایه بالایی تمایل به خاک ریزدانه با نسبت بالایی از ماسه



دارد. مقدار الیاف کاه مورد استفاده متفاوت خواهد بود، اما زمینه‌های ضخیم‌تر روی کنگلومرا حاوی فیبر کاه بیشتری با طول قابل توجهی هستند، درحالی که زمینه‌های نازک‌تر روی ماسه سنگ حاوی الیاف کاه کمتری با طول کوتاه‌تر هستند.

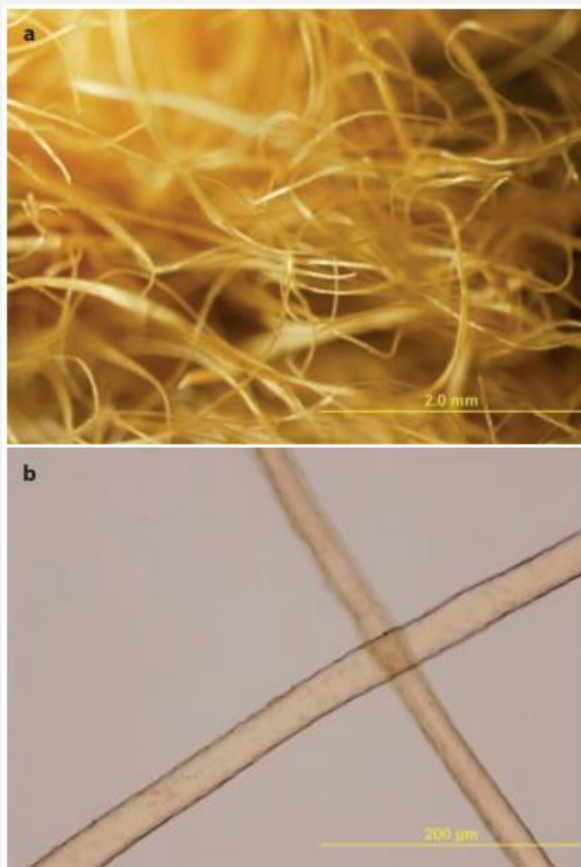
زمینه همچنین ممکن است حاوی انواع دیگری از الیاف حیوانی (مانند مغاره تخریب شده DI شرقی) (تصویر ۲.۷) و الیاف گیاهی مانند قطعات کوچک پارچه رنگ شده (مغاره ککرک ۴۴) (تصویر ۲.۸)، نخ بافته شده^{۱۴۲} از مغاره J(g) (تصویر ۲.۹) و توده‌های پنبه از مغاره F(c) و S(b) باشند. اعتقاد بر این

تصویر ۲.۶: قطعه‌ای از نقاشی دیواری از مغاره فولادی ۴ (سمت چپ: "اموال فرهنگی آواره") و یک نقاشی دیواری از مغاره F(c) (BMM082) (راست). لایه‌های زمینه شامل یک لایه غنی از ماسه (بالایی) و یک لایه غنی از فیبر نی (پایین) است.

است که مواد رنگ شده و بافته شده برای جلوگیری از ترک خوردن زمینه استفاده مجدد و اضافه شده است. در مطالعه‌ای که توسط دانشگاه فنی مونیخ انجام شد، خاک رس خمیر شده روی سطح بودای غول‌پیکر غربی، بر خلاف نقاشی‌های دیواری، حاوی گندم، الیاف جو، انواع توت‌ها و پوسته بوده است (Pfeffer and Blänsdorf 2009a). آنها همچنین شامل موهای بز، گوسفند و سایر حیوانات و همچنین طناب‌ها و تکه‌های نساجی به نام دم شتر^{۱۴۳} از منطقه کوهستانی اطراف دریاچه بند امیر بودند (Pfeffer and Blänsdorf 2009b). موهای بز نازک

¹⁴² Woven yarn

¹⁴³ Dom-i-shuttur



تصویر ۲.۷: استریومیکروگراف (a) و فتومیکروگراف (b) تصویر ۲.۷: PLM از الیاف در یک لایه زمینه در مغاره D1. به نظر می‌رسد الیاف از حیوانی مانند شتر (BMM161) باشد.

هستند و در لایه‌های بالایی زمینه کوتاه می‌شوند و در لایه‌های زیرین ضخیم و بلند می‌مانند (Grunwald 2009). برخی از لایه‌های زمینه، مانند مغاره‌های F(c) و N(a) و نقاشی‌های دیواری فولادی، از یک لایه ضخیم خاک قهوه‌ای روشن با فیبرکاه و یک لایه فوقانی قهوه‌ای مایل به قرمز، کمی درشت اما همگن تشکیل شده‌اند. بسیاری از ذرات ماسه با حجم دهنده نسبتاً بزرگ (حدود ۳ میلی متر ضخامت)، اما ذرات به هم چسبیده و زمین فشرده می‌شود. در هند، ساخت سنتی دیوارهای سفالی شامل خمیر کردن خاک رس با موسیلاژ یا رزین گیاهی است (Sengupta 1973). روش‌های ساخت دیوار در دوره گوپتا، همانطور که در فصل ۴۰ چیترا سوتره (پیوست I توضیح داده شد) شامل استفاده از موادی مانند صمغ معطر^{۱۴۴}، موم زنبور عسل، علف کندرا (شیرین بیان)، ملاس، گلرنگ خیس شده، پودر آهک، خمیر میوه بل^{۱۴۵}، سیاه چراغی و ماسه (Sivaramamurti 1978: 180-182). زمینه در مغاره‌های آجانتا نازک و متراکم است، گویی مقداری ماده آلی به عنوان چسب اضافه شده است. زمینه‌های بامیان کمی ضخیم‌تر و چگالی کمتری دارند. با این حال، لایه‌های زمینه در مغاره‌های F(c) و N(a)، و همچنین در نقاشی‌های دیواری فولادی، از استحکام بیشتری نسبت به سایر زمینه‌ها برخوردار هستند، بنابراین طبیعی است که فرض کنیم حاوی مواد آلی هستند. پلی ساکاریدها را با استفاده از GC-MS مغاره فولادی ۴ به منظور بررسی اینکه آیا لایه‌های زمینه حاوی نوعی چسب هستند مورد بررسی قرار

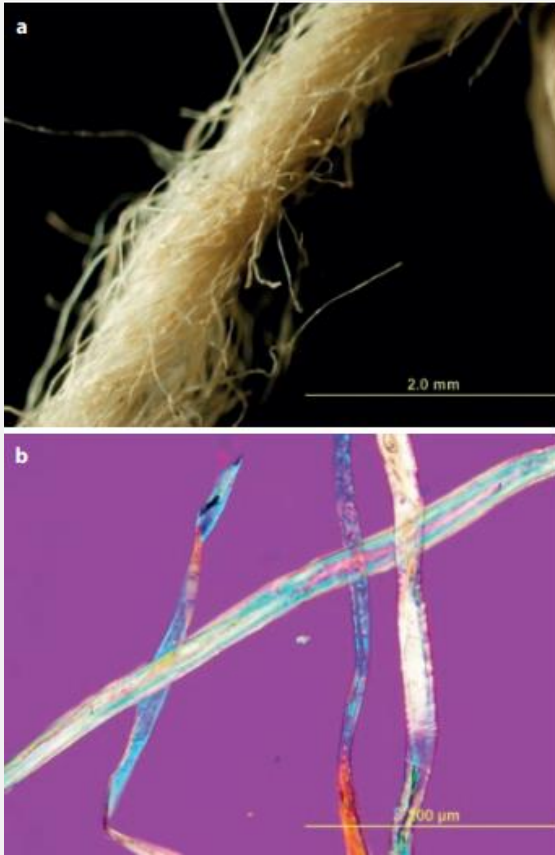
دادیم که زمینه قهوه‌ای مایل به قرمز از لایه بالایی FD-2M055 بدست آمد. هیچ اسید چرب یا ترپنوئیدی که نشان دهنده استفاده از روغن، رزین یا موم زنبور عسل باشد، شناسایی نشد، اما ممکن است از پلی ساکاریدهایی مانند موسیلاژ گیاهی استفاده شده باشد. با این حال، ما نتوانستیم هیچ ماده آلی را در تجزیه و تحلیل جدا و شناسایی کنیم. برخی از لایه‌های زمینه بدون هیچ گونه تنظیم تکمیلی تکمیل شدند، مانند نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های C، M و J از فازهای اول و دوم گاه‌نگاری (تصویر ۲.۱۰). در حالی که برخی دیگر با یک



تصویر ۲.۸: قطعات منسوجات، حاوی الیاف با دو ضخامت مختلف، در یک لایه زمینه در مغاره ککرک ۴۴ (KAK012) حلال، طاقچه بودا در مغاره I دارای آثار ماله و اثر انگشتی است که ممکن است مربوط به یک صنعتگر باشد (تصویر ۲.۱۱) که نشان می‌دهد

^{۱۴۴} استخراج شده از آمیریس آگالوشوم (Amyris agallochum).
^{۱۴۵} نام امروزی این میوه به انگلیسی Amyris agallochum است.

زمانی که دیوارها فقط تا حدی خشک شونده بودند، سطح صیقلی شده است. این روش خاص صاف کردن و صیقل دادن سطح زمینه، یک تکنیک نسبتاً جدید در گاه‌نگاری بامیان تلقی می‌شود.



تصویر ۲۰۹: میکروگراف استریومیکروگراف (a) و فتومیکروگراف PLM (b) از الیاف پنبه در زمینه در مغاره J(g) (BMM159)



تصویر ۲۰۱۰: قطعه نقاشی دیواری از مغاره J(d)
سطح لایه پرایمینگ تنظیم نشده است و دوده کاه بر روی سطح قابل مشاهده است.

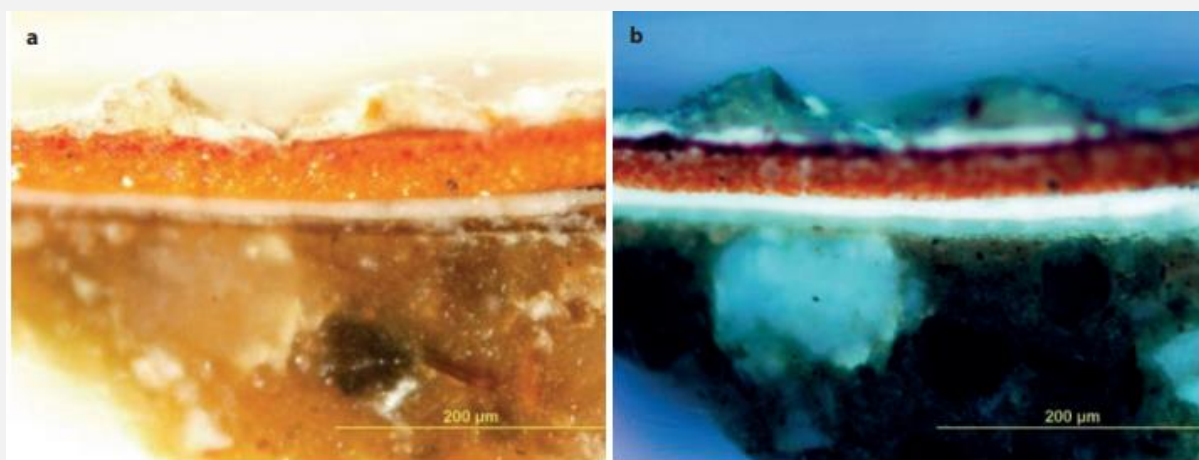
Photo: H. Otaki, courtesy of NRICPT, 2005



تصویر ۲.۱۱: دیوار غربی طاقچه در مغاره I: علائم ماله و اثر انگشت روی لایه رندر یک لایه نازک از زمینه سفید که با یک برس درشت اعمال شده است.
Photo: H. Otaki, courtesy of NRICPT, 2006

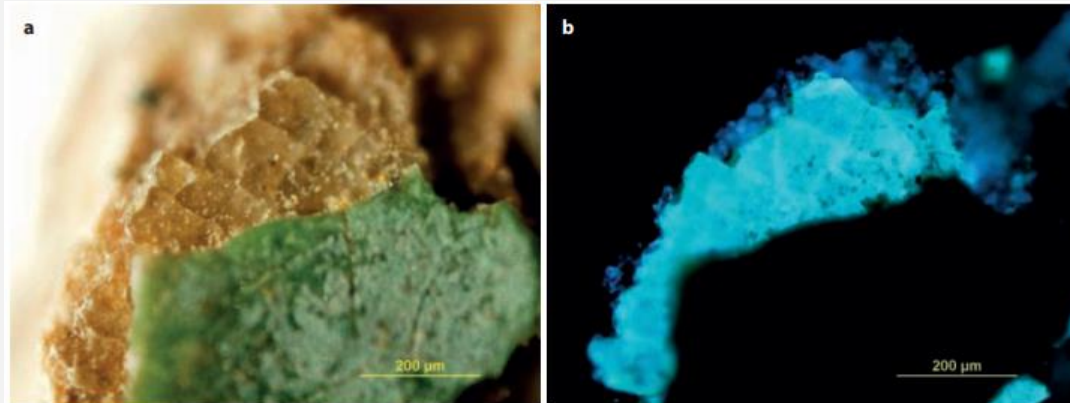
۲.۲.۴ لایه حجم دهنده

سطح لایه زمینه با یک ماده آلی چسب مانند پوشیده شده است. رنگ آمیزی با رنگ‌های محلول در آب بر روی دیوارهای خاکی متخلخل و جاذب آب، مستلزم آن است که ابتدا سطح دیوار حجم سازی شود تا از جذب سریع رطوبت برس‌ها و موها جلوگیری شود که از ایجاد خطوط صاف یا تار شدن جلوگیری می‌کند. این نوع حجم دهنده را می‌توان در نقاشی‌های دیگر نیز مشاهده کرد. در نقاشی بوم مدرن، از یک لایه عایق متشکل از رزین‌های طبیعی، چسب یا رزین‌های مصنوعی استفاده می‌شود (Wehlte 1975: 71). این لایه‌های آلی نقش مهمی در



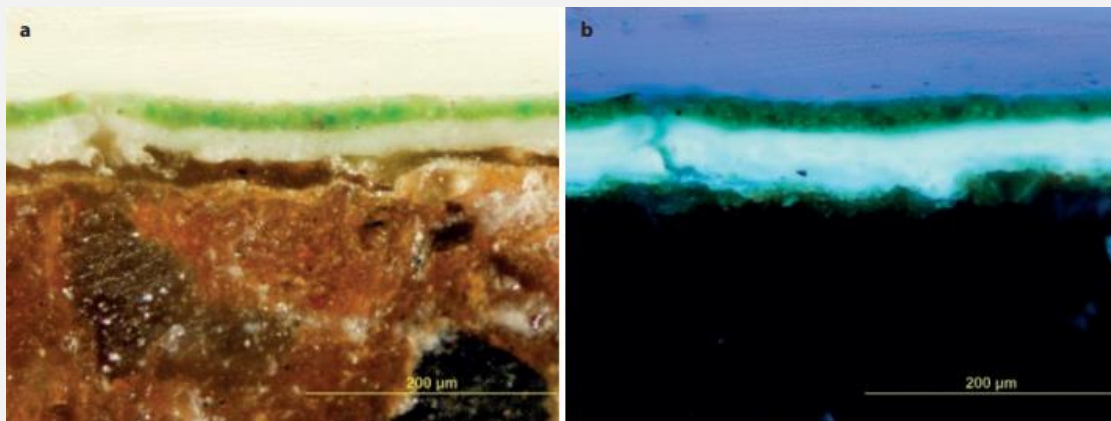
تصویر ۲.۱۲: مقطع ناحیه قرمز در دیواره شمالی مغاره (BMM036) N(a)، فتومیکروگراف در زیر نور پراکنده معمولی (a) و نور فرابنفش (b) لایه تابش سفید یک لایه زمینه سفید است که از سرب سفید و روغن خشک شونده تشکیل شده است.

جلوگیری از لایه‌برداری و ترک خوردگی رنگ دارند. ظرافتی که حجم دهنده به ساختار لایه در بامیان می‌افزاید، پایه‌ای سالم برای رنگ ایجاد می‌کند. فصل ۴۰ چیتره سوتره پیوست (I) فرآیند صاف کردن دیوارها را با اعمال چندین لایه خاک مخلوط با رزین^{۱۴۶} و روغن کنجد در زمانی که دیوارها تازه و خشک هستند، توضیح می‌دهد: سپس شیر را مکرراً بمالید و پاک کنید. در این فرآیند رزین، روغن و کازئین موجود در شیر به عنوان حجم دهنده عمل می‌کنند. سینینو سینی^{۱۴۷}، در قرن چهاردهم به استفاده از درزگیر ساخته شده از تخم مرغ کامل و آب اشاره "به طور یکنواخت روی کل اثری که در ثانیه نقاشی می‌کنید و همچنین با طلا تزئین می‌شود" اشاره می‌کند^{۱۴۸}. در این مورد اساساً تکیه گاه ملات آهک است. وی می‌افزاید: درست کردن یک مزاج بهتر با زدن یک تخم مرغ کامل در پورنجر^{۱۴۹} با لاتکس درخت انجیر و ریختن یک لیوان آب روی تخم مرغ شروع می‌شود. سپس با یک اسفنج یا با برس نرم و نسبتاً صاف، یک لایه از این مخلوط را روی زمینه که باید آماده کنید بمالید و بگذارید حداقل یک روز خشک شود^{۱۵۰}.



تصویر ۲.۱۳: استریومیکروگراف قسمت سبز مغاره فولادی ۳ (FDM038) تحت نور معمولی (a) و نور فرابنفش (b). لایه شفاف زرد لایه حجم دهنده است که به رنگ سفید-زرد تابش دیده می‌شود. هم‌چنان لایه زیر آن آبی کم رنگ است.

در این آماده سازی، پروتئین‌های موجود در تخم مرغ و چسب پوست با پلی ساکاریدهای موجود در انجیر به عنوان یک حجم دهنده کار می‌کنند. استفاده از مواد آلی بر روی سطوح دیوار به این روش، گام مهمی در نقاشی بود، چه دیوار ملات خاکی یا آهکی باشد. اکنون فرض بر این است که هر دو لایه حجم دهنده در نقاشی‌های دیواری بامیان از مواد آلی مختلف نشأت می‌گیرند: یکی به صورت یک لایه رزینی زرد شفاف و ضخیم ظاهر می‌شود که تابش سفید فرابنفش منتشر می‌کند، درحالی که لایه دیگر، یک لایه شفاف نازک، سفید یا تابش فرابنفش زرد را منتشر می‌کند (Taniguchi et al. 2006).



تصویر ۲.۱۵: فتومیکروگراف مقطعی از قسمت قرمز رنگ نقاشی دیواری از مغاره (BMM121) (b). فتومیکروگراف زیر یک منبع نور پراکنده معمولی (a) PLM. دو لایه از سایه‌های مختلف قرمز روی لایه حجم دهنده a اعمال شده است. در تصویر تابش اشعه ماوراء بنفش (b)، دو لایه از ذرات قرمز را می‌توان در بالای یک لایه حجم دهنده روی زمینه گلی مشاهده کرد. لایه زیرین حاوی ذرات قرمز بزرگ است.

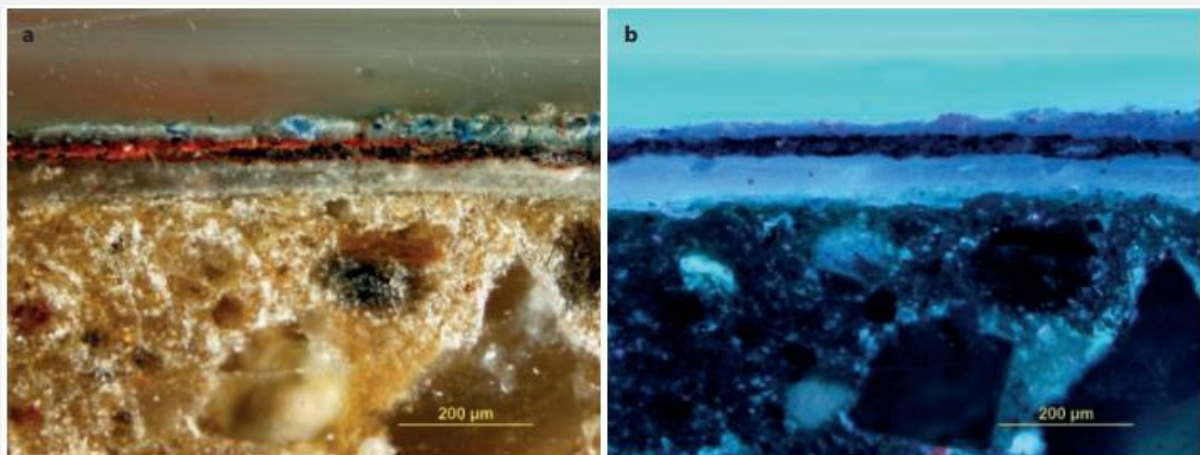
^{۱۴۶} گونه‌ای درخت از خانواده Dipterocarpaceae است. زرین تنه در سانسکریت سارجاراسا نامیده می‌شود که به زبان چینی بای جیانو شیانگ báijāo xiāng ترجمه شده است.

^{۱۴۷} Cennino Cennini

^{۱۴۸} Thompson 1960: 50, ch. LXXII: 'the way to paint on a wall in *secco*; and the *temperas* for it'.

^{۱۴۹} Porringer

^{۱۵۰} Thompson 1960: 57–58, ch. LXXXX: 'how you should start working in oil on a wall'.



تصویر ۲.۱۶: فتومیکروگرام PLM (a) از یک مقطع نقاشی دیواری از مغاره (BMM126) J(b) با پوشش آبی روی قرمز. یک لایه زمینه سفید شفاف دیده می‌شود. لایه سیاه تا حدی با قرمز پوشانده شده است و یک لایه حاوی ذرات آبی روی آن اعمال می‌شود. (b) در تصویر تابش فرابنفش، لایه گرد پایه سفید و قسمت سفید لایه بالایی به رنگ آبی مایل به سفید تابش می‌شود.

همانطور که در پیوست III نشان داده شده است (تصویر A.III.18)، تجزیه و تحلیل μ FTIR نمونه BMM035 از قسمت سبز دیواره شرقی مغاره N(a) جذب موضعی مخصوص آمید I 1653 cm^{-1} را در لایه حجم دهنده شناسایی کرد. این به وضوح نشان می‌دهد که لایه شفاف زرد ضخیم حاوی پروتئین‌هایی است که فرض می‌شود از منابع حیوانی مانند کلاژن گاو، استخوان و پوست خرگوش، ماهی¹⁵¹ یا آلبومین از سفیده تخم مرغ گرفته شده است. گونه حیوانی بعداً توسط LC-MS به عنوان اسب شناسایی شد (به بخش ۲.۲.۸ مراجعه کنید)، بنابراین، این احتمال وجود دارد که در اینجا از چسب حیوانی از کلاژن اسب استفاده شده باشد.

آلبومین سفیده تخم مرغ با استفاده از روش ایمونوسوربت¹⁵² مرتبط با آنزیم (الایزا) از قسمت (BMM040) همان نمونه در مغاره N(a) (پیوست III، جدول A.III.35a) رنگ قرمز شناسایی شد. با این حال، لایه حجم دهنده BMM035 دارای جذب اسید چرب نبود (پیوست III، تصویر A.III.18)، که نشان می‌دهد پروتئین مورد استفاده در این لایه حجم دهنده، پروتئین خالص‌تری مانند چسب یا سفیده تخم مرغ است. تجزیه و تحلیل اسیدهای آمینه با استفاده از GC-MS نمونه BMM035 (پیوست III، جدول A.III.33) نشان داد که آلانین، لوسین، ایزولوسین و گلیسین وجود دارد، اما ضریب همبستگی تخم مرغ برای شناسایی نوع پروتئین کافی نیست (Gautier and Colombini 2007). این نوع ساختار معمولاً در بامیان (یعنی BMM036، مغاره N(a)) مشاهده می‌شود (تصویر ۲.۱۲).

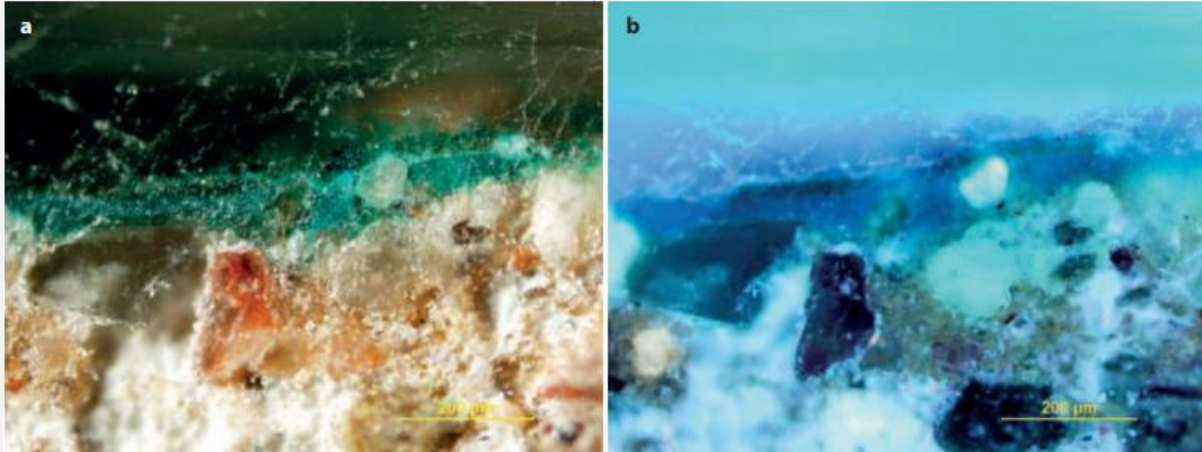
نمونه دیگر از قسمت سبز مغاره فولادی ۴ (FDM055) دارای یک لایه شفاف و یک لایه زرد شفاف در بالای لایه زمینه است. همانطور که در پیوست III نشان داده شده است (تصویر A.III.96، طیف ۵)، تجزیه و تحلیل μ FTIR تأیید می‌کند که لایه (۵) زرد شفاف دارای جذب متناسب به پلی ساکاریدها (حدود 1050 cm^{-1})، به آمید I (1653 cm^{-1}) است. اعتقاد بر این است که این لایه از پروتئین‌ها (به عنوان مثال چسب‌های حیوانی و سفیده تخم مرغ) و پلی ساکاریدها (مانند صمغ هلو و صمغ عربی¹⁵³) تشکیل شده است. لایه (۶) حجم دهنده شفاف پایینی جذب FTIR مشابه جذب اسیدهای رزینی را نشان می‌دهد، بنابراین به احتمال زیاد این لایه حاوی نوعی رزین طبیعی است. تعدادی کاندید مانند ماستیک¹⁵⁴ و دامار¹⁵⁵ وجود دارد، اما تشخیص نوع دقیق رزین بر اساس اطلاعات طیف‌سنجی FTIR دشوار است. ساختار حجم دهنده‌گیری فوق در نقاشی‌های دیواری مغاره فولادی ۳ (FDM038) نیز دیده می‌شود (تصویرهای ۲.۱۳ و ۲.۱۴). با این حال، واضح است که انواع مواد آلی از جمله پروتئین‌ها، رزین‌ها و صمغ‌های گیاهی روی دیوارهای خاکی اعمال می‌شد تا به عنوان لایه‌های حجم دهنده عمل کنند.

¹⁵¹ Swim bladder
¹⁵² Immunosorbent
¹⁵³ Gum Arabic
¹⁵⁴ Mastic
¹⁵⁵ Dammar

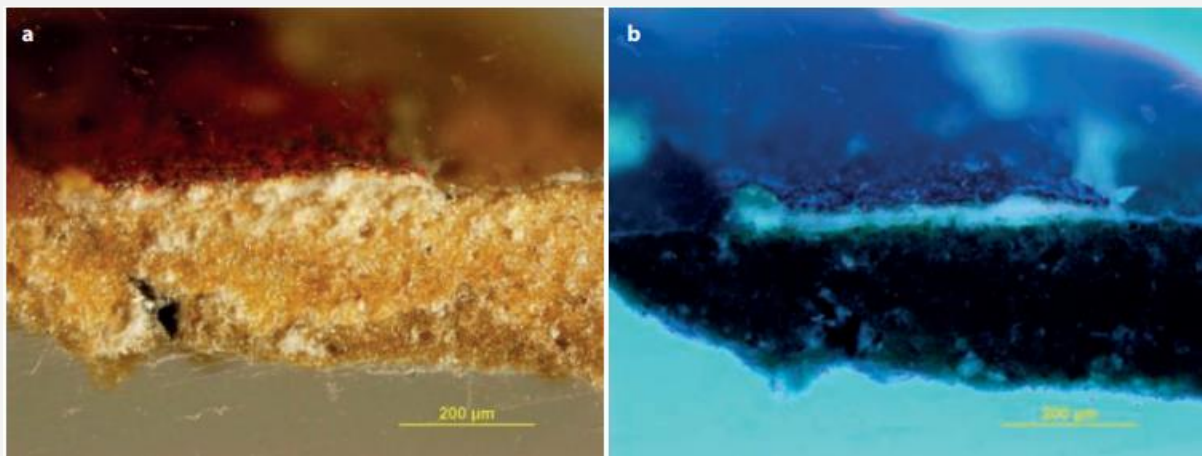
۲.۲.۵ لایه زمینه

۲.۲.۵.۱ انواع مختلف لایه‌های زمینه

در نقاشی‌های دیواری بامیان قبل از نقاشی روی زمینه‌های خاکی، ابتدا یک لایه زمینه سفید یا رنگی اعمال می‌شود. لایه زمینه به عنوان یک بازتابنده برای هدایت نور ورودی عمل می‌کند، که برای رنگ آمیزی لایه‌های بعدی ضروری است. مطالعات قبلی قبلاً انواع متعددی از لایه‌های زمینه را در نقاشی‌های دیواری در اطراف آسیای مرکزی شناسایی کرده‌اند (فصل ۱، جداول ۱.۳ و ۱.۴). در بسیاری از تحلیل‌هایی که در اینجا ذکر شد، سن نقاشی‌های دیواری مورد بحث مشخص نیست، بنابراین گاه‌نگاری زیرلایه در طول زمان نامشخص است.



تصویر ۲.۱۷: (a) فتومیکروگرام PLM (a) از یک مقطع نقاشی دیواری از مغاره C(a) (BMM091) با پوشش آبی سبز و لایه‌های سبز که بالای رندر شرقی اعمال شده‌اند. تصویر (b) نیز پرتوی بازتاب فرابنفش را نشان می‌دهد.



تصویر ۲.۱۸: (a) فتومیکروگرام PLM از یک مقطع نقاشی دیواری از مغاره C(a) (BMM095) با پوشش آبی سبز و لایه‌های سبز که بالای زمینه شرقی اعمال شده‌اند. تصویر (b) نیز پرتوی بازتاب فرابنفش را نشان می‌دهد.

پنج بستر سفید مختلف گزارش شده است: گچ، آهک، سفیداب سرب، خاک رس سفید (کائولینیت) و طلق. به ویژه گچ معمولاً انتخاب و به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از طلق محدود به مغاره‌های موگائو در دون‌هووانگ (ایالت گانسو) و خاک رس سفید به منطقه اطراف مغاره‌های آجاتا (هند) است. خاک رس سفید و طلق در نقاشی‌های دیواری آسیای مرکزی شناسایی نشده است. استفاده از آهک عمدتاً در هند یافت می‌شود. جالب توجه است، در برخی موارد، ممکن است بیش از یک ماده سفید، مانند گچ و سفیداب سرب، در یک مکان واحد استفاده شود. گچ، سفیداب سرب و در برخی موارد آهک، از طریق فرآیندهای مصنوعی تولید می‌شود. به عنوان مثال، دو ماده معدنی سولفات کلسیم ممکن است برای ساخت گچ استفاده شود: یکی به شکل دی‌هیدرات ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) و دیگری به شکل انیدریت (CaSO_4). هر دو به طور طبیعی رخ می‌دهند و می‌توانند کلسینه شوند و به عنوان گچ نیمه‌هیدراته (باسانیت: گچ سوخته) یا کاملاً کم آب

(انیدریت: گچ سخت) استفاده شوند. هر دو دی هیدرات و گچ انیدرات به عنوان مواد زمینه برای نقاشی‌های دیواری مورد استفاده قرار گرفته‌اند، که دومی بیشتر در نقاشی‌های دیواری کوچا، ترفان و قره شهر^{۱۵۶} شناسایی شده است (به فصل و جدول ۱.۳ مراجعه کنید). سفیداب سرب، رنگدانه غیر آلی مصنوعی دیگری که هنگام خوردگی سرب توسط بخارات سرکه تولید می‌شود، در آسیای مرکزی، هند و گانسو نیز یافت شده است. اصطلاح "سفیداب سرب" معمولاً به مخلوطی از کربنات سرب ($PbCO_3$) و هیدروکسی کربنات $(Pb_3(CO_3)_2(OH)_2)$ اشاره دارد (Gettens et al. 1993: 67). با این حال، همانطور که جزئیات با ترکیب بسیار غیرمعمول در برخی از نقاشی‌های دیواری بامیان مشاهده شده است. در تجزیه و تحلیل حاضر، دو نوع اصلی بستر از نقاشی‌های دیواری بامیان، همانطور که در جدول ۲.۱ خلاصه شده است، شناسایی شد. بیشتر نقاشی‌های دیواری بامیان دارای زمینه سفیدی است که از گچ یا سفیداب سرب تشکیل شده است، اما برخی از آنها لایه زمینه ندارند:

◀ لایه زمینه تا حدی غایب: مغاره‌های C(A), J(b)

◀ زمینه گچ: مغاره‌های C(A) e(e), g, h(a), h(b), i, j(c), k, m

◀ زمینه سفیداب سرب: مغاره‌های b(d), شرق iii f(c), l, n(a), s(a); مغاره‌های فولادی ۲, ۳, ۴, ۶; مغاره‌های ککرک ۴۳, ۴۴ و قول جلال

در زیر، نقاشی‌های دیواری سفیداب سرب در دوره‌های زیر سازماندهی شده‌اند که بر اساس تاریخ‌گذاری رادیوکربن مواد در لایه‌های زمینه خود طبقه‌بندی شده‌اند. در حالی که زمینه‌های گچ به طور مداوم در طول تاریخ بامیان مورد استفاده قرار می‌گرفت، تا اواسط قرن هفتم بود که در برخی از مغاره‌ها از زمینه‌های سفید رنگ استفاده می‌شد.

۲.۲.۵.۲ نقاشی‌هایی با نمونه‌های لایه زمینه تا حدی غایب

مغاره‌های C(a) و J(b) دارای زمینه سفیدی بودند که اساساً از گچ تشکیل شده بود، با این حال، در برخی مکان‌ها یک لایه رنگی مستقیماً در بالای زمینه اعمال می‌شد بدون اینکه هیچ لایه زمینه سفید مشاهده شود. بالاتر از زمینه، یک نمونه از مغاره (BMM121) J(b) دارای یک لایه حجم دهنده نازک بود که رمزگشایی آن در نور طبیعی دشوار بود اما در زیر نور فرابنفش و همچنین دو لایه رنگ قرمز قابل مشاهده بود (تصویر ۲.۱۵). لایه بالایی رنگ قرمز روشن‌تر است، در حالی که لایه پایینی قرمز نسبتاً شفاف است و حاوی ذرات قرمز بزرگتر است. با این حال، در همان مغاره، یک زمینه سفید شفاف (گچ) را می‌توان در منطقه‌ای مشاهده کرد که آبی روی قرمز پوشانده شده است (BMM126). رنگ قرمز تا حدی روی یک لایه سیاه پوشانده شده است و یک لایه حاوی ذرات آبی روی لایه بالایی اعمال می‌شود (تصویر ۲.۱۶). این احتمال وجود دارد که لایه سیاه از قبل به منظور به دست آوردن یک اثر نوری هنگام اعمال رنگ آبی اعمال شده باشد (به بخش ۲.۲.۷ مراجعه کنید). در هر دو مورد، لایه زمینه نسبتاً صاف است و رنگ در بالای حجم دهنده اعمال می‌شود.

مورد مشابهی در نمونه ای از مغاره C(A) (BMM091) (تصویر ۲.۱۷) مشاهده شد که در آن یک لایه سبز آبی در بالای یک زمینه توسط یک لایه سبز پوشانده شده است. هیچ تابش فرابنفش وجود ندارد که نشان دهنده وجود مواد آلی باشد. با این حال، در نمونه دیگری (BMM095) (تصویر ۲.۱۸)، یک لایه سفید نازک توسط یک لایه نازک قرمز تیره پوشیده شده است. در هر دو حالت، سطح زمینه صاف نیست و در ضخامت لایه رنگ یا زمینه سفید یکنواختی وجود ندارد. شباهت‌های زیادی بین عملیات سطحی زمینه، حجم دهنده و لایه‌های دیگر وجود دارد، یعنی یک زمینه سفید در برخی مناطق وجود دارد اما در برخی دیگر وجود ندارد، که نشان می‌دهد زمینه در مناطق خاصی به طور تصادفی اما عمداً در برخی دیگر اعمال نشده است. به عنوان مثال، در مغاره ۶۹ مغاره‌های قزل، به نظر می‌رسد که تنها قسمت‌های بالایی نقاشی‌های دیواری مستقیماً روی بستر ماسه سنگی به تصویر کشیده شده است (تصویر ۲.۱۹) (Vignato and Hiyama 2022: 365). تجزیه و تحلیل حجم دهنده انجام نشده است، اما به نظر می‌رسد سطح به خوبی از حجم دهنده برخوردار است.

۲.۲.۵.۳ زمینه‌های گچی

همانطور که قبلاً ذکر شد، "گچ" ممکن است به دو ترکیب سولفات کلسیم اشاره داشته باشد یعنی دی هیدرات (گچ) و انیدریت. در برخی موارد، گچ به شکل طبیعی خود استفاده می‌شد، با این حال، گزارش‌هایی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد ممکن است با افزودن آب به گچ نیمه هیدراته ($CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$) که با کلسیناسیون سنتز شده باشد. این عمل باعث واکنشی می‌شود که مواد به صورت گچ هیدراته و جامد تبدیل شوند (Thompson 1960). گچ نیمه هیدراته همان گچ مورد استفاده برای قالب‌گیری است. یک نمونه معمولی از گچ، جسو^{۱۵۷} است، پودر سفیدی که با چسب مخلوط شده و به عنوان زمینه برای نقاشی‌های جسو بولونیا در اروپای قرون وسطی استفاده می‌شده است.

¹⁵⁶ Kharashahr

¹⁵⁷ Gesso

این پودر سفید که به طور طبیعی در بولونیا وجود دارد، کاملاً دی هیدرات نبود، بلکه تا حدی انیدریت بود (Frederspiel 1995). انیدریت همچنین یک ماده معدنی طبیعی است که می‌توان آن را به صورت مصنوعی با کلسینه کردن گچ در دمای ۳۰۰ تا ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد تولید کرد تا تمام هیدرات‌ها را از آن حذف کرد. سپس توده سفید حاصل پودر شده و با چسب مخلوط شده تا رنگ سفید ایجاد شود. گچ در بسیاری از لایه‌های پایینی نقاشی‌های دیواری آسیای مرکزی در شهرستان^{۱۵۸}، پنجکنت و اجنه تپه شناسایی شده است که نشان می‌دهد احتمالاً ماده اصلی مورد استفاده برای لایه‌های زمینه سفید در آسیای مرکزی بوده است. گچ حاوی مقدار زیادی انیدریت معمولاً در نقاشی‌های دیواری در کوچا، ترفان و قره شهر استفاده می‌شد (به فصل ۱، جدول ۱.۳ و ۱.۴ مراجعه کنید).



تصویر ۲۰۱۹: نقاشی‌های دیواری در قسمت بالایی سقف طاقدار مغاره ۶۹

قزل، زمینه گلی روی بستر ماسه سنگی قابل مشاهده نیست

Y. Taniguchi, courtesy of Tokyo University of the Arts/Kizil Research Institute, 2014.

با این حال، گچ یافت شده در نقاشی‌های دیواری در دومو کو (از جمله در شهرستان و پنجکنت) و نقاشی‌های حوضه تاریم (از جمله در دولدور آکور^{۱۵۹}) هنگامی که توسط موزه دولتی ارمنی‌تاز در سنت پترزبورگ تجزیه و تحلیل شد، فاقد انیدریت بود. به دلیل این ویژگی، کوسولاپوف^{۱۶۰} پیشنهاد می‌کند که سنگ‌های معدنی گچی «نسبتاً خالص» که می‌توان آن را بدون کلسیناسیون استفاده کرد، باید به آسانی در جایی که یافت می‌شد در دسترس بوده باشد (Kossolapov and Marshak 1999: 77). به طور مشابه، بسترهای گچی در بامیان حاوی سولفات کلسیم دی هیدرات هستند و تا به امروز هیچ شکل انیدرات ندارند. با این حال، در بامیان، لایه گچ دارای چند ناخالصی است و دارای بافت یکنواخت است، بنابراین بعید است که به سادگی از استفاده از سنگ گچ طبیعی با خلوص بالا، همانطور که توسط کوسولاپوف پیشنهاد شده است، سرچشمه گرفته باشد - به احتمال زیاد این احتمال وجود دارد که گچ به نوعی تولید می‌شد. - تمایزات استفاده بین دی هیدرات و انیدرات در حال حاضر مبهم است، اما هر دو احتمالاً به طور عمدی تولید شده‌اند و حداقل تا قرون وسطی به طور منظم استفاده می‌شده است. به عنوان مثال، تجزیه و تحلیل زمینه‌های گچ در نقاشی‌های قرن چهاردهم از شمال ایتالیا نشان می‌دهد که گچ درشت (gesso grosso) از انیدریت (۱۰۰٪)، انیدریت: دی هیدرات (۷۵:۲۵) یا انیدرات: دی هیدرات (۵۰:۵۰) تشکیل شده است. در حالی که گچ ریز (Gesso sottile) که به عنوان پوشش در لایه بالایی استفاده می‌شود، دی هیدرات (۱۰۰٪) یا انیدرات: دی هیدرات (۲۵:۷۵) است (Martin et al. 1992). مشخص نیست که گچ یا انیدریت بر اساس بافت ذرات، منشاء، دما در طول فرآیند پخت یا سایر مواد آنها مانند نامحلول بودن در آب انتخاب شده باشند. دوره زمانی نسبتاً کوتاه؛ خطوط درشت قلم مو را می‌توان در نقاشی‌های دیواری مغاره‌های I, K3 و H مشاهده کرد.

۲.۲.۵.۴ زمینه‌های گچی حاوی رنگدانه‌های قرمز

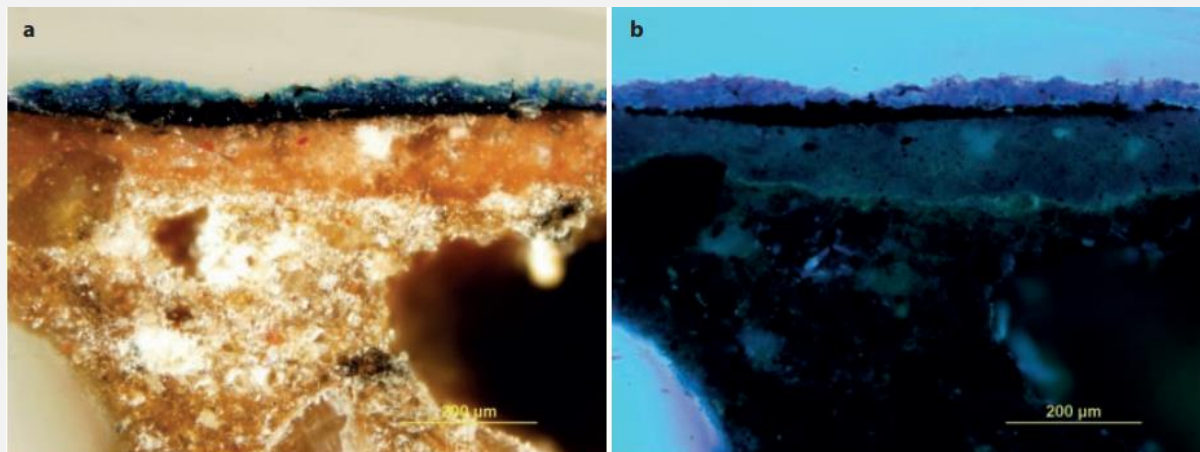
بیشتر نقاشی‌های دیواری بامیان دارای زمینه سفید هستند، به استثنای نقاشی‌های دیواری در مغاره J(d)، که دارای زمینه صورتی کم رنگ است که از رنگدانه‌های قرمز در زمینه سفید (BMM120) ساخته شده است (تصویر ۲۰۲۰). نقاشی‌های دیواری در مغاره فولادی ۴ دارای دو یا سه لایه زمینه از جمله یک زمینه زرد کم رنگ از سفیداب سرب با رنگ نارنجی (As₄S₄) هستند (Yamauchi

¹⁵⁸ Shahrstan

¹⁵⁹ Duldul-Akur

¹⁶⁰ Kossolapov

(2006b). در مغاره J(d)، یکی از قدیمی‌ترین مغاره‌های بامیان، نقاشی‌های دیواری بر روی گچ سفید مخلوط با اخرا قرمز قرار گرفته‌اند. زمینه مشابهی در نقاشی‌های دیواری در میران (قرن سوم تا چهارم) یافت می‌شود (Stein 1980: Appendix D). نقاشی‌های دیواری در محوطه بودایی میران به سبک یونانی-بودایی است که یکی از معروف‌ترین آنها فرشته بالدار است (تصویر ۲ را در مقدمه ببینید). رولند (۱۹۴۷: ۸۶) پیشنهاد می‌کند که این اثر از نظر سبکی و مفهومی تحت تأثیر هنر غربی بوده است: از آنجایی که پیکره‌های غول‌پیکر قبل از مکتب گندهارا در بودیسم ظاهر نمی‌شوند، ممکن است یکی از مشارکت‌های این هنر ترکیبی، تحقق پلاستیک باشد. طبیعت مافوق بشری بودا موجود در متون، با کمک و حمایت از دانش هنرمندان یونانی-رومی در مورد چهره‌های بیش از حد خدایان و جهان کراتورها در غرب بود.



تصویر ۲.۲۰ (a) فوتومیکروگراف PLM از مقطع آبی یک نقاشی دیواری از مغاره J(d) BMM120 ذرات اکسید آهن قرمز در زیر آن دیده می‌شود. در زیر لایه آبی لاجورد، یک لایه سیاه از کربن سیاه اعمال شده است. (b) در تصویر، یک لایه نازک از نور فرابنفش در بالای پوشش پایه قابل مشاهده است.

به گفته سر آرتور چرچ، یک شیمی‌دان بریتانیایی که نقاشی‌های دیواری در میران را تجزیه و تحلیل می‌کرد، یک لایه زمینه گچ صورتی حاوی اکسید آهن (Fe_2O_3) روی زمینهای خاکی اعمال شده را پیدا نمود که در آن رنگ با استفاده از تکنیک سکو (Church 1921) روی زمینه اعمال شده است. اگرچه فاصله زمانی بین این دو وجود دارد، اما این تکنیک‌ها در نقاشی‌های دیواری اولیه موجود در مغاره J(d) مشترک هستند و ممکن است کلید مهمی برای ظهور نقاشی‌های دیواری در بامیان باشند. همچنین گزارش شده است که زمینه سطح نقاشی شده بودای غول پیکر شرقی بامیان نیز زمینه از گچ صورتی است که با اخرا قرمز مخلوط شده است (به فصل ۳، بخش ۳.۵ مراجعه کنید) (Blänsdorf et al. 2009b). تاریخ ساخت این بودا شبیه به مغاره J است که به روزهای اولیه بامیان نیز برمی‌گردد. اخیراً، لایه‌های زمینه رنگی در نقاشی‌های اروپایی قرن هفدهم و هجدهم بسیار مد شده بودند، زیرا رنگ گرم‌تری نسبت به زمینه‌های سفید ارائه می‌کردند. اکسیدهای اخرايي و قرمز معمولاً برای دادن این رنگ مایل به قرمز استفاده می‌شد (Dal 1992).

۲.۲.۵.۵ زمینه سفیداب سرب

همانطور که در بالا ذکر شد، "سفیداب سرب" معمولاً یک رنگدانه مصنوعی است که از دو فاز کریستالی سیروسیت^{۱۶۱} و هیدروسیروسیت^{۱۶۲} ساخته شده است. سنتز سفیداب سرب تقریباً بدون تغییر از دوران باستان تا قرن ۱۹ باقی ماند (Gonzalez et al. 2017). تولید تاریخی و جغرافیایی و استفاده از سفیداب سرب در بخش بعدی به تفصیل آمده است. به طور خلاصه، به طور سنتی با خوردگی پلاک‌های سرب فلزی با آویزان کردن آن‌ها در بالای سرکه در کوزه‌ها، که در زیر کود اسب چیده شده‌اند، از فرایند دی اکسید کربن و گرمای تولید شده از تجزیه کود همراه با بخارات اسید استیک ناشی از خوردگی و تشکیل سیروسیت و هیدروسیروسیت بر روی سطح سرب تولید می‌شد (از این رو نام آن «فرآیند پشته»^{۱۶۳} است). رنگدانه قبل از عمل با فرآیندهای مختلف پس از سنتز (سنگ زنی، شستشو و غیره) جمع‌آوری شد. روش SR-XRD نشان داده است که درجه‌های مختلف سفیداب سرب را می‌توان بر اساس نسبت سیروسیت به هیدروسیروسیت و بر اساس حجم دهنده کریستالیت رنگدانه‌ها طبقه‌بندی کرد. این روند شیمیایی را می‌توان به شرایط سنتز مختلف پس از سنتز که توسط سازندگان و هنرمندان رنگ استفاده می‌شود متصل کرد (به عنوان مثال زمانی که پودر سفید تولید شده توسط خوردگی سرب در محلول اسیدی شسته یا

¹⁶¹ Cerussite

¹⁶² hydrocerussite

¹⁶³ Stack Process

در آب حرارت داده شود) (Gonzalez et al. 2017). اخیراً فرایند SR-XRD فاش کرد که لئوناردو داوینچی از دو رنگ سفیداب سرب متفاوت در نقاشی مریم مقدس و کودک سنت آن^{۱۶۴} (موزه لوور، پاریس) یکی در لایه سفید و دیگری در لایه آسمان آبی استفاده کرده است. هر کدام مواد پراکندگی متفاوتی را ارائه می‌دهند و در نتیجه رنگ‌های سفید متفاوتی را ارائه می‌دهند (Gonzalez et al. 2020). بهترین تکنیک برای تشخیص هیدروسیروسیت و سیروسیت XRD است اما برخی از اطلاعات در مورد ترکیب سفیداب سرب را می‌توان با FTIR نیز به دست آورد. به طور خاص، جذب حدود ۳۵۳۰ سانتی‌متر^{-۱} مشخصه یک پیوند کششی O-H در ترکیبات هیدروکسید سرب است (Siidra et al. 2018). سیروسیت را می‌توان از هیدروسیروسیت با اوج آن در ۸۳۸ سانتی‌متر^{-۱} (N₂ (CO₃)) متمایز کرد، در حالی که طیف هیدروسیروسیت ضعیف‌تر است (Brooker et al. 1983).

در مجموعه کنونی، گروهی از زمینه‌های سفیداب سرب هیدروسیروسیت/سروزیت (۱۲ مغاره: مغاره‌های بامیان N(A), L, F(C), B(d), S(A)، مغاره‌های فولادی ۲، ۳، ۴، ۶ بر اساس تاریخ گذاری رادیوکربن، مغاره‌های ککرک ۴۳، ۴۴ و قول جلال) در اواسط قرن هفتم تا اواخر قرن هشتم در بامیان ظاهر می‌شوند. این امر در مغاره‌های بامیان، فولادی و ککرک رایج است. اگرچه تاریخ گذاری انجام نشده است، اما مغاره قول جلال نیز جدیدتر از بامیان محسوب می‌شود. بنابراین شکی نیست که نقاشی‌های دیواری با زمینه‌های سفیداب سرب از اواسط قرن هفتم به بعد ظاهر می‌شوند. مغاره‌هایی با رنگ سفیداب سرب در نقاشی‌های دیواری‌شان دارای طرح‌بندی مربعی مشترک با سقف گنبدی یا گنبدی هستند. سبک نقاشی‌ها نیز مشابه است، همانطور که چیدمان منظم هزار بودا روی دیوارها مانند ماندالا است. چند نمونه از استفاده از سفیداب سرب به عنوان یک لایه زمین در جنوب و منطقه آسیای مرکزی را می‌توان در آجاتنا، بزکلیک، کومتورا، کوچا، دولدور اکور و سایر محوطه‌ها یافت، اما زمان استفاده از آنها به خوبی درک نشده است. در سغدی، پنجکنت و شهرستان و حتی در مناطق همجوار از زمینه گچ برای نقاشی دیواری استفاده می‌شد. در اواخر قرون وسطی (قرن یازدهم و دوازدهم)، سفیداب سرب به عنوان زمینه برای نقاشی‌های دیواری حفاری شده از محل پایتخت اسلامی خولبوک^{۱۶۵} مورد استفاده قرار گرفت (Shimadzu 2009). جالب توجه است که ترکیبات مختلف سفیداب سرب در چندین لایه در چینه شناسی یک نمونه، به ویژه در لایه‌های زمینه و رنگ آمیزی شناسایی شد. در یک نمونه نقاشی دیواری (BMM083) از مغاره F(c) و یک نمونه نقاشی دیواری (BMM035) از مغاره N(a)، سفیداب سرب در لایه‌های زمین عمده حاوی هیدروسیروسیت بود. در عین حال، لایه مس قهوه‌ای اولی و لایه مس سبز دومی حاوی مقدار قابل توجهی سیروسیت همراه با هیدروسیروسیت بود. برعکس، در نمونه FDM055 از مغاره فولادی ۴، دو لایه سفید با مقادیر زیاد سیروسیت وجود دارد، در حالی که سفیداب سرب مخلوط شده با رنگدانه مس در لایه سبز عمده حاوی هیدروسیروسیت است (پیوست III، تصویر A.III.104) و جداول A.III.5، A.III.20 و A.III.27).

ترکیب خاصی از خاک سفیداب سرب، هیدروسیروسیت و سوسانیت (Pb₄SO₄(CO₃)₂(CH₂)). در چهار نمونه BMM039، BMM035، BMM040 و BMM177 یافت شد. وجود این ترکیب بسیار غیر معمول است و قبلاً به ندرت گزارش شده است (Eastaugh et al. 2004: 230). در نقاشی‌های بامیان، انگلزیت (PbSO₄) و پالمیریت (K₂Pb(SO₄)₂) که سوراخ‌های سفید رنگ سطح را می‌پوشاند، شناسایی شده است. در چنین موردی، توزیع ویژه آنها در سطح نشان می‌دهد که آنها در طی فرآیندهای تخریب به دلیل واکنش با ترکیبات گوگرد فرار از محیط، همانطور که در قطعات هومر رامبراند^{۱۶۶} مشاهده شده است، تشکیل شده‌اند (Price et al. 2019). با این حال، در اینجا، سوسانیت^{۱۶۷} مانند هیدروسیروسیت به صورت ذرات میکرومتری وجود دارد و هر دو نوع ذرات به طور همگن در لایه سفیداب سرب توزیع شده‌اند. این تایید می‌کند که سوسانیت بخشی از رنگدانه اصلی سرب است. جالب توجه است که سرب هیلیت، هیدروکسید کربنات سولفات سرب با همان ترکیب اما ساختار کریستالی متفاوت (بلورهای لیدیلیت به صورت تک کلینیک^{۱۶۸} و سوسانیت به صورت سه ضلعی) در نمونه‌های سلسله تانگ از مغاره‌های تیانتیشان^{۱۶۹} در ویوی^{۱۷۰}، چین گزارش شده است. (Zhou et al. 1393). در این اثر سرب هیلیت یک کانی طبیعی در نظر گرفته شده است. در مجموع، پنج نوع سفیداب سرب (سفیداب سرب، سولفات سرب، هیدروکسی کلرید سرب، کلرید سرب و سرب هیلیت) از نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های تیانتیشان شناسایی شدند. تحقیقات بیشتری برای شناسایی منشأ سوسانیت بامیان (طبیعی یا مصنوعی) و تعیین اینکه آیا سوسانیت با کیفیت خاصی از سفیداب سرب مرتبط است، ضروری است. به طور خلاصه، این نتایج تنوع زیادی را در ترکیب سفیداب سرب نشان می‌دهد که ممکن است مربوط به درجه‌های مختلف و کاربردهای متفاوت این نوع رنگدانه باشد. در مقایسه

¹⁶⁴ The Virgin and Child with St Anne

¹⁶⁵ Khulbuk

¹⁶⁶ Rembrandt Homer

¹⁶⁷ Susannite

¹⁶⁸ Monoclinic

¹⁶⁹ Tiantishan

¹⁷⁰ Wuwei

با آهک و گچ، سفیداب سرب رنگدانه‌ای با ظرفیت فوق‌العاده برای پوشاندن لایه‌های زیرین است - حتی زمانی که در لایه‌های نازک استفاده شود که می‌تواند یک رنگ سفید روشن مستقل از هر رنگ زیرین را ایجاد کند. کریستال‌های سفیداب سرب سنتز شده مصنوعی عموماً از نظر حجم دهنده و بافت یکنواخت و ظریف هستند. کریستال‌ها صفحه‌مانند هستند و در لایه‌هایی در داخل پوشش قرار گرفته‌اند که چسبندگی و مقاومت آن را در برابر لایه برداری افزایش می‌دهد. از لحاظ تاریخی، تلاش‌های متعددی در کیمیاگری برای تولید سفیداب سرب، به ویژه در دنیای مدیترانه انجام شده است. اولین گزارش احتمالاً در رساله تئوفراستوس^{۱۷۱} به نام «درباره سنگ‌های ۵۶» است که در آن او فرآیندی را توصیف می‌کند که شامل یک توده سرب فلزی است که در ظرفی قرار می‌گیرد و در معرض بخارات اسید استیک قرار می‌گیرد. سرب با بخارات و تشکیل یک استات سفیداب سرب روی سطح خود واکنش نشان می‌دهد که خراشیده می‌شود. سپس این بیشتر با دی اکسید کربن موجود در هوا واکنش می‌دهد و کربنات سرب تولید می‌کند (Caley et al. 1956: 57). در فرآیند شناخته شده دیگری که توسط ویتروویوس^{۱۷۲} ثبت شده است (Morgan 1960: 219, Ch. XII) اولین گام این است که ذرات سرب را در یک شیشه سرکه قرار دهید و روی آن را با درپوشی ببوشانید که ماده سفید رنگی تولید می‌کند که براده‌های جمع‌آوری شده، گرم می‌شود و سپس در آن آب شسته می‌شود. هر دوی این فرآیندها اساساً مشابه فرآیندهایی هستند که برای سنتز استات مس از مس استفاده می‌شوند (Rowland and Howe 1999: 94-95). Pliny (Naturalis historia XXXIV, ch. 54) به دو فرآیند ذکر شده توسط تئوفراستوس و ویتروویوس برای ایجاد سفیداب سرب (پسمیتیوم یا سرور)^{۱۷۳} اشاره می‌کند. اولی از رودز بیشتر مورد احترام بود (Bostock n.d).

تصور می‌شود که ملات آهکی که حاوی مقدار زیادی آب است و پایه محکمی است باعث تیره شدن رنگ سفیداب سرب می‌شود (Giovannoni et al. 1990). با این حال، مکانیسم‌های دقیق این تغییر رنگ هنوز نامشخص است. همچنین مشخص شده است که وقتی با ترکیبات گوگردی مانند شن‌گرف / زردچوبه (HgS) مخلوط می‌شود یا در معرض یک محیط غنی از سولفید قرار می‌گیرد، سفیداب سرب به سولفید سرب (PbS) تبدیل می‌شود و سیاه می‌شود. نقاشی‌های دیواری فرسکو بیشتر مستعد تغییر رنگ هستند زیرا هیچ پوششی برای محافظت از ذرات رنگدانه از محیط اطراف وجود ندارد. در هر صورت، مشکلات شناخته شده تغییر رنگ سفیداب سرب به این معنی است که از استفاده از آن در نقاشی‌های دیواری اجتناب می‌شود (Bostock n.d.) (Naturalis historia XXXV, ch. 31). سفیداب سرب بر روی مجسمه‌های نقاشی شده در جزیره دلوس، بر روی مقبره‌های مقدونیه و روی نقاشی‌های دیواری در اسکندریه یافت شده است. این‌ها با تکنیک سکو با استفاده از صمغ‌های گیاهی و سایر پیوند دهنده‌ها رنگ آمیزی شدند. به عنوان مثال، اغلب به‌تنهایی به‌عنوان زمینه برای مجسمه‌ها استفاده می‌شده‌اند، اما گاهی اوقات می‌توان آن را با آبی مصری^{۱۷۴} مخلوط کرد تا رنگ آبی روشن ایجاد کند، همانطور که در تخت مرمری نقاشی شده ایوریس^{۱۷۵} که در داخل مقبره آبی گای^{۱۷۶} (۳۴۰ قبل از میلاد) در مقدونیه دیده می‌شود. در همان تخت، سفیداب سرب نیز به عنوان ماده پایه برای دریاچه قرمز^{۱۷۷} عمل می‌کرد (Kakoulli 2009: 57). سفیداب سرب سنتز شده نه تنها به عنوان یک ماده نقاشی، بلکه به عنوان یک محصول آرایشی و دارویی استفاده می‌شد. به گفته دیوسکوریدس^{۱۷۸}، بهترین سفیداب سرب برای استفاده در لوازم آرایشی از کورنت، رودس یا لاکونیا (لاکونیا) در یونان است (Osbaldeston 2000: 796) (De materia medica 5: 103). موردی دیگر، خوارزمی (کاتب اواسط قرن دهم) است که در مفاتیح علوم^{۱۷۹} (کلید علوم) خود نوشت؛ سفیداب سرب برای درمان تومورها در شیوه‌های دارویی عربی با مرهم مخلوط می‌شود (Sato 2008: 101). کتاب دیگری که تقریباً دو قرن بعد توسط الشیزری^{۱۸۰} (متوفی ۱۱۹۳) به نام کتاب نه‌ایة الرتبة فی طلب الحسبة^{۱۸۱} (کتاب بازرس بازار اسلامی) (قرن دوازدهم) نوشته شده است، بیان می‌کند که برای بهبود رنگ نوشیدنی از نظر طعم و مزه، باید «نوشیدنی از آب نیشکر با شیر، سرکه و سفیداب سرب (اسفیدج [اسپیدگ امروز]) درست کرد، اگرچه کاربرد سرب به معنی سفیداب سرب است اما «چنین نوشیدنی برای بدن سمی است» (Sato 2008: 100-101). بنابراین، سفیداب سرب آشکارا به طور گسترده در منطقه مدیترانه، عمدتاً برای اهداف دارویی و آرایشی و همچنین برای نقاشی استفاده می‌شده است. با این حال، تاریخ استفاده از آن در آسیای مرکزی هنوز روشن نیست. در بامیان، سفیداب سرب ماده‌ای غیر بومی است که به طور ناگهانی در اواسط قرن هفتم پدیدار شد، اما از کجا سنتز شده و چگونه به بامیان آمده، هنوز ناشناخته مانده است. سفیداب سرب در سلسله تانگ به عنوان گوفون و در دوره نارا

¹⁷¹ Theophrastus

¹⁷² Vitruvius

¹⁷³ Psimithium or Ceruse

¹⁷⁴ Egyptian blue

¹⁷⁵ Eurydice

¹⁷⁶ Aigai

¹⁷⁷ Red lake

¹⁷⁸ Dioscorides

¹⁷⁹ Mafāfih al-'ulūm

¹⁸⁰ Al-Shayzari

¹⁸¹ Kitāb nihāyat al-rutba fī talab al-hisba

به عنوان تانگ گوفون^{۱۸۲} به ژاپن وارد شد. در سلسله تانگ، کلمه هو نه به جهان ایرانی یا ایرانی، بلکه به سایر کشورهای غرب ایران نیز اطلاق می‌شد. اگر بتوان منشأ گوفون را از دوره نارا مشخص کرد، ممکن است سرخ اصلی از منشأ سفیداب سرب که به بامیان آورده شده است را ارائه دهد. فصل ۴ (بخش ۴.۲.۲) تلاشی را برای تخمین منشأ با تجزیه و تحلیل ایزوتوپ‌های سرب در سفیداب سرب شرح می‌دهد. تعداد بیشتری از موارد با استفاده از سفیداب سرب برای جمع‌آوری داده‌ها از طریق تجزیه و تحلیل نسبت ایزوتوپی و سایر روش‌ها و در نهایت به دست آوردن نتایج قابل اعتمادتر ضروری است.

علاوه بر شناسایی و نقشه‌برداری هیدروسیروسیت و سیروسیت، در میان سایر ترکیبات، μFTIR وجود صابون‌های سرب را در خاک‌های سفیداب سرب نشان داد (پیوست III، تصویر A.III.103). اینها احتمالاً پس از واکنش یک رنگدانه سفیداب سرب یا خشک شونده سرب (مانند PbO) با اسیدهای چرب با زنجیره بلند ظاهر می‌شوند و بنابراین وجود یک پیوند دهنده مبتنی بر روغن را نشان می‌دهند، همانطور که در بخش ۲.۲.۹ بحث شده است. هنگامی که سفیداب سرب یا اکسید سرب با یک پیوند دهنده مبتنی بر روغن مخلوط می‌شود، صابون‌سازی می‌تواند صورت گیرد تا صابون‌های سرب تشکیل شود. صابون‌سازی اکسید سرب به طور کلی سریعتر است و نسبت به سفیداب سرب ترجیح داده می‌شود (Cotte et al. 2006b). مخلوط کردن چربی یا روغن با ترکیبات سرب یک عمل منظم در تولید پلاسترها و پمادهای دارویی سرب و همچنین رنگ روغن سرب بوده است (Cotte et al. 2019). بسیاری از رساله‌های اروپایی (مثلاً Recueil des essais des merveilles de la peinture نوشته پیر لبرون در سال ۱۶۳۵ و دستنوشته بروکسل) تهیه «روغن چرب» (Huile grasse) را توصیف می‌کنند (Merrifield 1967b: ccxxxviii)، «oliocotoo» (Merrifield 1967b: ccxxxviii) (Filippo Baldinucci and the Volpato Manuscript)



تصویر ۲.۲۱: نیمه پایینی بودای نشسته در زیر لایه پایینی مغاره فولادی ۴

Photo: H. Otake, courtesy of NRICPT, 2006

(Paduan Manuscript) Merrifield 1967b: ccxxxviii, 692), «روغن جوشانده» (ccxxxix; Cotte et al. 2017: 1967b), «Oyl» (Smith 1687; Cotte et al. 2017), و «huile de litharge» (Sloane MS 2052: De Mayern 1620-1646) که شامل پختن روغن با لیتارژ (مرداسنگ) (اکسید سرب) و گاهی اوقات اضافه کردن آب است (Cotte et al. 2017). بازتولید چنین دستورالعمل‌هایی منجر به تشکیل یک روغن نیمه صابونی می‌شود (Cotte et al. 2006b). این نوع روغن پخته دارای مواد بسیار خوبی برای آماده سازی لایه‌های آسیاب شده یا خام است که توسط سر تئودور تور که دُ مایرن^{۱۸۳} توصیه شده است "برای چاپ بوم‌هایی که ترک نخورند و پوسته نشوند". مقدار قابل توجه صابون‌های سرب در بامیان این فرضیه را تایید می‌کند که روغن صابونی شده با دستور مشابه تهیه شده است. سرب به عنوان

¹⁸² Tang gofun

¹⁸³ Sir Theodore Turquet de Mayerne

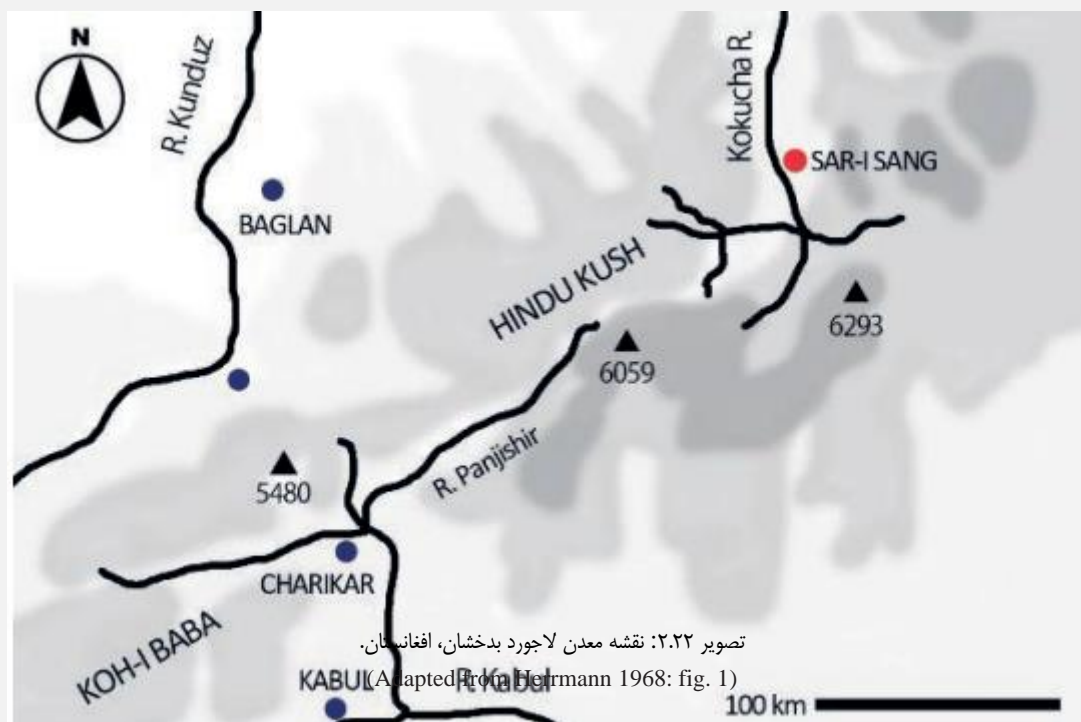
یک کاتالیزور عمل می‌کند و پلیمریزاسیون اکسیداتیو^{۱۸۴} روغن خشک شونده را تسریع می‌بخشد، که سپس به عنوان پیونده دهنده عمل کرده و کیفیت مواد خشک شونده لایه رنگ را بهبود می‌بخشد.

۲.۲.۵۶ مروری بر مصالح زمینه به کار رفته در نقاشی‌های دیواری بامیان

نقاشی‌های دیواری در مغاره J(d) دارای زمینه گچی حاوی رنگدانه قرمز است که یادآور نقاشی‌های دیواری در میران است. بیشتر نقاشی‌های دیواری بعدی بامیان دارای زمینه گچی است که عمدتاً در آسیای مرکزی استفاده می‌شود. با این حال، برخی نیز دارای زمینه‌های سفیداب سرب هستند. سفیداب سرب که به‌طور مصنوعی تولید می‌شود، معروف به «گوفون»^{۱۸۵} ممکن است یکی از بسیاری از مواد مبادله شده در امتداد دالان‌های تجاری شرق و غرب توسط بازرگانان سغدی باشد که روابط نزدیکی با جهان ایران داشتند، اما منشأ دقیق آن مشخص نیست. ممکن است به دلیل قدرت پنهان عالی سفیداب سرب و سازگاری آن با پیونده دهنده‌های مبتنی بر روغن، به عنوان ماده‌ای برای نقاشی انتخاب شده باشد.

۲.۲.۶ زیر برداشت‌ها

در بسیاری از نقاشی‌های دیواری بامیان، خطوط زیرنقاشی‌ها به رنگ اخراپی قرمز مایل به قهوه‌ای اجرا شده‌اند (تصویرهای ۲.۲ و ۲.۳ را ببینید). سپس جزئیات نهایی یک تصویر، مانند چشم‌ها و بینی، با خطوط ظریف مشکی یا زرشکی ترسیم شده‌اند. این تکنیک را می‌توان به طور گسترده در نقاشی‌های دیواری در آجاتا، مغاره‌های موگائو (دون هووانگ)، مغاره‌های قزل، مغاره‌های بزکلیک و در قلعه کافرپنهان^{۱۸۶} مشاهده کرد. در فرسکوی بون، همچنین، قسمت‌های زیرین که اکنون سینوپیا^{۱۸۷} نامیده می‌شوند، با اخرای قهوه‌ای مایل به قرمز نقاشی شده‌اند. همانطور که در بامیان دیده می‌شود، یکی از تفاوت‌های اصلی در زیر کشی‌های دیواری در نقاشی‌های دیواری سبک سکو در بامیان دیده می‌شود، فرآیند نقاشی دیواری با استفاده از یک لایه ملات آهک در بالای نقاشی‌های قهوه‌ای مایل به قرمز و سپس بازسازی زیر نقاشی‌ها با نقطه و خطوط خراشیده شده است که ملات آهک هنوز تازه است. سپس ممکن است زیر کشی رنگ‌آمیزی شده باشند. آثاری از سوزن‌های قطب‌نما، یا ابزارهایی که برای ترسیم دقیق دایره‌ها استفاده می‌شدند، اغلب در نقاشی‌های دیواری بون^{۱۸۸} یافت می‌شوند.



¹⁸⁴ Oxidative Polymerisation

¹⁸⁵ امروزه در ژاپن، یک ماده سفید (کربنات کلسیم) از پوسته‌های خرد شده صدف ساخته شده و اغلب به عنوان گوفون شناخته می‌شود، اما در اصل به معنای سرب سفید (کربنات سرب) است.

¹⁸⁶ Kala-i Kafirnigan

¹⁸⁷ Sinopia

¹⁸⁸ Buon

با این حال، در بامیان هیچ اثری از میخ، سوراخ یا هر چیز دیگری که نشان دهنده استفاده از ابزار قطب نما برای ایجاد ترکیبات دایره‌ای یا نیمبوس باشد، وجود ندارد. در موارد استثنایی، خطوط سیاه زیرکشی را می‌توان در زیر یک لایه زمینه سفید مشاهده کرد (تصویر ۲). روی دیواره‌های مغاره فولادی ۴ یک زیرکش^{۱۸۹} سیاه ضخیم باقی مانده است. ممکن است این محوطه مدتی بعد تعمیر شده باشد زیرا دارای زمینه قهوه‌ای مایل به زرد است که با رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای سقف متفاوت است. زمینه سفید و لایه رنگ شده روی آن متلاشی شده و از بین رفته و تنها ردپایی از رنگ‌های قرمز، سبز و آبی باقی مانده است. ممکن است ترکیبی خشن مانند سینوپیا در فرسکوی بون در زیر زمینه سفید نقاشی شده باشد، اما در خارج از مغاره فولادی ۴ نمونه‌ای از این نوع نقاشی وجود ندارد.

۲.۲.۷ لایه‌های رنگی: رنگدانه‌ها

۲.۲.۷.۱ رنگدانه‌های آبی: لاجورد و اولترامارین

به استثنای یک رنگدانه آبی بر پایه مس، بیشتر رنگدانه‌های آبی مورد استفاده در بامیان از لازوریت $(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4,\text{S,Cl,OH})_2$ ساخته شده‌اند که رنگدانه‌ای از لاجورد طبیعی استخراج شده است. لاجورد ممکن است در برخی مناطق نیز مورد استفاده قرار گرفته باشد (مثلاً آبی تیره در مغاره K 3)، اما این مورد از نظر علمی تأیید نشده است زیرا هیچ تحلیلی انجام نشده است. لاجورد از دیرباز به دلیل سرچشمه گرفتن از سر سنگ حوضه رودخانه کوکچه در منطقه بدخشان افغانستان شناخته شده است (Bowersox and Chamberlin 1995: 47) و به طور گسترده به عنوان جواهر آبی و رنگدانه در طول اعصار مورد استفاده قرار گرفته است (تصویر ۲.۲۲). اولین لاجورد از بدخشان به عنوان مهره در دوره هاسونا^{۱۹۰} (۶۰۰ قبل از میلاد) یا لیمپ تپه^{۱۹۱} (Merpert et al. 1976)، در دوره حلاف (۵۵۰۰-۵۲۰۰ قبل از میلاد) در تال آراچیا^{۱۹۲} (Mallowan and Cruikshank Rose 1935) از بدخشان به بین‌النهرین در دوره حلاف (۴۰۰-۵۲۰۰ ق. م) نینوا (Thompson and Mallowan 1933) آورده شد. در اواخر دوره عبید (حدود ۴۰۰۰ ق. م) به تپه گاورا رسید و به عنوان مهر مورد استفاده قرار گرفت (Herrmann 1968). همچنین شناخته شده است که لاجورد در تمدن سند (مرحله هاراپان/راوی اولیه^{۱۹۳}: حدود ۳۷۰۰ تا ۲۸۰۰ قبل از میلاد) و در قفقاز دوره نوسنگی به طور گسترده در مهره‌ها استفاده می‌شد (Dikshit 2012-2013).

لاجورد از قرن ۱۴ تا اواسط قرن ۱۵ در اروپای قرون وسطی بسیار محبوب بود و اغلب استفاده می‌شد (Plesters 1993). نزدیکی نسبی بامیان به منطقه معدن لاجورد (حدود ۵۰۰ کیلومتر) حاکی از فراوانی آن است. لاجورد نیز ممکن است به طور گسترده به دلیل رشد فرهنگ و صنایع بودایی مورد معامله قرار گرفته باشد. لاجورد به عنوان یک ماده معدنی طبیعی، نه تنها لاجورد آبی، که از عناصر سبک مانند سدیم، آلومینیوم و گوگرد تشکیل شده است، بلکه شامل کلسیت سفید (CaCO_3) ، پیریت (FeS_2) ، دیوپسید $(\text{MgCaSi}_2\text{O}_6)$ یا ولاستونیت (CaSiO_3) نیز می‌باشد. بنابراین، کیفیت رنگ آبی با میزان ناخالصی‌ها و همچنین دمای لاجورد هنگام استخراج آن متفاوت بود (Gambardella et al. 2020). برای به دست آوردن رنگ آبی روشن، جداسازی لازوریت از هرگونه ناخالصی ضروری است، اگرچه جداسازی ذرات آبی دشوار است. از آنجایی که وزن مخصوص لازوریت و کلسیت مشابه است، اگر سنگ لاجورد اصلی ساییده و رسوب شود، کانی‌ها با موفقیت جدا نمی‌شوند و فقط یک پودر خاکستری آبی مات به دست می‌آید. در حدود قرن سیزدهم، سرانجام روشی برای پالایش آبی طبیعی اولترامارین با حذف ناخالصی‌های آن و جداسازی تنها لازوریت تمیز و آبی پدیدار شد. معروف‌ترین کتابی که این تکنیک را توصیف می‌کند *Il libro dell'arte* اثر سنینو سینی است (Thompson 1960) که شامل روشی برای مخلوط کردن و ورز دادن پودر لاجورد آسیاب شده با رزین کاج، رزین ماستیک^{۱۹۴} و موم زنبور عسل و سپس اضافه کردن روغن بذر کتان و مالیدن آن در آن است. لیمو گرم برای به دست آوردن رنگدانه آبی (Thompson 1956). به نظر می‌رسد که این بر اساس اصل استفاده از یک مایع سنگین مشابه چگالی ماده‌ای است که باید جدا شود.

دو کاربرد مختلف برای لاجورد وجود دارد. اولین مورد به اصطلاح آبی طبیعی اولترامارین است که در آن فقط لازوریت آبی با بافت ریز و ظریف از لاجورد جدا می‌شود و روی یک زمینه سفید (سفیداد سرب) قرار می‌گیرد تا رنگ آبی روشن ایجاد کند (مغاره N(a) (تصویر ۲.۲۳). دومی شامل گرفتن ذرات لاجورد درشت خرد شده و قرار دادن آنها در بالای یک لایه سیاه برای ایجاد رنگ آبی تیره (مغاره آواره

¹⁸⁹ Underdrawing

¹⁹⁰ Hassuna

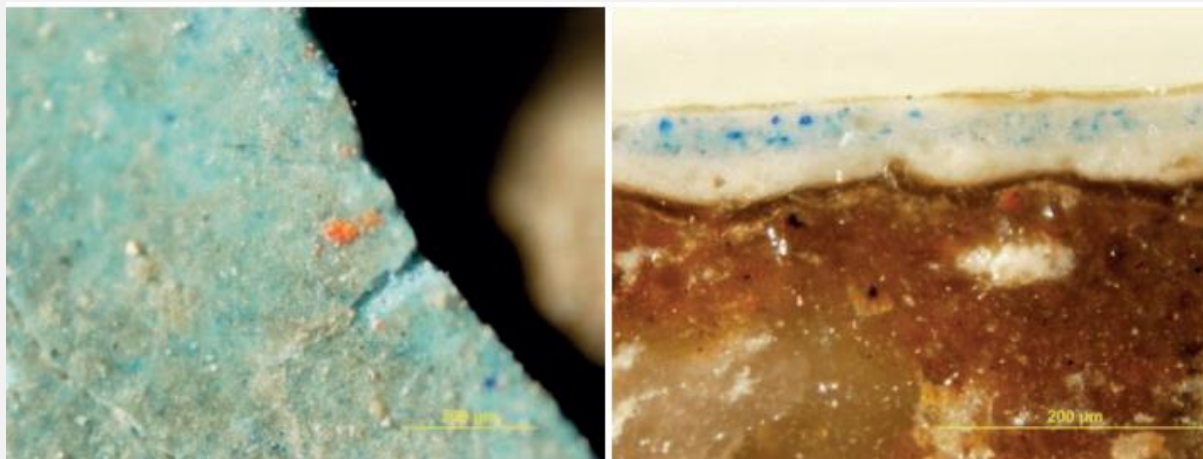
¹⁹¹ Yalim Tepe

¹⁹² Tall Arpachiyah

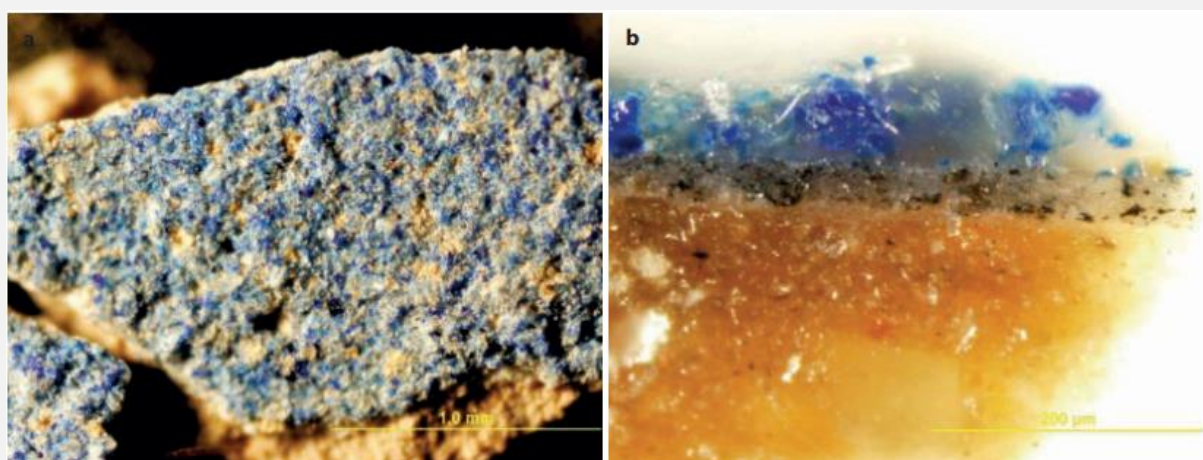
¹⁹³ Early Harappan/Ravi phase

¹⁹⁴ در اواخر سلسله تانگ، در ایالت آروما سیچون ونوسنز داروهای معطر یا داروهای وارداتی از خارج را می‌فروخت. خانواده‌های لی ژون به دلیل پدر بزرگ ایرانی‌اش، به خوبی با داروهای غربی آن زمان آشنا بود و دانش آن را به چینی‌ها معرفی نمود. مانند تالیف Oversea Materia Medica (Zhang 2013)

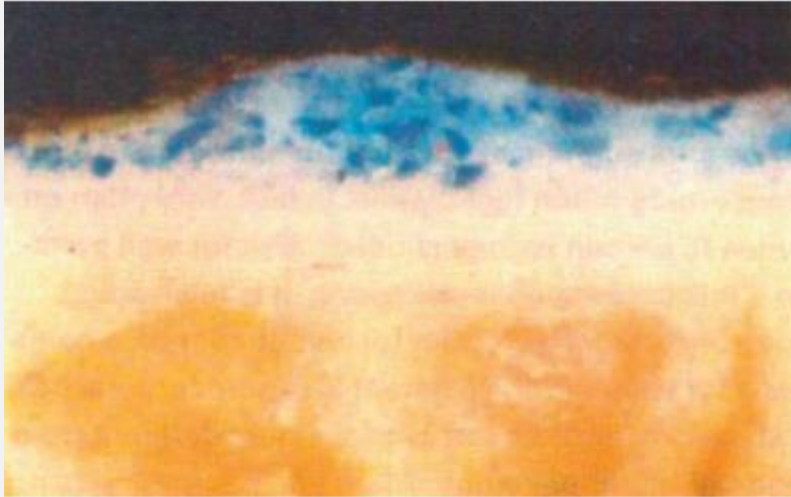
شرق) می‌باشد (تصویر ۲.۲۴). روش اول نشان می‌دهد که لاجورد به عنوان یک رنگدانه طبیعی اولترامارین، ممکن است از زمان سینی‌نی به طور مصنوعی تصفیه شده و در رنگ‌های مختلف استفاده شده باشد. این تکنیک را می‌توان در استفاده از رنگ سفیداب سرب در نقاشی دیواری ایتالیایی صومعه سنت آن در کامپرنا، توسکانی (قرن ۱۵ تا ۱۶) مشاهده کرد (تصویر ۲.۲۵).



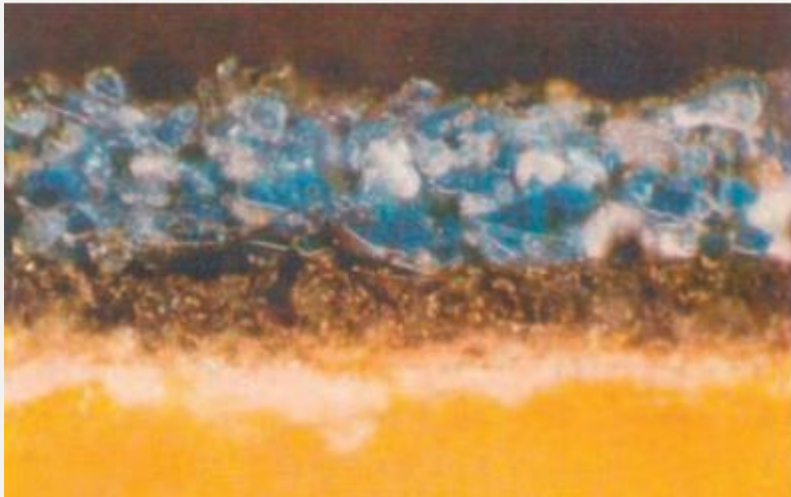
تصویر ۲.۲۳: قسمتی از استرومیوگراف لایه آبی (BMM001) در مغاره N(a)



تصویر ۲.۲۴: (a) استرومیوگراف و (b) فتومیوگراف



تصویر ۲۰۲۵: نقاشی دیواری سبک فرسکو صومعه سنت آن در کامپرنا، توسکانی، (قرن ۱۵ - ۱۶ میلادی) لایه آبی با اولترامارین خالص و سفید لیمویی (after Malaguzzi-Valerj 1973)



تصویر ۲۰۲۶: نقاشی دیواری سبک فرسکو توسط سیمون مارتینی (قرن ۱۴) لایه سیاه بعد از لایه آبی درشت (after Malaguzzi-Valerj 1973)

لایه سیاه مورد استفاده در تکنیک دوم، مخلوطی از رنگدانه‌های سفید مانند گچ و مواد مبتنی بر کربن، به عنوان مثال، سیاه و سفید یا سیاه زغالی است. چنین نقاشی‌هایی با لایه‌ای سیاه در زیر لاجورد له شده را می‌توان در نقاشی‌های دیواری مغاره‌های بامیان (C(a)، D، G، I، J(b)، J(c) J(d)، K3، و مغاره آواره شرق مشاهده کرد. اساساً، لایه سیاه زیر لاجورد درشت در نقاشی‌های دیواری زمینه گچی دیده می‌شود. مکانیسم لایه‌بندی مشابهی را می‌توان در نقاشی دیواری سیمون مارتینی^{۱۹۵} (قرن چهاردهم) نیز مشاهده کرد (تصویر ۲۰۲۶). هر دو روش لایه‌بندی و پالایش نشان می‌دهند که علیرغم مزیت جغرافیایی بامیان در نزدیکی نسبتاً نزدیک به معادن لاجورد، لاجورد خام در مقادیر غیرضروری زیاد مورد استفاده قرار نگرفت، اما در عوض به طرز ماهرانه‌ای و کارآمد به یک رویه رایج در اروپای قرون وسطی کار گرفته شد. دوره بعد لاجورد نه تنها برای تولید رنگ‌های آبی مختلف، از جمله با تغییر حجم دهنده ذرات و درجات پالایش، طراحی شده است - زمینه‌های سفید نیز با سفیداب سرب که در کنار لاجورد تصفیه‌شده استفاده می‌شود، و لایه‌های سیاه با گچ

همراه با لاجورد درشت تنظیم می‌شوند. بنابراین، تصمیم‌گیری در مورد اینکه از چه زمینه‌ای استفاده شود و چگونه لاجورد پالایش شود به طور مشترک در نظر گرفته شد. از آنجایی که پالایش آبی طبیعی اولترامارین دشوار بود، ممکن است رنگدانه‌های اولترامارین که در آن زمان در جاده ابریشم معامله می‌شد، محصولات آماده باشند که قبلاً توسط متخصصان جدا و تصفیه شده بودند. بیشتر در گذشته، یک نمونه از مغاره‌های موگائو، دون هوانگ (فصل ۴، بخش ۴.۲.۱) از مخلوط رنگی از ذرات گچ و لاجورد، مانند آنچه در بامیان دیده می‌شود، وجود دارد. این شامل یک توده رنگدانه آبی است که از یک محوطه در مقابل مغاره‌های ۵۳-۵۵ حفاری شده است، که به مخلوط سخت شده‌ای از پودر لاجورد، گچ و چسب تبدیل شده است (Mizuno et al. 1996). این محصول را می‌توان به سادگی با افزودن آب برای استفاده به عنوان رنگ آب‌رنگ آماده کرد.

۲.۲.۷.۲ رنگدانه‌های قرمز: سنگرف/ سرخاب

سولفید جیوه قرمز (HgS) رنگدانه‌ای است که از یک ماده معدنی طبیعی خرد شده به نام سنگرف و یک ماده مصنوعی ریزدانه (تولید شده توسط سولفور کردن جیوه) به نام سرخالجه تولید می‌شود. به گفته پلینی، سنگرف از معادن آلمادن در منطقه باتیکا در شبه جزیره ایبری وارد شده و در روم ذوب شده است (Naturalis historia XXXIII، فصل ۴۰) (Bostock n.d). به گفته تئوفراستوس^{۱۹۶}، پیش از این اشاره‌ای

¹⁹⁵ Simone Martini

¹⁹⁶ Theophrastus

به سرخک دست‌ساز (سولفید جیوه سنتز شده) از نزدیک افسس^{۱۹۷} در ترکیه وجود دارد، اما این به خوبی شناخته شده نیست (Eastaugh et al. 2004: 386). مقادیر زیادی سنگرف از استان لیاونینگ در چین استخراج شد و ممکن است به عنوان سرخچه چینی به آسیای مرکزی آورده شده باشد (Kossolapov and Marshak 1999: 71, 79). اگرچه منبع دقیق سنگرف مشخص نیست. در بامیان در نقاشی‌های دیواری مغاره‌های مختلف سنگرف/ورملیون یافت می‌شود، اما به طور کلی دانه‌بندی ریز و یکنواخت، بدون ناخالصی مانند کوارتز، نشان می‌دهد که از سرخاب مصنوعی استفاده می‌شده است. از لحاظ تاریخی، در مقایسه با مینیوم، سنگرف/سرخالجه به دلیل کمیاب بودنش گران و به سختی به دست می‌آمد، اما همچنین راهی موثر برای به دست آوردن رنگ قرمز بسیار اشباع شده در مقادیر کم بود.

۲.۲.۷.۳ رنگدانه‌های سبز: ترکیبات سبز بر پایه مس

تجزیه و تحلیل استفاده از ترکیبات بر پایه مس را برای رنگدانه‌های سبز در بامیان تایید کرده است. در میان سبزه‌های آبی، آتاکامیت $(\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3)$ شناسایی شده است. بیشتر رنگ سبز استفاده شده در بامیان و فولادی، به ویژه در مغاره K 3، به رنگ قهوه‌ای مایل به سیاه در آمده است، اما در زیر این مناطق قهوه‌ای تیره، برخی از لایه‌ها هنوز رنگ سبز روشن را حفظ کرده‌اند. از آنجایی که آنالیز تابش اشعه ایکس مس را در این مناطق تخریب شده شناسایی کرده است (Yamauchi 2006b)، این احتمال وجود دارد که آنها در ابتدا با نمک مس رنگ شده باشند. بنابراین می‌توان فرض کرد که ناحیه سیاه شده تغییر رنگ نمک سبز مس باشد. این رنگ سبز بیشتر در بخش ۲.۳.۱ مورد بحث قرار گرفته است و در نظر گرفته می‌شود که نتیجه رنگدانه‌های سبز مبتنی بر مس است که به دلیل شرایط محیطی نامطلوب به تغییر رنگ سیاه تبدیل می‌شوند. مشاهده مقطع یک ماده شفاف سبز رنگ را در رنگ سبز از قسمتی از نقاشی نشان می‌دهد که سیاه نشده است (FDM011) (پیوست III، تصویر A.III. 82 و A.III.83)، که نشان می‌دهد حاوی یک رنگ است. مقدار زیادی مواد آلی آزمایش‌های جذب نشان‌دهنده وجود یک رزین طبیعی بود که ممکن است رنگدانه‌ای مانند رزینات مس باشد. آتاکامیت همچنین در مغاره‌های $N(a).J(b)$ و مغاره فولادی ۴ (جدول ۲.۱) شناسایی شد. پاراتاکامیت $(\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl})$ نیز در مغاره فولادی ۴ شناسایی شد، اما از آنجایی که یک ماده طبیعی مرتبط با آتاکامیت است، وجود آن تعجب آور نیست.

نمونه‌هایی از استفاده واقعی از کریزوکولا $(\text{Cu}_{2-x}\text{Al}_x(\text{H}_2\text{-xSi}_2\text{O}_5)(\text{OH})_{4-n}\text{H}_2\text{O}_x < 1)$ به عنوان رنگدانه سبز نه تنها توسط گیتنز (a,b) (۱۹۳۸) در نقاشی‌های دیواری بامیان و در مغاره‌های قزل، بلکه در توسط موزه دولتی ارمیتاژ و ریدر در مغاره‌های قزل و کوموترا نیز دیده شده است (Riederer 1977; Kossolapov and Marshak 1999). ریدر (۱۹۷۷: ۳۷۷) مشاهده کرد که خطوط سبز مایل به آبی مناطق سبز به طور معمول کریزوکولا هستند. با این حال، علی‌رغم تجزیه و تحلیل‌های گسترده‌ای که انجام دادیم، نتوانستیم هیچ کریزوکولا را از مناطق سبز بامیان و مناطق سبز مایل به آبی براق منحصر به فرد در قزل شناسایی کنیم (Taniguchi 2016; Li 2005). نمونه‌ای از رنگدانه آبی مایل به سبز گرفته شده از مغاره قزل ۶۹ به عنوان مس حاوی آرسنیک بالا شناسایی شد (Murofushi and Kijama 2014)، ماده‌ای که در مطالعات قبلی ذکر نشده است. به گفته تئوفاستوس و ویتروویوس، اصطلاح «کریزوکولا» در همان زمینه مالاکیت به کار رفته است (Eastaugh et al. 2004: 103). برای مثال، ویتروویوس^{۱۹۸} کریزوکولا را از معدن مس در مقدونیه توصیف می‌کند (Osbaldeston 1999: 93)، اما مشخص نیست که آیا او آن را با مالاکیت اشتباه گرفته است یا خیر. آتاکامیت یک ماده کریستالی سبز رنگ است که در رسوبات مس یافت می‌شود و همچنین از واکنش‌های مس فلزی به آب نمک به دست می‌آید.

پیشنهاد شده است که ماده‌ای که در چین به عنوان "سبز سنگی"^{۱۹۹} شناخته می‌شود (Laufer 1967: 510) ممکن است در واقع آتاکامیت باشد. در سلسله سوئی چین (۵۸۱-۶۱۸)، سبز سنگی به ایران (سلسله ساسانی) و در سلسله ژو شمالی چین (۵۵۷-۵۸۱) به کوچا نسبت داده می‌شد. گفته می‌شود که سو گونگ از سلسله تانگ (قرن هفتم) اشاره کرد که سبز سنگی محصولی از کالاشار است که در آب جمع‌آوری شده با استفاده از سنگ مقعر یافت می‌شود (Laufer 1967: 510). پلینی یک ماده آبی به نام کالکانتوم^{۲۰۰} را توصیف می‌کند که با قرار دادن آب در چاه‌ها یا گودال‌های (استخراج مس) در اسپانیا به دست می‌آید (Bostock n.d.) (Naturalis historia XXXIV, ch. 32). ریدر (۱۹۷۷) معتقد است که این ممکن است نشان‌دهنده ساخت آتاکامیت دست‌ساز باشد. اگرچه اعتقاد بر این بود که مالاکیت از نظر تاریخی و جغرافیایی رایج‌ترین ماده معدنی مس سبز در آسیای مرکزی و شرقی بوده است، اما اکنون مشخص شده است که آتاکامیت در واقع در این

¹⁹⁷ Ephesus

¹⁹⁸ Vitruvius

¹⁹⁹ Stone green

²⁰⁰ Chalcantum

مناطق بسیار رایج بوده است. نه تنها در بامیان، بلکه در نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های ترخان، کوچا و سایر مناطق غرب ایالت گانسو و در کاشغر نیز استفاده می‌شد (فصل ۱، جداول ۱.۳ و ۱.۴). همچنین نمونه‌هایی از استفاده از آن در گنجینه‌های مخزن شوزوین^{۲۰۱} (نارا، ژاپن) با پیوندهای قوی نسبت به غرب مانند مثبت‌های رنگ‌آمیزی پشت آینه هشت‌ضلعی با مثبت کاری (رنگ سبز) در شمال شوزوین وجود دارد. انبار (شمال ۴۲) (Naruse 2004). از سوی دیگر، به گفته محققان موسسه تحقیقاتی دون‌هووانگ، شواهد کمی مبنی بر استفاده از آتاکامیت در نقاشی‌های دیواری در مقبره‌های سلسله تانگ در اطراف شیان وجود دارد. آنها معتقدند که در زمان‌های قدیم در چین، آتاکامیت به عنوان یک محصول ثانویه از رسوبات مس به دست می‌آمد و بعداً به‌طور مصنوعی از فلز مس با استفاده از سرکه سنتز می‌شد (Wang et al. 2002). نمونه دیگری از نقاشی‌های دیواری سلسله یوان، تولید رنگدانه سبز از ظروف برنزی است که بعداً تخریب شد و آتاکامیت را تشکیل می‌داد (Twilley and Garland 2005). تولید رنگدانه‌های سبز، به ویژه آتاکامیت، موضوع پیچیده‌ای است.

آتاکامیت در ناحیه رنگ‌آمیزی سبز مجسمه‌ای چند کروم^{۲۰۲} در مغاره ۶ (میلادی ۴۶۵-۴۹۴) در مغاره‌های یون‌گانگ در شمال وی شناسایی شد. این آتاکامیت به دلیل ویژگی‌های رنگدانه «با خاموش شدن موج‌دار رزته‌های کروی و وجود هسته مرکزی تاریک و برجستگی بالا»^{۲۰۳} که در زیر میکروسکوپ نور عبوری مشاهده می‌شود، آتاکامیت دست‌ساز فرض می‌شود (Piqué 1997: 353). بدون در نظر گرفتن این موضوع، شکی نیست که این "سبز نمکی"^{۲۰۴} از طریق آسیای مرکزی در طول تجارت در امتداد مسیرهای شرق به غرب به چین آورده شده است، همانطور که توسط گزارش‌های لی ژون و لی شیژن^{۲۰۵} گواه است. در کتاب مواد دارویی خارجی^{۲۰۶} (های یائو بن کائو) - Hai Yao Ben Cao -^{۲۰۷} در حدود ۷۵۰، لی ژون اظهار داشت: «سبز نمکی در ایران تولید می‌شود و به سنگ‌ها می‌چسبد که با کشتی وارد می‌شود سبز سنگی نام دارد. تقلیدهای چینی از مس و سرکه نباید برای دارو استفاده شود زیرا رنگ آنها ماندگاری زیادی ندارد. «نمک سبز» که احتمالاً همان سبز نمکی است، توسط شفر^{۲۰۸} شبیه آزریت توصیف شده است که برای درمان بیماری چشم استفاده می‌شد و با کشتی از منطقه قره شهر و ایران به تانگ آورده شده است. او همچنین آن را به عنوان سولفات مس متبلور، که گاهی اوقات "ویتریول آبی"^{۲۰۹} نامیده می‌شود، شناسایی کرد (Schafer 1963: 194). سبز نمکی در فارسی به زینگار^{۲۱۰} معروف است و چون از خوردگی مس یا برنج با استفاده از بخارات سرکه به دست می‌آید، اعتقاد بر این است که استات مس است (Laufer 1967: 510-511).

همزمان با سبز نمک طبیعی، سبز نمک مصنوعی ظاهر شد. مس یک فلز بسیار واکنش پذیر است و به همین دلیل از دوران باستان برای تولید رنگدانه‌ها از طریق واکنش آن با مواد مختلف استفاده می‌شده است. مشخص است که شیوه بسته به شرایط و فرآیندهای سنتز می‌تواند طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها و ساختارهای کریستالی را ایجاد کند (Scott et al. 2001). این سبز نمکی با ایجاد واکنش بین سرکه و مس ایجاد می‌شود و با قضاوت در مورد نحوه توصیف آن، به راحتی کدر می‌شود. این سبز نمکی مصنوعی، یک رنگدانه بر پایه مس است که ترکیب شیمیایی خاصی ندارد. به طور کلی به عنوان یک هیدروکسی استات مس هیدراته $(Cu_x(CH_3COO)_y(OH)_z.nH_2O)$ و همچنین می‌تواند به عنوان یک استات مس $(Cu(CH_3COO).nH_2O)$ یا یک هیدروکسی کلرید مس در نظر گرفته شود، (Rojas et al. 2007). یک روش اساسی برای سنتز سرب که توسط تتوفرستوس (Caley et al. 1956) (On Stones, 57) توضیح داده شده است، همان روشی است که برای سنتز سفید سرب وجود دارد، با این تفاوت که سرب با مس جایگزین می‌شود. یک تکه مس فلزی در معرض بخارات سرکه قرار می‌گیرد تا کریستال‌های زنگ استات مس را روی سطح صفحه مسی تشکیل دهد که سپس خراشیده شده و جمع‌آوری می‌شود تا رنگدانه سبز آبی تشکیل شود. یکی دیگر از جنبه‌های تغییر رنگ سرخابی تمایل آن به واکنش با مواد آلی است. برای مثال، انواع مختلفی از رزینات مس و نمک‌های پروتئینی را می‌توان با مخلوط کردن وردیگریز^{۲۱۱} یا سبز نمکی طبیعی با رزین‌های طبیعی تولید کرد. چنین نمک‌هایی که به‌صورت آلی تولید می‌شوند، بر خلاف نمک‌های معدنی مس، مانند مالاکیت و آتاکامیت، لعاب عمیق و درخشانی دارند. بسیاری از سبزه‌های

²⁰¹ Shōsōin

²⁰² Polychromed sculpture

²⁰³ globular rosettes with undular extinction, the occasional presence of central dark core, and high relief

²⁰⁴ Salt green

²⁰⁵ Li Xun and Li Shizhen

²⁰⁶ Oversea Materia Medica

²⁰⁷ در اواخر سلسله تانگ، در ایالت آروسا سیچون ونوسنز داروهای معطر یا داروهای وارداتی از خارج را می‌فروخت. خانواده‌های لی ژون به دلیل پدر بزرگ ایرانی‌اش، به خوبی با داروهای غربی آن زمان آشنا بود و دانش آن را به چینی‌ها معرفی نمود. مانند تالیف Oversea Materia Medica (Zhang 2013)

²⁰⁸ Schafer

²⁰⁹ Blue vitriol

²¹⁰ Zingār

²¹¹ Verdigris

شفاف مشاهده شده در نقاشی‌های دیواری بامیان احتمالاً حاوی چنین نمک‌های آلی هستند. درحالی که گزارش‌های تاریخی در مورد تولید مصنوعی گیاه سرخابی وجود دارد، اما این رنگدانه‌ای است که امروزه کمتر شناخته شده است زیرا هیچ اثر باستانی خاصی برای استفاده از آن یافت نشده است. نمونه‌های معدودی از سرخابی بدون تغییر در منابع تاریخی وجود دارد - حتی اگر نمونه‌های بیشتری پیدا شود، شناسایی سرخاب از طریق روش‌های تحلیلی ساده مانند XRF به دلیل ماهیت آن به‌عنوان یک ترکیب آلی فلزی، دشوار خواهد بود، و تأیید گستره منطقه‌ای و تاریخی آن را دشوار می‌کند. استفاده از آن تنها موردی که می‌توان ارتباط برقرار کرد، آنالیز رنگ سبز محوطه دولدور آکور (در اطراف حوضه تاریخی) است که نمک‌های مس جذب شده روی گچ را نشان می‌دهد (Kossolapov and Marshak 1999). در این مورد، مس به‌عنوان یک عنصر شناسایی شد، اما هیچ ترکیب غیر آلی مانند مالاکیت یا آتاکامیت به شکل کریستالی یافت نشد، بنابراین احتمالاً نوعی نمک آلی مس بوده است. این و نمونه‌های دیگر از رنگدانه‌های سبز در نقاشی‌های دیواری در امتداد جاده ابریشم می‌توانند در آینده برای شناسایی موارد بیشتر مورد بررسی مجدد قرار گیرند.

۲.۲.۷.۴ رنگدانه زرد

رایج‌ترین رنگ‌هایی که در بامیان و دره فولادی دیده می‌شوند آبی، قرمز، قهوه‌ای مایل به قرمز و سفید هستند. زرد نیز وجود دارد، البته به میزان کمتر. در برخی موارد مانند مغاره فولادی ۴ رنگ‌های سبز متمایل به سفید بیشتر به چشم می‌خورد، اما در اکثر موارد سبز و زرد کمتر دیده می‌شوند. لازم به ذکر است که مواد مورد تجزیه و تحلیل مانند ترکیبات اولیه نیستند. بسیاری از نقاشی‌های دیواری بامیان رنگ‌های اصلی خود را حفظ نکرده‌اند - محو یا تغییر کرده‌اند. نقاشی‌های دیواری بامیان در حالت اولیه خود بسیار رنگارنگ با رنگ‌های زرد و سبز فراوان بودند. در بیشتر موارد، زرنیخ^{۲۱۲} با وجود آرسنیک در نواحی تغییر یافته در نظر گرفته شد.

۲.۲.۸ پیونده دهنده

به منظور استفاده رنگ‌ها در نقاشی، پیوند دهنده به‌عنوان مواد پیوند دهنده، از جمله چسب‌های حیوانی، صمغ‌های گیاهی (پلی ساکارید)، رزین‌ها، موم زنبور عسل، تخم مرغ، کازئین و روغن خشک شونده باید دارای درجه خاصی از چسبندگی باشد، با گذشت زمان خشک یا سفت شود و نباید به طور چشمگیری رنگ رنگدانه را تغییر دهد. پیوند دهنده‌ها ممکن است نه تنها شامل اقلامی باشد که به صورت محلی در دسترس هستند، بلکه از طریق تجارت نیز وارد می‌شوند. از آنجایی که رنگدانه‌ها و پیوند دهنده‌ها دارای مواد فیزیکی هستند که با یکدیگر سازگار هستند، لازم است پالت و فنون نقاشی نقاش را در نظر گرفت، نه اینکه صرفاً تأثیر مواد را به صورت مجزا در نظر گرفت. تجزیه و تحلیل پیوند دهنده‌ها در نقاشی‌های دیواری آسیای جنوبی و آسیای صغیر شناسایی شدند (Birstein 1977; Kossolapov and Kalinina 2007). در مطالعه قبلی گنتر در نقاشی‌های دیواری بامیان، چسب حیوانی را در قطعات نقاشی دیواری از مغاره‌های اطراف بودای غول‌بیکر شرقی (Gettens 1938a) پیدا کرد، و یک تیم بررسی از تیم باستان‌شناسی هند (ASI) هم صمغ گیاهی و هم چسب حیوانی را شناسایی کرد (Lal 1970). مکان دقیق نقاشی‌های دیواری مورد مطالعه ناشناخته است، اما احتمالاً کار بازسازی در مغاره‌های اطراف هر دو بودای غول‌بیکر انجام شده است، و بنابراین تحلیل‌ها به همان مناطق محدود شده است.

در مطالعات قبلی، مشخص نبود که آیا نتایج به‌دست‌آمده نماینده منطقه یا دوره است، زیرا هیچ تحلیل جامعی از مواد بکار رفته در دوره‌ها و سبک‌های مختلف در یک مکان واحد انجام نشده است. به همین دلیل، ما سعی کردیم تا جایی که ممکن است نقاشی‌های دیواری مغاره‌های بامیان را تجزیه و تحلیل دیاکرونیکی^{۲۱۳} انجام دهیم. میکرونمونه‌های گرفته شده از نقاشی‌های دیواری شامل تمام لایه‌های نقاشی، لایه زمینه، لایه حجم دهنده و لعاب بودند. علاوه بر پیوند دهنده، انتظار می‌رفت هر نمونه حاوی انواع مختلفی از مواد ارگانیک باشد. سپس نمونه‌های دقیقه به طور مستقیم توسط GC-MS آنالیز شدند. از آنجایی که ضخامت هر لایه از یک میکرومتر تا ده‌ها میکرومتر متغیر بود، امکان جداسازی مکانیکی لایه‌ها وجود نداشت. همان نمونه‌ها نیز به نوبه خود در تنظیمات برای شناسایی اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه و پلی ساکاریدها (صمغ‌های گیاهی) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به همین ترتیب، نمونه‌ها برای شناسایی پروتئین‌ها و صمغ‌ها با استفاده از روش‌های مورد آزمایش قرار گرفتند و برای بررسی اینکه آیا می‌توان اطلاعات تقویت‌کننده‌ای به دست آورد (مقادیر کمی اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه و قندها برای هر نمونه در پیوست III آمده است) مورد بررسی قرار گرفت. (جدول A.III.32 و A.III.33). آنالیز اسیدهای

²¹² Orpiment

²¹³ Diachronic

چرب GC-MS بر روی ۵۲ نمونه (از ۳۰ مغاره و هر دو بودای غول پیکر)، آنالیز اسید آمینه روی ۲۹ نمونه (از ۲۴ مغاره و هر دو بودای غول پیکر) و آنالیز صمغ گیاه روی ۵۲ نمونه (از ۲۸ مغاره و هر دو بودای غول پیکر انجام شد). آماده‌سازی نمونه برای آنالیز پلی‌ساکاریدها کافی نبود، بنابراین داده‌ها فقط از دو نمونه به دست آمدند: مغاره BMM063 (B(d)، فروکتوز، گلوکز، آرابینوز و بودای غول پیکر شرقی (BMM191)، زایلوز (پیوست III، جدول A.III.3)، با استفاده از الایزا در موسسه حفاظت گتی (GCI)، لس آنجلس، دو نمونه از ۲۵ نمونه (۲۲ مغاره) نتایج مثبتی را نشان دادند: سفیده تخم مرغ از BMM040 (مغاره N(a) و کازئین و چسب حیوانی از BMM082 (مغاره F(c) (پیوست III جداول A.III.35a و A.III.35b). نتایج مثبت در ۲۶ آزمایش (۱۶ نمونه) از ۲۶ نمونه در موزه ملی هنر غربی (NMWA) در توکیو به دست آمد (پیوست III، جدول A.III.36). از این تجزیه و تحلیل در NMWA، مواد زیر شناسایی شدند:

◀ صمغ گیاهی: BMM096 مغاره BMM082 (C(a) (مغاره F(c); BMM115 (J(c) مغاره L); BMM203 (C(a)); BMM191 (EGB); BMM094 (C(a)); BMM129 (C(b)); BMM209 (C(a)); BMM210 (C(a)); BMM095 (C(a)); BMM137 (J(f)); BMM169 (J(d)); BMM115 (J(c)); BMM113 (J(c)); BMM113 (J(b)); (مغاره K 3); BMM203 (مغاره L); BMM082 (مغاره F(c); KAK05 (مغاره ککرک ۴۴)
 ▶ تخم مرغ: BMM210 (مغاره C(a); FDM003 (مغاره فولادی ۵); FDM019 (مغاره فولادی ۴)
 ▶ چسب حیوانی: BMM191 (EGB); BMM210 (مغاره C(a)).

با این حال، یک مشکل اساسی در استفاده از روش الایزا اساسی وجود دارد. وقتی صحبت از مواد قدیمی می‌شود، مشکل ساز است زیرا از یک محیط خارجی برخوردار هستند (Cartechini et al. 2010). به عنوان مثال، از BMM082 (مغاره F(c)، چسب حیوانی و کازئین توسط GCI شناسایی شد، و از همان نمونه، صمغ گیاهی و کازئین توسط NMWA شناسایی شد. دلیل این اختلاف ممکن است به این دلیل باشد که درجات واکنش نیز به دلیل وجود آنتی بادی‌های مختلف به کار رفته در این دو آزمایشگاه متفاوت است. آنتی بادی‌های مختلف بخش‌های مختلف مولکول‌های کلاژن را تشخیص می‌دهند، بنابراین واکنش بسته به شکسته شدن یا عدم شکست آن قسمت از توالی متفاوت است. به دلیل فرآیند ساخت چسب‌های حیوانی، واکنش با یون‌های فلزی در رنگدانه‌های همزیست، گونه‌های خام حیوانی و پیری باعث اختلال در توالی کلاژن یا از دست دادن اپی توپ می‌شود. بنابراین، آنتی بادی‌ها اغلب با کلاژن چسب‌های حیوانی قدیمی در نمونه‌های رنگ واکنش نشان نمی‌دهند. روش الایزا همچنین گاهی اوقات می‌تواند نتایج کاذب/مثبت و کاذب/منفی بدهد، به‌ویژه هنگام آنالیز نمونه‌های قدیمی، بنابراین نتایج متفاوت غیرعادی نیستند. بنابراین، در این مورد، دو آزمون متفاوت انجام شد. آنالیزهای آلی اضافی با استفاده از روش‌های مختلف مانند GC-MS و LC-MS برای به دست آوردن نتایج ضروری هستند.

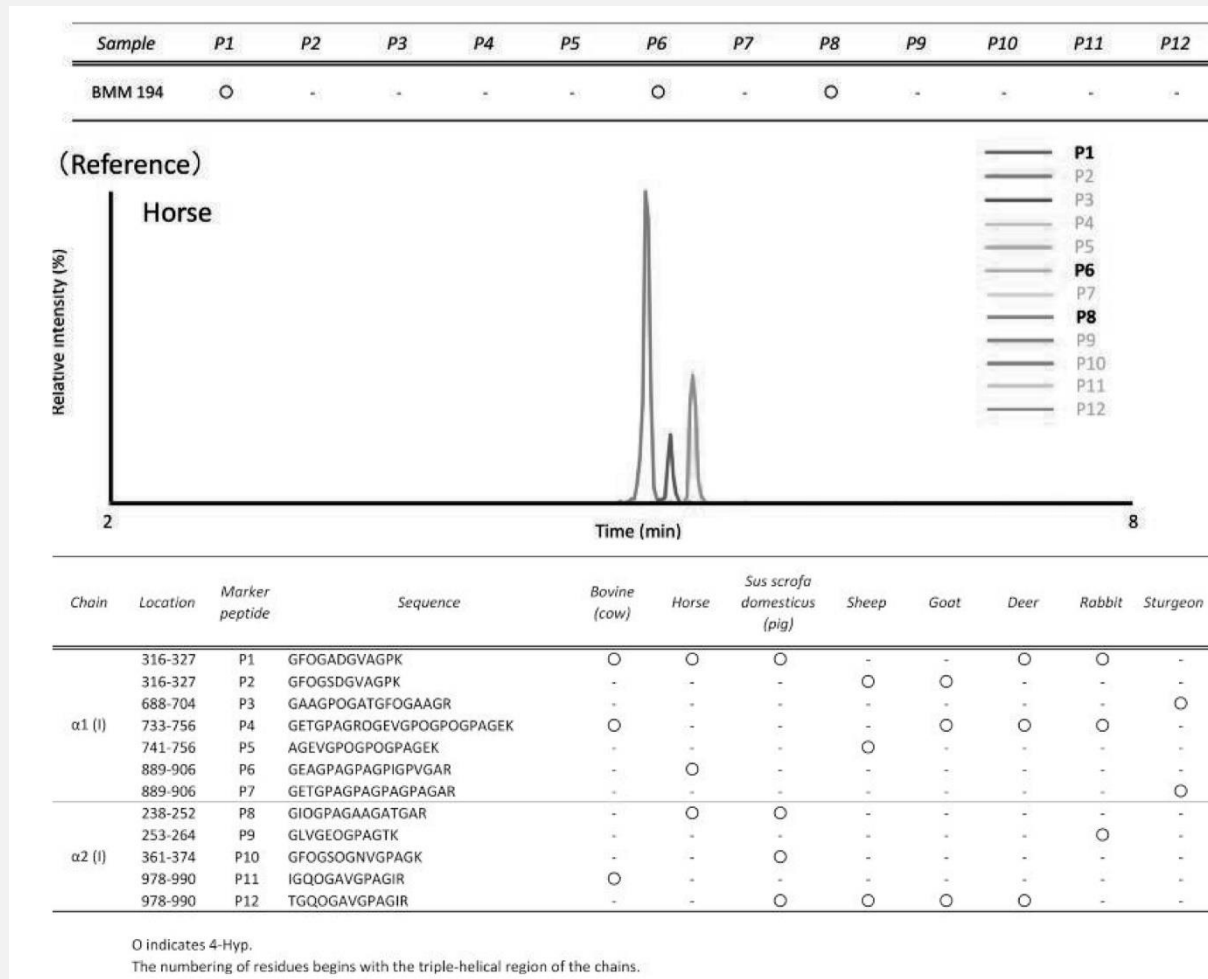
Site	Cave	Ground layer		Proteins	ELISA (US)	ELISA (Japan)	Polysaccharides		Fatty acids	
		Gypsum	Lead white				plant gums	Other	Drying oils	Other
	A lower salle	⊙								
	C(a)	⊙				Egg white, animal glue, casein, plant gums		●		
	East III	⊙		●						
	E(e)	⊙		●						●
	G	⊙		●	Casein					
	H(a)	⊙		●	Egg					
	H(b)	⊙		●						
	I niche	⊙								
	J(b)	⊙		●						
	J(c)	⊙			Egg yolk		●			
	J(d)	⊙				Casein, plant gums				
	J(f)	⊙		●	Casein	Casein				
Bamiyan	K ₃	⊙		●		Casein				●
	M	⊙		●	Egg		●			●
	EGB	⊙		●	Cow skin glue	Animal glue, casein, tragacanth				
	WGB	⊙		●	Cow skin glue					
	B(d)		⊙	●	Animal glue		●		●	
	C(b)					Casein, tragacanth				
	D			●						
	E(c)							●		
	F(c)		⊙	●		Plant gums, casein	●		●	●
	L		⊙	●		Casein, plant gums			●	
	N(a)		⊙	●	Horse glue	Egg white	●		●	
	S(a)		⊙				●		●	
	East Displaced							●		
	2		⊙							●
	3		⊙	●						●
Foladi	4		⊙	●	Animal glue	Egg white	●		●	
	5			●	Egg	Egg white				●
	6		⊙	●	Animal glue					●
Kakrak	43		⊙	●	Animal glue		●		●	
	44		⊙	●	Egg	Casein			●	
Qol-e Jalal			⊙	●						●

جدول ۲.۳ خلاصه‌ای از آنالیزهای GC-MS و ELISA

علاوه بر این، نقشه‌های SR-μFTIR بر روی ۲۳ قطعه چند لایه (تهیه شده به صورت برش‌های نازک یا با فشار دادن ملایم قطعات رنگ خام با سلول فشرده‌سازی الماس) برای شناسایی کلاس‌های مختلف مواد آلی و مکان‌یابی آنها (و همچنین برخی از اجزای معدنی) به دست آمد. در لایه‌های مختلف (پیوست III). فهرست جامعی از نتایج GC-MS و الیزا به دست آمده از تجزیه و تحلیل مواد آلی در جدول ۲.۳ آورده شده است. برای تهیه جدول ۲.۳ از شاخص‌های زیر استفاده شد. در تجزیه و تحلیل اسیدهای چرب، تشخیص کمی اسیدهای چرب شامل اسیدهای پیملیک، سوربیک، لوریک، آزلائیک، سباسیک، میریستیک، پالمیتیک، استئاریک، آراشیدیک و اولئیک بود^{۲۱۴}. تجزیه و تحلیل با هدف شناسایی روغن، موم زنبور عسل و رزین انجام شد. هنگامی که غلظت آزلائیک اسید^{۲۱۵}، یک اسید دی کربوکسیلیک اشباع^{۲۱۶}، بالا بود (۰.۶ یا بالاتر)، این ماده به عنوان یک روغن احتمالی در نظر گرفته شد. هنگامی که رادیو اسید آزلائیک به اسید پالمیتیک (مقدار A/P) بالای ۱ بود، در نظر گرفته شد که حاوی روغن خشک اکسید شده زیادی بود. امروزه در نقاشی‌های رنگ روغن از روغن‌های اکسید شده مصنوعی مانند روغن‌های پایه و روغن‌های غلیظ شده توسط خورشید استفاده می‌شود. با این حال، از نظر تاریخی، آن‌ها در نقاشی‌های رنگ روغن نیز مورد استفاده قرار می‌گرفتند، همانطور که سینینی در بخش‌هایی در مورد چگونگی ساختن روغن بذر کتان آب‌پز (Thompson 1960: 58, ch. LXXXXI) یا غلیظ شده (Thompson 1960: 50, ch. LXXXXII) برای استفاده‌های خشک کننده و دیگر موارد توضیح داده است. ممکن است از روغن خشک شونده عمدی اکسید شده نیز استفاده شود. اگر اسیدهای آمینه شناسایی شوند اما اسیدهای چرب وجود نداشته باشند، ممکن است پروتئین‌ها به چسب، تخم مرغ، کازئین یا پروتئین‌های موجود در صمغ‌های گیاهی نسبت داده شوند. در

²¹⁴ Pimelic, suberic, lauric, azelaic, sebacic, myristic, palmitic, stearic, arachidic and oleic acids²¹⁵ Azelaic acid²¹⁶ Saturated dicarboxylic acid

مواردی که نه اسیدهای چرب و نه اسیدهای آمینه شناسایی می‌شوند، ممکن است از یک ماده کاملاً متفاوت به عنوان پیونده دهنده استفاده شود، مانند یک پلی ساکارید. شناسایی پیوند دهنده‌ها در نقاشی‌های دیواره‌ی بامیان به دلیل قرار گرفتن در معرض محیط خارجی بسیار چالش برانگیز است. علاوه بر این، چسب اصلی احتمالاً به دلیل پیری و تخریب محیطی اصلاح شده است (Schilling et al. 2010; Sotiropoulou et al. 2018). نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل الایزا و GC-MS دو مورد صمغ گیاهی و همچنین نتایج یک تجزیه و تحلیل لایه به لایه توسط μ FTIR از موارد مشابه ذکر شده است. بررسی متقابل با قطعیت انجام شده است. علاوه بر این، مواد مورد استفاده در زمینه، مانند سفیداب سرب یا گچ، نیز به عنوان مرجع آورده شده است، زیرا تصور می‌شود که مواد زمینه کلید انسجام کلی فنون نقاشی است. نمونه‌ها را می‌توان

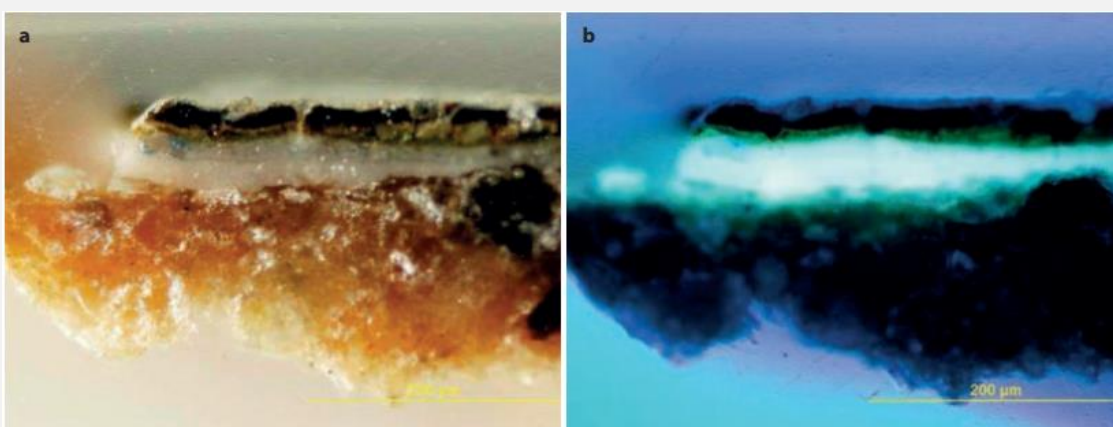


تصویر ۲.۲۷: فهرست پپتیدهای نشانگر برای شناسایی گونه‌های چسب جانوری BMM194

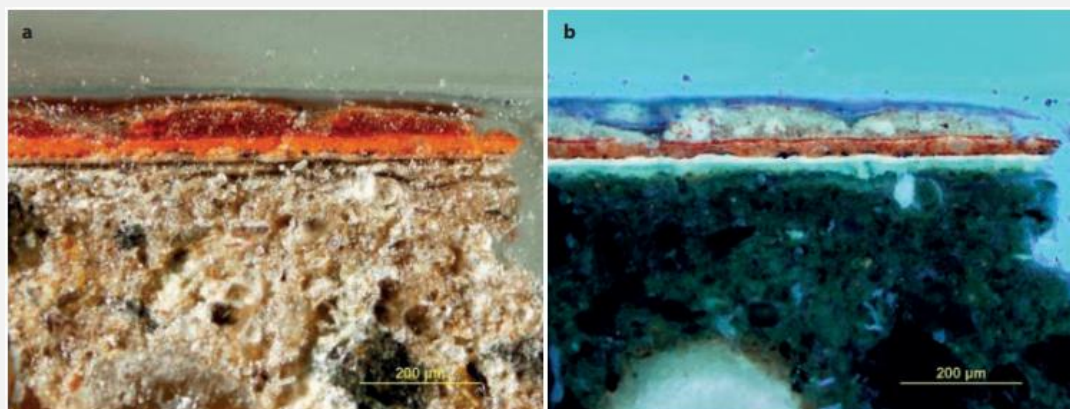
به پنج گروه تقسیم کرد: (A) آنهایی که بر پایه روغن‌های خشک شونده هستند. (B) آنهایی که از صمغ‌های پروتئینی و گیاهی استفاده می‌کنند. (C) آنهایی که از صمغ گیاهی/قند استفاده می‌کنند. (D) آنهایی که حاوی پروتئین هستند و (E) آنهایی که از چیز دیگری استفاده می‌کردند. گروه (A) شامل ۱۲ مغاره‌های بامیان N(a), L, F(c), B(d), S(a). مغاره‌های فولادی ۲، ۳، ۴ (B۴) و ۶ مغاره‌های ککرک ۴۳ و ۴۴ و قول جلال. علاوه بر تشخیص اسیدهای چرب، گروه (A) به دلیل غلظت اسید آزلائیک بالا و ارزش A/P بالا، دارای روغن خشک شونده اکسیده زیاد است. مقدار P/S (نسبت اسید پالمیتیک/اسید استئاریک)، که بدون توجه به درجه خشک شدن روغن ثابت است، برای شناسایی انواع روغن خشک شونده مفید است (Mills and White 1994). مقادیر P/S در این نمونه‌ها به طور کلی مقدار ۳ را نشان می‌دهد (پیوست III، جدول A.III.32)، که در مقایسه با داده‌های مرجع معمولی نزدیک به روغن گردو (۳.۱) است. لازم به ذکر است که شناسایی روغن‌های خشک شونده با استفاده از مقادیر P/S می‌تواند تحت تأثیر تخریب و تبخیر ترجیحی اسید پالمیتیک قرار گیرد (Schilling et al. 1999; Bonaduce et al. 2012). روغن کنجد و روغن تونگ، که ممکن است در آسیای شرقی مورد استفاده قرار گرفته باشند، دارای

مقادیر P/S در حدود ۱ هستند، مانند روغن بذر کتان (روغن پریلا: ۱.۲، روغن تونگ: ۰.۹، روغن بذر کتان: ۱.۲) (Taniguchi et al. 2022). بر این اساس، نوع روغن در اینجا به گردو یا شاید دانه خشخاش نزدیکتر است (هم درختان گردو و هم خشخاش در نزدیکی آسیای مرکزی رشد می‌کنند). از داده‌های به‌دست‌آمده، تشخیص اینکه آیا اسیدهای چرب با استفاده از روش‌های فعلی از روغن گردو یا دانه خشخاش به دست می‌آیند، دشوار است. جالب اینجاست که هر ۱۲ مغاره در یک چیز مشترک هستند: یک لایه خاکی سفیداب سرب و روغنی دارند. این نوع رنگ سفیداب سرب به رنگ سفید در نقاشی‌های رنگ روغن اولیه اروپا نیز یافت می‌شود. گروه (B) دارای هر دو پروتئین و پلی ساکارید است اما اسیدهای چرب ندارد. آنالیز پروتئین از زمان این مطالعه تکامل یافت، اما روش‌های مورد استفاده در اینجا اصلاح شدند، زیرا تکنیک اسید آمینه به شدت تحت تاثیر سیلیس قرار می‌گیرد، یک ماده معدنی رایج که در نمونه‌های نقاشی دیواری شناسایی شده بود. در هر صورت، نمونه‌های رنگ محلول در آب هستند.

نقاشی‌های دیواری موجود در اینجا مغاره‌های بامیان (J(d)، J(c)، E(c)، C(b) و M و نقاشی سطح بودای غول پیکر شرقی هستند. مشخص نیست که آیا این ماده پروتئینی تماماً از پیوند دهنده بوده یا اینکه تا حدی در لایه خاصی اعمال شده است. گروه (C) حاوی پلی ساکاریدهایی است که در هیچ مغاره‌ای یافت نمی‌شود. پلی ساکاریدها همیشه با پروتئین‌ها یافت می‌شوند. گروه (D) شامل پروتئین‌ها:



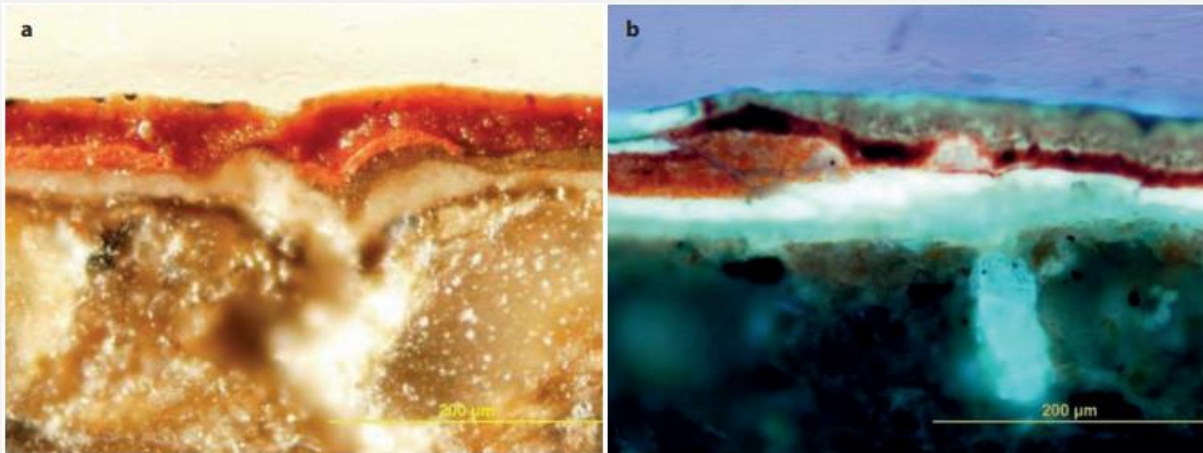
تصویر ۲.۲۸: فهرست پیتیدهای نشانگر برای شناسایی گونه‌های چسب جانوری BMM194



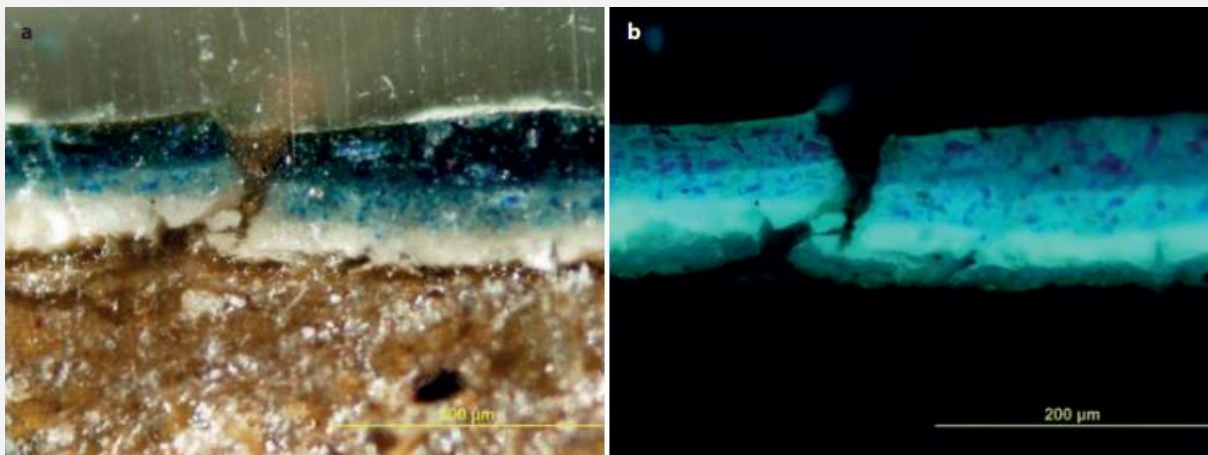
تصویر ۲.۲۹: (a) فتومیکروگرام PLM از یک مقطع نقاشی دیواری از مغاره N(a)، ناحیه قرمز (BMM002). رنگ قرمز شفاف بر روی رنگ قرمز مات قرار گرفته است. (b) تصویر نور فرابنفش فقط ناحیه‌ای از خط قرمز شفاف را نشان می‌دهد.

نقاشی‌های دیواری مغاره‌های شرقی بامیان (J(f)(III)، J(b)، H(b)، G، D، E(e)، K3 و مغاره فولادی ۵ و نقاشی روی سطح بودای غول پیکر غربی و کازئین از مغاره‌های K3، J(f)، J(d)، G، F(c)، E(c)، C(b)، C(a)، L، و ککرک ۴۴، و تخم مرغ از مغاره‌ها M، J(c) و N(a)، مغاره فولادی ۵ و ککرک ۴۴، و چسب حیوانی از مغاره‌های K3، H(b)، B(d) و N(a)، بودای غول پیکر شرقی و مغار فولادی ۴ شناسایی شدند. نقاشی‌های دیواری در گروه آخر (E) که در آن‌ها نه اسیدهای چرب و نه اسیدهای آمینه شناسایی نشده یا به طور کامل آزمایش نشده‌اند، شامل نقاشی‌های مغاره A و I هستند. این نقاشی‌ها ممکن است از صمغ گیاهی/عسل یا کلاً از ماده دیگری ساخته شده

باشند. تمام نقاشی‌های دیواری در بالای گچ اجرا شده‌اند. نقاشی‌های دیواری در ۱۲ مغاره که در آن روغن خشک شونده به عنوان یک پیونده دهنده عمل می‌کرد با استفاده از رنگ سفیداب سرب روغنی به عنوان ماده زمینه مشخص می‌شود. بقیه نقاشی‌های دیواری از زمینه سفید گچی ساخته شده‌اند. تخم مرغ در برخی از نقاشی‌های دیواری حاوی پروتئین شناسایی شده است. سایر منابع احتمالی پروتئین شامل چسب حیوانی و کازئین است. در مقابل نقاشی‌های رنگ روغن ذکر شده، برخی از نقاشی‌های دیواری را می‌توان نقاشی‌های آبرنگ در نظر گرفت. با این حال، در یک نمونه (BMM194) از مغاره N(a) - که در موسسه تحقیقاتی بیوماتریکس نیپی^{۲۱۷} (NRIB) در توکیو با استفاده از تجزیه و تحلیل کلاژن با استفاده از LC-MS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت - کلاژن یک اسب پیدا شد (Taniguchi 2020b) (تصویر ۲.۲۷).



تصویر ۲.۳۰: (a) میکروگراف PLM و (b) تصویر تابش اشعه ماوراء بنفش مقطعی از یک بخش قرمز از نقاشی دیواری (BMM183) از مغاره N(a) که کاربرد دو لایه از سایه‌های مختلف قرمز را نشان می‌دهد.



تصویر ۲.۳۱: (a) میکروگراف PLM و (b) قسمتی از نقاشی دیواری که به رنگ آبی (BMM003) از مغاره N(a) دیده می‌شود. دو لایه از سایه‌های مختلف آبی اعمال شده است (a)، اما مقدار ذرات لازوریت آبی در هر دو لایه قابل مقایسه است (b).

در این مغاره ممکن است از کلاژن اسبی به عنوان حجم دهنده روی زمینه گلی استفاده شده باشد، اگرچه این اثر با تکنیک رنگ‌آمیزی شده است و پیونده دهنده لایه نقاشی و روغن خشک است. این اولین بار است که کلاژن اسب در بامیان یافت می‌شود. از BMM063 (مغاره (d) B)، چسب حیوانی نیز از یک لایه رنگ قرمز و زمینه سفید توسط GC-MS شناسایی شد. در مطالعات قبلی، چسب پوست گاو از پلی کروم‌های سطحی بودای غول پیکر شرقی و غربی شناسایی شد (Kawahara et al. 2013). از BMM082 (مغاره (c) F)، چسب حیوانی و کازئین هر دو توسط الایزا شناسایی شدند. از آنجایی که روغن‌های خشک شونده در هر دو لایه رنگ شناسایی شدند، منطقی است که فرض

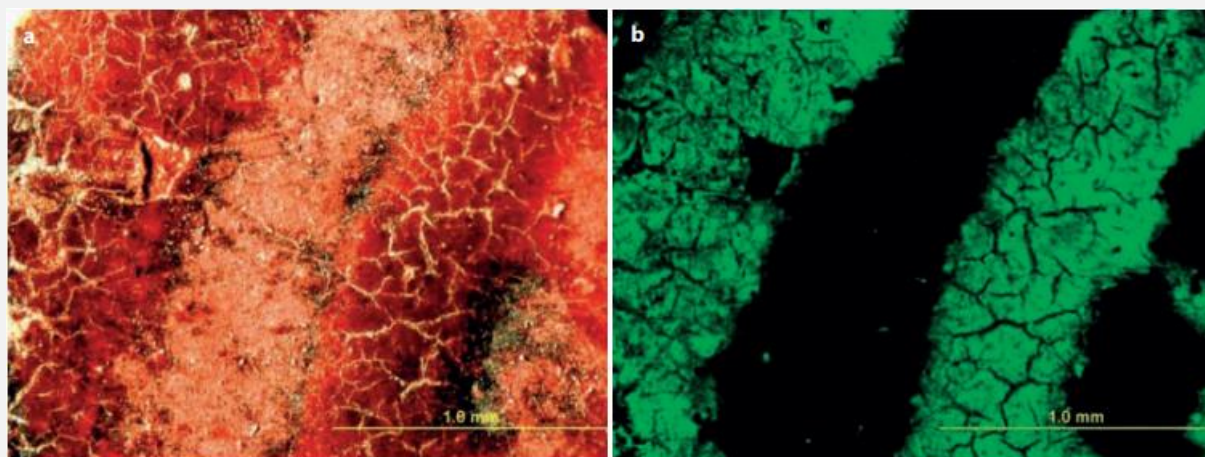
²¹⁷ Nippi Research Institute of Biomatrix

کنیم پروتئین‌ها در لایه‌های دیگر نیز برای چنین مواردی استفاده شده است. برای صمغ‌های گیاهی ۹ نمونه شناسایی شد: مغاره‌های بامیان N(a)، J(c)، F(c)، B(d) و S(a)، مغاره فولادی ۴ و ککرک ۴۳ (پیوست III، جدول A) و گالاکتوز از نمونه مغاره M شناسایی شد. برخی قندهای دیگر نیز از C(a)، E(c)، مغاره آواره شرقی، M و رسوب سطحی دیواره‌های مغاره L شناسایی شدند، اما اینها صمغ‌های گیاهی نیستند. مغاره‌هایی با صمغ‌های گیاهی تا حدودی با مغاره‌هایی با روغن‌های خشک شونده همپوشانی دارند.

۲.۲.۹ لعاب

یک گروه از نقاشی‌های دیواری بامیان، تکنیک خاصی از نقاشی را نشان می‌دهد. بر اساس مشاهدات مستقیم چشم، رنگ شفاف و عمیقی را می‌توان در نقاشی‌های دیواری مغاره‌های N(a)، B(d) و F(c) مشاهده کرد.

سطح مقطع یک لایه ضخیم از مواد آلی شفاف را روی سطح نشان می‌دهد. این لایه نازک از یک روکش رنگی و شفاف از مقدار کمی رنگدانه و مقدار زیادی مواد آلی رزینی تشکیل شده است. به عنوان مثال، در مورد یک نقاشی دیواری در مغاره فولادی ۶ که سطح آن به دلیل قرار گرفتن در معرض محیط خارجی ناهموار یا تغییر رنگ داده است، چشم غیر مسلح نمی‌تواند این لایه شفاف را ببیند. با این حال، سطح مقطع یک لایه رنگدانه با رنگ سبز شفاف را در سطح داخلی نشان می‌دهد (تصویر ۲.۲۸). فنون نقاشی در اروپای پس از قرون وسطی شامل استفاده از لعاب‌های شفاف بر روی یک نقاشی برای ایجاد یک لایه مات بود که به رنگ‌های دیگر جلوه «عمق» می‌دهد (Nicolaus 1979 [1985]: 68). این لعاب‌ها با رقیق کردن رنگ با مقادیر بیشتری دریاچه، مواد آلی یا پیونده دهنده‌ها ساخته می‌شدند.



لایه‌های آلی شفاف یافت شده در بامیان و تجزیه و تحلیل در این مطالعه سبز، قرمز، آبی و زرد هستند (تصویرهای ۲.۲۹-۲.۳۲). اساساً لایه تصویر ۲.۳۲: (a) استریومیکروگراف یک بخش قرمز (BMM002) در مغاره N(a). روپوش با خطوط قرمز شفاف نشان داده شده است. (b) در تصویر تابش فرابنفش: فقط خطوط قرمز شفاف را نشان می‌دهد.

آلی شفاف و لایه مات زیر آن از نظر نوع یا مقدار رنگدانه تفاوتی ندارند، بلکه در میزان روغن خشک شونده بیشتر و وجود رزین در لایه شفاف آلی بالایی (قسمت سبز BMM035) تفاوت دارند (پیوست III، تصویر A.III.18). همچنین نمونه‌هایی از استفاده از لعاب شفاف به عنوان تزئین در مناطق محلی وجود دارد. به عنوان مثال، چین‌های لباس بودا در مغاره N(a) رنگی شده‌اند تا جلوه‌ای سه بعدی با خطوط قرمز شفاف ایجاد کنند (تصویر ۲.۳۲). این ناحیه خاص با ماده‌ای پوشانده شده است که تحت نور فرابنفش تابش می‌کند. تصور می‌شود که این لعاب مانند لعابی که در بالا توضیح داده شد، نتیجه استفاده از رنگی با مقدار زیادی روغن خشک شونده و رزین باشد.

نقاشی‌های دیواری با لعاب مشاهده شده در اینجا مجموعه‌ای منحصر به فرد از نقاشی‌های دیواری با زمینه سفیداب سرب روغنی را شامل می‌شود که در آن از روغن خشک شونده به عنوان پیونده دهنده استفاده می‌شود. تا به امروز هیچ گزارشی مبنی بر وجود چنین لعاب بر روی نقاشی‌های دیواری آسیای مرکزی گزارش نشده است. نقاشی‌های دیواری یونانی و رومی و نقاشی‌های دیواری سغدی دارای پالت‌های رنگی نسبتاً ساده‌ای هستند، که به نظر می‌رسد فقط با استفاده از لعاب برای ایجاد سطوح درجه‌ای از عمق رنگ مرتبط باشد. این تکنیک نقاشی به شدت یادآور پرداخت‌های براق و لعاب‌های موجود در نقاشی‌های پانل اروپایی قرون وسطی است.



تصویر ۲.۳۳: بودای نشسته روی سقف مغاره F(c): لباس دارای الگوی شبکه‌ای تیره و از بین رفته است.

Photo: Y. Taniguchi, courtesy of NRICPT, 2006

۲.۲.۱۰ تزئین ورق فلزی و تکنیک ورق "شبه" طلا

۲.۲.۱۰.۱ ورق‌های طلا و قلع

به غیر از لعاب، برخی از نقاشی‌های دیواری بامیان با ورقه‌های فلزی تزئین شده‌اند. بحث در مورد فرورفتگی‌های ناشی از تراشیدن بعدی ورق طلا در بخش ۲.۲.۱۰.۲ آورده شده است. در حین مرمت در میدان، درخشندگی فلزی در چندین نقاشی مغاره و در برخی از قطعات به دست آمده از نقاشی‌های دیواری، دو نوع با چشم غیر مسلح مشاهده شد. اولی ماده‌ای طلایی است که بر روی نذری‌های بودا و هاله سفید پیشانی او در مغاره‌های N(a) و F(c) یافت می‌شوند. به نظر می‌رسد که ورق طلا در خطوط مستقیم بریده شده و با استفاده از تکنیکی ژاپنی که به نام کی‌ری‌کانه^{۲۱۸} شناخته می‌شود، اعمال شده است. به عنوان مثال، در نقاشی‌های دیواری قول جلال و مغاره‌های N(a)، F(c) و S(a)، ورق طلا که بسیار نازک (حدود ۱ میکرومتر) کشیده شده است، به صورت خطوط و مثلث‌ها بریده شده و برای ایجاد تصویر به الگوهای تزئینی تصویر چسبانده می‌شدند (Iwai 2006a). ورق طلا با استفاده از روغن خشک شونده به عنوان ماده خشک شونده (QJM06) روی نقاشی‌های دیواری قول جلال اعمال می‌شد (پیوست III، تصویرهای A.III.117 و A.III.119).

در حال حاضر نمونه‌های ورق طلا در بامیان بسیار اندک است. در سقف مغاره F(c)، بخش طلاکاری شده مشبک طرح‌ریزی شده روی خدای اصلی سه بودا، که نشان‌دهنده گلدوزی‌های طلایی روی لباس اوست، احتمالاً در نتیجه خراشیدن ورق‌های طلا از روی دیوارهای خاکی فرورفته است. تصویرهای ۲.۳۳ و ۲.۳۴ (Miyaji 2002: 166). فرورفتگی‌های کم‌عمق و بقایای ورق طلا را می‌توان به وضوح در مغاره‌های قزل «سبک B» مانند آنچه در مغاره‌های ۳۸، ۱۷۱ و ۲۲۴، که بین سال‌های میانی شکوفا شد. - قرن ششم و قرن هفتم - (Taniguchi 2022: 437; Hiyama 2021, 2022) مشاهده کرد. ورقه فلزی نقره‌ای نیز در تعدادی از نقاط مشاهده شده است، مانند

²¹⁸ Kirikane

نیمی‌های بدنه در امتداد دیوار شمالی مغاره N(a)، سقف مغاره S(a) در پایه نقوش طومار برگ‌دار، در طرح‌های مشبک روی جامه، و در فضاها بین بوداهای نشسته (تصویر ۲.۳۵).



تصویر ۲.۳۴: بودای ایستاده بر روی دیوار شرقی مغاره فولادی ۵: نقوش مشبک مانند در ردایی قابل مشاهده است.

Photo: Y. Taniguchi, courtesy of NRICPT, 2006

استفاده از ورقه‌های قلع با تجزیه و تحلیل غیر مخرب با استفاده از XRF و SEM-EDS تایید شده است (Taniguchi et al. 2007). ورق قلع تقریباً ۲۰ میکرومتر ضخامت دارد و حاوی مقداری سرب (به عنوان مثال BMM186) است (پیوست III، تصویر A.III.74)، احتمالاً به دلیل این واقعیت است که سرب موجود در قلع را نمی‌توان با استفاده از فناوری تصفیه قلع حذف کرد. فنون مربوط به اعمال قلع - از آماده‌سازی زمینه گرفته تا کارهای تکمیلی متعدد - برای دستیابی به ظاهری طلایی یا نقره‌ای مؤثر، به نبوغ زیادی نیاز داشت (Otake 2003، 2004). به عنوان مثال، ورق طلا به قدری نازک است که رنگ زمینه زیر آن را نشان می‌دهد، بنابراین می‌توان با اعمال یک رنگ قرمز در زیر ورقه، یک رنگ طلایی واقعی به دست آورد. یک لاک رنگی را نیز می‌توان روی سطح ورقه هم به عنوان یک لایه محافظ و هم برای افزایش ظاهر طلایی «گران قیمت» آن اعمال کرد. برای چسباندن ورقه به چسب نیاز است که در مغاره قزل ۱۷۱ از رزین لاک مایل به ارغوانی به عنوان چسب (موردانت)^{۲۱۹} ورق طلا و روغن خشک شونده برای ورق قلع استفاده شده است. رزین قرمز لاک یک بستر مایل به قرمز استخراج شده با قلیایی است که همچنین دارای اثر لعاب شفاف است. در نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های قزل ۱۷۱ (Zhou et al. 2020a, b, 2021), 224 (Taniguchi 2022: 292) و مغاره آجاتا ۲ (Shimadzu 2021) به عنوان رنگ قرمز شناسایی شده است. در معبد مترجم^{۲۲۰} و معبد بالای ناکو^{۲۲۱} (قرن دوازدهم) در هیمالیای غربی، اسیدهای لاکتیک A و D و اریترولاکسین با کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)^{۲۲۲} شناسایی شدند (Bayerová 2018). از آنجایی که اریترولاکسین^{۲۲۳} یک مولکول غیر محلول در آب است که می‌توان با استفاده از مواد قلیایی به عنوان رزین لاک استخراج کرد (Kirby 2008). روکش‌های براق نیز در قرون وسطی در اروپا روی برگ‌های فلزی اعمال می‌شد. در آن زمان، لاک زرد یا قرمزی به نام اوریپتروم^{۲۲۴}، که با زعفران، آلو، پوست داخلی آلو سیاه یا خون اژدها^{۲۲۵} رنگ شده یاد می‌شد که به تقلید از ورق طلا به ورق‌های قلع و نقره نیز اضافه می‌شدند. این مواد در ابتدا ذوب شده و سپس با روغن جوشانده رقیق می‌شدند (Laurie 1910: 203-204).

²¹⁹ Mordant

²²⁰ Translator's Temple

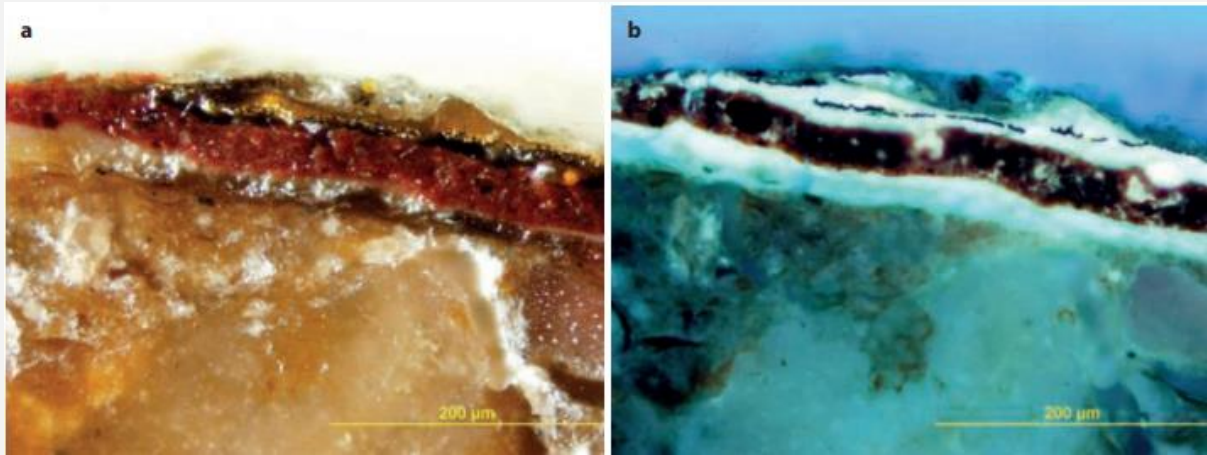
²²¹ Upper Temple of Nako

²²² High-performance liquid chromatography

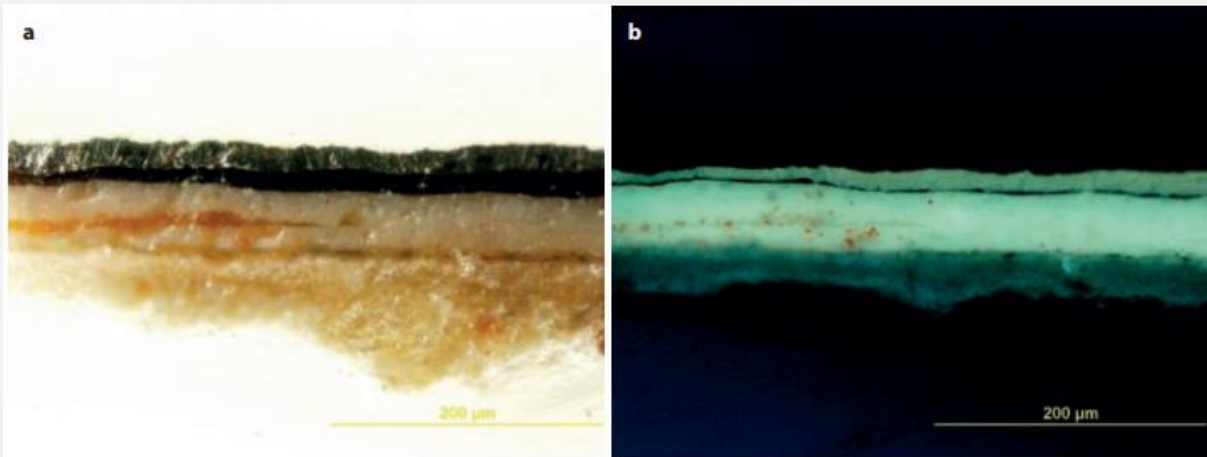
²²³ Erythrolaccin

²²⁴ Auripetrum: هم‌چنین به عنوان رنگ طلایی پیتتر Peter's gold نیز یاد می‌شود.

²²⁵ Dragon's blood



تصویر ۲۰۳۰: (a) میکروگراف PLM و (b) تصویر تابش اشعه ماوراء بنفش مقطعی از یک بخش قرمز از نقاشی دیواری (BMM183) از مغاره N(a) که کاربرد دو لایه از سایه‌های مختلف قرمز را نشان می‌دهد.



تصویر ۲۰۳۵: (a) فوتومیکروگراف PLM از مقطع یک تکه روق قلع در نقاشی دیواری هزار بودا (BMM165) در مغاره S(a) و (b) تصویر تابش UV که یک لایه قرمز مایل به قهوه‌ای تیره از موم در زیر ورقه قلع نقره‌ای و ضخیم نشان می‌دهد.

به عنوان مثال، تکنیک «مکا»^{۳۳۶} که در نقاشی‌های تلفیقی قرون وسطایی یافت می‌شود، تکنیک مشابهی است (-Kii 2006: 94, 107). این لاک شفاف رنگی، اساساً با لعاب ذکر شده در بالا یکسان است. مواد و فنون مختلفی برای قسمت‌های مختلف نقاشی‌های دیواری در همان مغاره استفاده شده است. برای مثال، از ورق طلایی واقعی در لباس‌های بودا استفاده می‌شد، در حالی که ورق قلع با لاک طلایی در جاهای دیگر برای تقلید از ظاهر طلا استفاده می‌شد. لعاب‌ها نه تنها بر روی قلع و ورق نقره، بلکه بر روی ورق طلا نیز برای افزایش رنگ طلایی استفاده می‌شدند. این تکنیک‌ها در اروپای قرون وسطی نیز یافت می‌شوند، مانند نقاشی‌های تابلویی از قرن دوازدهم به بعد (Nicolaus 123 [1985]: 1979). نمونه‌هایی از این تکنیک را می‌توان در آسیای مرکزی یافت که قدمت آن به قرن دوازدهم می‌رسد، همانطور که در مقطع کاری طلایی بریده شده (QJM007) در نقاشی دیواری در قول جلال مشاهده می‌شود (تصویر ۲۰۳۶). تکنیک استفاده از لاک طلا بر روی ورق قلع برای ایجاد یک ورق "شبه" طلایی را می‌توان در مجسمه‌های حیوانات روی تیر سقف مغاره N(a) مشاهده کرد. برش مقطعی از این ناحیه نشان داد که در واقع یک ورقه فلزی نقره‌ای است که با نوعی لعاب شفاف زرد پوشیده شده است که تابش می‌کند (BMM186) (پیوست III، تصویر A.III.73). در زیر ورقه فلزی نیز یک لایه تابش وجود داشت که تصور می‌شد چسب یا ماده‌ای است که برای چسباندن ورقه استفاده می‌شده است. تجزیه و تحلیل نشان داد که نقاشی دیواری با استفاده از خطوط سیاه روی یک برگ فلزی قلع، با حیوانات و الگوهای طومار برگ‌دار، و پس‌زمینه با رنگ قرمز تیره اجرا شده است (به فصل ۳، بخش ۳.۱ مراجعه کنید). مقداری رزین زرد شفاف بر روی

ورقه‌های فلزی نقره‌ای رنگ که بدن حیوانات و الگوهای طومار برگ‌دار را تشکیل می‌دادند، یافت شد که ممکن است به الگوها و شکل‌ها درخششی طلایی بخشیده باشد (Taniguchi et al. 2007).

ارجاعات تاریخی به فرمولاسیون چنین لاک طلایی را می‌توان در *De coloribus et artibus romanorum* اثر اراکلیوس (اواخر قرن سیزدهم) یافت. او در بخشی از تولید لاک طلایی به نام اورپیتروم توضیح می‌دهد: «فرایند حرارت دادن مخلوطی از «روغن بذر کتان، پوست درخت مریم^{۲۲۷}، آلوئه، سندلاک یا عنبر» را گویند (Merrifield 1967a: 220). در روش ساخت رنگدانه‌ها برای نقاشان و تزئین‌کنندگان نسخه‌های خطی پتروس دو اس. اودمارو^{۲۲۸} (قرن ۱۳ تا ۱۴)، «زعفران و چسب یا لاک» به عنوان ماده‌ای برای ساخت لاک طلایی ذکر شده است (Merrifield 1967a: 158). لاک‌های رزینی اولئو^{۲۲۹} روی برگ‌های فلزی به‌عنوان محلولی از ساندراک، کهربا یا ماستیک در روغن گرم شده توصیف می‌شوند که قبلاً توسط راهب توفیلوس پرسبیت^{۲۳۰} در حدود ۱۱۰۰ ذکر شده بود (Nicolaus 1979 [1985]: 314). این شیوه بیشتر به عنوان یک لاک رنگی با استفاده از روغن، رزین کوپال، رزین کاج، کندر، صمغ گیلان و عوامل رنگ‌آمیزی مانند کافور، چوب صندل^{۲۳۱} و ریشه گیاه مادر^{۲۳۲} توضیح داده می‌شود (Nicolaus 1979 [1985]: 124). میریام سرک دیواید^{۲۳۳} (۱۹۹۱) اشاره کرد که سطوح وسیعی از ورق‌های طلا یا نقره تنها برای چند دهه در قرن دوازدهم بر روی مجسمه‌ها یافت می‌شده است. استفاده گسترده از لعاب‌های قرمز و سبز بر روی نقره در اواسط قرن سیزدهم پدیدار شد (Plahter 2004: 195-198). تنها تعداد کمی از نقاشی‌های دیواری بامیان تزئینات ورق فلزی را نشان می‌دهند، مانند ورق طلا و ورق قلع، یا تکنیک تذهیب «شبه» طلا با ورق قلع، همانطور که در اینجا شرح داده شده است: گروهی از نقاشی‌های دیواری که در آن سفیداب سرب، روغن خشک شونده و لعاب است. شناسایی شده‌اند اما رابطه بین آنها نامشخص است.

به طور خلاصه، دو گرایش اصلی در مورد فنون به کار رفته در نقاشی‌های دیواری بامیان وجود دارد: اول استفاده از گچ به عنوان زمینه سفید و چسب پایه آب و دوم؛ استفاده از سفیداب سرب به عنوان زمینه سفید و یک پیوند دهنده مبتنی بر روغن. گروه دوم نقاشی‌های دیواری با استفاده گهگاه از لعاب و ورقه فلزی، لایه بندی مشخصی را نشان می‌دهد. این گروه از نقاشی‌های دیواری که به طور ناگهانی از اواسط قرن هفتم به بعد در بامیان پدیدار شدند، از نظر تکنیک و مواد با نقاشی‌های دیواری که پس از تثبیت بامیان به عنوان پایتخت بودایی‌ها تولید شده‌اند، بسیار متفاوت است.

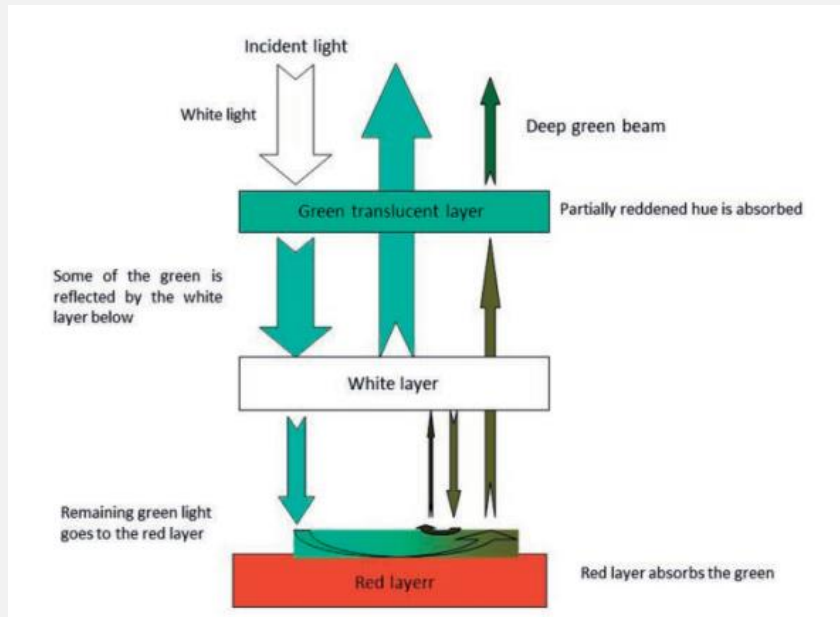
۲.۲.۱۰.۲ از بین رفتن ورقه‌های فلزی

هنگام مشاهده نقاشی‌های دیواری، از دست دادن در مناطق خاصی مشهود بود. تصویر ۲.۳۴ یک بودای ایستاده را نشان می‌دهد که روی دیوار شرقی مغاره فولادی ۵ نقاشی شده است. تمام لباس‌های بودا طرحی مشبک دارند، اما به نظر می‌رسد که مشبک‌ها در تصویر حک شده‌اند. نمونه مشابهی را می‌توان در مغاره F(c) مشاهده کرد: به نظر می‌رسد لباس‌های بودای نشسته روی سقف با طرحی از مشبک‌های متناوب قرمز و سیاه تزئین شده است (تصویر ۲.۳۳). بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد که شبکه سیاه از یک ورقه فلزی، مانند ورقه قلع، که در جایی که بریده شده و روی سطح چسبانده شده بود، سیاه شده است. علاوه بر این، قسمت‌های فرورفته احتمالاً در ابتدا با ورقه‌های طلایی برش مربعی پوشیده شده‌اند، زیرا چند تکه ورقه فلزی طلایی رنگ هنوز در نزدیکی آن قابل مشاهده است. در اطراف فرورفتگی‌های مشبک‌مانند مغاره فولادی ۵ نیز مقدار کمی طلاکاری مشاهده شد. به احتمال زیاد تعدادی از نقاشی‌های دیواری بامیان زمانی با ورق‌های طلا تزئین شده‌اند، اما بسیاری از آنها در زمان‌های بعد غارت شده‌اند. استفاده از ورق طلا در تزئینات نیز در نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های قزل متداول است — باز هم آثار زیادی از ورق طلا وجود دارد که به عمد حذف شده است. در قزل، از ورق طلا در نقاشی‌های دیواری سبک B (که به طور سنتی به سبک دوم هند و ایرانی نیز معروف است) مغاره‌های ستون مرکزی، مانند مغاره‌های ۳۸، ۱۷۱ و ۲۲۴، طبقه‌بندی شده به عنوان «سبک B» استفاده شد (Vignato and Hiyama 2022; Hiyama 2021, 2022; Taniguchi 2022: 347). تزئینات ورق طلا

^{۲۲۷} این به رزینی اشاره دارد که توسط درختان جنس کانمیفورا (*Conmiphora*) (Laufer 1967: 460-464) ترشح شده و از سواحل خلیج عربی و اقیانوس هند جمع‌آوری شده است. پلینی و دیوسکوریدس به ترتیب هفت و دو گونه را توصیف کرده‌اند (Otsuki 2009a).

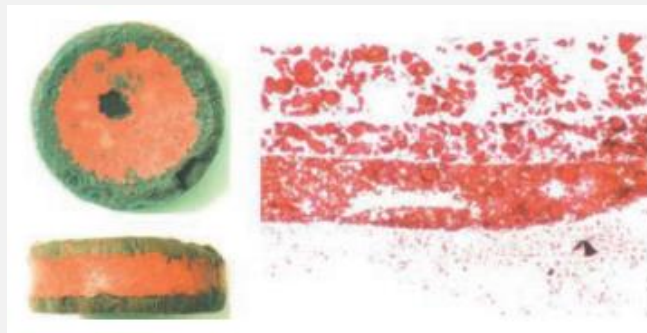
^{۲۲۸} Petrus de S. Audemaro
^{۲۲۹} Oleoresinous varnishes
^{۲۳۰} Theophilus Presbyter
^{۲۳۱} Sandalwood
^{۲۳۲} Madder root
^{۲۳۳} Myriam Serck-Dewaide

در نقاشی‌های دیواری سبک A (یا اولین سبک هند و ایرانی) مغاره‌های «سبک A» که قبل از جایگزینی با «سبک B» در کوچا شکوفا شد، دیده نمی‌شود.



تصویر ۲.۳۷: مکانیسم‌های نوری در ساختار چند لایه؛ قسمت سبز، رنگی با قرمز، سفید و سبز.

حداقل برخی از بخش‌های نقاشی‌های سبک B حاوی چندین نقوش است که می‌تواند با اشغال تاریخی کوچا توسط خاقانات ترک غربی در اواسط قرن ششم تا اواسط قرن هفتم مرتبط باشد (Hiyama 2015, 2021). هر دو سبز و زرد که در بامیان استفاده می‌شدند، به راحتی تغییر رنگ داده یا تغییر نمودند. اگرچه امروزه کمی باقی مانده است اما شواهدی وجود دارد که از ورقه‌های طلا استفاده شده است، همانطور که در طرح‌های مشبک لباس‌های بودا دیده می‌شود. این تأیید می‌کند که وضعیت فعلی این ترکیبات با رنگ و درخشندگی اصلی آنها تفاوت زیادی دارد.



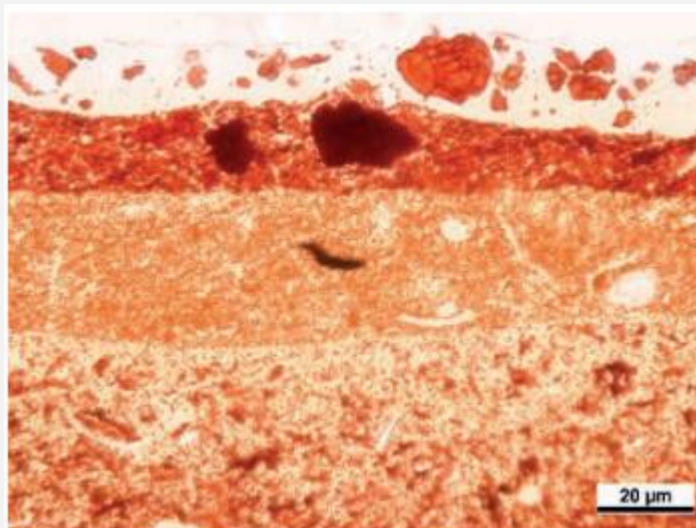
تصویر ۲.۳۸ عکس و فوتومیکروگراف از پوشش لاک اوروشی روی گوش بند قرمز از اواخر دوره جومون (۲۵۴۰-۱۲۷۰ قبل از میلاد) (after Nagashima 2006). چند لایه شگرف با دانه‌های مختلف نیز دیده می‌شود.

۲.۲.۱۱ اثرات نوری یک ساختار چند لایه

به منظور ایجاد سایه‌های مختلف رنگ، می‌توان چندین رنگدانه را مخلوط کرد (یعنی با هم ترکیب کرد) یا روی هم رنگ کرد. مشاهده مقاطع نشان می‌دهد که بیشتر نقاشی‌های دیواری بامیان دارای ساختاری چندلایه است که در آن لایه‌های رنگدانه متعددی برای ایجاد رنگ‌های زنده اعمال شده است (Taniguchi 2006). به طور خاص، بسیاری از نقاشی‌های دیواری با زمینه‌های سفیداب سرب، ترکیب‌های رنگی متنوع و ساختار چندلایه‌ای به خوبی شناخته شده دارند.

همانطور که در بخش ۲.۲.۱.۲ مشاهده می‌شود، برای مثال، نقاشی‌های دیواری ناتمام در اتاق جلوی مغاره C(a)، نشان دهنده روند سیستماتیک نقاشی با لایه‌های رنگی مرتب است. چندین لایه در ترکیب، آماده سازی و کاربرد انواع رنگ‌های آبی نقش داشتند. به عنوان مثال، مغاره N(a) (BMM001) (پیوست III، جدول A.III.1) دارای آبی روشن است، درحالی که مغاره آواره شرقی (BMM155) دارای آبی تیره است که از تکنیک بسیار فنی و سنتی تولید شده است (Taniguchi et al. 2006). رنگ آبی استفاده شده در هر کدام از رنگدانه‌ای تشکیل شده است که از کانی لاجورد می‌باشد. درحالی که رنگی که در مغاره N(a) یافت شده است از خرد کردن لاجورد به قطعات کوچک و جدا کردن تنها لاجورد آبی تولید شده است. لاجورد یکی از اجزای مهم رنگدانه اولترامارین طبیعی است: آن را با سفیداب سرب مخلوط کرده که روی یک زمینه سفیداب سرب اعمال می‌شود (تصویر ۲.۲۳).

در مغاره آواره شرقی، ابتدا یک رنگ سیاه حاوی سیاه روشن و یک لایه رنگدانه آبی ساخته شده از لاجورد خرد شده و تصفیه نشده هنوز حاوی کلسیت و سایر ناخالصی‌ها یافت شد (تصویر ۲.۲۴). این روش با قرار دادن یک لایه سیاه در زیر آبی تیره ایجاد می‌شود. این تکنیک مخلوط کردن لاجورد خالص شده با رنگدانه سفید برای تولید رنگ آبی روشن، یا استفاده از رنگ مشکی در زیر سایه‌های آبی، در نقاشی‌های دیواری اروپای قرون وسطایی نیز دیده می‌شود (تصویرهای ۲.۲۵ و ۲.۲۶). با توجه به رنگدانه‌های قرمز و قرمز روشن (BMM081) در نقاشی



تصویر ۲.۳۹: فتومیکروگرافی از بخش نازک یک شانه چوبی از محوطه جونو در محوطه اما، ژاپن، اواسط اواخر دوره جومون (۱۹۵۰-۱۴۷۰ قبل از میلاد). ساختار چند لایه از لاک شفاف اوروشی، اوروشی قرمز (اکسید آهن میکرو لوله‌ای شکل)، اوروشی قرمز (شنگرف ریز)، اوروشی قرمز (شنگرف درشت) و لایه‌های اوروشی شفاف (شنگرف درشت) لایه‌ها از پایین به سمت سطح تشکیل شده است (Naruse et al. 1994).



تصویر ۲.۴۰: تصویر هزار بودا در مغاره K3

نکته: یک قسمت از بدنه سبز رنگ سیاه شده است.

Photo: H. Otake, courtesy of NRICPT, 2005

نیز پیدا شد که با لاک پوشانده شده بود و به دنبال آن لایه‌هایی از لاک قرمز (اکسید آهن لوله‌دار + لاک اوروشی)^{۲۳۶}، لاک قرمز (سینه دانه

دیواری مغاره K3 از شنگرف/ورملیون روی مینیوم نارنجی ساخته شده‌اند (پیوست III، جدول A.III.10). در بسیاری از نقاشی‌های دیواری از رنگ آمیزی با مینیوم و شنگرف/ورملیون استفاده می‌شود، همانطور که در مغاره-های (a) N، (e) E و مغاره فولادی ۴ دیده می‌شود (Eastaugh et al. 2004: 387). و این احتمال وجود دارد که این سیستم دو لایه راهی برای به دست آوردن مقدار کمی از رنگ قرمز اشباع شده باشد. یک بررسی رنگ سنجی تأیید کرد که می‌توان با اعمال پوششی از دو رنگ سرب قرمز و شنگرف/سرخابی نسبت به رنگ قرمز شنگرف/سرخاب به تنهایی رنگ زرد و اشباع به دست آورد (Seki et al. 2006). ساختار چندلایه مشابهی در قسمت‌های سبز مغاره شرق (BMM068) (پیوست III، تصویر A.III.34) و مغاره فولادی ۴ (FDM055) (پیوست III، تصویر A.III.93) مشاهده شد. از ترکیب لایه‌های متوالی قرمز، سفید و سبز برای ایجاد یک سبز روشن و تیره استفاده شد. اصل این روش این است که سبز و قرمز رنگ‌های مکمل یکدیگر هستند، بنابراین از آنجایی که نور در یک محدوده طول موج مشخص توسط لایه سفید در وسط طیف منعکس می‌شود و رنگ سبز (۱) را ایجاد می‌کند. مقداری به لایه قرمز می‌رسد و به صورت سبز تیره‌تر (۲ و ۳) (تصویر ۲.۳۷) منعکس می‌شود. ترکیب این دو نوع نور یک سبز تیره و زنده را ایجاد می‌کند، بنابراین بعید است که این ساختار سه لایه و نظم آن تصادفی باشد، بلکه یک تکنیک رنگ آمیزی کاملاً حساب شده و بسیار فنی است (Taniguchi et al. 2006). در واقع، نمونه‌هایی از این نوع فنون نقاشی چندلایه به دوران ماقبل تاریخ باز می‌گردد. به عنوان مثال، در ژاپن، شنگرف برای رنگ قرمز در اواسط دوره جومون^{۲۳۴} (۲۴۰۰-۳۵۰۰ قبل از میلاد) استفاده می‌شد. حداقل یک گوش بند چوبی^{۲۳۵} با لایه‌هایی از شنگرف طبیعی که هر کدام با حجم دهنده‌های ذرات مختلف مخلوط شده‌اند، در بالای لایه‌ای از لاک مخلوط شده با اکسید آهن پیدا شده است (تصویر ۲.۳۸) (Nagashima 2006). قطعه چوبی دیگری

²³⁴ Jomon

²³⁵ Wooden earplug: بر اساس کاوش‌های انجام شده در محوطه Kita-Ekoda در ناکانو کو، توکیو Nakano-ku, Tokyo، قدامت آن به اواخر دوره جومون (۱۳۰۰ - ۲۵۰۰ ق.م.)

برمی‌گردد.

²³⁶ Pipeshaped iron oxide + urushi lacquer

درشت + اکسید آهن + لاک اوروشی^{۲۳۷} و در نهایت لاک قرمز (درشت دانه شنگرف + لاک اوروشی)^{۲۳۸} (تصویر ۲.۳۹). در هر دو مورد، لاک‌های قرمز با سایه‌های مختلف به صورت لایه‌ای برای تولید رنگ‌های قرمز روشن استفاده شده است. در مورد نقاشی‌های دیواری بامیان و لاک قرمز اواخر دوره جومون، فنون مورد استفاده درک کاملی از اثرات نوری و ملاحظات اقتصادی برای استفاده از رنگدانه‌های گرانبها را در بر می‌گرفت. به ویژه، هنگامی که چندین رنگدانه با وزن مخصوص مختلف مخلوط می‌شوند، رنگ حاصل به راحتی جدا می‌شود و در نتیجه رنگ‌های ناهموار ایجاد می‌شود. این تکنیک لایه‌بندی از رفتار نوری رنگدانه‌ها استفاده می‌کند، زیرا معمولاً نور منعکس شده از یک سطح براق است و نور منعکس شده از فضای داخلی معمولاً به رنگ روشن دیده می‌شود (Stearns 1953). به نظر می‌رسد استفاده از لایه‌ها نشان می‌دهد که صنعتگران آن زمان به خوبی از کیفیت نوری و اقتصادی مواد مورد استفاده آگاه بودند.

۲.۳ ترکیب تخریب سطح

۲.۳.۱ تخریب/تغییر رنگدانه‌های بر پایه مس و سرب

نقاشی‌های دیواری بامیان شامل محصولات متعددی از تخریب یا تغییر هستند و آنچه را که اکنون از اثر اصلی دیده می‌شود متمایز می‌کند. برخی از عناصر مورد استفاده در نقاشی‌ها از نظر شیمیایی بسیار واکنش پذیر هستند، مانند مس و سرب، و تمایل به تغییر در حالت‌های شیمیایی خود دارند (Coccatto et al. 2017). رنگدانه‌های مبتنی بر مس به دلیل تجزیه زیستی یک بایندر^{۲۳۹} آلی اغلب به اگزالیست مس^{۲۴۰} ($CuC_2O_4 \cdot nH_2O$) مولوویت تبدیل می‌شوند. در نقاشی‌های دیواری بامیان مواردی از تبدیل آتاکامیت (کلرید مس که به عنوان رنگدانه سبز استفاده می‌شود) به اگزالیست مس دیده می‌شود. به عنوان یک رنگدانه، آتاکامیت در شرایط اسیدی پایدار نیست، یعنی زمانی که اسید اگزالیست در اثر تجزیه زیستی تولید می‌شود که منجر به تشکیل مولوویت می‌شود (Castro et al. 2008). سیاه شدن رنگدانه‌های مس اغلب در بامیان مشاهده می‌شود. رزینات مس به عنوان لعاب مایل به سبز استفاده می‌شود و در محیط‌های خاص از نظر شیمیایی بسیار واکنش پذیر است. این محصول از مخلوط کردن استات‌های مس (وردیگریز) با رزین‌های طبیعی تهیه می‌شود. هنگامی که رزینات مس با یک پیوند دهنده پروتئینی تماس پیدا می‌کند، ممکن است متالوپروتئین‌ها^{۲۴۲} در صورت استفاده از تخم مرغ تشکیل شوند (Cartechini et al. 2010). همانطور که در اکثر موارد بامیان دیده می‌شود، رزینات مس با قرار گرفتن در معرض نور تیره می‌شود (Franceschi et al. 2011). رنگدانه‌های سبز دست نخورده بسیار کمی در بامیان مشاهده شده است. به عنوان مثال، در سقف مغاره فولادی ۶ فقط سیاه، سفید و قرمز کم رنگ دیده می‌شود (فصل ۱، تصویر ۱.۳۱ و ۱.۳۲). بدن بوداهای نشسته و فضاهای بین هزار بودا سیاه است. رنگ مشکی مشابهی را می‌توان در نقاشی دیواری سقف طاقدار مغاره K3 مشاهده کرد (تصویر ۲.۴۰). در این مورد، فقط سمت راست نیمبوس بدن بودای نشسته سیاه است، در حالی که بقیه سبز باقی می‌ماند. تصور می‌شود که این رنگ سبز ناشی از تغییر رنگدانه سبز مبتنی بر مس به یک محصول سیاه است که احتمالاً توسط عوامل محیطی ایجاد می‌شود.

رنگدانه‌های سرب همچنین می‌توانند بسیار واکنش پذیر باشند: محصولات حاصل از چنین تغییراتی شامل اکسید، سولفات‌ها و کلریدها هستند. رنگدانه‌های سربی که اغلب استفاده می‌شوند عبارتند از: اکسید سرب (II)، لیتارژ (مرداسنگ)، ماسیکو (PbO)، اکسید سرب (IV) (PbO_2)، پلاتنریت (PbO_2)، سرب (II) و اکسید سرب (IV) و مینیوم ($PbO \cdot PbO_2$)₂. از نظر تاریخی (Pb_3O_4) سفیداب سرب (Eastaugh et al. 2004: 228). به عنوان یک رنگدانه به طیف گسترده‌ای از مواد مبتنی بر سفیداب سرب و همچنین کربنات سرب اساسی مانند هیدروسیروسیت و سیروسیت اشاره دارد (Eastaugh et al. 2004: 233-235; Gettens and Stout 1967). سیاه شدن سفیداب سرب و مینیوم به تشکیل پلاتنریت، به دنبال قرار گرفتن در معرض عوامل اکسید کننده از شرایط جوی مانند محیط‌های گوگردی، محلول‌های اسیدی (آب باران، دی اکسید کربن، فعالیت میکروبی) و نور یا فعالیت میکروبیولوژیکی، یا گالن (PbS) نسبت داده می‌شود (Saunders 2015; Rosado et al. 2015; Petushkova and Lyalikova 1986; Gettens et al. 1993: 72; 2000) که در نتیجه آنگلیت ($PbSO_4$)، سیروسیت ($PbCO_3$)، هیدروسیروسیت و گالن تشکیل می‌شوند (Pérez-Rodríguez et al. 1998). انگلیت شناسایی شده بر روی نقاشی-

²³⁷ Coarse-grained cinnabar + iron oxide + urushi lacquer

²³⁸ Coarse-grained cinnabar + urushi lacquer

²³⁹ Binder

²⁴⁰ Copper oxalate

²⁴¹ Moolooite

²⁴² Metalloproteins

های دیواری (Barone et al. 2016) توسط چسب حرارتی در معرض نور و رطوبت سیاه ایجاد می‌گردید (Gettens and Stout 1966: 153; Saunders et al. 2004). پارامترهای سیاه شدن مینیوم به عنوان نور (Gettens and Stout 1967)، ترکیب رنگدانه نیز شناخته شده است. پلاتنریت^{۲۴۳} ممکن است زمانی تشکیل شود که کلونیزاسیون بیولوژیکی^{۲۴۴} وجود داشته باشد (Aze et al. 2008). لائوریونیت^{۲۴۵} (PbCl(OH))، آنگلیزیت و هیدروسیروسیت بیشتر در نواحی تاریک در زیارتگاه‌های رنگ آمیزی مینیوم شده شناسایی شده‌اند (Kuchitsu 1997). لائوریونیت محلول در آب است، درحالی که آنگلیزیت و هیدروسیروسیت در آب نامحلول هستند. تیره شدن زمانی رخ می‌دهد که کریستال‌های سفید لائوریونیت و انگلیزیت در حضور آب شور تشکیل می‌شوند و سپس ذرات گرد و غبار را جمع می‌کنند. وجود نمک‌های محلول در نقاشی‌های دیواری ممکن است باعث تغییر رنگدانه‌های سرب به لائوریونیت شود.

از پالمیریت، قبلاً به عنوان یک محصول تخریب رنگدانه‌های سرب به ویژه در نقاشی‌های استاد قدیمی^{۲۴۶} گزارش شده است (Van Loon et al. 2017) که اغلب با اولتامارین در ترکیب با سفیداب سرب همراه است. کوتونیت (PbCl₂)، یک کریستال بی رنگ بوده که از رنگدانه‌های سرب تخریب شده روی مجسمه‌های نقاشی شده در کوه مقدس وارانو^{۲۴۷} (ورچلی، شمال ایتالیا، قرن ۱۶ تا ۱۷) شناسایی شده است (Possenti et al. 2021). با این حال، توجه به این نکته مهم است که در گذشته از رنگ‌های مصنوعی مبتنی بر سرب استفاده می‌شد



تصویر ۲۰۴۱: تصویر بودای ایستاده در دیوار غربی طاقچه در مغاره I. یک قسمت از نقاشی (پیکان) گم شده است که زمینه گلی را آشکار می‌کند.

Photo: Y. Taniguchi, courtesy of NRICPT, 2005.

که عبارتند از: لائوریونیت، فسژنیت^{۲۴۸} (Pb₂Cl₂CO₃) (Walter et al. 1999)، سولفات سرب (PbSO₄)، کلرید سرب (PbCl₂) و بلیکسیت (Pb₈O₅(OH)₂Cl₄) (Naruse 2004) که توانایی ما را برای تفسیر اینکه آیا آنها از واکنش‌های شیمیایی ناشی شده‌اند یا بخشی از رنگ‌های اصلی مبتنی بر سرب ساخته دست بشر هستند را پیچیده می‌کند. در مورد رنگ‌های قرمز، در برخی موارد، از جمله در قسمت‌های قرمز طاقچه بودا در مغاره اول (BMM009) (پیوست III، تصویرهای A.III.4 و A.III.5)، نقاشی‌های دیواری که در معرض دید باز قرار گرفته‌اند عدم پیوند دهنده‌های مبتنی بر روغن، رنگ‌های قرمز را نشان می‌دهند که کمی مایل به ارغوانی شده‌اند. این نوع تغییر رنگ در نقاشی‌های دیگر، مانند پومپئی (Cotte et al. 2006a)، صومعه پدربلس در بارسلونا (Cotte et al. 2008) و در آثار روبنس (Radepon et al. 2011) مورد مطالعه قرار گرفته است. مکانیسم‌های تغییر رنگ پیچیده و متنوع هستند (Radepon et al. 2015). در حضور یون‌های کلر و تحت تأثیر نور، سولفید

جیوه به تدریج با کلریدها جایگزین می‌شود و ترکیبات مختلف سفید/خاکستری/بنفش مانند Hg₃S₂Cl₂ و Hg₂Cl₂ (کالومل) را تشکیل می‌دهد. همچنین تجزیه جیوه، منجر به تشکیل جیوه فلزی سیاه (Anaf et al. 2013) و سولفاتی می‌شود که در حضور کلسیم می‌تواند منجر به تشکیل گچ شود. علاوه بر این، رنگدانه سبز، وردیگریز، اعم از استات مس یا نمک‌های مس آلی مانند رزینات مس – ساختار شیمیایی ناپایداری دارد و مانند مورد لی خوان^{۲۴۹}، به راحتی تغییر رنگ می‌دهد. نمک‌های آلی مس با رنگدانه‌های متعدد (معمولاً گچ، لاجورد، زرنیخ سرخ و زرنیخ)، از جمله نمک‌های حاوی گوگرد، ناسازگار هستند و ممکن است در صورت مخلوط شدن، سیاه شوند. نور و اشعه ماوراء بنفش

²⁴³ Plattnerite

²⁴⁴ Biological colonisation

²⁴⁵ Laurionite

²⁴⁶ Old master paintings

²⁴⁷ Varallo

²⁴⁸ Phosgenite

²⁴⁹ Li Xun

نیز می‌توانند باعث سیاه شدن پوسته شوند (Kühn 1993). اخیراً، یک دایمر توسط رزونانس پارامغناطیسی الکترونی (EPR) و طیف‌سنجی جذب نوری (OAS) شناسایی شد که در آن ترکیب رنگ‌ها با مخلوط کردن رنگدانه‌های استات مس و رزینات مس در روغن بذر کتان تهیه شده بودند (Alter et al. 2019).

۲.۳.۱.۱ تخریب/تغییر رنگ‌دانه زرد

از آنجایی که نقاشی‌های دیواری بودایی بامیان مذهبی هستند، احتمالاً از رنگ زرد برای نشان دادن نور استفاده شده است، همانطور که در سر و بدن بوداهای نشسته و ایستاده دیده می‌شود. با این حال، همانطور که تصویر ۲.۴۱ نشان می‌دهد، برخی از نیمبسی‌ها، که زرد می‌شدند، همراه با زمینه سفید (که با فلش سبز نشان داده شده است) گم شده‌اند. علاوه بر نوارهای آبی، قرمز و سبز در نیمبوس بدنه، از رنگ زرد نیز استفاده شده است و احتمالاً با رنگ زینتی رنگ شده است که باعث ایجاد رنگ طلایی می‌شود که اکنون سیاه شده است. رنگدانه زرد به راحتی توسط نور به گونه‌های اکسید آرسنیک تجزیه می‌شود (Dubois et al. 2001; Coccato et al. 2017; Keune et al. 2015).

فصل سوم

فنون رنگ روغن در نقاشی‌های دیواری بامیان

۳.۱ مطالعه موردی ۱: طرح طومار برگ‌دار با حیوانات در سقف مغاره N(a)

مغاره N(a) دارای یک سقف لترندیک با طاق مربع شکل است که به نظر می‌رسد طراحی آن دو مربع کوچکتر را در خود جای داده است که هر کدام ۹۰ درجه از دیگری در یک محوطه مربع گسترده‌تر چرخیده‌اند (تصویر ۳.۱). ضلع داخلی مربع میانی با نواری از طرح‌های طومار برگ‌دار، تقریباً ۶ سانتی‌متر عرض و ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر طول تزئین شده است. ضلع داخلی میدان مرکزی با یک ردیف چهار باند، شش پرنده (در مجموع ۲۴ پرنده) تزئین شده است که هر کدام یک نوار در دهانه خود دارند. تیرهای سقف در ابتدا با دوده سیاه پوشیده شده بودند که طرح طومار برگ‌دار را پنهان می‌کرد. با این حال، تمیز کردن در طول کار حفاظتی، طرح‌های طومار حیوان و برگ‌دار را در پس زمینه قرمز و مقدار کمی از مواد طلایی رنگ روی حیوانات نشان داد (Otake et al. 2007).



در مرکز هر طومار برگ‌دار، یک جفت حیوان وجود دارد که به طور طبیعی در آن ادغام می‌شوند. در اصل، ممکن است ۱۲ جفت (۲۴ حیوان) وجود داشته باشد، اما حدود نیمی از پیکره‌ها آسیب دیده یا گم شده‌اند. حیوانات و برگ‌ها از طومار خزنده شامل گاو نر و گریفین^{۲۵۰} در شمال غربی زیر میدان دوم، گراز و شیر در شمال شرقی زیرین، حیوان ناشناس و سگ در جنوب غربی زیرین و نیمه

تصویر ۳.۱: سقف مغاره N(a)

Photo: M. Momii, courtesy of NRICPT, 2007

میمون و مرد نیمه در قسمت زیرین شمال شرقی (تصویر ۳.۲-۳.۴)

قابل دید می‌باشد. اگر شکل تصویر شده در اینجا نیمه بالایی یک انسان یا یک هیبرید نیمه انسان مانند تریتون یا سنتور^{۲۵۱} باشد به دلیل آسیب دیدن اثر به درستی نمی‌توان آن را مشخص نمود (Yamauchi 2006).

تصور می‌شود که طرح مشابهی که از ادغام عرابسک‌ها^{۲۵۲} با مجسمه‌های حیوانات روی زمینه قرمز در مغاره آجاتا ۱۷ در هند نیز یافت شده است (تصویر ۳.۵) که از هنر سلسله گوپتا سرچشمه گرفته است (Koezuka and Miyaji 1999). مشاهده با چشم غیرمسلح نشان می‌دهد که کل نوار با یک ورقه فلزی نقره‌ای پوشیده شده است که طومارهای برگ‌دار و حیوانات با خطوط سیاه نازک روی آن کشیده شده‌اند. پس زمینه پشت عرابسک‌ها و حیوانات با رنگ قرمز رنگ آمیزی شده است، در حالی که خطوط کلی حیوانات و عرابسک‌ها بدون رنگ باقی مانده‌اند. سطوح گوشه‌های تیرها نیز ناهموار است، گویی ورق (برگ فلزی) چین خورده است. ما یک تجزیه و تحلیل شیمیایی با استفاده از SEM-EDS، SR-μXRF، SR-μXRD و SR-μFTIR برای شناسایی مواد نیز انجام دادیم.

²⁵⁰ Griffin

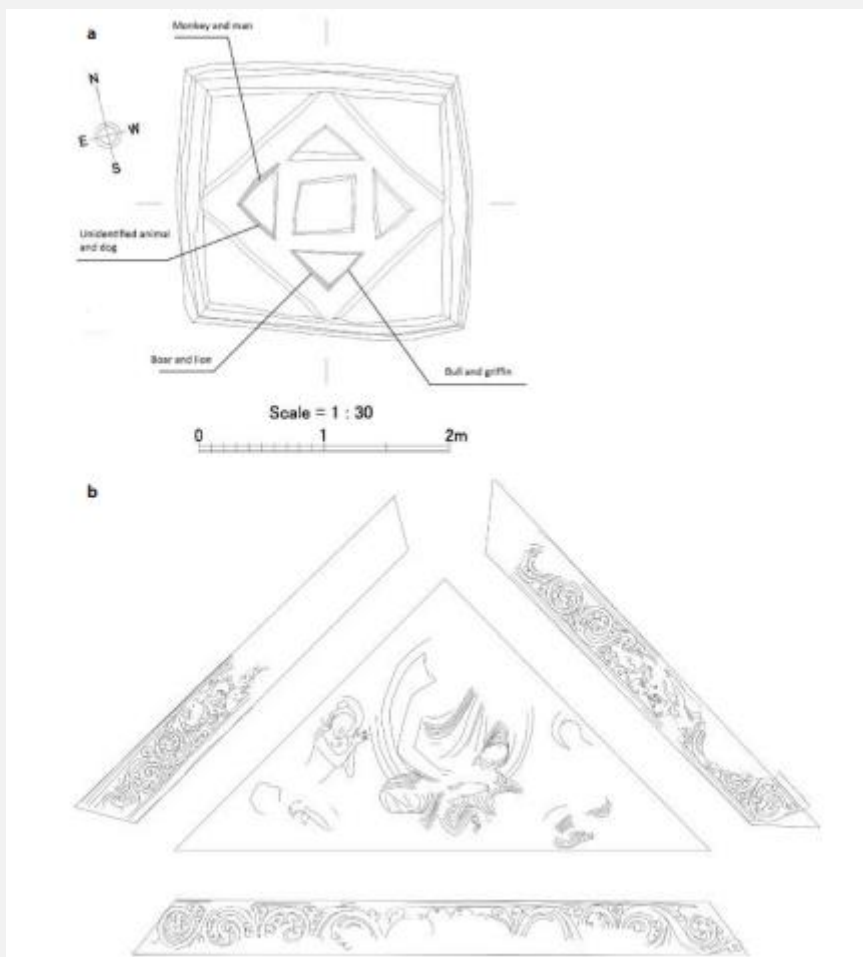
²⁵¹ Triton or centaur

²⁵² Arabesques

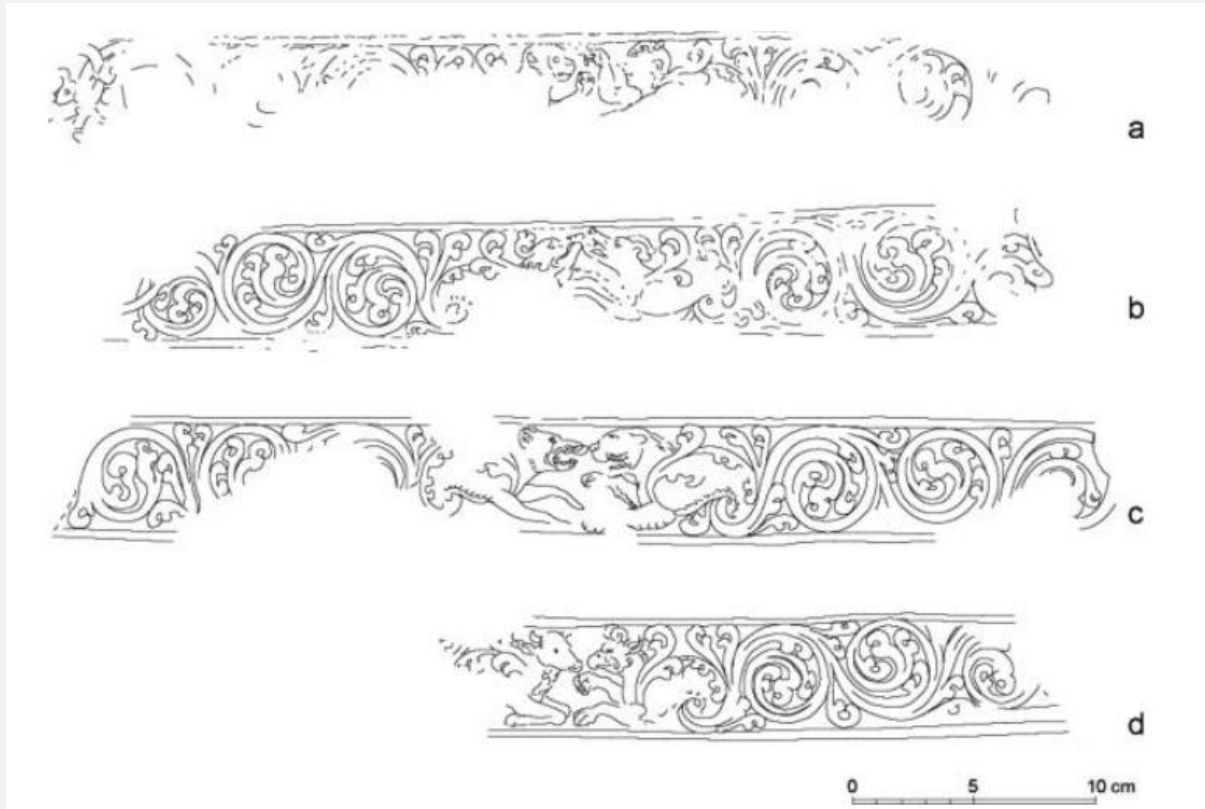


تصویر ۳.۲: گراز و شیر

Photo: M. Momii, courtesy of NRICPT, 2007



تصویر ۳.۳: خط کشی نقوش در قسمت مثلثی، انتهای سقف جنوبی مغاره N(a)



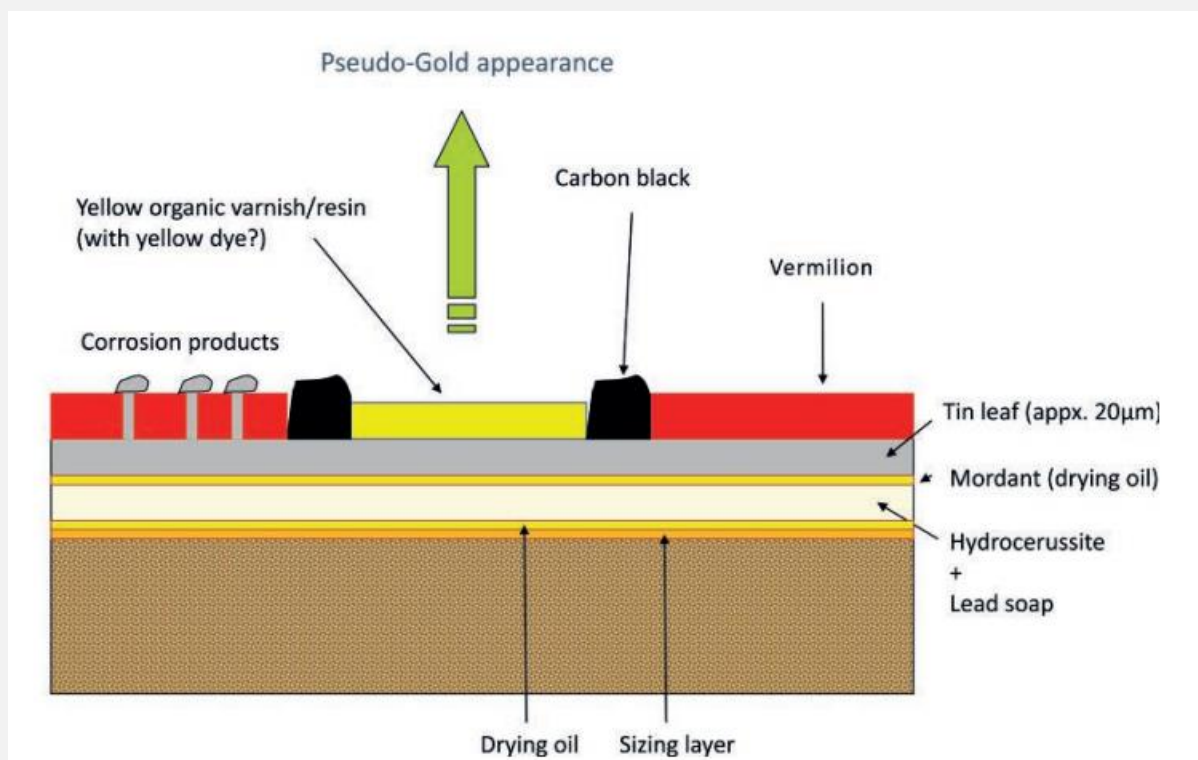
تصویر ۳.۴: طرح‌های خطی الگوهای طومار حیوانات و برگ‌دار شناسایی شده در مغاره N(a)
 (a): میمون‌ها و چهره‌ها؛ (b): حیوانات و سگ‌های ناشناس؛ (c): گراز و شیر؛ (d): گاو نر و گریفین



تصویر ۳.۵: الگوهای طومار حیوانات و شاخ و برگ در سقف مغاره آجاتا ۱۷

۳.۱.۱ مشاهده الگوهای طومار حیوانات و شاخ و برگ در مغاره N(a)

نمونه‌های گرفته شده از یک منطقه طرح‌دار که درخشش طلایی را نشان می‌دهد (BMM184)، همچنین تصویر گراز (BMM186) تحت یک استریومیکروسکوپ بررسی شد. نور معمولی و اشعه فرابنفش مشاهدات مقاطع عرضی نشان داد که در واقع طلا ورق طلا نیست، بلکه یک ماده آلی لاک مانند زرد شفاف است که روی یک ورقه نقره‌ای به ضخامت حدود ۲۰ میکرومتر اعمال می‌شده که به الگوها و شکل‌ها درخشش طلایی می‌دهد است (BMM177: پیوست III، تصویر A.III. 69؛ BMM186: پیوست III، تصویر A.III.73). همچنین مشاهده شد که ورق نقره‌ای روی یک لایه زمینه سفید با چسب آلی تابش سفید (موردانت) اعمال شده است. زیرا یک ماده آلی تابش سفید و یک ماده آلی نازک با تابش آبی مایل به سفید نیز بین لایه زمینه سفید و لایه زمینه یافت شد. لایه زمینه خود تابش سفید ساطع می‌کند.



تصویر ۳۶: نمودار شماتیک تکنیک تزئین با فویل قلع، همانطور که در نقاشی‌های دیواری در مغاره N(a) دیده می‌شود.

۳.۱.۲ تجزیه و تحلیل عنصری و ساختاری زمینه سفیداب سرب و ورق‌های فلزی با استفاده از SR- μ XRF، SEM-EDS و SR- μ XRD
 روش SEM-EDS برای تجزیه و تحلیل مقطع BMM186 (پیوست III، تصاویرهای A.III.72-A.III.74) و مقطع نازکی از BMM177 با استفاده از SR- μ XRF/SR- μ XRD آنالیز شد. روش SEM-EDS سرب را در لایه زمینه سفید زیرین تشخیص داد در حالی که SR- μ XRD لایه سفید حاوی هیدروسپروسیت را نشان داد. علاوه بر این، سوسانیت، یک سولفات هیدروکسی کربنات سرب، نیز در لایه سفید شناسایی گردید. قلع و سرب توسط SEM-EDS در رنگ نقره‌ای نیز شناسایی شدند. ورق فلزی، نشان می‌دهد که در قطعات سرب وجود دارد. روش SR- μ XRD در نمونه BMM177 وجود سرب فلزی همراه با قلع فلزی را تایید کرد. در مجموع، این یافته‌ها تأیید می‌کنند که فناوری تصفیه قلع در آن زمان هنوز قادر به حذف سرب نبود. یک لایه نازک از کلسیم بر روی سطح لایه لاک مانند زرد از مواد آلی احتمالاً رسوبی که پس از افزودن لایه زرد شفاف به ورق تشکیل شده است شناسایی شد.

۳.۱.۳ تجزیه و تحلیل مواد آلی توسط SR- μ FTIR و GC-MS

یک بخش از نمونه گراز (BMM178) با میکروتوم برش داده شد تا ضخامت‌های بین ۵ تا ۵۰ میکرومتر^{۲۵۳} بدست آید. نمونه‌ای از مقدار کمی پودر فشرده از تمام لایه‌ها نیز برای حفظ ساختار لایه‌ای گرفته شد. هر دو نمونه میکرومتر فشرده شده تحت آنالیز نقطه‌ای SR- μ FTIR و نقشه‌برداری با انتقال قرار گرفتند. (شرایط تحلیلی مطابق با پیوست III بود. داده‌های طیف FTIR در پیوست III، تصویر A.III.71 نشان داده شده است). نمونه از سه لایه اصلی لایه خاکی سفید، موم نیمه شفاف و ورق فلزی تشکیل شده است. شدت جذب FTIR در شش منطقه مورد نظر دارای مشخصات جذب قوی (a) $\nu(\text{C-H})$ و (c) $\nu(\text{C-O})$ ، $\delta(\text{C-H})$ ، (b) $\nu(\text{C=O})$ ادغام شدند. زمینه سفید در (d) کربنات $\nu_3(\text{C-O})$ ، (e) هیدروکسید سرب $\nu(\text{O-H})$ و (f) کربوکسیلات سرب $\nu(\text{AS CO})$ دیده شدند. این نقشه‌ها مطابقت خوبی با لایه‌ها را نشان می‌دهند که در تصویر میکروسکوپ نوری دیده می‌شود. میانگین طیف FTIR نیز در هر لایه محاسبه شد. سیگنال موجود در لایه موردانت نشان می‌دهد که ماده عمدتاً از روغن تشکیل شده است. با این حال، احتمال مخلوط روغن و رزین را نمی‌توان رد کرد. از آنجایی که این ماده یک لایه ضخیم را تشکیل می‌دهد، منطقی است که فرض کنیم روغن عمدتاً از یک روغن خشک شونده تشکیل شده است. تجزیه و

²⁵³ 5 to 50 μm

تحلیل اسیدهای چرب توسط GC-MS (BMM184-1: پیوست III، جدول A.III.1) همچنین مقدار کمی از اسید پالمیتیک و اسید آزلائیک را شناسایی کرد، که نتایج مطلوبی را برای حضور احتمالی یک روغن خشک شونده ارائه کرد.

تجزیه و تحلیل لایه زمینه سفید (B) نشان داد که علاوه بر پیک‌های روغن^{۲۵۴}، ویژگی جذب سفیداب سرب در (d) و (e) نیز در آن وجود دارد. یک جذب قوی (f) در حدود ۱۵۲۰ سانتی‌متر^{-۱} نیز در همان ناحیه توزیع می‌شود که نشان دهنده وجود گروه‌های کربوکسیلات سرب^{۲۵۵} vas(C=O) یا صابون سرب است. بنابراین، این لایه پایه سفید از روغن سفیداب سرب و تا حدی صابونی شده تشکیل شده است. در یک نمونه اضافی (BMM184) مواد آلی زرد شفاف بر روی سطح ورق قلع اعتقاد بر این است که یک رنگ زرد در رزین طبیعی بکار رفته است.



تصویر ۳.۷: خدای درخت، مغاره N(a) قبل از نابودی
Photo: K. Maeda, 1970s

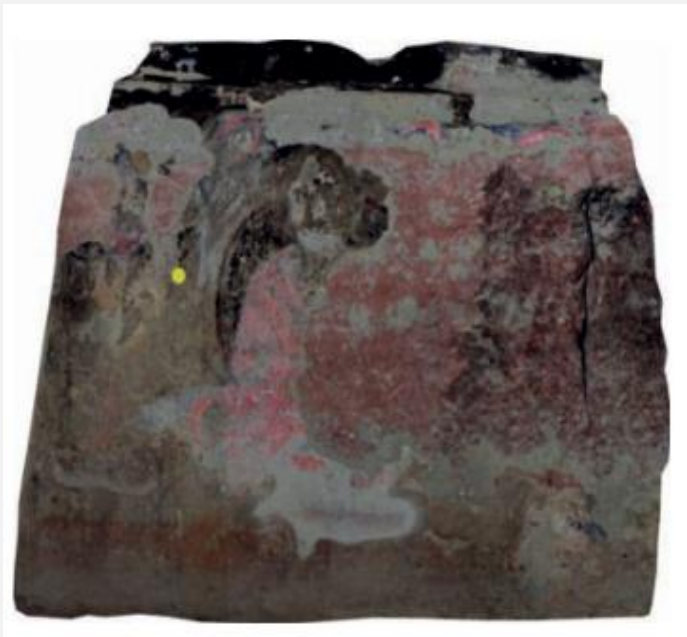
با این حال، این به وضوح شناسایی نشده است. سطح لایه لاک مانند زرد ویژگی جذب اگزالات کلسیم را در حدود ۱۳۲۰ سانتی‌متر^{-۱} نشان می‌دهد که با تشخیص کلسیم توسط SEM-EDS مطابقت دارد. این اگزالات کلسیم ممکن است یک محصول رایج در نقاشی‌ها باشد (Rampazzi 2019).

۳.۱.۴ ساختار لایه‌های حیوانات و طرح‌های طومار برگدار

به طور خلاصه، تصور می‌شود که طرح‌های طومار حیوانی و برگ‌دار روی تیرهای سقف مغاره N(a) به روش زیر تولید شده‌اند (تصویر ۳.۶). ابتدا یک لایه حجم دهنده حاوی پروتئین بر روی دیواره زمینه اعمال گردیده، به دنبال آن یک لایه عمدتاً از روغن خشک، و سپس یک

لایه زمینه سفید متشکل از سفیداب سرب (با ترکیبی غیرمعمول: هیدروسپیروسیت، سوسانیت و روغن خشک شونده تا حدی صابونی شده) قرار گرفته‌اند. در بالای آنها، یک ورق قلع فلزی با استفاده از ماده‌ای که عمدتاً از روغن خشک شونده به عنوان ماده خشک شونده تشکیل شده بود، در کنارش قرار می‌گرفت. ورق قلع دارای ضخامت ۲۰ میکرومتر و حاوی سرب فلزی به عنوان ناخالصی است. ورق قلعی چسبانده شده، طرحی با خطوط مشکی کشیده و پس زمینه با رنگدانه قرمز (ورملیون) پر می‌شد. باقی‌مانده ورق قلع با یک رزین طبیعی متمایل به زرد (یا زرد رنگ) پوشانده شده بود که به احتمال زیاد احساس طلاکاری را ایجاد می‌کرد. این تکنیک برای ایجاد یک ورق "شبه"

طلا شبیه تکنیکی است که در نقاشی‌های پانل اروپایی قرون وسطی نیز استفاده می‌شد.



تصویر ۳.۸: تصویر ۳.۸ نمای کلی خدای درختی در دیوار شرقی مغاره N(a) (پس از تخریب)، با منطقه‌ای که نمونه BMM035 از آن گرفته شده است (نقطه زرد).

Photo: H. Otake, courtesy of NRICPT, 2005

²⁵⁴ Oil Peaks

²⁵⁵ Lead Carboxylates

۳.۲ مطالعه موردی ۲: رنگ آمیزی سبز در ایزد درخت در دیوار شرقی مغاره N(a)

۳.۲.۱ تصویر خدای درخت در دیوار شرقی مغاره N(a)

در مرکز ضلع شمالی دیوار شرقی در مغاره N(a) تصویری از خدایی وجود دارد که احتمالاً یک خدای درخت است: دارای تنه پیچک قرمز و شاخه‌هایی همراه با یک ردیف قلب شکل است که از بدنش بیرون می‌آیند. برگ‌های خدای درخت شبیه برگ‌های درخت لیموترش است. در زمان بررسی انجام شده توسط دانشگاه ناگویا در دهه ۱۹۷۰، به وضوح دیده می‌شد (تصویر ۳.۷). با این حال، بیشتر آن در طول جنگ داخلی (۱۹۷۸-۱۹۹۲) آسیب دید و از دست رفت و امروزه تنها بخش کوچکی از آن باقی مانده است (تصویر ۳.۸). تنه قرمز و شاخه‌ها در پس زمینه سیاه پخش می‌شوند و برگ‌ها به رنگ سبز براق و تیره هستند. بین برگ‌ها ساختارهای کوچک سفید گلبرگ مانند وجود دارد. کل تصویر با یک لایه رنگ ضخیم که در آن ضربه‌های کوچکی از قلم مو قابل مشاهده است، به خوبی نقاشی شده است. نمونه BMM035 از یک برگ سبز برای تجزیه و تحلیل گرفته شد.

۳.۲.۲ شرح چینه شناسی با استفاده از میکروسکوپ نوری

مشاهده سطح مقطع نمونه ساختار چند لایه را نشان می‌دهد. ناحیه سبز برگ دارای یک لایه زرد شفاف، یک لایه زمینه سفید و یک لایه آلی سیاه در بالای زمینه گلی قرار دارد. در نور ماوراء بنفش، لایه‌های زرد شفاف تابش آبی-سفید و لایه زمینه سفید منتشر می‌شود. یک لایه حاوی ماده آلی سیاه در نمونه BMM035 نیز تابش ماوراء بنفش منتشر می‌کند که حاوی تعداد زیادی ذرات سیاه است (پیوست III، تصویر A.III.13).

۳.۲.۳ نمونه تجزیه و تحلیل SR- μ XRF

نقشه برداری SR- μ XRF تحت خلاء در خط پرتو ID21 و در هوا در خطوط پرتو ID18F و ID13 انجام شد (پیوست III، تصویر A.III.14 و تصویر A.III.15). نقشه μ XRF در ID21 کلسیم، پتاسیم و کلر را در سطح لعاب زرد شناسایی کرد، درحالی که لایه سبز عمدتاً حاوی ماتریکسی از سرب و مس، همراه با ذرات آهن، سیلیکون، آلومینوم، پتاسیم و کلسیم بود. سرب در لایه‌های سیاه و سفید رنگی تشخیص داده شد. غلظت بیشتری از سرب در لایه زمینه سفید یافت می‌شود. ذرات موجود در لایه سیاه ممکن است کربن سیاه یا یک ماده سیاه رنگ ساخته شده از فسفات کلسیم سوخته مانند سیاه عاج باشد. با این حال، از آنجایی که فسفر در لایه سیاه یافت نشده است، بعید است که عاج سیاه یا سیاه استخوانی باشد، بلکه سیاه کربن یا سیاه چراغ^{۲۵۶} باشد.

۳.۲.۴ نمونه تجزیه و تحلیل SR- μ XRD

الگوهای پراش^{۲۵۷} SR- μ XRD در ID18F و ID13 به طور همزمان با مجموعه‌ای از طیف‌های μ XRF، به شکل ۲ بعدی، بر روی یک بخش میکروتوم نازک جمع‌آوری شدند. تصویر A.III.16 در پیوست III نمونه‌ای از آنالیز لایه سبز را با میانگین حدود ۳۰۰ الگوی پراش به دست آمده در هر نمونه نشان می‌دهد. گچ (سولفات کلسیم) و ودلیت (اگزالات کلسیم) به وضوح در لایه لاک مانند زرد کلسیم شناسایی می‌شوند در لایه سبز، هر دو هیدروسیروسیت و سیروسیت، مشخصه سفیداب سرب، و همچنین کوارتز شناسایی شدند. شناسایی ترکیب مس آسان نبود. تصور می‌شود که کریزوکولا، سیلیکات مس سبز، به عنوان رنگدانه سبز استفاده شده است (Gettens 1938a). در آن در رنگدانه سبز نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های اطراف بودای غول پیکر شرقی در دهه ۱۹۲۰ شناسایی کرد. با این حال، تجزیه و تحلیل XRD نمی‌تواند حضور آن را تایید کند، سیلیکون و کلسیم هم محلی‌سازی را نشان نمی‌دهند. آتاکامیت، کلرید مس، مالاکیت و آزوریت نیز شناسایی نشد، بنابراین به نظر می‌رسد که مس عمدتاً به شکل آمورفس^{۲۵۸} است.

به طور خلاصه، به نظر می‌رسد که لایه سبز رنگ سفیداب سرب (هیدروسیروسیت/سیروسیت) است که توسط یک رنگدانه مس سبز ناشناس رنگ شده است. لایه سفید عمدتاً حاوی هیدروسیروسیت مخلوط با سوسانیت است. جالب اینجاست که از دو کیفیت مختلف سفیداب سرب برای لایه‌های سفید و سبز استفاده شده است.

²⁵⁶ Lampblack

²⁵⁷ Diffraction patterns

²⁵⁸ Amorphous

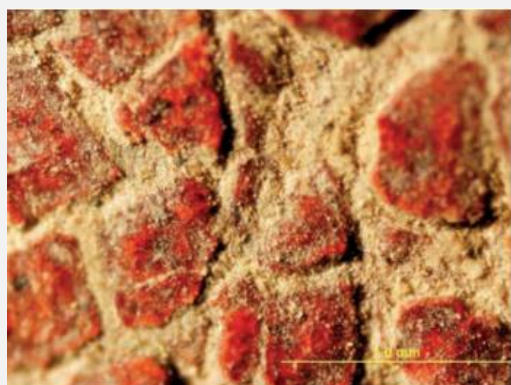
۳.۲.۵ تجزیه و تحلیل SR- μ FTIR قسمت سبز درخت تصویر خدا

نتایج تجزیه و تحلیل SR- μ FTIR ID21 در پیوست III، تصویر A.III.17 به تفصیل آمده است. تجزیه و تحلیل با استفاده از همان روشی که در بخش ۳.۱.۳ ذکر شد انجام شد. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل‌های آماری (تقریب ماتریس غیرمنفی، یا NNMA، از ۷ مؤلفه) با استفاده از ابزار تصویربرداری PyMCA ROI (Cotte et al. 2016) انجام شد (پیوست III، تصویر A.III.18). لایه زمینه (NNMA2) بیشتر ترکیبات معدنی، مانند کاتولینیت می‌باشد. لایه شفاف قهوه‌ای بعدی (NNMA0) عمدتاً از پروتئین‌ها (احتمالاً چسب حیوانی یا سفیده تخم مرغ با نوارهای مشخصه امید II و III) با مقداری سیلیکات و اگزالات (حداکثر 10^{-1} سانتی‌متر $^{-1}$) تشکیل شده است. اگزالات کلسیم نیز در لایه قهوه‌ای سطح لایه سبز شناسایی شد. همانطور که قبلاً ذکر شد، اینها ترکیبات رایج در نقاشی‌ها هستند.

لایه زمینه سفید از سفیداب سرب (OH) کوچک و در حدود 3537 سانتی‌متر $^{-1}$ ، $3(\text{CO}_3)$ 73 گسترده در 1420 سانتی‌متر $^{-1}$ و 71 و $2(\text{CO}_3)$ کوچک و در 1047 و 839 سانتی‌متر $^{-1}$ (Brooker et al. 1983). این مخلوط با روغن تا حدی صابونی شده تشکیل شده است که سری $7(\text{CH})$ در حدود 2927 و 2855 سانتی‌متر $^{-1}$ ، 7 CO^{-1} ، کربوکسیلات سرب 7 CO در 1740 سانتی‌متر $^{-1}$ و در 1544 سانتی‌متر $^{-1}$ شناسایی گردید).

این جزء (NNMA1) در لایه سبز نیز وجود دارد. سیگنال لایه سیاه (NNMA4) به وضوح شناسایی نشد، اما به نظر می‌رسد وجود روغن را نشان می‌دهد، اما با محتوای بالاتر اسید ($7(\text{CO})$ در 1734 سانتی‌متر $^{-1}$)، لایه سبز مخلوطی از NNMA4 است که در آن روغن سفیداب سرب و صابونی شده مانند لایه سفید و در NNMA3 روغن تا حدی صابونی شده با صابون‌های مس $7(\text{CH})$ شدید و در حدود 2925 و 2854 سانتی‌متر $^{-1}$ و $7(\text{CO})$ (کربوکسیلات مس) در حدود 1585 سانتی‌متر $^{-1}$ می‌رسد).

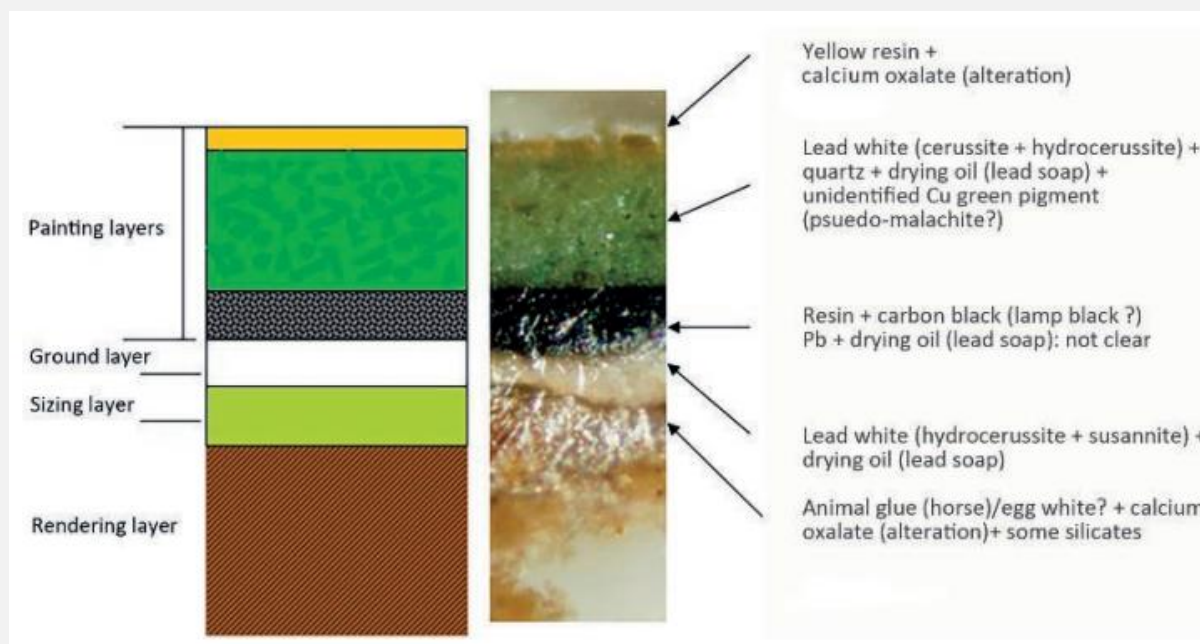
۳.۲.۶ ساختار لایه‌ای نمونه



تصویر ۳.۹ نمودار شماتیک ساختار لایه‌ای یک بخش سبز رنگ (BMM035) از خدای درخت در دیوار شرقی مغاره N(a)

با توجه به نتایج فوق از تجزیه و تحلیل‌های SR- μ XRF، SR- μ XRD و SR- μ FTIR، برگ‌های سبز در دیواره شمالی مغاره N(a) احتمالاً به شرح زیر تولید شده‌اند (تصویر ۳.۹). در ابتدا، زمینه گلی با یک ماده پروتئینی مانند شیره چسب حیوانی یا سفیده تخم مرغ احتمالاً به عنوان یک حجم دهنده برای تسهیل رنگ آمیزی پوشانده شده بود. این عامل توسط اسید آمینه شناسایی شده در تجزیه و تحلیل اسید آمینه GC-MS (BMM035: پیوست III، جدول A.III.33) پشتیبانی می‌شود، اگرچه ما نتوانستیم نوع خاصی از پروتئین را شناسایی کنیم. یک لایه زمینه سفید متشکل از سفیداب سرب (هیدروسیروسیت و سوسانیت) و روغن خشک شونده تا حدی صابونی شده (صابون‌های سرب) در بالای لایه حجم دهنده حاوی یک جزء آلی ناشناس با یک رنگدانه مبتنی بر کربن، احتمالاً سیاه و سفید به عنوان لایه سیاه اعمال شد. رنگدانه‌های سبک مانند سیاه

چراغی به خوبی با روغن مخلوط نمی‌شوند و به عنوان شناور شناخته می‌شوند. بنابراین، ما مشکوک هستیم که از رزین برای بهبود این پراکندگی استفاده شده باشد. رنگ سبز از طریق یک فرمول پیچیده حاوی سفیداب سرب (هیدروسیروسیت و سیروسیت) و روغن خشک شونده تا حدی صابونی شده تولید شده است. علاوه بر صابون‌های سرب، تجزیه و تحلیل SR- μ FTIR همچنین کربوکسیلات‌های مس را شناسایی کرد، که ممکن است نشان دهد که رنگدانه‌های معدنی مس در اثر تماس با مواد آلی مانند رزین یا روغن خشک شونده به رزینات مس یا اولئات مس^{۲۵۹} تبدیل شده‌اند. لایه رنگ حاوی مقدار کمی ذرات معدنی مس است که ساختار فاز شفاف‌تری ندارند، احتمالاً شبه مالاکیت که به رنگ سبز قابل مشاهده است یک اخلای زرد نیز احتمالاً در لایه سبز وجود دارد زیرا تجزیه و تحلیل ذرات حاوی آهن را با رنگ زرد شناسایی کرد.

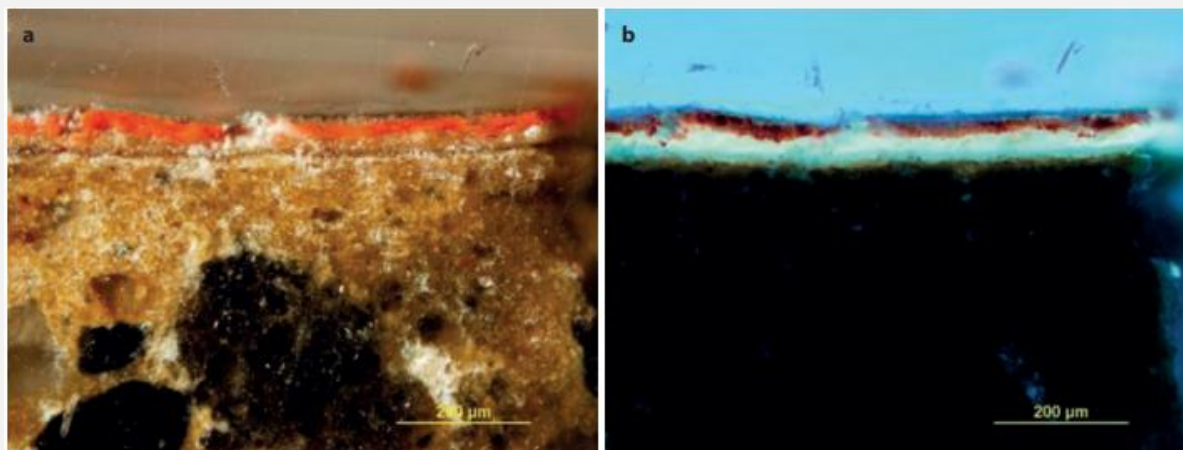


تصویر ۳.۱۰ استریومیکروگراف یک بخش قرمز (BMM063) از نقاشی دیواری در مغاره B(d)

۳.۳ مطالعه موردی ۳: پیوند دهنده برای نقاشی‌های دیواری در مغاره B(d)

۳.۳.۱ شرح نمونه BMM063

نمونه BMM063 از مغاره B(d)، یکی از مغاره‌های اطراف بودای غول پیکر شرقی گرفته شد. تاریخ‌گذاری رادیوکربن نشان می‌دهد که نقاشی‌های دیواری این مغاره در اواخر قرن هفتم یا هشتم (میلادی ۶۸۱-۷۶۸) ساخته شده‌اند (Nakamura 2006:121).



تصویر ۳.۱۱: (a) میکروگراف PLM و (b) تصویر تابش ماورا بنفش از یک مقطع نقاشی دیواری (BMM063) از مغاره B(d)

این مغاره دارای سقفی متقاطع با قسمتی نردبانی شکل است. طاق متقاطع مرکزی توسط یک سقف لترنندیک دو طبقه با گنبدی در مرکز آن تشکیل شده است که یکی از منحصر به فردترین سازه‌های مغاره‌های بامیان است (Kubodera and Iwade 2006). نمونه‌ای دیگر از قطعه نقاشی دیواری (شماره ۰۶۱۷) به شکل ترک خورده، هوازده شده که رنگدانه قرمز به همراه داشت از مغاره B(d) به دست آمد. (تصویر ۳.۱۰). مشاهده برش‌های عرضی نشان می‌دهد که نقاشی دارای ساختاری چند لایه است که شامل یک لایه زمینه ساخته شده از خاک رس خمیر شده، یک لایه حجم دهنده زرد شفاف (ساطع کننده تابش فرابنفش مایل به آبی)، یک لایه زمینه سفید (متابن کننده تابش فرابنفش زرد)، یک لایه رنگدانه قرمز و یک لایه لعاب قرمز (که تابش فرابنفش سفید ساطع می‌کند) می‌باشد (تصویر ۳.۱۱). در زیر

میکروسکوپ استریواینوکولی^{۲۶۰}، لایه حجم دهنده زرد شفاف، لایه زمینه سفید، لایه رنگدانه قرمز و لایه لعاب قرمز به صورت مکانیکی و دستی از لایه زمینه که از خاک رس تشکیل شده بود جدا شد. تمام قسمت‌ها غیر از لایه زمینه به طور جمعی در نمونه تجزیه و تحلیل استفاده شد. بر اساس تجزیه و تحلیل نمونه‌های مشابه توسط SR-μFTIR، فرض شد که لایه حجم دهنده حاوی اسیدهای آمینه و لایه‌های رنگدانه سفید و قرمز حاوی روغن خشک شونده هستند. سپس تجزیه و تحلیل بیشتر برای شناسایی مواد آلی خاص مانند پروتئین‌ها و روغن‌ها در این رنگ‌ها انجام شد. نمونه‌ها توسط GC-MS آنالیز شدند (جزئیات، از جمله شرایط تجزیه و تحلیل، در پیوست II.5 آورده شده است).

۳.۳.۲ تجزیه و تحلیل GC-MS روغن‌ها، موم زنبور عسل و رزین‌ها

تجزیه و تحلیل اسیدهای چرب (تصویر ۳.۱۲) غلظت بالایی از اسید آزلائیک و اسید پالمیتیک را نشان داد. غلظت آزلائیک اسید، یک اسید دی کربوکسیلیک اشباع، ۱۲۳.۲ ppm^{۲۶۱} بود (جدول ۳.۱). علاوه بر این، مقدار A/P (نسبت اسید آزلائیک به اسید پالمیتیک) ۲.۴ بود که نشان می‌دهد این نمونه حاوی روغن خشک شونده بسیار اکسید شده است. این احتمالاً نشان می‌دهد که روغن‌های خشک شونده مورد استفاده در مغاره B(d) برای بیش از یک هزار سال به دلیل قرار گرفتن در معرض محیط نیمه خارجی مغاره اکسید شده‌اند. نمونه دارای مقدار P/S تقریباً ۳ است. شناسایی گونه‌های گیاهی که روغن از آن منشأ گرفته است با قطعیت دشوار است، زیرا به نظر نمی‌رسد مرجع مورد استفاده برای مقایسه مقادیر کمی به دست آمده، همه گونه‌های روغنی را پوشش دهد در منطقه باستانی آسیای مرکزی در دسترس بوده باشد. با این حال، قابل توجه است که روغن‌های خشک مورد تجزیه و تحلیل در اینجا به روغن گردو یا دانه خشخاش نزدیک‌تر هستند، که هر دو دارای مقادیر P/S در حدود ۳ بوده که بسیار بالاتر از سایر روغن‌های خشک با منشأ گیاهی مورد استفاده در روغن‌ها و رنگ‌ها (به عنوان مثال، بذر کتان، روغن کنجد، بادام و تونگ) هستند. هنگامی که مخلوطی از روغن‌های خشک شونده وجود دارد یا زمانی که مشکوک به روغن‌های تخم مرغ و غیرخشک شونده باشد، تفسیر پروفایل اسیدهای چرب می‌تواند مشکل ساز باشد. نسبت A/P بین ۰.۶ و ۱ یا بالاتر نشان دهنده وجود روغن خشک شونده است. مقادیر A/P بین ۰.۲ تا ۰.۵ نشان دهنده زرده یا روغن‌های نیمه‌خشک تخم‌مرغ است که در معرض اکسیژن (روغن کنجد و دانه انگور) فقط تا حدی اکسید می‌شوند و در اینجا به عنوان "روغن" شناخته می‌شوند. آلودگی محیطی ناشی از رشد میکروبی، لیپیدها، چربی‌ها، دوده و گریس دارای مقادیر A/P بسیار پایین (کمتر از ۰.۲) هستند و در اینجا به عنوان «اسیدهای چرب» گزارش می‌شوند.

۳.۳.۳ تجزیه و تحلیل GC-MS مواد پروتئینی

به منظور روشن شدن منشأ پروتئین‌ها تحت آنالیز اسید آمینه نمونه BMM063 مورد بررسی قرار گرفت. کروماتوگرام به دست آمده در تصویر ۳.۱۳ و مقادیر کمی اسیدهای آمینه در جدول ۳.۲ نشان داده شده است. داده‌های به دست آمده از این نمونه با مراجع شامل تخم مرغ، کلاژن و کازئین مقایسه شد. ضرایب همبستگی برای داده‌های نمونه و مرجع روی هفت اسید آمینه پایدار (آلانین، والین، ایزولوسین، لوسین، گلیسین، پرولین و هیدروکسی پرولین) نشان داده شده است، که احتمال اکسید شدن آنها در طول زمان کمتر است. روش‌های شناسایی پروتئین و روش‌های محاسبه ضرایب همبستگی بر اساس روش‌هایی است که شیلینگ و خنجیان^{۲۶۲} (۱۹۹۶) به تفصیل شرح داده‌اند.

ما به این نتیجه رسیدیم که آمینو اسیدهای موجود در نمونه با برخی از پیوند دهنده‌ها مشتق شده از حیوانات، مانند ایسینگلاس^{۲۶۳} و کلاژن، سازگاری بالایی دارند و اسیدهای آمینه نیز از همین مواد منشأ می‌گیرند. با این حال، نمی‌توان تنها از طریق نتایج GC-MS تعیین کرد که آیا پیوند دهنده از ماهی، گوزن یا خرگوش گرفته شده است یا خیر؟ این عمل با استفاده از روش الایزا آزمایش شد، که شناسایی گونه‌های حیوانی را با استفاده از واکنش‌های آنتی بادی تسهیل می‌کند. با این حال، آزمایش‌ها هیچ واکنشی را که قادر به شناسایی مثبت هیچ گونه‌ای باشد، ارائه نکرد. مواد آلی مختلف در قسمت قرمز نمونه با استفاده از آنالیز GC-MS شناسایی شد. محتوای بالای اسیدهای چرب و همچنین شباهت بین مقادیر اسیدهای چرب برای روغن خشک شونده، روغن گردو و دانه خشخاش در پیوند دهنده تایید شد. به

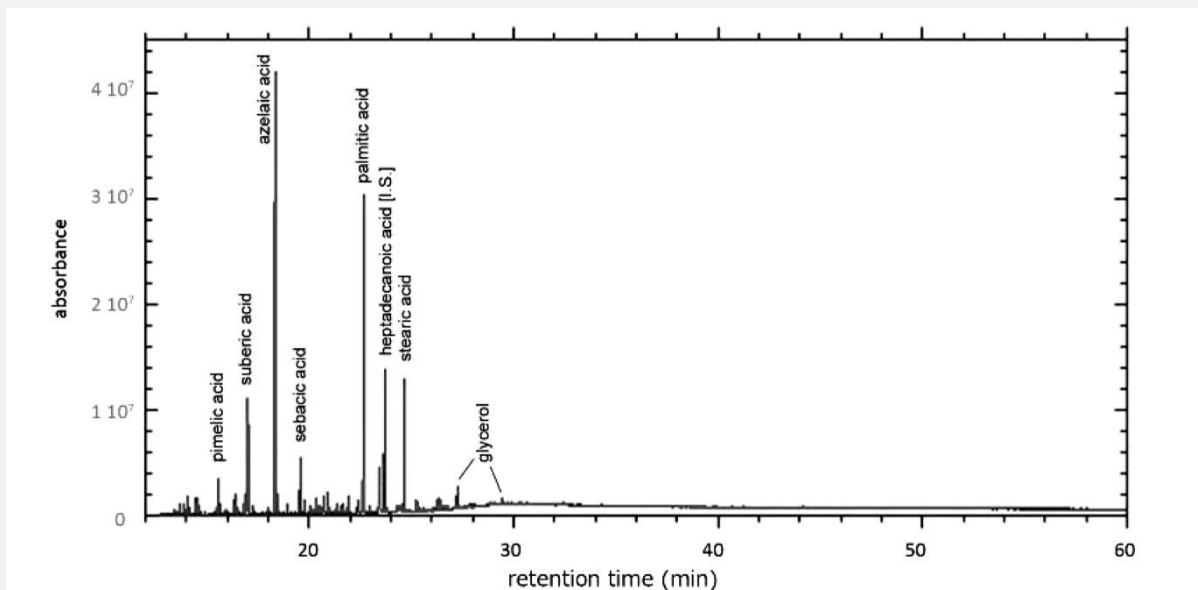
²⁶⁰ Stereobinocular microscope

²⁶¹ PPM (Part per million): یکی از معیارهای رایج سنجش غلظت در محلول با دیگر مخلوط‌ها می‌باشد.

²⁶² Schilling and Khanjian

²⁶³ Isinglass

عبارت دیگر، این تأیید می‌کند که نقاشی‌های دیواری در مغاره B(d) با استفاده از تکنیکی مشابه آنچه در نقاشی‌های رنگ روغن استفاده می‌شود، ساخته شده‌اند.



تصویر ۳.۱۲: کروماتوگرام اسیدهای چرب (متیل استرها) توسط GC-MS برای تجزیه و تحلیل روغن، موم زنبور عسل و رزین نمونه (BMM063) از قسمت قرمز نقاشی دیواری از مغاره B(d)

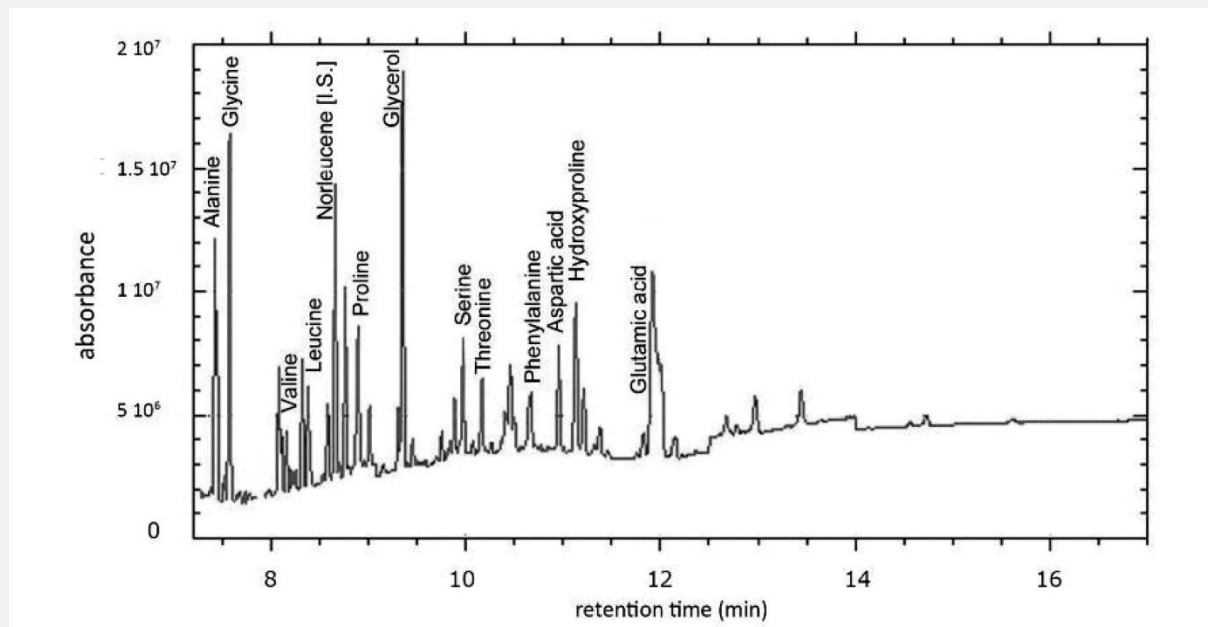
جدول ۳.۱ مقادیر کمی (ppm) اسیدهای چرب در نمونه BMM063 و داده‌های مرجع: P/S، درصد FA از کل اسیدهای چرب در نمونه گرفته شده

Sample	Cave	Description	Sample Weight ug	Final Volume ul	pimelic acid	suberic acid	lauric acid	azelaic acid	sebacic acid	myristic acid	palmitic acid	stearic acid	eicosanoic acid	oleic acid	P/S	A/P	% FA
BMM063	B(d)	red and ground	76	15	6.97	25.7	0.0	123.2	10.7	1.2	52.4	17.0	0.0	0.0	3.1	2.4	4.7
<i>Reference Oils</i>																	
Plane tree gum		modern ref, Bamiyan 2006			0.38	0.9	0.0	2.0	0.2	0.4	3.8	1.5	1.7	1.3	2.5	0.5	
Almond oil Fowler (film)		M. Schilling 1989			0.53	3.5	0.0	15.9	0.7	0.0	4.6	4.2	0.4	1.5	1.1	3.4	
Linseed oil refined Winsor & Newton		M. Schilling 1989			4.93	35.5	0.0	365.2	14.5	0.6	165.0	134.7	3.4	25.1	1.2	2.2	
Poppy seed oil Grumbacher		M. Schilling 1989			7.02	70.2	0.0	655.7	20.9	0.6	365.7	116.6	4.4	18.7	3.1	1.8	
Poppy seed oil cold press Grumbacher		M. Schilling 1989			6.77	72.2	0.0	591.3	19.6	0.8	414.0	117.8	4.1	107.0	3.5	1.4	
Poppy oil sunbleached		M. Schilling 1989			5.05	46.2	0.0	414.7	12.4	0.4	328.6	74.1	3.1	5.2	4.4	1.3	
Sesame oil Arrowhead Mills		M. Schilling 1989			1.11	7.5	0.0	56.5	1.9	0.3	105.4	89.5	6.6	227.9	1.2	0.5	
Soy oil Spectrum Naturals		M. Schilling 1989			3.44	26.0	0.0	201.2	9.7	0.6	252.8	116.3	7.1	21.7	2.2	0.8	
Sunflower cold pressed Schminke Tung oil		M. Schilling 1989			0.4	2.9	0.0	21.2	1.1	0.0	6.3	12.2	0.7	2.4	0.5	3.4	
China		M. Schilling 1989			0.22	2.7	0.0	31.8	0.4	0.8	102.0	109.9	6.1	325.0	0.9	0.3	
Walnut Spectrum Naturals		M. Schilling 1989			5.37	40.2	0.0	363.5	11.6	0.4	117.5	37.3	1.6	2.5	3.1	3.1	
Walnut oil Rougie		M. Schilling 1989			4.54	35.4	0.0	339.9	12.4	0.5	324.5	142.3	4.1	12.5	2.3	1.0	
Safflower		M. Schilling 1989			4.81	38.0	0.0	286.2	12.0	0.8	147.8	112.6	12.5	16.3	1.3	1.9	

۳.۴ مطالعه موردی ۴: رنگ سبز در مغاره فولادی ۴ و تغییر رنگ آن

۳.۴.۱ شرح نمونه FDM055

بسیاری از نقاشی‌های دیواری در مغاره فولادی ۴ به دلیل خرابکاری گم شده‌اند (تصویر ۳.۱۴ و ۳.۱۵): قطعات بزرگ برداشته شده و به خریداران خارج از کشور فروخته شده است در حالی که قطعات کوچکتر روی زمین پراکنده شده است. قطعه (شماره شماره ۰۸۹۱) مورد تجزیه و تحلیل در اینجا از کف مغاره فولادی ۴ استخراج شد. نمونه (FDM055) از یک منطقه سرسبز برداشت شد. مشاهده مقطع (پیوست III، تصویر A.III.93) نشان می‌دهد که این منطقه سبز از یک زمینه گلی، یک لایه حجم دهنده شفاف، یک لایه حجم دهنده‌گیری زرد شفاف، یک زمینه سفید پوشیده شده با ساختار چند لایه قرمز، سفید و سبز در بالای یک لایه زمینه سفید تشکیل شده است. این ساختار لایه‌ای باعث می‌شود که رنگ سبز تیره‌تر و واضح‌تر به نظر برسد، همانطور که در بخش ۳.۲ بحث شد.



تصویر ۳.۱۳: کروماتوگرام اسیدهای آمینه توسط GC-MS یک نمونه (BMM063) از قسمت قرمز رنگ نقاشی دیواری از مغاره B(d)

Sample	Cave	Description	Sample Weight ug	Final Volume ul	oil %	protein %	alanine	valine	isoleucine	leucine	glycine	proline	hydroxyproline	candidates/ correlation coefficient	results	GC/MS results of plant gums
BMM 063	B(d)	red and ground	76	30	13.2	5.3	20.7	3.8	2.8	7.4	36.1	15.0	14.3	isinglass 0.976, collagen 0.971	glue	fructose, glucose, arabinose (honey?)
Reference Proteins																
							18.1	3.4	2.2	4.1	46.9	15.0	10.3			
							15.7	3.0	1.8	3.7	46.7	16.7	12.4			
							22.0	18.3	12.8	21.6	14.8	10.5	0.0			
							22.0	17.4	13.2	22.0	14.5	10.9	0.0			
							20.9	16.6	13.3	23.2	14.1	11.9	0.0			
							10.9	16.9	12.8	22.0	8.6	28.8	0.0			

جدول ۳.۲ مقدار کمی (ppm) اسیدهای آمینه در نمونه BMM063 و ضرایب همبستگی با داده‌های مرجع

۳.۴.۲ تجزیه و تحلیل SR- μ FTIR نمونه

نمونه با استفاده از μ FTIR مطابق با روش‌های شرح داده شده در پیوست II.4.6 تجزیه و تحلیل شد. یک نقشه دوبعدی به دست آمده از کل چینه شناسی و میانگین طیف‌های FTIR برای هر لایه محاسبه شد (پیوست III، تصویر A.III.95 و تصویر A.III.96). تجزیه و تحلیل و مقایسه آنها نتایج جالبی را نشان داد. علاوه بر این، شدت یکپارچه باندهای جذبی خاص اطلاعات مفیدی را در مورد توزیع اجزای مختلف



تصویر ۳.۱۴: کل سقف مغاره فولادی ۴

Photo: Y. Maekawa, courtesy of NRICPT, 2007

لایه سبز (۲) ویژگی جذب کربوکسیلات مس را نشان می‌دهد که احتمالاً نتیجه آن واکنش بین رنگدانه‌های مس و روغن است. کربوکسیلات‌های سرب نیز شناسایی می‌شدند که ممکن است از واکنش رنگدانه سفیداب سرب یا خشک شونده سرب و روغن خشک شونده به دست آمده باشند (پیوست III، تصویر A.III.98). طیف FTIR لایه قرمز (۳) بسیار شبیه به لایه سبز (۲) است: هر دو عمدتاً حاوی یک روغن خشک شونده تا حدی صابونی شده هستند. ما تفاوت بین دو طیف را برای شناسایی اجزای هر لایه محاسبه کردیم (پیوست III، تصویر A.III.99). محاسبات حضور خاص گوئیت^{۲۶۴} (اکسید آهن قهوه‌ای) را در لایه (۳) و

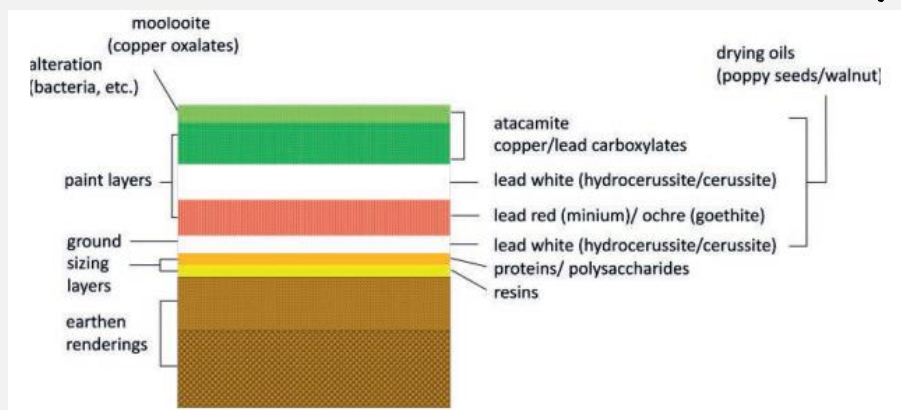
تصویر ۳.۱۵: قطعه نقاشی دیواری از سقف مغاره فولادی ۴. این قطعه زمانی توسط کمیته حفاظت از اموال فرهنگی آواره جاپان نگهداری می‌شد و در سال ۲۰۱۶ با ۱۰۱ قطعه دیگر به موزه ملی افغانستان بازگردانده شد.

Photo: Japan Committee for the Protection of Displaced Cultural Properties/Tokyo University of the Arts.



درجه صابونی شدن روغن بالاتر در لایه (۲) نشان می‌دهد. لایه زمینه سفید (۴) در $\nu(\text{OH})$ ۳۵۳۵ سانتی‌متر^{-۱} را نشان داد، که نشان‌دهنده وجود هیدروسیروسیت، و همچنین قله‌ای در حدود ۸۲۸ سانتی‌متر^{-۱} است که مشخصه سیروسیت است. نقشه‌های این دو قله نشان می‌دهند که هیدروسیروسیت در لایه (۴) متمرکز شده و در لایه‌های (۱) و (۲) رقیق‌تر هستند، در حالی که برخی از نقاط مرتفع هیدروسیروسیت مربوط به دانه‌های سفید قابل مشاهده است. در عین حال، سیروسیت عمدتاً در لایه سفید (۴) متمرکز شده است (پیوست III، تصویر A.III.100). لایه حجم دهنده زرد شفاف (۵) ویژگی جذب آمید و همچنین جذب پلی ساکارید را در حدود ۱۰۵۰ سانتی‌متر^{-۱} نشان می‌دهد (پیوست III، تصویر A.III.101). اعتقاد بر این است که این لایه دارای هر دو پروتئین، مانند چسب‌های حیوانی و سفیده تخم مرغ، و همچنین صمغ (پلی ساکاریدهای گیاهی)، احتمالاً صمغ هلو و صمغ عربی باشد. لایه شفاف پایینی جذب مشتق شده از رزین را نشان می‌دهد (پیوست III، تصویر A.III.102). بنابراین احتمالاً لایه‌ای است که از نوعی رزین طبیعی تشکیل شده است. این یک نمونه عالی از روغن‌های خشک شونده، پروتئین‌ها، رزین‌ها و صمغ‌های گیاهی تا حدی صابونی‌شده است که همگی در یک نمونه وجود دارند (پیوست III، تصویرهای A.III.104 و A.III.103).

۳.۴.۳ نمونه تجزیه و تحلیل μXRF و μXRD



تصویر ۳.۱۶: نمودار شماتیک ساختار چندلایه قسمت سبز رنگ نقاشی دیواری از مغاره فولادی ۴

آنالیزهای همزمان μXRF و μXRD بر روی برش‌های نازک همان نمونه انجام شد. SR- μXRF نگاهت عنصری در پیوست III، تصویر A.III.94 و نگاهت SR- μXRD در پیوست III، تصویر A.III.104 نشان داده شده است. تجزیه و تحلیل μXRF سرب را در لایه زمینه و لایه‌های رنگی، آهن را در لایه

قرمز و مس را در لایه سبز (و همچنین در بالاترین لایه) تشخیص داد. تجزیه و تحلیل SR- μXRD نتایج اصلی FTIR را با حضور مولوویت و آتاکامیت در سطوح سبز، سیروسیت و هیدروسیروسیت در لایه زمینه سفید و لایه رنگ میانی سفید با نسبت سیروسیت به هیدروسیروسیت بالاتر در لایه زمینه و گوئیت در لایه زمینه تایید کرد. نواحی قرمز علاوه بر این، تجزیه و تحلیل SR- μXRD وجود مینیوم را در لایه قرمز نشان داد. این جزء در ناحیه mid-IR شفاف است و با SR- μFTIR قابل شناسایی نیست. در نهایت، μXRD حضور دو محصول اضافی پالمیریت و انگلیزیت بر پایه سولفات سرب را نشان داد.

۳.۴.۴ تجزیه و تحلیل اسیدهای چرب توسط GC-MS



تجزیه و تحلیل SR- μFTIR نشان داد که لایه سبز مغاره فولادی ۴ (FDM055-1) حاوی روغن‌های خشک شونده، پروتئین، رزین و صمغ‌های گیاهی است. به منظور مطالعه روغن خشک، نمونه مورد تجزیه و تحلیل اسیدهای چرب با استفاده از GC-MS قرار گرفت: این نشان داد که غلظت بالایی از اسید آزلائیک (۳۹۹.۴ ppm) و اسید پالمیتیک (۲۱۷.۶ ppm) و همچنین اسید استاریک و اسید

تصویر ۳.۱۷: بودای غول پیکر شرقی (بودای کوچک ۳۸ متری) در بامیان
First photograph from J.A. Gray, At the Court of the Amir (1895) (after Morgan 2012: 2, fig. I)

سوپریک (پیوست III، جدول A.III.32) وجود روغن خشک شونده را تأیید می‌کند. مقدار P/S اسید چرب ۲.۸، مشابه مقادیر P/S روغن گردو، دانه خشخاش یا روغن پریلا را نشان می‌دهد. بر اساس یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل SR- μ FTIR، روغن‌های خشک مانند احتمالاً در لایه‌های رنگی سبز، سفید و قرمز و در لایه زمینه سفید استفاده شده‌اند.

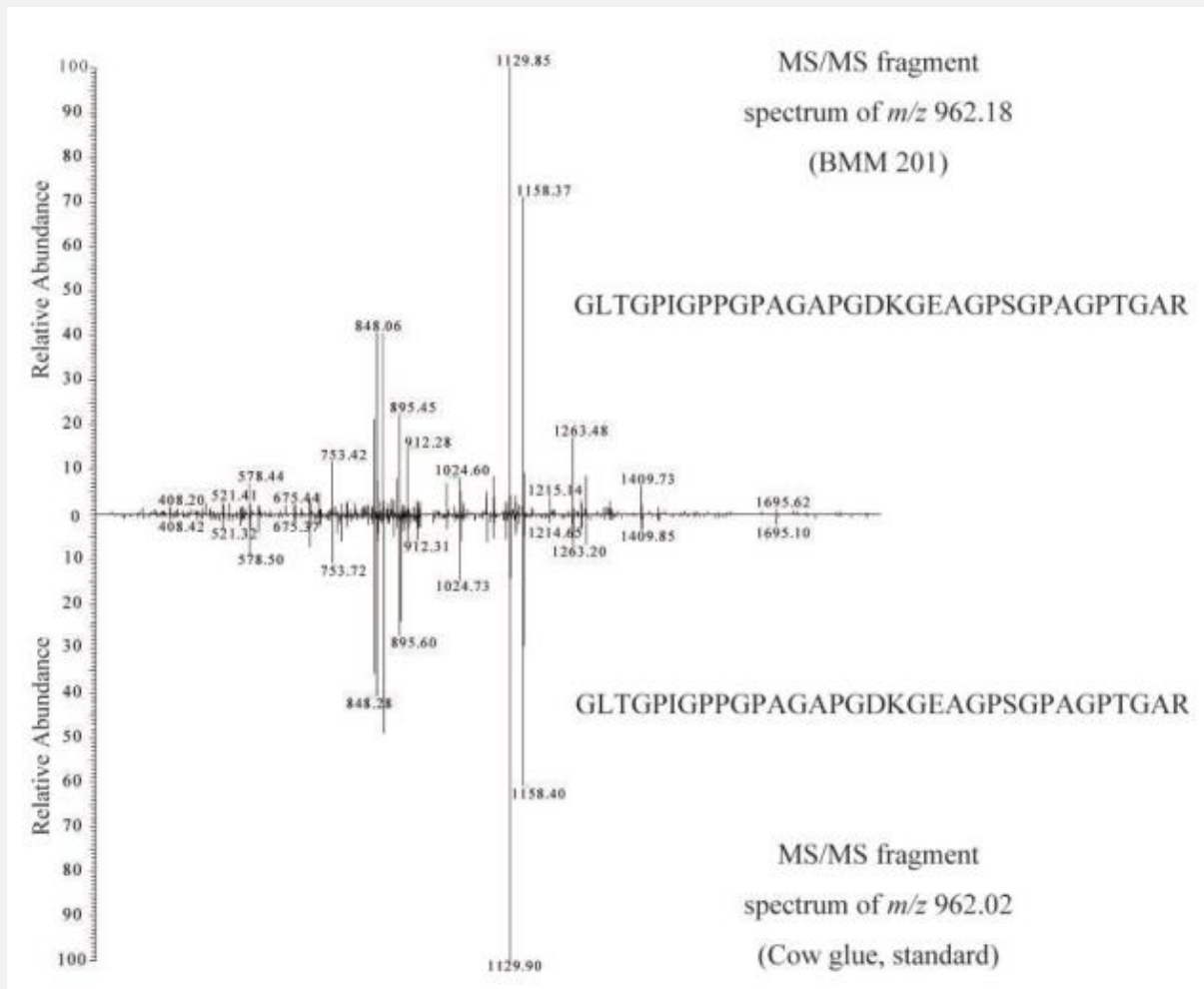
۳.۴.۵ ساختار لایه‌ای نمونه

به طور خلاصه، نقاشی‌های دیواری در مغاره فولادی ۴ احتمالاً به شرح زیر تولید شده‌اند (تصویر ۳.۱۶). ابتدا دو لایه از یک ماده آلی خمیر مانند بر روی سطح یک زمینه گلی اعمال می‌شد. از آنجایی که رنگ‌های محلول در آب روی دیوارهای خاکی متخلخل و جاذب آب اعمال می‌شود، ابتدا سطح آن آب بندی شده تا اطمینان حاصل شود که برس‌ها می‌توانند رطوبت خود را حفظ کنند و خطوط صاف را ایجاد کنند. بنابراین، حجم دهنده بر روی سطح دیوار اعمال می‌شود تا آن را آب‌بندی یا حائل کند. لایه زرد شفاف پایینی از رزین طبیعی ساخته شده است در حالی که لایه زرد شفاف بالایی مخلوطی از پروتئین‌ها، به عنوان مثال، چسب حیوانی یا سفیده تخم مرغ و پلی ساکاریدهای گیاهی مانند صمغ است. لایه زمینه سفید از رنگ متشکل از سفیداب سرب (هیدروسیروسیت و سیروسیت) و روغن خشک شونده تا حدی صابونی شده ساخته شده است. لایه‌های نقاشی از بالا به پایین سبز، سفید و قرمز هستند و به ترتیب با آتاکامیت، سفیداب سرب و مخلوطی از مینیوم و اخرا (گوتیت) رنگدانه شده‌اند. همه لایه‌ها دارای روغن به عنوان یک پیوند دهنده هستند. مشاهده شد که روغن تا حدی با رنگدانه‌های فلزی واکنش داده و کربوکسیلات‌هایی مانند مس و سرب را تشکیل می‌دهد. کربوکسیلات‌های مس به رنگ سبز کمک می‌کنند. همانطور که در فصل ۲، بخش ۲.۲.۷.۳ ذکر شد، موارد کمی از آتاکامیت در مناطق سبز نقاشی‌های آسیایی شناسایی شده است (Naruse 2004). با این حال، هنوز مشخص نیست که آیا آتاکامیت عمداً به عنوان یک ماده معدنی سبز طبیعی جمع‌آوری شده و به عنوان رنگدانه استفاده شده است، اگر به طور مصنوعی با استفاده از آب دریا سنتز شده است یا اینکه آیا این نتیجه واکنشی بوده است که رنگدانه‌ای مبتنی بر مس مانند مالاکیت را به تبدیل می‌کند. علاوه بر این، آتاکامیت، مولوویت در سطح لایه سبز به عنوان یک محصول تخریب از رنگدانه مس شناسایی شد.

بحث فوق بر روی نقاشی‌های رنگ روغن در مغاره‌های (a) N، (b) B و مغاره فولادی ۴ متمرکز شده است. مشخص شد که نمونه‌های گرفته‌شده از هر یک از این مغاره‌ها ساختارهای چند لایه پیچیده‌ای دارند که هر لایه حاوی انواع مواد آلی است. مانند روغن و رزین که با رنگدانه‌های معدنی واکنش داده و محصولات ثانویه مختلفی را تشکیل می‌دهند. نقاشی‌های رنگ روغن بامیان نه تنها شامل استفاده از روغن خشک شونده، بلکه شامل فرآیندهای پیچیده آماده‌سازی دیوار، اعمال رنگ‌ها و تکمیل سطح می‌باشد. انتخاب مواد و فنون رنگ روغن نیاز به مهارت و برنامه‌ریزی داشت، فنونی که احتمالاً در زمان معرفی به بامیان به خوبی تثبیت شده بودند.

۳.۵ فنون نقاشی در بودای غول پیکر شرقی و غربی

شرحی از دو بودای غول پیکر را می‌توان در سوابق تانگ در مناطق غربی سلسله بزرگ تانگ توسط شوان‌زانگ، که در اوایل زمستان سال ۶۳۰ پس از میلاد از بامیان بازدید کرد، یافت. به احتمال زیاد در آن زمان، (احتمالاً اندکی پس از تکمیل بودای غول پیکر غربی) معابد مغاره سنگی بامیان به طور فعال در حال ساخت بوده‌اند. ایکوموس آلمان تاریخ ساخت بودای غول پیکر غربی را بین ۵۹۱ و ۶۴۴ (۵۲) تخمین زد (Blänsdorf et al. 2009a). بر روی تپه‌ای در شمال شرقی شهر سلطنتی یک مجسمه غول پیکر بودا به ارتفاع ۱۵۰ فوت از سنگ ساخته شده است. در شرق این صومعه یک صومعه بودایی قرار دارد که در شرق آن مجسمه دیگر بودا ساکیامونی به ارتفاع ۱۰۰ فوت و از برنج ساخته شده است. هم‌چنان در زیر یکی از صومعه‌ها، مجسمه بودای بزرگی در حالت دراز کشیده به طول ۱۰۰۰ فوت قرار دارد (Beal 1884: 50 ff).



تصویر ۳.۱۸: مقایسه طیف‌های MS-MS (Kawahara et al. 2013)

«شکل ایستاده بودا» (بودای غول پیکر غربی) و «شکل ایستاده بودا ساکيامونی ساخته شده از برنج» (بودای غول پیکر شرقی) از صخره‌های سنگی کنگلومرا حک شده است (تصویر ۳.۱۷). صنعتگران شکل بیرونی آن را از صخره‌ها تراشیدند و سپس با خمیر ضخیم شکل‌ها را ایجاد کردند. این شکل‌ها آنطور که شوان‌زانگ توصیف می‌کند ریخته نشده‌اند؛ مشاهدات نشان می‌دهد که صخره بودای غول پیکر برای تسهیل چسبندگی پوشش‌های سفالی با سوراخ کردن سطح آن و قرار دادن سنگ‌های گرد و میخ‌های چوبی در سوراخ‌ها آماده می‌شدند و سپس گیره‌های چوبی را با طناب‌هایی از گیاهان و دم شتر که از منطقه کوهستانی دریافت می‌شدند توسط صنعتگران محلی به یکدیگر متصل می‌شدند. این توده‌ها با مخلوطی از کاه گل و موی حیوانات پوشانده می‌شدند که ضخامت آنها از چند سانتی‌متر تا بیش از ۲۰ سانتی‌متر متغیر بود (Grunwald 2009; Pfeffer and Blänsdorf 2009a). سپس با استفاده از یک نوار خمیر سفالی، چین‌های لباس بوداها به صورت سه بعدی ایجاد می‌گردید و سرانجام، چند میلی‌متر خمیر خاک‌رس ریز مخلوط با شن و ماسه روی سطح اعمال می‌شد.

تجزیه و تحلیل ایکوموس آلمان و دانشگاه فنی مونیخ، رنگ‌های قرمز، آبی و زرد را بر روی سطح بودای غول پیکر شرقی که مربوط به قرن‌های ۵ و ۶ است، شناسایی کرد (Blänsdorf et al. 2009b). در نواحی آبی، یک لایه آبی از لاجورد بر روی یک لایه سیاه قرار گرفته است که به نظر می‌رسد به دلیل محتوای بالای کلسیت و سایر ناخالصی‌های آن نسبت به لاجورد به کار رفته در نقاشی‌های دیواری مغاره N(a) تصفیه نشده است. استفاده از لاجورد درشت بر روی یک لایه سیاه شبیه به فنون استفاده شده در نقاشی‌های دیواری بر پایه گچ مغاره‌های C(a)، D، G، I، J(b)، J(c)، J(d) و مغاره K3 شرقی اعمال شده است. موقعیت اصلی قطعات نقاشی شده مربوط به هر دو بودای غول پیکر مشخص نیست، زیرا قطعات بارها آسیب دیده و رنگ‌آمیزی شده‌اند و ساختارهای لایه‌ای از مکانی به مکان دیگر متفاوت است. تفسیر یافته‌های تجزیه و تحلیل‌ها دشوار بود، اما با قضاوت از روی مقطع، اعتقاد بر این است که هر دو بودای غول پیکر دو یا سه بار

رنگ‌آمیزی شده‌اند. وجود اولین لایه از خاک گچی صورتی/ خاک رس و لایه دوم رنگ‌آمیزی شده بعدی از گچ یا سفیداب سرب (Blänsdorf 2021) نشان می‌دهد که بستر سرب دیرتر از بستر صورتی ایجاد شده است.

بودای غول پیکر شرقی ممکن است در لباس خود آبی داشته باشد درحالی که آستر سفید از آن باقی مانده است (Blänsdorf 2021). تجزیه و تحلیل نمونه‌های ارائه شده توسط ایکوموس آلمان نشان داد که رنگ آبی شامل سطوح بالایی از ناخالصی در لاجورد، کلسیت و پیریت است. این احتمال وجود دارد که لاجورد، یک رنگدانه نسبتاً مقرون به صرفه، با توجه به مساحت سطح بزرگ بودای غول پیکر انتخاب شده باشد. در برخی نقاط، لایه‌های سیاه و آبی دو بار ظاهر می‌شوند که نشان می‌دهد در نقطه‌ای دوباره رنگ شده‌اند. در این مورد، جالب است بدانید که نه تنها سطح آبی رنگ شده است، بلکه لایه سیاه نیز در زیر آن ظاهر می‌شود. از سوی دیگر، سطح بودای غول پیکر غربی، که در اوایل قرن هفتم ساخته شد، در اکثر موارد قرمز (اخرا قرمز) را نشان می‌دهد، تنها به استثنای معدودی مانند زرد و سفید، و بدون آبی (Melzi and Petzet 2007). این احتمال وجود دارد که رنگ قرمز به عنوان لایه‌ای برای رنگدانه‌های گران قیمت‌تر مانند سرب قرمز یا شنگرف/ سرخابی استفاده شده باشد، همانطور که در مورد نقاشی‌های دیواری در اتاقک جلویی مغاره C(a) وجود دارد. به عبارت دیگر، نقاشی این بودا ممکن است ناتمام مانده باشد، اگرچه مشخص نیست که آیا این به دلایل مالی بوده است یا خیر. در حال حاضر، هیچ مدرکی از ورق طلا بر روی سطح باقیمانده وجود ندارد، بنابراین توصیف شوان‌زانگ از بودای غول پیکر غربی به عنوان رنگ طلایی ممکن است یک اشتباه یا سوء تفاهم باشد. علاوه بر این، مکان‌هایی وجود دارد که هیچ لایه زمینه سفید را نمی‌توان یافت (Blänsdorf et al. 2009b). این با نقاشی‌های دیواری که همگی دارای نوعی لایه زمینه مانند گچ، آهک یا سفیداب سرب هستند تفاوت زیادی دارد.

نمونه دیگری از بودای غول پیکر آسیای مرکزی، بودای خمیده به طول ۱۳ متر است که از خاک رس خمیر شده در اجنه تپه (تاجیکستان) ساخته شده بود که در قرن ۷ تا ۸ ساخته شد. در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ توسط روس‌ها حفاری شد و به موزه ملی آثار باستانی در دوشنبه منتقل شد. سطح بودا سفید است اما در سال ۲۰۰۷، سطح بودا دارای یک لایه زمینه سفید با مقداری قرمز (اخرا قرمز) در لباس خود و آبی (لاجورد) در موهایش مشاهده شد. شیوه نقاشی بودای دراز کشیده در اجنه تپه یادآور سبک چند رنگی بودای غول پیکر شرقی بامیان است. آنالیزهای GC-MS برای تشخیص اسید چرب، رزین و موم زنبور عسل بر روی سه قطعه نقاشی شده از بودای غول پیکر شرقی و دو قطعه از بودای غول پیکر غربی انجام شد (پیوست III، جدول A.III.32).

تجزیه و تحلیل GC-MS برای شناسایی اسیدهای آمینه نیز بر روی یک قطعه نقاشی شده از بودای غول پیکر شرقی انجام شد. نتایج مربوط به صمغ‌های گیاهی در پیوست III، جدول A.III.34 نشان داده شده است. تمامی نمونه‌ها توسط ایکوموس آلمان ارائه شده است. تجزیه و تحلیل GC-MS قطعات نقاشی شده هیچ اسید چرب را در هیچ یک از بودای غول پیکر نشان نداد. از آنجایی که اسیدهای چرب نشان دهنده استفاده از روغن خشک شونده هستند، بنابراین احتمال دارد که در هر دو مورد از یک پیوند دهنده محلول در آب استفاده شود. نمونه‌ها همچنین در ژاپن و ایالات متحده با استفاده از فنون GC-MS، SEM-EDS، PLM، و کروماتوگرافی مایع در مقیاس نانو همراه با طیف‌سنجی جرمی پشت سر هم (nano-LC-MS-MS) مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بودای غول پیکر شرقی بارها به رنگ‌های قرمز، آبی و زرد روی یک زمینه گچی سفید با چسب محلول در آب حاوی زایلوز و اسیدهای آمینه نقاشی شده بود (Taniguchi 2016: 185). تصویر ۳.۱۸ مقایسه دو طیف GC-MS/MS را نشان می‌دهد (در بالا: نمونه WGB BMM201) (Kawahara et al. 2013; Taniguchi et al. 2022: 186; Taniguchi 2016). قبلاً اعتقاد بر این بود که چسب پوست گاو را نمی‌توان در زمینه‌های بودایی مانند بامیان استفاده کرد. بنابراین، این نتایج بینش جدیدی در مورد پالت صنعتگران به کار گرفته شده توسط پادشاهان و راهبان بامیان باستان به دست داد.

تجزیه و تحلیل LC-MS که توسط مؤسسه تحقیقاتی نیپپی در بیوماتریکس، ژاپن، بر روی نمونه‌ای از بودای غول پیکر شرقی (BMM194) با چسب گاوی شناسایی شده انجام شد (Taniguchi 2022). تجزیه و تحلیل‌های دانشگاه پیزا در ایتالیا پروتئین تخم مرغ را در نمونه‌های ارائه شده توسط ایکوموس آلمان از سطح بودای غول پیکر و همچنین کازئین شیر گاو، بز و گوسفند، تخم مرغ و چسب حیوانی در نواحی رنگ‌آمیزی شده یافت. صمغ کتیرا نیز شناسایی شد (Blänsdorf 2021). زمانی که بودای غول پیکر ساخته می‌شد، رنگ آمیزی سطح آنها فقط با استفاده از پایه‌های ناپایدار به سرعت و کارایی قابل توجهی نیاز داشت، کاری که بسیار متفاوت از ایجاد نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های سنگی تراشیده شده بود. این احتمال وجود دارد که از پیوند دهنده‌های محلول در آب و رنگدانه‌های نسبتاً ارزان برای رنگ آمیزی سطح گسترده با برس‌های بزرگ استفاده شده باشد. از آنجایی که فنون نقاشی استفاده‌شده مشابه فنون نقاشی دیواری مبتنی بر گچ

بود که در مغاره‌های اطراف بودای غول‌پیکر شرقی به کار می‌رفت، ممکن است فرض کنیم که هم صنعتگران و هم فنون دخیل در تولید آنها با نقاشی‌های دیواری که با استفاده از فنون رنگ‌آمیزی تولید شده‌اند، متفاوت است.

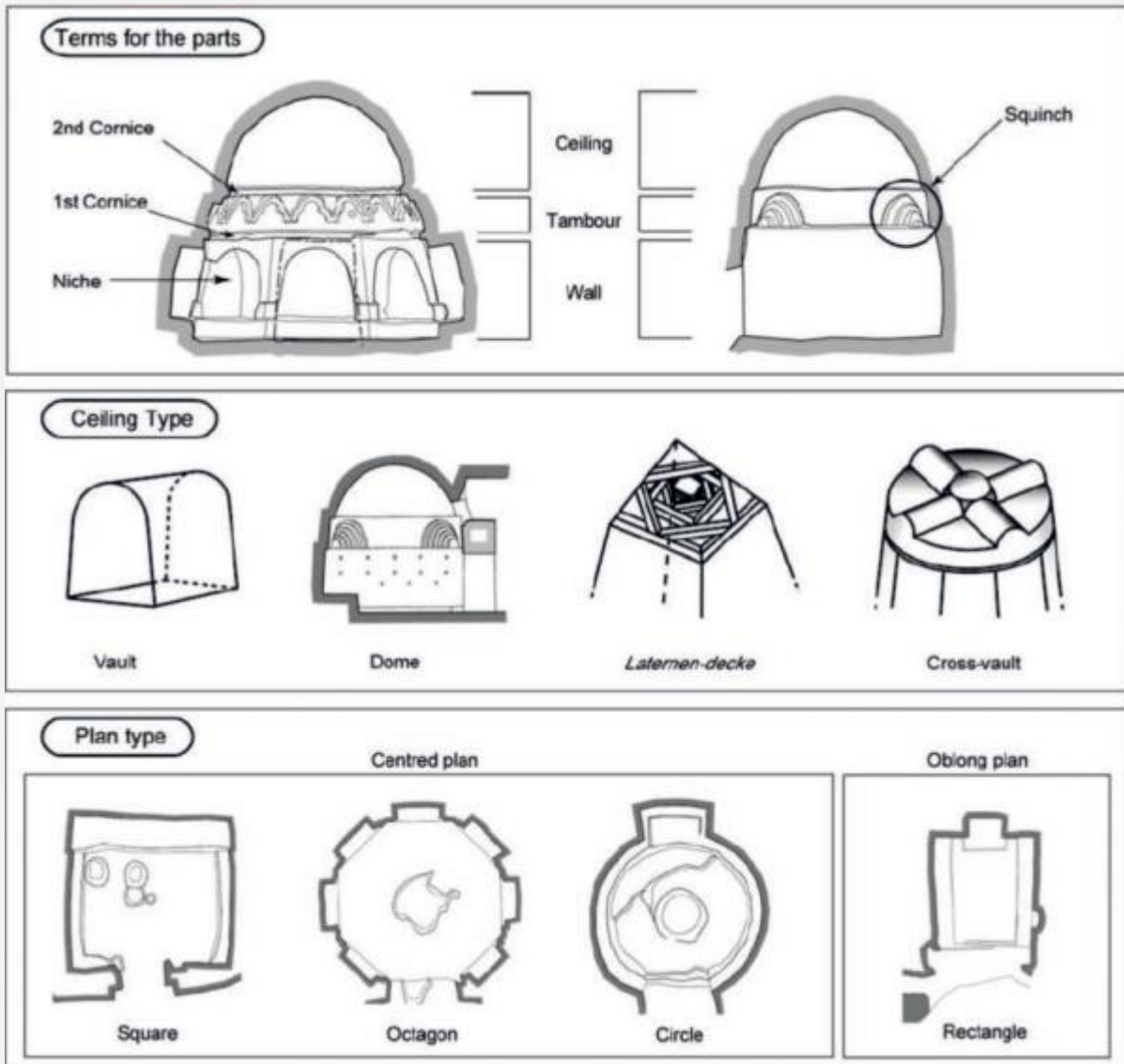
فصل چهارم

بررسی تغییرات فنون نقاشی در وادی بامیان

۴.۱ همبستگی با ساختار و سبک مغاره

۴.۱.۱ توزیع جغرافیایی معابد مغاره‌ای و تاریخچه معماری آنها

در این بخش، تحقیقات قبلی در مورد انواع مغاره‌ها و سبک نقاشی را مرور می‌کنیم و همبستگی بین این دو را مورد بحث قرار می‌دهیم. مغاره‌هایی که در اینجا به آن‌ها اشاره می‌شود، اتاق‌های ساخته دست بشر هستند که در صخره حک شده‌اند – آنها ساختارهای معماری دقیقی نیستند که از اجزای منظمی ساخته شده باشند. با این حال، فرم حجاری شده مغاره‌ها اغلب حاوی عناصری است که ساختارهای چوبی یا سنگی مانند تیرها، سقف‌ها و دیوارها را تقلید می‌کنند. به همین دلیل مطالعات زیادی در مورد ساختار و فرم مغاره‌ها از نظر معماری و تاریخی انجام شده است.



تصویر ۴.۱: اصطلاحات مورد استفاده هر سقف و طرح
(from Iwade and Kubodera 2013: 4, fig. 3)

بامیان دارای حدود ۷۵۰ مغاره در صخره‌ها و دامنه‌هایش است که به عنوان زیارتگاه برای مراقبه و همچنین محل اقامت راهبان بودایی استفاده می‌شدند. در واقع، تصور می‌شود که محوطه شامل مجموعه صومعه و مجسمه‌های بودای غول پیکر به عنوان یک صومعه بودایی عمل می‌کرد. اگرچه ارتباطات بین مغاره‌ها در حال حاضر به دلیل ریزش زیاد صخره‌ها تا حد زیادی از بین رفته است، اما احتمالاً هنگام ایجاد مغاره‌ها به عنوان تأسیسات ورودی با پله‌ها و گذرگاه‌ها عمل می‌کردند. مغاره‌های بامیان توسط گذرگاه‌هایی به هم متصل می‌شدند که در اطراف دو بودای غول پیکر حلقه می‌زدند، که برخی از آنها به هم متصل و برخی دیگر مستقل هستند. ساختار، فرم و حجم دهنده مغاره‌ها متنوع بوده و شامل اشکال مربع، هشت ضلعی و مدور و سبک‌های مختلف سقف‌ها مانند گنبدی (لترندیک) تخت و طاق‌دار است. مطالعات قبلی در مورد ساختار و فرم مغاره‌ها توسط ایتسوجی یاشیکاوا (۱۹۴۸)، تاکه‌هیساکودرا (۱۹۷۲)، تاکایاسو هیگوجی (۱۹۸۰)، شیکرو کوبودرا و مایو ایوید (۲۰۰۸)^{۲۶۵} به تفصیل شرح داده شد.

تاکایاسو هیگوجی از دانشگاه کیوتو، توزیع جغرافیایی معابد مغاره در آسیای مرکزی را تشریح کرده است. از میان معابد مغاره‌ای فراوان در سراسر هند و اطراف حوضه تاریخیم، بامیان احتمالاً دورترین نقطه در غرب است. صومعه‌های مغاره بزرگ متعددی در سراسر هند مانند مغاره‌های آجاتا، الورا، کوندیویت، بهجا، کارلا، بدسه، کوندانا، پیتال خورا و کانهری و معبد ناسیک یافت می‌شوند. مغاره‌های کوندانا، پیتال خورا و کانهری در غرب هند واقع شده‌اند که صخره‌های نسبتاً نرم آهکی و بازالتی در آن قرار دارند. فضای داخلی آنها اغلب حاوی مجسمه‌های باشکوه و نقاشی‌های دیواری است که در زمان خود مقدس تلقی می‌شدند. صومعه‌های مغاره‌ای افغانستان در جلال‌آباد، آیک و بامیان متمرکز شده‌اند. دره بامیان صومعه‌های مغاره کوچک‌تری دارد که در اطراف دره‌های ککرک، فولادی و قول جلال قرار گرفته‌اند، اما در مقایسه با معابد مغاره‌ای هند در بستر سنگ‌های بازالتی یا سنگ آهکی، معابد مغاره‌ای افغانستان احتمالاً به دلیل مجموعه‌ای شکننده سنگ بامیان از نظر حجم دهنده کوچک‌تر هستند. صومعه‌های مغاره اندک، احتمالاً به دلیل کمبود صخره‌های شکل‌پذیر برای ساخت مغاره‌ها در صخره‌ها در گندهارا پاکستان یافت می‌شود، جایی که معابد کوهستانی مانند تخت بهی^{۲۶۶} به جای آن ساخته شده است (Higuchi 1980: 98).

فراتر از فلات پامیر، صومعه‌های مغاره متعددی در امتداد جاده شمالی حوضه تاریخیم در کوچا، کاشغر و ترفان قرار دارند. مغاره‌های قزل و مغاره‌های بزکلیک، کوموترا و سیمسیم نمونه‌های کهن‌الگویی هستند. بسیاری از مغاره‌های اطراف حوضه تاریخیم نیز مانند بامیان در صخره‌های کنگلومرا یا ماسه سنگی شکننده حک شده‌اند. با این حال، نمونه‌هایی از سازه‌های خشتی و گلی نیز وجود دارد که در جلوی صخره‌ها ساخته شده و به‌عنوان مغاره مورد استفاده قرار می‌گرفتند، به‌ویژه در دوره‌های بعد، همانطور که در مغاره بزکلیک و سیمسیم دیده می‌شود. علاوه بر این، مغاره‌های اطراف حوضه تاریخیم از نظر سبک و فرم از جمله سقف، شبیه مغاره‌های بامیان هستند. این مغاره‌ها تا غرب شهر گانسو امتداد دارند، جایی که مغاره‌های موگائو دون‌هوانگ و مغاره‌های ماجی‌شان^{۲۶۷} قرار دارند. در این گستره، اما در شرق، صومعه‌های پراکنده‌ای مانند لانگمن^{۲۶۸} و یون‌گانگ^{۲۶۹} قرار دارند. صومعه‌های مغاره در اطراف حوضه تاریخیم و تا شهر گانسو همگی دارای نقاشی‌های دیواری هستند. بنابراین، به نظر می‌رسد معابد مغاره از شمال غربی هند تا کوه‌های افغانستان توزیع شده و در امتداد جاده شمالی حوضه تاریخیم متمرکز شده‌اند. این مناطق کوهستانی از سنگ‌های نسبتاً نرم مانند سنگ آهک، ماسه سنگ و کنگلومرا با رودخانه‌ها و دره‌های نزدیک به صخره‌ها و محیط نسبتاً باز هستند. معابد چوبی بودایی نیز در نواحی بدون صخره مانند محل دندان اویلیق در جنوب حوضه تاریخیم ساخته شد. به همین ترتیب، تصور می‌شود که معابد مغاره‌ای به عنوان جایگزینی برای معابد چوبی یا سنگی وجود دارند. همانطور که در معابد بودایی معمول است، مغاره‌ها برای آموزش راهبان مورد استفاده قرار می‌گرفتند و بنابراین نیاز به خلوت داشتند. این منطق ممکن است تکثیر معابد مغاره کوچک در اعماق دره را توضیح دهد.

۴.۱.۲ سبک‌های مغاره در محوطه بامیان

صخره‌ها و دامنه‌های بامیان از سنگ‌های کنگلومرا با لایه‌های بسیار ضعیف و سیلتی تشکیل شده است. این سنگ بستر از ماسه قرمز، خاک رس و طبقات سفید و قهوه‌ای تشکیل شده است. بامیان در ماه‌های سرد زمستان مقدار کمی بارندگی دارد که بر صخره‌های شکننده تأثیر می‌گذارد. صخره‌ها به دلیل ورود ریزش برف سالانه از بالای کوه‌ها به تدریج در حال فروریختن هستند. قسمت اعظم صخره سقوط کرده است و بسیاری از امکانات ورودی مانند راه پله‌ها و معابر از بین رفته است. بنابراین، بازسازی این که چگونه مغاره‌ها، با عملکردهای

²⁶⁵ Itsuji Yoshikawa (1948), Takehisa Kodera (1972), Takayasu Higuchi (1980) and Shigeru Kubodera and Mayo Iwade (2008)

²⁶⁶ Takht Bahi

²⁶⁷ Maijishan

²⁶⁸ Longmen

²⁶⁹ Yungang

مختلف خود، زمانی به یکدیگر مرتبط بوده‌اند تا مجموعه‌ای را تشکیل دهند، دشوار بوده است. به همین دلیل، تحقیقاتی در مورد سبک و ساختار اتاق‌های اصلی باقی مانده انجام داده‌ایم.

نمونه‌های مغاره‌ها	ویژگی‌ها	نوع سقف	نوع طرح	
53-IV, 53-VI, 35-137 III A Lower (a), B(a), 35-IV, V F1(a), G A Upper (c), B1(c), T U	ساختار مسطح در گوشه‌ها باقی می‌ماند دوزنقه در گوشه‌ها باقی می‌ماند قوس‌های اسکچ از ساختار گنبد پشتیبانی می‌کند قوس‌های اسکچ از ساختار منحنی پشتیبانی می‌کند نوع خاص a نوع خاص b	گنبدی	مربع	پلان مرکزی
F3(f) F(c), H, N 53-V, XIII, XV, XVI S(f)	تقلید از سازه چوبی مسطح تقلید از سازه چوبی مسطح تیرچه‌ها: دیوارهای بدون دکوراسیون دیوارهای تزئین شده با طاق‌ها و ستون‌ها نوع نامنظم	لترندیک		
F3(a) E(h)	بخش‌هایی از شکل تقریباً مستطیلی بخش‌هایی از شکل تقریباً دوزنقه‌ای	مسطح		
53-III, 35-VII F(a), D1 53-I, 53-II, XI	بدون طاق دارای یک طاقچه دارای دو طاقچه	گنبدی	هشت ضلعی	
35I, A Upper (a), L, R(a) O(a)	نمونه عادی نمونه استثنایی	لترندیک		
35-II, D	نمونه عادی	طاق‌دار		
C, XII(d), 35-IV		گنبدی	دایره‌ای	
XII(c), XIII(a), B1(a) XVI(a), E(k) O(b), Q(b)	بخش‌هایی از شکل تقریباً مستطیلی بخش‌هایی از شکل تقریباً دوزنقه‌ای بخش‌هایی از شکل تقریباً دوزنقه‌ای با پله‌ها	مسطح	مربع مستطیل	طرح مستطیل
XIII(b), N(f) F3(b), East I(b)		طاق‌دار		
B(d)	یک چهارم از سقف شکل طاق‌دار است	طاق‌دار		

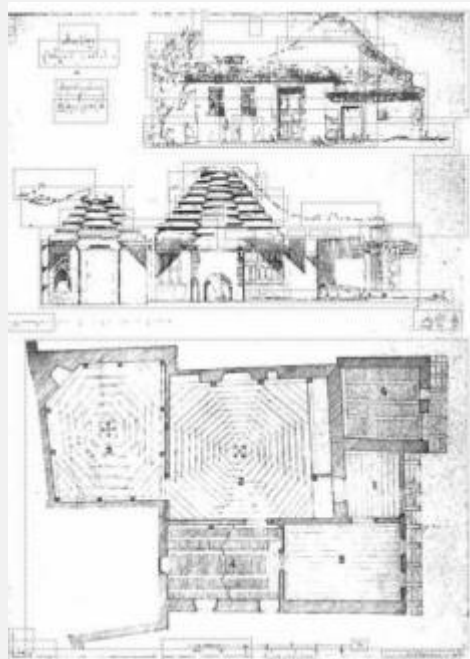
جدول ۱.۴ گونه‌شناسی مغاره‌های بودایی بامیان (after Iwade and Kubodera 2013: 10, table 1)

تحقیقات در مورد گاه‌نگاری تغییرات در مغاره‌ها، سبک مورفولوژیکی و طراحی آنها به دهه ۱۹۲۰ برمی‌گردد. برای مثال، معماران آندره و یددا گدار ۲۰ از هیئت باستان‌شناسی فرانسه در افغانستان، (DAFA) مغاره‌های بامیان را حجم دهنده و ترسیم کردند. پس از طبقه‌بندی سبک‌های مختلف به عنوان زیارتگاه‌های مدیترانه‌ای، سالن‌های سخنرانی و صومعه‌ها، آن‌ها معتقد بودند که مغاره‌ها به‌عنوان مجموعه‌ای عمل می‌کنند که توسط گذرگاه‌هایی به هم متصل می‌شوند (Godard et al. 1928). علاوه بر این، آنها تلاش کردند تا چارچوب زمانی برای ساخت مغاره‌ها و گروه‌های مغاره بر اساس سبک و طراحی آنها را نیز طراحی کنند. آنها همچنین پیشنهاد کردند که سبک‌های مغاره مربوط به سازه‌های بالای زمینه مانند مجموعه معبد چوبی است که در آن زمان وجود داشته است. کودرا^{۲۷۱} (۱۹۷۲) همچنین استدلال کرد که سبک‌های عبادت بسته به اینکه یک استوپا یا تصویر بودا در مغاره وجود داشته باشد متفاوت است، و اینکه سبک مغاره و موقعیت یک مجموعه روی صخره نشان‌دهنده زمان ایجاد آن‌ها است. ایوید و کوبودرا (۲۰۱۳:۲۳۷) معابر و امکانات ورودی متصل به مغاره‌ها را مورد مطالعه قرار دادند و همچنین نحوه اتصال مغاره‌ها به پلکان اصلی را بررسی کردند. آنها رابطه بین تمام مغاره‌های واقع در صخره‌های بالا و

²⁷⁰ Andre and Yedda Godard

²⁷¹ Kodera

پایین را به صورت سه بعدی در نظر گرفتند و به این نتیجه رسیدند که سازماندهی شماتیک مغاره‌ها که توسط تیم‌های فرانسوی و دانشگاه ناگویا ارائه شده است باید تجدید نظر شود.



تصویر ۴.۲: نمونه‌ای از سقف لرنندیک در آخالسیخه، گرجستان (after Lordknpanidae 1960: pl. 34)

در هر دو مطالعه قبلی، مغاره‌های بامیان اساساً بر اساس پلان کف و سبک سقف سازماندهی شده بودند (Kodera 1972). با این حال، تدارکات ساختاری اتصال یک مغاره مربع شکل بلوک به سقف گنبدی مدور، برای مثال، ذاتاً بسیار پیچیده است. بنابراین، ایوید (۲۰۰۸) و کوبودرا توجه به معماری مورد استفاده در ساخت و ساز را اضافه کردند، مانند استفاده از قرنیزها، تنبورها و اسکینچها، همانطور که در فضای انتقالی بین دیوارها و سقف دیده می‌شود. آنها این معماری انتقالی را یک معیار طبقه‌بندی کلیدی برای تعیین سبک مغاره در نظر گرفتند (جدول ۴.۱).

تصویر ۴.۱ پلان کف مغاره‌ها را نشان می‌دهد که به دو نوع اصلی مرکز و سالن دراز تقسیم می‌شوند. همانطور که در معابد مغاره هندی دیده می‌شود، هیچ یک از مغاره‌ها مطابق با طرح‌های چایتیا^{۲۷۲} (سالن نیایش) یا ویهارا^{۲۷۳} (صومعه) نیستند. پلان مرکز محور بیشتر به سه دسته مربع، هشت ضلعی و دایره‌ای تقسیم می‌شود، در حالی که پلان سالن دراز به سبک‌های مستطیلی تقسیم می‌شود. سبک سقف در مغاره‌ها نیز به پلان کف مربوط می‌شود. سقف‌ها در بیشتر مغاره‌های مرکزگرا گنبدی، مسطح، لرنندیک یا طاق‌دار متقاطع هستند، در حالی که مغاره‌های تالار طویل، طاق‌دار یا مسطح هستند. بیشتر مغاره‌های بامیان مربع یا هشت ضلعی با سقف‌های گنبدی شکل هستند. هنگامی که پلان کف مغاره با پلان سقف آن متفاوت است، نوعی وسیله انتقالی برای اتصال دو سبک مختلف مورد نیاز است.



تصویر ۴.۳: نمونه‌ای از سقف لرنندیک در آخالسیخه، گرجستان (after Lordknpanidae 1960: pl. 51)

طاقچه‌های بودای غول پیکر شرقی و غربی، و همچنین مغاره‌های I و H و ککرک، در صخره‌ها حک شده‌اند تا پیکره‌های بودای ایستاده یا نشسته را در خود جای دهند. سقف این گونه طاقچه‌ها طاق‌دار هستند. در صخره‌های اصلی بامیان و مغاره‌های فولادی و ککرک، نقاشی‌های دیواری و نقش برجسته عمدتاً در مغاره‌های نسبتاً کوچک مرکز یافت می‌شوند. این مغاره‌ها مربع، هشت ضلعی و مدور هستند و بسیاری از آنها دارای سقف‌های گنبدی یا مربعی طاقی هستند. در مقابل، به استثنای مغاره K3، مغاره‌های مستطیل شکل دارای نقاشی‌های دیواری یا تزئینات کمی هستند. به همین دلیل فرض بر این است که مغاره‌های مرکزگرا به عنوان زیارتگاه و فضاهای تشریفاتی عمل می‌کردند، در حالی که مغاره‌های مستطیل شکل به عنوان واحدهای ذخیره‌سازی یا مسکن کارکرد معمولی‌تری داشتند.

منشا سبک‌های مغاره نیز موضوع بحث‌های زیادی بوده است. پیدایش صومعه‌های مغاره اغلب در هند ردیابی می‌شود، اما برای مثال ایسوجی یوشیکاوا^{۲۷۴} منشأ مغاره‌های مرکزی هشت ضلعی و دایره‌ای را به معماری تاریخی دنیای مدیترانه مرتبط می‌کند و ممکن است لرنندیک (به اصطلاح به دلیل شکل فانوس‌مانند آن) در نظر می‌گیرد) سقف تقلیدی از سازه‌های تیری باشد که در خانه‌های آسیای مرکزی دیده می‌شود. هیگوجی همچنین به ساختار متمایز گنبد، طاق‌ها، طاق‌های خاردار و سقف‌های لرنندیک که در بامیان یافت می‌شود، اشاره کرد و اینها را به جای ارتباط با معابد مغاره‌ای هند، به تأثیرات غربی نشان داد. او به ویژه بین سقف گنبدی مغاره‌های مربع شکل و سبک کاخ‌های بیزانسی و ساسانی ارتباط برقرار می‌کند (Higuchi 1980: 111). ایوید و کوبودرا (۲۰۱۳:۲۳۱) همچنین خاطرنشان کردند که سبک‌ها و تزئینات سقف بر اساس ساختارها و اجزای معماری واقع‌گرایانه و همچنین تأثیر سنگ تراشی موجود در معماری مدیترانه‌ای که

²⁷² Chaitya

²⁷³ Vihara

²⁷⁴ Itsuji Yoshikawa

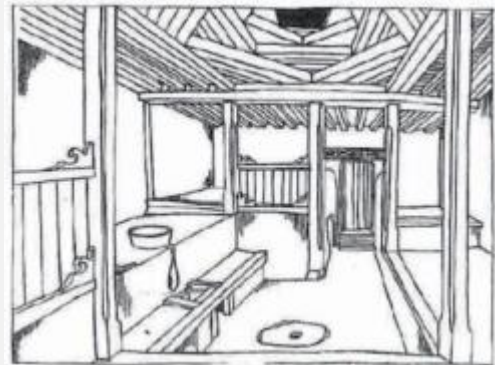
در قرن‌های بخش‌های انتقالی در معماری یونان دیده می‌شود، طراحی شده است. خاستگاه سبک‌های مغاره به دلیل پیوندهای متنوع تاریخی و جغرافیایی بامیان با منطقه وسیع‌تر، مانند نقوش نقاشی دیواری پیچیده است.

۴.۱.۳ سقف لترندیک طاقدار مربع

بسیاری از مغاره‌های بامیان دارای سبک‌های سقفی متمایز هستند که یکی از آن‌ها سبکی است که به نام لترندیک شناخته می‌شود. این دارای تیرهای سقفی است که به نظر شبیه تیرهای چوبی است که در یک مربع جمع می‌شوند، ۹۰ درجه می‌چرخند و سپس روی هم انباشته می‌شوند. این یک سقف خرپایی گوشه‌ای مثلثی است. اعتقاد بر این است که طرح‌هایی که از چنین سازه‌هایی استفاده می‌کنند از آسیای صغیر سرچشمه گرفته و به ارمنستان و سایر مناطق قفقاز گسترش یافته است. آنها به طور گسترده در سراسر اوراسیا قابل مشاهده هستند.



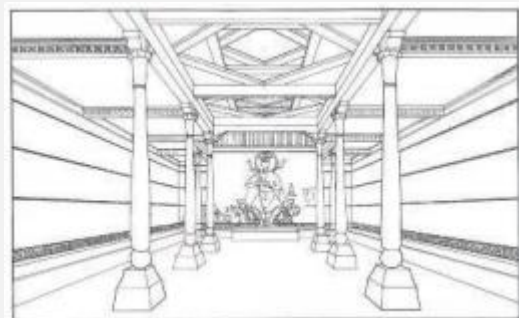
تصویر ۴.۶: سقف بزرگ لترندیک، ورودی استوپه آلچی در له هند، (قرن ۱۲ میلادی)
Photo: G. Kozicz, 2009



تصویر ۴.۴: نمونه‌ای از سقف لترندیک در قرن ۱۹، پامیر غربی، تاجیکستان
(after Mukimov 1990: 121, pl. 97)



تصویر ۴.۷: سقف لترندیک، داخل استوپه شماره ۳ آلچی، در له هند (قرن ۱۳ میلادی)
Photo: N.J. Chunka, 2018



تصویر ۴.۵: تالار آبی ورخشا در سغدی، بخارا
اعتقاد بر این است که ازبکستان نیز سقف لترندیک کار شده است
(after Maršak 2000: 159, fig. 7)

به گفته ایسوجی یوشیکاوا (۱۹۴۸)، سبک لترندیک در منطقه کوهستانی جنوب آسیای مرکزی، در امتداد کریدور واخان پامیر و شمال بدخشان سرچشمه گرفته است. می‌توان آن را در معبد سنگی پاندرتان کشمیر^{۲۷۵} (قرن نهم، معبد هندو)، خانه‌های شخصی هونزا و کاخ نساء (۲۵۰ قبل از میلاد تا ۲۲۶ پس از میلاد، دوره اشکانی) مشاهده کرد (Higuchi 1980: 108). همچنین می‌توان آن را در عشق آباد، ترکمنستان (قرن ۳ قبل از میلاد) و همچنین مقبره‌های صخره‌ای دوران تراکیا^{۲۷۶} بلغارستان (قرن دوم قبل از میلاد) و مقبره‌های دیواری کوروریو^{۲۷۷} کره شمالی (قرن ۶ پس از میلاد) مشاهده کرد (Higuchi and Barnes 1995). محققان همچنین به سبک لترندیک در قطب منار (دهلی نو، هند)، آخالسیکخه^{۲۷۸} در گرجستان (Lordknpanidae 1960: pls 34 and 51) (تصویر ۴.۲ و ۴.۳) و پامیر غربی تاجیکستان

²⁷⁵ Kashmir's stone temple of Pandrethan

²⁷⁶ Thracian era

²⁷⁷ Koguryo

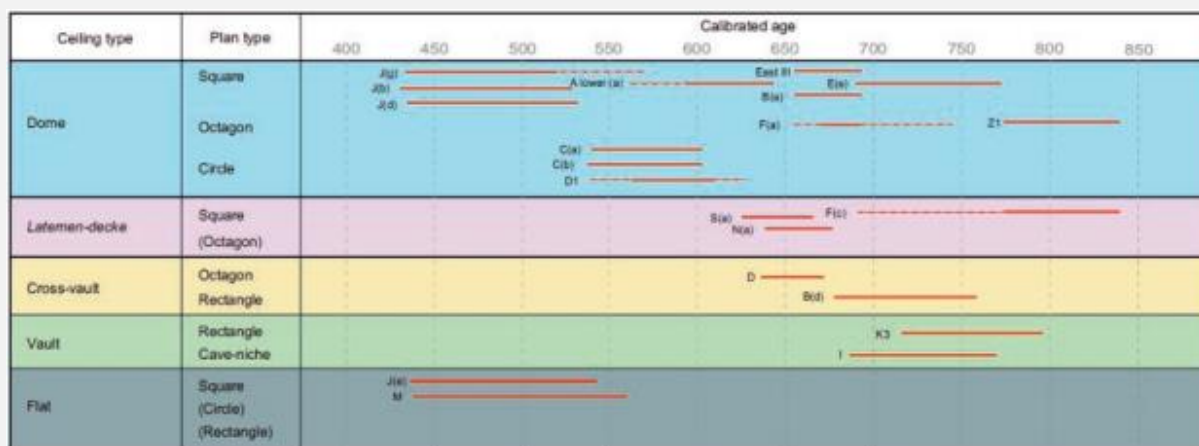
²⁷⁸ Akhaltsikhe

قرن نوزدهم) اشاره کرده‌اند (Mukimov and Mamajanova 1990: 121) (تصویر ۴.۴). اعتقاد بر این است که تالارهای آبی و قرمز ورخشا در کاخ سعیدی در بخارا نیز دارای این سبک سقف هستند (Maršak 2000) (تصویر ۴.۵)، در حالی که صومعه آلچی^{۲۷۹} در له^{۲۸۰} و لاداخ^{۲۸۱}، دارای سقف لترندیک با تیرهای چوبی و الگوهای ماندالا^{۲۸۲} است (تصویر ۴.۶ و ۴.۷). مواد تشکیل‌دهنده باید بیشتر مورد مطالعه قرار گیرند تا روغن‌های خشک در نقاشی‌های دیواری با روغن‌های روی سازه‌های لترندیک مقایسه شوند.

سقف لترندیک طاقدار مربعی بامیان احتمالاً اقتباسی از طراحی است که از مهاربندی تیرها در ساختمان‌های چوبی سنتی تقلید می‌کند (Godard et al. 1928; Kubodera and Iwade 2006: 69-70). با این حال، سقف‌هایی با طراحی مشابه نیز عمدتاً در حوضه تاریخ تا قرن پنجم و ششم (مغاره‌های قزل ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۵۶، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۹، ۲۰۷ و ۲۲۷) (Howard and Vignato 2015: 2015: 2015)، قزل قارقا^{۲۸۳} (مغاره ۳۲) (Howard and Vignato 2015:10) و شبه جزیره کره (مجموعه مقبره‌های کوگوریو) یافت شده‌اند. مغاره پانزدهم بامیان یک مغاره مربع شکل با سقف بلند لترندک و ستون‌هایی است که به صورت برجسته بر روی سطح متمایل به داخل بالای دیواره‌های جانبی حک شده است. هیگوجی، که این بررسی را انجام داد، خاطرنشان می‌کند که برخی از ستون‌ها و تیرهای سقف مربع شکل به رنگ زرد رنگ شده‌اند، «گویی ساختمانی با قاب چوبی را به تصویر می‌کشند» (Higuchi 1980:82). منشأ آن مشخص نیست، اما همانطور که قبلاً ذکر شد، شکل منحصر به فرد طاقدار مربعی سبک لترندیک ارتباط نزدیکی با سازه‌های چوبی دارد و گفته می‌شود که از آنها تقلید شده باشد.

۴.۱.۴ رابطه بین سبک‌های مغاره و گاهنگاری

تاریخ گذاری رادیوکربنی فیبر کاه از زمینه در مغاره‌ها روشن می‌کند که بین نوع مغاره و تاریخ ساخت آن همبستگی وجود دارد (تصویر ۴.۸) ایوید و کوبودرا (۲۰۱۳:۲۵۰). مغاره‌هایی با پلان‌های مربع و سقف‌های گنبدی یا مسطح قدیمی‌ترین هستند و پس از آن مغاره‌های مدور با سقف‌های گنبدی شکل و از اواسط قرن هفتم به بعد، مغاره‌هایی با سقف‌های لترندیک طاق‌های مربعی یا طاق‌های متقاطع قرار دارند. مغاره‌های کوچک مقیاس بامیان با طاق‌های مربعی و سقف‌های طاق‌دار متقاطع که شباهت زیادی به سازه‌های چوبی دارند حداقل صد سال پس از ورود محلی بودیسم پدیدار شدند. از طریق بررسی بیشتر در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی می‌توان چیزهای بیشتری آموخت.



تصویر ۴.۸: مقایسه گونه‌های مختلف سقف مغاره‌ها و نتایج داده‌ها (after Iwade and Kubodera 2013: 252, table 9)

۴.۱.۵ رابطه ترکیب‌بندی نقاشی و سبک مغاره

بررسی رابطه بین نقاشی‌های دیواری - به ویژه آنهایی که با روغن خشک شونده ساخته شده‌اند (بامیان) J, B(d), N(a), S(a), F (c) فولادی ۲، ۳، ۴، ۶، ککرک ۴۳، ۴۴، قول جلال) - و سبک مغاره جالب توجه است. مقداری اسید چرب از نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های E (e)، J(c)، K3 و M شناسایی شد، اما مقدار آن کم است (۰.۱-۱٪) و مقادیر P/S و A/P خیلی پایین است که به عنوان روغن‌های خشک

²⁷⁹ Alchi

²⁸⁰ Leh

²⁸¹ Ladakh

²⁸² Mandala patterns

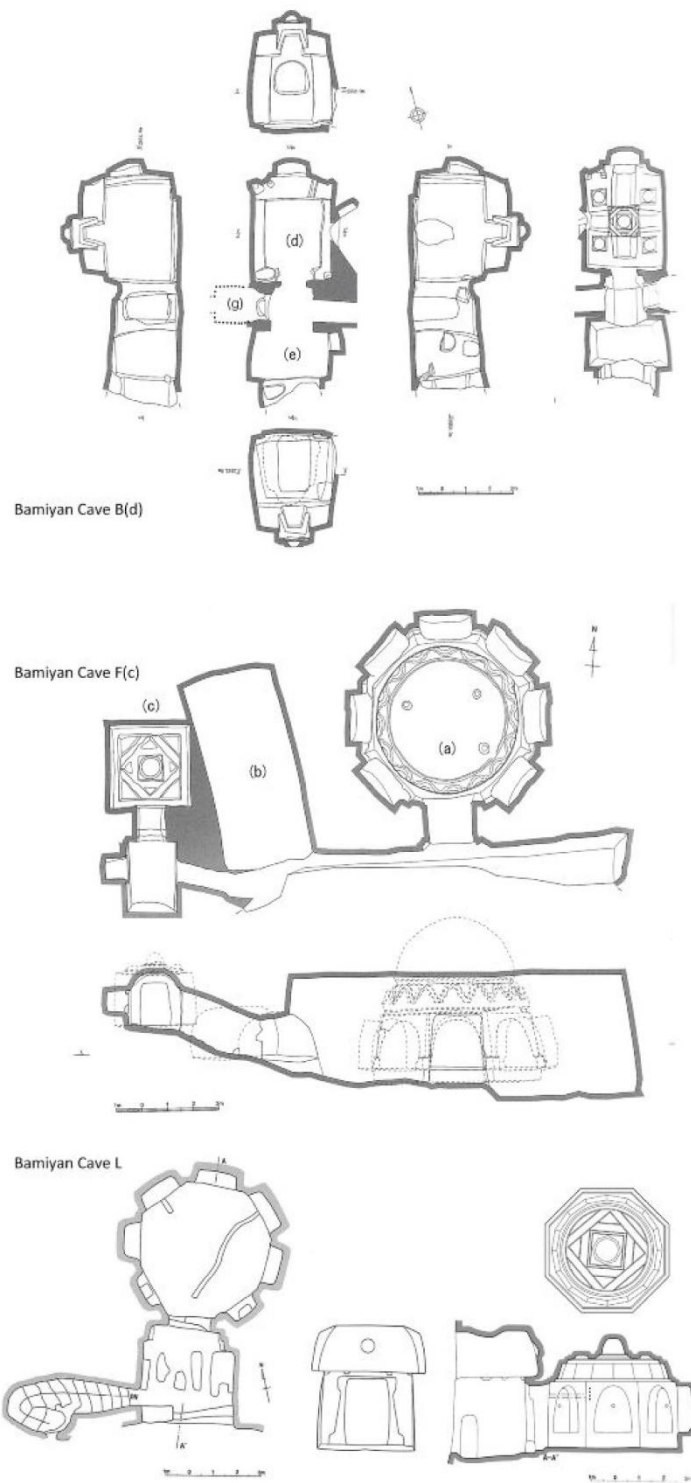
²⁸³ Kizil-Qargha

شونده قابل تایید نیست. بنابراین، می‌توان فرض کرد که این نمونه‌ها منابع متفاوتی از اسید چرب نسبت به نمونه‌های ۱۲ مغاره حاوی مقادیر بالای اسید چرب دارند. تصویرهای ۴.۹، ۴.۱۰ و جدول ۴.۲ خلاصه‌ای از مغاره‌ها و انواع مغاره‌های حاوی نقاشی‌های دیواری در این مطالعه است. مغاره‌هایی که در آنها روغن خشک شونده به عنوان یک پیوند دهنده شناسایی شده است در جدول ۴.۲ با نام آنها به صورت پررنگ و خط دار نشان داده شده است. مغاره‌های دیگر با مواد پیوند دهنده محلول در آب مانند پروتئین‌ها یا صمغ‌های گیاهی رنگ آمیزی شدند. در بامیان اکثر مغاره‌ها مربع یا هشت ضلعی با سقف‌های گنبدی شکل هستند. با این حال، در مورد خاص مغاره‌هایی که در آنها فنون رنگ آمیزی رنگ روغن شناسایی شده است، مغاره‌های بامیان L, F, C و $N(a)$ و $S(a)$ مغاره‌های فولادی ۴ و ۶، مغاره ککرک ۴۳ و قول جلال مربع یا هشت ضلعی در پلان با سقف‌های لترندیک هستند. سقف‌های گنبدی یا طاق‌دار فقط در مغاره ککرک ۴۳ و مغاره بامیان $b(d)$ یافت می‌شود. مغاره‌های مستطیل شکل با سقف‌های طاقدار در مغاره فولادی ۳ و مغاره ککرک ۴۴ واقع شده‌اند. این مغاره‌ها در مجاورت مغاره فولادی ۴ و مغاره ککرک ۴۳ قرار دارند که هر دو دارای سقف لترندیک هستند و به همین دلیل انتظار می‌رود که از نظر عملکردی به هم مرتبط باشند. چندین شباهت در تکنیک اتصال ۱۲ نقاشی دیواری حاوی روغن خشک شونده وجود دارد

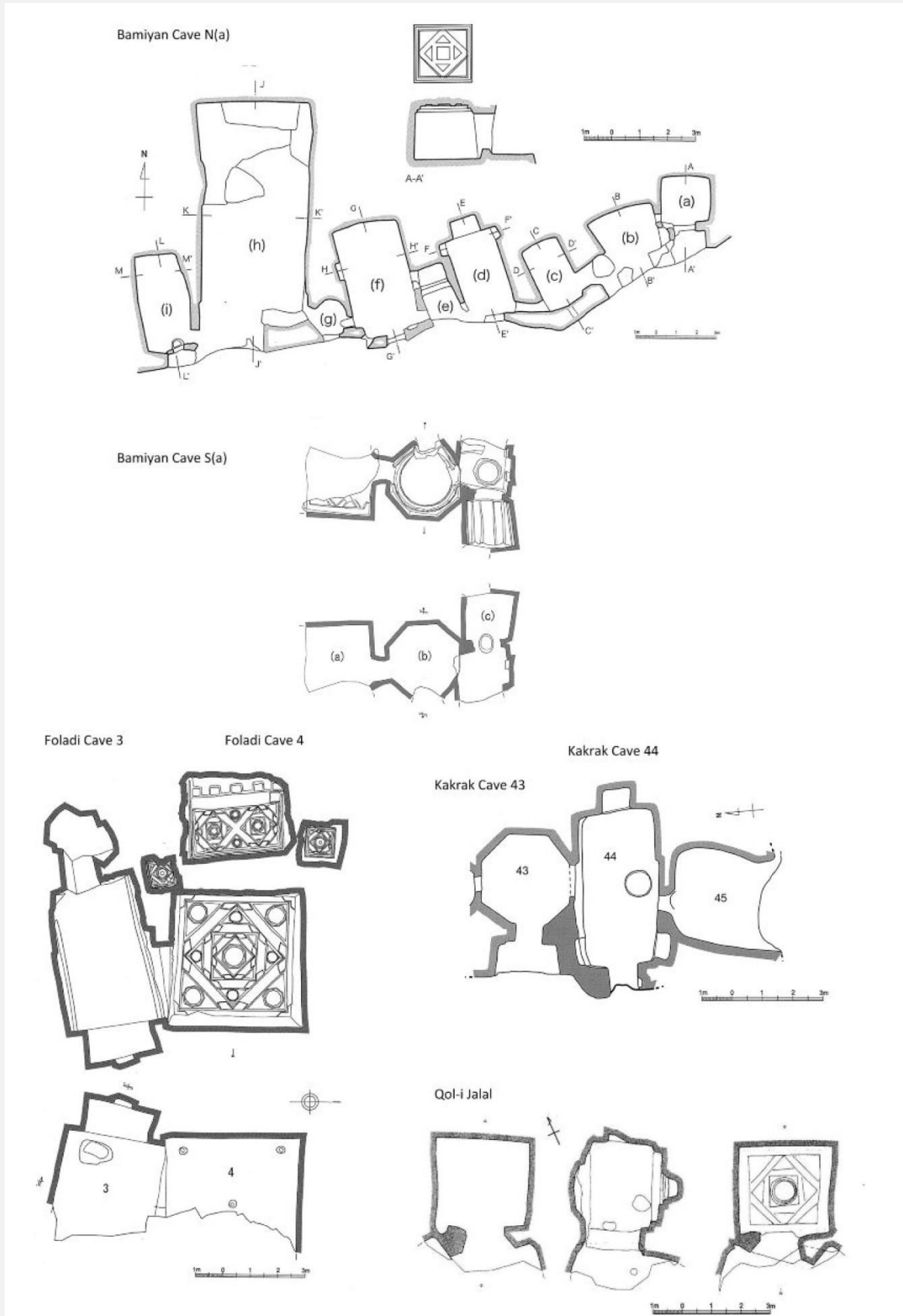
واقعیت غیر از این است که دانه خشک یا روغن گردو به عنوان پیونده دهنده آنها عمل می‌کرد. اولاً، هر ۱۲ نقاشی سطح بسیار صافی دارند، شاید به این دلیل که دیوارها در شرایط نیمه خشک صیقلی شده بودند. ثانیاً، آنها از لایه‌هایی از مواد رنگ‌آمیزی حاوی مواد آلی مختلف مانند رزین‌ها و پروتئین‌ها ساخته شده‌اند. این لایه‌ها شامل موادی است که به عنوان حجم دهنده، آسیاب، رنگ یا لعاب و همچنین استفاده از سفیداب سرب به عنوان زمینه سفید و ورق فلزی مانند طلا یا قلع استفاده می‌شده است. در ترکیب‌بندی نقاشی‌ها نیز شباهت‌هایی از نظر تکنیک وجود دارد. به عنوان مثال، برخی شبیه ماندالا با هزار بودا هستند، در حالی که برخی دیگر از فنون سایه روشن بر روی گل نیلویی و نیلوفر آبی استفاده می‌شدند. علاوه بر این، در برخی از نقاشی‌ها، از سیم‌های آهنی ظریف برای ترسیم طرح‌ها و جزئیات شکل‌ها و نقش‌ها استفاده می‌شد.

تاریخ‌های رادیوکربن نقاشی‌های دیوار روغنی مطابق با فاز II تا فاز III (اواسط قرن هفتم تا اواخر قرن هشتم) است، همانطور که در فصل ۱ مورد بحث قرار گرفت. این جدول زمانی با نتایج بخش قبل مطابقت دارد، که نشان داد از اوایل قرن هفتم به بعد، مغاره‌های مقیاسی با سقف‌های لترندیک چهارگوش یا طاقدار در بامیان پدیدار شدند (تصویر ۴.۸). پس اهمیت رابطه بین سبک مغاره و مصالح به کار رفته در نقاشی‌های دیواری چیست؟ همانطور که در بخش قبل بحث شد، مغاره‌هایی با سقف‌های لترندیک طاق‌دار مربعی احتمالاً از سازه‌های چوبی مانند تیرها الگوبرداری شده‌اند. این نشان می‌دهد که تکنیک خشک شونده رنگ روغن در ابتدا برای رنگ آمیزی سازه‌های چوبی استفاده می‌شد. حتی امروزه، در چین و سایر مناطق شرق آسیا، از رنگ‌های روغنی مانند روغن تونگ برای محافظت از رنگ‌ها و چوب سازه‌های چوبی خارجی در برابر عناصر تخریبی استفاده می‌شود. به احتمال زیاد از همان مواد و فنون مورد استفاده برای نقاشی معابد چوبی بودایی نیز برای نقاشی مغاره‌ها به عنوان روشی تقلید استفاده شده است. در حال حاضر هیچ مدرکی برای تأیید این فرضیه وجود ندارد زیرا هیچ ماده چوبی نقاشی شده‌ای از بناهای تاریخی اطراف همان دوره کاوش نشده است. با این وجود، چیزهای بیشتری برای یادگیری وجود دارد زیرا احتمالاً در آینده حفاری معابد بالای زمین با ساختارهای چوبی رنگ‌آمیزی در حوضه تاریخی، کشمیر و مناطق اطراف آن‌ها انجام خواهد شد. مغاره‌های حاوی نقاشی‌های رنگ روغن در سراسر صخره‌های مرکزی و شرقی صخره‌های اصلی بامیان قرار دارند، اما به نظر می‌رسد که هیچ الگوی در پراکندگی آنها وجود نداشته باشد. مغاره‌های مشابهی در دره‌های فولادی، ککرک و قول جلال نیز کمی دورتر دیده می‌شود. فاصله مغاره‌ها از صخره‌های اصلی بامیان نشان می‌دهد که این معابد بودایی ممکن است عمداً در مکان‌های دور افتاده قرار گرفته باشند. به نظر می‌رسد که نقاشی‌های دیوار روغنی به روشی دقیق و زمان‌بر ساخته شده‌اند و تکمیل آن زمان نسبتاً طولانی می‌برد. فرآیند ساخت نقاشی‌های بودایی نیز ممکن است بخشی از یک عمل مذهبی بوده باشد، و ساعات طولانی صرف شده برای نقاشی این تصاویر ماندالا مانند در مغاره‌های کوچک احتمالاً به یک محیط آرام نیاز داشته است.

این احتمال وجود دارد که مسئولین این نقاشی‌های دیواری تجربه حرفه‌ای در نقاشی سازه‌های چوبی داشته باشند. انجام مطالعه تطبیقی مجموعه‌های صومعه‌های آن دوره دشوار است، زیرا همه آنها تخریب شده‌اند، اما ارتباط آنها با سنت‌ها و فنون مناطق کوهستانی کشمیر و شمال هند، که در آن ساختمان‌های چوبی معابد رایج بود، قابل بررسی است.



تصویر ۴.۹: مغاره‌های (c) F، (d) B و L به همراه سقف لرنزدیک در بامیان
(after Iwade and Kubodera 2013: 108, fig. 272; 67, fig. 144; 81, fig. 189)



تصویر ۴.۹: مغاره‌های N(a) و فولادی ۳، ککرک ۴۳ و ۴۴ و قول جلال به همراه سقف لرنزدیک در بامیان (after Iwade and Kubodera 2013: 166, fig. 457; 141, fig. 376; 267, fig. 592; 215, fig. 614; Kubodera and Iwade 2006: fig. 1)

جدول ۴.۲ سبک‌های مغاره‌ها به همراه نقاشی دیواری (after Iwade and Kubodera 2013: 249, table 7)

نوع پلان	نوع سقف	بخش انتقال	نمونه مغاره‌ها
مربع	گنبدی	فقط قرنیز اسکویج (در تمبور)	East III E(e), J(g) G J(b), J(c), J(d) E(d) F (c), H (b), N (a), Foladi 4. 5, 6, Qol-e Jalal J {f}, M Kakrak43 L D C(a), C(b) East detached
پلان مرکزی هشت ضلعی	لترندیک مسطح	اسکویج (در گنبد) کوربل	
دایره‌ای	لترندیک طاقچه‌ای	هیچ کدام	
نامشخص	گنبدی	هیچ کدام فقط قرنیز تمبور چند ضلعی	
	گنبدی	قرنیز + تمبور قرنیز + تمبور نامشخص	
پلان استوار	طاقدار	هیچ کدام	B(d) .K, Kakrak 44, Foladi 3
مربع مستطیلی			I, H(a), E(c)
مغاره طاقچه‌ای			

۴.۲ بودیسم و نقاشی در اوراسیا: صنعتگران، تجارت و فناوری

۴.۲.۱ تجارت مواد نقاشی

این مطالعه نشان داد که برخی از نقاشی‌های دیواری بودایی در بامیان، به‌ویژه نقاشی‌های رنگ روغن، نقاشی‌های سکو با ساختار چندلایه بسیار پیچیده و رنگدانه‌های متنوع هستند. رابطه بین مبادلات منطقه‌ای و حمل و نقل سبک‌های نقاشی را می‌توان با شواهد فیزیکی تجارت مواد نقاشی تأیید کرد. به‌ویژه، رنگدانه‌های گرانبها با رنگ‌های غیر معمول را می‌توان از طریق تجارت از راه دور به دست آورد. نوع رنگدانه مورد نیاز به نوع و ویژگی‌های خود نقاشی بستگی داشت، اما منشاء هنرمند ممکن است بر انتخاب مواد نقاشی تأثیر داشته باشد. کیفیت مواد انتخاب شده نیز تحت تأثیر شرایط اقتصادی اهداکننده قرار می‌گرفت.

فلات پامیر در آسیای مرکزی سرشار از منابع فلزی مانند طلا، نقره، روی و سرب است. به عنوان مثال، ظروف نقره سغدی، محصول فراوانی نقره در مناطق اطراف است. فراوانی فلزات همچنین به این معنی است که این منطقه دارای مواد معدنی طبیعی فراوان در رنگ‌های مختلف است که از فلزات واسطه مانند جیوه و مس مشتق شده‌اند. مبادله کالا بین شرق و غرب بین قرن‌های پنجم و نهم، زمانی که نقاشی‌های دیواری بامیان شکوفا شد، به خوبی مستند نیست. در نتیجه سوالات بی پاسخ زیادی در مورد کالاهای خاص و منشاء آنها وجود دارد. با این حال، مروری بر منشأ مواد نقاشی مورد استفاده در آسیای مرکزی و دنیای مدیترانه مفید خواهد بود.

اطلاعاتی در مورد منشا مواد معدنی مورد استفاده برای تولید برخی رنگدانه‌های گرانبها و همچنین مواد خام مورد نیاز برای سنتز آنها توسط بسیاری از محققان و نویسندگان ثبت شده است. به عنوان مثال، تئوفراستوس^{۲۸۴} (قرن چهارم قبل از میلاد)، در رساله خود درباره سنگ‌ها، از لاجورد از افغانستان، شنگرف از ایبریا و کلخیس و اخرای قرمز و زرد از کاپادوکیه^{۲۸۵} نام می‌برد (Caley and Richards 1956). او بارها به کمبود رنگ آبی اشاره می‌کند و بخش زیادی از مقاله خود را به آبی کیانوس (احتمالاً آبی مصری) که در مصر سنتز شده است، اختصاص داده است. او همچنین از کانی‌های طبیعی ساندارکی (زرنیخ سرخ)، آرنیکن (زرنیخ) و کریزوکولا (سیلیکات مس) نام می‌برد (Caley and Richards 1956: 53) که همگی در یونان و مصر به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گرفتند. در نهایت، تولید مصنوعی سفیداب سرب و سرب (استات مس) را نیز شرح داده شده است.

در مورد کریزوکولا، دیوسکوریدس^{۲۸۶} (قرن اول پیش از میلاد) بیان می‌کند که بهترین‌ها آنهایی هستند که از ارمنستان و سپس مقدونیه و قبرس هستند (Osbaldeston 2000: 797) (De materia medica 5: 104) کریزوکولا همچنین ممکن است همان ماده‌ای باشد که تئوروستوس آن را تانوی، سنگ باختری و فیروزه سبز می‌نامد و آن را از قبرس و جزیره‌ای واقع در شهر باستانی کلسدون^{۲۸۷} توصیف می‌کند (Caley and Richards 1956: 50, 102-103). با نگاهی به نمونه‌هایی از دوره هلنیستی، در دلس و تخت جمشید، زینت، گل‌های گوگردی و رنگدانه‌های دیگر در کاسه‌های سفالی نیز یافت شدند (Stoduski et al. 1984; Kakoulli 2002). اعتقاد بر این است که این

²⁸⁴ Theophrastus

²⁸⁵ Cappadocia

²⁸⁶ Dioscorides

²⁸⁷ Chalcedon

رنگدانه‌های رنگی روشن به سختی یافت می‌شوند که توسط نقاشان یا صنعتگران متخصص از مناطق خاصی وارد شده‌اند (Kakoulli 2007). هنگام بررسی رفت و آمد کالا و تجارت در این منطقه، اشاره به شبکه‌های تجاری مختلفی که بین دنیای مدیترانه و هند، آفریقا و ایران در دوره یونان و روم وجود داشته، حائز اهمیت است (Murakawa 1993؛ Shitomi 2016a,b). یک راهنمای تجاری نوشته شده توسط نویسنده ناشناسی که به طور مفصل انواع کالاهای مبادله شده در هر شهر بندری را شرح می‌دهد. سواحل دریای اریتره²⁸⁸ (دریای سرخ، دریای عرب، خلیج فارس، اقیانوس هند و خلیج بنگال)، یکی از مناطقی است که از آنجا کالاها در هر بندر دیگر ارسال می‌شد که یکی از آنها رنگدانه‌های روشن می‌باشد. اینها نه تنها شامل مواد خام برای جواهرات لوکس، بلکه رنگدانه‌ها، رزین‌ها و سایر موادی است که می‌توانند به عنوان مواد نقاشی استفاده شوند. در آن زمان تجارت بین امپراتوری روم و هند از طریق یک مسیر دریایی بین سواحل جنوبی شبه جزیره عربستان و سواحل غربی شبه قاره هند انجام می‌شد. بادهای موسمی معروف به هیپالوس (باد موسمی جنوب غربی) برای اتصال جنوب شبه جزیره عربستان به سواحل جنوب غربی هند مورد استفاده قرار گرفت. اقیانوس هند در تابستان بادهای جنوب غربی و در زمستان بادهای شمال شرقی دارد. در نتیجه، «شبکه‌ای از فعالیت‌های کشتیرانی و تجاری ایجاد شد که بنادر تجاری اقیانوس هند را به هم پیوند می‌داد و مردم، کالاها، فرهنگ و اطلاعات را به صورت ایمن، قابل اعتماد، منظم و بنابراین ارزان بین قاره‌ها حمل می‌کرد» (Yajima 1993: 103-104).



تصویر ۴.۱۱: موقعیت معدن لاجورد، بدخشان، افغانستان

یکی از دلایل افزایش تجارت بین روم و شرق، تقاضای فزاینده برای کالاهای لوکس مانند عطر و ابریشم به دنبال اتحاد جهان مدیترانه توسط روم در ۲۷ قبل از میلاد بود. همزمان در شرق، امپراتوری هان به تجارت کالا از دریای چین جنوبی تا اقیانوس هند مشغول بود. این کالاها از هند به دنیای مدیترانه آورده می‌شد، در حالی که کالاها نیز در جهت مخالف حرکت می‌کردند. بنابراین، دریای مدیترانه ارتباط تنگاتنگی با شبه جزیره هندوچین و چین داشت.

اشکانیان در تجارت بین چین و روم بین ۲۴۷ قبل از میلاد و ۲۲۴ پس از میلاد دخالت کردند. در این زمان، سلسله کوشانی که بر شمال و جنوب کوه‌های هندوکش حکومت می‌کردند، به دنبال راهی تجاری به رود سند در جنوب بودند. هنگامی که آن را یافتند، پارچه ابریشمی از چین (سرس) و کالاهایی از آسیای مرکزی از گندهارا و تاکسیلا به پایین رود سند و از بارباریکون²⁸⁹ (کراچی) از طریق دریا به روم فرستاده شد (Machida 1992:163).

²⁸⁸ Erythraean

²⁸⁹ Barbaricon

جدول ۴.۳ لیست رنگ‌دانه‌های پیدا شده از نقاشی دیواری بامیان

رنگ	رنگ‌دانه	نام ماده معدنی	فرمول شیمیایی
سفیدها	گچ	گچ	CaSO ₄ .2H ₂ O
	آبیدریت		CaSO ₄
	گچ		CaCO ₃
	سفیداب سرب	هیدروسیروسیت / سیروسیت	2PbCO ₃ .Pb(OH) ₂ / (PbCO ₃)
		لوریونیت	PbCl(OH)
		فوسگنیت	Pb ₂ Cl ₂ CO ₃
		انگزیت	PbSO ₄
		سوزانیت	Pb ₄ SO ₄ (CO ₃) ₂ (OH) ₂
		پالمزیت	(K,Na) ₂ Pb(SO ₄) ₂
		لیدیلت	Pb ₄ SO ₄ (CO ₃) ₂ (OH) ₂
		بلیگزیت	Pb ₈ O ₅ (OH) ₂ Cl
		کوتونیت	PbCl ₂
	کوالینیت	کوالینیت	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄
زردها	گوتلیت (اخرای زرد)	گوتلیت	α-FeO(OH)
	زرنیخ	زرنیخ	As ₂ S ₃
	ماسیکو	ماسیکو	β-PbO
	لیتارژ (مرداسنگ)	لیتارژ (مرداسنگ)	α-PbO
	گامبوج	زرین طبیعی از درختان گوتیفرای	
قرمزها	مینوم (سرب قرمز)	مینوم	Pb ₃ O ₄
	همایت اخرای قرمز	همایت	α-Fe ₂ O ₃
	شنگرف	شنگرف	HgS
	ورملیون	شنگرف	HgS
	زرنیخ سرخ	زرنیخ سرخ	α-As ₄ S ₄
	زرین لاک قرمز	ترشح صمغ از لاک حشرات (کریلاکو) اسید لاکتیک A	
آبی‌ها	لاچورد (اولترامارین)	لازوریت (لاکیت، پربت)	Na ₇ Ca(Al ₆ Si ₆ O ₂₄)(SO ₄)(S ₃) · H ₂ O
	آزوریت	آزوریت	2CuCO ₃ .Cu(OH) ₂
	نیلی		C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O ₂
سبزها	مالاکیت	مالاکیت	CuCO ₃ .Cu(OH) ₂
	آناکامیت (پاراناکامیت)	آناکامیت / پاراناکامیت	Cu ₂ Cl(OH) ₃ /Cu ₃ (Cu,Zn)(OH) ₆ Cl ₂
	وردیگریز (استات مس)		i.e. Cu (CH ₃ COO) ₂ .H ₂ O
	وردیگریز (صمغ مس)		Cu(C ₁₉ H ₂₉ COO) ₂
	کریزوکولا	کریزوکولا	Cu _{2-x} Al _x (H _{2-x} Si ₂ O ₅)(OH) ₄ · nH ₂ O, x < 1
	سلادونیت (سبز زمینه)	سلادونیت	K(Mg,Fe ₂₊)(Fe ₃₊ Al)Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂
گلاکونیت (سبز زمینه)	گلاکونیت	(K,Na)(Fe ₃₊ ,Al,Mg) ₂ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂	
سیاه	سیاه استخوانی		C+ Ca ₃ (PO ₄) ₂
	سیاه کربنی		C
	سیاه چراغی		C
	مگنتیت	مگنتیت	Fe ₃ O ₄
ورق‌های فلزی	برگ طلائی	طلا	Au
	ورقه قلعی	قلع	(ناخالص) Sn + Pb

تجارت بین روم و اقیانوس هند را در قرن اول پس از میلاد توصیف می‌کند، زمانی که کالاهای مختلف توسط بازرگانان شرق خرید و فروش می‌شد. اینها شامل فلفل هندی، روغن کنجد، نردوس^{۲۹۰}، لیسیم^{۲۹۱} و بخورهای مختلف دیگر، ادویه‌های گیاهی و داروها بودند. عاج، مروارید، سنگ‌های قیمتی (عقیق و غیره)، لاک پشت، نیلی سیاه، کیناباری^{۲۹۲} (خون اژدها)، لاک (استیکلاک) و سایر رنگدانه‌ها، آهن و فولاد، و لاجورد از آسیای مرکزی، کالینیا^{۲۹۳} پارچه ابریشم و پنبه‌ای از چین از طریق بارباریکون در مصب رودخانه سند در شمال هند به اروپا حمل می‌شدند.

روم در ازای این کالاهای ارزشمند از شرق، مقادیر زیادی سکه‌های طلا و نقره، ظروف شیشه‌ای، ظروف نقره، شراب، کندر، مرجان، مس، قلع، سرب و سایر مواد معدنی، سندالکی (زرنيخ سرخ) و پارچه کتان را به هند می‌آورد (Murakawa 1993: 65–70). در آن زمان، قلع و سرب «با زحمت فراوان در اسپانیا و در تمام ولایت‌های گالی استخراج می‌شدند» (Naturalis historia XXXIV, ch. 49) و همانطور که توسط پلینی و پریپلوس بیان شده است. هند نه مس دارد و نه سرب، اما آنها را در ازای سنگ‌ها و مرواریدهای قیمتی خود از دریای اریتره تهیه می‌کرد.» (Naturalis historia XXXIV, ch. 48).



تصویر ۴.۱۲: لاجورد فرآوری شده به عنوان رنگ‌دانه از مغاره‌های موگائو،

دون‌هوانگ چین

China (after Mizuno et al. 1996)

نظریه‌ای وجود دارد مبنی بر اینکه تجارت مستقیم بین دنیای مدیترانه و هند پس از قرن سوم با ظهور سلسله ساسانیان و نفوذ فزاینده بازرگانان ایرانی و پادشاهی اتیوپیایی آکسوم در اقیانوس هند کاهش یافت (Shitomi 2016a, b). با این حال، طبیعی است که فرض کنیم راه‌های تجاری زمانی باز شده بودند و بازرگانان ایرانی و عرب به مبادله کالاها از جمله مواد مختلف نقاشی مانند لاجورد ادامه دادند. از اواخر قرن ششم تا پایان قرن هشتم تجارت بین شرق و غرب در آسیای مرکزی تحت حکومت گوکترک‌ها^{۲۹۴} فعال بود. شفر^{۲۹۵} (۱۹۶۳) به تفصیل شرح داده شده است؛ سلسله قدرتمند تانگ در مرکز تجارت اقتصادی و فرهنگی شرق قرار داشت. اقلام عجیب و غریبی که توسط تجارت شرق و غرب به تانگ آورده می‌شد. مسیرهای تجاری در این زمان از اقیانوس هند و زمینه در امتداد جاده ابریشم عبور می‌کردند. اغلب مشخص نیست که چه اقلامی از کدام مناطق حمل می‌شد، اما شهر بندری سیره (بندر طاهری کنونی)

در ساحل شرقی خلیج فارس، در نزدیکی پایتخت عباسیان بغداد، مرکز تجارت در شرق بوده است. همانطور که در متون مختلف چینی ذکر شده است، بادهای موسمی برای انجام تجارت دریایی از طریق خلیج فارس، اقیانوس هند و دریای چین جنوبی صورت می‌گرفت که بخورها، رزین‌های طبیعی و مواد معدنی از آسیای مرکزی و غربی به عنوان دارو به خاندان تانگ وارد می‌شدند (Schafer 1963: 11-13).

منطقه بدخشان، جایی که لاجورد در آن استخراج می‌شود، در حدود ۵۰۰ کیلومتری شمال شرقی بامیان قرار دارد (تصویر ۴.۱۱)، که نشان می‌دهد به دست آوردن لاجورد نسبتاً آسان بوده است. در واقع امروزه در بازارهای بامیان بسیاری از سنگ‌های قیمتی لاجورد دیده می‌شود. با این حال، کیفیت رنگدانه لاجورد تصفیه شده در مقایسه با رنگ آبی لاجورد در مغاره ۲۲۴ قزل درجه دوم است. از سوی دیگر، لاجورد یک کالای تجاری عمده بود که از دوردست‌های جهان مدیترانه جستجو می‌شد. همچنین به شرق مهاجرت کرد.

یک توده رنگدانه ساخته شده از گچ، پودر لاجورد و چسب در مقابل مغاره‌های ۵۳-۵۵، مغاره‌های موگائو، دون‌هوانگ نیز یافت شده و به پنج سلسله نسبت داده شده است (تصویر ۴.۱۲). این یک رنگ به اصطلاح آماده بود که به محض اضافه شدن آب برای نقاشی استفاده می‌شد. از دون‌هوانگ S۳۵۵۳ متنی بدست آمده که نام‌های توسط یک شتران به یک راهب نوشته شده است، و به «آبی طلایی» (لاجورد) اشاره می‌کند که توسط شتران به مغاره‌های موگائو آورده شده است (Mizuno et al. 1996). بنابراین این امکان وجود دارد که مواد نقاشی در حالت معدنی اولیه خود حمل نشده باشند، بلکه به شکل‌های فرآوری شده و آماده منتقل شده باشند.

²⁹⁰ Nardos

²⁹¹ Lyceum

²⁹² Kinnabari

²⁹³ Kalyāna

²⁹⁴ Gokturks

²⁹⁵ Schafer

همچنین به احتمال زیاد نقاشان آن زمان از ویژگی‌های زمین‌شناسی و پوشش گیاهی هر منطقه و همچنین مواد خاص موجود در هر منطقه تولید آگاهی خوبی داشته‌اند. بسته به شرایط اقتصادی هنرمند مورد نظر، ممکن است شبکه گسترده‌ای برای تسهیل تهیه رنگدانه‌ها از مناطق مختلف وجود داشته باشد. جدول ۴.۳ رنگدانه‌های یافت شده را که احتمالاً در بامیان استفاده می‌شدند، مرور می‌کند: از این میان، گچ، آهک، اخرای قرمز، اخرای زرد و سیاه کربن/سیاه چراغی احتمالاً راحت‌ترین مواد در دسترس در بامیان و اطراف آن بودند. لاجورد در بامیان نیز موجود بود که برخی از آن‌ها برای استخراج ماده معدنی آبی رنگ، که با روش حرفه‌ای نسبتاً پیچیده به رنگدانه تبدیل می‌شد، تحت فرآیند تصفیه قرار می‌گرفتند. به طور مشابه، ورق طلا، ورق قلع، سفیداب سرب، سرب قرمز، سرخاب و احتمالاً آتاکامیت به طور مصنوعی با فرآیندهای تخصصی تولید می‌شدند.

۴.۲.۲ بحث اولیه در مورد منشا رنگدانه‌های مبتنی بر سرب بر اساس تجزیه و تحلیل ایزوتوپ سرب

از آنجا که درختان گردو و گیاهان خشک‌خاش به طور گسترده در آسیای مرکزی و غربی رشد می‌کنند، وجود روغن آنها در نقاشی‌های رنگ روغن هیچ سرنخی در مورد منشاء مواد خام ارائه نمی‌دهد. با این حال، وقتی صحبت از سرب می‌شود، ممکن است منشاء یا منبع رنگدانه‌های سرب را بر اساس تجزیه و تحلیل نسبت‌های ایزوتوپ سرب شناسایی کنیم. سرب به ما امکان می‌دهد منشا احتمالی را تعیین کنیم زیرا نسبت‌های ایزوتوپی اطلاعاتی در مورد معدن مبدا ارائه می‌دهد. مینیوم و سفیداب سرب رنگدانه‌های مصنوعی هستند که توسط اکسیداسیون مصنوعی و کربناته سازی تولید می‌شوند. نوارهای فلزی سرب در گلدان‌های سفالی قرار می‌گیرند و در معرض اسید استیک (سرکه) قرار می‌گیرند. پس از چند ماه، اسید استیک و کربنیک با سرب واکنش می‌دهند و پوسته سفیدی به نام سفیداب سرب تشکیل می‌دهند. سرب قرمز را می‌توان از سرب فلزی تولید کرد که تا دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد با سرب فلزی حرارت داده می‌شود تا دی‌اکسید سرب تبدیل شود. سپس دی‌اکسید را می‌توان با حرارت دادن بیشتر از ۴۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد تولید کرد. به عنوان مثال، در دنیای مدیترانه، سرب به مقدار زیادی از معادنی مانند معدن لوریان^{۲۹۶} در نزدیکی آتن به دست می‌آید، اما هیچ مدرک مستندی وجود ندارد که نشان دهد آیا سرب از این معادن در دوره یونان و روم استفاده می‌شده است یا در دوره هلنیستی (Kakoulli 2009: 44).

مطالعات منشأ متعددی با استفاده از تجزیه و تحلیل ایزوتوپ سرب از دهه ۱۹۶۰، اغلب بر روی یافته‌های باستان‌شناسی مانند ظروف برنزی انجام شده است. با این حال، تعداد بسیار کمی بر روی رنگدانه‌های مبتنی بر سرب انجام شده است. یک مطالعه در مورد استفاده از رنگ سفیداب سرب در نقاشی‌های روغنی قرن هفدهم توسط هنرمندانی مانند رامبراند، ون ایک و روبنس^{۲۹۷} بیش از ۲۰۰ نمونه را تجزیه و تحلیل کرد و دریافتند که منابع سرب معادن در انگلستان و آلمان بوده است (Fabian and Fortunato 2004). رابرت اچ. بریل^{۲۹۸}، محقق مشهور شیشه، تحلیل‌های مشابهی را روی رنگدانه‌های مورد استفاده در نقاشی‌های دیواری مغاره‌های موگائو انجام داد (Brill et al. 1997). تجزیه و تحلیل او همچنین مطالبی را که در موزه هنر فوگ در دانشگاه هاروارد نگهداری می‌شد، شامل نقاشی‌های دیواری که در ابتدا در نزدیکی سقف طاقچه اطراف بودای غول پیکر غربی، تزئینات برجسته مغاره‌های کوه تیان لانگ و نقاشی مجسمه‌های سنگی در مغاره ۶ از مغاره‌های یونگانگ^{۲۹۹} که در ابتدا همه توسط بنجامین رولند جمع‌آوری شد را پوشش داد. بریل همچنین نسبت‌های ایزوتوپی سرب شمش را از محوطه شهر سوخته (ایران) در آسیای مرکزی، سولفات سرب مدرن از هرات (افغانستان) و مصنوعات فلزی از محوطه تولید فلز فرنجل^{۳۰۰} (افغانستان) را تجزیه و تحلیل کرد. نمونه دیگر داده‌های اساسی در مورد نسبت‌های ایزوتوپی سرب در آسیای مرکزی به عنوان بخشی از یک پروژه تحقیقاتی مشترک بین مؤسسه حفاظت آکادمی دون‌هوانگ و مؤسسه تحقیقات ملی برای مواد فرهنگی، توکیو (Zhao et al. 2007) انجام شد. از مغاره‌های موگائو، نمونه‌های رنگدانه‌ای از ۱۸ مغاره در شمال وی، وی غربی، ژو شمالی، سلسله‌های پنج خاندان، سونگ، غرب شیا و یوان (قرن ۴ تا ۱۴) از مغاره‌های ۵، ۲۵، ۴۰، ۹۵، ۲۴۹، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۵، ۲۷۲ (۲ نمونه)، ۲۷۵، ۲۸۵ (۲ نمونه)، ۲۹۰، ۲۹۶، ۳۳۴، ۳۵۲، ۳۶۵ و ۴۷۷ گرفته شدند، بیشتر نمونه‌های سرب رنگدانه سیاه داشت. علاوه بر این، پلاتنریت^{۳۰۱}، یک محصول تغییر رنگ از مینیوم، نیز شناسایی شد.

²⁹⁶ Laurion

²⁹⁷ Rembrandt, Van Eyck and Rubens

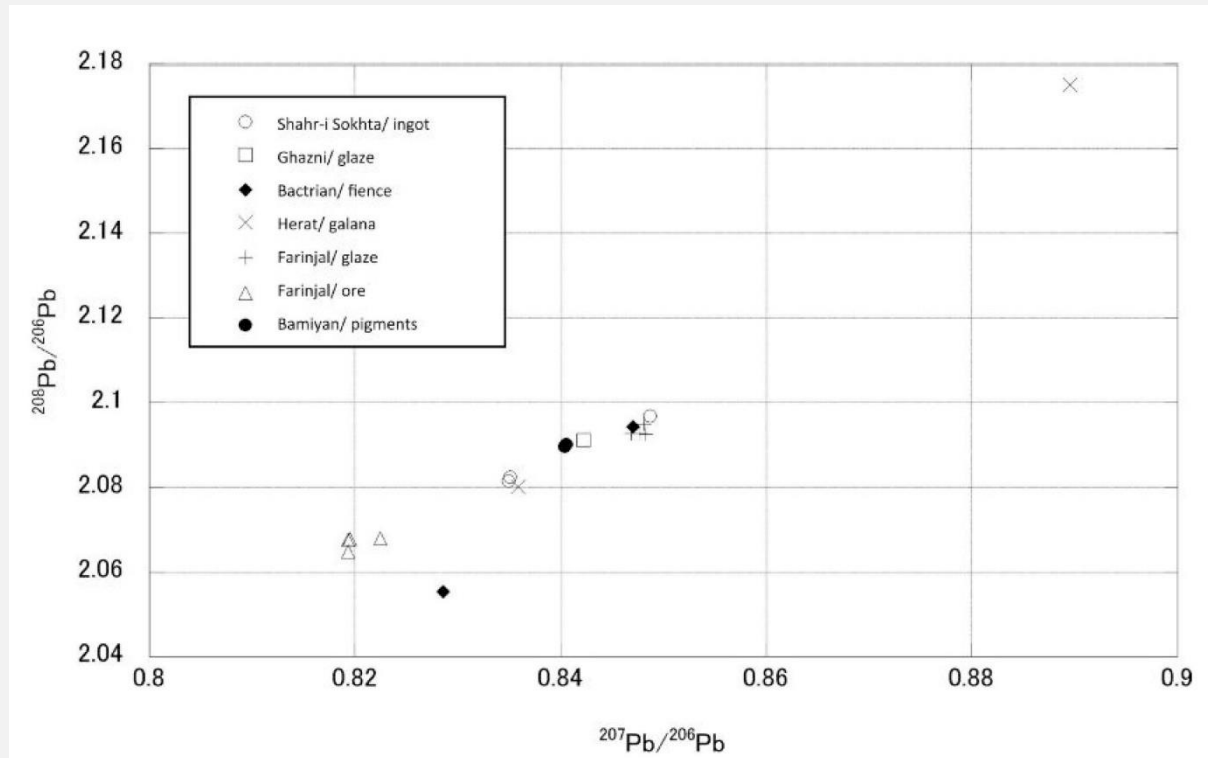
²⁹⁸ Robert H. Brill

²⁹⁹ Yungang

³⁰⁰ Farinjal

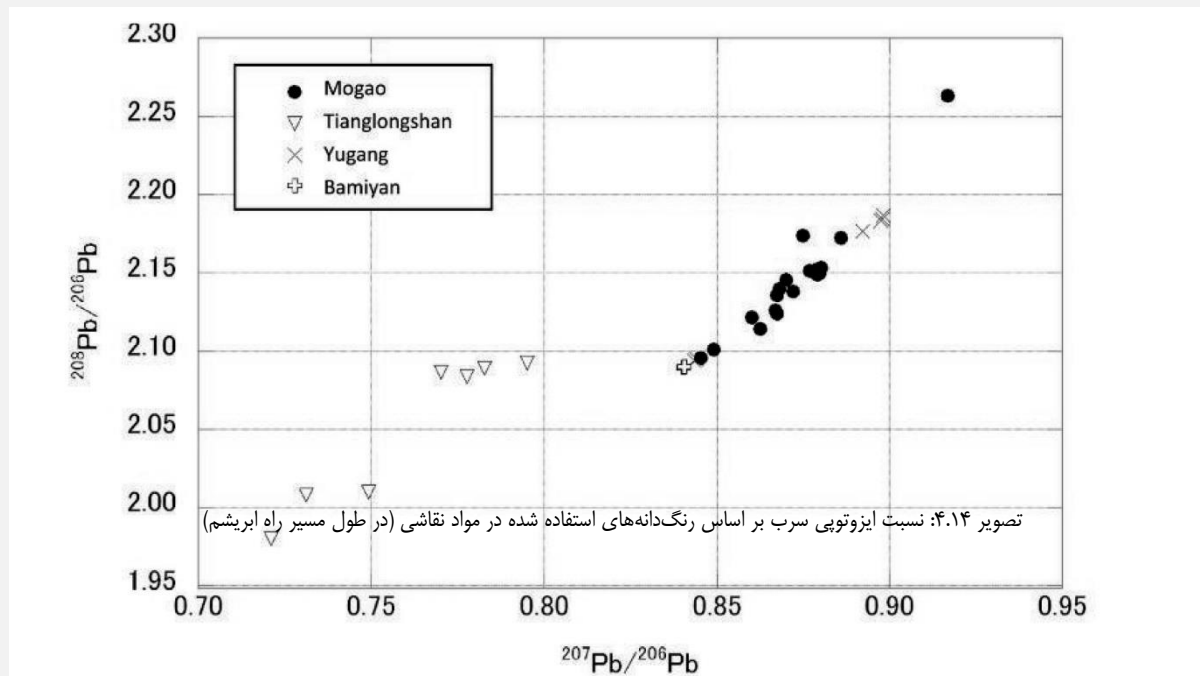
³⁰¹ Plattnerite

تصویر ۴.۱۳ ترسیم مجدد داده‌های حاصل از تجزیه و تحلیل توسط بریل و همکاران (۱۹۹۷) را در مناطق اطراف افغانستان نشان می‌دهد. نسبت‌های ایزوتوپی سرب مصنوعات و ذخایر فلزی از محوطه فرنجل نیز در این شکل ترسیم شده است. در یک نگاه می‌توان دریافت که نسبت‌های ایزوتوپی سرب سفال‌های همان محوطه فرنجل نزدیک طرح نمونه‌های بریل به نظر می‌رسد. از آنجایی که تصور می‌شود این قطعات سفال در ایران تولید شده‌اند، منطقی است که ممکن است با سایر اقلام موجود در محوطه ارتباطی نداشته باشند. به طور مشابه، در همان منطقه، غلظتی از نسبت‌های ایزوتوپ سرب در لعاب روی مهره‌های آبی با تاریخ ناشناخته حفاری شده از باکتریا، نسبت به سنگ معدن سولفات سرب (یک جزء معدنی سرب خام) با قدمت ۲۲۰۰-۱۸۰۰ قبل از میلاد کاوش از محوطه شهر سوخته در ایران مشاهده می‌شود. این نشان می‌دهد که لعاب روی سفال‌های ایرانی در فرنجل ممکن است با استفاده از ماده خامی مشابه سولفات سرب که در مجاورت شهر سوخته موجود بوده، تولید شده باشد. در ادامه، نسبت‌های ایزوتوپی دو نمونه رنگدانه از محوطه بامیان در مجاورت بسیار نزدیک به یکدیگر



تصویر ۴.۱۳: نسبت ایزوتوپی سرب از مواد بدست آمده آسیای مرکزی
(based on data from Brill *et al.* 1997)

رسم شده است. رنگدانه‌های مبتنی بر سرب که در بامیان استفاده می‌شود، نسبت‌های ایزوتوپی سرب را نشان می‌دهد که از رسوبات فلزی فرنجل فاصله زیادی دارد، اما همچنان به نسبت ایزوتوپی لعاب سرب روی مجسمه‌های حیوانات لعابدار خریداری شده توسط بریل در غزنی نزدیک است. با این حال، از آنجایی که رنگدانه‌ها، بر خلاف سنگ معدن سرب، می‌توانند مسافت‌های طولانی را طی کنند، نتیجه‌گیری از این نتایج محدود زود است.



تصویر ۴.۱۴ نسبت‌های ایزوتوپ سرب رنگدانه‌های سرب را از نقاشی‌های دیواری بامیان توسط بریل نشان می‌دهد که نسبت‌های بالای ایزوتوپ سرب از نقاشی‌های دیواری آسیای مرکزی از جمله مغاره‌های موگائو دون‌هوانگ قرار گرفته است. به طور کلی، به نظر می‌رسد نقاشی‌های دیواری مغاره‌های موگائو، تیان لونگشان، یونگانگ و بامیان در کنار هم قرار گرفته اند، اما تنوع کلی ایزوتوپی بسیار زیاد است. از آنجایی که این مکان‌ها هزاران کیلومتر از هم فاصله دارند، طبیعی است که از سرب با منشاء متفاوت استفاده می‌شده است. در هر صورت، فقدان مطلق داده در مورد نسبت‌های ایزوتوپ سرب در آسیای مرکزی به عنوان مبنایی برای مقایسه، ارتباط مستقیم نتایج به دست آمده با مکان‌های مبدا را دشوار می‌کند. با این حال، اگر انسجامی بین دوره‌ها و مکان‌ها وجود داشته باشد، این ممکن است منعکس‌کننده استفاده انتخابی از رنگدانه‌های خاص توسط شبکه‌های نقاش باشد یا توضیح دهد که چگونه رنگدانه‌های خاصی می‌توانست در کارگاه‌های تولیدی ساخته شده باشد. برای نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های موگائو، نسبت ایزوتوپ‌های سرب وی شمالی و وی غربی در مجاورت یکدیگر ترسیم شده است. به نظر می‌رسد که نوع خاصی از سرب قرمز یکی از این مناطق در آن زمان استفاده می‌شده است. از سوی دیگر، نسبت‌های ایزوتوپ سرب از سلسله یوان در نقاط کاملاً متفاوت رسم شده است. نسبت‌های دو نمونه بامیان در مجاورت بسیار نزدیک به هم ظاهر می‌شوند و نشان می‌دهد که آنها تقریباً یکسان هستند. از آنجایی که هر دو نمونه از قسمت‌های آبی و قرمز طاقچه اطراف بودای غول‌پیکر غربی گرفته شده‌اند، واضح است که هر دو توسط یک گروه از نقاشان در یک زمان نقاشی شده‌اند. بنابراین، جای تعجب نیست که سرب - چه سفید یا سرب یا سرب قرمز - منشأ یکسانی داشته باشد.

زمین‌شناسی آسیای مرکزی، همانطور که در فلات پامیر و بدخشان نشان می‌دهد، دسترسی به منابع فلزی بسیار متنوعی را فراهم کرده است. اینها ممکن است به انواع مختلفی از رنگدانه‌ها تبدیل شده باشند که به طور گسترده در امتداد جاده ابریشم استفاده می‌شدند. با توجه به این محدوده تعدادی از مطالعات قبلی، استفاده از نسبت‌های ایزوتوپ سرب برای درک بسیار مفید باشند، تجارت و حمل و نقل کالاهایی مانند رنگدانه‌های سرب ممکن است. به عنوان یک پایه، داده‌های اساسی‌تر باید برای مرجع در مناطق اطراف و رنگدانه‌های مبتنی بر سرب جمع شود.

۴.۳ تاریخچه نقاشی رنگ روغن: مروری بر خاستگاه و توسعه آن

۴.۳.۱ روغن خشک شونده به عنوان یک پیوند دهنده

تاکنون یافته‌های این کتاب نشان داده است که تعداد قابل توجهی از نقاشی‌های دیواری بودایی بامیان واقعاً از روغن خشک شونده به عنوان پیوند دهنده استفاده می‌شده است. این نقاشی‌های دیواری احتمالاً بین اواسط قرن هفتم تا نهم میلادی کشیده شده‌اند. اولین نمونه شناخته شده دیگر از نقاشی رنگ روغن که حاوی روغن خشک شونده به عنوان یک پیوند دهنده بود، مجسمه نقاشی شده (اواخر قرن دوازدهم) در کلیسای همس^{۳۰۲} در گوتلند، سوئد است (Tångeberg 2006). زمانی به طور کلی اعتقاد بر این بود که اولین فنون نقاشی رنگ روغن در شبه جزیره اسکانديناوی ظاهر شد و مکتب فلاندري^{۳۰۳} نقاشی رنگ روغن را در قرن پانزدهم پایه گذاری کرد.

در خارج از بامیان، نمونه‌های شناخته شده‌ای از استفاده از روغن‌های خشک شونده در نقاشی قبل از قرن دوازدهم وجود ندارد، به این معنی که بیش از ۴۰۰ سال استفاده از آنها در هر یک از آسیای مرکزی و شمال اروپا از هم جدا شده است. ارتباط بین این دو نکته مهم در تاریخ تا به امروز در مطالعات تاریخی و فنی هنری هنر روشن نشده است. هدف از این بخش کشف منشأ و توسعه فنون نقاشی شامل روغن خشک شونده است. روغن‌ها معمولاً به عنوان خشک شونده، غیر خشک شونده یا نیمه خشک طبقه‌بندی می‌شوند. از آنجایی که دانه کتان، دانه خشخاش و روغن گردو در معرض هوا قرار می‌گیرند به تدریج شروع به خشک شدن می‌کنند، به آنها روغن خشک شونده می‌گویند. برعکس، روغن‌هایی که مایع باقی می‌مانند و خشک نمی‌شوند، مانند روغن زیتون و سالاد، روغن‌های غیر خشک شونده نامیده می‌شوند. اسیدهای چرب غیراشباع، جزء اصلی روغن‌های خشک شونده، دارای چندین پیوند دوگانه در مولکول‌های خود هستند که به تدریج با اکسیژن موجود در هوا ترکیب می‌شوند و اکسید می‌شوند و رادیکال‌ها و پراکسیدها^{۳۰۴} را تولید می‌کنند. با پیشرفت واکنش پلیمریزاسیون^{۳۰۵} بین پیوندهای دوگانه، مولکول‌های روغن به یکدیگر پیوند می‌خورند و پلیمری با وزن مولکولی بزرگ تشکیل می‌دهند. در نتیجه روغن در نهایت سیالیت خود را از دست می‌دهد و پوشش روغن جامد و خشک می‌شود. رنگ‌های روغنی از مخلوط کردن رنگدانه‌های پودری با یک پیوند دهنده که عمدتاً از روغن خشک شونده ساخته شده است، ساخته می‌شوند. همچنین از تکنیک نقاشی با رنگ روغن به عنوان نقاشی رنگ روغن یاد می‌شود. وقتی روغن تازه است و پیوندهای دوگانه هنوز پلیمریزه (اکسید) نشده‌اند، رنگ سیالیت خوبی را حفظ می‌کند. روغن ذرات رنگدانه را در کنار هم نگه می‌دارد و به آنها کمک می‌کند تا روی بوم بنشینند. ضخامت لایه‌های رنگ و سایه‌های رنگ را می‌توان با افزودن رزین‌های طبیعی یا روغن‌های ضروری به رنگ تنظیم کرد. پس از استفاده از رنگ، روغن خشک شونده اکسیژن را جذب کرده و سفت می‌شود و رنگدانه‌ها را در جای خود نگه می‌دارد. پس از ثابت شدن، ذرات رنگدانه دوباره حل نمی‌شوند. با این حال، هنگامی که از چسب‌های حیوانی یا صمغ‌های گیاهی به عنوان پیوند دهنده استفاده می‌شود، مکانیسم‌ها متفاوت عمل می‌کنند زیرا آنها محلول در آب هستند و محلول‌های آنها چسبناک است. هنگامی که رنگدانه‌ها با این پیوند دهنده‌های مخلوط شده و روی سطح اعمال می‌شوند، مایع به تدریج تبخیر می‌شود (یا جذب می‌شود) و سرانجام خشک می‌شود. در نهایت، هر چسب یا صمغ گیاهی باقیمانده، ذرات رنگدانه را به دام می‌اندازد و آنها را روی سطح ثابت می‌کند. با این حال، با وجود سطح سخت شده، ذرات رنگدانه ممکن است شل شوند و در صورت اضافه شدن مجدد آب، رنگ حل شود.

تجزیه و تحلیل مجسمه چوبی نقاشی شده در اواخر قرن دوازدهم در کلیسای همس در سوئد، روغن خشک شونده را با نسبت P/S ۲.۲ به ۲.۶ شناسایی کرد (Plahter 2006). در این گزارش، روغن بذر کتان به عنوان روغن خشک شونده پیشنهاد شده است، اما به طور مشخص خاص نشده است زیرا مقدار P/S روغن بذر کتان معمولاً حدود ۱.۲ است، بنابراین روغن خشک شونده‌ای که در اینجا شناسایی می‌شود ممکن است روغن بذر کتان نباشد، بلکه شاید نوع دیگری از روغن خشک شونده مانند سویا باشد. چوب‌های کلیسا با پایه‌ای سفید متشکل از روغن خشک شونده و سفیداب سرب نقاشی شده بود. مکتب فلاندري که توسط برادران ون ایک در قرن پانزدهم نمایندگی می‌کرد، به طور جدی شروع به استفاده از روغن خشک شونده به عنوان چسب برای نقاشی کرد و گفته می‌شود که از اواسط قرن پانزدهم به بعد در ایتالیا مورد استفاده قرار گرفت و جایگزین تکنیک مزاج تخم مرغ گردید.

³⁰² Hemse

³⁰³ Flemish school

³⁰⁴ Radicals and Peroxides

³⁰⁵ Polymerization

ویژگی مکتب فلاندی استفاده از یک لایه زمینه سفید و یک پوشش نازک از رنگ ساخته شده از روغن بذر کتان مخلوط با رزین به عنوان یک پیوند دهنده بود. با این حال، این به این دلیل است که سوابق جورجیو وازاری³⁰⁶ تایید نشده منتقل شده است (Eastlake 2001: 183). ادبیات در تاریخ مدرن، در واقع، مکتب فلاندی را به عنوان اولین مکتب به رسمیت شناخته بود که به طور سیستماتیک استفاده از روغن‌های خشک شونده را در نقاشی ایجاد کرد. خاستگاه فنون رنگ روغن موضوع مهم تاریخی است که باید دوباره مورد بررسی قرار گیرد. با این حال، در حال حاضر، نمونه‌هایی از کاربردهای روغن خشک شونده را می‌توان از ادبیات موجود استخراج کرد. روغن‌های خشک شونده حداقل در زمان یونان و روم شناخته شده است. اولین روغن‌های خشک شونده شناخته شده در متون به عنوان دارو ظاهر شده‌اند. دیوسکوریدس (قرن اول) در کتاب *De materia medica* خود روغن‌های گیاهی مختلفی را از جمله روغن گردو (۱-۱۷۸) و روغن دانه خشخاش (۴-۶۵) به عنوان دارو توصیف می‌کند (Osbaldeston 2000: 176, 607). پلینی در (Naturalis historia XV, ch. 7) همچنین تعدادی روغن گیاهی را - علاوه بر روغن‌های اصلی آن زمان که از زیتون و دانه‌های کهن فشرده می‌شد - مانند روغن‌های بادام تلخ (Amygdalinum) و گردو (Caryinum) ذکر می‌کند (Otsuki 2009a: 165-168). با این حال، این روغن‌ها برای اهداف دارویی، مانند پاکسازی خون و بهبود رنگ آن در نظر گرفته شده بودند (Otsuki 2009b: 212) (Naturalis historia XV, ch. 33) (Otsuki 2009b: 212).

تصور می‌شود که اولین نمونه شناخته شده روغن‌های خشک شونده مورد استفاده در نقاشی و صنایع دستی در نوشته‌های پزشکی یونانی آیتئوس آمیدنوس³⁰⁷ (اواخر قرن پنجم تا ششم) باشد (Eastlake 2001: 19-20). علاوه بر مصارف دارویی، روغن گردو که از خرد کردن یا تحت فشار قرار دادن گردو به دست می‌آمد که برای محافظت از تذهیب و نقاشی‌های سوزاننده استفاده می‌شد. بنابراین، به نظر می‌رسد که در این زمان، روغن گردو دارای مواد خشک شونده‌نگی (پلیمریزاسیون اکسیداتیو) شناخته شده بود و می‌توان از این کیفیت برای ایجاد یک لایه محافظ برای کارهای هنری و صنایع دستی مانند ورق طلا و نقاشی سوزاننده استفاده کرد. این نوع لاک محافظ را می‌توان با افزودن رنگ‌ها یا رزین‌های زرد یا قرمز به لاک طلایی رنگ تبدیل کرد، مشابه روش مکا که در اروپای قرون وسطی حداقل در قرن هشتم برای شبیه‌سازی ورق‌های قلع یا نقره به ورق طلا استفاده می‌شد.

همانطور که در تحلیل الگوهای سقف مغاره N(a) (فصل ۳، بخش ۳.۱) ذکر شد، مواد و فنون مورد استفاده در لاک‌های طلایی در متون لاتین و یونانی شرح داده شده است. به عنوان مثال، تاریخ و نویسندگی اثر اصلی ناشناخته است، اما کودس لوسینیس³⁰⁸ (نسخه خطی لوکا) که تصور می‌شود مربوط به قرن هشتم باشد، حاوی دستورالعمل‌هایی برای مخلوط کردن روغن بذر کتان، گالبانوم، سقر، زمین اسپانیایی و زعفران، کندر (olibanum)، مر، ماستیک، رزین صنوبر (بالزام)، شکوفه صنوبر بالغ و بتنی (گیلاس فاخته) برای تولید لاک روشن برای نقاشی است (Burnam 1920: 101-102). این متن همچنین به مخلوط‌های دیگری برای ساخت لاک اشاره می‌کند، از جمله روغن بزرک، سقر، رزین لاک، کندر، مر، بنه، بتونی، صمغ گیلاس، گل صنوبر، صمغ بادام و رزین صنوبر (Burnam 1920: 104). این متن علاوه بر صمغ‌های گیاهی و رزین‌های مختلف، روغن بذر کتان را به عنوان روغن خشک شونده نیز معرفی کرده است.

اراکلیوس، در *De coloribus et artibus Romanorum* فرآیند ساخت لاک طلایی به نام ائورپیتروم با حرارت دادن مخلوطی از «روغن بذر کتان، پوست درخت، مر، آلونه، صندل یا کهربا» را توصیف می‌کند (Merrifield 1967a: 114). ویژگی مشترک این است که روغن خشک شونده به صورت یک ماده استفاده نمی‌شود بلکه مخلوط با رزین‌ها و صمغ‌های گیاهی همراه است. یکی از دلایلی که چرا تجزیه و تحلیل مواد آلی در نقاشی‌های دیواری بامیان به یافته‌های روشنی منجر نشده است، ممکن است ناشی از استفاده همزمان از انواع مواد آلی باشد (Taniguchi et al. 2022).

ارجاع به روغن خشک شونده نه تنها به عنوان یک لاک طلایی، در متون مختلف اروپای قرون وسطی، از جمله *Coloribus et artibus Romanorum* و همچنین *De diversis artibus* اثر تئوفیلوس (قرن ۱۱-۱۲) به عنوان یک پیوند دهنده برای نقاشی نیز می‌تواند باشد. (Nicolaus 1979 [1985]). نمونه دیگری در *Il libro dell'arte* توسط سینینی (Thompson 1960) یافت می‌شود که نحوه تهیه روغن بذر کتان، مخلوط کردن رنگدانه‌ها با روغن بذر کتان و استفاده از لعاب بر پایه روغن روی مزاج تخم مرغ را برای پایان دادن به نقاشی شرح می‌دهد. با این حال، هیچ نمونه شناخته شده‌ای از متون آسیایی که استفاده از روغن خشک شونده در نقاشی را توصیف کند، وجود ندارد. برخی از متون مرتبط دیگر عبارتند از چیتره سوتره هندی، که از «جوشانده پوست حیوانات (چسب پوست حیوانات) [یا] رزین درخت باکولا»

³⁰⁶ Giorgio Vasari

³⁰⁷ Aetius Amidenus

³⁰⁸ Codex Lucensis

(فصل ۴۰، آیه ۲۹) به عنوان ماده‌ای برای چسباندن رنگدانه‌ها یاد می‌کند (پیوست I را ببینید). مشخص نیست که درخت بکره به چه چیزی اشاره دارد، اما صمغ به دست آمده از آن ممکن است صمغ گیاهی باشد. همچنین اشاره‌هایی به روغن کنجد و روغن گلرنگ به عنوان مواد آلی وجود دارد که می‌توان آنها را هنگام زمینه و حجم دهنده دیوارها اضافه کرد، اما از آنجایی که این روغن‌ها خشک نمی‌شوند اکسیده و پلیمریزه نمی‌شوند تا پوششی تشکیل دهند.

با این حال، در نواحی قرون وسطایی ایران و آسیا، این واقعیت که روغن را می‌توان با خرد کردن گردو به دست آورد، از دیرباز شناخته شده است، همانطور که با اشاره به «روغن گردو» در سینو ایرانیکا^{۳۰۹} نشان داده شده است (Laufer 1967: 266-267). این روغن به ویژه برای استفاده از آن به عنوان روغن چراغ و روغن پخت و پز شناخته می‌شود اما در رابطه با نقاشی مورد بحث قرار نمی‌گیرد. گردو، که در زبان چینی به هلو «هو» معروف است، در بیشتر مناطق ایران امروزی و آسیای مرکزی به‌طور وحشی رشد می‌کند. به همین ترتیب، کتان و خشخاش گیاهانی بودند که به راحتی در آسیای مرکزی و هند رشد می‌کردند. معلوم نیست که آیا این روش استفاده از روغن خشک شونده در آسیای جنوبی و مرکزی در خارج از بامیان وجود داشته است یا خیر؟ زیرا تنها چند آنالیز شیمیایی انجام شده است. با این حال، برخی از آثار باستانی در میان گنجینه‌های غربی در مخزن شوزوین^{۳۱۰} در نارا، ژاپن، با استفاده از روغن خشک شونده ساخته شده‌اند که در بخش بعدی مورد بحث قرار خواهد گرفت.

عدم استفاده از روغن خشک شونده به عنوان یک پیوند دهنده در سوتره‌های آسیای جنوبی به این معنی نیست که روغن خشک در جهان آسیایی استفاده نشده است زیرا مواد خام برای روغن خشک شونده، مانند پریلا یا تونگ، در آسیای مرکزی و جنوبی موجود بود. در حال حاضر هیچ مدرکی وجود ندارد که فنون رنگ روغن نقاشی‌های دیواری بامیان را مستقیماً با روغن‌های خشک مورد استفاده در هنرهای یونانی و رومی و پزشکی مرتبط کند. با این حال، تحقیقات آینده و تجزیه و تحلیل نقاشی‌های دیواری، مصنوعات و ساختمان‌های چوبی از کشمیر، لاداخ و حوضه تاریک باید پیوندهای مثبتی را بین تکنیک‌ها در منطقه شمال هند و جاهای دیگر نشان دهد. معمولاً سطوح نقاشی‌های روغنی اولیه اروپایی به دلیل کم‌آبی و انقباض، سفت و ترک خورده به نظر می‌رسد. اگرچه شکاف‌های مشابهی در نقاشی‌های بامیان دیده می‌شود، اما لایه‌های رنگ تا حدودی نرم‌تر هستند. به نظر می‌رسد ساختار چند لایه آنها حاوی رزین و چسب از آنها در برابر تغییر شکل فیزیکی در لایه‌های رنگ محافظت می‌کند. در این صورت به نظر می‌رسد که این دانش و فن به اروپای قرون وسطی منتقل نشده است.

۴.۴ همبستگی با سبک مغاره

۴.۴.۱ میتسودائه و یوشوکو

در میان گنجینه‌های شوزوین گروهی از آثار باستانی به نام میتسودائه^{۳۱۱} وجود دارد. این اصطلاح اکنون معمولاً برای اشاره به اشیایی که با مخلوطی از روغن و رنگدانه رنگ‌آمیزی شده‌اند استفاده می‌شود، اما منشا مفهوم یا نام آن مشخص نیست. تحقیقات امروزی در مورد میتسودائه مدیون کارهای پیشگامی است که بین سالهای ۱۹۵۰ و ۱۹۵۳ توسط روکورو اوئه مورا^{۳۱۲}، تسوتومو کامدا^{۳۱۳}، کوئیچی میمورا^{۳۱۴}، دایتسو کیتامارا^{۳۱۵}، کازوئو یاماساکی^{۳۱۶} و دیگر متخصصان لاک و شیمیدانان با استفاده از بررسی ادبیات و تجزیه و تحلیل شیمیایی انجام شد. علاوه بر این، معبد تاماموشی نو زوشی^{۳۱۷} (سینه لاک‌ی تزئین شده با اژدها و ببر) در شوزوین توسط گنروکو ماتسودا^{۳۱۸}، جو آکادا^{۳۱۹}، صبرو میزوگوچی^{۳۲۰}، دایتسو کیتامورا^{۳۲۱}، هیروکازو آراکاوا^{۳۲۲}، شین‌رویو سکین^{۳۲۳} در ۱۹۷۰ و با استفاده از نور فرابنفش مورد بررسی قرار گرفت (Matsuda 1975). این مطالعات بسیار مهم هستند زیرا احتمالاً تنها مطالعات جامع شوزوین میتسودائه با استفاده از روش‌های تاریخی و

³⁰⁹ Sino-Iranica

³¹⁰ Shōsōin

³¹¹ Mitsuda-e

³¹² Rokuro Uemura

³¹³ Tsutomu Kameda

³¹⁴ Koichi Kimura

³¹⁵ Daitso Kitamura

³¹⁶ Kazuo Yamasaki

³¹⁷ Tamamushi-no-zushi

³¹⁸ Gonroku Matsuda

³¹⁹ Jō Okada

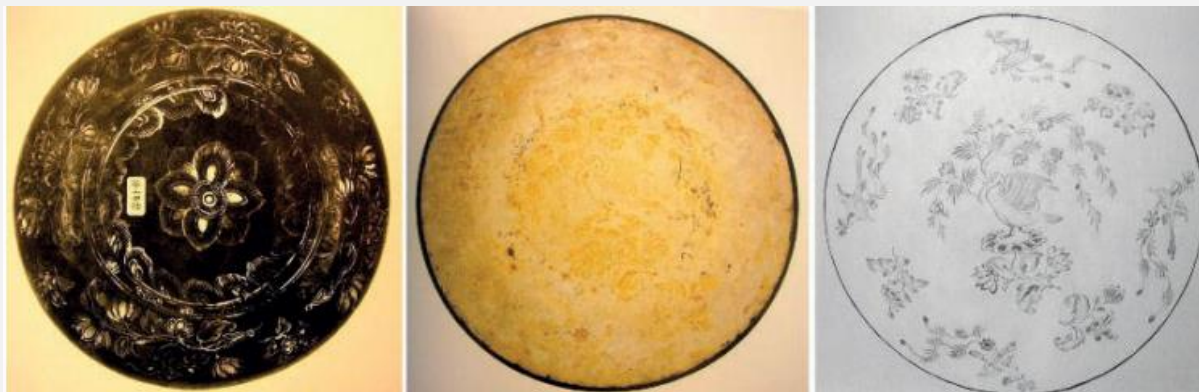
³²⁰ Saburō Mizoguchi

³²¹ Daitso Kitamura

³²² Hirokazu Arakawa

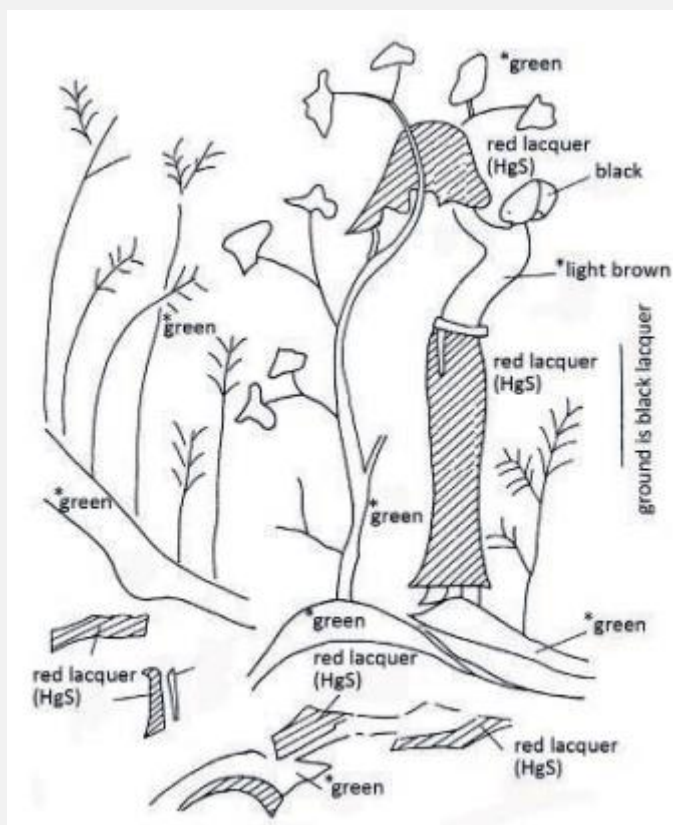
³²³ Shinryu Sekine

علمی هستند. با توجه به تحقیقات اوئه مورا نام "میتسودائه" ممکن است بر اساس دانش مصنوعات قرن ۱۹ استفاده شده باشد، یعنی شباهت‌های بین برخی از گنجینه‌های شوزوین و میتسودائه، که با مخلوط کردن مونوکسید سرب (PbO) ساخته شده‌اند (Uemura et al.)



تصویر ۴.۱۵: گنجینه شوزوین، سینی میتسودا ئه (شماره ۱۴)
(after Nara National Museum 2007)

(1954a,b). این قطعات لاک‌ی در اصل با مخلوط کردن روغن پریلا^{۳۲۴} و رنگدانه‌ها به جای لاک ساخته شده‌اند. پودر زرد میتسودا سو^{۳۲۵} هنگامی که به روغن پریلا اضافه می‌شود به عنوان یک خشک شونده عمل می‌کند. در حین جوشاندن مخلوط، پودر اکسید سرب در روغن حل می‌شود و به سرعت خشک و جامد می‌شود. روش جوشاندن روغن تونگ یا پریلا با میتسودا سو در اوایل سال ۱۶۶۰ در بویوزاپیتسو^{۳۲۶}



به تفصیل شرح داده شد (Uemura et al. 1954a). از این اسناد، اوئه مورا نتیجه می‌گیرد که از پایان دوره ادو^{۳۲۷} تا آغاز دوره میجی^{۳۲۸} (۱۸۶۸ – ۱۹۱۲)، صنایع دستی با استفاده از روغن حاوی میتسودا سو به عنوان میتسودائه شناخته می‌شود. تاداشی سکینو^{۳۲۹} میتسودا را نوعی نقاشی لاک‌ی توصیف کرد که در آن طرح‌های تصویری از گل‌ها، گیاهان و حیوانات با استفاده از مخلوطی از روغن، میتسودا سو (به‌عنوان ماده‌ی سبک‌آور^{۳۳۰}) و رنگدانه‌هایی مانند سرخالو، مینیوم، روی سطح لاک‌ی اعمال می‌شود. هم‌چنان وی اشاره می‌کند؛ اخرا و مالاکییت از دوره آشوکا به بعد ظاهر شده است (Sekino 1947). او هم‌چنین ثبت کرد که در دو طرف درب تاجیبانا فوجین نجیبوتسو زوشی^{۳۳۱} (نوعی مینیاتوری ژاپنی) در معبد هوریو جی^{۳۳۲}، و هم‌چنین در گنجینه مجموعه‌های شوزوین و تودای جی^{۳۳۳} یافت می‌شود. با این حال، سکینو

تصویر ۴.۱۶: داستان خود شیفتگی شاهزاده ساتورا برای ببر، نقاشی بر روی تاماموشی (تاماموشی نو زوشی) در معبد هوریو جی رنگ‌های منعکس شده زیر نور پرتوی فرابنفش نشان داده شده است

³²⁴ Perilla
³²⁵ Mitsuda-sou
³²⁶ Buryozappitsu
³²⁷ Edo
³²⁸ Meiji
³²⁹ Tadashi Sekino
³³⁰ Siccative
³³¹ Tachibana fujin nenjibutsu zushi
³³² Hōryū-ji
³³³ Tōdai-ji

در آن زمان ابزاری برای تعیین نوع دقیق مواد به کار رفته در گنجینه‌های شوزوین و یا استفاده از روغن خشک شونده یا میتسودا سو نداشت، بنابراین او احتمالاً نکات فوق را بر اساس شباهت‌های ظاهری با موارد اولیه میتسودانه مدرن استدلال می‌کند. علاوه بر این، اوته مورا همچنین تکنیک استفاده از روغن رنگی را بر روی سطوح رنگ شده یا فلزی، به نام یوشوکو^{۳۳۴} (رنگ روغن) مورد بررسی قرار داد. یوشوکو یک تکنیک نقاشی است که در آن یک هنرمند یک لایه روغن شفاف را روی لاک سیاه یا یک سطح رنگ شده اعمال می‌کند. این سبک از امپراتوری تانگ (۷۱۰-۷۹۴) به ژاپن معرفی شد و گفته می‌شود که با کاجوزای یوشوکوباکو^{۳۳۵} (جعبه لاک) با پوشش روغنی با طرح گل و پرند (در معبد تودای جی نمونه‌ای از آن بود. اوته مورا فرض کرد که تکنیک یوشوکو شامل استفاده از روغن بی‌رنگ یا رنگی است. او اشاره کرد که حداقل در دوره نارا (۷۱۰-۷۹۴)، ممکن است دو تکنیک اصلی وجود داشته باشد - نقاشی رنگ روغن و رنگدانه - یا به عبارت متفاوت، تکنیک میتسودای قرن ۱۹ از ادبیات و یوشوکو، که شامل اعمال یک لایه روغن فقط روی سطح است (Uemura 1954a). هوسویون یوشیدا^{۳۳۶} در توصیف موفقیت خود در تکرار تکنیک میتسودانه بیان می‌کند که این در واقع یک تکنیک نقاشی رنگ روغن است که رنگدانه‌ها و روغن تونگ را با هم مخلوط می‌کند (Yamauchi 1946). ماتسودا (۱۹۷۵) یک شکل از نقاشی‌های روغن اولیه ژاپن را به نام تویو ماک^{۳۳۷} با نمونه‌ای که در پانل‌های دروازه یومی مون متعلق به دوران ادو در معبد نیکو توشوگو (قرن هفدهم تا هجدهم) یافت می‌شود، توصیف می‌کند. با این حال، تصور می‌شود که این تکنیک رنگ روغن ریشه در نفوذ غرب دارد که از طریق فعالیت‌های مبلغان عیسوی^{۳۳۸} و فرانسیسکن^{۳۳۹} انجام می‌شود. مکتب نقاشان کانو متعلق به فرانسیسکن‌ها به روی شوگونات توکوناگا^{۳۴۰} که نقاشی‌های رنگ روغن و فنون آنها را از خارج وارد می‌کردند بسته شد (Nakau 2019). بنابراین این تکنیک باید جدا از تکنیک میتسودانه در نظر گرفته شود.

۴.۴.۲ میتسودا سو به عنوان تسریع کننده خشک شدن و خشک کننده^{۳۴۱}

اصطلاح ژاپنی میتسودا سو به پودر زرد کم رنگ با ترکیب شیمیایی مونوکسید سرب اشاره دارد. ممکن است به عنوان یک ماده معدنی طبیعی به دست آمده باشد یا احتمالاً با اکسید کردن سرب تولید شده باشد، همانطور که در سنتز سرب قرمز انجام می‌شود. دو نوع اکسید سرب وجود دارد: نوع α چهار ضلعی و نوع β ارتورومبیک^{۳۴۲} که به ترتیب به عنوان لیتارژ (مرداسنگ) و ماسیکو شناخته می‌شوند. هر دو به عنوان رنگدانه استفاده شده‌اند، اگرچه تاریخچه آنها به عنوان رنگدانه تا حد زیادی ناشناخته است (Eastaugh et al. 2004). توجه به این نکته ضروری است که استفاده از میتسودا سو - نه تنها به عنوان رنگدانه، بلکه به عنوان یک ماده ضد روغن - ممکن است این احتمال را مطرح کند که «روغن خشک شونده» و «میتسودا سو» ممکن است در جهان ایران به همین دلیل منشأ گرفته باشند.

این روش به دلیل واکنش پذیری بالایی که دارد، وقتی مونوکسید سرب به روغن‌های خشک شونده با اسیدهای چرب غیراشباع اضافه می‌شود و حرارت داده می‌شود، روغن صابونی می‌شود و یک صابون سرب تشکیل می‌دهد. علاوه بر این، فرآیند تشکیل یک پوشش روغنی خشک شونده را تسریع می‌کند. به همین دلیل، ترکیبات سرب مانند میتسودا سو تا همین اواخر به عنوان تسریع کننده خشک شونده (سیکاتیو، خشک شونده) در رنگ‌ها و جوهرهای روغنی استفاده می‌شد، جدای از استفاده از آنها به عنوان رنگدانه‌های زرد که به راحتی رنگ را تغییر می‌دهند. به دلیل مقدار کمی سرب مورد نیاز برای اثر سیکاسیتی و به دلیل واکنش پذیری بالا با روغن، سرب بسته به نسبت به روغن پخته شده را به طور قابل توجهی رنگ نمی‌کند. شایان ذکر است که نام پودر مونوکسید سرب زرد در چین و ژاپن باستان با نام «میتسودا سو» کلمه‌ای با منشأ فارسی شناخته می‌شد. به باور لاوفر^{۳۴۳}، محقق در مطالعات آسیایی که مطالعه تطبیقی واژگان چینی و ایرانی را انجام داد، کلمه «mirdāsaṅ» (معادل mitsuda-sou) تا زمان سلسله تانگ پدیدار نشده است. با این حال، اصطلاح (m'it (m'ir)-'mirdāsaṅ' همان (mut(mur)-ta-saṅ) (Zhèng lèi běn cǎo) (مردا سنگ است. سو گونگ^{۳۴۴}، گردآورنده کتاب درسی سلسله تانگ چینی مواد دارویی^{۳۴۵}، بیان می‌کند که هر دو اصطلاح «密陀» و «没多» «از واژگان ایرانی هستند و به شکل دندان‌های اژدها [شبيه] هستند، اما

³³⁴ Yūshoku

³³⁵ Kachosaieyūshokubako

³³⁶ Hōsyūn Yoshida

³³⁷ Tōyū-makie

³³⁸ Jesuit

³³⁹ Franciscan

³⁴⁰ Tokunaga shogunate

³⁴¹ Siccative

³⁴² Orthorhombic

³⁴³ Laufer

³⁴⁴ Su Gong

³⁴⁵ Material Medica

قوی تر و سنگین تر هستند». او همچنین مشاهده می کند که برخی از میتسودا سوها سفید با تاج‌های سنگی هستند، مانند آنهایی که روی مرمر یونان^{۳۴۶} یافت می‌شوند (Laufer 1967: 508-509). علاوه بر این، با توجه به گفته‌های سو سانگ در دوره سلسله سونگ (۹۶۰-۱۲۷۹)، میتسودا سو در کارخانه‌های ریخته‌گری نقره و مس گوان گدونگ و فوجیان^{۳۴۷} نیز یافت می‌شود. کتاب بن کائو یان بی^{۳۴۸} بیان می کند که بهترین آنها کسانی هستند که رنگشان شبیه طلا باشد (Laufer 1967: 508-509). این پودر همچنین به عنوان خشک شونده رنگ‌های روغنی و به عنوان ماده‌ای در پمادها برای درمان زخم‌های ناشی از سلاح‌های فلزی استفاده می‌شد (Schafer 1985: 220).

۴.۴.۳ تکنیک نقاشی رنگ روغن گنجینه‌های شوزوین و تاماموشی زوشی معبد هوریوجی

همانطور که قبلاً ذکر شد، دانشمندان ژاپنی کازوئو یاماساکی، روکو رو اوئه مورا و همکارانشان در دهه ۱۹۵۰ تحقیقات علمی بر روی گنجینه‌های شوزوین انجام دادند. آنها ۲۷ شی شوزوین را با هدف شناسایی تکنیک‌ها و مواد ساخت آنها برای بهره‌مندی از دانش تاریخی هنر، دارویی و علمی مورد بررسی قرار دادند (Uemura et al. 1954a,b; Yamasaki 1999). در این میان، داروساز، کیمورا کویچی^{۳۴۹}، وجود روغن‌ها در مصنوعات شوزوین را بر اساس این واقعیت تأیید کرد که مواد آلی تابش‌های متفاوتی را زیر نور فرابنفش منتشر می‌کنند. به عنوان مثال، چسب حیوانی با تابش آبی-سفید قوی، روغن پریلا با تابش زرد و لاک، رزین حیوانی، با تابش قوی نارنجی آشکار می‌شود. شیمیدان کازوئو یاماساکی تجزیه و تحلیل طیف سنجی را بر روی بخشی از یک طومار سوتره (معروف به طومارهای مخزن شوگوزو)^{۳۵۰} متعلق به سال ۷۶۸ میلادی انجام داد و تجزیه و تحلیل وجود سرب در روغن آن را تأیید کرد. یاماساکی (۱۹۹۹) پیشنهاد می‌کند که میتسودا سو به عنوان یک تسریع کننده خشک شدن در تهیه این روغن عمل می‌کند. ناروسه و لیدا (۲۰۰۵) با استفاده از تجزیه و تحلیل XRD و XRF آزمایش مشابهی را از همان طومارها انجام دادند. رنگ‌های سفید، قرمز و سبز که با پوشش روغنی پوشانده شده‌اند، روی شفت‌های طومارها دیده می‌شود. رنگدانه‌های سفید مبتنی بر سرب (سفیداب سرب)، مانند کربنات سرب و هیدروکسید کلرید سرب، در قسمت سفید شفت‌ها که به عنوان "میتسودای سفید"^{۳۵۱} شناخته می‌شود، شناسایی شد. به طور مشابه، رنگدانه‌های قرمز ساخته شده از اکسید آهن و مینیوم در قسمت قرمز شفت‌ها که به نام میتسودای قرمز شناخته می‌شود، نیز شناسایی شد (Yamasaki 1999). سرب همچنین در مناطقی که توسط رنگدانه‌های قرمز آهنی رنگ شده بود، شناسایی شد. عناصر مالاکیت و سرب در مناطق سبز وجود داشت. این یافته‌ها از این فرضیه حمایت می‌کنند که سرب در نواحی اکسید آهن قرمز و مناطق سبز به عنوان خشک شونده به روغن اضافه شده است. هنگامی که سفیداب سرب یا مینیوم به عنوان رنگدانه استفاده می‌شود، به دلیل وجود سرب در خود رنگدانه، تشخیص اینکه آیا سرب سیکاتیو استفاده شده است یا خیر، دشوارتر است. بنابراین، اگر سرب در جایی که روغن و اجزای مبتنی بر آهن یا مس استفاده شده است تشخیص داده شود، باید در روغن وجود داشته باشد. این شواهد مهمی است زیرا نظرسنجی توسط یاماساکی و همکاران نشان می‌دهد روغن شامل خشک‌کن‌های مبتنی بر سرب است. از پیشرفته‌ترین روش‌های تحلیلی موجود در دهه ۱۹۵۰ استفاده می‌کرد، اما محدودیت‌های روش شناختی در تعیین انواع روغن وجود داشت، بنابراین مشخص نیست روغن شناسایی شده در اینجا روغن پریلا، روغن تونگ یا نوع کاملاً متفاوت روغن خشک شونده است. همچنین مشخص نیست که آیا سرب موجود در روغن از میتسودا سو می‌آید یا از ترکیب سرب دیگری مانند سفیداب سرب یا قرمز سرب. تمایز ما بین میتسودائه و یوشوکو در اینجا بر اساس واکنش‌های تابش فرابنفش است که دارای شباهت‌هایی با روغن و تشخیص عنصر سرب (معمولاً توسط SEM-EDS) و همچنین یک قضاوت کلی در پرتو اسناد تاریخی و تحقیقات آرشئولوژی است. مدت‌ها پیش‌بینی می‌شد که تأیید دقیق‌تر شیمیایی انجام شود، اما تجزیه و تحلیل مواد آلی به دلیل نیاز به نمونه‌هایی که با ترجیح جریان اصلی فعلی برای تجزیه و تحلیل غیر مخرب در تضاد است، دشوار است. بررسی یاماساکی و همکارانش از ۲۷ شیء نشان داد که ۷ شیء با استفاده از تکنیکی مشابه میتسودای مدرن اولیه ساخته شده‌اند که در آن از روغن و رنگدانه برای ساختن رنگ استفاده شده است. علاوه بر این، ۱۷ قطعه مشخص شد که با روغن یا روغن با لاک نقاشی شده بودند، تکنیکی که به نام یوشوکو شناخته می‌شود. این ۱۷ قطعه و چند قطعه شامل سینی میتسودائه^{۳۵۲} است که در انبار جنوبی مخزن شوزوین نگهداری می‌شوند. آنها به سبک سلسله تانگ از نظر شمایل‌نگاری از جمله

³⁴⁶ Yunnan

³⁴⁷ Guangdong and Fujian

³⁴⁸ Ben cao yan yi

³⁴⁹ Kimura Koichi

³⁵⁰ Jingo-Keiun ni-nen Gogankyo

³⁵¹ white mitsuda

³⁵² Mitsuda-e Tray

چهره‌های زیر درختان اعدام شده‌اند. گمان می‌رود که چرخ پرتاب شده و از چوب زلکوا^{۳۵۳} شکل گرفته باشد، سپس داخل و خارج آن با لاک سیاه پوشانده شده است. پس از لاک، سفیداب سرب به داخل اعمال شده و با رنگدانه زرد رنگ‌آمیزی می‌شد، سپس با یک پوشش نازک مبتنی بر روغن پوشانده می‌گردید. در سطح بیرونی، چهار قطعه با روغن خمیر شده در رنگدانه با استفاده از تکنیک میتسودائه نقاشی شده‌اند، درحالی که بقیه با تکنیک یوشوکو (تصویر ۴۰۱۵) نقاشی شده‌اند (Nara National Museum 2007).

با توجه به مشاهدات استاد لاک‌ی هوشون یوشیدا^{۳۵۴}، تفاوت در قلم مو و وجود یا عدم وجود پوشش پارچه‌ای را در نقش‌های این ۱۷ قطعه سینی میتسودای نشان می‌دهد که ممکن است آنها توسط یک صنعتگر (یوشیدا) ساخته نشده باشند. بنابراین، می‌توان گفت که هر دو تکنیک به طور انتخابی با توجه به استفاده مورد نظر و فنون ترجیحی هنرمند اتخاذ شده‌اند. یاماساکی همچنین داستان ایثار شاهزاده ساتوا به بیر^{۳۵۵} را که روی صندلی معبد تاماموشی و معبد هوریو جی، با استفاده از نور فرابنفش نقاشی شده بود، بررسی کرد (Yamasaki 1985, 1999). رنگ‌های قرمز، سبز و زرد (تغییر به قهوه‌ای روشن) روی زمینه لاک‌ی مشکی رنگ شده است (تصویر ۴۰۱۶). مناطق سبز و زرد موضعی را نشان می‌دهند. فرض بر این است که مناطق تابش با نوعی مخلوط روغن و رنگدانه رنگ‌آمیزی شده است. رنگ‌های معبد تاماموشی بسیار شبیه به نقاشی‌های میتسودائه در گنجینه‌های شوزوین است. شباهت دیگر بین این دو این است که قبل از رنگ‌آمیزی تزئینات روی ظرف چوبی، یک لاک سیاه مستقیماً روی ظرف چوبی زده می‌شد.

بر اساس این نتایج، اوته مورا پیشنهاد کرد که نام میتسودائه که برای گنجینه‌های شوزوین استفاده می‌شود مناسب نیست، زیرا میتسودا سو احتمالاً فقط در اوایل دوره مدرن استفاده می‌شده است. او همچنین تاکید کرد که استفاده از رنگ روغن مهمتر از استفاده یا عدم استفاده از تسریع کننده خشک شونده میتسودا سو است. بنابراین، او به این نتیجه رسید که بهتر است این تکنیک را یوشوکو نسبت دهد (Uemura et al. 1954a,b). اوته مورا و همکارانش بر اساس نتایج تحقیقات خود در مورد معبد تاماموشی و قطعات سینی میتسودا وجود اولین نقاشی‌های رنگ روغن آسیای شرقی را تأیید کردند که قدیمی‌تر از نقاشی‌های غرب هستند. در نهایت، آنها منشأ استفاده از روغن‌ها را به تکنیک سفال سیاه نقاشی با مخلوط روغن و کربن، همانطور که در سلسله‌های شانگ، کین و هان چین دیده می‌شود، ردیابی می‌کنند. در یو فو ژو^{۳۵۶} از کتاب هان متأخر (۲۵-۲۲۰ میلادی) و کتاب جین^{۳۵۷} به روغن قرمز، روغن سبز، روغن آبی و سایر رنگ‌های روغن اشاره شده است که نشان می‌دهد میتسودا و یوشوکو منشأ آن‌ها چین باستان هستند. (Uemura et al. 1954a). میتسودا سو در چین ساخته شد تا به عنوان خشک شونده در روغن خشک شونده استفاده شود. از آنجا که نام چینی آن برگردانی از زبان فارسی است، احتمالاً در دوره آشوکا، یا حداقل قبل از دوره نارا، همراه با اشیاء واقعی مانند گنجینه‌های شوزوین به ژاپن معرفی شده است. درحالی که این تکنیک‌ها قطعاً فنون رنگ‌آمیزی هستند، زیرا از رنگدانه‌های مخلوط با روغن خشک شونده به عنوان رنگ استفاده می‌کنند، اما آنها فقط موضعی هستند و ساختار پایه روغن خشک شونده یا رنگ‌آمیزی لایه‌ای را ندارند. از این حیث می‌توان آنها را از فنون رنگ روغن موجود در بامیان و اروپای پس از قرون وسطی متمایز کرد.

۴.۴.۴ تکنیک رنگ روغن بامیان، تکنیک مکا و میتسودا

استفاده از روغن خشک شونده در بسیاری از تکنیک‌ها از جمله تکنیک رنگ روغن بامیان رایج است. در این فصل توضیح داده شد، تکنیک میتسودا یا یوشوکو که به ژاپن معرفی شد، تکنیک نقاشی رنگ روغن که در شمال اروپا منتشر شد، و فونونی که از مواد آلی مخلوط با روغن خشک شونده برای نقاشی استفاده می‌کنند، همانطور که در متون یونانی و رومی در مورد روش‌های ساخت دیده می‌شود. لاک طلایی علیرغم شباهت‌هایی که در استفاده از آنها وجود دارد، هیچ مدرکی دال بر ارتباط مستقیم بین آنها وجود ندارد.

یک رزین زرد شفاف، شبیه کندر، بر روی برخی از ورق‌های قلعه در سقف مغاره N(a) یافت شده است که جلوه‌ای طلایی ایجاد می‌کند که باعث درخشش الگوها و تصاویر می‌شود. مقایسه این تکنیک تزئینی با تکنیک مکا تأیید می‌کند که هر دو شامل استفاده از یک ماده زرد یا قرمز رنگ ساخته شده از رزین یا روغن طبیعی، همراه با برخی مواد آلی، روی ورق قلعه هستند تا ظاهر ورق طلا را ایجاد کنند. همانطور که در بالا ذکر شد، کدکس لوسنسیس^{۳۵۸} قرن هشتم حاوی اولین شواهد این تکنیک در نظر گرفته شد، اما حتی اشارات قدیمی‌تری در مورد

³⁵³ Zelkova wood

³⁵⁴ Lacquer master Hoshun Yoshida

³⁵⁵ Story of Prince Sattva's Self-Sacrifice to Tiger

³⁵⁶ Yu fu zhi

³⁵⁷ Jin

³⁵⁸ Codex Lucensis

استفاده از روغن خشک شونده به عنوان یک لایه محافظ وجود دارد، مانند شانزده کتاب پزشکی توسط پزشک یونانی آیتئوس آمیدنوس³⁵⁹ او در این متن استفاده از موم زنبور عسل را در نقاشی انکوستیک³⁶⁰ به عنوان بستر پیونده دهنده و روغن گردو را به عنوان لایه‌ای محافظ بر روی ورق طلا توصیف می‌کند. فنون نقاشی رنگ روغن بامیان شباهت آشکاری به شیوه‌های هنری مدیترانه‌ای در استفاده از روغن گردو و ورق قلع نشان می‌دهد. با این حال، روغن مورد استفاده در هنرهای آسیای شرقی احتمالاً روغن پریلا یا روغن تونگ بود، نه روغن دانه کتان، گردو یا دانه خشخاش. علاوه بر این، انواع روغن‌های خشک شونده که معمولاً در آسیای شرقی استفاده می‌شوند، به دلیل کمبود آنالیز GC-MS روی این مواد تا به امروز، هنوز شناسایی نشده‌اند. بنابراین مقایسه مستقیم با نمونه‌های مدیترانه و آسیای مرکزی امکان پذیر نیست. یک تفاوت کلیدی در تکنیک‌ها در مناطق مختلف جغرافیایی را می‌توان در نحوه رنگ‌آمیزی گنجینه‌های شوزوین، مانند زیارتگاه تاماموشی و سینی میتسودا، بر روی یک پایه لاک سیاه مشاهده کرد که بسیار متفاوت از زمین مشخصه سفیداب سرب است. در نقاشی‌های دیواری بامیان منشا تکنیک لاک سیاه را می‌توان در سرزمین اصلی چین جستجو کرد، همانطور که در رنگ‌آمیزی جنگجویان سفالی و آینه‌های برنزی دیده می‌شود. تفاوت دیگر در روش نقاشی رنگ روغن در میتسودا است. یعنی در میتسودا، رنگدانه‌ها با روغن خشک شونده مخلوط می‌شوند و به عنوان رنگی استفاده می‌شود که فقط در موارد خاص استفاده می‌شود.

مکان‌های محدود، درحالی که هر دو تکنیک بامیان و اروپای پس از قرون وسطی شامل استفاده از لایه‌های متناوب از روغن خشک شونده و رنگ است که بر روی یک سطح اعمال می‌شود. در عین حال، هم در نقاشی دیواری بامیان و هم میتسودا مخلوطی از روغن خشک و رنگدانه برای ساختن رنگ استفاده می‌شود. روغن خشک شونده همچنین به عنوان چسب (مواد) برای ورق قلع کاربرد داشت و با سفیداب سرب به عنوان بخشی از زمینه سفید مخلوط می‌شد، همانطور که در الگوی حیوانی در سقف مغاره N(a) دیده می‌شود.

در لایه‌های دیگر رنگ آمیزی سفیداب سرب با رنگدانه‌های دیگر (آتاکامیت و غیره) مخلوط می‌شد. رنگدانه‌های مبتنی بر سرب نیز در نقاشی‌های میتسودا استفاده می‌شود، مانند سفیداب سرب برای مناطق سفید و مینوم برای رنگ‌های قرمز. در نقاشی میتسودا نه از مقدار کمی ماسیکو (اکسید سرب) یا مقداری ماده سرب به عنوان خشک روغن استفاده می‌شود. فرآیند تولید روغن میتسودا نه شامل افزودن مقدار کمی از میتسودا سو (اکسید سرب) به روغن خشک، گرم کردن آن و سپس فیلتر کردن روغن است. بنابراین تعیین منشا سرب در روغن دشوار است زیرا اغلب هیچ ذره‌ای از اکسید سرب پس از گرم شدن آن باقی نمی‌ماند (Cotte et al. 2006b).

اگرچه هیچ داده‌ای وجود ندارد که به طور قطعی استفاده از خشک کننده سرب در روغن را در نقاشی‌های دیواری بامیان نشان دهد، زیرا مقدار زیادی سرب در روغن وجود دارد. علاوه بر این، وجود صابون‌های سربی که در آن روغن یافت می‌شود نیز قابل توجه است. با این حال، از آنجایی که بیشتر نقاشی‌های رنگ روغن با استفاده از سفیداب سرب یا مینوم ساخته شده‌اند، مشخص نیست که آیا صابون سرب حاصل مخلوط کردن سفیداب سرب با روغن خشک شونده است یا روغن حرارتی با میتسودا سو. هنگامی که سفیداب سرب یا قرمز سرب به عنوان رنگدانه استفاده می‌شود، تشخیص اینکه آیا سرب از میتسودا سو گرفته شده است یا خیر، دشوار است. همچنین مشخص نیست که آیا استفاده از سفیداب سرب یا قرمز نیاز به افزودن میتسودا سو به روغن را نفی می‌کند، زیرا اینها نیز عملکرد روغن خشک شونده را دارند. چه سرب در نقاشی‌های دیواری بامیان از سفیداب سربی گرفته شده باشد و چه مینوم، یا در نتیجه افزودن عمدی خشک‌کن‌هایی مانند میتسودا سو، رنگ‌های روغنی مورد استفاده در بامیان برای نقاشی بسیار مناسب هستند زیرا به آسانی سخت می‌شوند.

یکی از ویژگی‌های دیگر استفاده از سفیداب سرب در لایه‌های زمینه و رنگ‌آمیزی آن است که هنگام مخلوط کردن سفیداب سرب با روغن برای ایجاد رنگ، تنها مقدار کمی روغن مورد نیاز است. این به این دلیل است که برخلاف رنگدانه‌های سفید مبتنی بر کلسیم مانند آهک یا گچ، سفیداب سرب ظرفیت جذب روغن کمی دارد. حتی اگر آهک یا گچ با روغن مخلوط شود، شفاف به نظر می‌رسد و به دلیل ضریب شکست خود مانند یک رنگدانه سفید عمل نمی‌کند. سفیداب سرب نیز مزیتی در چسبیدن پوشش آن دارد. با توجه به این صفات مادی، ترکیبی از سفیداب سرب و روغن خشک شونده در رنگ‌آمیزی یک انتخاب اجتناب ناپذیر بود. استفاده از صابون‌های سرب در آسیای مرکزی، شرقی یا جنوبی یافت شده است، اما مطالعات کمی از روش‌های تحلیلی لازم برای شناسایی این ترکیبات استفاده کرده‌اند. تجزیه و تحلیل جدید از مناطق اطراف مفید خواهد بود.

³⁵⁹ Aetius Amidenus

³⁶⁰ Encaustic

همانطور که در بالا ذکر شد، بارزترین اشتراک بین نقاشی‌های دیواری بامیان و میتسوداته موجود در گنجینه‌های شوزوین استفاده از روغن خشک شونده و رنگدانه‌های مبتنی بر سرب مانند سفیداب سرب و سرب قرمز است که هر دو ترکیبات معدنی هستند که از واکنش در سرب فلزی به دست می‌آیند. پالایش این ترکیبات معدنی، همراه با استفاده از روغن‌های خشک‌کن، منجر به توسعه فنون مربوط به رنگ‌آمیزی آنها گردید. در عین حال، استفاده از روغن گردو و ورق قلع رنگی شباهت‌هایی با شیوه‌های مدیترانه‌ای وجود دارد. همه این نمونه‌ها به قرن ششم و هشتم برمی‌گردند، بنابراین نمی‌توان با قطعیت گفت که کدام تکنیک نقاشی رنگ روغن قدیمی‌ترین است. عمل اختلاط روغن‌های گیاهی با رنگدانه‌های مبتنی بر سرب به‌طور مصنوعی، هر روغنی را قادر می‌سازد تا به روغن «خشک شونده» تبدیل شود و در نتیجه این تکنیک از نظر مادی قابل اجرا باشد.

تاریخچه استفاده از روغن‌های خشک شونده برای اهداف دارویی و استفاده از سفیداب سرب نشان می‌دهد که این اعمال را می‌توان در دنیای مدیترانه ردیابی کرد. با این حال، غنای مواد آلی و استفاده از ساختارهای چندلایه، همانطور که در نقاشی‌های دیواری بامیان دیده می‌شود، بدون استفاده از مصالح و فنون شمال هند و جهان ایران محقق نمی‌شد. ادبیات قبلی در مورد تولید روغن‌های گیاهی کوچای در کوچا با استفاده از دانه‌های ناشناخته (ملیوکوتائو)³⁶¹ بحث کرده است که می‌تواند روغن بچینگ جوت³⁶² باشد، اما نه روغن کنجد (Ching 377-366, 167-166, 159-158, 105-102: 2017)، اما مواد نقاشی با استفاده از روغن خشک شونده در متون تاریخی شناسایی نشده است. تحقیقات کمی در مورد این تاریخچه نقاشی انجام شده است و شواهدی برای حمایت یا تضعیف این نظریه‌ها در مورد منشاء جغرافیایی هنوز یافت نشده است. همچنین هیچ مدرکی دال بر نقاشی رنگ روغن در ایران، جایی که روغن خشک شونده از آنجا منشأ گرفته است، وجود ندارد. بنابراین، جستجوی ریشه‌های مادی و فنی نقاشی رنگ روغن در سراسر قاره‌های اوراسیا و آفریقا چالشی بلندپروازانه است که باید به آن پرداخته شود.

۴.۵ رابطه با بودیسم

متأسفانه، سوابق تانگ بزرگ شوان‌زانگ در مناطق غربی (تبلیغ ۶۴۶) هیچ چیز خاصی در مورد چگونگی ساخت معابد یا نقاشی‌های دیواری بامیان ذکر نکرده است. با این حال، او «تصویر ایستاده بودا» را که تصور می‌شود بودای غول‌پیکر غربی است، و «تصویر ایستاده بودا ساکیامونی ساخته‌شده از برنج»، احتمالاً بودای غول‌پیکر شرقی (Kuwayama 2002: 154) را توصیف می‌کند. (به فصل ۳، بخش ۳.۵ مراجعه نمایید). با این حال، ظاهراً هر دو شکل از سنگ تراشیده شده و سپس با افزودن یک خمیر ضخیم به نمای بیرونی، که سپس شکل داده شده و رنگ آمیزی شده است، جزییات داده شده است. بودای غول‌پیکر غربی قرمز و بودای غول‌پیکر شرقی قرمز، آبی و زرد رنگ آمیزی شد. با این حال، خوان‌زانگ در متن خود بیان کرد که بودای غول‌پیکر غربی طلایی و بودای غول‌پیکر شرقی یک برنز ریخته‌شده بود. با این وجود، سوابق حاکی از آن است که بامیان جایی بوده است که تاجران مرتباً از آنجا عبور می‌کردند، و پادشاه و اشراف، با الهام از ایمان عمیق خود به بودیسم تراوادا³⁶³، از ثروت به‌دست‌آمده از تجارت برای اهدای کمک به راهبان استفاده می‌کردند. به احتمال زیاد آنها از ثروت خود برای ساختن معابد و صومعه‌ها، استخدام صنعتگران برای نقاشی آثار بودایی در بامیان و تهیه مواد برای نقاشی‌های دیواری استفاده می‌کردند.

همچنین، هوئی چائو در حوالی ۷۲۶-۷۲۷ پس از میلاد از بامیان بازدید کرد و گزارش خود را در کتاب سوابق سفر در پنج منطقه هندی وانگ وو-تیانژوگو ژوان³⁶⁴، به ثبت رساند و اساس یکی از اسناد دون‌هوانگ (Kuwayama 1998: 51-52; Yang et al. 1984) گذاشت. با این حال، پادشاه بامیان در آن زمان یک بودایی «هو» یا ایرانی تبار³⁶⁵ بود و حتی ۱۰۰ سال پس از بازدید شوان‌زانگ، صومعه‌ها و معابد بسیاری باقی ماندند که نشان می‌دهد بودیسم در آنجا شکوفا شده است. قابل توجه است که روایت هوئی چائو به وجود بودیسم تراوادا و ماهایانا اشاره می‌کند. این احتمال را افزایش می‌دهد که ممکن است صنعتگران متعددی در همان شهر بودایی، با ریشه‌ها و پیشینه‌های متفاوت از مکاتب و فرقه‌های مختلف بودایی وجود داشته باشند. تجزیه و تحلیل تا به امروز وجود حداقل سه مرحله نقاشی دیواری در بامیان و دو نوع تکنیک بسیار متفاوت نقاشی را آشکار کرده است.

³⁶¹ Mlyokotau

³⁶² Jute batching oil

³⁶³ Theravada Buddhism

³⁶⁴ Wang Wu-Tianzhuguo Zhuan

³⁶⁵ 'Hu' or of Iranian descent

مرحله اولیه در قرن ۵ و ۶ آغاز می‌شود، زمانی که مغاره‌های بودایی برای اولین بار در بامیان ایجاد شد. صنعتگران تحت تأثیر هنر یونان و روم و امپراتوری ساسانی نقاشی‌های دیواری را در طاقچه اطراف بودای غول پیکر شرقی تولید کردند. همانطور که در مغاره‌های C، M و J مشاهده می‌شود، این تمایل وجود داشت که سطح ناهموار زمینه همانطور که هست، بدون پرداخت باقی بماند. همبستگی بین فنون نقاشی که در این زمان در بامیان و در هند مانند آجانتا استفاده می‌شد مشخص نیست. فنون سلسله گوپتا طیف گسترده‌ای از مواد آلی را در ایجاد سطوح دیوار و تولید طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها به کار می‌برد.

مقایسه نقاشی‌های دیواری ساسانی با دیوارهای بامیان دشوار است زیرا نمونه‌های کمی از نقاشی‌های دیواری در ایران وجود دارد. با این حال، برخی از نقوش در نقاشی‌های دیواری بامیان، مانند گرد مروارید، شبیه نقوش ساسانی به نظر می‌رسد. معدود نقاشی‌های دیواری ساسانی که امروزه داریم، مانند نقاشی‌های کوه خواجه، خطوط پویا قوی را نشان می‌دهند که بسیار متفاوت از خطوط ظریف و سیم‌آهنی نقاشی‌های دیواری بامیان است. مطالعات اندکی در مورد مصالح به کار رفته در نقاشی دیواری ایران وجود دارد که امروزه بسیار ناشناخته است، اما احتمالاً از تکنیک سکو و طیف محدودی از رنگ‌های اخراپی برای نقاشی استفاده شده است. نقوش خاکی نقاشی‌های دیواری ساسانی شبیه نقاشی‌های مرحله اول بامیان است که سطح آن صاف نبوده، بلکه به سبک روستایی نقاشی شده است. روشن نیست که چگونه بودیسم در این مرحله اول به مناطق پیرامونی بامیان گسترش یافت، اما ممکن است که ظهور اقلیت‌هایی مانند هفتالی‌ها و سقوط گندهارا کاتالیزورهای اصلی باشند.

بعداً، در مرحله دوم، به نظر می‌رسد نقاشی‌های دیواری تأثیرات متنوعی از فرهنگ‌ها و مناطق مختلف مانند گوپتا، گندهارا، ساسانیان، آسیای مرکزی و حوضه تاریخ را نشان می‌دهند، همانطور که در طاقچه اطراف بودای غول پیکر غربی و مغاره H دیده می‌شود. به ویژه، آنها به شدت منعکس کننده سبک هنر گوپتای متأخر هستند که احیای روح هندو در هند بود. در نقاشی‌های دیواری این دوره نیز از گچ به عنوان زمینه سفید و پیوند دهنده محلول در آب از پروتئین‌ها و صمغ‌های گیاهی استفاده شده است. هیچ تفاوت قابل توجهی در مواد یا تکنیک بین دو سبک نقاشی وجود ندارد. نقاشی‌های دیواری اواخر گوپتا با نقاشی‌های دیواری بامیان از مرحله دوم به بعد اشتراکات زیادی دارند، مانند توجه به تصویرهای سه بعدی و الگوهای طومارهای برگ‌دار که با حیوانات در هم آمیخته شده‌اند.

بیشتر آثار موجود در پاکستان، به ویژه در منطقه گندهارا، به شکل مجسمه‌های سنگی و گچ کاری با نمونه‌های کمی از نقاشی‌های دیواری است. به نظر می‌رسد کسانی که پیدا شده‌اند از روش سکو شبیه به آجانتا به جای بامیان استفاده کرده‌اند. از سوی دیگر، نقاشی‌های دیواری سغدی در آسیای مرکزی در زمینه مذهبی مانند معبد بودایی نقاشی نشده‌اند، بنابراین مقایسه مستقیم با نقاشی‌های دیواری بامیان نیاز به احتیاط دارد. با این حال، چندین تکنیک یادآور فنونی است که در فاز اول و دوم بامیان یافت می‌شود، همانطور که در طاقچه‌های بودای غول پیکر و مغاره‌های اطراف بودای غول پیکر شرقی دیده می‌شود. اینها شامل یکنواختی رنگها، استفاده از نقوش ساسانی، خطوط سیم آهنی، استفاده از گچ به عنوان لایه زمینه سفید و اعمال یک لایه سیاه در زیر لایه آبی لاجورد است.

منطقه حوض تاریخ همچنین دارای نقاشی‌های دیواری است که شباهت‌هایی با فنون مورد استفاده در فاز دوم، سوم و چهارم بامیان مانند خطوط سیم‌آهن دارد. به طور خاص، این را می‌توان در بناهای بودایی در جاده تیانشان جنوبی و نقاشی‌های دیواری اطراف کوچا، مانند آنهایی که در قزل، قزل‌گها و سیمسیم مشاهده کرد. نقاشی‌های دیواری بامیان در این دوره نشان‌دهنده ارتباط فنی و مادی با آسیای مرکزی و منطقه اطراف حوضه تاریخ، از جمله با امپراتوری ساسانی و سغد است. این مرحله دوم مصادف با ۶۳۰ میلادی است که گفته می‌شود خوان‌زانگ از بامیان بازدید کرده است. طبق گزارش او در سوابق تانگ بزرگ در مناطق غربی، چندین هزار راهب بودایی در بامیان وجود داشتند که در ده‌ها صومعه به مطالعه لوکوتاروادا یا تراوادا پرداختند (Kuwayama 1987: 20). در بیوگرافی استاد تری‌پیتاکا از صومعه بزرگ سیئن^{۳۶۶} سلسله تانگ نیز اشاره شده است که راهبان ماهاساگیکاوینیا^{۳۶۷} در بامیان اقامت داشتند (Nagasawa 1988: 81). به نظر می‌رسد که حداقل رابطه‌ای بین فرقه و انتخاب موضوع وجود داشته باشد، اما برای تأیید این موضوع، تحلیل شمایل‌نگارانه دقیق‌تری لازم است. با پیشرفت این دوره از اواسط قرن هفتم تا قرن هشتم، نقوش خدایان و شاهزادگان خورشید یونان و روم در لباس آسیای مرکزی ناپدید شدند. سپس در مرحله سوم، گروهی از نقاشی‌های دیواری با شباهت‌هایی در خطوط و ترکیب‌بندی‌های بودای نشسته پدیدار شد که در مغاره‌های بامیان B(d) و F(c) و مغاره‌های فولادی و ککرک دیده می‌شود.

³⁶⁶ Great Ci'en Monastery

³⁶⁷ Mahāsāṃghikāvinaya

جدول ۴.۴ فازهای نقاشی دیواری، زمینه و پیوند دهنده

فاز	تاریخ	لایه زمینه و پیوند دهنده	مغاره‌ها
فاز اول	اواخر قرن پنجم الی قرن ششم	زمینه گچ و محلول آب	EGB, Caves J(b), J(d), J(g), M
فاز دوم	اوایل قرن ششم الی نیمه قرن هفتم	زمینه گچ و محلول آب	C(a), C(b), D1, S(a), A, H(a), WGB
فاز سوم	نیمه قرن هفتم الی اواخر قرن هشتم	زمینه گچ و محلول آب سفیداب سرب همراه روغن خشک	E, K3, I B(d), F(c), N(a), S(a), L, Foladi Caves 4, 6, Kakrak Cave

نکته: این تاریخ‌گذاری بر اساس کربن ۱۴ است که توسط دانشگاه ناگویا (ناکومورا ۲۰۰۶) انجام شده است. هرچند تاریخ‌گذاری تاریخ و تاریخ و هنر اوایل بامیان از موضوعات بحث برانگیز می‌باشد.

نقاشی‌های دیواری این مرحله سوم با معرفی فنون رنگ‌آمیزی و همانطور که در فاز دوم یافت شد، استفاده از پیوند دهنده‌های محلول در آب، مشترک با نقاشی‌های دیواری آسیای مرکزی، مشخص می‌شوند. این نقاشی‌های دیواری همچنین دارای سقف‌های لترندیک مربع‌طاق، زمینه‌های سفیداب سرب، ساختارهای چندلایه و استفاده از ورقه‌های فلزی (تکنیک مکا) هستند. آنها همچنین با ترکیب‌بندی ماندالا مانند با ترتیب هزار بودا، قلم مو بسیار دقیق و استفاده از رنگ‌های غنی مشخص می‌شوند. اعتقاد بر این است که این هنرمندانی که بوداهای نشسته را در ترکیب‌بندی‌های بسیار رنگارنگ ماندالا نقاشی می‌کردند، در سراسر دره بامیان و دره‌های اطراف آن سفر کردند تا دانش خود را در مورد تکنیک‌ها و مواد نقاشی سازه‌های چوبی به صومعه‌های مغاره در مقیاس کوچک ارائه دهند.

نقاشی‌های بامیان از این دوران به شدت با نقاشی‌های اواخر امپراتوری گوپتا، که توسط چیتره سوتره نمایش داده می‌شد، متفاوت است، که از روغن‌های خشک شونده گیاهی مانند دانه خشخاش یا گردو استفاده نمی‌کرد. در عوض، نقاشی‌های اواخر سلسله گوپتا از رنگ‌هایی مانند آبرنگ استفاده می‌کردند و بنابراین به نظر نمی‌رسد که ارتباطی با نقاشی رنگ روغن داشته باشند. با این حال، دشوار است که بگوییم این صنعتگرانی که چنین نقاشی‌های دیواری نفیس ماندالایی را کشیده‌اند، از کجا آمده‌اند، زیرا هیچ نمونه واضح دیگری از کار آنها وجود ندارد. به عنوان مثال، نقاشی‌های دیواری اطراف ختن در امتداد گذرگاه جنوب غربی به عنوان پیوندی بین هنر ساسانی، کشمیر و بودیسم تبتی و فنون اواخر سلسله گوپتا در نظر گرفته می‌شود. با نگاهی دوباره به سوابق معاصر، هوئی چائو، که در حدود سال‌های ۷۲۶ یا ۷۲۷ پس از میلاد از بامیان بازدید کرد، در گزارش سفرهای وانگ وو-تیانژوگو ژوان ژوان از سفرهای در پنج منطقه هندی نوشت علی‌رغم اینکه زبان در بامیان منزوی شده است اما دو مکتب بودایی، ماهایانا و هینایانا، و «قوانین عرفی مشابه» وجود داشت. به کسانی که در کاپیسا هستند (Kuwayama 2002: 157). جالب اینجاست که پادشاه بامیان در آن زمان از نژاد هو یا ایرانی بود. بودیسم تراوادا تحت سلسله کوشان در کشمیر و احتمالاً لاداخ شکوفا شده بود (Devers 2020)^{۳۶۸}. بودیسم از شمال هند در قرن هفتم به تبت معرفی شد. اولین پادشاه تبت، سونگتسن گامپو^{۳۶۹} (۶۴۹-۵۸۱)، بودیسم را با دعوت از راهبان بودایی از هند معرفی کرد. با این حال، در آن زمان، بودیسم باطنی در شمال هند رو به رشد بود، بنابراین به طور طبیعی راهبان هندی که او دعوت کرده بود نیز باطنی بودند. بودیسم تبتی احتمالاً به شدت تحت تأثیر بودیسم ماهایانا بود.

نقاشی‌های دیواری فاز سوم بامیان دارای ویژگی‌های مشترکی مانند استفاده از سفیداب سرب و روغن خشک شونده، رنگ‌آمیزی مدرج، ساختارهای چندلایه، سقف‌های لترندیک و استفاده از ترکیب‌بندی‌های ماندالا هستند. این صفات با سنت‌های بامیان پیشین بسیار متفاوت است و همچنین با سنت‌های آسیای میانه، هند، حوضه تاریخیم و جهان ایرانی متفاوت است. همانطور که کلیمبورگ-سالتر^{۳۷۰} اشاره می‌کند، آنها ممکن است به ظهور هنر شاهی از شمال غربی هند در دامنه‌های هندوکش مربوط باشند (Klimburg-Salter 1989: 138). ما دقیقاً نمی‌دانیم که هوئی چائو چه نوع بودیسمی دیده است: ماهایانا یا تراوادا. با این حال، ممکن است طرح‌های هزار بودایی که او در سقف‌های لترندیک بامیان مشاهده کرده باشد و برایش شبیه بودایی باطنی باشد. شواهد قطعی از شمایل‌نگاری باطنی یا عناصر دیگر در نقاشی‌های دیواری یا متون مقدس بامیان وجود ندارد. با این حال، با آموختن بیشتر در مورد بودیسم در بامیان، مواد به کار رفته در این نقاشی‌های دیواری و خاستگاه فنون نقاشی رنگ روغن روشن‌تر خواهد شد.

^{۳۶۸} حداقل از دوران پس از کوشان‌ها احتمالاً در کشمیر نیز تمرین می‌شد. در این مقاله، دیورز (Devers) بقایای باستان‌شناسی صومعه‌های بودایی از نوع ویهارا را در منطقه لاداخ سفلی مدرن (پوریگ) و زنگسکار (بخشی از لاداخ مدرن) تحلیل کرد. تاریخ خرابه‌ها را می‌توان به دوره کوشان نسبت داد.

^{۳۶۹} Songtsen Gampo

^{۳۷۰} Klimburg-Salter/

فصل پنجم

نتیجه گیری

این مطالعه در ابتدا به عنوان بخشی از یک تلاش فوری برای حفظ نقاشی‌های دیواری بامیان به دنبال آسیب و سرقت راه اندازی شد. در طول بررسی اینکه کدام روش‌ها و لوازم ممکن است مناسب‌ترین روش برای تمیز کردن و تقویت نقاشی‌های دیواری باشد، اولویت داده شد که شناسایی مواد اولیه و فنون مورد استفاده برای ایجاد آنها ضروری شد. شرایط محلی حمل یک طیف‌سنج XRF قابل حمل و سایر تجهیزات برای آنالیز آبی را غیرعملی کرد، بنابراین تصمیم گرفتیم حدود ۳۰۰ میکرونمونه را برای تجزیه و تحلیل در آزمایشگاه‌های ژاپن، اروپا و ایالات متحده جمع‌آوری کنیم. با استفاده از هر چه بیشتر روش‌های علمی مختلف، متوجه شدیم که نقاشی‌های دیواری بامیان با استفاده از رنگ‌های متنوع و فنون بسیار پیچیده خلق شده‌اند. مجموعه بسیار کوچکی از قطعات اطلاعات ارزشمند زیادی را در زمانی که محوطه‌های باستانی در معرض خطر نابودی انسانی قرار داشتند، ارائه می‌کرد. آنها همچنین زمینه‌ای برای بازسازی هویت فرهنگی در افغانستان را فراهم کردند. با این حال، اطلاعات به‌دست‌آمده از نمونه‌ها به قدری حجیم است که تجزیه و تحلیل همه آن‌ها به سال‌ها زمان نیاز دارند. نقاشی‌های دیواری از مواد موجود در منطقه مانند آهک برای نقاشی‌های دیواری و خاک برای دیوارها ساخته شده‌اند. رنگ‌های اعمال شده بر روی دیوارها - ترکیبی از مواد، تکنیک‌ها و مهارت‌ها - هم به صورت محلی و هم در مسیرهای تجاری منتقل می‌شدند. ایده‌های هنری، مهارت‌ها و مواد نقاشی در نقاشی‌های دیواری که توسط شبکه‌ای متحرک از صنعتگران حرفه‌ای مانند ابوشی یا راهبان بودایی که در نقاشی تخصص داشتند و دیگران در سراسر منطقه پخش می‌شدند، مشهود بود. این نشان دهنده پیشینه فنی است که کمی با پیشینه عبادت‌کنندگان فرقه‌ها و یا قبایل مذهبی متفاوت است.

برای این مطالعه، ما یک بررسی جامع از نقاشی‌های دیواری بودایی از چهار مجموعه مغاره در دره بامیان با استفاده از روش‌های تحلیلی طراحی شده برای روشن کردن مواد نقاشی و فنون ساخت مورد استفاده انجام دادیم. در طول این تحقیق، یافته‌های خود را از منظری مورد بحث قرار داده‌ایم که مبادلات چند وجهی را که در طول زمان بین شرق و غرب صورت گرفته است، آشکار می‌سازد. تعداد نقاشی‌های دیواری بودایی بامیان در طی یک دوره تقریباً ۵۰۰ ساله افزایش یافت. با این حال، صومعه‌های مغاره آن در مقاطع زمانی مختلف تحت تأثیر تغییرات بودیسم و پویایی‌های مختلف تجارت و مبادله شکل گرفتند. بنابراین، تعجبی نداشت که تکنیک‌ها و شیوه‌های غالب نیز تغییر کردند. قدمت نقاشی‌های دیواری بامیان با استفاده از ترکیبی از تاریخ‌گذاری رادیوکربن و تجزیه و تحلیل سبک‌های فنی و مواد مورد استفاده انجام شده است. ما متوجه شدیم که نقاشی‌های دیواری بامیان بین قرن پنجم تا اواخر قرن نهم خلق شده‌اند، گستره‌ای که می‌توان آن را به چهار مرحله تقسیم کرد. مرحله اول، از قرن پنجم تا اواخر قرن ششم، شامل نقاشی‌های دیواری در طاقچه اطراف بودای غول پیکر شرقی است که توسط صنعتگران متأثر از هنرهای هلنیستی، رومی و ساسانی ساخته شده است. اگر تصاویر در طاقچه اطراف بودای غول پیکر شرقی به نوعی با مراسم افتتاحیه بودای غول پیکر مرتبط باشد، بسیار مهم هستند. مرحله دوم با ترکیبی از تأثیرات مناطق مختلف مشخص شد. مرحله سوم، بین اواسط قرن هفتم و اواخر قرن هشتم، شاهد ناپدید شدن ضربات قلم موی جسورانه خدایان خورشید یونان و روم و لباس شاهزادگان آسیای مرکزی، و ظهور گروه‌های متفاوتی از هنرمندان بود که در این زمان بوداهای نشسته را با استفاده از سبک ماندالا با ضربه‌های قلم مو ظریف و رنگ‌های زنده نقاشی می‌کردند. مرحله چهارم تا پایان قرن نهم ادامه یافت و در آن زمان تعداد نقاشی‌های دیواری به شدت کاهش یافت. ما نشان داده‌ایم که از قرن پنجم، زمانی که معابد بودایی برای اولین بار در بامیان تأسیس شد، انواع نقاشی‌های دیواری و معابد مغاره پدیدار شد و تحت تأثیر تأثیرات مختلف سلسله ساسانی شکل گرفت که شامل تکنیک‌ها و شیوه‌های مربوط به نواحی اطراف تاریخیم، حوضه و غرب، مرکز و جنوب آسیا بود.

در بررسی تکنیک‌ها و مواد، تغییرات منطقه‌ای زیادی را در طول زمان مشاهده کردیم. با این حال، هیچ سند مکتوبی از فنون نقاشی در بامیان یا حوضه تاریخیم وجود ندارد و بدون چنین متون تاریخی که روش‌ها یا فنون آن زمان را توصیف می‌کند، اثبات چگونگی تولید آثار نقاشان و صنعتگران دشوار است. از این رو، برای آشنایی بیشتر با تکنیک‌ها و مواد به کار رفته، به متون کلاسیک در مورد روش‌های نقاشی در جهان مدیترانه، جنوب آسیا و مناطق اطراف آن اشاره کردیم و در عین حال تجزیه و تحلیل متریال مستقیم و جامعی از نقاشی‌های دیواری واقعی انجام دادیم. ما مطالعات قبلی را معرفی کردیم، فنون مورد استفاده در ایجاد نقاشی‌های دیواری در سراسر آسیای مرکزی را مورد بحث قرار دادیم و تجزیه و تحلیل‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های جمع‌آوری شده از بامیان را انجام دادیم. تاریخ‌گذاری رادیوکربن نقاشی‌های دیواری و تحلیل مقایسه‌ای سبک‌های مغاره انجام شد. برای تجزیه و تحلیل فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های کوچک گرفته‌شده از نقاشی‌های دیواری، با استفاده از ترکیبی از فنون تحلیلی مختلف، امکان شناسایی اجزای آلی و غیر آلی وجود داشت. به طور خاص، SR- μ XRF، SR- μ XRD و SR- μ FTIR ارزیابی مناطق کوچک و در نتیجه، تجزیه و تحلیل لایه به لایه رنگ‌هایی را که در لایه‌های بسیار نازک تنها چند

میکرومتر قرار دارند، امکان پذیر می‌سازند. علاوه بر این، استفاده از GC-MS و LC-MS و همچنین روش‌های تجزیه و تحلیل مواد آلی را تقویت کرد و امکان شناسایی انواع خاصی از مواد پیوند دهنده‌های حیوانی را فراهم کرد. هدف ما استخراج هر چه بیشتر اطلاعات با استفاده از به روزترین روش‌های موجود در زمینه علم میراث فرهنگی بود (Taniguchi et al. 2022).

بر اساس یافته‌هایمان، شجره‌نامه‌ای از نقاشی‌های دیواری بامیان در هر دوره ایجاد کردیم. نتایج نشان می‌دهد که تکنیک‌ها و مواد مورد استفاده منعکس کننده دو نوع اصلی فناوری هستند. اولین مورد شامل استفاده از گچ سفید با چسب محلول در آب مانند چسب حیوانی یا صمغ‌های گیاهی است. نقاشی‌های دیواری که این ویژگی را در خود جای داده‌اند شامل رنگ‌های ساده دنیای مدیترانه، دوره ساسانیان، سعدی، منطقه حوضه تاریخ و اواخر سلسله گوپتا است. این شامل چند رنگی‌های بودای غول پیکر و نقاشی‌های دیواری روی صخره اصلی بامیان است. نوع دوم شامل استفاده از یک زمینه سفید ساخته شده از سفیداب سرب و روغن خشک شونده تا حدی صابونی شده به عنوان یک پیوند دهنده، با ترکیبات سبک ماندالا است. اینها در مغاره‌های صخره‌ای در دره‌های فولادی، ککرک و قول جلال و همچنین در صخره اصلی بامیان نقاشی شده‌اند. جالب توجه است، فازهای معدنی سفیداب سرب در داخل لایه‌ها متفاوت است. ما به شناسایی یک سفیداب سرب غیرمعمول - هیدروسیروسیست و سوسانیت - اشاره کردیم و اینکه گاهی اوقات در یک نقاشی اما در لایه‌ای متفاوت با سفیداب سرب هیدروسیروسیست/سیروسیست استاندارد مرتبط است. این مطالعه برای اولین بار وجود نقاشی‌های دیواری بودایی را تأیید کرد که دارای زمینه‌های سفید ساخته شده از سفیداب سرب و روغن‌های خشک شونده به عنوان پیوند دهنده است. همچنین دریافت که روغن خشک شونده، با ترکیبی شبیه به روغن گردو یا دانه خشخاش، تا حدی به صابون‌های سرب تبدیل شده است. نوع دوم نقاشی‌های دیواری با استفاده از فنون بسیار پیچیده برای اعمال رنگ، مانند ساخت لایه‌هایی از مواد آلی مختلف (رزین‌های طبیعی، صمغ‌های گیاهی، پروتئین‌ها و غیره) و استفاده از روغن خشک به عنوان پیوند دهنده، اجرا شد. این تکنیک چند لایه بر اساس اصل متفاوتی از ترکیب رنگدانه‌های سایه‌های مختلف است و رنگ‌های پیچیده‌تری را تولید می‌کند. اولین ظهور این تکنیک رنگ روغن در بامیان در اواسط قرن هفتم می‌باشد، بنابراین این نقاشی‌های دیواری آسیای مرکزی بر روی گچ خاکی نشان دهنده قدیمی‌ترین نمونه‌های نقاشی رنگ روغن در جهان است. ما همچنین چگونگی و چرایی ظهور تاریخی نقاشی‌های رنگ روغن بامیان را با جمع‌آوری اطلاعات در مورد ترکیب، مکان و سبک سقف بررسی کردیم.

مشخصه بسیاری از نقاشی‌ها ارتباط آن‌ها با سقف‌های لترندیک با طاق‌های مربعی است که نشان می‌دهد آن‌ها در سبک مغاره «متفاوت» احتمالاً با تقلید از ساختار چوبی قرار گرفته‌اند. رابطه بین تکنیک رنگ روغن و پوشش روغن ساختمان‌های چوبی در آسیا و جاهای دیگر یکی از جنبه‌های تاریخ معماری است که باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. چه چیزی پشت ظهور طبیعت هنری منحصر به فرد مغاره‌ها در اواسط قرن هفتم با فنون نقاشی رنگ روغن و سقف‌های لترندیک نهفته است؟ نقاشی‌های دیواری بامیان به عنوان «ریشه در آمیزه‌ای از بودیسم هندوایرانی، بودیسم باطنی و عناصر هندو که تحت قدرت سلسله کوشانی ساسانی و خاقانات ترک غربی شکل گرفته است» تعبیر شده است (Yasuda 2020). علاوه بر تأثیرات آسیای جنوبی، آسیای مرکزی و ایران، هجوم بودیسم با عناصر باطنی اولیه از شمال هند، مانند کشمیر، از اواسط قرن هفتم به بعد، ممکن است بر این دوره تأثیر داشته باشد. نقاشی‌های دیواری بودایی (از جمله سقف) در لاداخ و کشمیر و سازه‌های چوبی نقاشی شده مانند معابد بودایی در مناطق کوهستانی را می‌توان به عنوان نمونه‌های قابل مقایسه در آینده مورد مطالعه قرار داد. به منظور آزمایش نظریه ما و روشن شدن منشأ تکنیک رنگ روغن، نیازمند تحقیقات بیشتر ضروری است. ما بر این باوریم که نقاشی‌های دیوار رنگ روغن شناسایی شده در این مطالعه، نتیجه استفاده تصادفی از روغن خشک به عنوان پیوند دهنده نیست.

نقاشی‌های دیواری بامیان را می‌توان از دیگر نقاشی‌های دیواری بودایی با مواد و فنون نقاشی متمایز کرد. ساختار پیچیده چند لایه و استفاده از انواع مواد آلی شبیه به فنون نقاشی موجود در نقاشی‌های قرون وسطایی اروپای شمالی از قرن دوازدهم به بعد است. ما معتقدیم که این یک یادآور قوی از همبستگی بین خاستگاه نقاشی رنگ روغن است که با شباهت‌های تصادفی قابل توضیح نیست. فنون آسیای مرکزی، شمال هند و مناطق اروپای قرون وسطی احتمالاً همدیگر را تولید کرده‌اند. با این حال، هم در دنیای مدیترانه و هم در اروپا، هیچ نمونه‌ای از خشک شونده نقاشی‌های روغنی با ساختار چند لایه که قدمت آن به اواسط قرن هفتم می‌رسد، وجود ندارد، اگرچه روغن خشک شونده در روم و مصر باستان در لوازم آرایشی، دارویی و نقاشی استفاده می‌شد. کشتی‌های چوبی منشا نقاشی رنگ روغن در منطقه اروپا در حال حاضر مشخص نیست، زیرا تحلیل‌های کمی از نقاشی‌های پیش از قرون وسطی انجام شده است. شاید لازم باشد شکل‌گیری تکنیک‌ها و مصالح نقاشی در اروپای قرون وسطی را با نگاهی به آسیای مرکزی، شمال هند و جهان ایران بررسی کنیم. با نگاهی به شرق، فنون نقاشی را با استفاده از روغن خشک شونده در گنجینه‌های شوزوین در شرق آسیا مطالعه کردیم. تصور می‌شود یکی از فنون رنگ‌آمیزی که برای

نقاشی مصنوعات استفاده می‌شود، به نام میتسودا^{۳۷۱} که در اشیایی که توسط بازرگانان سغدی، احتمالاً از جهان ایران، از طریق جاده ابریشم به شرق آسیا آورده شده است، استفاده شده است. گنجینه‌های شوزوین در ژاپن یکی از این نمونه‌های شناخته شده است که اصطلاح میتسودا^{۳۷۱} به مربوط به دنیای ایرانی مرداسنگ^{۳۷۱} (مونوکسید سرب) است که به عنوان خشک شونده روغن استفاده می‌شود. با این حال، ماده‌ای که به آن اشاره می‌شود ناشناخته است زیرا تا کنون، تجزیه و تحلیل‌های شیمیایی کمی از مصنوعات میتسودا^{۳۷۱} در دسترس است، که مقایسه را غیرممکن می‌کند.

می‌خواهیم فرض کنیم که فنون نقاشی رنگ روغن هم به سمت غرب و هم به سمت شرق از آسیای مرکزی، شمال هند و جهان ایران منتقل شده است، اما برای نشان دادن تجربی این موضوع، نیاز به تحقیقات بیشتری در مورد تکنیک‌ها و مصالح نقاشی همان دوره در سراسر مدیترانه، لاداخ، کشمیر، شمال هند، آسیای مرکزی، غرب چین و مناطق اطراف آن داریم. انباشت چنین تحقیقاتی ممکن است منجر به درک جدیدی از منشأ و تبارشناسی فنون نقاشی رنگ روغن به‌ویژه در مورد مکان و چگونگی ظهور و گسترش این تکنیک‌ها و شیوه‌ها شود. این مطالعه اولین مطالعه‌ای است که روغن خشک شونده را در نقاشی‌های دیواری بودایی از آسیای مرکزی تشخیص می‌دهد. علاوه بر این، مجموعه‌ای از تحلیل‌های جامع امکان ارائه تصویری جامع از نحوه ساختار این نقاشی‌های دیواری را فراهم کرده است. نقاشی‌های رنگ روغن بامیان نه تنها از روغن خشک شونده به‌عنوان پیوند دهنده استفاده می‌کردند، بلکه شامل استفاده پیچیده از مواد آلی مختلف، مانند رزین‌ها، صمغ‌های گیاهی و پروتئین‌ها به‌عنوان چسب حیوانی/کازئین، در لایه‌های متعددی بود که شامل لعاب و حجم دهنده‌بندی می‌شد. استفاده از سفیداب سرب، یک ماده سفید فرآوری شده مصنوعی ساخته شده از سرب، همراه با روغن خشک شونده، موفق به دستیابی به رنگ سفید متمایز شد و همچنین به دلیل نقش سفیداب سرب به عنوان عامل خشک شونده، روغن خشک شونده به سرعت پلیمریزه شد. تکنیک اعمال رزین طبیعی بر روی ورق قلع برای تقلید از ورق طلا نیز بسیار شبیه به تکنیک "مکا" قرون وسطایی است. این شباهت‌ها در مواد و تکنیک‌ها بیش از حد تصادفی یا ابتدایی هستند — آنها از نظر تاریخی شواهد مهمی از همبستگی مثبت بین آسیای مرکزی و اروپای شمالی قرون وسطی هستند، جایی که زمانی تصور می‌شد نقاشی‌های رنگ روغن از آنجا سرچشمه گرفته‌اند. این کشف نشان می‌دهد که تاریخچه نقاشی رنگ روغن را می‌توان در طول یک هزار سال، حداقل تا اواسط قرن هفتم در آسیای مرکزی دنبال کرد. به‌ویژه، این واقعیت که این تکنیک در زمینه بودایی در آسیای مرکزی به کار گرفته شد، سوالات جدیدی را برای تاریخ هنر، باستان‌شناسی و تاریخ ایجاد می‌کند.

پیوست اول: چیتره سوتره^{۳۷۲}

فصل ۲۷: س. کرامریش، ۱۹۲۸، ویشنودهارموتارا^{۳۷۳}

(قسمت سوم): رساله‌ای در مورد نقاشی و تصویرسازی هندی، کلکته، انتشارات دانشگاه کلکته

فصل ۴۰ و [] بخش: سیوارامورتی، ۱۹۷۸،

چیترا سوتره ویشنودارموتارا^{۳۷۴}، دهلی نو،

انتشارات کانک

قسمت سوم، فصل ۲۷، آیات ۷-۲۶.

(اوه)^{۳۷۵} پادشاه، اکنون در مورد تهیه رنگ‌های اصلی با شما صحبت خواهیم کرد. (اوه) بهترین پادشاهان، پنج رنگ اصلی وجود دارد، یعنی سفید (شوتا)، قرمز (راکتا)، زرد (پیتا)، سیاه (کرشنا) و سبز (هاریت). برشمردن رنگهای مختلف در این جهان (که از ترکیب دو یا سه رنگ اصلی) و از طریق ابداع حالت‌ها یا شرایط مختلف (یعنی سایه‌ها یا رنگ‌ها) تولید می‌شوند، غیرممکن خواهد بود. ای بهترین پادشاهان، اکنون در مورد تقسیم بندی تیره (شیاما) و سفید (رنگ‌های روشن) (گاورا) با شما صحبت خواهیم کرد که به دلیل مناسب بودن زیاد برای مخلوط شدن رنگ‌های مختلف این جهان که از رنگ دوگانه همه توضیح داده شده است (یعنی سایه روشن و تیره هر رنگ). در میان اینها (رنگ‌ها) سفید (یعنی سایه روشن) باید پنج قسم و تیره دوازده قسم باشد. روشن (طلایی)، روشن (سفید)، سفید دندان، صندل خالص سفید^{۳۷۶}، سفید ابری پاییزی^{۳۷۷}، و سفید مهتابی پاییزی^{۳۷۸} این پنج به طور سنتی سفید پنج برابر (سایه روشن) نامیده می‌شوند.

(انواع شیاما)^{۳۷۹} باید: قرمز مایل به تیره، مودگا^{۳۸۰} (قهوه ای) تیره، دوروا اسپروت^{۳۸۱} (سبز) تیره و تیره مایل به خاکستری نیز، (اوه) شاه، مایل به قهوه‌ای تیره و توپاز تیره، پریانگو کریپر^{۳۸۲} تیره و تیره میمونی باشد. سپس نیلوفر آبی (نیلوتپالا)^{۳۸۳} تیره و آبی مانند پرنده نیولاکانتا^{۳۸۴} و نیلوفر آبی بنفش (راکتوتپالا)^{۳۸۵} تیره و تاریک ابری می‌آیند. گفته می‌شود کاربرد آنها مطابق با رنگ اجسام (مرتبط) است و با آمیختگی رنگ‌ها زیبایی به دست می‌آورند.

پس از بررسی دقیق رنگ خدایان، اکنون در مورد آنها صحبت خواهیم کرد. در میان آنها، همه کسانی که در مورد آنها چیزی نمی‌گوییم، باید سفید رنگ شوند. واسوکی^{۳۸۶} باید شیاما (رنگ) باشد، ناگاها باید در دواپارا (عصر) سفید باشند، و دایتیها، داناواها، راکشاسها، گویاکاسها، پیساچاها به رنگ آب^{۳۸۷} بدون هیچ درخششی (روشن شده از نظر رنگ بدون درخشش) هستند. مردم در شش جزیره باید در قاره جامبودویپا^{۳۸۸} به جز یک نفر، (بهاراتا، اوه) پادشاه، طلایی رنگ باشند. در بهاراتا (افراد) که در بسیاری از کشورها متولد شده‌اند باید نقاشی شوند. پولینداها و مردم دکن عمدتاً از نظر رنگ تیره هستند، (درحالی که) شاکاها، یواناها، پالاواها و آنهايي که وال‌هیکایی هستند که در اوتاراپاتا متولد شده‌اند باید عمدتاً سفید باشند. انجالاس، سوراسناس و کسانی که از وان‌گا و کالینگا^{۳۸۹} عمدتاً تاریک هستند. تولد دوباره رنگ‌ها باید به رنگ ماه و کشتریها به رنگ پادما (نیلوفر سفید) شوند. وای‌شیاس^{۳۹۰} دوباره باید (فقط) کمی روشن و شودراس^{۳۹۱} تیره باشد. به طور

³⁷² Appendix I: The Citrasutra

³⁷³ S. Kramisch, 1928, The Vishnudharmottara

³⁷⁴ Chitrasutra of the Vishnudharmottara

³⁷⁵ (Oh)

³⁷⁶ Pure-sandal-white

³⁷⁷ Autumn-cloud-white

³⁷⁸ Autumn/moon-white

³⁷⁹ Śyāma

³⁸⁰ Mudga

³⁸¹ dūrvā sprout

³⁸² Priyangu-creeper

³⁸³ Nīlōtpala

³⁸⁴ Nīlakaṇṭha

³⁸⁵ Raktōtpala

³⁸⁶ Vāsuki 1

³⁸⁷ Colour of water

³⁸⁸ Jambudvīpa

³⁸⁹ Vañ ga and Kaliṅga

³⁹⁰ Vaiśyas

³⁹¹ Śūdras

سستی گفته می‌شود که گندارواس و آپسارها^{۳۹۲} در رنگ‌های زیادی (در واقع نقاشی شده) هستند. پادشاهان و افراد مرفه به رنگ پادما هستند. بیماران، بدکاران، کسانی که تحت ستم ستارگان شیطانی قرار گرفته‌اند یا به توبه پناه برده‌اند، و همه مردان خانواده که به کارهای طاقت‌فرسا مشغول هستند نیز باید تاریک باشند.

رنگ چیزهایی که دیده می‌شود باید شبیه (رنگ طبیعی آنها) رنگ آمیزی شود.

۱- در اینجا شرح مفصلی از هنر آواز، تاریخچه و منشأ آن ارائه می‌شود. فصل سه صفحه ۳۷، ۳۹۳
فصل ۴۰

مارکاندیا^{۳۹۴} این گونه صحبت کرده است:

۳-۱. پودر آجر از سه نوع (یعنی صاف، متوسط و درشت) باید به نسبت یک سوم آن با خاک رس مخلوط شود. به آن رزین صمغ معطر،^{۳۹۵} موم زنبور عسل، عسل، علف کندرا (شیرین بیان)، ملاس، گلرنگ خیس شده در روغن، همه به نسبت مساوی اضافه می‌شود. به این دو قسمت که قبلاً ساخته شده است، پودر آهک سوخته سه چهارم، با خمیر و میوه‌ای از رنگ آبی^{۳۹۶} و چراغ سیاه اضافه می‌شود. باقیمانده یا قسمت چهارم باقیمانده با توجه به تجربه هنرمند ماهر، افزودن ماسه (کم و بیش) صورت می‌گیرد.

۴. سپس در آب انبار شده در دیگ خیس می‌شود تا روان شود و به مدت یک ماه در همین حالت نگهداری می‌شود.

۵. وقتی بعد از یک ماه به صورت خمیری بسیار نرم در آمد، باید با احتیاط بیرون آورده شود و پس از آزمایش که کاملاً خشک گردد توسط هنرمند ماهر به صورت یک لایه روی دیوار مالیده می‌شود.

۶. پوشش باید صاف، یکنواخت، محکم، عاری از تکه‌های ناهموار، نه خیلی ضخیم و نه خیلی نازک باشد.

۸-۷. هنگامی که دیوار بعد از این پوشش خشک شد و هنوز کاملاً صاف نیست، باید با استفاده از خاک رس و پودر درخت سارجاراس^{۳۹۷} یا شالا-درخت^{۳۹۸} و روغن با پوشش‌های سیاه چراغی و خیس شدن مکرر آن سطح با شیر و مالش، همه با تلاش زیاد صاف شود.

۹. دیوار خیلی زود خشک می‌شود و بعد از صد سال هم از بین نمی‌رود.

۱۰. به همین ترتیب می‌توان انواع کفپوش‌های چند تکه را با استفاده از دو یا چند رنگ مختلف به شکلی زیبا ساخت.

۱۳-۱۱. هنگامی که دیوار خشک است، در یک روز خوب با طالع عالی که مناسب گانا^{۳۹۹} (دوا در ترجیح مانوشیا یا راکشانا)^{۴۰۰} است، مخصوصاً برای شروع یک نقاشی مناسب است (مانند پونارواسو برای رامه، آردرا برای ناتاراجا، روهینی برای کریشنا، مریگاشینا برای شیوا و غیره)^{۴۰۱}، نقاش، با لباس سفید بی آرایش، در ذهن و بدن پاک، که بینندگان ودایی را می‌پرستید و سرودهای فرخنده (سواستیواکیا)^{۴۰۲} را بر زبان می‌آورد و در برابر دانش آموختگان این هنر و استادان به دستور آنها تعظیم می‌کرد. و با محبت فراوان به استادان، رو به مشرق، در فکر خدایی که قرار است به تصویر کشیده شود، کار نقاشی خود را آغاز کند.

۱۵-۱۴. هنرمند دانا باید نسبت‌ها و موقعیت‌های فیگورها را ترسیم و تثبیت کند. سپس نقاشی را با رنگ‌های مناسب در موقعیت‌های مختلف رنگ‌آمیزی نماید. سایه‌های تیره‌تر و روشن‌تر باید به موقع نشان داده شوند. این کیاروسکورو^{۴۰۳} قبلاً توسط من به طور مفصل توضیح داده شده است.

۱۶. رنگ‌های اصلی پنج، سفید، زرد، قرمز، سیاه، آبی با صدها تن میانی هستند^{۴۰۴}.

۱۷. ابتدا با تفکیک آنها به طرح رنگی می‌رسد و با توجه به دانش و ظرفیت هنرمند در ایجاد فضا سازی در تصویر باید صدها و هزاران تن رنگ تولید شود.

۱۸. آبی و زرد مخلوط سبز تولید می‌کنند. ممکن است این رنگ با مقدار کمی سفید یا آبی تیره‌تر همراه باشد.

³⁹² Gandharvas and Apsarās

³⁹³ III. Ch. 27

³⁹⁴ Mārkaṇḍeya

³⁹⁵ Extracted from amyris agallochum.

³⁹⁶ Aegle marmelos

³⁹⁷ Sarjarasa

³⁹⁸ Śāla-tree

³⁹⁹ Gaṇa

⁴⁰⁰ Deva in preference to manushya or rākshana

⁴⁰¹ Iike Punarvasu for Rāma, Ārdra for Natarāja, Rohiṇī for Kṛishṇa, Mṛigaśira for Śiva,

⁴⁰² Svastivākya

⁴⁰³ Chiaroscuro

⁴⁰⁴ در بیت هشتم از فصل ۲۷ این پورانا (بخش سوم در مورد سوتره رقص) به جای آبی از سبز اشاره شده است.

۱۹. با توجه به رنگ‌های استفاده شده از نظر کمی، یک رنگ روشن‌تر، تیره‌تر یا به نسبت مساوی غلبه کند و آن را سه برابر نشان دهد.
۲۰-۲۱. با یک تن غالب، رنگ‌های بسیاری تولید می‌شود. بنابراین رنگ سبز مایل به زرد چمن دوروا، سبز روشن چوبی-سبزی، سبز مانند و غیره وجود دارد که همگی قابل تولید هستند. آبی که با سفید مخلوط شده است یک رنگ سوم است که مجدداً با غلبه، کاهش، نسبت مساوی یا کمتر یکی یا دیگری چند برابر می‌شود. بدین ترتیب رنگی مانند سوسن آبی، پرند چاشا تیره شکل می‌گیرد.
۲۲-۲۴. رنگ‌های زیبا با مخلوط کردن در نسبت‌های محاسبه شده تولید می‌شود. رنگ قرمز لاکشا که با سفید مخلوط شده است، مانند گل نیلوفر آبی تبدیل رنگی بسیار جذاب به قرمز می‌شود. این دوباره چندین رنگ متفاوت دیگر ایجاد می‌کند.
۲۵-۲۶. مواد برای رنگ‌ها طلا، نقره، مس، مکا، لاجورد، سرب قرمز، رنگ زرد، آهک، لاک قرمز، زردآلو، نیلی و چندین مینفولد^{۴۰۵} دیگر هستند.

۲۷. همه اینها در هر کشوری وجود دارد و باید با یک رنگ یا رنگ غالب تهیه شود. رنگ‌های فلزی باید در ورقه‌های نازک ظریف یا با روش‌های شیمیایی به حالت مایع درآیند.

۲۸. مکا وقتی به آهن اضافه شود تبدیل به مایع حلال می‌شود. بنابراین هنگامی که قرار است رنگ‌آمیزی فلزات انجام شود، باید به طور مناسب آماده شوند.

۲۹. مایع کننده مکا جیوه است. چسب مخفی و رزین باکولا باعث تثبیت و تقویت رنگ‌ها می‌شود که برای همه آن‌ها از آب میوه ورمیلیون نیز استفاده می‌شود.

۳۰. تصویر نقاشی شده با برس‌های موی مرغوب و با رنگ‌های تقویت شده با چسب پوست فیل، شیره دوروا و رزین پوست از بین نمی‌رود حتی اگر با آب شسته شود زیرا تا چندین سال عمر طولانی دارد.

در اینجا فصل چهارم با عنوان "ترکیب رنگ" به پایان می‌رسد، گفتگوی بین مارکاندیا و واجرا در ویشنوداموتارا.

پیوست دوم: مواد، آماده‌سازی و روش‌ها^{۴۰۶}

II.1 مشاهده و مستندسازی بصری در محوطه بامیان

در طول پروژه حفاظت از نقاشی دیواری بودایی بامیان بین ۲۰۰۵-۲۰۰۷، یک بررسی جامع از مغاره‌ها و نقاشی‌های دیواری در هر یک از چهار محوطه - بامیان، فولادی، ککرک و قول جلال - انجام گردید. به عنوان بخشی از این بررسی، در مجموع ۱۰۰۰۰ قطعه نقاشی دیواری طبقه‌بندی و در یک فهرست ثبت شد. در تمام محوطه‌ها، دو مغاره نیمه باز که زمانی پیکره‌های بودای نشسته را به‌عنوان نوعی طاقچه بودایی در خود جای می‌دادند - مغاره‌های I و - H(a) حاوی نقاشی‌های دیواری بودند که به دلیل قرار گرفتن در معرض نور خورشید، باد و گرد و غبار فرسوده و دچار تغییر رنگ و محو شده بودند. مغاره‌هایی با دیوارهای فروریخته مانند مغاره‌های فولادی ۴ و ۶ به دلیل شرایط مشابه، نقاشی‌های دیواری نیز به همین ترتیب خراب شده‌اند.

مغاره‌های ایجاد شده در نواحی نسبتاً کم ارتفاع صخره‌ها، مانند مغاره‌های N، E، M و همچنین مغاره‌های اطراف بوداهای غول پیکر، به راحتی از زمین قابل دسترسی هستند و در طول زمان به طور مکرر به عنوان فضای ذخیره‌سازی و سکونت مورد استفاده قرار گرفته شده‌اند. در نتیجه، نقاشی‌های دیواری در داخل خراشیده شده، با دوده آغشته می‌شوند و در برخی موارد تا حدی بریده می‌شوند و غارت می‌شوند که همه این‌ها رصد را دشوار می‌کنند. برعکس، نقاشی‌های دیواری در مغاره‌هایی که دسترسی به آنها دشوار است، مانند مغاره‌هایی که پله‌ها و گذرگاه‌های مجاور از بین رفته‌اند، وضعیت نسبتاً خوبی دارند، همانطور که در مغاره K 3 دیده می‌شود. مغاره‌های اطراف بودای غول‌پیکر شرقی مغاره‌های (D, A, B, C) در قرن بیستم توسط تیم‌های فرانسوی و هندی-افغانی تحت حفاظت و مرمت قرار گرفتند. بنابراین، به احتمال زیاد دیوارهای آنها با رزین مصنوعی تمیز و تقویت شده است، که همچنین به این معنی است که آنها دیگر در حالت اولیه خود نیستند.

طی یک بررسی بصری میدانی، ما داده‌های زیر را مشاهده و جمع‌آوری کردیم:

◀ چگونه لایه‌های زمینه به سنگ چسبیده‌اند.

◀ تعداد لایه‌های زمینه.

◀ انواع مواد (الیاف کاه، الیاف حیوانی و غیره) در زمینه‌ها.

◀ نحوه اعمال زمینه‌ها؛

◀ رنگ و ضخامت زیرکشه‌ها؛

◀ چگونه خطوط کشیده شد.

◀ تنوع در رنگ؛

◀ وجود یا عدم وجود ورق‌های فلزی؛

◀ چسبندگی در ذرات رنگدانه؛

◀ ترک‌ها و قطعات از دست رفته در هر اثر؛

◀ وضعیت رنگ آمیزی لایه‌ها.

هنگام مشاهده لایه‌های رنگ‌آمیزی، هرگونه تغییر رنگ یا محو شدن رنگدانه‌ها را نیز مشاهده کردیم. برای مشاهده‌ای از استریومیکروسکوپ قابل حمل (میکروسکوپ جیبی پیک) ^{۴۰۷} با بزرگنمایی $\times 50$ و $\times 100$ استفاده شد. از آنجایی که مغاره‌های I، K 3، و N(a) نیاز به حفاظت داشتند، ما بررسی‌های دقیق دیوار به دیوار از وضعیت آنها انجام دادیم. قطعات نقاشی دیواری به دست آمده از کف مغاره به مرکز فرهنگی بامیان منتقل شده، سپس بر اساس مغاره و بر اساس وجود یا عدم وجود رنگدانه‌ها طبقه‌بندی شدند. علاوه بر رنگ، حجم دهنده و وزن آنها، ساختار مقطع هر قطعه، انواع مواد موجود در زمینه‌های آن و وضعیت زوال آن را نیز ثبت کردیم. وضعیت سطح و ذرات رنگدانه آن با استفاده از میکروسکوپ حجم دهنده فروشگاه یاشیما (YMM-SK) و استریومیکروسکوپ دیجیتال با اتصال USB (YDU-2N) مشاهده شد. برای درک ساختار نقاشی‌های دیواری مفیدتر از نقاشی‌های دست نخورده روی دیوار، نقاشی‌های زیرین و پشت نقاشی‌های دیواری بیشتری قابل مشاهده بودند که می‌توان آنها را با مکان‌های دیگر مقایسه کرد.

⁴⁰⁶ Appendix II: Materials, preparation and methodologies

⁴⁰⁷ Peak pocket microscope

II.2 مجموعه نمونه

نمونه‌های کوچکی برای تجزیه و تحلیل دقیق تکنیک، مواد و رسوبات سطحی گرفته شدند. هر نمونه با مجوز وزارت اطلاعات و فرهنگ افغانستان به ژاپن بازگردانده شد تا در آزمایشگاه NRICPT تحت استرئومیکروسکوپ مشاهده شود. در مرحله بعد، نمونه‌ها نیز تا حدی در رزین پلی‌استر محصور شدند تا مقاطع صیقلی ایجاد شود. سطوح صیقلی شدند و ساختار لایه برای تجزیه و تحلیل مواد معدنی و آلی مشاهده شد. از حدود ۵۰ مغاره با نقاشی دیواری در بامیان، فولادی، ککرک و قول جلال، تنها در مجموع ۳۱ مغاره (۲۳ مغاره در بامیان، ۵ مغاره در فولادی، ۲ در ککرک، و ۱ مغاره در قول جلال) عناصر (از جمله در قطعات نقاشی دیواری بازیابی شده) دارای نقاشی به وضوح خوانا بودند. از این میان، از اتاقک ورودی مغاره D که ممکن است در زمان دیگری نقاشی شده باشد، طاقچه اطراف بودای غول پیکر شرقی و پراداکشیناپاتا⁴⁰⁸ (گذرگاه آیینی) مغاره I همه به طور جداگانه نمونه‌برداری شدند. تعداد کل نمونه‌های گرفته شده ۲۷۹ نمونه بود: ۲۰۱ نمونه از مغاره‌های بامیان و هر دو بودای غول پیکر، ۶۰ نمونه از مغاره‌های فولادی، ۱۱ نمونه از مغاره‌های ککرک و ۷ نمونه از مغاره‌های قول جلال (جدول A.II.1). نمونه‌هایی نیز برای ارزیابی وضعیت نقاشی‌های دیواری برای حفاظت از مغاره‌های I، K3 و N(a) گرفته شدند. علاوه بر نمونه‌ها، رسوبات سیاه روی دیوارها و قطعات الیاف از زمینه‌ها نیز جمع‌آوری شدند اما در نمونه‌های ذکر شده در اینجا گنجانده نشده است.

Bamiyan			Foladi			Kakrak			Qol-e Jalal		
Cave	Sample number	In-situ sample	Cave	Sample number	In-situ sample	Cave	Sample number	In-situ sample	Cave	Sample number	In-situ sample
A lower salle	5		2	1		Cave 43	6		Qol-e Jalal	7	7
B(d)	4		3	7		Cave 44	5	5			
C(a)	6	1	4	31	17						
C(b)	1		5	7	7						
D	2		6	14	13						
D door front	1										
E(c)	3										
E(d)	7										
F(c)	9										
G	4	4									
H(a)	3										
H(b)	1										
I niche	30	26									
I pradaksina	4										
J(b)	9										
J(c)	6										
J(d)	5										
J(f)	3	3									
K	25	23									
L	2	2									
M	9	7									
N(a)	36	17									
S(a)	6										
East III	3										
East Displaced	7										
EGB*	7										
WGB*	3										
Total	201										

جدول A.II. 1 لیست نمونه‌هایی از مغاره‌های مختلف در بامیان (provided by ICOMOS Germany (E. Meltzl))

از آنجایی که بیشتر نمونه‌ها از قطعات کوچک از کف مغاره جمع‌آوری شدند، تعیین موقعیت اصلی آن‌ها مشکل بود، بنابراین هنگام تهیه موجودی، این قطعات بر اساس رنگ، طبقه‌بندی و ثبت شدند. علاوه بر این، قطعات رنگی از سطوح هر بودای غول پیکر توسط کمیته آلمانی ایکوموس ارائه شد. این نمونه‌ها از بقایای سنگ‌های منفرجه شده در طول کار حفاظتی بر روی دو بودای غول پیکر بازیابی شدند. اعتقاد بر این است که هر دو بودا با استفاده از خاک رس خمیر شده بر روی سطح سنگ کنگلومرا، شکل گرفتن/دادن خاک رس برای تشکیل الگوهای متمایز و چین‌های لباس، و سپس نقاشی مجسمه‌ها تکمیل شده و ساخته شده‌اند (فصل ۳، بخش ۳.۵). با این حال، به دلیل آسیب‌های فراوان در سال ۲۰۰۱، دیگر نمی‌توان مشخص کرد که آیا قطعه‌ای که در اطراف بودای غول پیکر پیدا شده است، در اصل بخشی از سطوح نقاشی شده آنها بوده یا بخشی از نقاشی دیواری در طاقچه‌های آنها، و یا هم بخشی از نقاشی دیواری از مغاره در پای آنها.

⁴⁰⁸ Pradakshinapata

بنابراین، ما تصمیم گرفتیم پیوند دهنده‌های را در این نمونه‌ها که ممکن است در اصل از بوداهای غول‌پیکر فقط برای مقاصد مرجع آمده باشند، تجزیه و تحلیل کنیم. رنگدانه‌ها و پیوند دهنده‌ها نمونه‌های رنگ‌شده گرفته‌شده از دو بودای غول‌پیکر نیز توسط ایکوموس آلمان، دانشگاه فنی مونیخ (آلمان) و دانشگاه پیزا (ایتالیا) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (Blänsdorf et al. 2009b; Blänsdorf, 2021, 2016).

II.3 مشاهده نمونه‌ها و مقاطع با میکروسکوپ و نور مرئی فرابنفش

II.3.1 مشاهدات استریومیکروسکوپی در نور عادی و تابش فرابنفش

هر میکرونمونه تحت استریومیکروسکوپ (Olympus BX51) با استفاده از نور معمولی و تابش فرابنفش مشاهده و عکسبرداری شد. سپس ویژگی‌های آنها در جدول مشاهده ذکر شد. مشاهدات در بزرگنمایی‌های ۴۰ تا ۱۰۰× با توجه ویژه به ظاهر ترک‌ها در سطوح رنگی، رنگ و بافت مواد در لایه‌های زمین و رنگ‌آمیزی و وجود یا عدم وجود مواد افزودنی یا افزودنی در لایه زمینه انجام شد.

II.3.2 تهیه مقاطع و مشاهدات با میکروسکوپ فرابنفش و نور مرئی

هر میکرونمونه زیر یک استریومیکروسکوپ مشاهده شد، در جدول مشاهده ذکر شد و سپس در رزین پلی استر نصب شد (رزین نصب سرد با شماره ۱۰۵). از آنجایی که نمونه‌ها ممکن است حاوی پیوند دهنده محلول در آب و رنگدانه‌های حساس به رطوبت باشند، سطوح نمونه‌های مش^{۴۰۹} ۴۰۰۰ - ۱۲۰۰۰ با استفاده از Micro-Mesh (Micro-Surface) صیقل داده شدند. مقاطع در حالت نور پلاریزه استریومیکروسکوپ (Olympus BX51) با استفاده از تابش معمولی و فرابنفش به عنوان منابع نور مشاهده، توصیف و عکس‌برداری شدند. روش مشاهده از پلستر (۱۹۵۶) اقتباس شده است.

II.4 فنون ریز تحلیلی مبتنی بر تابش سینکروترون

II.4.1 اصول تابش سینکروترون

تابش سینکروترون (SR) زمانی تولید می‌شود که ذرات باردار (مثلاً الکترون‌ها) که با سرعت نور حرکت می‌کنند توسط یک میدان مغناطیسی هدایت شوند. تشعشع سینکروترون با تمرکز نور در جهت مماس پرتوهای ذرات مشخص می‌شود و در نتیجه نوری بسیار جهت دار و شدید ایجاد می‌شود. در مقایسه با منبع اشعه ایکس استاندارد، پرتوهای اشعه ایکس SR شدیدتر و همسوتر هستند. در مرکز تابش سینکروترون اروپا (ESRF) در گرنوبل، فرانسه، نور SR ساطع شده توسط پرتو الکترونی 6GeV عمدتاً در محدوده پرتو ایکس سخت قرار دارد، اما انتشار IR نیز در مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفت. طیف انتشار در محدوده‌های انرژی بزرگ شبه پیوسته است. نسبت سیگنال به نویز بالای SR حتی زمانی که پرتو بر روی یک منطقه کوچک متمرکز است، آنها را برای تجزیه و تحلیل با دقت و حساسیت بالا نمونه‌های کوچک و ناهمگن مانند نقاشی‌های دیواری بسیار مفید می‌سازد (Cotte et al. 2006b). به عنوان مثال، تابش میکرو اشعه ایکس (SR- μ XRF)، تبدیل مادون قرمز میکرو فوری (SR- μ FTIR) و امکان تشخیص عناصر، فازهای کریستالی و مولکولی را فراهم می‌کند. گروه‌ها، به ترتیب، با سرعت بالا و وضوح بالا با حساسیت بیشتر از یک منبع اشعه ایکس یا IR معمولی می‌توانند ارائه دهند.

در این مطالعه، از روش‌های (ID21) μ XRF، SR- μ FTIR، μ XRD و اخیراً (ID13 و ID18F) برای شناسایی مواد آلی و معدنی در مجموع ۵۱ نمونه، به عنوان بخشی از پروژه تحقیقاتی با عنوان "ترکیب میکرو"، پراش اشعه ایکس و طیف‌سنجی میکرو مادون قرمز برای مطالعه نقاشی‌های دیواری بودایی چندلایه از بامیان استفاده گردیدند (EC101 Y. Taniguchi, M. Cotte, E. Checroun).

II.4.2 ID21، ESRF در SR- μ FTIR

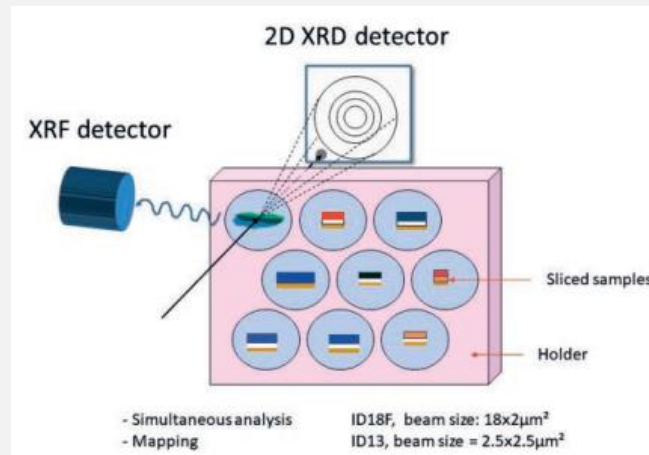
تجزیه و تحلیل SR- μ FTIR در ایستگاه پایانی IR سابق در خط پرتو ID21 انجام شد. ما از طیف‌سنج IR نکسوس همراه با میکروسکوپ کونتینوم^{۴۱۰} از ترمو نیکولت^{۴۱۱} استفاده کردیم. طیف در حالت انتقال حجم دهنده‌گیری شد. حجم دهنده پرتو از $12 \times 12 \mu\text{m}^2$ به $8 \times 8 \mu\text{m}^2$ کاهش یافت. نقشه‌های دو بعدی از طریق یک طیف FTIR (مجموع ۲۵ اسکن در محدوده ۴۰۰۰-۸۰۰ سانتی‌متر^{-۱} و با وضوح ۸ سانتی‌متر^{-۱})

⁴⁰⁹ Mesh

⁴¹⁰ Continuum

⁴¹¹ Thermo Nicolet

(^{۴۱}) در هر پیکسل و با اسکن شطرنجی نمونه با حجم دهنده ۸-۱۲ میکرومتر به دست آمد. جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار اومینیک^{۴۱۲} از نیکولت و با ابزار ROI Imaging از نرم‌افزار PyMca انجام شد (Cotte et al. 2016).



تصویر A.II.1: تنظیم حجم دهنده‌گیری همزمان μ XRD/ μ XRF با استفاده از تشعشع سینکروترون

SR- μ XRF در ID21-ESRF

نقشه‌های عنصری با نگاشت دو بعدی μ XRF با استفاده از میکروسکوپ اشعه ایکس روبشی ID21 به دست آمد. انرژی پرتو به لطف یک خروجی ثابت، دوپل کریستالی سی (۱۱۱) که در بالادست میکروسکوپ قرار دارد، انتخاب شد. حجم دهنده پرتو به لطف صفحات ناحیه فرنل^{۴۱۳} در سال ۲۰۰۶ و آینه‌های کرکپاتریک بازر^{۴۱۴} در سال ۲۰۲۲ به 0.2×0.8 میکرومتر مربع کاهش یافت. سیگنال تابش میکرو در صفحه افقی عمود بر جهت پرتو فرودی با استفاده از آن جمع‌آوری شد. حجم دهنده‌گیری‌ها در حلال توسط یک HPGc حالت جامد در سال ۲۰۰۶ و یک آشکارساز دریف سیلیکون در سال ۲۰۲۲ که هر دو آشکارسازهای پراکنده انرژی هستند انجام گردید. تهیه نقشه‌های μ XRF به صورت دسته‌ای با استفاده از بسته نرم‌افزار PyMca صورت گرفت (Sole et al. 2007).

SR- μ XRD/ μ XRF در ID18F-ESRF

در سال ۲۰۰۶، اولین تجزیه و تحلیل SR- μ XRD/ μ XRF در خط پرتو D18F سابق، در ESRF انجام شد (تصویر A.II.1). انرژی برانگیختگی روی ۲۸ کو^{۴۱۵} تثبیت شد و پرتو بر روی 1×15 میلی‌متر مربع متمرکز گردید. با استفاده از هر دو روش XRD و XRF به طور همزمان در هر پیکسل از نقشه‌های دو بعدی جمع‌آوری شدند. به دلیل مدت زمان زیاد، هر اکتساب در آن زمان (۳ تا ۵ ثانیه برای اکتساب داده و ۳ تا ۵ ثانیه برای ذخیره داده در هر پیکسل)، و حجم دهنده پرتو افقی بزرگ، نقشه‌ها به ۳ ستون (پوشش ۴۵ میکرومتر) کاهش یافتند. حجم دهنده‌گیری XRD در حالت انتقال انجام شد که ارتفاع ۱۰۰ میکرومتر اسکن شده با گام ۱ میکرومتری به ۳۰۰ نقطه در هر نمونه ختم گردید.

SR- μ XRD/ μ XRF در ID13-ESRF

آنالیزهای SR فوق عمدتاً در دسامبر ۲۰۰۶ انجام گرفت. از آن زمان، خطوط پرتو ESRF به طور چشمگیری با اپتیک، مکانیک، آشکارسازها، الکترونیک و نرم‌افزار پیشرفته پیشرفت کرده‌اند. مهمتر از آن، حلقه ذخیره‌سازی ESRF در سال ۲۰۱۹ به طور کامل برچیده شد و یک دستگاه جدید منبع فوق‌العاده درخشان (EBS) با قابلیت عملکرد بالاتر نصب شد. به منظور بهره‌گیری از این قابلیت‌های جدید، همان نمونه‌ها در سال ۲۰۲۱ توسط μ XRD و μ XRF در ریزشاخه خط پرتو ID13 در ESRF دوباره آنالیز شدند. حجم دهنده پرتو بسیار کوچکتر (2.5×2.5)

⁴¹² Omnic

⁴¹³ Fresnel zone plates

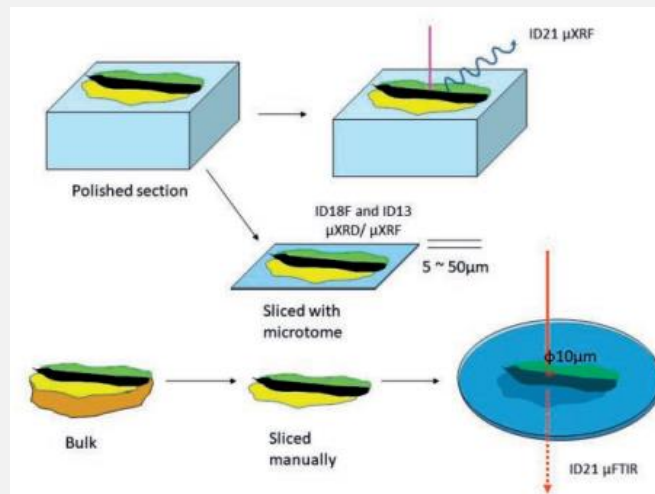
⁴¹⁴ Kirkpatrick Baez

⁴¹⁵ keV

میکرومتر مربع) و جمع‌آوری داده (فقط ۱۰ میلی ثانیه در هر پیکسل) بسیار سریعتر بود. این به ما امکان داد تا نقشه‌های بسیار بزرگتر (تا ۵۰۰×۷۰۰ میکرومتر مربع) با وضوح بهتر (حجم دهنده گام روی ۱ میکرومتر تنظیم شده بود)، همه در مدت زمان معقول (کمتر از یک ساعت در هر نقشه) به دست آوریم.

II.4.6 آماده‌سازی نمونه برای میکروآنالیزهای SR

برای تجزیه و تحلیل SR- μ FTIR یک قسمت از ریزنمونه به‌دست‌آمده از نقاشی دیواری به‌صورت دستی زیر یک استریومیکروسکوپ دوچشمی برش داده شد، در جهتی قرار گرفت تا ساختار لایه‌ای حفظ شود و بین سلول‌های الماسی فشرده شد (A.II.2). حجم دهنده‌ها نیز بر روی بخش‌های نازک نمونه‌های تعبیه‌شده در رزین انجام شد، اما سیگنال رزین معمولاً به شدت با سیگنال مواد رنگ همپوشانی داشت. برای تجزیه و تحلیل SR- μ XRD مقاطع نازک (۵-۵۰ میکرومتر) از نمونه‌های محصور شده در رزین با استفاده از میکروتوم بریده شد. سپس مقاطع بین دو ورق پلی اتیلن نازک قرار گرفتند. آنالیز SR- μ XRF بر روی هر دو بخش نازک و برش صیقلی انجام شد. هر نمونه برای تجزیه و تحلیل و بررسی‌های بعدی با روش‌های دیگر جمع‌آوری و ذخیره شد.



تصویر A.II.2: نمونه‌های آماده شده برای آنالیز سینکروترون

II.5 کروماتوگرافی گازی - طیف سنجی جرمی

تجزیه و تحلیل‌های SR- μ FTIR، SR- μ XRD و SR- μ XRF در ESRF نشان داد که نقاشی‌های دیواری آسیای مرکزی ساختار چند لایه پیچیده‌ای دارند که هر لایه حاوی انواع مختلفی از مواد آلی مانند روغن‌ها، رزین‌ها، پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها است. با این حال، از آنجایی که این روش‌ها امکان شناسایی دقیق گونه‌های را نمی‌دهند، هر دو روش GC-MS (سه روش برای شناسایی اسیدهای چرب، اسید آمینه و صمغ گیاهی) و الایزا (آزمایش ایمنوسوربنت متصل به آنزیم) استفاده شد (Mazurek 2006). این تجزیه و تحلیل با همکاری موسسه حفاظت گتی در ایالات متحده انجام شد.

II.5.1 اصول GC-MS

GC-MS یک روش کروماتوگرافی ستونی است که از نمونه گاز به عنوان فاز متحرک برای مطالعه کمی و کیفی مخلوط‌های چند جزئی استفاده می‌کند. مقدار نمونه وارد شده ممکن است چند میکروگرم باشد و به ستونی وارد شود که گازی است و قادر به جداسازی اجزای جداگانه است. همانطور که نمونه از ستون عبور می‌کند، اجزا با اختلاف میل ترکیبی بین آنها و فاز ساکن در ستون از هم جدا می‌شوند. زمان آزمایش برای ترکیب به شرایط خاصی نیاز دارد و بنابراین امکان شناسایی اجزای موجود در گاز را فراهم می‌کند. مساحت پیک MS با مقدار جزء مطابقت دارد، بنابراین تجزیه و تحلیل کمی را امکان‌پذیر می‌کند.

II.5.2 تجزیه و تحلیل روغن، موم زنبور عسل و رزین

II.5.2.1 آماده سازی نمونه

دهها تا صدها میکروگرم از هر نمونه روی یک کان اولترا میکروبالانس⁴¹⁶ وزن شده، در یک ویال مخروطی روی پیچ قرار داده شدند و با تولوئن⁴¹⁷ و التک مت⁴¹⁸ (تریفلورومتیل)، متانول ۰.۲ میلی؛ ۲ میل؛ و ۱ میل برای صابونی و متیلاسیون شدن مخلوط شدند (Sutherland 2007). ویالها روی صفحه داغ در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت گرم شده و سپس تا دمای اتاق سرد شدند. سپس با هموژنایزر⁴¹⁹ مخلوط شدند و ۱ میکرولیتر از مایع رویی به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد.

II.5.2.2 شرایط تحلیلی

تجزیه و تحلیل بر روی دستگاه هیولت پکارد⁴²⁰ GC/MS 5972 انجام شد. یک ستون DB-5MS (۳۰متر × ۰.۲۵ میلی-متر × ۱ میکرومتر) به عنوان ستون جداسازی و هلیوم به عنوان گاز حامل (فشار ثابت ۱۲.۶۷ P/Si) استفاده شد. نمونه با استفاده از روش بدون شکاف⁴²¹ با زمان پاکسازی ۶۰ ثانیه و دمای ورودی آن روی ۳۰۰ درجه سانتی گراد تزریق شد. دمای خط انتقال روی ۲۸۰ درجه سانتیگراد تنظیم شد. دمای فر به مدت ۲ دقیقه روی ۵۰ درجه سانتیگراد نگه داشته شد، سپس به ۳۲۰ درجه سانتیگراد در ۱۰ درجه سانتیگراد در دقیقه افزایش یافت و به مدت ۲۰ دقیقه در آنجا نگهداری شد. طیف سنج جرمی روی حالت نظارت بر یون کل⁴²² (TIM) تنظیم شد. روش یونیزاسیون ضربه یون الکترون⁴²³ با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ او⁴²⁴ است. دمای رابط روی ۲۳۰ درجه سانتیگراد تنظیم شد. مخلوطی از اسیدهای پیملیک، سوپرک، لوریک، آزلائیک، سباسیک، میریستیک، پالمیتیک، استئاریک، آراشیدیک و اولئیک اسیدها برای کالیبراسیون برای ایجاد منحنی کالیبراسیون برای تعیین کمیت استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل از ایستگاه شم⁴²⁵ استفاده شد.

II.5.3 تجزیه و تحلیل پروتئین

II.5.3.1 آماده سازی نمونه

پس از تجزیه و تحلیل فوق، نمونه باقیمانده در ویال⁴²⁶ خشک شد و اسیدهای آمینه سیلیله⁴²⁷ شدند و تحت آزمایش GC-MS قرار گرفتند. ۱۰۰ میکرولیتر اسید کلریدریک (۶.۰ نیوتن) به ویال اضافه شد، با گاز نیتروژن به مدت ۲۰ ثانیه پاکسازی شد و سپس مهر و موم شد. ویال با عبور گاز نیتروژن از درون آن تبخیر گردید و در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد گرم شد. بعد، ۳۰ میکرولیتر آب فوق خالص قبل از سانتریفیوژ شدن ویال به نمونه اضافه شد و به روش قبلی خشک شد. سرانجام، محتویات قبل از شستشو با اتانول (۹۹.۵٪ V/V) و سیلیله کاملاً خشک شدند.

حلال مخلوط به ویال اضافه شد و درب ویال تعویض شد. حلال سیلیله مخلوطی از پیریدین سیلیله⁴²⁸ و عامل سیلیله تحت عمل شیمیایی TBDMCS + 1% MTBSTFA (N=متیلین) (ترت بوتیل دیمیتیل سیلیل)⁴²⁹ - تری فلوراستامید⁴³⁰ + ترت = بوتیل - دیمیتیل کلوروسیلین⁴³¹ قرار گرفت (Simek et al. 1994). مخلوط سیلیله ۳ میلی لیتر از مخلوط ۳۰٪ MTBSTFA/TBDMCS و ۷۰٪ پیریدین بود. روی صفحه داغ، ویالها در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه گرم شده و سپس در فر با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۵ ساعت گرم می‌شوند. پس از سرد شدن در هوا، ویالها سانتریفیوژ شدند و ۱ میکرولیتر از مایع رویی به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد.

⁴¹⁶ Cahn Ultra Microbalance

⁴¹⁷ Toluene

⁴¹⁸ Alltech Associates Meth Prep II

⁴¹⁹ Homogenizer

⁴²⁰ Hewlett Packard

⁴²¹ Splitless

⁴²² Total Ion Monitoring

⁴²³ Ion Impact (EI)

⁴²⁴ eV

⁴²⁵ ChemStation

⁴²⁶ Vial

⁴²⁷ Silylated

⁴²⁸ Silylated pyridine

⁴²⁹ Tert-butyl-dimethyl silyl

⁴³⁰ Trifluoroacetamide

⁴³¹ Butyl-dimethyl chlorosilane

II.5.3.2 شرایط تحلیلی

تجزیه و تحلیل کمی مشتقات TBDMS با استفاده از یک ستون مویرگی DB-5MS (۳۰ متر × ۰.۲۵ میلی متر × ۱ میکرومتر) بر روی دستگاه هیولت پکارد GC-MS 5972 انجام شد. گاز حامل هلیوم با سرعت جریان ۴۵ سانتی‌متر بر ثانیه (سرعت جریان ثابت) در جریان بود. نمونه با استفاده از روش بدون شکاف در دمای ورودی ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد با زمان پاکسازی ۶۰ ثانیه تزریق شد. دمای خط انتقال روی ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. دمای فر به مدت ۱ دقیقه روی ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد، سپس با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۳۲۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و به مدت ۳ دقیقه در آنجا نگهداری شد. به منظور جلوگیری از اشباع آشکارساز با پیک‌های حلال، طیف سنج جرمی برای تشخیص از دقیقه ۴ به بعد تنظیم گردید. طیف سنج جرمی روی حالت نظارت بر یون انتخابی (SIM) تنظیم شد. دمای رابط روی ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد زیرا روش یونیزاسیون ضربه یون الکترون (EI) با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ eV صورت می‌گیرد. هم‌چنین، مخلوطی از اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب و گلیسرول به عنوان منحنی کالیبراسیون برای تعیین کمیت و برای تجزیه و تحلیل از ایستگاه شم استفاده شد.

II.5.4 تجزیه و تحلیل پلی ساکاریدها

II.5.4.1 آماده سازی نمونه

روش تجزیه و تحلیل از موهینی^{۴۳۲} و همکاران (۱۹۸۰) پیروی می‌کند. ده‌ها تا صدها میکروگرم از نمونه بر روی یک میکروبالان کان اولترا وزن شده، در یک ویال مخروطی روییج قرار داده شد و محلول آلوز^{۴۳۳} به غلظت نهایی ۲۰ ppm رسید. برای هیدرولیز پلی ساکارید، ۱۰۰ میکرولیتر تری فلورواستیک اسید (۱.۲ نیوتن) اضافه شد. ویال با گاز نیتروژن به مدت ۳۰ ثانیه پاکسازی و مهر و موم شد. سپس در دمای ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت گرم شده و سپس تا دمای اتاق سرد گردید. در مرحله بعد، ویال سانتریفیوژ شده و مایع رویی برای آنالیز به ویال ۲۰ میلی لیتری منتقل می‌گردد که تا دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد گرم شده و با استفاده از گاز نیتروژن تا خشک شدن تبخیر شود. سرانجام، ویال با آب مقطر برای تجزیه و تحلیل GC-MS تمیز و قبل از شستشوی مجدد با اتانول بی آب برای خشک شدن محتویات، خشک می‌شود.

۲۰۰ میکرولیتر محلول آمیتیل هیدروسیلامین هیدروکلورید (۲ میلی تا ۳۰۰ میلی گرم) در پیریدین و متانول برای تجزیه و تحلیل به ویال اضافه گردید و درب آن جایگزین شد. سپس ویال در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه گرم شد و اجازه داده شد تا به طور طبیعی تا دمای اتاق خنک شود. مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه به آرامی تبخیر شده تا تبدیل به شربت شود. در مرحله بعد، ۴۰۰ میکرولیتر پیریدین به اضافه انیدرید استیک (۱ میلی لیتر/۳ میلی لیتر) اضافه شد، درب آن تعویض شد و ویال به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد گرم نگه داشته شد. به ویال ها اجازه داده شد تا به طور طبیعی تا دمای اتاق سرد شوند و با استفاده از گاز نیتروژن خشک شدند تا زمانی که محتویات آنها به یک شربت یا جامد خشک تبدیل شود. سرانجام، محتویات با افزودن ۴۰۰ میکرولیتر کلروفرم به مایع تبدیل شدند.

به منظور حذف نمک‌های تولید شده در طول فرآیند مشتق‌سازی، نمونه با ۵۰۰ میکرولیتر اسید کلریدریک (N۱.۰) و دوباره با ۵۰۰ میکرولیتر آب تبادل یونی شستشو داده شد. لایه رویی به دقت با استفاده از پپت^{۴۳۴} جدا شد و از لایه زیرین محلول در کلروفرم استفاده شد. ۲۰۰ میکرولیتر از محلول نمونه محلول در کلروفرم گرفته شد تا به جامدات خشک تبخیر شد. سپس ۵۰ میکرولیتر کلروفرم اضافه شد و ۱ میکرولیتر از این محلول به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد.

⁴³² Mawhinney

⁴³³ Allose solution

⁴³⁴ Pipette

II.5.4.2 شرایط تحلیلی

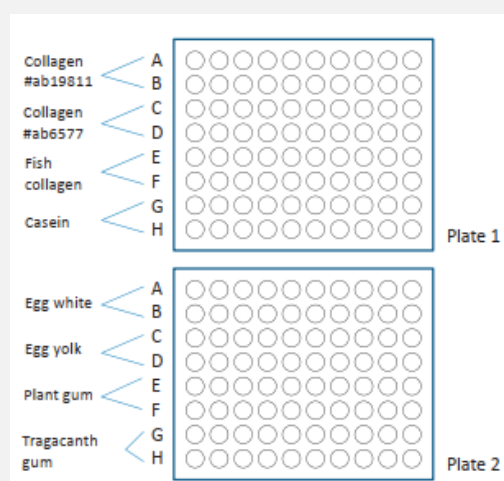
تجزیه و تحلیل بر روی دستگاه هیولت پکارد GC-MS 5972 با استفاده از ستون مویرگی J&W و روش علمی DB-WAX (۱۵ متر × ۰.۲۵ میلی‌متر × ۰.۲۵ میکرومتر) انجام شد. گاز حامل هلیوم با سرعت خطی ۶۰ سانتی‌متر بر ثانیه بود. نمونه با استفاده از روش بدون شکاف با دمای ورودی ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد و زمان پاکسازی ۶۰ ثانیه انجام گرفت. دمای خط انتقال روی ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. دمای فر به مدت ۱ دقیقه در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد و سپس با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد و از دمای ۵ درجه سانتی‌گراد به ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و به مدت ۲ دقیقه در آنجا نگهداری شد. تا برای برای تجزیه و تحلیل از ایستگاه شم قابل استفاده شود.

Primary Antibodies	Secondary Antibodies
Collagen I #ab34710	Rabbit IgG #AP132A
Collagen I #ab19811	Goat IgG #ab6742
Fish collagen I #T89171R	Rabbit IgG #AP132A
Casein #bs-0813R	Rabbit IgG #AP132A
Ovalbumin #ab1225	Rabbit IgG #AP132A
Phosvitin #sc-46681	Mouse IgG #AP124A
Plant gum #JIM13	Rat IgM #A110-100AP
Gum tragacanth #MAC265	Rat IgG #A8438

جدول A.II.3: آنتی بادی استفاده شده در GCI در NMWA (as at 2007)

Primary Antibodies	Secondary Antibodies
Collagen I #ab6577	Rabbit IgG #AP123A
Collagen I #ab19811	Goat IgG #ab6742
Fish collagen I #T89171R	Rabbit IgG #AP132A
Casein #RCAS-10A	Rabbit IgG #AP132A
Ovalbumin #ab1225	Rabbit IgG #AP132A
Phosvitin #sc-46681	Mouse IgG #AP124A
Plant gum #JIM13	Rat IgM KPL#05-16-03
Gum tragacanth #MAC265	Rat IgG #A86846

جدول A.II.2: آنتی بادی استفاده شده در الیزا در GCI (as at 2007)



تصویر A.II.3: میکروپلت‌های استفاده شده در متود الیزا در GCI. (یک تست در هر ستون عمودی)

داشته باشد (Heginbotham et al. 2006; Mazurek et al. 2008). در اینجا از تکنیک واکنش آنتی‌بادی دو مرحله‌ای به نام روش غیر مستقیم استفاده شده است. با این حال، تجزیه و تحلیل نمونه‌های رنگ شده به دلیل وجود مواد آلی مانند روغن‌های خشک شونده، موم زنبور عسل، رزین‌ها و رنگدانه‌ها که در طول سال‌ها خراب شده‌اند، اغلب بسیار پیچیده است.

II.6 تجزیه و تحلیل مواد پیوند دهنده با استفاده از روش الیزا

II.6.1 اصول روش الیزا

روش الیزا یک روش تحلیلی است که در زمینه بیولوژیکی استفاده می‌شود. از این روش می‌توان برای تشخیص نوع و غلظت آنتی بادی‌ها و آنتی ژن‌ها در نمونه استفاده کرد. الیزا از یک واکنش آنتی ژن-آنتی بادی بسیار اختصاصی بر اساس یک واکنش رنگی آنزیمی استفاده می‌کند و بنابراین روشی مؤثر برای تشخیص و تعیین کمیت پروتئین‌های خاص در مقادیر کم، حتی در قسمت‌های در ترلیون (ppt) است، که در آن انواع مختلفی از پروتئین در همان نمونه وجود دارد. در سال‌های اخیر، تلاش‌هایی برای حجم دهنده همزمان پروتئین‌های با منشاء پستانداران (مانند کلاژن از چسب‌های حیوانی، کازئین از محصولات لبنی، آلبومین سفیده تخم‌مرغ از سفیده تخم‌مرغ و فسفویتین از زرده تخم‌مرغ) و منشاء گیاهی (پلی ساکاریدهای صمغ‌های گیاهی) انجام شده است. از آنجایی که ماده آلی حاوی پروتئین‌های مختلف ممکن است در یک نمونه رنگی وجود

Antibody	Mean OD ₄₀₅	Std Dev	+ 3 sigma window
Collagen I #ab6577	0.10	0.02	0.15
Fish Collagen I #T89171R	0.12	0.02	0.16
Casein #RCAS-10A	0.18	0.01	0.22
Ovalbumin #ab1225	0.13	0.03	0.21
Phosvitin #sc-46681	0.16	0.03	0.26
Plant gum #JIM13	0.10	0.01	0.14
Gum Tregacanth #MAC265	0.12	0.02	0.18

جدول A.II.4: میانگین ۲۴ قرائت جذب در OD 405 در هر آنتی بادی استفاده شده در GCI

II.6.2 آماده سازی نمونه و روش‌های تحلیلی

در این مرحله آماده سازی و تجزیه و تحلیل نمونه مطابق با مطالعات قبلی انجام شد (Mazurek et al. 2008). نمونه‌ها با الایزا هم در موسسه حفاظت گتی (GCI) در ایالات متحده و هم در موزه ملی هنر غربی (NMWA) در ژاپن تجزیه و تحلیل شدند. آنتی بادی‌های اولیه و ثانویه مورد استفاده در جدول A.II.2 (GCI) و جدول A.II.3 (NMWA) فهرست شده‌اند. شیر بدون چربی معمولاً برای مسدود کردن فاز جامد استفاده می‌شود، اما چون کارآین ممکن است در نمونه‌های آنالیز شده شناسایی شود، از حائل نیز به عنوان جایگزین استفاده شد. در GCI، آنالیزهای الایزا به شرح زیر انجام شد: جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۰۵ نانومتر با استفاده از فسفر-نیتروفنیل فسفات^{۴۳۵} (pNPP) به عنوان یک معرف کروموزنیک^{۴۳۶} در اسپکتروفتومتر میکروپلیتی^{۴۳۷} حجم دهنده شد (تصویر A.II.3). میزان جذب هر نمونه دو بار حجم دهنده‌گیری مشخص شد. ۲۴ چاهک^{۴۳۸} توسط الایزا با استفاده از هر یک از آنتی بادی‌های خاص ذکر شده در ستون ۱ (جدول A.II.4) آنالیز شدند. چاهک‌ها حاوی آنتی ژن اضافه شده (جاهای خالی) نبودند، میانگین ۲۴ قرائت جذب^{۴۳۹} در OD₄₀₅ برای هر آنتی بادی در ستون ۲ گزارش شده است (جدول A.II.4). انحراف معیار بر اساس قرائت‌ها محاسبه و در ۳ سیگما ضرب شد. این محدودیت تشخیص را با استفاده از سطح اطمینان ۹۹٪ می‌دهد. داده‌ها برای کلاژن I #ab19811 وجود ندارد. بر اساس این نتایج، حداقل مقدار OD 405 به طور معمول در حدود ۰.۳ به عنوان آستانه برای تمام تست‌های الایزا مثبت استفاده می‌شود.

در NMWA، روش‌های زیر بر اساس روش GCI در سال ۲۰۱۵ با تغییرات مورد استفاده قرار گرفت: دقت نمونه‌ها به صورت ۲۰، ۴۰، ۲۰، ۱۰ میکرولیتر برای هر چاه استفاده می‌شود و آنتی بادی‌ها همانطور که در جدول A.II نشان داده شده است اصلاح شدند. حجم دهنده‌گیری‌ها در OD₄₀₅ و OD₆₃₀ نیز به طور همزمان انجام شد تا از مقادیر جذب بیش از حد بالا جلوگیری شود. مقادیر متوسط + 3SD خالی به عنوان آستانه استفاده شد و بیش از ۳ مثبت از ۴ چاه با دقت‌های مختلف مثبت در نظر گرفته شد.

⁴³⁵ p-nitrophenyl phosphate

⁴³⁶ Chromogenic

⁴³⁷ Microplate spectrophotometer

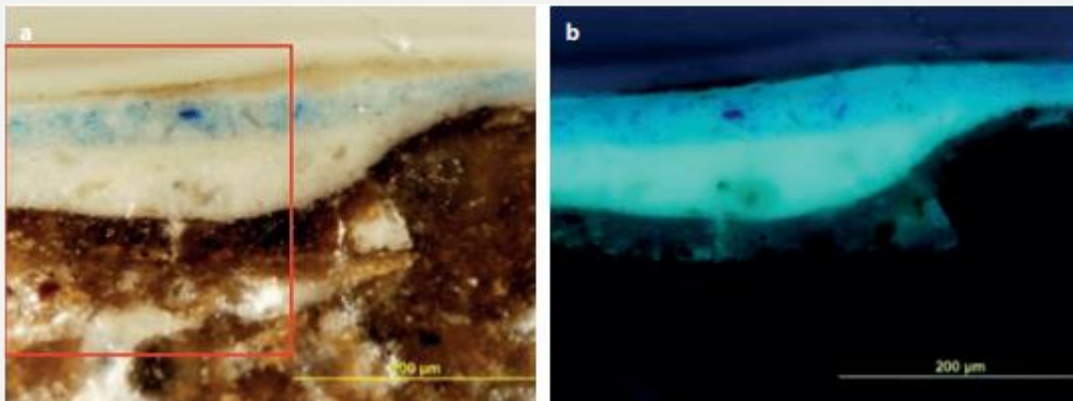
⁴³⁸ Wells

⁴³⁹ Absorbance readings

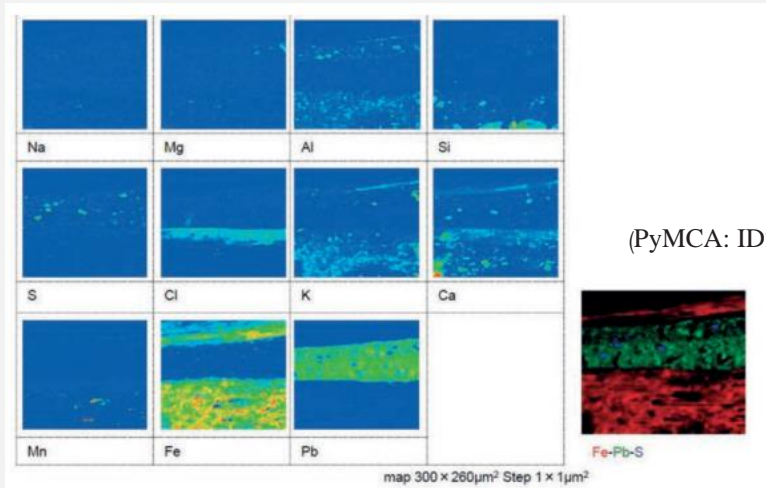
پیوست سه^{۴۴۰}: نتایج آنالیز SR- μ XRF/ μ XRD/ μ FTIR



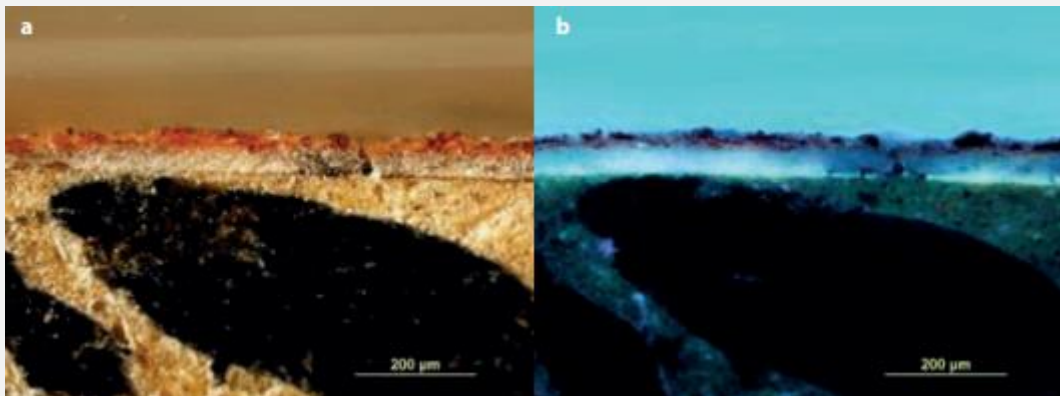
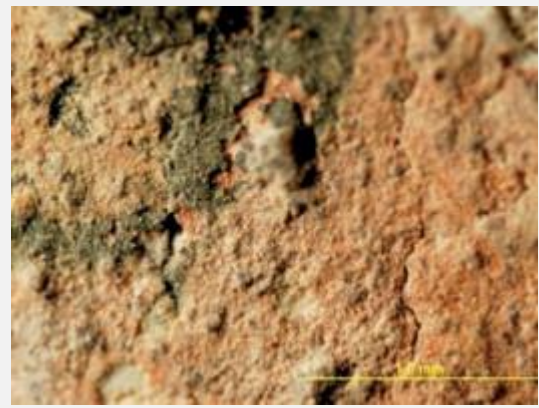
تصویر A.III.1: تصویر استروئومیکروگراف



تصویر A.III.2 BMM001: تصویر فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b). نور قرمز محدوده تصویر است.

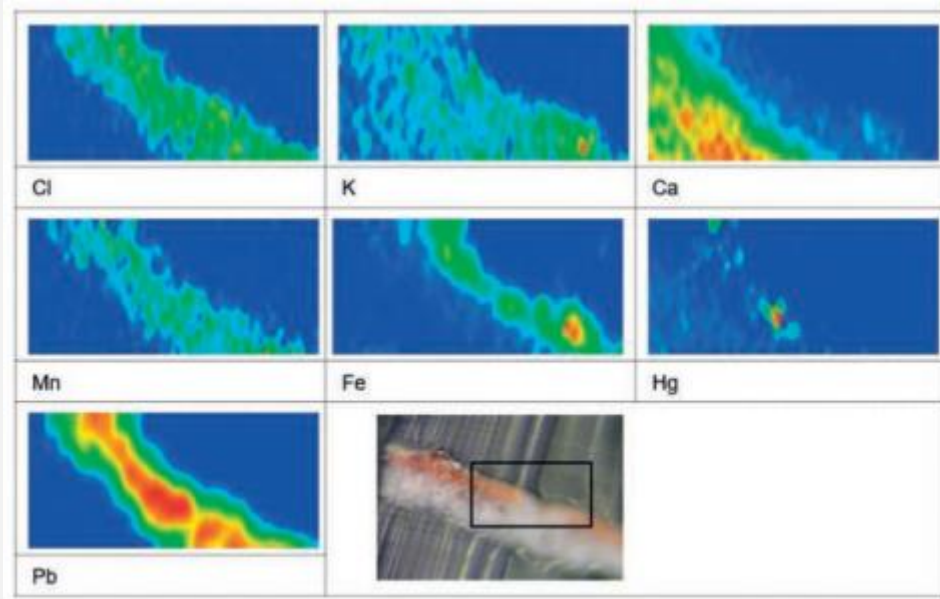


تصویر A.III.4 BMM009: تصویر استرومیومیکروگراف

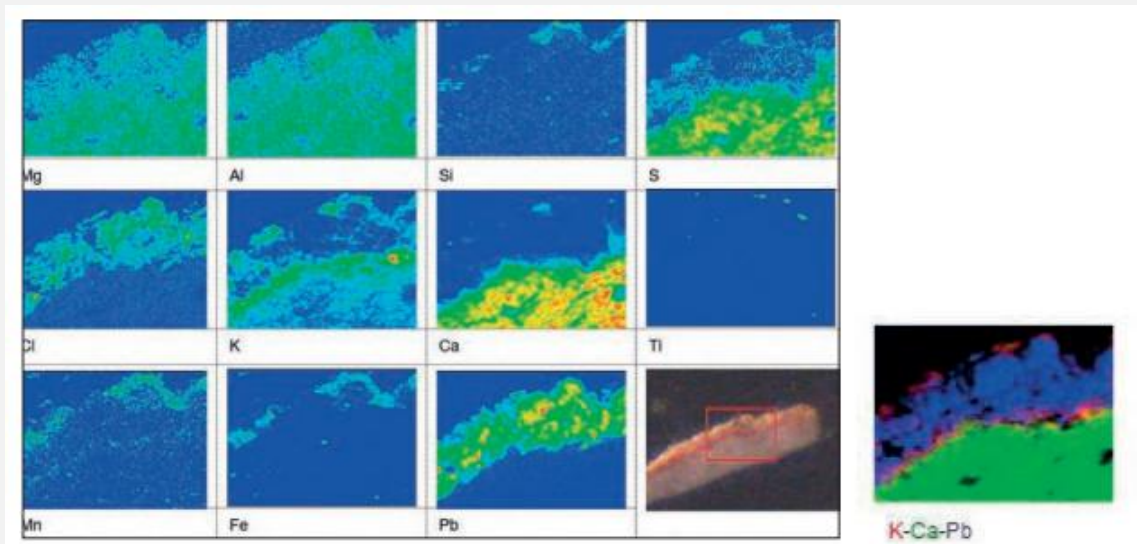


تصویر A.III.5 BMM009: تصویر فتومیکروگراف از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)

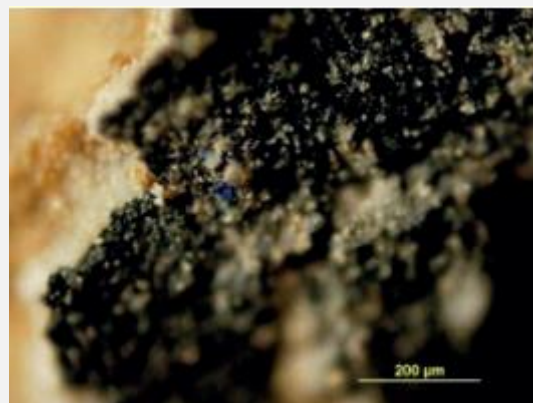
تصویر A.III.6 BMM009: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)



تصویر BMM009 A.III.7: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)



تصویر BMM009 A.III.7: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)





تصویر استروئومیکروگراف A.III.8 BMM033: تصویر استروئومیکروگراف

Mn-Pb-Hg



تصویر A.III.10 BMM033: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)

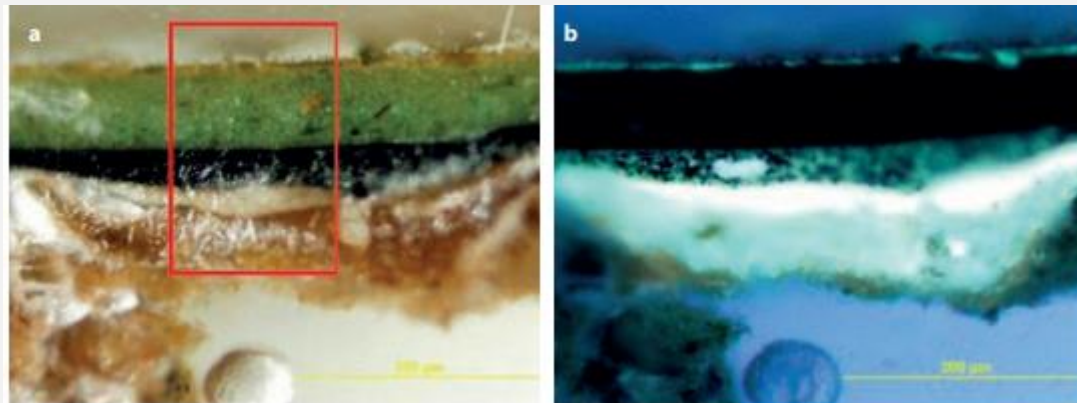


تصویر A.III.9 BMM033: تصویر فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)

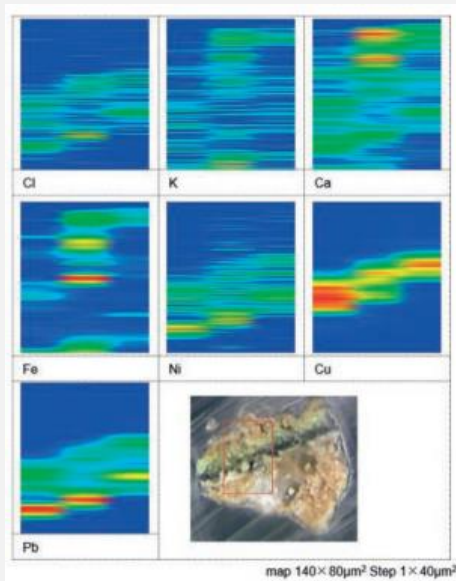
Ca-Fe-Cu

تصویر A.III.11 BMM033: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)

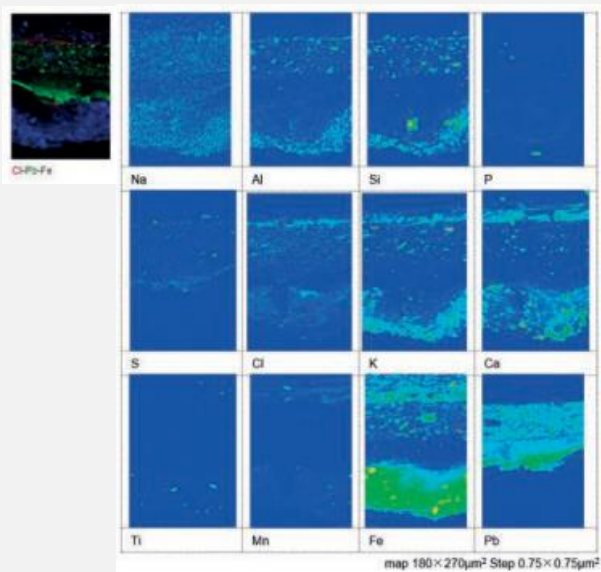
تصویر A.III.12 BMM035: تصویر استروئومیکروگراف



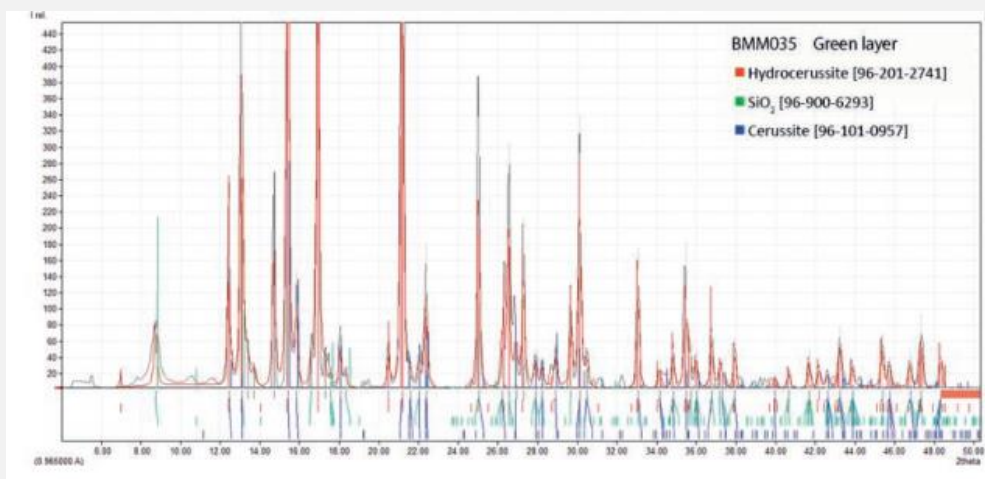
تصویر A.III.13 BMM035: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



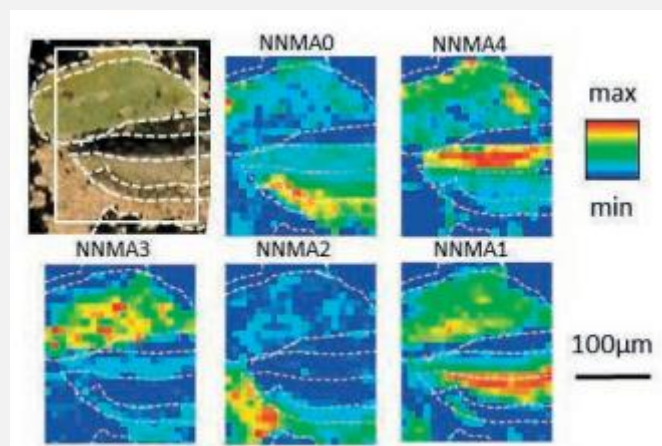
تصویر BMM035 A.III.15: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)



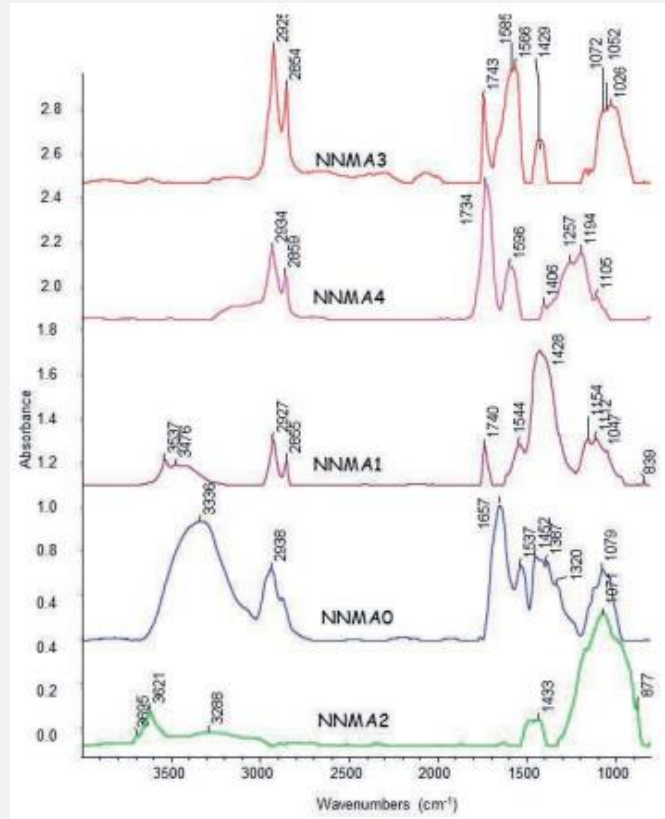
تصویر BMM035 A.III.14: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)



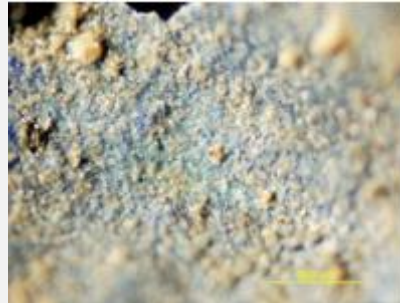
تصویر BMM035 A.III.16: تصویر الگوهای اشعه ایکس در زمینه لایه (سبز)



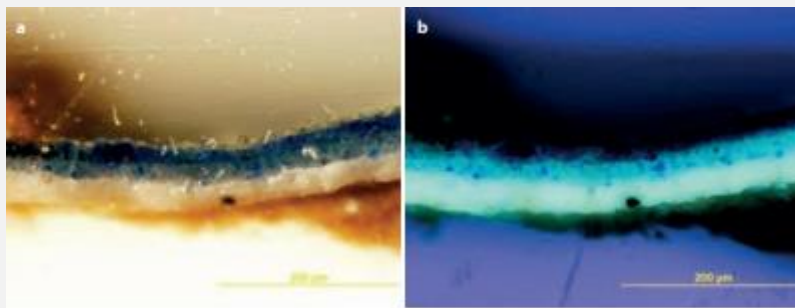
تصویر BMM035 A.III.17: نقشه‌های بدست آمده از آنالیز قطعه BMM035. بردارها در تصویر A.III.18 آمده است



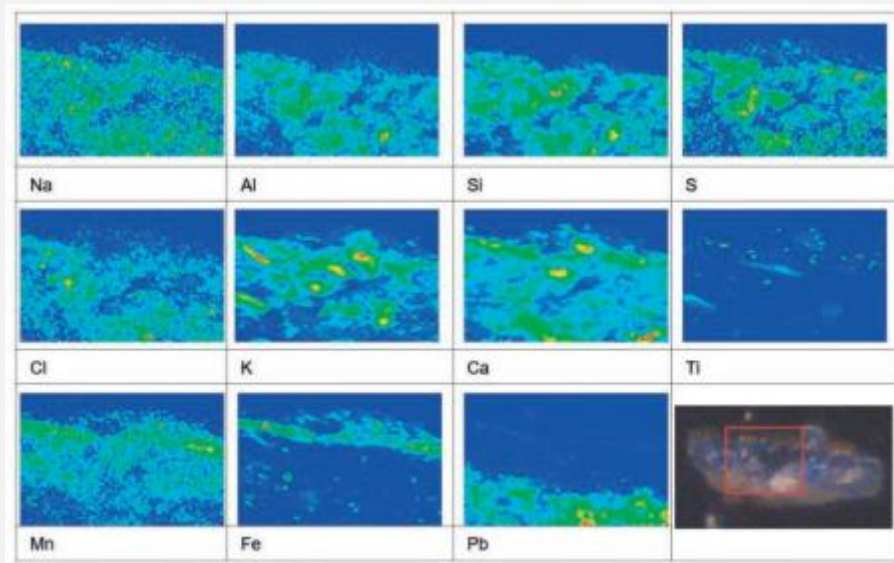
تصویر A.III.18: اجزای بدست آمده تحلیل NNMA FTIR از قطعه BMM035. نقشه‌ها در تصویر A.III.17 نشان داده شده است.



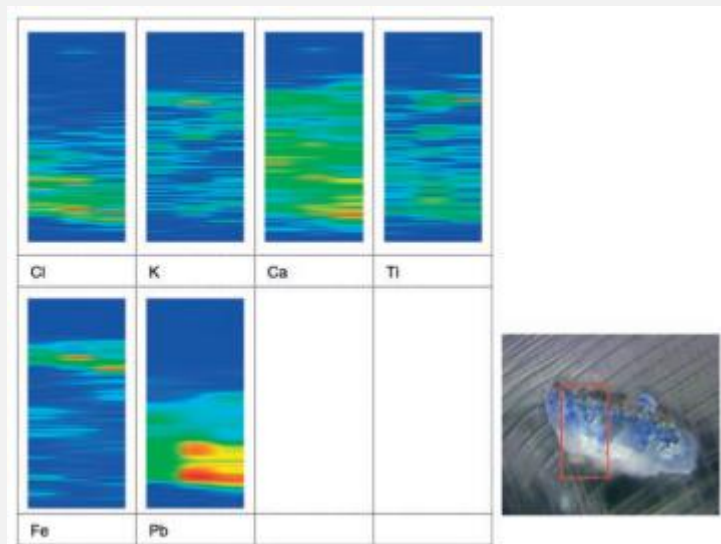
تصویر A.III.19 BMM039: تصویر استرومیومیکروگراف



تصویر A.III.20 BMM039: تصویر الگوهای اشعه ایکس در زمینه (لایه) سبز



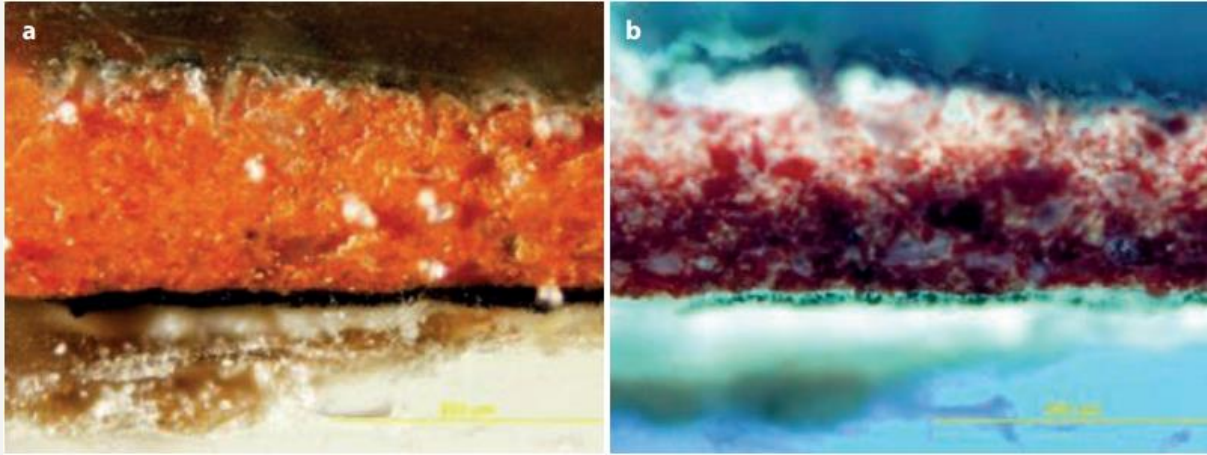
تصویر BMM039 A.III.21: تصویر μXRF (PyMCA: ID21)



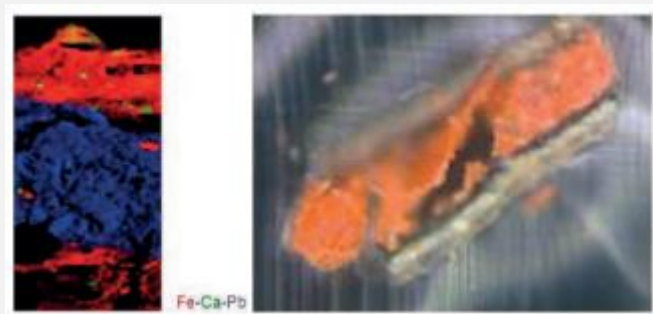
تصویر BMM039 A.III.22: تصویر μXRF (PyMCA: ID18)



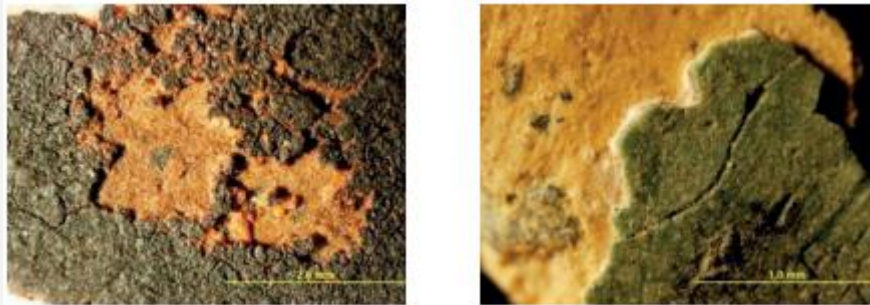
تصویر BMM040 A.III.23: تصویر استرومیومیکروگراف



تصویر A.III.24 BMM040: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)

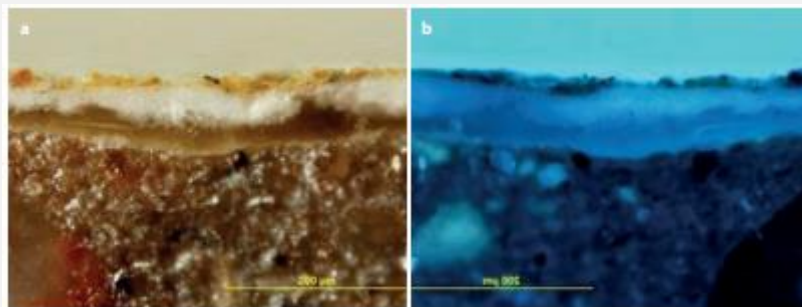


تصویر A.III.25 BMM040: تصویر الگوهای اشعه ایکس در زمینه (لایه) سبز

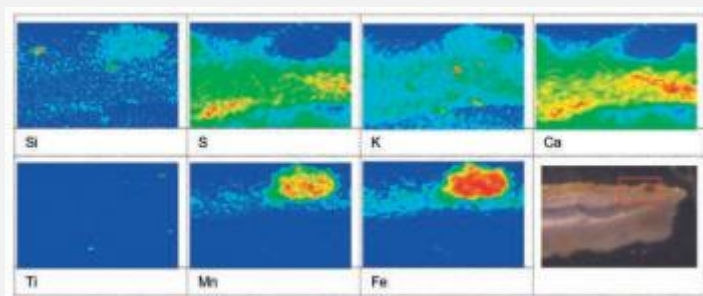


تصویر A.III.26 BMM040: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18).

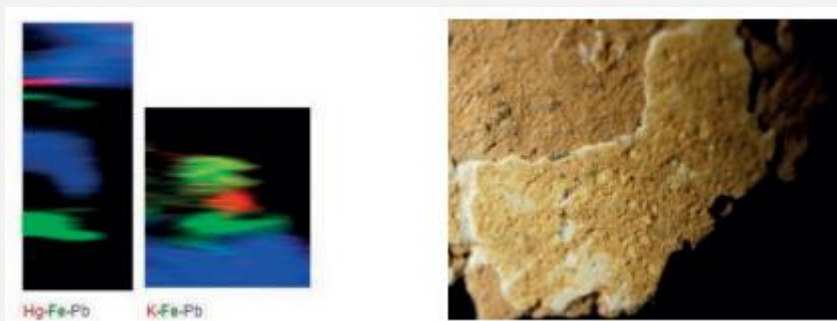
تصویر A.III.27 BMM045: تصویر استریومیکروگراف



تصویر A.III.28 BMM045: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)

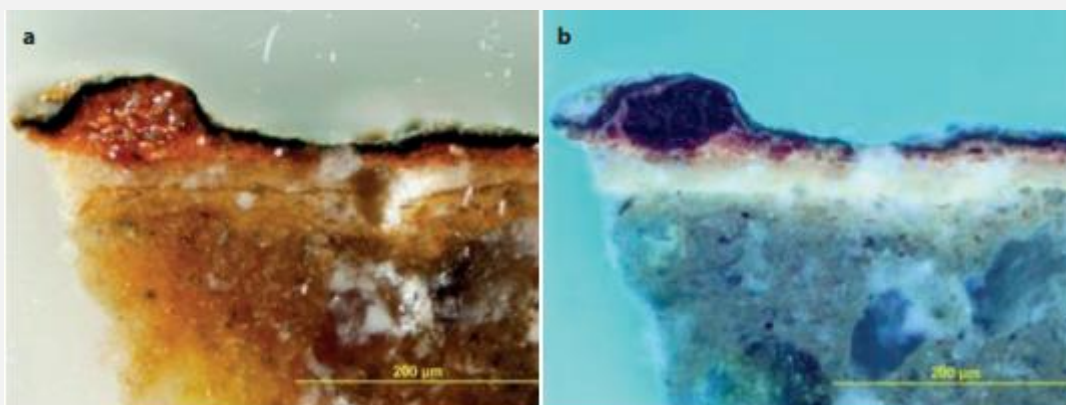


تصویر A.III.29 BMM045: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)

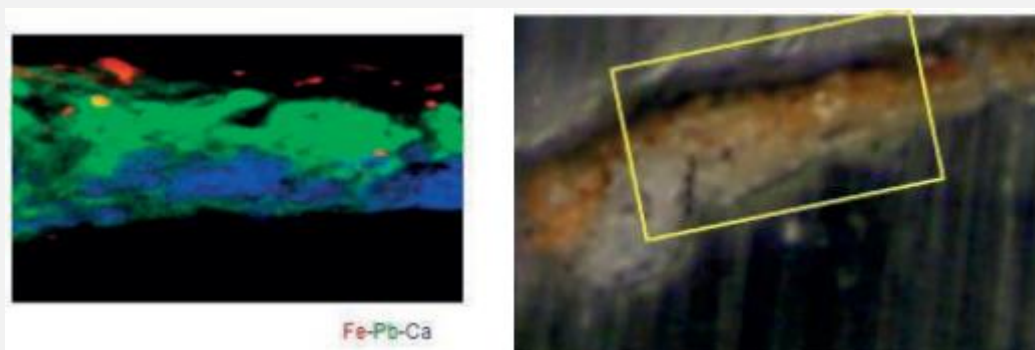


تصویر A.III.33 BMM068: تصویر
استرئومیکروگراف

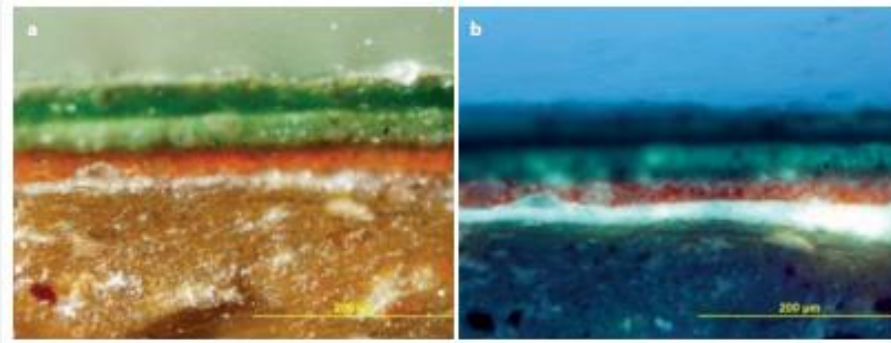
تصویر A.III.30 BMM055: تصویر
استرئومیکروگراف



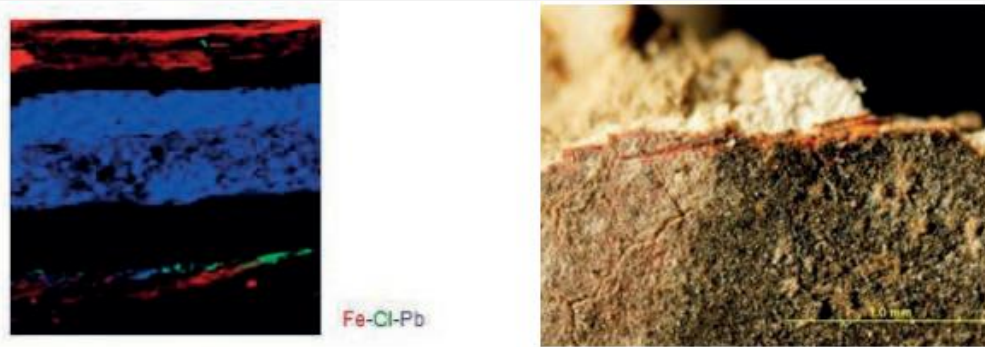
تصویر A.III.31 BMM055: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



تصویر A.III.32 BMM055: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)

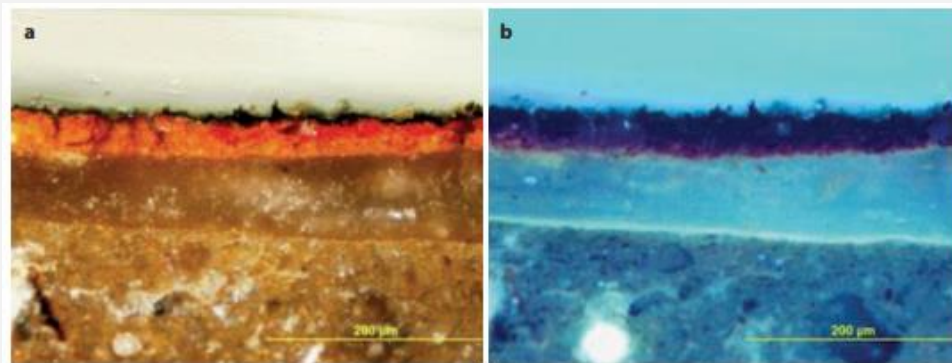


تصویر A.III.34 BMM068: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)

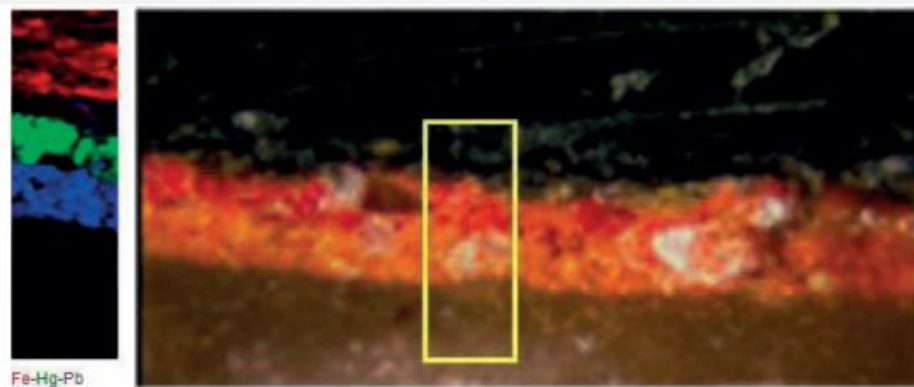


تصویر A.III.35 BMM068: تصویر (PyMCA: ID21) μ XRF

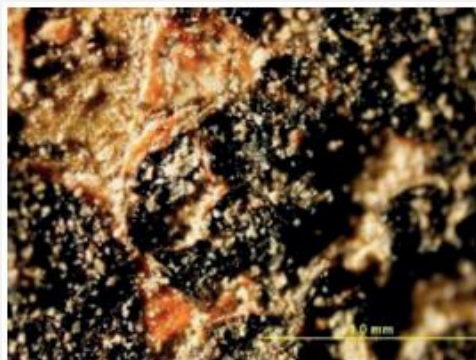
تصویر A.III.36 BMM081: تصویر استریومیکروگراف



تصویر A.III.37 BMM081: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



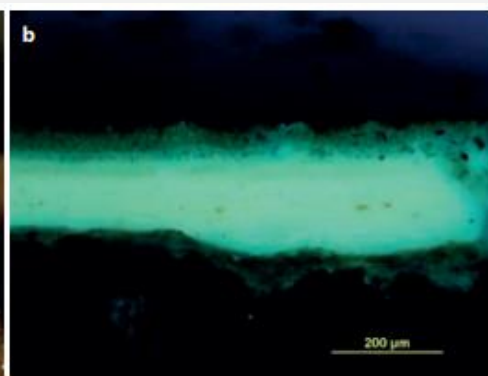
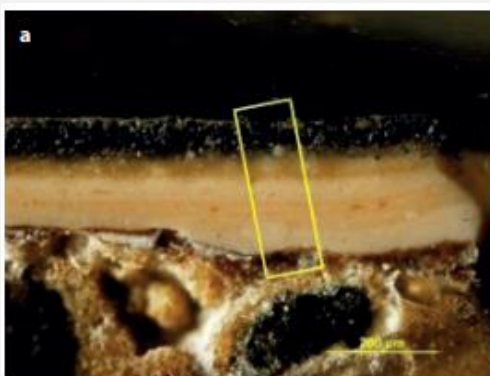
تصویر A.III.38 BMM081: تصویر (PyMCA: ID21) μ XRF



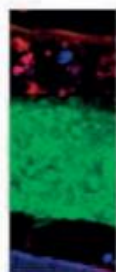
تصویر A.III.39 BMM082: تصویر
استریومیکروگراف



تصویر A.III.43 BMM083: تصویر
استریومیکروگراف



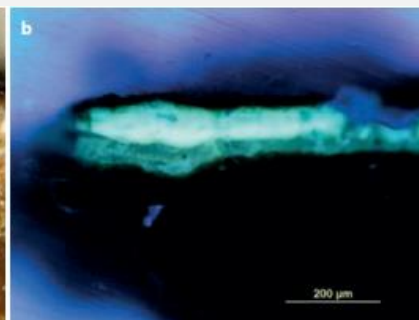
تصویر A.III.40 BMM082: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



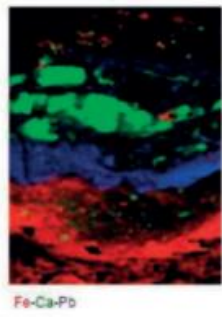
تصویر A.III.41 BMM082: تصویر
(PyMCA: ID21) μ XRF



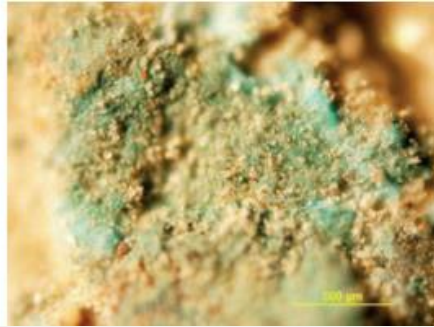
تصویر A.III.42 BMM082: تصویر
(PyMCA: ID18) μ XRF



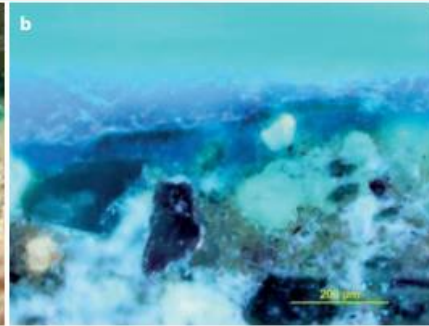
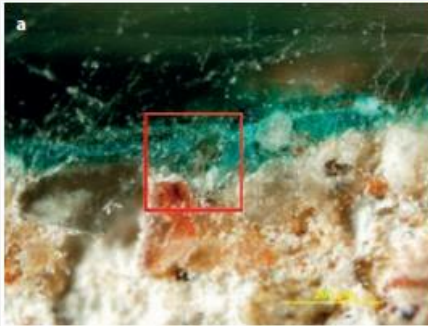
تصویر A.III.44 BMM083: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



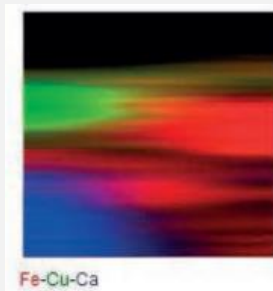
تصویر μ XRF: A.III.45 BMM083
(PyMCA: ID21)



تصویر استریومیکروگراف: A.III.46 BMM091



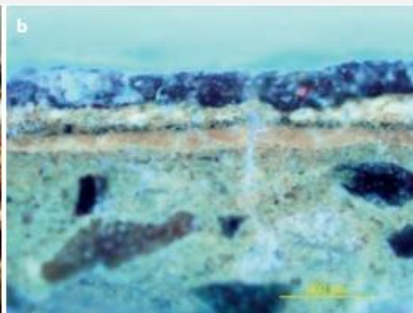
تصویر استریومیکروگراف PLM: A.III.47 BMM091 از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



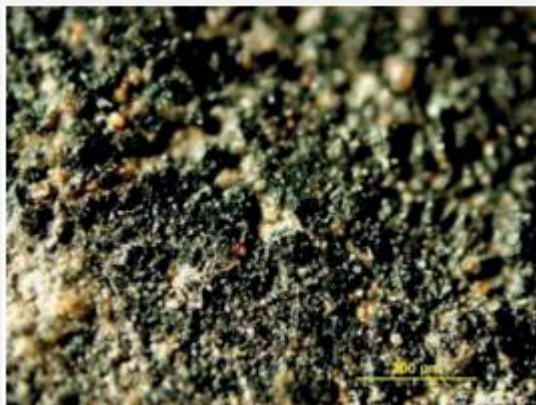
تصویر μ XRF: A.III.48 BMM091
(PyMCA: ID21)



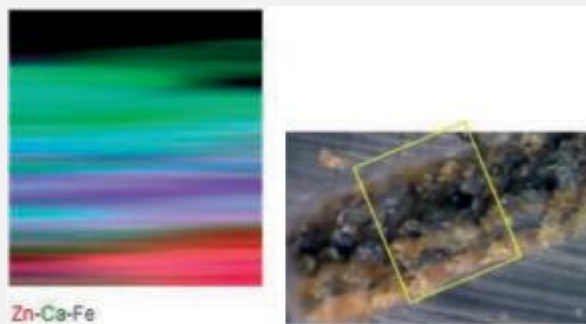
تصویر استریومیکروگراف: A.III.49 BMM0101



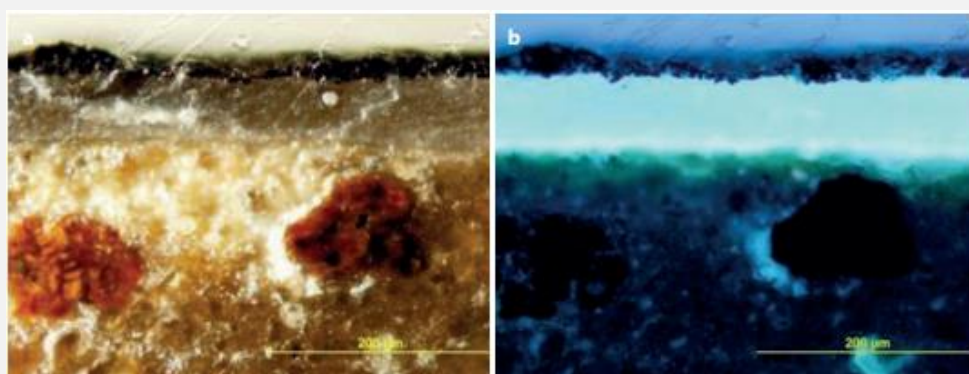
تصویر استریومیکروگراف PLM: A.III.50 BMM0101 از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



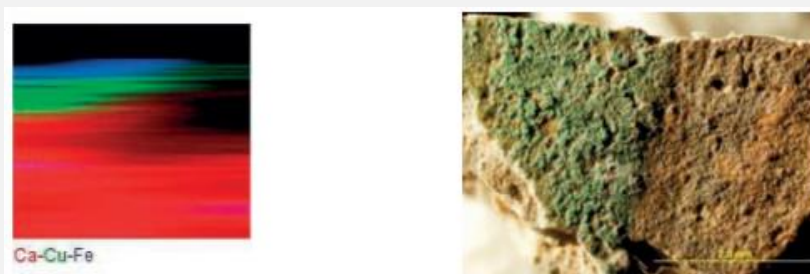
تصویر A.III.52 BMM0111: تصویر
استرئومیکروگراف



تصویر A.III.51 BMM0101: تصویر μ XRF
(PyMCA: ID18)

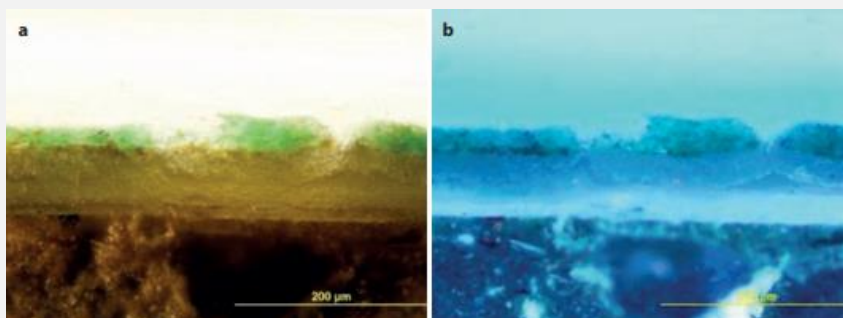


تصویر A.III.53 BMM0111: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



تصویر A.III.54 BMM0111: تصویر μ XRF
(PyMCA: ID21)

تصویر A.III.55 BMM0125: تصویر
استرئومیکروگراف

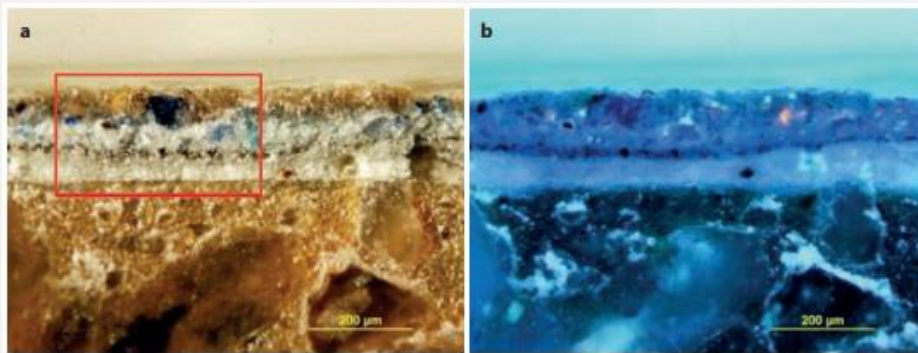


تصویر A.III.56 BMM0125: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)

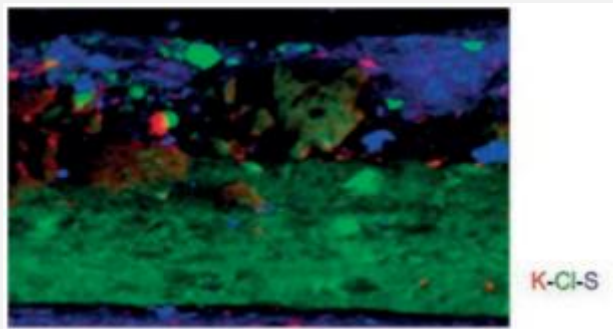


تصویر A.III.57 BMM0125: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)

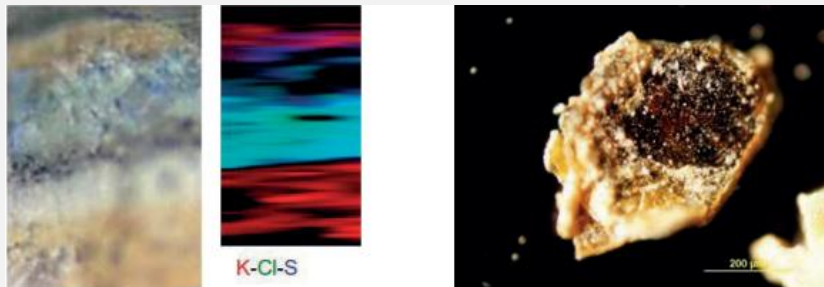
تصویر A.III.58 BMM0128: استریومیکروگراف



تصویر A.III.59 BMM0128: فتومیروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)

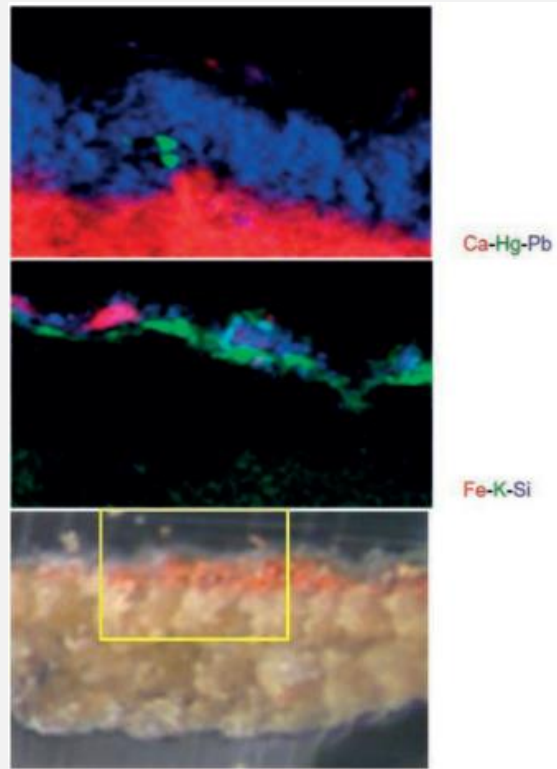


تصویر A.III.60 BMM0128: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)

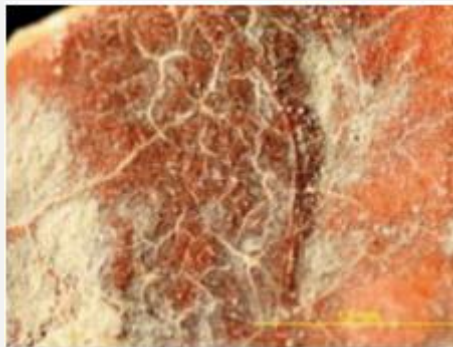


تصویر A.III.61 BMM0128: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)

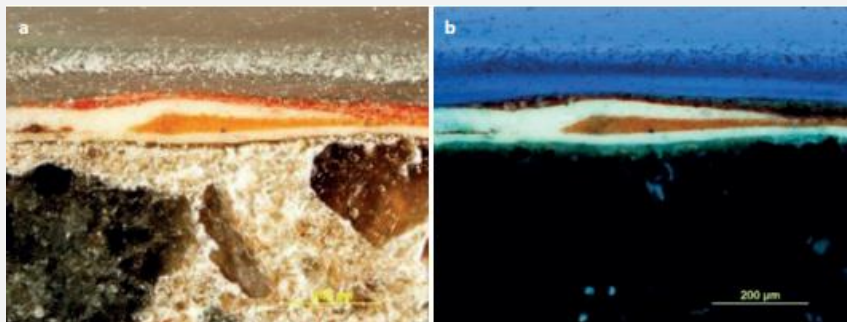
تصویر A.III.62 BMM0145: استریومیکروگراف



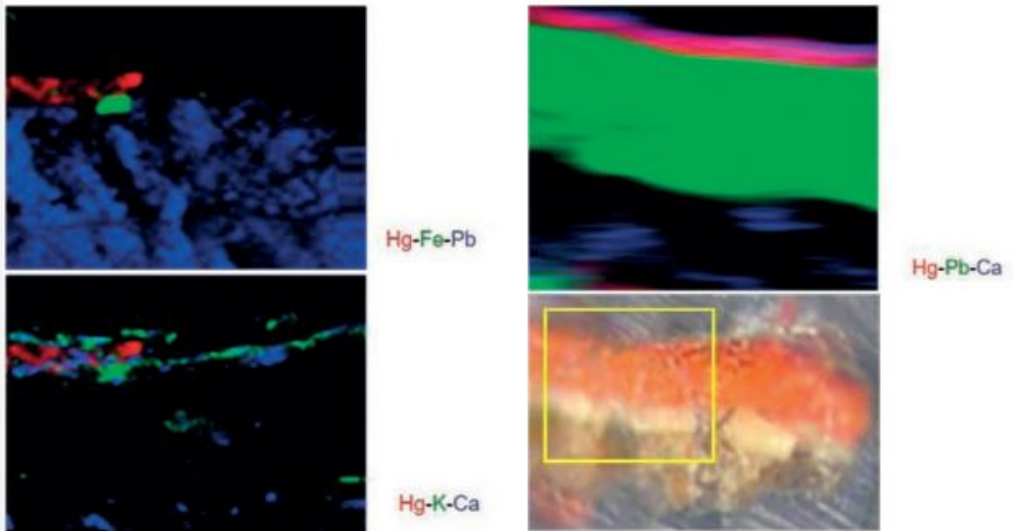
تصویر BMM0145 A.III.63: تصویر XRF (μ PyMCA: ID21)



تصویر BMM0181 A.III.64: تصویر
استریومیکروگراف

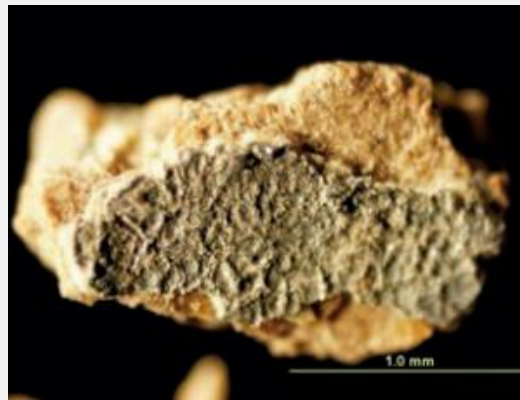


تصویر BMM0181 A.III.65: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)

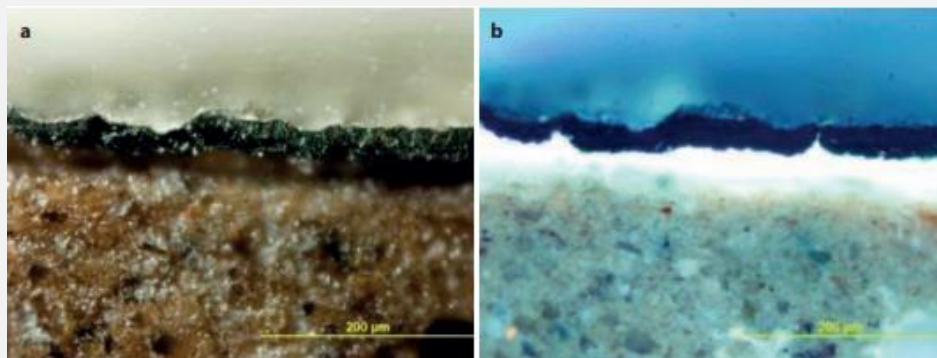


تصویر A.III.66 BMM0181: تصویر
(PyMCA: ID21) μ XRF

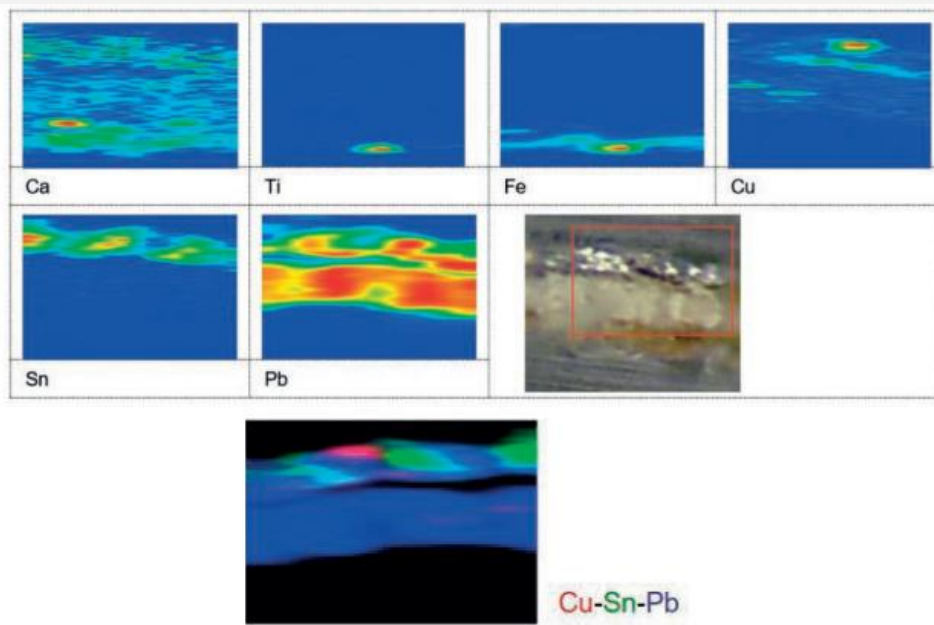
تصویر A.III.67 BMM0181: تصویر
(PyMCA: ID21) μ XRF



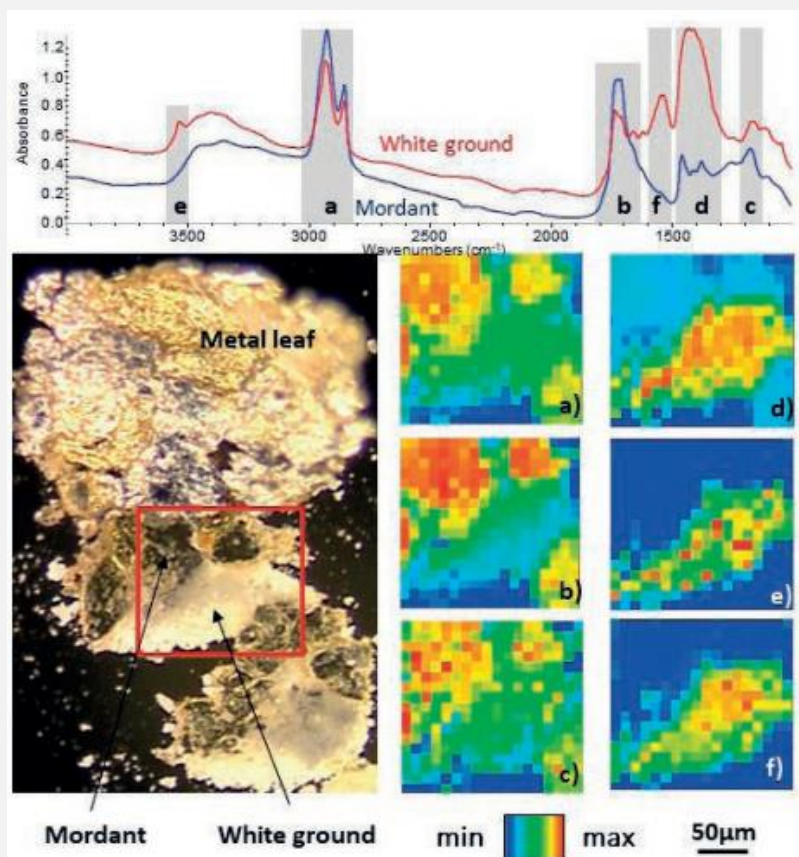
تصویر A.III.68 BMM0177: تصویر
استریومیکروگراف



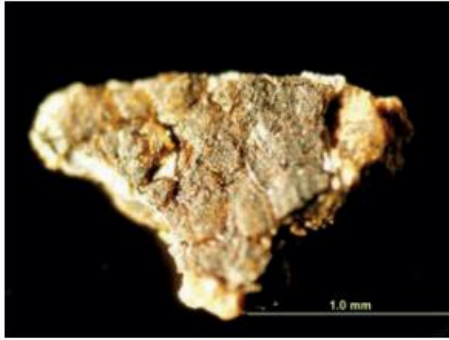
تصویر A.III.69 BMM0177: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



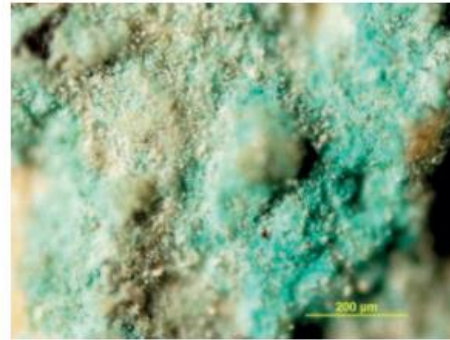
تصویر A.III.70 BMM0177: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)



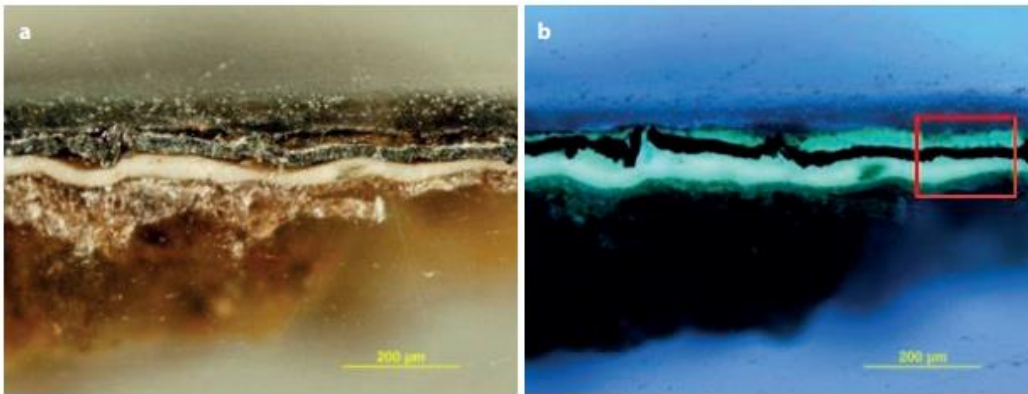
تصویر A.III.71: آنالیز μ FIR قطعه‌ای از نمونه BMM178. این نمونه از یک زمینه سفید، یک مودانت و یک ورقه فلزی تشکیل شده است. تجزیه و تحلیل ROI FTIR وجود یک مودانت مبتنی بر روغن را نشان می‌دهد: ((B)) $V(CH_2)$ ، استر A $V(C-O)$ ، $\delta(C-H)$ ، (C) ، $(V(CO))$ ، و یک لایه زمینه سفید ساخته شده از سرب سفید ((D)) کربنات $V_3(C-O)$ و ((E)) هیدروکسید سرب $(V(O-H))$ و روغن صابونی شده ((F)) کربوکسیلات سرب (CO) . طیف‌های نشان داده شده میانگین‌های محاسبه شده در دو لایه هستند. مستطیل‌های خاکستری نشان دهنده ROI های مورد استفاده برای محاسبه نقشه‌ها هستند.



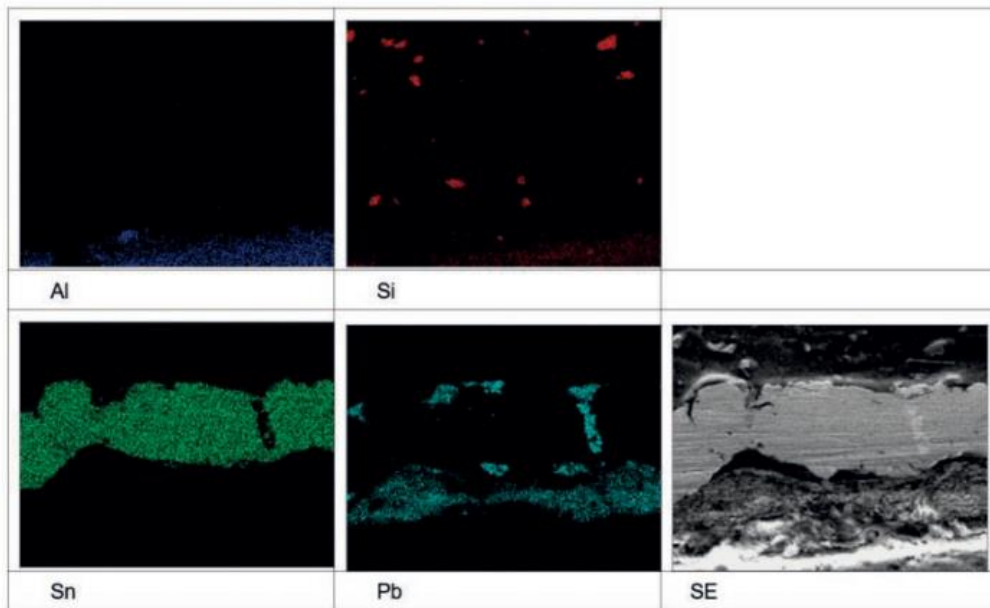
تصویر A.III.72 BMM0186: تصویر
استریومیکروگراف



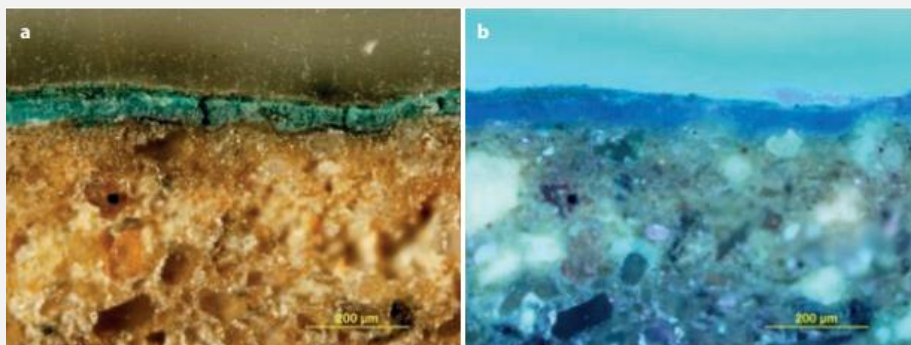
تصویر A.III.73 BMM0210: تصویر
استریومیکروگراف



تصویر A.III.73 BMM0186: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



تصویر A.III.74 BMM0186: کاربرد نقشه SEM-EDS

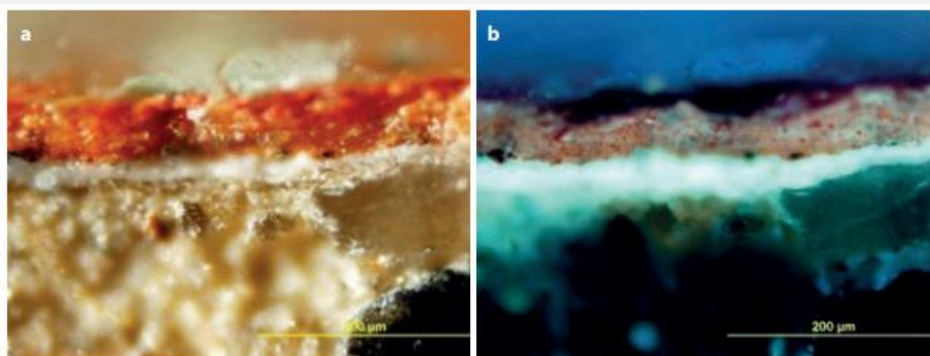


تصویر A.III.76 BMM0210: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)

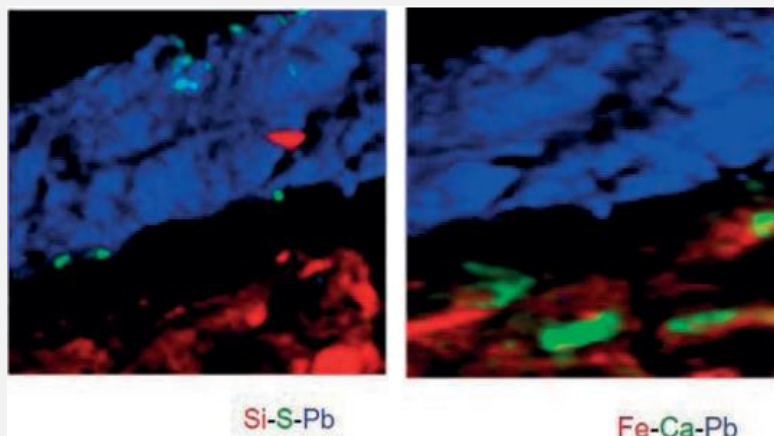


تصویر A.III.77 BMM0210: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)

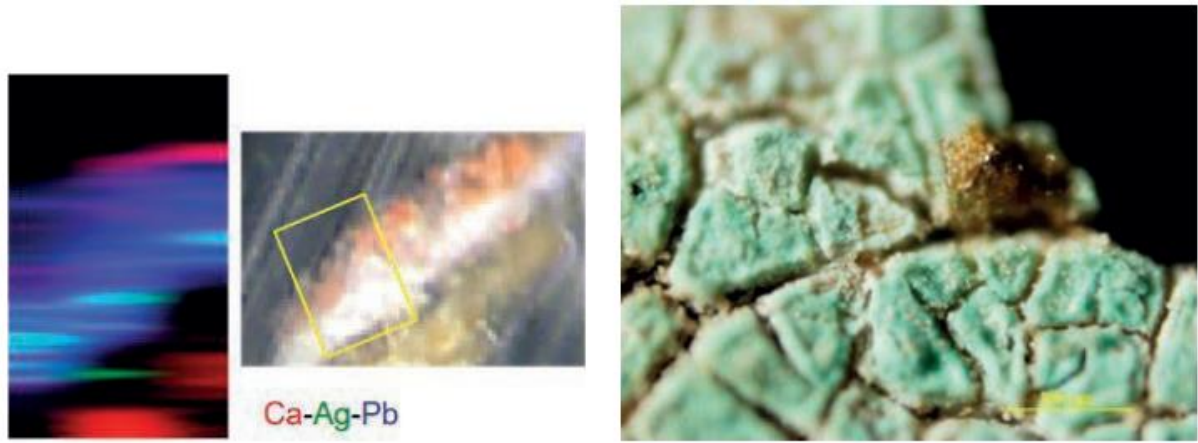
تصویر A.III.78 BMM059: استریومیکروگراف



تصویر A.III.79 BMM059: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



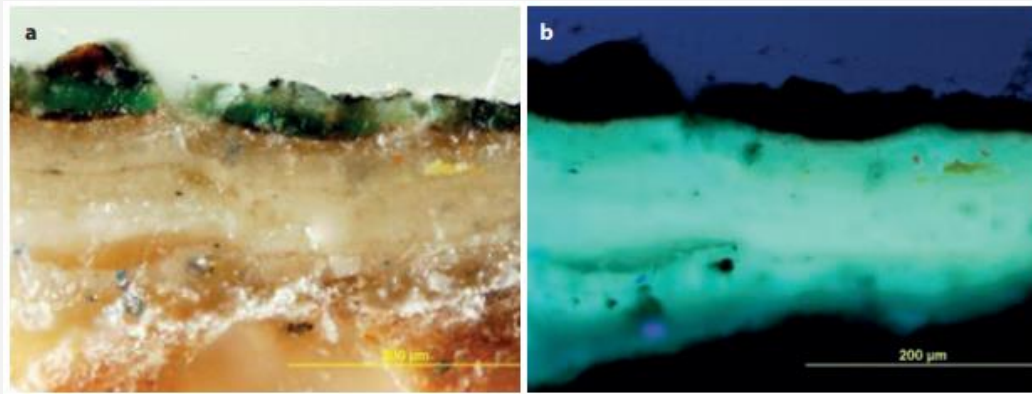
تصویر A.III.80 BMM059: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)



تصویر A.III.81 BMM059: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)



تصویر A.III.82 BMM011: تصویر استریومیکروگراف

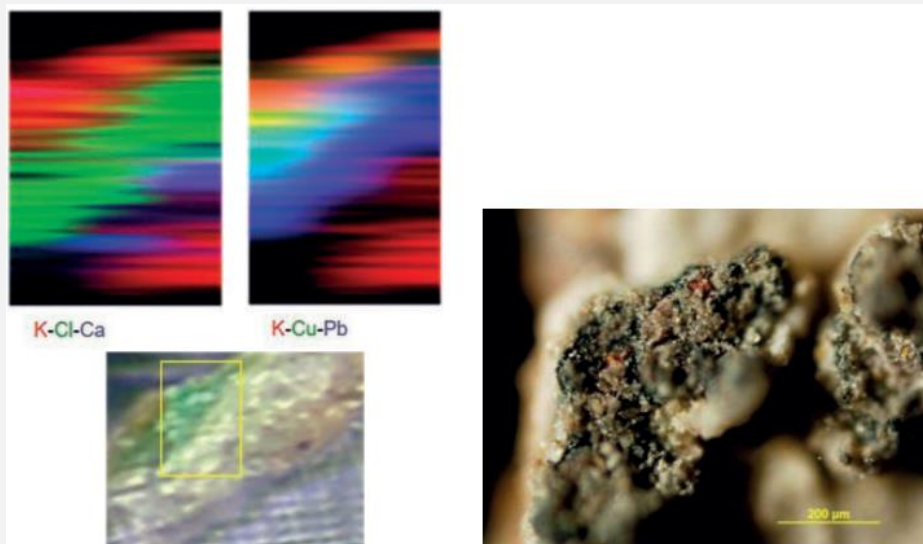


تصویر A.III.83 BMM011: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



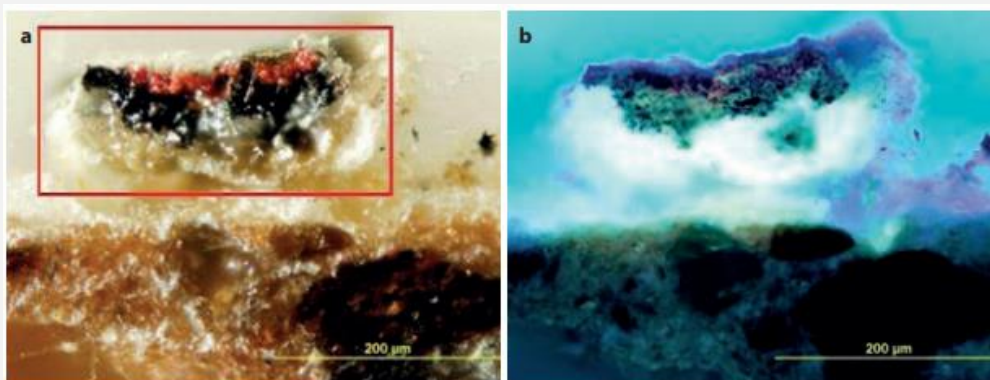
تصویر A.III.84 BMM011: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)

تصویر A.III.85 BMM053: تصویر استریومیکروگراف

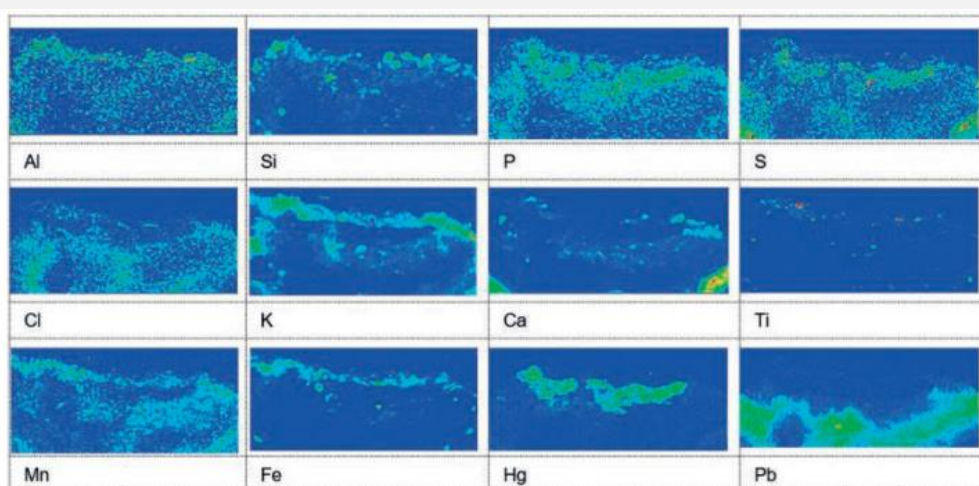


تصویر A.III.86 BMM053: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)

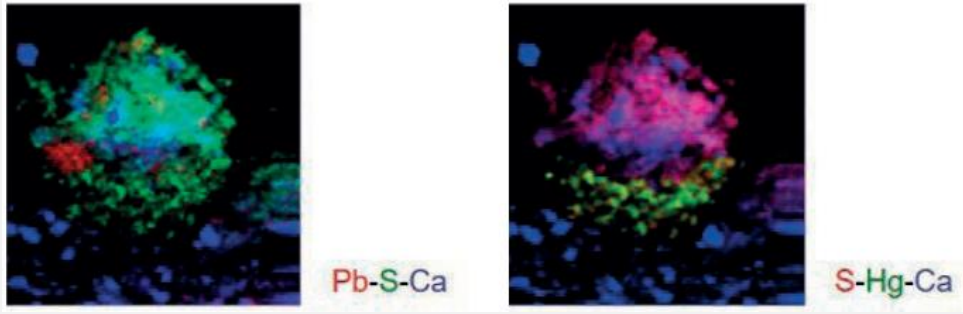
تصویر A.III.87 BMM033: تصویر استریومیکروگراف



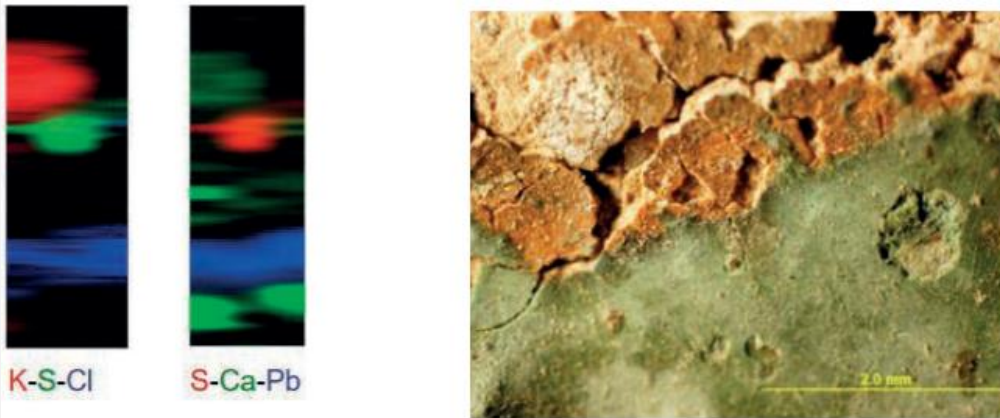
تصویر A.III.88 BMM033: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



تصویر A.III.89 BMM033: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)

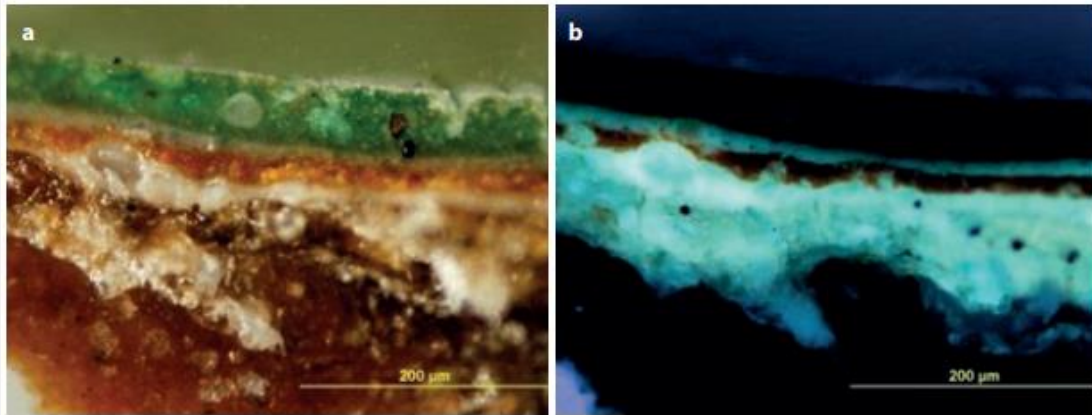


تصویر A.III.90 BMM033: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)

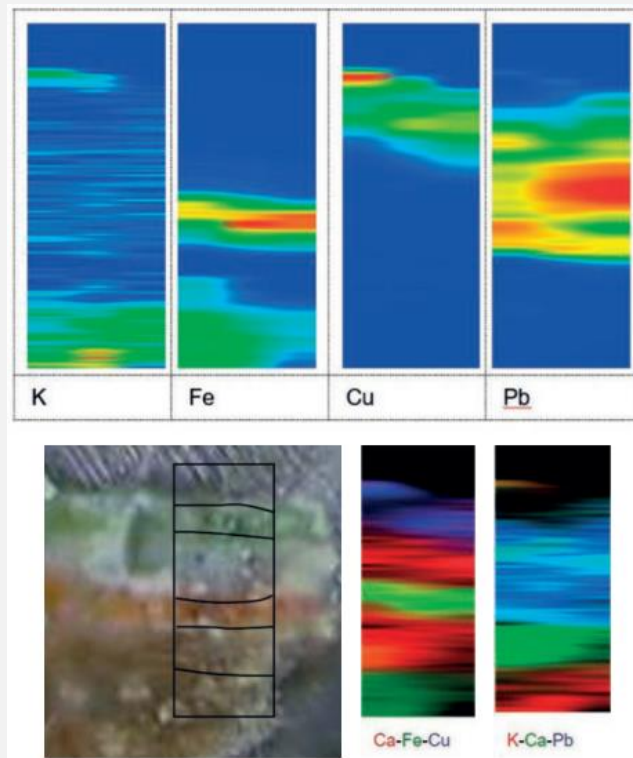


تصویر A.III.91 BMM033: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)

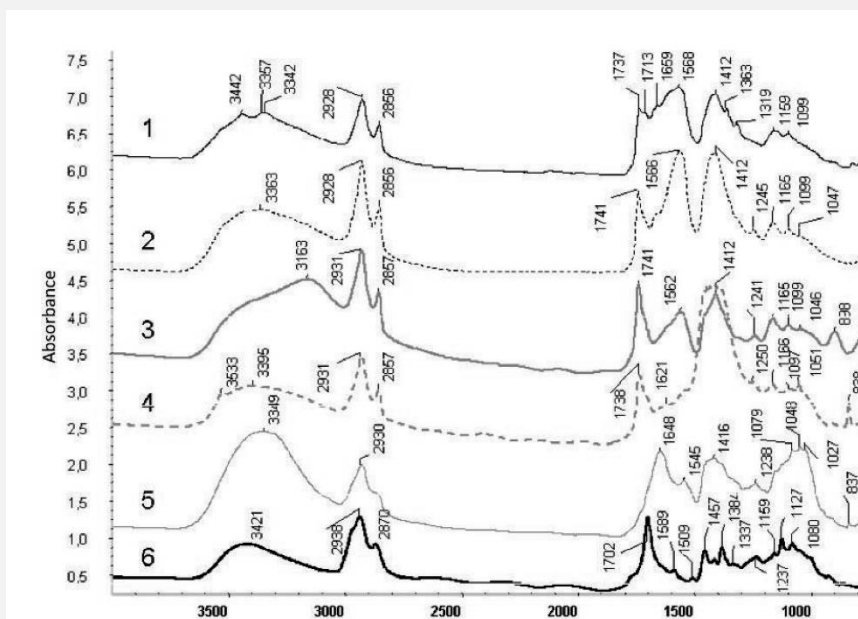
تصویر A.III.92 BMM055: تصویر استریومیکروگراف



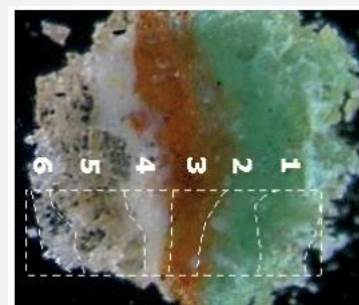
تصویر A.III.93 BMM055: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



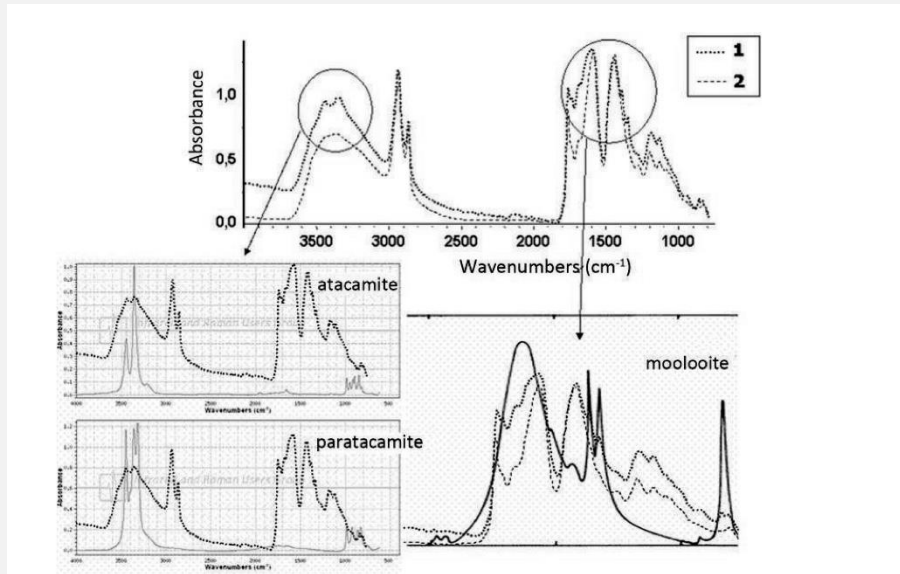
تصویر A.III.94 BMM055: تصویر μ XRF (PyMCA: ID18)



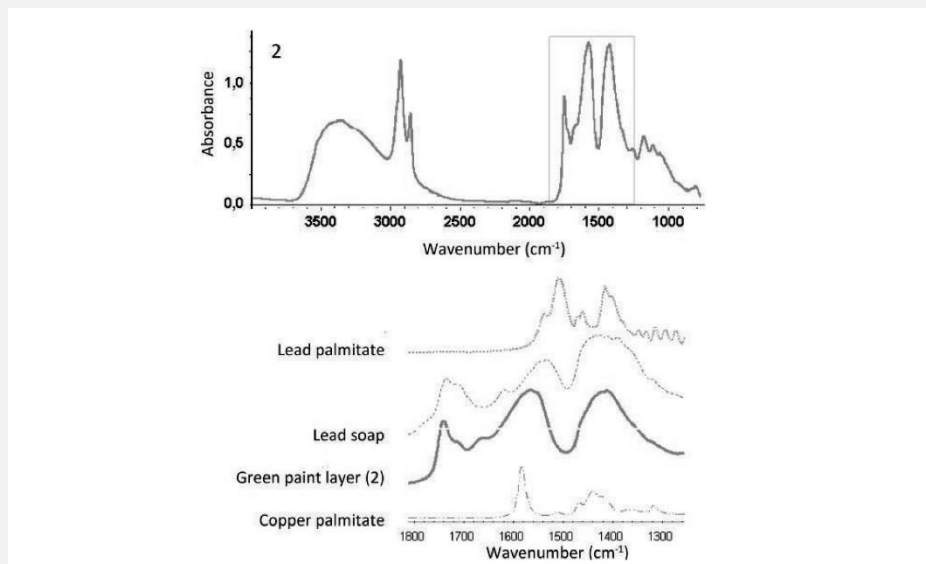
تصویر A.III.96 BMM055: طیف هر لایه بدست آمده توسط μ FTIR (مطابق با اعداد لایه در تصویر سمت چپ)



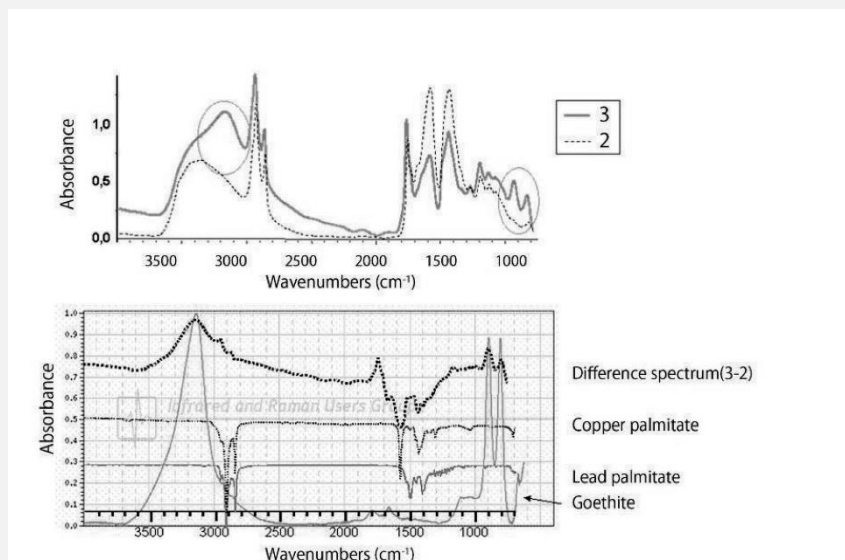
تصویر A.III.95 BMM055: ساختار چند لایه قابل مشاهده که نمونه بین سلول‌های الماس فشرده می‌شود.



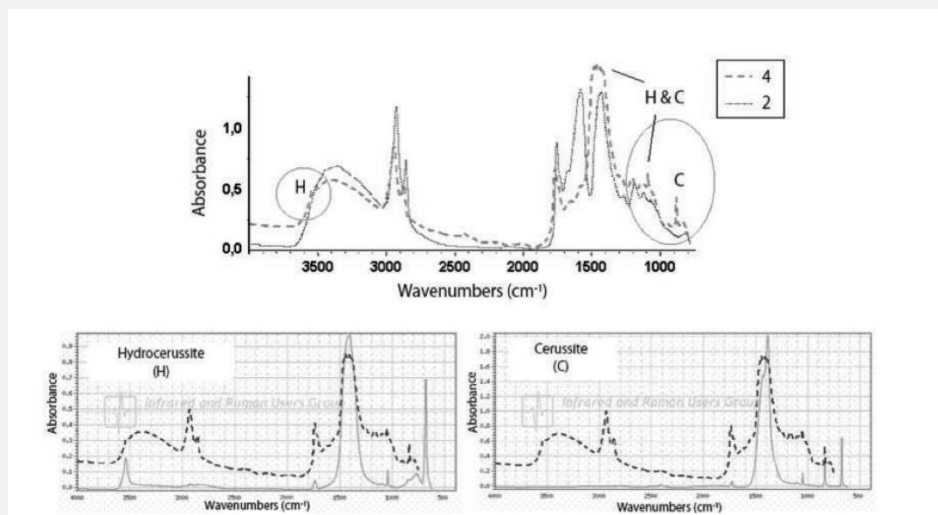
تصویر BMM055 A.III.97: مقایسه سبز روشن از سطح رنگ شده (۱) و لایه سبز (۲) با طیف آتاکامیت و مولوویت



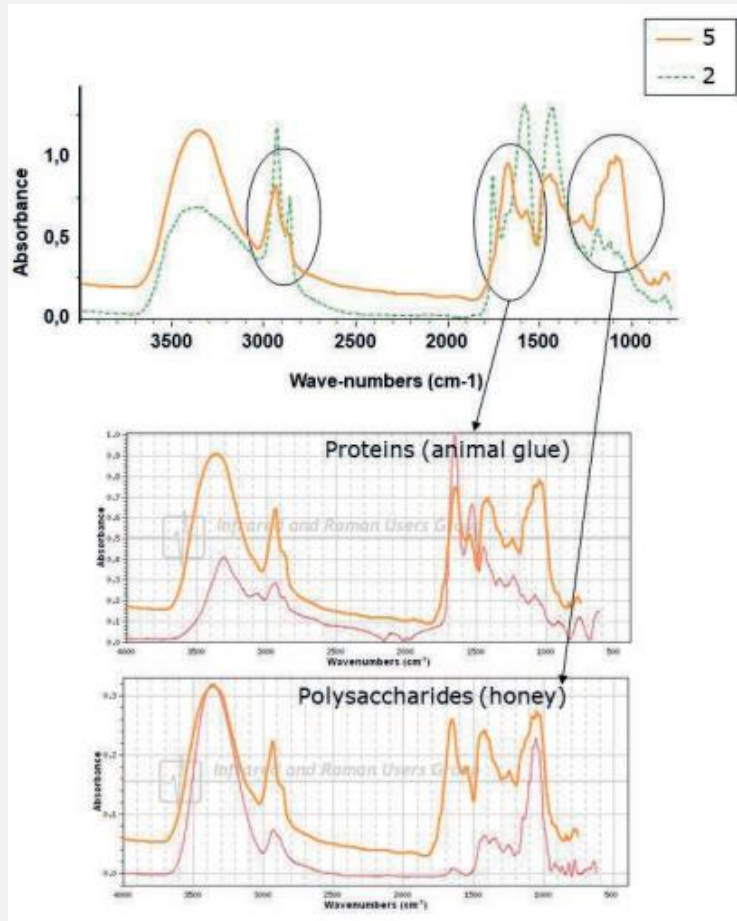
تصویر BMM055 A.III.98: مقایسه سبز رنگ شده (۲) و نمک‌های ارگانیک تولید شده توسط رنگ‌دانه‌های مس و سرب در روغن



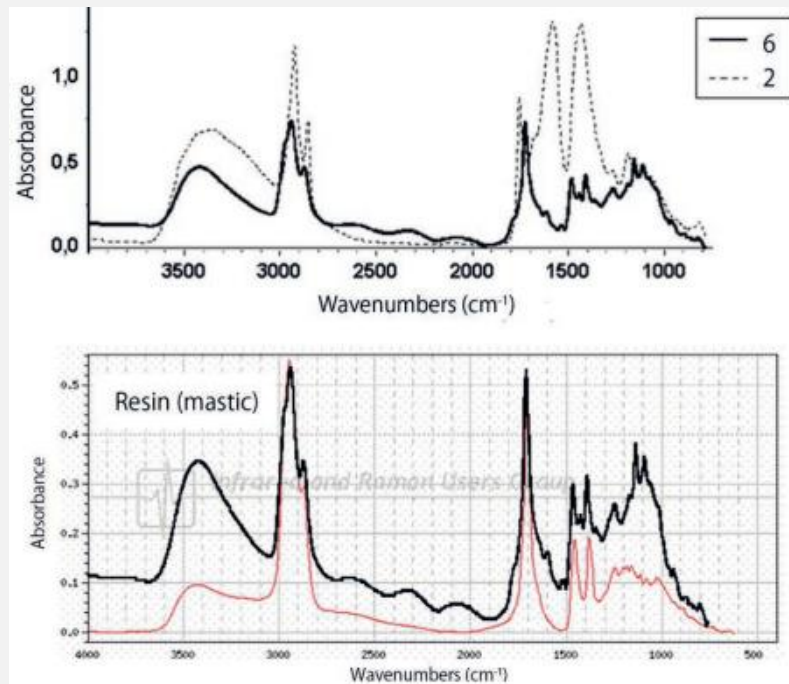
تصویر BMM055 A.III.99: مقایسه تفاوت لایه قرمز رنگ شده (۳) و لایه سبز رنگ شده (۲) توسط گوتیک و نمک‌های ارگانیک



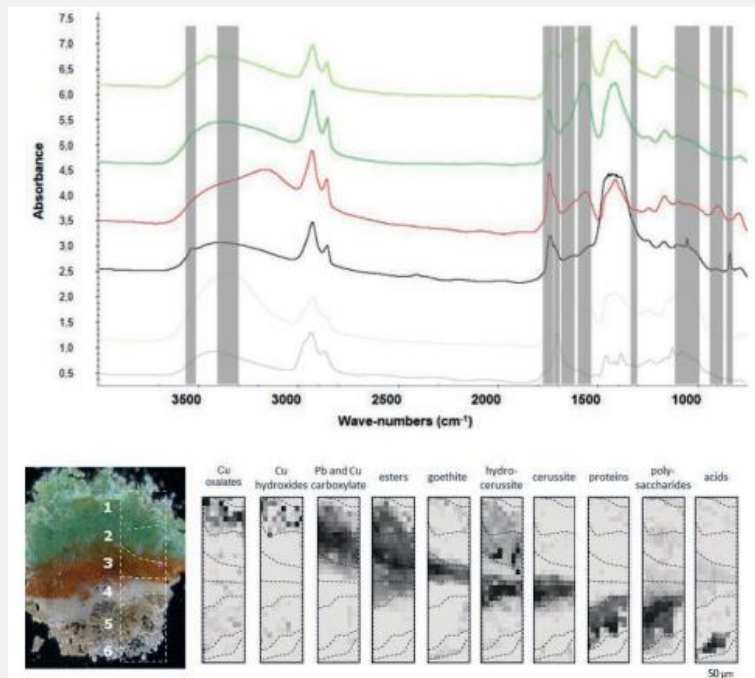
تصویر BMM055 A.III.100: مقایسه لایه زمینه سفید (۴) به همراه لایه نقاشی شده سبز (۲) و سرب سفید (هیدروسیروسیت و سیروسیت)



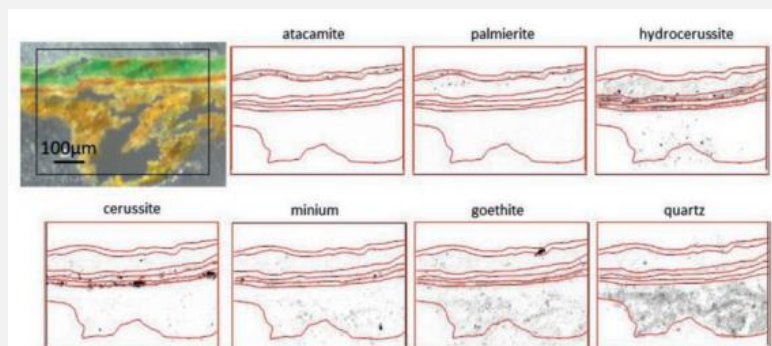
تصویر BMM055 A.III.101: مقایسه طیف لایه زرد روشن (۵) به همراه لایه پروتئین (مرجع: چسب حیوانی) و پلی ساکاریدها (مرجع: عسل)



تصویر BMM055 A.III.102: مقایسه طیف لایه زرد روشن (۵) به همراه لایه پروتئین (مرجع: چسب حیوانی) و پلی ساکاریدها (مرجع: عسل)



تصویر A.III.103 BMM055: محدوده طیف μ FTIR برای تصویربرداری (a) و نتایج (b)



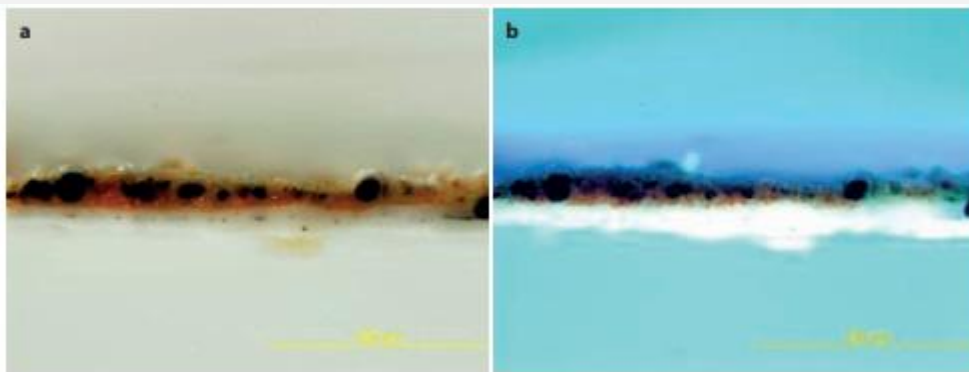
تصویر A.III.104 FDM055: نقشه فاز کریستالی آناکامیت، پالمیریت، سیروسیت، مینیوم، گوتیک و کوارتز روی نمونه (ID13)



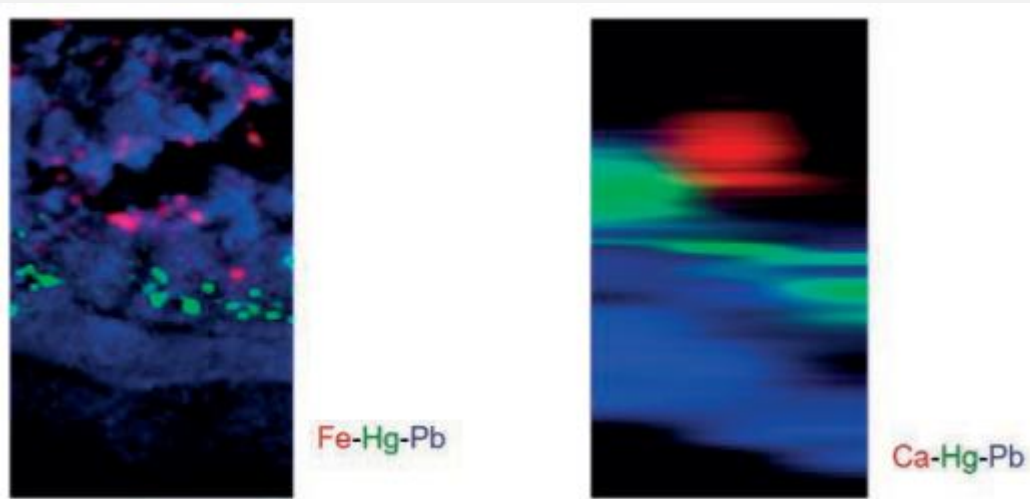
تصویر استریومیکروگراف A.III.105 FDM037: تصویر استریومیکروگراف



تصویر استریومیکروگراف A.III.109 KAK03: تصویر استریومیکروگراف

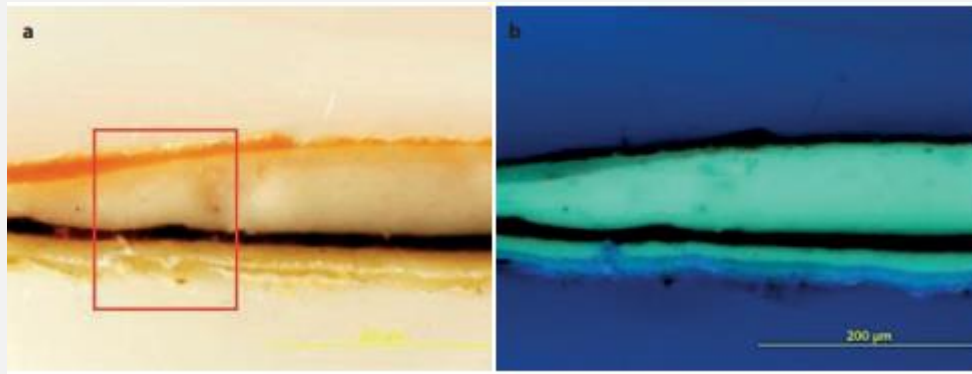


تصویر A.III.106 FDM037: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)

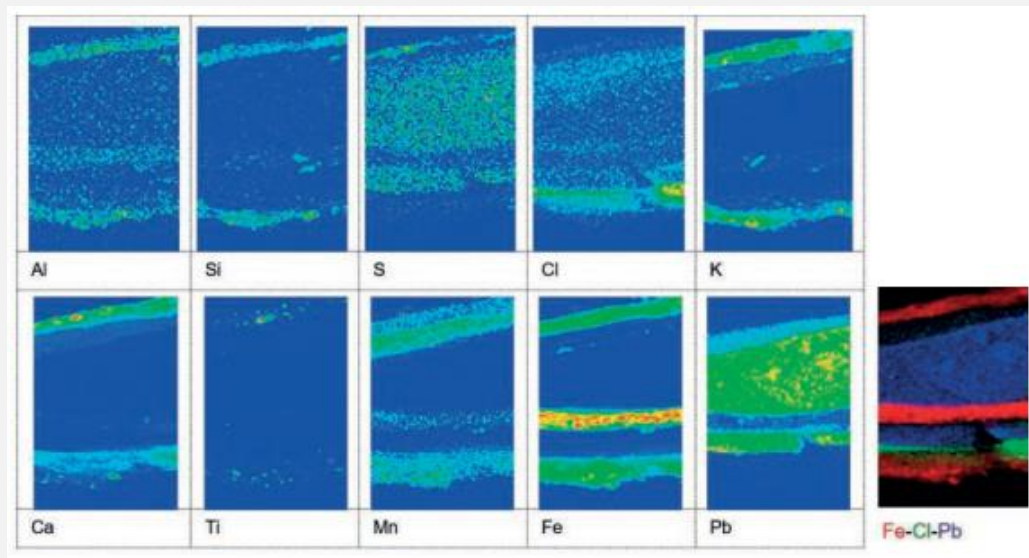


تصویر A.III.107 FDM037: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)

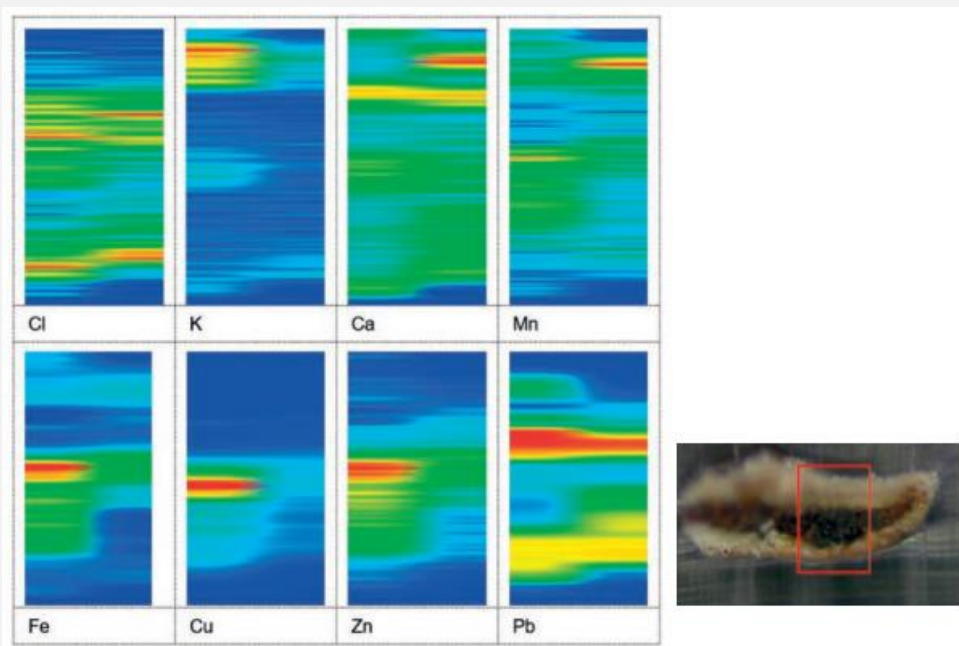
تصویر A.III.106 FDM037: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)



تصویر A.III.110 KAK03: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



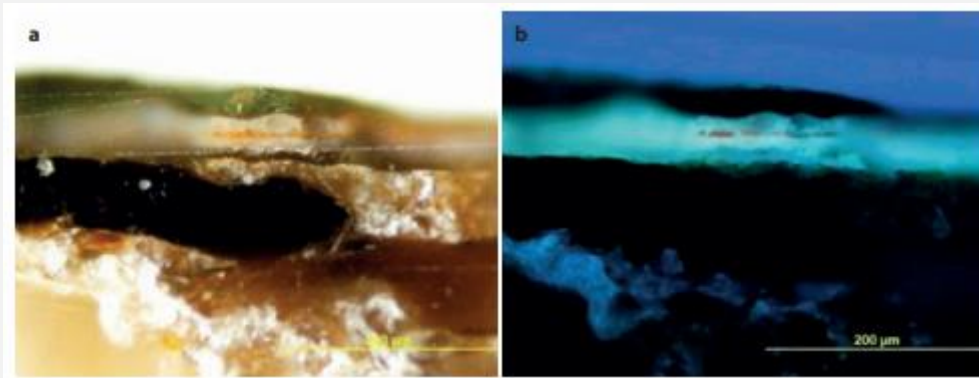
تصویر A.III.111 KAK03: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)



تصویر A.III.112 KAK03: تصویر μ XRF (PyMCA: ID21)



تصویر استریومیکروگراف A.III.113 QJM05

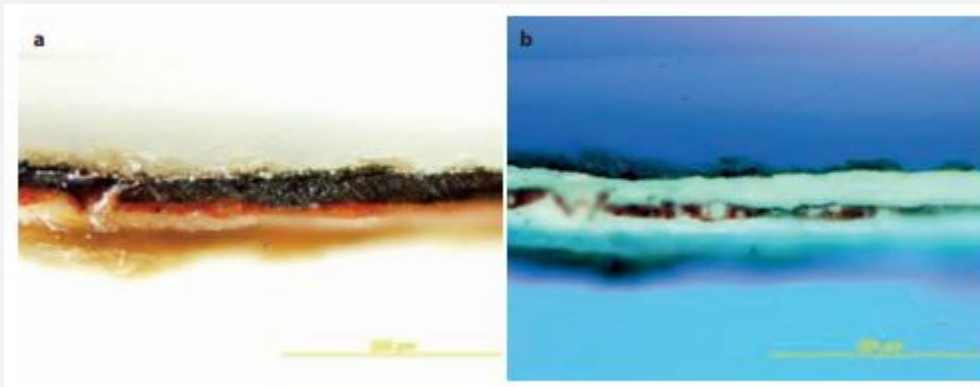


تصویر فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b) A.III.114 QJM05

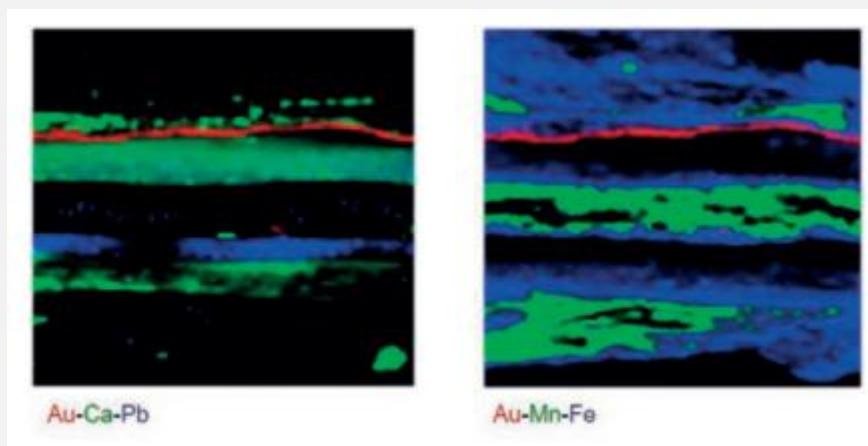


تصویر استریومیکروگراف A.III.116 QJM05

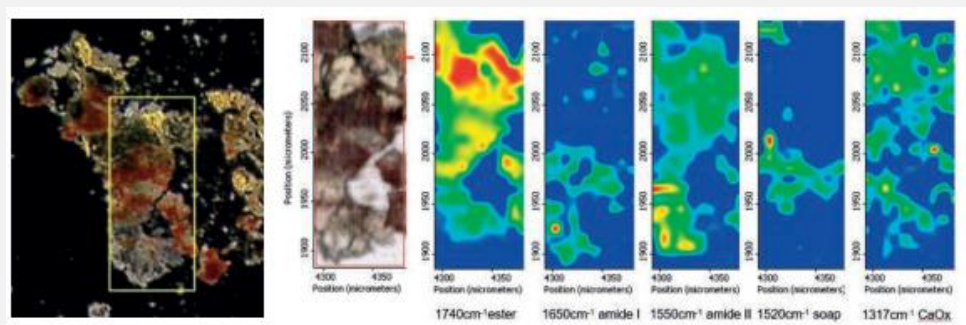
تصویر استریومیکروگراف A.III.115 QJM05



تصویر A.III.117 QJM06: فتومیکروگراف PLM از مقطع (a) در نور پراکنده معمولی و نور فرابنفش (b)



تصویر A.III.118 QJM06: تصویر استریومیکروگراف



تصویر A.III.119 QJM06: محدوده طیف μ FTIR برای تصویربرداری (a) و نتایج (b)

جدول BMM001 A.III.1: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Glaze	Transparent yellow	Fe, K, Ca	
2	Painting layer	Pale blue	Pb, Fe, Al, S, K, Ca, Na	Lapis lazuli, lead white, gypsum
3	Ground layer	White	Pb, S, Ca	Lead white, gypsum
4	Sizing layer			Organic substance
5	Rendering layer	Brown	Cl/Fe, Al, Si, K, Ca, Mn	Earthen material, salts (Cl)

جدول BMM009 A.III.2: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Surface deposit	Pale yellow	Fe, K, Mn	
2	Painting layer	Red	Pb, Cl, Mn, Hg, Fe	Cinnabar/vermillion, minium, cotunnite, laurionite, anglesite
3	Ground layer	White	S, Ca, K	Gypsum

جدول BMM0033 A.III.3: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Painting layer (alteration)	Black	Fe, Mn	Cinnabar/vermillion, lead-based pigment, copper-based pigment (alteration)
2		Black	Pb, Cu, Hg	
3	Ground layer	White	Ca, S, Sr	Gypsum

جدول BMM0035 A.III.4: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Surface deposit	Pale yellow	Ca, K	Calcium oxalate
2	Glaze	Transparent yellow	Al, Ca, Fe, K, Mn, Si, Cl	Organic substance (resin)
3	Painting layers	Green	Cu, Cl, Pb, Fe, Si	Copper-based green pigment, lead white (hydrocerussite, cerussite), yellow ochre, drying oil
4		Black	Pb	Lead white, carbon black, resin, drying oil
5	Ground layer	White	Pb, Cl	Lead white (hydrocerussite and susannite), lead soaps
6	Sizing layer	Brown	Fe, K, Mn, Al, Si, Ca	Organic substance (protein), calcium oxalate

جدول A.III.5 BMM0039: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Surface deposit	Whitish grey	Fe, Ca, K, S, Si	
3	Painting layers	Deep blue	Ca, K, Fe, S, Si	Lapis lazuli, gypsum, calcium oxalate, unknown iron-based material
4		Greyish blue	Ca, K, S, Si, Pb	Lapis lazuli, sodalite, lead soap, lead white (hydrocerussite>cerussite), gypsum, calcium oxalate
5	Ground layer	White	Pb, Ca, Si	Lead white (hydrocerussite and susannite), lead soaps
6	Sizing layer	Brown		Organic substances (protein), calcium oxalate

جدول A.III.6 BMM0040: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Surface deposit	Light brown	Fe, Ca	
2	Painting layer	Red	Pb, Hg	Minium, cinnabar/ vermilion
3	Mordant?	Black	Fe	
4	Ground layer	White	Pb, Fe, Ca, Ti, K	lead white (hydrocerussite and susannite), lead soaps
5	Sizing layer	Brown	Fe, Ca, Ti, K	

جدول A.III.7 BMM0045: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Painting layer	Yellow	Fe, Si, K, Mn	Yellow ochre
2	Ground layer	White	Ca, S, K	Gypsum
3	Sizing layer	Brown		

جدول A.III.8 BMM0055: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Alteration	Black	Fe, K	
2	Painting layers	Orange	Hg	Cinnabar/vermilion
3		Red	Pb, Cl, Co, Ni, Cu	Minium
4	Ground layer	White	Ca, S	Gypsum
5	Sizing layer	Brown		

جدول A.III.9 BMM0068: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Surface deposits	Light brown	Al, Fe, K, Cr, Mg/P	
2		White	Ca, S	Gypsum
3	Painting layers	Green	Pb, S	Lead white + ?
4		Whitish green	Pb, S	Lead white + ?
5		Orange		
6	Ground layer	White	Pb, Cl, K, Ca, S	Lead white, gypsum
7	Sizing layer	Brown	Fe, Ti	Earthen clay

جدول A.III.10 BMM0081: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Alteration	Black	Si, K, Ca, Mn, Fe/Cl	
2	Painting layers	Red	Hg	Cinnabar/vermilion
3		Orange	Pb>Cl	Minium
4	Ground layer	White	Ca, S, K, Mn	Gypsum
5	Sizing layer	Brown		

جدول BMM0082 A.III.11: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Alteration	Black	Hg, Ca, K, Si, Al	Cinnabar/vermilion, lapis lazuli
2	Painting layers	Crema white	Pb	Lead white
3		Crema white	Pb	Lead white
4	Ground layer	White	Pb	Lead white
5	Sizing layer	Transparent yellow	Fe, Ca, K, Si, Al	

جدول BMM0083 A.III.12: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Alteration	Black brown	Cu, K, Fe, S, Ca	Cu-based alteration product
2	Painting layer	White + blue particles	Pb, Si, Ca, Cl, K	Lead white, Ca-containing particles, lapis lazuli
3	Ground layer	White + blue particles	Pb, Si, Ca, Cl, K	Lead white
4	Sizing layer	Transparent yellow	Fe, Mn, Fe, Ca	

جدول BMM0091 A.III.13: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Surface deposit	Light brown		
2	Painting layers	Green	(Cu, S), (Fe, K, Zn) + spot As	Cu-based green pigment, As-based pigment
3		Bluish green	(Cu, S), (Fe, K, Zn), Ca, Sr, Cl + spot As	Cu-based pigment, lime white, As-based pigment

جدول BMM00101 A.III.14: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Alteration/ surface deposit	Dark brown	Ca, Fe, K	
2	Painting layers	Brown	Cu, Zn, Rb, K	Cu/Zn-containing pigment
3		Blue	Cu, Zn, Rb, K	Cu/Zn-containing pigment
4	Ground layer	Light brown	Ca, S	Gypsum

جدول A.III.15 BMM00111: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Surface deposit	Dark brown	Fe, K	
2	Painting layer	Green (blackened)	Cu, K, As	Cu-based green pigment + ?
3	Ground layer	Light brown	Ca, S	Gypsum

جدول A.III.16 BMM00125: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Surface deposit	White	Ca, S	Gypsum
2	Painting layer	Whitish green	Cl, Sr, Cu	Cu-based green pigment (atacamite)
3	Ground layer	White	K, Ti, Cr, Mn, Fe	?

جدول A.III.17 BMM00128: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Surface deposit	Light brown	Fe, Si, Co, Cr, Cu, Ag, As, Cl, Zn	
2	Painting layers	Blue	Ca, Ci, Cu, S	Cu-based blue pigment (azurite?), lapis lazuli? Gypsum
3		Black	S, Cl	
4	Ground layer	White	Ca, S	Gypsum
5	Rendering layer	Brown	Fe, Si, Co, Cr	Earthen clay

جدول A.III.18 BMM00145: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Surface deposit	Grey	Fe, Cr, Mn, K, Si	
2	Painting layer	Pale red	Pb, Ag, Co, Cu, Ni, Mn, Ti, Zn, Hg, Si	Minium, cinnabar/vermillion
3	Ground layer	Light brown	Ca	Gypsum

جدول A.III.19 BMM00181: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Surface deposit	Light brown	K, Ca	
2	Painting layers	Red	Hg, S, spot Fe, Cr	Cinnabar/vermilion
3		Orange	Pb	Minium
4	Ground layer	White	Pb	Lead white
5	Sizing layer	Light brown	Ca, Fe	

جدول A.III.20 BMM00177: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Glaze	Transparent bluish yellow	Cu, K, Ca, Cl	Copper chloride/ copper oxalate/ calcium oxalate
2	Painting layer	Silver	Sn, Pb	Tin leaf (with lead)
3	Mordant	Black		
4	Ground layer	White	Pb, Ca	Lead white (hydrocerussite and susannite), lazurite
5	Sizing layer	Brown	Ca	Quartz, calcite

جدول A.III.21 BMM00178: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Painting layer	Silver	Tin leaf (with lead)
2	Mordant	Black	Drying oil
3	Ground layer	White	Lead white, lead soap, drying oil
4	Organic layer	Brown	Drying oil
5	Sizing layer	Transparent	Protein

جدول BMM00210 A.III.22: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Surface deposit	Light brown	Cu, Fe, Zn + spot As, Pb	Cu-based green pigment
2	Painting layers	Green	Cu, Fe, Zn + spot As, Pb	Cu-based green pigment
3		Bluish green	Ca, Sr > Cu	Cu-based green pigment + Ca-containing pigment
4	Sizing layer	Light brown		

جدول FDM059 A.III.23: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1		Whitish green	Ca, Fe	?
2	Painting layers	Orange	Ca, Cl, Cu, Hg, K, Mn, Ni, Pb, Zn	Minium, cinnabar/vermillion
3		Black particles	Ca, Cl, Cu, Hg, K, Mn, Ni, Pb, Zn	Cu-based pigment
4	Ground layer	White	Pb	Lead white
5	Sizing layer	Light brown	Si	
6	Rendering layer	Brown	Fe, K, Ca, Al, Si, Cr, Ca, S, Si	Earthen clay, gypsum

جدول FDM011 A.III.24: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Painting layers	Green/ brown	Cu, As	Cu-based green pigment, orpiment
2		White + yellow particles	Pb, (As)	Lead white, (orpiment)
3	Ground layer	White	Pb, Cl, Cu	Lead white
4		White + blue particles	Pb, Cl, Cu	Lead white
5	Sizing layer	Light brown	Fe, Ca	

جدول A.III.25 FDM053: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Surface deposit	Light brown	K	
2	Painting layer	Green	Cu, Cl, Pb, Zn, Co	Atacamite
3	Ground layer	White	Ca, Fe, K	
4	Sizing layer	Light brown		

جدول A.III.26 FDM033: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Surface deposit	Light brown	S, Ca, K, Ti	Gypsum
2	Painting layers	Red/ white	Hg, S	Cinnabar/vermilion
3		Black	Ca, Pb	Minium (blackened?)
4	Ground layer	White	Pb, Cl, Cu, Ni, Ag	Lead white
5	Sizing layer	Light brown	Ca	

جدول A.III.27 FDM055: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن، اجزای ارگانیک و پیوند دهنده

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Alteration	Whitish green	Cu, Cl, Ag, (K)	Copper oxalate (moolooite)
2		Green		Atacamite, copper/ lead carboxylates, drying oil
3	Painting layers	White	Pb, Cl, Ca, Mn, As	Lead white (hydrocerussite>cerussite), orpiment, lead carboxylate, drying oil
4		Red		Minium, red ochre (goethite), lead carboxylate, drying oil
5	Ground layer	White	Pb, Ca, Fe, Co, As	Lead white (hydrocerussite>cerussite), lead carboxylate
6	Sizing layers	Transparent yellow		Protein, polysaccharide
7		Transparent pale yellow		Resin
8	Rendering layer	Brown	K, Mn, Ti, Fe	Earthen clay, quartz

جدول A.III.28 FDM037: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Painting layers	Orange + deep red particles	Ca, Pb, Fe	Minium, red ochre
2		Orange	Pb, Hg	Minium, cinnabar/vermillion
3	Ground layer	White	Pb, Ti, Mn, V, Fe	Lead white
4	Sizing layer	Light brown		

جدول A.III.29 KAK03: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

Layer number	Layer	Colour	Detected major elements	Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions
1	Surface deposit	Grey	Al, Si, S, K, Ca, Fe, Mn, Ti	
2	Glaze	Transparent yellow		
3	Painting layer	White	Pb, S	Lead white
4	Mordant?	Black	Fe, Mn, Al, Cu	
5	Ground layer	White	Pb, S	Lead white
6	Sizing layer	Brown	Fe, Mn, K, Ca, Ti, Si, Al	

جدول A.III.30 QJM05: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Surface deposit	Light brown	Fe, Ca, spot As	
2	Painting layer	Green	Cu, Ag	Copper-based green pigment
3	Ground layer	White + yellow	Ca, Pb	Lead white
4	Sizing layer	Light brown		

جدول A.III.31 QJM06: عناصر شناسایی شده در هر لایه و رنگ‌دانه‌های ممکن

<i>Layer number</i>	<i>Layer</i>	<i>Colour</i>	<i>Detected major elements</i>	<i>Estimated pigments/colorants, alteration products, inclusions</i>
1	Surface deposit	Light brown	Fe, Ca	Calcium oxalate
2	Gold leaf	Gold	Au	Gold
3	Mordant	Dark brown	Ca/Mn	Drying oil, lead soap
4	Bole	Red	Mn, Pb, Fe	Red ochre, minium
5	Ground layer	White	Pb	Lead white
6	Sizing layer	Light brown	Fe, Ca/Mn	Protein

جدول A.III.32: نتایج اسیدهای چرب شناسایی شده توسط GC-MS با استفاده از روش meth prep II در GCI

Sample number	Cave	Description	Sample Weight ug	Final Volume ul	Pinelic acid	Suberic acid	Lauric acid	Azelic acid	Sebacic acid	Myristic acid	Palmitic acid	Stearic acid	Eicosanoic acid	Oleic acid	p/s	A/p	Identified
BMM 063	B(d)	red, white ground	76	15	6.97	25.7	0.0	123.2	10.7	1.2	52.4	17.0	0.0	0.0	3.1	2.4	drying oil
BMM 091	C(a)	unusual light blue	20	20	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.8	0.0	ND
BMM 209	C(b)	green, white ground	219	20	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	5.3	0.0	2.3	1.3	0.0	ND
BMM 099	D	red, white ground	41	20	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.4	4.5	0.0	0.5	0.8	0.0	ND
BMM 067	East III	yellow, white ground	198	20	0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	4.3	3.7	0.0	2.7	1.1	0.1	ND
BMM 108	E(c)	ground and soot deposit	191	20	0.42	0.5	0.0	0.7	0.2	0.5	2.8	1.8	0.1	0.4	1.5	0.2	ND
BMM 101	E(e)	darkened surface, later soot?	248	15	2.23	2.4	0.0	4.9	1.3	2.9	15.0	9.3	1.0	0.0	1.6	0.3	oil
BMM 083-1	F(c)	translucent yellow glaze and render	556	15	0	1.0	0.0	4.4	0.3	2.8	6.8	2.0	0.0	1.3	3.4	0.6	ND
BMM 083-2	F(c)	black darkened layer, yellow glaze, white ground	81	15	4.96	17.1	0.0	74.7	6.0	1.6	30.5	11.2	0.4	0.0	2.7	2.4	drying oil
BMM 045	G	yellow, white ground	84	20	0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	0.6	0.0	0.0	1.6	0.1	ND
BMM 212	H(a)	yellow, white ground	309	20	0.18	0.1	0.0	0.3	0.0	0.2	1.4	0.9	0.0	0.0	1.6	0.2	ND
BMM 211-2	H(b)	red and white ground	416	20	0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	2.2	1.2	0.0	1.9	0.2	0.2	ND
BMM 009	I	red, white ground	53	20	0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.5	0.3	0.0	1.6	0.4	0.4	ND
BMM 073	I	blue, black, white ground	408	20	0	0.3	0.0	0.5	0.0	0.9	6.2	3.8	0.1	0.3	1.6	0.1	ND
BMM 128	J(b)	blue/black, white ground	218	20	0.34	0.5	0.0	1.2	0.2	1.0	4.6	3.2	0.0	0.0	1.5	0.3	ND
BMM 112	J(c)	green on white ground	117	20	2.74	3.9	0.9	8.8	1.6	4.8	20.9	15.6	0.4	0.2	1.3	0.4	oil (unknown)
BMM 113	J(c)	green on white ground	276	20	1.73	3.1	1.5	8.5	1.1	6.9	29.0	19.4	0.6	0.6	1.5	0.3	oil (unknown)
BMM 120	J(d)	blue, pink ground	183	20	0	0.3	0.0	0.6	0.0	0.5	4.1	3.3	0.0	0.3	1.2	0.1	ND
BMM 169	J(f)	red, render	131	20	0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	1.5	0.9	0.0	0.0	1.7	0.1	ND
BMM 080	K	flesh colour, white ground	1154	20	0.81	0.3	0.5	0.6	0.2	2.7	14.0	7.5	0.3	0.7	1.9	0.0	ND
BMM 134	K	brown deposit, red, white ground	451	20	1.12	1.6	0.3	2.6	0.3	0.8	5.4	3.7	2.1	0.3	1.5	0.5	ND
BMM 135	K	brown deposit on chaff	156	20	0.34	77.0	0.0	1.7	0.2	0.7	16.5	41.4	1.5	0.3	0.4	0.1	oil
BMM 203	L	green, white ground, yellow size	37	20	1.94	5.6	0.0	25.1	1.8	0.5	11.3	3.9	0.1	0.2	2.9	2.2	drying oil
BMM 204-2	L	black deposit	966	20	0	0.9	0.0	4.0	0.6	4.6	23.6	13.1	3.4	1.8	1.8	0.2	oil
BMM 053	M	darkened surface, later soot?	146	15	0	1.7	0.0	4.2	0.7	0.9	7.8	5.3	0.3	0.0	1.5	0.5	oil
BMM 054	M	red, white ground	223	20	5.22	10.7	0.7	32.3	4.7	4.0	25.2	13.3	1.0	0.1	1.9	1.3	drying oil
BMM 035	N(a)	resin, green, black oils, white ground, yellow size	54	15	6.32	20.3	0.0	91.0	5.3	1.9	51.4	16.7	0.5	8.9	3.1	1.8	drying oil
BMM 040	N(a)	red/oily red, white ground	104	15	6.52	23.6	0.0	123.2	8.8	1.7	51.8	15.5	0.4	1.5	3.3	2.4	drying oil
BMM 183	N(a)	deep red glaze on orange	17	15	0	1.4	0.0	4.5	0.0	0.2	2.0	0.7	0.0	0.0	2.7	2.2	drying oil
BMM 184-1	N(a)	yellow resin on tin leaf	20	15	0	0.9	1.0	2.2	0.3	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0	1.5	3.4	ND
BMM 184-2	N(a)	tin leaf and white ground	20	15	0.24	0.7	0.0	3.0	0.3	0.0	1.9	1.0	0.0	0.0	2.0	1.6	ND
BMM 163	S(e)	grey/green, white ground, size	1438	20	26.07	90.9	2.3	349.2	31.2	10.7	230.4	95.2	2.8	0.0	2.5	1.5	drying oil
BMM 157-2	East Displaced	blue and render	953	20	0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	2.4	1.2	0.0	0.0	1.9	0.6	ND
BMM 189	EGB	blue in white, white ground	2412	20	0.38	0.2	0.0	0.5	0.1	0.7	4.3	2.5	0.2	1.6	1.7	0.1	ND
BMM 190	EGB	red, white ground, render	1162	20	0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	1.7	1.2	0.0	0.9	1.4	0.1	ND

BMM 191	EGB	blue in white, white ground	155	20	0.05	0.3	0.0	0.5	0.0	1.0	7.0	4.1	0.2	0.0	1.7	0.1	ND
BMM 199	WGB	red	841	20	0	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	2.8	3.8	0.0	0.0	0.7	0.2	ND
BMM 201	WGB	deep red	401	20	0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	3.3	4.4	0.0	0.0	0.7	0.2	ND
FDM 059	Foladi 2	red and white ground	26	15	1.42	5.0	0.0	21.0	1.6	0.0	8.1	2.6	0.0	0.0	3.1	2.6	drying oil
FDM 043-1	Foladi 3	yellow translucent size	14	20	0.31	1.1	0.0	3.8	0.2	0.2	2.1	1.1	0.0	0.0	1.9	1.8	drying oil
FDM 043-2	Foladi 3	white, white ground, size	263	20	13.53	40.6	0.5	161.6	12.2	1.2	47.8	17.4	0.4	23.0	2.7	3.4	drying oil
FDM 014	Foladi 4	salmon pink, yellow, white ground, size	330	20	10.63	32.0	0.0	153.0	10.0	0.6	30.2	13.1	0.4	0.2	2.3	5.1	drying oil
FDM 055-1	Foladi 4	green, white ground, size, sandy render	1096	20	21.83	86.7	2.3	399.4	23.6	7.8	217.6	76.7	1.9	18.9	2.8	1.8	drying oil
FDM 055-2	Foladi 4	reddish sandy upper render	3533	20	0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.7	2.8	1.1	0.0	0.4	2.5	0.1	ND
FDM 023	Foladi 4B	white, orange, white ground, size	330	20	24.51	66.7	3.2	244.8	20.0	10.9	153.5	56.7	1.4	0.6	2.7	1.6	drying oil
FDM 003	Foladi 5	red, white ground, size	147	20	0.07	0.3	0.0	0.7	0.1	0.3	2.5	1.5	0.0	0.0	1.6	0.3	ND
FDM 026	Foladi 6	black (green), white ground, white size	80	20	2.2	6.2	0.0	22.1	1.8	0.0	6.0	2.3	0.1	0.0	2.6	3.7	drying oil
FDM 060	Foladi 6	brown green, red, white ground, size	406	20	10.3	26.4	0.0	100.9	7.2	1.0	26.4	14.2	0.7	0.0	1.9	3.8	drying oil
KAK 03	Kakrak 43	red, black organic, white ground	54	15	5.17	16.9	0.0	70.1	5.5	1.6	40.9	12.8	0.0	0.0	3.2	1.7	drying oil
KAK 10	Kakrak 44	white, blue, white ground	427	20	19.06	75.2	0.0	348.9	25.4	5.3	223.3	81.2	2.0	6.1	2.7	1.6	drying oil
QJM 06	Qol-e Jalal	gold leaf and mordant	20	20	5.03	15.7	0.0	73.4	5.5	1.0	18.4	6.5	0.0	0.0	2.8	4.0	drying oil
QJM 07	Qol-e Jalal	brownish colour, whole paint layer	176	15	3.76	13.3	0.0	62.5	5.4	0.0	21.3	8.3	0.0	0.0	2.6	2.9	drying oil
Reference Oils																	
Plane tree gum (modern ref. Bamiyan)																	
Almond oil, Fowler (film)																	
Linseed oil refined, Winsor & Newton																	
Poppy seed oil, Grumbacher																	
Poppy seed oil cold pressed, Grumbacher																	
Poppy seed oil sunbleached																	
Sesame oil, Arrowhead Mills																	
Soy oil, Spectrum Naturals																	
Sunflower oil cold pressed, Schminke																	
Tung oil, China																	
Walnut oil, Spectrum Naturals																	
Walnut oil, Rougie																	
Safflower																	

* All the oil references except for the plane tree gum are from M. Schilling 1989

جدول A.III.33: نتایج اسیدهای چرب شناسایی شده توسط GC-MS در GCI

Sample Number	Cave	Description	Sample Weight ug	Final Volume ul	Oil %	Protein %	Alanine	Valine	Isoleucine	Leucine	Glycine	Proline	Hydroxyproline	Candidates/ correlation coefficient	results
BMM 063	B(d)	red, white ground	76	30	13.2	5.3	20.7	3.8	2.8	7.4	36.1	15.0	14.3	glue, 0.97	glue
BMM 091	C(a)	unusual light blue	20	30	1.4	0.0									
BMM 099	D	red, white ground	41	30	1.7	1.4	10.7	8.7	5.7	15.6	27.7	14.9	16.7	no match	
BMM 067	E III	yellow, white ground	30	30	0.6	0.2	13.0	10.8	8.0	15.7	28.6	17.5	6.5		
BMM 083-2	F(c)	black darkened layer, yellow glaze, white ground	81	30	8.3	1.0	16.9	13.8	8.3	15.8	19.4	11.8	13.2	no match	casein
BMM 045	G	yellow, white ground	84	30	1.2	1.0	13.8	20.7	9.3	19.4	8.0	25.7	3.0	casein, 0.95	
BMM 212	H(a)	yellow, white ground	309	30	0.2	0.1	15.8	10.2	8.2	17.0	33.3	12.2	3.3	no match	
BMM 211-2	H(b)	red and white ground	416	30	0.2	0.4	18.2	16.0	10.6	18.8	19.6	15.9	1.0	egg, 0.91	egg
BMM 009	I	red, white ground	53	30	1.9	0.0									
BMM 128	J(b)	blue/black, white ground	218	30	0.8	2.2	20.1	13.7	7.5	17.7	25.8	13.3	1.7	no match	
BMM 120	J(c)	blue, pink ground	183	30	0.6	0.7	19.0	14.1	8.7	20.1	17.0	19.9	1.2	no match	
BMM 169	J(f)	red, render	131	30	1.0	1.1	11.3	18.1	8.0	26.8	9.3	23.7	2.9	casein 0.92	casein
BMM 134	K	brown deposit, red, white ground	451	30	0.3	1.3	26.7	8.2	6.0	11.4	35.4	10.9	0.0	no match	
BMM 135	K	brown deposit on chaff	156	30	2.3	4.8	28.8	10.8	7.5	14.6	30.8	7.5	0.0	no match	
BMM 203	L	green, white ground, yellow size	37	30	24.8	3.5	15.2	10.2	7.1	16.2	32.1	8.4	10.6	no match	
BMM 053	M	darkened surface, later soot?	146	30	1.0	0.7	16.7	23.4	11.5	22.4	12.1	12.0	1.9	egg, 0.92	egg
BMM 054	M	red, white ground	223	30	2.4	2.0	19.5	16.6	11.7	23.4	19.8	8.9	0.0	egg, 0.96	egg
BMM 035	N(a)	resin, green, black oils, white ground, yellow size	54	30	8.4	1.3	19.3	16.3	9.9	17.6	20.1	16.8	0.0	no match	
BMM 183	N(e)	deep red glaze on orange	17	30	6.5	0.0									
BMM 191	EGB	blue in white, white ground	155	30	1.3	3.2	14.0	14.8	10.9	24.2	19.0	17.0	0.0	no match	
FDM 059	Foladi 2	red and white ground	26	30	9.6	0.0									
FDM 043-1	Foladi 3	yellow translucent size	14	30	18.0	14.7	15.2	10.2	8.1	16.8	23.7	15.3	10.7	no match	
FDM 043-2	Foladi 3	white, white ground, size	263	30	6.1	2.6	19.3	10.2	8.3	15.4	25.0	12.0	9.8	no match	
FDM 014	Foladi 4	salmon pink, yellow, white ground, size	330	30	8.9	1.9	20.0	8.5	6.8	13.8	33.9	8.2	8.8	glue, 0.91	glue
FDM 003	Foladi 5	red, white ground, size	147	30	1.7	1.6	21.9	13.5	10.6	20.4	20.6	11.0	2.0	egg, 0.96	egg
FDM 060	Foladi 6	brown green, red, white ground, size	406	30	1.5	0.4	21.8	4.4	2.3	5.5	43.0	12.0	11.0	glue, 0.99	glue
KAK 03	Kakrak 43	red, black organic, white ground	54	30	9.7	0.3	19.2	5.4	4.4	8.3	41.3	8.9	12.6	glue, 0.98	glue
KAK 10	Kakrak 44	white, blue, white ground	427	30	6.4	2.2	25.1	14.8	10.2	18.4	19.8	11.7	0.0	egg, 0.99	egg
QJM 07	Qo-e Jalal	brownish colour, whole paint layer	176	30	6.6	1.3	16.4	6.8	5.6	13.0	26.3	13.3	18.6	no match	
Reference Proteins															
		isinglass (Zecchi)					18.1	3.4	2.2	4.1	46.9	15.0	10.3		
		collagen & gelatine (mean)					15.7	3.0	1.8	3.7	46.7	16.7	12.4		
		egg white (mean)					22.0	18.3	12.8	21.6	14.8	10.5	0.0		
		whole egg (mean)					22.0	17.4	13.2	22.0	14.5	10.9	0.0		
		egg yolk (mean)					20.9	16.6	13.3	23.2	14.1	11.9	0.0		
		casein (mean)					10.9	16.9	12.8	22.0	8.6	28.8	0.0		

جدول A.III.34: نتایج پلی ساکاریدهای شناسایی شده توسط GC-MS در GCI

Sample Number	Cave	Description	Weight (ug)	Volume (ml)	Rhamnose	Fructose	Arabinose	Xylose	Mannose	Fructose	Glucose	Galactose	Identification	%Gum
BMM063	B(d)	red, white ground	5717	0.05	0.3	0.3	5.7	1.0	0.0	3.5	15.9	1.5	Gum	0.02
BMM094	C(a)	pink ground	168	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	Sugar	0.10
BMM209	C(b)	green, white ground	360	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM098	D	blue, white ground, render	235	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM107	E(c)	black deposit, red, (all paint layer)	90	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM109	E(c)	brown paint	1041	0.03	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	3.5	0.0	Sugar	0.01
BMM101	E(e)	darkened surface, later soot?	743	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM157_1	East Displaced	blue and render	1953	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	Sugar	0.01
BMM158	East Displaced	red no ground flakes, nimbus	80	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.4	Sugar	0.28
BMM083_1	F(c)	translucent yellow glaze and render	19	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM082	F(c)	black red yellow, resinous material	817	0.03	0.0	1.4	36.1	4.6	2.8	0.0	12.9	12.3	Gum	0.26
BMM045	G	yellow, white ground	54	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM212	H(a)	yellow, white ground	464	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM071	I	white on black	251	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	ND	0.00
BMM128	J(b)	blue/black, white ground	66	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM111	J(c)	black (blackened surface), white ground, render	152	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM113	J(c)	black (green) + orange yellow	157	0.03	6.5	2.5	33.9	54.0	2.9	0.0	25.2	31.1	Gum	2.98
BMM120	J(d)	blue, pink ground	808	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM169	J(f)	red, render	3547	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM080	K3	flesh colour, white ground	19	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM134	K3	brown deposit, red, white ground	138	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM203	L	green, white ground, yellow size	20	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM204_1	L	black deposit	492	0.05	0.0	0.0	1.9	1.4	0.0	0.0	1.9	0.0	Sugar	0.05
BMM054	M	red, white ground	91	0.05	0.0	0.0	0.6	3.0	1.4	0.0	16.0	23.0	carbohydrates (galactose)	2.42
BMM053	M	darkened green	201	0.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	1.2	Sugar	0.07
BMM035	N(a)	resin, green, black oils, white ground, yellow size	160	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM040	N(a)	red/oily red, white ground	265	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM184	N(a)	red with black	487	0.03	0.0	0.0	17.9	2.1	1.7	0.0	5.7	7.4	Gum	0.21
BMM184_3	N(a)	yellow translucent size	208	0.05	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	1.0	0.0	Sugar	0.11
BMM181	N(a)	dark red	247	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	ND	0.00
BMM183	N(a)	reds	285	0.05	0.0	0.7	10.3	1.3	1.8	0.0	8.8	14.3	Gum	0.65
BMM162	S(a)	red, whole paint layer	213	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM163	S(a)	grey/green, white ground, size	1098	0.03	0.0	0.0	3.3	1.3	0.0	0.0	3.9	1.9	Gum	0.03
FDM059	Foladi 2	red and white ground	34	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
FDM055 Lower	Foladi 4	lower rendering	13969	0.05	2.2	0.0	1.8	0.0	1.4	0.7	1.1	0.9	ND	0.00
FDM055 Upper	Foladi 4	upper rendering	14538	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	ND	0.00
FDM051	Foladi 4	red on white ground	659	0.03	0.0	1.2	41.3	2.3	2.8	0.0	42.9	19.5	Gum	0.50
FDM054	Foladi 4	green on white ground	806	0.05	0.5	2.1	41.7	4.4	6.6	0.0	55.0	73.0	Gum	1.14
FDM023	Foladi 4B	white, orange, white ground, size	139	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
FDM026	Foladi 6	blackened green, white ground, size	63	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
FDM060	Foladi 6	brown green, red, white ground, size	207	0.05	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
KAK01	Kakrak 43	red, render	1212	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	ND	0.00
KAK05	Kakrak 43	yellow on white ground	506	0.03	0.0	0.0	3.7	2.8	0.0	0.0	9.1	4.3	Gum	0.12
KAK10	Kakrak 44	white and ground	119	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	ND	0.00
QJM07	Qol-e Jalal	brownish colour, whole paint layer	34	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	ND	0.00
BMM191_1	EGB	blue particles in white, white ground	136	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM191_2	EGB	black	435	0.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.2	Sugar	0.02
BMM189	EGB	yellow on white ground	222	0.03	0.0	0.0	1.4	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	Sugar	0.08
BMM190	EGB	red on render	637	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	ND	0.00
BMM191	EGB	blue particles in white, white ground	6429	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM199	WGB	red	159	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00
BMM201	WGB	deep red	377	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ND	0.00

جدول A.III.36a: نتایج آزمایش الاینز در GCI

Sample Number	Cave	Description	PLATE 1								PLATE 2								Identified	
			Collagen (Goat) #Ab19811		Collagen (Rabbit) #Ab6577		Fish collagen		Casein		Egg white		Egg Yolk		Plant gum		Tragacanth			
			A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H		
BMM 059	A	green brown? slightly yellow	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
BMM 063	B(d)	red, white ground	0.194	0.166	0.097	0.102	0.201	0.129	failed	failed	0.019	0.186	0.257	0.204	0.092	0.089	0.088	0.087	0.087	
BMM 091	C(a)	unusual light blue	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
BMM 209	C(b)	green, white ground	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
BMM 101	E(e)	darkened surface, later soot?	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
BMM 083-1	F(c)	translucent yellow glaze and render	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
BMM 045	G	yellow, white ground	0.142	0.136	0.086	0.074	0.091	0.088	failed	failed	0.137	0.121	0.075	0.072	0.074	0.069	0.078	0.077	0.077	
BMM 212	H(a)	yellow, white ground	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
BMM 009	I	red, white ground	0.137	0.146	0.080	0.081	0.089	0.100	failed	failed	0.127	0.120	0.074	0.074	0.070	0.071	0.076	0.073	0.073	
BMM 053	M	darkened surface, later soot?	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
BMM 053-2	M	darkened surface, later soot?	0.139	0.125	0.084	0.089	0.096	0.099	failed	failed	0.184	0.170	0.082	0.075	0.077	0.075	0.079	0.087	0.087	
BMM 035	N(a)	resin, green, black oils, white ground, yellow size	0.134	0.124	0.085	0.076	0.117	0.091	failed	failed	0.141	0.158	0.071	0.075	0.071	0.075	0.081	0.078	0.078	
BMM 040	N(a)	red/oily red, white ground	0.145	0.155	0.102	0.098	0.096	0.090	failed	failed	0.753	1.037	0.117	0.560	0.084	0.072	0.075	0.078	0.078	
BMM 157-2	East Displaced	blue and render	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
BMM 201	WGB	deep red	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
FDW043-1	Foladi 3	yellow translucent size	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0.140	0.140	0.078	0.088	0.099	0.073	0.081	0.113	0.113	
FDW 055-1	Foladi 4	green, white ground, size, sandy render	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0.134	0.131	0.101	0.126	0.085	0.082	0.082	0.083	0.083	
FDW 055-2	Foladi 4	reddish sandy upper render	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0.147	0.140	0.203	0.291	0.074	0.129	0.101	0.096	0.096	
FDW 003	Foladi 5	red, white ground, size	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0.122	0.126	0.083	0.113	0.080	0.069	0.091	0.083	0.083	
FDW 060	Foladi 6	brown green, red, white ground, size	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0.174	0.218	0.117	0.137	0.086	0.080	0.094	0.099	0.099	
KAK 01	Kakrak 43	ochre red	0.174	0.175	0.090	0.081	0.205	0.131	failed	failed	0.159	0.158	0.212	0.204	0.079	0.084	0.081	0.084	0.084	
KAK 03	Kakrak 43	red, black organic, white ground	0.142	0.123	0.086	0.081	0.099	0.090	failed	failed	0.136	0.113	0.072	0.070	0.072	0.072	0.072	0.072	0.077	
QJM 07	Qol-e Jalal	brownish colour, whole paint layer	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	

جدول A.III.36b: نتایج آزمایش الیزا مغاره F(c) BMM082: توسط GCI

sample	cave	Egg White			Animal Glue (anti-collagen#ab19811)			Animal Glue (anti-collagen#ab6577)			Casein			Identified
		40µL	40µL	average+3SD	40µL	40µL	average+3SD	60µL	60µL	average+3SD	60µL	60µL	average+3SD	
BMM082	F(c)	0.220	0.205		0.509	0.516		0.973	0.970		1.373	1.351		Casein, animal glue

جدول A.III.36: نتایج آزمایش الیزا در NMWA

Sample	Cave	Egg white				Animal glue (anti-collagen#ab19811)					Animal glue (anti-collagen#ab34710)					Identified	
		40 µl	20 µl	20 µl	10 µl	average values of blank + 3SD	40 µl	20 µl	20 µl	10 µl	average values of blank + 3SD	40 µl	20 µl	20 µl	10 µl		average values of blank + 3SD
BMM191	EGB	0.345	0.238	0.213	0.244	0.334	0.105	0.109	0.113	0.107	0.118	0.144	0.168	0.165	0.154	0.145	
BMM094	C(a)	0.237	0.347	0.296	0.303	0.379	0.106	0.117	0.098	0.117	0.117	0.106	0.123	0.120	0.133	0.194	
BMM096	C(a)	0.286	0.194	0.228	0.366	0.379	0.111	0.117	0.112	0.114	0.117	0.106	0.129	0.152	0.143	0.194	
BMM210	C(a)	0.457	0.460	0.385	0.344	0.379	0.174	0.145	0.155	0.143	0.117	0.169	0.156	0.095	0.141	0.194	
BMM209	C(b)	0.330	0.249	0.269	0.275	0.334	0.126	0.115	0.120	0.114	0.118	0.135	0.125	0.137	0.116	0.145	
BMM099	D	0.188	0.135	0.082	0.129	0.179	0.063	0.053	0.058	0.050	0.075	0.237	0.258	0.266	0.288	0.388	
BMM082	F(c)	0.310	0.386	0.449	0.670	0.615	0.061	0.075	0.077	0.075	0.091	0.723	0.402	0.409	0.483	0.525	
BMM45	G	0.439	0.431	0.427	0.431	0.463	0.083	0.087	0.085	0.084	0.128	0.095	0.095	0.104	0.104	0.126	
BMM212	H(a)	0.196	0.149	0.141	0.161	0.179	0.064	0.056	0.058	0.058	0.075	0.230	0.265	0.310	0.250	0.388	
BMM129	J(b)	0.412	0.428	0.428	0.424	0.463	0.086	0.088	0.085	0.085	0.128	0.109	0.123	0.121	0.124	0.126	
BMM113	J(c)	0.360	0.413	0.399	0.454	0.463	0.097	0.095	0.084	0.079	0.128	0.067	0.111	0.116	0.106	0.126	
BMM115	J(c)	0.384	0.410	0.458	0.440	0.463	0.087	0.091	0.080	0.066	0.128	0.105	0.111	0.114	0.103	0.126	
BMM120	J(d)	0.492	0.501	0.068	0.447	0.463	0.061	0.078	0.086	0.081	0.128	0.102	0.103	0.108	0.101	0.126	
BMM169	J(f)	0.402	0.344	0.246	0.356	0.379	0.099	0.116	0.134	0.119	0.117	0.125	0.140	0.090	0.141	0.194	
BMM137	K ₃	0.216	0.127	0.138	0.136	0.179	0.070	0.061	0.073	0.065	0.075	0.245	0.271	0.245	0.326	0.388	
BMM203	L	0.206	0.132	0.124	0.149	0.179	0.059	0.054	0.059	0.058	0.075	0.187	0.264	0.271	0.239	0.388	
BMM204	L	0.313	0.362	0.441	0.531	0.615	0.065	0.067	0.067	0.057	0.091	0.432	0.287	0.336	0.376	0.525	
BMM053	M	0.096	0.075	0.070	0.082	0.081	0.059	0.056	0.071	0.054	0.060	0.202	0.227	0.260	0.238	0.383	
BMM183	N(a)	0.125	0.080	0.071	0.085	0.081	0.057	0.056	0.067	0.066	0.060	0.307	0.286	0.336	0.292	0.383	
BMM035	N(a)	0.241	0.123	0.170	0.162	0.259	0.050	0.045	0.047	0.053	0.062	0.255	0.233	0.224	0.261	0.381	
FDM003	Foladi 5	0.137	0.103	0.098	0.109	0.081	0.068	0.056	0.043	0.059	0.060	0.220	0.255	0.241	0.276	0.383	
FDM019	Foladi 4	0.209	0.196	0.214	0.164	0.179	0.072	0.056	0.068	0.078	0.075	0.310	0.309	0.303	0.345	0.388	
FDM043	Foladi 3	0.156	0.123	0.139	0.137	0.179	0.058	0.054	0.057	0.058	0.075	0.232	0.195	0.211	0.230	0.388	
KAK01	Kakrak 43	0.242	0.124	0.159	0.182	0.259	0.056	0.062	0.058	0.055	0.060	0.235	0.240	0.213	0.241	0.383	
KAK05	Kakrak 44	0.095	0.082	0.067	0.077	0.081	0.059	0.061	0.057	0.059	0.060	0.248	0.301	0.236	0.242	0.383	

Sample	Cave	Casein				Plant gum					Tragacanth					Identified	
		40 µl	20 µl	20 µl	10 µl	average values of blank + 3SD	40 µl	20 µl	20 µl	10 µl	average values of blank + 3SD	40 µl	20 µl	20 µl	10 µl		average values of blank + 3SD
BMM191	EGB	0.506	0.282	0.340	0.240	0.102	0.024	0.173	0.189	0.126	0.564	0.076	0.083	0.078	0.094	0.070	animal glue, casein, tragacanth
BMM094	C(a)	0.125	0.097	0.105	0.105	0.104	0.133	0.165	0.164	0.143	0.183	0.069	0.066	0.071	0.080	0.103	casein
BMM096	C(a)	1.386	0.910	0.788	0.539	0.104	0.196	0.283	0.276	0.250	0.183	0.070	0.069	0.069	0.075	0.103	casein, plant gums
BMM210	C(a)	0.186	0.130	0.138	0.139	0.104	0.193	0.197	0.137	0.128	0.183	0.076	0.077	0.079	0.074	0.103	egg white, animal glue, casein
BMM209	C(b)	1.212	0.910	0.927	0.489	0.102	0.084	0.073	0.070	0.050	0.564	0.091	0.086	0.078	0.094	0.070	casein, tragacanth
BMM099	D	0.057	0.045	0.051	0.059	0.078	0.121	0.100	0.108	0.088	0.156	0.050	0.054	0.054	0.059	0.122	
BMM082	F(c)	0.245	0.230	0.230	0.225	0.074	0.304	0.323	0.298	0.311	0.171	0.053	0.053	0.053	0.086	0.079	casein, plant gums
BMM45	G	0.192	0.088	0.089	0.087	0.112	0.104	0.099	0.103	0.084	0.198	0.060	0.062	0.065	0.078	0.084	
BMM212	H(a)	0.071	0.049	0.052	0.062	0.078	0.130	0.126	0.107	0.094	0.156	0.050	0.054	0.055	0.070	0.122	
BMM129	J(b)	0.615	0.496	0.480	0.466	0.112	0.108	0.146	0.149	0.157	0.198	0.068	0.071	0.074	0.071	0.084	casein
BMM113	J(c)	2.340	1.063	1.212	0.755	0.112	0.159	0.110	0.120	0.122	0.198	0.068	0.070	0.060	0.066	0.084	casein
BMM115	J(c)	0.563	0.310	0.362	0.220	0.112	0.460	1.610	1.512	1.697	0.198	0.075	0.071	0.074	0.073	0.084	casein, plant gums
BMM120	J(d)	0.575	0.306	0.304	0.228	0.112	0.336	0.694	0.721	0.676	0.198	0.072	0.071	0.068	0.072	0.084	casein, plant gums
BMM169	J(f)	1.119	0.914	1.085	0.668	0.104	0.223	0.203	0.151	0.166	0.183	0.072	0.071	0.072	0.075	0.103	casein
BMM137	K ₃	0.253	0.237	0.271	0.242	0.078	0.123	0.065	0.087	0.098	0.156	0.054	0.054	0.051	0.048	0.122	casein
BMM203	L	1.673	0.989	1.208	1.151	0.078	0.202	0.095	0.160	0.184	0.156	0.049	0.045	0.047	0.043	0.122	casein, plant gums
BMM204	L	0.057	0.034	0.057	0.066	0.082	0.184	0.162	0.151	0.132	0.171	0.052	0.051	0.051	0.051	0.079	
BMM053	M	0.050	0.049	0.053	0.051	0.083	0.088	0.104	0.111	0.106	0.244	0.057	0.050	0.056	0.051	0.056	
BMM183	N(a)	0.068	0.060	0.063	0.058	0.083	0.165	0.158	0.211	0.127	0.244	0.050	0.049	0.045	0.041	0.056	
BMM035	N(a)	0.042	0.042	0.040	0.039	0.077	0.091	0.087	0.087	0.079	0.099	0.049	0.050	0.047	0.045	0.050	
FDM003	Foladi 5	0.065	0.047	0.044	0.042	0.083	0.115	0.097	0.120	0.079	0.244	0.046	0.056	0.046	0.057	0.056	egg white
FDM019	Foladi 4	0.055	0.053	0.053	0.059	0.078	0.104	0.106	0.094	0.109	0.156	0.051	0.049	0.049	0.041	0.122	egg white
FDM043	Foladi 3	0.058	0.049	0.052	0.063	0.078	0.111	0.095	0.097	0.093	0.156	0.050	0.049	0.052	0.062	0.122	
KAK01	Kakrak 43	0.064	0.048	0.047	0.046	0.083	0.117	0.132	0.151	0.100	0.244	0.050	0.049	0.048	0.056	0.056	
KAK05	Kakrak 44	0.241	0.201	0.154	0.296	0.092	0.076	0.110	0.182	0.072	0.244	0.040	0.060	0.046	0.033	0.056	casein

پیوست IV: جنبه‌ها و فنون نقاشی دیواری که در مناطق همسایه یافت می‌شوند^{۴۴۱}

این پیوست مروری بر نقاشی‌های دیواری خارج از منطقه بامیان و فنون به کار رفته در خلق آن‌ها است. نقاشی‌های دیواری مربوط به قرن دوم و نهم در مغاره‌های سراسر آسیای مرکزی یافت می‌شوند، جایی که نقاشی‌هایی با استفاده از تکنیک سکو بر روی دیوارهای گچی سفالی انجام شده است. به ویژه، بسیاری از موارد مشابه موجود در بامیان در اطراف حوضه تاریم و در هند وجود دارند (فصل ۱، تصویر ۱.۳۶). نقاشی‌های دیواری بزرگ به جای مغاره‌ها در تاجیکستان و ازبکستان که زمانی به عنوان سغدی شکوفا می‌شدند، دیوارهای کاخ‌ها و اقامتگاه‌ها را تزئین می‌کنند. علاوه بر این، نمونه‌های فراوانی از نقاشی بر روی دیوار معابد و طاقچه‌های بودایی در جنوب افغانستان، جنوب هندوکش وجود دارد. در گندهارا و سایر نقاط ایران، تصاویر بودا و تزئیناتی مانند گچبری شناخته شده است، اما نمونه‌های بسیار کمی از نقاشی‌های دیواری وجود دارد. به منظور درک رابطه‌ای بهتر از نقاشی‌های دیواری بامیان، نمونه‌هایی از نقاشی‌های دیواری در این مناطق ارائه شده است.

IV.1 نقاشی‌های دیواری در هند

نقاشی‌های دیواری هند باستان و قرون وسطی به طور جامع توسط اُسما تاکاتا (۱۹۷۱) (۴۴۲) خلاصه شده است. در حالی که مجسمه‌های سنگی در هند رایج است، یافتن نقاشی‌های دیواری سخت‌تر است. به جز آجاتا و پیتالخورا، تنها باغ دارای نقاشی‌های دیواری است که قدمت آن‌ها به اواخر قرن پنجم و اوایل قرن هفتم باز می‌گردد. این بخش یک نمای کلی از نقاشی‌های دیواری گوپتا در هند ارائه می‌کند، به ویژه از نظر تکنیک‌ها و مواد مورد استفاده که با نقاشی‌های دیواری به خوبی حفظ شده در مغاره‌های آجاتا شروع می‌شود. به عنوان مثال، در راهرو سمت چپ مغاره‌های ۹ و ۱۰، می‌توان نقاشی‌های تک رنگ مربوط به قرن دوم و سوم را دید که تصویری از بودا را به تصویر می‌کشد. بعدها، در طول سلسله گوپتا (از قرن چهارم تا پایان قرن ششم)، "تصویر بودا بخش مهمی از نقاشی‌های دیواری شد... تنوع رنگ‌ها غنی‌تر شد، تاکید بر سه بعدی بودن با استفاده از گردها، و اصلاح تکنیک نقاشی به طور کلی بارزتر شد و عصر طلایی را در تاریخ نقاشی هند رقم زد" (

Takata

151: 1971). قابل ذکر است، علیرغم اینکه تولید مجسمه‌های بودا در این دوره با تمرکز اصلی بر خود بودا رایج شد، بسیاری از نقاشی‌های دیواری بر اساس روایت‌های بودایی مانند جاتا‌کاه ساخته شده‌اند که داستان زندگی قبلی بودا را به شکلی به تصویر می‌کشند و همچنین بیوگرافی او این نقاشی‌های دیواری روایی، که اغلب در امتداد دیوارهای مغاره دارای تزئینات سه‌بعدی هستند که در تزئینات گردن با رنگ سفید برجسته، و در برجسته‌سازی ابروها، چشم‌ها، بینی و سایر اجزای برجسته به رنگ سفید روی بودیساتواها و هدایا دیده می‌شود (تصویر 1.A.IV). نقاشی‌های دیواری آجاتا همچنین شامل بسیاری از الگوهای تزئینی از گل‌ها و گیاهان مانند عربسک‌ها و همچنین نمایش‌هایی از پیکره‌های انسانی، پرندگان و حیوانات است. نقش عربی سقف مغاره آجاتا ۱۷ (فصل ۳، تصویر ۳.۵) که با نقش‌های حیوانی در پس زمینه قرمز رنگ آمیخته شده است، همانطور که توضیح داده شد در کنار تیر سقف در مغاره N (a) بامیان نیز دیده می‌شود. در فصل ۳ (بخش ۳.۱).

تکنیک‌ها و مواد مورد استفاده در نقاشی‌های دیواری آجاتا توسط موسسه باستان‌شناسی هند (ASI)، موسسه مرکزی مرمت (ICR) موسسه محافظت از بناها (ISCR) در رم و موسسه تحقیقات ملی برای مواد فرهنگی، توکیو (NRICPT) صورت گرفتند که نتایج نشان دادند که مغاره‌ها از بازالت حاوی مواد معدنی سولفید آهن سبز ساخته شده‌اند. پس از تو خالی شدن مغاره‌ها، دیوارها تراشیده شدند تا چسبندگی نقاشی‌های دیواری تسهیل شود.

به گفته نیار و همکاران (۱۹۹۹)، یک روش برای ساخت زمینه سفید مخلوط کردن آهک با کادوکای رسیده پخته شده وجود دارد، اگرچه روشن نیست که چگونه این روش استنباط شده است. رنگدانه‌های مورد استفاده شامل آهک، اخرا قرمز، اخرای زرد، خاک سبز، آزوریت، لاجورد، سیاه چراغ (Takata 1971)، نیلی به رنگ آبی، مخلوطی از گامبوژ و نیل به عنوان سبز و صمغ گیاهی به عنوان یک پیوند دهنده برای رنگ‌های مشکی و آبی استفاده می‌شود.

پالت مشابهی توسط دانشمندان حفاظت از ASI مورد مطالعه قرار گرفته است. به عنوان مثال، شارما^{۴۴۳} بیان می‌کند که تعداد محدودی از رنگدانه‌های مشتق شده از مواد معدنی در آجاتا یعنی سیاه چراغ، اخرا قرمز، اخرا زرد، آهک/گچ/خشت سفید، خاک سبز و لاجورد استفاده

⁴⁴¹ Appendix IV: Aspects and techniques of wall paintings found in neighboring regions

⁴⁴² Osamu Takata (1971)

⁴⁴³ Sharma

شده است (Sharma 2007: 102). رنگدانه‌های خاکی، اخراپی و خاکی سبز، به راحتی در آجاتتا و اطراف آن در دسترس هستند. همانطور که در بالا ذکر شد، تجزیه و تحلیل‌های ASI عمدتاً مربوط به رنگدانه‌هایی با منشأ معدنی است، بنابراین گزارش‌های کمی در مورد استفاده از رنگدانه‌های سولفید آرسنیک (به عنوان مثال زرنیخ سرخ و زرنیخ) یا رنگدانه‌های معدنی مصنوعی مانند سفیداب سرب و قرمز وجود دارد.



تصویر A.IV.1: نقاشی دیواری بودایی در آجاتتا مغاره ۲

Photo: Y. Taniguchi, 2006

در مغاره ۱۷ که توسط ICR مورد بررسی قرار گرفت، زمینه سفید عمدتاً از کائولینیت با مقداری رنگدانه‌های سفید کلسیم (کربنات کلسیم و غیره) تشکیل شده بود، درحالی که در موارد نادر، سفیداب سرب یافت شد. استفاده از لاجورد به عنوان آبی را نیز تایید شده است. همچنین، تجزیه و تحلیل نشان‌دهنده موادی مانند مینیوم، زرنیخ سرخ، اخرای قرمز و گاهی شن‌گرف به رنگ قرمز؛ زرد اخرا، زرنیو لیتارژ (مرداسنگ) مانند زرد؛ و زمینه سبز به صورت سبز می‌باشد (Artioli et al. 2007). نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که نقاشی‌های دیواری آجاتتا که تصور می‌شود با رنگدانه‌های نسبتاً ساده مبتنی بر آهن (اخرا) و سفید آهکی نقاشی شده‌اند، ممکن است با رنگدانه‌های تولید شده توسط گروه‌های حرفه‌ای نقاشی شده باشند. چنین رنگدانه‌های مصنوعی ممکن است از منطقه آجاتتا منشأ نگرفته باشند، اما از طریق کانال‌های وسیع‌تری به دست آمده باشند. یافته‌های بررسی میدانی در آجاتتا نشان داد که سفال‌های رسی نازک و مستحکم بوده و حاوی الیاف گیاهی خرد شده‌اند که احتمالاً از فضولات گاوها یا حیوانات دیگر به دست می‌آیند. در برخی مواقع، دانه‌های گیاه و قطعات الیاف ریز له شده نیز مشاهده شد. استحکام دیوارها نشان می‌دهد که از نوعی چسب برای اجرای زمینه استفاده شده است. طبق مطالعات ASI، مایعات چسبناک (حاوی صمغ‌های گیاهی) که از خیساندن گیاهانی مانند سیرایتیا گوسونوری^{۴۴۴} دانه‌های کتان و دانه‌های هیلدا^{۴۴۵}، (معمولاً به عنوان میروبالان سیاه یا) در آب به دست می‌آیند. به طور سنتی برای نقاشی دیواری آجاتتا استفاده می‌شود. با این حال، نمی‌توان به نتیجه‌ای رسید زیرا در حال حاضر هیچ نتیجه تحلیلی برای حمایت از این فرضیه وجود ندارد. نقاشی‌های دیواری گوپتا با مواد آلی نقاشی شده بودند مواد، اما شامل روغن‌های خشک شونده گیاهی مانند دانه خشخاش یا روغن گردو نمی‌شود.

⁴⁴⁴ *Siraitia grosvenorii*

⁴⁴⁵ Hilda seeds

نقاشی‌های دیواری قرن هفتم غار سیتاناواشال، معبد جین در تامل نادو، روی دیوارهای آهکی دیده می‌شود. رنگدانه‌های مورد استفاده عبارتند از سفید آهکی برای سفید، اخرای زرد برای زرد، اخرای قرمز برای قرمز، اولترامارین طبیعی برای آبی، خاک سبز برای سبز، زغال چوب یا سیاه چراغ برای سیاه، و در برخی نقاط مخلوطی از اولترامارین طبیعی و خاک سبز (Paramasivan 1938). رنگدانه‌ها اساساً با آهک ثابت می‌شدند، مانند روش نقاشی دیواری، اما صمغ‌های گیاهی در برخی مناطق مانند قسمت‌های سیاه رنگ استفاده می‌شد. مواد و تکنیک‌ها ترکیبی قوی از فنون سلسله گوپتا و فنون دنیای مدیترانه را نشان می‌دهند.

چیتره سوتره (نگاه کنید به پیوست I) مرجع مفیدی برای فنون نقاشی و مواد مورد استفاده در نقاشی دیواری گوپتا است (Sivaramamurti 1978; Kramrisch 1928). دیوارها ابتدا با مخلوطی از سه نوع پودر آجر و خاک‌رس، مخلوط با رزین صمغ معطر، موم زنبور عسل، عسل، گلف کندرا (شیرین بیان)، ملاس، گلرنگ خیسانده شده در روغن، آهک، خمیر بلبل تهیه شد و شن و ماسه پس از خیساندن مواد به مدت یک ماه در آب، خمیر (رنگ خاکی) را روی دیوار می‌مالیدند و سارجاراسا (صمغ درخت سالا، دامار سفید) را روی سطح پخش می‌کردند. اشاره‌ای به استفاده از فضولات حیوانی در چیتره سوتره نشده است، اما از مواد آلی مختلف مانند رزین، پلی ساکارید، روغن، موم زنبور عسل و آهک به عنوان عوامل حجم دهنده یاد شده است. پس از خشک شدن، دیوارها با رزین و روغن حجم دهنده شدند و سپس به سطح صاف پرداخت شدند. شیری که حاوی کازئین و پروتئین است نیز ممکن است برای حجم دهنده سطح دیوار استفاده شده باشد. نقاشی‌های زیر به رنگ‌های سفید، قهوه‌ای مایل به قرمز یا سیاه با پنج رنگ اصلی (سفید، قرمز، زرد، سیاه و سبز) برای نقاشی انجام می‌شد. رنگدانه‌ها شامل طلا، نقره، مس، مکا، لاجورد، قرمز سرب، رنگدانه، آهک، لاک، سنگرف/زرشک، نیل و برگ فلز بود. همچنین اشاره‌هایی به استفاده از فنون لایه‌بندی، مانند رنگ‌آمیزی روی مخلوط سفید و لاک با رنگ‌های قرمز گل لاک و فودرا وجود دارد. چسب حیوانی و چسب رزین باکولا نیز به عنوان پیوند دهنده ذکر شده است.

رزین لاک قرمز در مغاره آجانتا ۲ توسط NRICPT به رنگ قرمز شناسایی شده است (Shimadzu 2021). اگر رنگدانه لاک عمدتاً از اسید لاکتیک تشکیل شده باشد که یک رنگ قرمز است که از چوب لاک به دست می‌آید، رزین لاک قرمز یک لعاب قرمز شفاف است که از درمان هر دو اسید لاک و لاکتیک با قلیایی و حرارت ساخته می‌شود (Taniguchi et al. 2014). در سال‌های اخیر، استفاده از این ماده قرمز رنگ به عنوان ماده‌ای برای ورق قلع در مغاره ۱۷۱ از مغاره‌های قزل در کوچا تأیید شده است (Zhou et al. 2020a,b; 2021). این نکته قابل توجه است زیرا ممکن است برای رنگ قرمز در طیف وسیعی از مناطق از آسیای مرکزی تا شرقی استفاده شده باشد. ماده خام، تنها در مناطق گرمسیری مانند هند و تایلند تولید می‌شود، بنابراین با قضاوت بر اساس توزیع جغرافیایی، آن را به یکی از مهم‌ترین رنگ‌ها تبدیل می‌کند. لاک در چیتره سوتره نیز ذکر شده است (فصل ۴۰: ۲۵-۲۶). در چیتره سوتره، نام مواد مورد استفاده به عنوان پیونده دهنده با رنگدانه‌ها شامل چسب پوست (چسب پوست حیوانات)، رزین باکولا و آب سبز مایل به زرد علف دوروا است. مشخص نیست که آیا ترجمه‌های سانسکریت با نام‌های صحیح مدرن گیاهان و رنگدانه‌ها مطابقت دارد یا خیر، اما می‌توان چنین استنباط کرد که مواد مختلفی از جمله چسب حیوانی و صمغ‌های گیاهی (یا رزین‌ها) به عنوان چسباننده استفاده می‌شد. همانطور که در چیتره سوتره مشاهده می‌شود، طیف گسترده‌ای از مواد آلی برای ایجاد دیوارها استفاده شد و رنگ‌های مختلفی از طریق ترکیب پیچیده مواد به دست آمد. نقاشی‌های دیواری گوپتا عناصر مشترک زیادی با نقاشی‌های دیواری بامیان دارند، مانند تصاویر سه‌بعدی و نقش‌های عربسک همراه با حیوانات.

IV.2 نقاشی دیواری در اطراف حوضه تاریک

در سین کیانگ، در امتداد حوضه تاریک در صحرای تکله مکان، بسیاری از صومعه‌های بودایی و مغاره‌های بودایی با نقاشی‌های دیواری وجود دارد (فصل ۱، تصویر ۱.۳۶). دورتر در شرق، در استان گانسو کنونی، معابد مغاره‌ای در مکان‌هایی مانند مغاره‌های موگائو، دون‌هوانگ و مغاره‌های یولین وجود دارد. محوطه‌های باستان‌شناسی اصلی در حوضه تاریک و اطراف آن در امتداد حاشیه‌های شمالی و جنوبی صحرای تکله مکان، از جمله ترخان، کوچا و کاشغر در امتداد جاده جنوبی تین شان (شمال صحرای تکله مکان و جنوب کوه‌های تین شان) گسترده شده‌اند. ختن، یک ایالت واحه، در امتداد جاده جنوب غربی (جنوب صحرای تکله مکان و شمال کوه‌های کونلون).

مکان‌های نمایان با نقاشی‌های دیواری عبارتند از مغاره‌های بزکلیک (از قرن ششم) و مغاره‌های توپوک در ترخان. مغاره‌های قزل (قرن ۳-۹؛ سیمسیم (قرن چهارم)؛ کومتورا مغاره‌های دولدور شتر، قزل گاه، در کوچا؛ تومشوک (قرن ۶-۷)؛ Stein 1980: 1309; 1928) و کارادون (قرن ۳-۴) (Ito 2003). در ختن در امتداد جاده جنوب غربی، مکان‌های دندان اولیق، میران و نیا نیز شناخته شده است (77).

(Hansen 2004). از آنجایی که هیچ متنی در مورد مواد یا فنون نقاشی دیواری از این دوره وجود ندارد، لازم است نقاشی‌های دیواری را تجزیه و تحلیل کرد تا نام‌های خاص مواد نقاشی مورد استفاده را شناسایی کرد.

بسیاری از مکان‌های باستان‌شناسی در اطراف حوضه تاریخ توسط قدرت‌های بزرگ در طول سفرهای آسیای مرکزی آنها در پایان قرن نوزدهم و تا قرن بیستم بررسی شدند. در این زمان قطعات زیادی از مغاره‌ها برداشته شدند و به آلمان، بریتانیا، فرانسه، هند، روسیه، ژاپن و کشورهای دیگر منتقل گردیدند. در این دوره، روسیه همچنین تعدادی اکسپدیشن به آسیای مرکزی اعزام کرد. مروری بر تحلیل‌های انجام شده در این زمان در فصل ۱ (بخش ۱.۳) آورده شده است.

در سین کیانگ، هیچ متنی در مورد تکنیک‌ها یا روش‌های نقاشی وجود ندارد، اما سوابق ارزشمندی از نقاشان حوضه تاریخ در همان دوره وجود دارد. نمونه‌هایی از این متون عبارتند از نقاشی‌های معروف در طول تاریخ «سلسله تانگ، جلد اول» اثر ژانگ یانیوان (قرن نهم) و درباره نقاشی‌های مشهور دوره تانگ اثر ژو جینگ‌شوان (قرن نهم) که هر دو شامل توصیف‌هایی از یوچی باژینا^{۴۴۶} که در سلسله سو خدمت می‌کرد، و پسرش، یوچی یسنگ^{۴۴۷} در سلسله تانگ خدمت می‌کرد (Schafer 1963: 32). آنها به عنوان نقاشان خانواده سلطنتی ختن توصیف می‌شوند (Nagahiro 1954)

به غیر از نقاشی معبد داسین واقع در شیان (Kobayashii 1953)، مشخص نیست که کدام آثار واقعا توسط آنها نقاشی شده است. با این حال، ایراسانگا^{۴۴۸} شناخته شده است که نقاش عالی پرتره‌های بودایی و خارجی بوده است. او در اواسط قرن هفتم به لویانگ چین آمد تا سبک جدیدی از نقاشی ایرانی را معرفی کند. او به عنوان صاحب تکنیک «سیم آهنی» غربی برای ترسیم خطوط، که شامل استفاده از خطی با ضخامت نامتغیر برای ترسیم خطوط است، اعتبار دارد. این به شدت با سنت‌های نقاشی سلسله تانگ متفاوت بود. خطوط برجسته سیم آهن در نقاشی‌های دیواری در معابد بودایی در دندان اولیک و دوموگو (که بعداً مورد بحث قرار می‌گیرد) منعکس کننده فنون نقاشی این مکتب است. منشأ ضربات سیم آهن در بامیان را می‌توان با فنون نقاشی منطقه ختن مرتبط دانست که کلید پیوند جهان ایرانی سلسله ساسانی با بودیسم تبتی و فنون سلسله پسا گوپتا را دارد. بوساگلی^{۴۴۹} این شباهت‌های سبکی را بین نقاشی‌های دیواری در ختن (فرهاد بیگ یابلیکی و بالوست در دوموگو)^{۴۵۰} و بامیان (مغاره‌های K3 یا مغاره E) مورد بحث قرار داد که هر کدام از فنون تلفیقی با عناصر ایرانی ساسانی است (Bussagli 1979: 58). مغاره‌های بزکلیک در طول هفت قرن از اواخر سلسله‌های شمالی و جنوبی تا دودمان‌های تانگ، پنج سلسله، سونگ و یوان ساخته شده‌اند. نقاشی‌های دیواری آنها با نقاشی‌های قرمز مایل به قهوه‌ای روی زمینه سفید شروع می‌شود که سپس با استفاده از خطوطی با درجات مختلف جزئیات با رنگ سیاه مشخص می‌شوند. وضعیت خراب این نقاشی‌ها – که شامل تیره شدن در لایه‌های قرمز رنگ و ظاهر شدن ترک‌ها و پوسته شدن ۱ تا ۲ سانتی‌متر است (مغاره‌های ۲۰ و ۲۶) – مشابه مغاره‌های موگائو است. ترک‌ها و لایه لایه شدن در مغاره‌های بزکلیک ممکن است ناشی از پیوند دهنده‌ها استفاده شده باشد. اگرچه نقاشی‌های دیواری به نظر می‌رسد طلاکاری در آنها حذف شده است (مغاره ۳۹).

در مقایسه با بامیان، به نظر می‌رسد که نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های بزکلیک دارای سبک طراحی نزدیک‌تر با تأثیرات شرقی هستند و زوالی که به صورت پیچ‌خوردگی و پوسته پوسته شدن برجسته‌تر سطح ظاهر می‌شود، که تصور می‌شود به دلیل پیوند دهنده است. مغاره‌های قزل – صومعه‌های بودایی که احتمالاً یک دوره^{۴۵۱} زودتر از بامیان (تقریباً از ۲۳۰ مغاره تشکیل شده است) ایجاد شده‌اند. یکی از سبک‌های مغاره به «مغاره ستون مرکزی» معروف است، سبکی که در صومعه‌های مغاره دیگر مانند مغاره‌های موگائو در دون‌هوانگ نیز دیده می‌شود. سبک‌های مغاره دیگری مانند سقف‌های گنبدی، طاق‌دار و چهارگوش نیز وجود دارد که بیشترین شباهت‌ها را با بامیان دارد. در مغاره‌های قزل، مغاره‌ها در صخره‌هایی از کنگلومرا و ماسه سنگ حک شده‌اند که بسیار نرم‌تر از صخره‌های کنگلومرای بامیان هستند. تفاوت در ساخت دیوارها در این دو محوطه شامل استفاده از ماسه سنگ نرم، استفاده از یک لایه ۱ سانتی‌متری ریز خاکی (مغاره ۳۸) و یک

⁴⁴⁶ Yü-ch'ih Pa-chih-na

⁴⁴⁷ Yü-ch'ih I-sêng

⁴⁴⁸ İrasangā

⁴⁴⁹ Bussagli

⁴⁵⁰ Farhād Bēg-yailaki and Balawaste in Domoko

⁴⁵¹ تاریخ حفاری قزل در آغاز قرن بیستم توسط والدشمیت مشخص شد که مغاره‌ها را از آغاز قرن ششم تا اواسط قرن هفتم به سه سبک طبقه‌بندی کرد. تاریخ‌گذاری بر اساس حروف خط براهمی بر روی نقاشی‌های دیواری بود. محقق چینی سو بای مغاره‌ها را از قرن چهارم تا هفتم بر اساس ساختار مغاره و نتایج تاریخ‌گذاری رادیوکربن توسط دانشگاه پکن به سه سبک طبقه‌بندی کرد. با این حال، مشکلاتی در روش شناسی برای تاریخ‌گذاری وجود دارد، و گاه‌نگاری مربوط به قزل باید دوباره بررسی شود (Iwai 2008).

زمینه سفید به طور مستقیم بر روی سطح ماسه سنگ (مغاره ۴۸) در مغاره‌های قزل ایجاد شده بودند^{۴۵۲}. یک لایه ضخیم رنگ روی زمینه سفید زده شد و به نظر می‌رسد که رنگ‌دانه زردها روشن یا سیاه شده و قرمزها تیره شده‌اند (مغاره‌های ۳۸، ۶۹ و مغاره جدید ۱). این تصور را ایجاد می‌کند که فقط رنگ‌های آبی، سبز و سفید سالم باقی مانده‌اند. علاوه بر این، سایه‌هایی که رنگ‌هایی از صورتی تا قهوه‌ای تیره را در بر می‌گیرد برای ایجاد نمایشی سه‌بعدی از چهره‌های انسان استفاده شده‌اند.

نقاشی‌های دیواری قرن هفتم شامل تصاویری مانند هدایایی در لباس‌های آسیای مرکزی (مانند مغاره ۱۹۲ و مغاره جدید ۱)، بوداهای نشسته‌ای که نقش هزار بودا را بر سقف گنبد تقویت می‌کنند (مغاره ۱۸۹) و پیکره‌هایی به رنگ سبز مایل به سفید به تصویر کشیده شده است. لایه نقاشی ضخیم با ترک‌های پوسته‌دار ریز و تزئینات ورق طلا روی لباس‌ها (مانند مغاره ۶۹) دیده می‌شود. به نظر ما، اینها شباهت زیادی با نقاشی‌های دیواری مرحله دوم بامیان، یعنی از اواسط قرن هفتم به بعد دارند. با این حال، آنها به شدت با بامیان تفاوت دارند زیرا پراداکشیناپاتا اغلب با یک مجسمه گلی بودای دراز کشیده همراه است.

مغاره‌های قزل‌گها گروهی از مغاره‌هایی هستند که در صخره‌های ماسه سنگی کمی نرم خاکستری حک شده‌اند. مغاره‌هایی با سقف‌های گنبدی بلند و با مدار آیینی برای پراداکسینا (طواف‌زدن)، مغاره‌هایی با سقف‌های طاق‌دار مربعی و طاقچه‌هایی با بودای ایستاده وجود دارد. شکل مغاره‌ها شبیه قزل و بامیان هستند. برخی از نقاشی‌های دیواری شباهت‌هایی با مغاره‌های فولادی دارند، با کلید زدن روی ماسه سنگ خاکستری و به دنبال آن دو لایه رنگ ماسه‌ای قهوه‌ای مایل به قرمز و رنگ سفید (مغاره ۱۱) است. همچنین مجسمه‌هایی از اهداکنندگان با تن پوش‌های آسیای میانه (مغاره‌های ۱۴، ۳۰ و دیگران) و تزئینات بسیار طلاکاری شده (مغاره‌های ۱۴، ۱۶، ۲۳، ۳۰، ۳۲ و دیگران) وجود دارد، هر چند که اخیراً حذف شده است. زمینه سفید و لایه‌های رنگ‌شده به خوبی شکاف‌دار و مقیاس‌بندی شده‌اند (مثلاً مغاره‌های ۱۶ و ۳۲)، وضعیت سطحی مشترک با نقاشی‌های دیواری فازهای دوم، سوم و چهارم در قزل و بامیان هستند. تمایل به سیاه شدن رنگ قرمز وجود دارد که باعث می‌شود رنگ‌های سبز، سفید و آبی باقی‌مانده برجسته‌تر به نظر برسند (مغاره ۱۱)، و همچنین سایه‌زنی مشخصی از چهره‌های انسان (مغاره ۲۳) در آنجا دیده می‌شود. در قزل‌گها همچنین یک نقوش هزار بودا و یک نقاشی دیواری وجود دارد که در آن رنگ آبی، احتمالاً لاجورد، سفید مایل به خاکستری است (مغاره ۲۱). گمان می‌رود که این امر نیز به شدت با نقاشی‌های دیواری بامیان در فاز دوم و سوم مرتبط باشد. بسیاری از غارهای قزل‌گها، مانند قزل، یک بودای درازکش دارند. با این حال، تعداد زیاد بوداهای دراز کشیده در هر مغاره، مشخصه‌ای است که تفاوت قابل توجهی با بامیان دارد. مغاره‌های سیمسیم نیز شباهت‌هایی با مغاره‌های فاز دوم، سوم و چهارم بامیان به ویژه در رابطه با فنون نقاشی دارند. بناهای بودایی در امتداد جاده جنوبی تیان‌شان، در مجاورت کوچا (از جمله قزل، قزل‌گها و سیمسیم)، هر یک ارتباط قوی با نقاشی‌های دیواری بامیان از قرن هفتم به بعد را نشان می‌دهند.

دندان اوپلیق که در صحرای شمال شرقی ختن قرار دارد، یک مکان بودایی است که در قرن هفتم و هشتم شکوفا شد. اولین بار توسط سون اندرز هیدین^{۴۵۳} از سوئد در سال ۱۸۹۶ بررسی گردید و بعداً توسط باستان‌شناس بریتانیایی مارک اورل اشتاین (1900-1901)، جغرافیدان آلمانی ایمل ترینکلر^{۴۵۴} و گیاه‌شناس سوئسی والتر بوشارد^{۴۵۵} و دیگران بررسی شد. مؤسسه تحقیقات باستان‌شناسی سین کیانگ در سال ۱۹۹۶ از دندان اوپلیق بازدید کرد و در سال ۱۹۹۸، کریستوف بامر از سوئیس نیز یک هیئت را رهبری کرد. در سال ۲۰۰۲، یک هیئت مشترک چینی و ژاپنی (متشکل از دفتر آثار فرهنگی سین‌جانگ، دفتر مؤسسه تحقیقات باستان‌شناسی سین کیانگ، مؤسسه تحقیقات باستان‌شناسی سین کیانگ و مؤسسه تحقیقاتی نیا دانشگاه بوکیو، ژاپن) تکه‌هایی از نقاشی‌های دیواری بیرون زده از محوطه (از یک معبد چوبی بودایی) را کشف کردند. (Zhang et al. 2009; Kojima et al. 2007).

چندین ویژگی شبیه به مغاره K3 بامیان مانند خطوط زیرین قهوه‌ای مایل به قرمز، خطوط قرمز با ضخامت یکنواخت (با استفاده از ضربات سیم آهنی)، خطوط سیاه با خمیدگی برای نشان دادن چین‌های پارچه، و بوداهای نشسته شناسایی شد. علاوه بر این، بر اساس گزارش ۲۰۰۷ توسط هیئت چینی ژاپن، ترک‌های پوسته‌پوسته در لایه زمینه سفید و رنگ نیز شبیه غار N(a) و نقاشی‌های دیواری فولادی دیده شد که به نظر می‌رسد نقاشی‌های دیواری در دندان اولیک شامل نقاشی‌هایی از شن، گل، آهک و با مقداری الیاف، یک زمینه سفید و لایه‌های نقاشی است (Kojima et al. 2007). به دلیل تکه تکه بودن آنالیز، دستیابی به یک تصویر کامل دشوار است، اما به نظر می‌رسد

^{۴۵۲} تکنیکی برای برش دیوارها برای بهبود چسبندگی لایه بالایی به سطح پایینی

^{۴۵۳} Sven Anders Hedin

^{۴۵۴} Emil Trinkler

^{۴۵۵} Walter Bosshard

که رنگ سفید گچی^{۴۵۶} و رنگدانه قرمز بر پایه آهن است. متأسفانه بافت روی سطح نقاشی به دلیل رزین مصنوعی که پس از حفاری آن در سال ۲۰۰۲ اعمال شد، قابل مشاهده نیست و رعایت تکنیک نقاشی را دشوار می‌کند. رنگ‌های مورد استفاده شامل قرمز (سرب قرمز، قرمز)، آبی، آبی مایل به خاکستری، زرد و سیاه است، اما نام رنگدانه‌های مورد استفاده مشخص نیست. نقوش شامل پیکره‌ای با سر جانور است که ممکن است گراز یا گرگ باشد و همچنین کیشیموجین (الهه زایمان)، پیکری نشسته با چهار بازو و تاج، خدایان زمینه مرد و زن و خدای تغییر شکل یافته با بازوها را نشان می‌دهد.



تصویر A.IV.2: نقاشی فرشتگان بالدار از محوطه میران
(after Stein 1981: pl. XLI, M. III. v)



تصویر A.IV.3: شاکيامونی (بودای گندهارا)، مجسمه‌ها و راهبان از محوطه میران
(after Stein 1981: pl. XLII, M. III. 003)

^{۴۵۶} بیان شده است که سولفات دی هیدرات سرب توسط طیف سنجی لیزری امان شناسایی شد، اما طیف امان نشان داده شده است. به احتمال زیاد سولفات دی هیدرات کلسیم (گچ) به اشتباه به عنوان سولفات دی هیدرات سرب بیان شده است.

گو لیبیا^{۴۵۷} از آکادمی هنرهای زیبا به یک شباهت بین آمیتایوس-بودای بودایی تبتی و مجسمه نشسته مایتریا بودیساتوا (Gu Libiya 2007، CD 4:18) اشاره کرد، که دومی دارای گلدان‌های جواهر در هر دو دست است و گردنبند، مکتاها، حلقه بازو و جواهری می‌پوشد (Gu Libiya 2007). معمولاً مایتریا بودیساتوا گلدان را فقط در دست چپ خود نگه می‌دارد، اما در مورد آمیتایوس بودا در بودیسم تبتی، پیکرها گلدان‌ها را در هر دو دست نگه می‌دارند، بنابراین شباهت‌هایی وجود دارد. دیدن شباهت‌هایی با مغاره K 3 بامیان بسیار جذاب است، به‌ویژه که آن‌ها به سبک کلی بیان و شمایل‌نگاری بودیساتوا مربوط می‌شوند. نقاشی‌های دیواری در دندان اوپلیق به شدت تحت تأثیر عناصر بعدی پس از گوپتا، مانند بودیسم تبتی و هندوئیسم در نظر گرفته می‌شود.

به طور مشابه، تکه‌هایی از نقاشی‌های دیواری مرتبط با معبد چوبی بودایی از محوطه دومو کو و تتراکتونگ^{۴۵۸} در نزدیکی ختن حفاری شده‌اند. قطعات احتمالاً مربوط به نقاشی‌های دیواری است که بر روی دیوارهای خاکی با زمینه سفید به تصویر کشیده شده است، اما جزئیات آن مشخص نیست. به نظر می‌رسد این نقاشی در رنگ‌های سفید، قرمز، سبز و سایر رنگ‌ها با استفاده از فنون درجه بندی انجام شده است. از دیوار جنوبی یک مجسمه از یک مرد جنگجو، احتمالاً وایشراوانا، با الگوی عربی به رنگ سبز و سفید روی یقه لباس بالایی که با خطوط سیم آهنی رنگ آمیزی شده بود - شبیه آنچه در بامیان دیده می‌شود - که از دیوار جنوبی بیرون آورده شد (فصل ۱، تصویر ۱.۳۷). نقاشی‌های دیواری محوطه دندان اوپلیق دارای عناصر مشترکی با عناصر فاز دوم، سوم و چهارم بامیان است، مانند نقش‌های زیرین، نقوش عربی و فنون درجه‌بندی، اما بیشترین تفاوت در استفاده از گچ به عنوان زمینه سفید است.



تصویر A.IV.4: قطعه‌ای از نقاشی دیواری جینان ولی دهری
(after Bhatti 2006: 95)

امید است که مطالعات تطبیقی آینده ساختارهای نقاشی دقیق و پیوند دهنده‌های مورد استفاده در نقاشی‌های دیواری در سراسر ولایات جنوب غربی را نشان دهد. محوطه قره دونگ، واقع در جنوب غربی صحرای تلکه مکان، دارای دو صومعه بودایی است: معابد N61 و N62. هر دو سازه‌های چوبی دارای نقاشی‌های دیواری بودند که به گفته گنزو ایتو، مشابه نقاشی‌های نیا و دندان اوپلیق بودند و چندین ویژگی منحصر به فرد مانند استفاده از برجسته‌سازی سفید روی چهره‌ها داشتند (Ito 2003). در حالی که مأموریت چینی فرانسوی، صومعه‌ها را متعلق به قرن ۳-۴ پس از میلاد، و مأموریت ژاپنی به قرن ۳-۵ (Ito 2003) تاریخ‌گذاری کرد، تاریخ‌گذاری رادیوکربنی با روش IntCal20 ۱۹۵

⁴⁵⁷ Gu Libiya

⁴⁵⁸ Topraktong 1

قبل از میلاد تا ۴۱۰ قبل از میلاد را پیشنهاد کرد. محوطه میران در شرق و نزدیک خروجی کویر تکلامکان قرار دارد. مشهورترین نقاشی دیواری در آنجا دارای فرشتگان بالدار به سبک یونانی-بودایی بود که در نزدیکی سومین استوپا یافت می‌شوند که اکنون در مجموعه‌های موزه ملی، دهلی نو و موزه ملی توکیو قرار دارند. ردای قرمز راهب و ضربه‌های قلم مو از ویژگی‌های متمایز این قطعه است. سوراخ‌های بینی و ضربه‌های قلموی برجسته تقریباً شبیه نقاشی‌های دیواری اشکانی و ساسانی است (تصویرهای A.IV.2 و A.IV.3).

نقاشی‌های دیواری در میران با استفاده از تکنیک سکو پس از اعمال گچ به عنوان یک زمینه سفید بر روی سفال نقاشی شده است. اشتاین، که نقاشی‌های دیواری را کشف کرد، آن‌ها را «همه با تمپر» توصیف کرد (Stein 1921: 499). سر آرتور چرچ، که نمونه‌ای از نقاشی‌های دیواری در میران را تجزیه و تحلیل کرد، یک نقاشی خاکی تقویت‌شده با برگ‌ها و ساقه‌های نی را (Church 1921) در زمینه گچ با اکسید آهن به رنگ صورتی احتمالاً اخرای قرمز شناسایی کرد^{۴۵۹}. چرچ به این نتیجه رسید که نقاشی‌های دیواری در میران با استفاده از روش‌های منحصربه‌فرد نقاشی شده‌اند، زیرا برای زمینه از گچ استفاده می‌شود، نه ملات آهک، که رنگدانه‌ها را از طریق تشکیل کربنات کلسیم طبق فنون نقاشی اروپایی، به دیوار ثابت می‌کرد. رنگدانه‌های میران به‌عنوان اکسید آهن، مالاکیت، اخرای زرد کم خلوص، خاک قهوه‌ای و کربن سیاه شناسایی شدند که احتمالاً آخرین آنها به عنوان جوهر استفاده می‌شد. با قضاوت از نقوش، زیرلایه‌ها و نحوه ترسیم خطوط، تصور می‌شود که نقاشی‌های دیواری میران بیشتر از سایر نقاشی‌های دیواری در اطراف حوض تاریم، تکنیک‌ها و مصالح غربی را در خود جای داده است. نام تیتا نیز وجود دارد که به نظر می‌رسد نام نقاش غربی (Titus) باشد که به زبان سانسکریت یا پراکریت اقتباس شده است. یکی از نقاشی‌های دیواری دارای کتیبه‌ای به خط کالوشتی است که به ارتباط با منطقه گندهارا اشاره می‌کند (Stein 1921: 530).

IV.3 نقاشی‌های دیواری در پاکستان

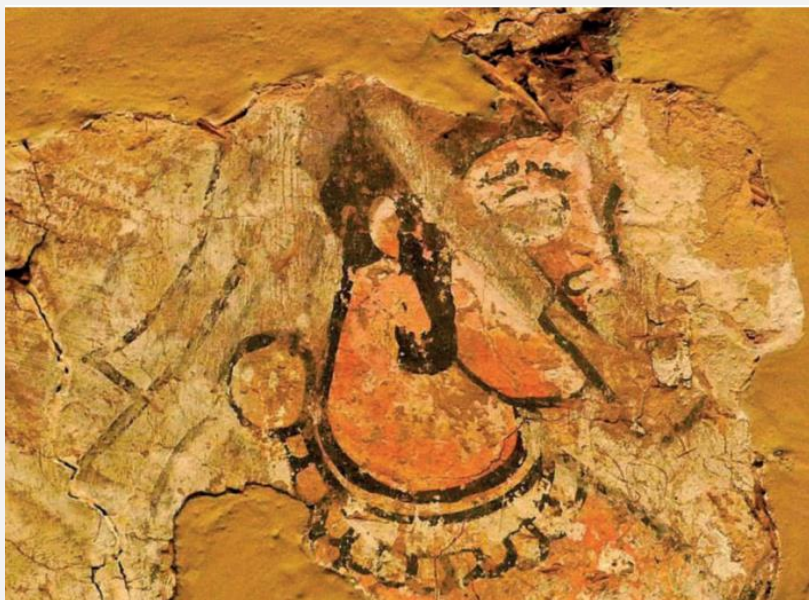
درحالی که تعدادی مجسمه سنگی و گچبری در گندهارا یافت شده است، اما نقاشی‌های دیواری نادر هستند. یک نقاشی دیواری در جینان ولی دهری (تصویر A.IV.4)، یک مکان بودایی در ۱۰ کیلومتری شمال شرقی تاکسیلا، یافت شد. این محوطه که بین قرن سوم و هشتم است، شامل یک استوپا و یک صومعه است. حدود ۲۰۰۰ قطعه نقاشی دیواری که بودا و بودیساتوا را به تصویر می‌کشد، احتمالاً مربوط به قرن پنجم است، در دو طرف ورودی صومعه در حفاری‌های سال ۲۰۰۲ یافت شد (Bhatti 2006). خان (۲۰۲۰) قدمت نگاره‌های دیواری را بر اساس کتیبه‌های خاروشتی به قرن‌های ۴ و ۵ می‌دهد، درحالی که فوکویاما با مقایسه آنها با نقاشی‌های دیواری در مغاره‌های آجانا، فولادی و بامیان، آنها را مربوط به اواخر قرن پنجم می‌داند (Fukuyama 2014-2014: 3923). قطعات ورودی و نقاشی به شدت سوخته بود که نشان دهنده قرار گرفتن در معرض آتش بود. اینها تنها نقاشی‌های دیواری هستند که تا به امروز پیدا شده‌اند. استفاده از رنگ سفید برای نشان دادن گردن‌بند، تکنیک برجسته کردن ابروها، چشم‌ها، بینی و نواحی مرتفع با رنگ سفید و نمایش بدن به شدت یادآور نقاشی دیواری آجانا است.

مواد مورد استفاده به طور کامل شناسایی نشده است. بر اساس مشاهدات بصری (در ژوئیه ۲۰۰۶)، نقاشی‌های دیواری حداقل از دو لایه زمینه گلی با یک لایه زمینه سفید و یک لایه نقاشی در بالای آن تشکیل شده است. ماهیت خاک رس اولیه ناشناخته است زیرا پوشش خاکی توسط آتش تیره شده است. لایه بالایی زمینه حاوی ذرات سفید زیادی بود، چیزی که در نقاشی‌های دیواری در هند یا افغانستان مشاهده نمی‌شد. بر اساس مشاهدات فوکویاما، سنگ تراشی با لایه ای از الیاف گیاهی مخلوط با گل به ضخامت حدود ۲ سانتی‌متر پوشانده شده است که سپس با یک لایه زمینه سفید خاک ریزدانه مخلوط با آهک به ضخامت حدود ۴ میلی‌متر پوشانده می‌شد. نقاشی‌های زیرین با رنگ مایل به قهوه‌ای ساخته شده‌اند و نقاشی مقداری آبی لاجورد دارد (Fukuyama 2014: 381). بر اساس گزارش خان و محمود الحسن (2008:305)، رنگدانه‌های سیاه، سفید و قرمز به کار رفته در این نقاشی دیواری را می‌توان از تپه‌های خاری موریت در حدود ۲۵ کیلومتری غرب محوطه و رنگ آبی به دست آورد. اعتقاد بر این است که رنگدانه‌ها از لاجورد لاجورد ساخته شده‌اند. این رنگدانه آبی حتی پس از قرار گرفتن در معرض آتش نیز آبی باقی ماند. نمونه‌های بسیار کمی از نقاشی‌های دیواری در پاکستان به ویژه در منطقه گندهارا وجود دارد. آنهایی که پیدا شده احتمالاً با تکنیک سکو نقاشی شده‌اند که بسیار شبیه به نقاشی‌های دیواری آجانا است.

^{۴۵۹} این احتمالاً به فیبر کاه اشاره دارد

IV.4 نقاشی دیواری در ایران

در ایران نیز نقش برجسته‌های گچبری رایج است و نمونه‌های بسیار کمی از نقاشی‌های دیواری وجود دارد. تا به امروز، تنها دو نمونه از نقاشی‌های دیواری شناخته شده است. به نظر می‌رسد که نقاشی‌های دیواری ایرانی آثاری ثانویه است که بر روی دیوارهای خاکی نقاشی شده‌اند، هرچند جزئیات آن مشخص نیست. محوطه کوه خواجه در شرقی‌ترین استان سیستان و بلوچستان، قلعه اشکانی و معبد زرتشتیان است که قدمت آن به قرن اول تا سوم می‌رسد. نقاشی‌های دیواری که حاوی سرهای یونانی و ایرانی و نقاشی‌های سلطنتی ایرانی بودند، با ساختاری قرن اول مرتبط بوده‌اند (Kawami 1987a,b; Yamauchi 1997). نقاشی‌های دیواری توسط سر اورل اشتاین و ارنست هرتسفلد شناسایی شدند. مجموعه اشتاین اکنون در موزه ملی دهلی نو و مجموعه‌های هرتسفلد در موزه متروپولیتن هنر نیویورک و تهران نگهداری می‌شوند. به گفته هرتسفلد (۱۹۴۱)، نقاشی دیواری با رنگ‌های بنفش، ارغوانی-قرمز و نارنجی یک نقاشی قرون وسطایی به سبک یونانی-باختری است. شیمی مرطوب و SEM-EDS گچ را به‌عنوان زمینه سفید، کربن سیاه (نه عاج یا سیاه استخوانی) برای سیاه، رنگدانه‌های مبتنی بر مس برای سبز و اکسید آهن برای رنگ‌های قرمز و گوشت شناسایی کردند. هیچ سولفید جیوه به رنگ قرمز توسط لارنس بکر و رابرت کوستلر از موزه هنر متروپولیتن شناسایی نشد (Kawami 1987b). بررسی بصری مجموعه در موزه نشان می‌دهد که این نقاشی بر روی زمینه ساخته شده از خاک رس حاوی الیاف ریز نی اجرا شده است. سطح زمینه حداقل آماده شده بود و بسیار ناهموار باقی می‌ماند. یک زمینه سفید در بالای زمینه اعمال شد و خطوط سیاه (تقریباً ۲-۴ میلی متر عرض و خمیده) با قلم موی ساده کشیده شد و با رنگ‌های قهوه‌ای مایل به زرد و قهوه‌ای روشن احتمالاً با استفاده از تکنیک سکو رنگ‌آمیزی شد. این خطوط از رنگدانه‌های طبیعی زمینه تشکیل شده بودند. رنگ‌های روشن بنفش و مایل به قرمز توصیف شده توسط هرتسفلد قابل مشاهده نبود. نمونه دیگر را می‌توان در نقاشی دیواری در خانه عمارت دوره ساسانیان در حاجی آباد جنوب ایران یافت که در حدود ۲۸۰ کیلومتری شرق شیراز، که قدمت آن به قرن چهارم می‌رسد. پرتوهای خدایان، پادشاهان و قهرمانان به صورت دایره‌های نقاشی شده‌اند. جزئیات این تکنیک مشخص نیست، زیرا اشارات کمی به آن وجود دارد، اما گزارش شده است که بر روی دیواری سفالی مخلوط با الیاف گیاهی، با زیرکشیدن احرایی قرمز، و خطوط و جزئیات نهایی به رنگ سیاه انجام شده است (Azarnoush 1994). در نقاشی دیواری سبک سکو احتمالاً از طیف محدودی از رنگ‌ها مانند سفید شیری، آبی، سیاه، قرمز، قهوه‌ای و زرد استفاده شده است. در یک مورد، این الگو به رنگ سفید در زمینه خاکستری آبی تیره نقاشی شده بود. خطوط سیاه قوی برای جزئیات که در همه این منابع مشترک است نیز از ویژگی‌های نقاشی ساسانی به شمار می‌رود.



تصویر A.IV.5: قطعه‌ای از نقاشی دیواری کوه خواجه در مجموعه موزه هنر متروپولیتن، نیویورک

Photo: Y. Taniguchi, 2009

IV.5 نقاشی دیواری جنوب هندوکش، افغانستان

با وجود نقوش یونانی-رومی، استفاده از گچ و خاک رس برای ایجاد گچ بری در نقاشی‌های دیواری جنوب کوه‌های هندوکش رایج است، همانطور که در حدا (سلسله کوشانو-ساسانی، قرن دوم تا پنجم) دیده می‌شود. تصور می‌شود که این تکنیک شبیه به آنچه در نقاشی‌های دیواری ایران و میران به کار رفته است باشد. محوطه هده یک صومعه بودایی است که در نزدیکی گذرگاه خیبر در مرز بین افغانستان و پاکستان قرار دارد. این نمایش ترکیبی از سبک یونانی و بودایی را نشان می‌دهد، همانطور که در معبد با یک استوپا دیده می‌شود، جایی که مجسمه‌ای از هرکول با یک دستمال واژرا در کنار مجسمه‌های گچی بودا به جای خدای واجرا ایستاده است. تأثیرات قوی یونانی-بودایی را می‌توان دید. یکی از نمونه‌های سبک و مصالح مورد استفاده در هده، یک نقاشی دیواری است که اکنون در موزه ملی هنرهای آسیایی-گیمه در پاریس نگهداری می‌شود و یک جفت فرشته بالدار را نشان می‌دهد که طناب‌های گل را در دست دارند و تصویر بودا را در طاقچه بودایی تزئین می‌کنند (تصویر ۲ در مقدمه را ببینید)

تجزیه و تحلیلی که در ایتالیا در مورد مواد موجود در قطعات هده انجام شد، نشان داد که نه تنها از تکنیک سکو استفاده شده است، بلکه برخی از قطعات - مانند قطعه‌ای که بودای ایستاده را به تصویر می‌کشد. این نقاشی با تکنیک نقاشی دیواری نقاشی شدند. استفاده از لاجورد لاجورد و اخزای قرمز به عنوان رنگدانه و آهک به عنوان آسیاب (تصویر A.IV.6 و A.IV.7) (Cambon 2004). این یک نمونه بسیار نادر از یک نقاشی دیواری یونانی بودایی است که تأثیر قوی هلنیستی را نشان می‌دهد و هر دو تکنیک فرسکو با استفاده از آهک و تکنیک سکو با استفاده از گچ را در هم می‌آمیزد. محوطه هده، واقع در جنوب کوه‌های هندوکش، محلی بین دنیای مدیترانه و شرق است که تحت تأثیر فرهنگ هلنیستی قرار دارد. از نظر شمایل‌نگاری و مصالح، می‌توان آن را حد شرقی تکنیک نقاشی دیواری در نظر گرفت که هم عناصر یونانی و رومی و هم بودایی هندی را نشان می‌دهد. اما از نظر تکنیک و مصالح نقاشی بعید است که به دیوارهای بامیان مربوط باشد. در سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰، دانشگاه ملی هنرهای زیبا و موسیقی توکیو (در حال حاضر دانشگاه هنر توکیو) یک پروژه حفاظتی بر روی

نقاشی‌های دیواری شهر بودایی مس عینک (Kijima 2021;

Yasuda et al. 2020) انجام داد. این محوطه بین قرن ۳ و ۷ شکوفا شد. چهار صومعه بودایی، یک استوپا و یک آتشکده زرتشتی در این مکان شناخته شده است که در آن نقاشی‌های دیواری و مجسمه‌های گلی حفاری شده است. علاوه بر این، ذخایر غنی مس زیرزمینه آثاری از متالورژی برنز به جای گذاشته است که قدمت آن مربوط به عصر برنز است. شرکت گروه متالورژی چین (MCC) حقوق استخراج مس را خریداری کرده است، بنابراین موزیم ملی افغانستان برای جابجایی و نگهداری استوپاها، نقاشی‌های دیواری و مجسمه‌ها از طریق تحقیقات باستان‌شناسی قبل از گم شدن، سخت کار کرده است (Bloch 2015).

IV.6 نقاشی‌های دیواری در افغانستان، تاجیکستان و ازبکستان،

شمال هندوکش

در شمال بامیان، در تاجیکستان و ازبکستان کنونی، تعدادی مکان با بناهای تاریخی بودایی و نقاشی‌های دیواری مرتبط با سغدی‌ها وجود دارد:

◀ قره تپه (اواخر قرن اول تا دوم) (Mkrtichev 2002)

◀ فیاض تپه (قرن دوم تا چهارم)

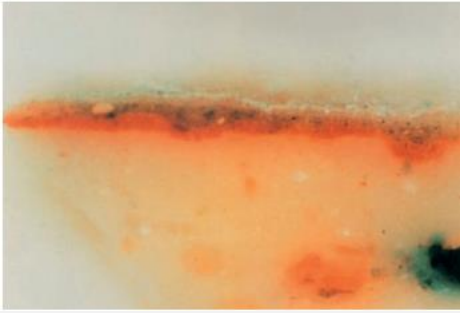
◀ باله لیک تپه

◀ اجنه تپه (قرن هفتم تا هشتم) (Babadjanova 2017; Shahi 2019)

◀ کافر قلعه (Litvinsky and Zeymal 1971)



تصویر A.IV.6: قطعه‌ای از نقاشی دیواری هده (MG17451) (after Cambon 2004: 162, fig. 70)



تصویر A.IV.7: قسمتی از نقاشی دیواری هده
(MG17451) به سبک فرسکو
(after Cambon 2004: 166, fig. 82)

◀ قلعه کافرتهان، پنجکنت (Marshak and Raspopova 1990, 1998; Maršak 2000)

◀ دختر نوشیروان (نگار) (اوایل قرن هشتم) (Klimburg-Salter 1993; Mode 1992)
◀ طبقه

در محوطه قره تپه، یک نقاشی دیواری از بودای نشسته بر روی یک دیوار نقاشی خاکی پیدا شده است (Mkrlichev 2002; Yasuda 2020). طوبقه، محوطه‌ای مستحکم در ۴ کیلومتری شمال شهر شیرآباد ازبکستان، گفته می‌شود که به سنت طخارستانی با دو لایه رنگ نقاشی شده است (Rahmonov 2001: 139). از آن جمله می‌توان به نقاشی‌های دیواری اجنه تپه و قلعه کافرتهان اشاره کرد. از زمانی که ازبکستان و تاجیکستان قبلاً بخشی از اتحاد جماهیر شوروی بودند، بسیاری از کارهای تحلیلی روی فنون نقاشی دیواری در این منطقه توسط محققان روسی

انجام شده است (Litvinskij 1981). الکساندر کوسولاپوف و بوریس مارشاک از موزه دولتی ارمیتاژ در سنت پترزبورگ نمونه‌هایی از تحلیل‌های روسی نقاشی‌های دیواری را جمع‌آوری کردند. اینها اخیراً با داده‌های جدید تأیید شده‌اند (Kossolapov and Marshak 1999; Kossolapov and Kalinina 2007). علاوه بر این، از سال ۲۰۰۸، NRICPT تحقیقاتی را بر روی نقاشی‌های دیواری کشف شده توسط تیم حفاری شوروی سابق در مجموعه موزه ملی آثار باستانی تاجیکستان انجام داده است. به عنوان بخشی از این کار، نقاشی‌های دیواری از محوطه‌های قلعه قهقهه، پنجکنت، قلعه کافرتهان، اجنه تپه و دیگر محوطه‌ها را تحلیل کرده است (himadzu 2009). این قطعات نقاشی دیواری نیز با تکنیک سکو متشکل از خمیر خاکی خمیر شده با مزاج کاه نقاشی شده‌اند. شناخته شده‌ترین قطعه نقاشی



تصویر A.IV.8: قسمتی از نقاشی دیواری قلعه کافرتهان در مجموعه موزه ملی تاجیکستان

Photo: Y. Taniguchi, courtesy of NRICPT, 2007

دیواری از محوطه قلعه کافرتهان، گروهی از نیاشگران است که تونیک‌های آسیای مرکزی با تسبیح ساسانی در مجموعه موزه ملی آثار باستانی تاجیکستان پوشیده‌اند. پس‌زمینه قرمز، خطوط قهوه‌ای مایل به قرمز برای زیرکشی‌ها و خطوط سیم آهنی نشان‌دهنده مکان و دوران هستند (تصویر A.IV.8). رنگ‌ها مات هستند و کار فاقد سایه و رنگ‌های درجه‌بندی شده است. سطح دیوار و لایه زمینه ناهموار است و به نظر می‌رسد که دیوار نسبت به نقاشی‌های دیواری بامیان متأخر به حداقل تعدیل رسیده است. تجزیه و تحلیل NRICPT وجود اخراها در نواحی زرد و قرمز و رنگدانه‌های حاوی سرب در لایه‌های رنگ را تأیید کرد، اگرچه آنها اکنون قرمز کم رنگ یا خاکستری هستند. گوگرد،

احتمالاً گچ، در زمینه سفید نقاشی‌های دیواری مشاهده شده است. هیچ سبز یا آبی یافت نشد اما قرمزهای سنگرف/ سرخاب یا جیوه حاوی جیوه از اجنه تپه شناسایی شد (Shimadzu 2009, 2010: 111). بر اساس تجزیه و تحلیل روسی نقاشی‌های دیواری از اجنه تپه، زیر لایه با گچ یا آهک همزیستی می‌کند و اخرای زرد در رنگ زرد، سنگرف/ سرخابی (مصنوعی یا طبیعی) در قرمز و لاجورد در آبی استفاده شده است. در یک مورد غیر معمول، زمینه سبز (سرادونیت) به رنگ سبز شناسایی شد (Kossolapov و Marshak 1999). موقعیت زمین‌شناسی تاجیکستان نشان می‌دهد که زمینه سبز در مجاورت آن موجود است اما استفاده از آن در دیگر نقاشی‌های دیواری بودایی در آسیای مرکزی یافت نمی‌شود.

اگرچه نقاشی‌های دیواری بودایی در شمال هندوکش به قرن هفتم یا هشتم برمی‌گردد، تکنیک‌ها و مصالح آن‌ها نسبتاً شبیه نقاشی‌های دیواری بامیان است. این نقاشی‌های دیواری مربوط به صومعه‌های بودایی نیستند، بلکه برای تزئین اقامتگاه‌های خصوصی اربابان سغدی نقاشی شده‌اند، بنابراین موضوع این کتاب نیست. با این حال، به دلیل ارتباط احتمالی آنها با سغد از نظر منطقه، دوره و تجارت، جالب توجه هستند. سمرقند در گذشته مراکند نامیده می‌شد و پایتخت مرکزی سغدیان افراسیاب بود. نقاشی‌های دیواری زیادی از پایتخت کاوش شده است، از جمله مجموعه نقاشی‌های دیواری معروف افراسیاب از نقاشی‌های سفیران (قرن هفتم) در اقامتگاه شخصی یک نجیب زاده. (تصویر A.IV.9). یک صف طولانی از مردم با اصالت مختلف و تعداد زیادی از ترک‌ها که هیئت‌هایی از چین و تبت را همراهی می‌کنند بر روی نقاشی‌های دیواری قرن هفتم به تصویر کشیده شده است. فرستادگان شاهزاده‌های آسیای مرکزی چاچ (اکنون بخشی از تاشکند) و چغانیان (بین سمرقند و ترمز) با پارچه‌های ابریشمی با نقوش مروارید ساسانی معمولی که یک حیوان را نشان می‌دهد، نشان داده شده‌اند (Grenet 2007). در نقاشی‌های دیواری افراسیاب علاوه بر سفیداب سرب و گچ، لاجورد آبی و سرخابی نیز شناسایی شد (Kossolapov and Marshak 1999).

محوطه پنجکنت در نزدیکی سمرقند زمانی پایتخت بوده است و نقاشی‌های دیواری متعددی که قدمت آن‌ها به قرن پنجم و هشتم باز می‌گردد در کاخ‌ها، معابد و اقامتگاه‌های خصوصی محلی یافت شده است (Marshak et al. 1990). محوطه شهرستان (قلعه کافرنهان)، همچنین در شمال تاجیکستان، شامل بسیاری از نقاشی‌های دیواری است که به ۷۴۰ پس از میلاد برمی‌گردد (Kageyama 2013). از جمله گروه بزرگی از صحنه‌های نبرد است. نقاشی‌های دیواری مربوط به قرن ششم و هفتم که در محوطه ورخشا در بخارا یافت شده است نیز مهم است. پس‌زمینه قرمز آن‌ها پیکره‌های انسانی را روی فیل‌ها (که به عنوان خدای ایندرا تعبیر می‌شود) (Tanabe and Maeda 1999: 215) و یک صحنه شکار که در آن خدا در تعقیب یک پلنگ بزرگ است به تصویر می‌کشد (Shishkin 1963). سقف لترندیک به نظر می‌رسد (Maršak 2000). در سال ۲۰۱۲، NRICPT تجزیه و تحلیل فلورسانس اشعه ایکس از قطعات نقاشی دیواری از محوطه ورخشا را که در موزه ملی تاریخ طبیعی ازبکستان نگهداری می‌شود، انجام داد. گزارش شد که قطعات قرمز بر پایه آهن، قطعات سفید بر پایه کلسیم (گچ یا آهک) و نواحی رنگ شده سفیداب سربی هستند (Hayakawa et al. 2013).

سایر قطعات نقاشی دیواری از محوطه فیاض تپه از قرن دوم تا چهارم (Al'baum 1991) و اواخر قرن چهارم (Muzio 2008) نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. آهن، سرب و جیوه به رنگ قرمز شناسایی شدند (Hayakawa et al. 2013)، که هر کدام به ترتیب نشان دهنده اخرای قرمز، قرمز سربی و سنگرف/ سرخابی است، در حالی که از رنگ سفید بر پایه کلسیم (گچ یا آهک) برای زمینه استفاده شده است. از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰، قطعات نقاشی دیواری از محوطه فیاض تپه توسط مأموریت ژاپنی مورد تحقیق و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آنها گچ و اکسید آهن را شناسایی کردند (Tamura et al. 2021). با این حال، تاریخ نقاشی‌های دیواری باید از مطالعات اخیر در مورد سبک‌های کتیبه‌ها و تزئینات (Kageyama 2022) باید تجدید نظر شود.

محققان روسی تحقیقات عمیقی در مورد فنون نقاشی در نقاشی‌های دیواری سغدی و همچنین در مورد وضعیت نقاشی‌های دیواری در شمال هندوکش انجام داده‌اند. نتایج توسط کوسولاپوف و ماشاک (1999)، کوسولاپوف و کالینینا (2007) منتشر شده است. در قلمرو سغدی، NRICPT به عنوان بخشی از بررسی گسترده‌تر مجموعه موزه ملی آثار باستانی تاجیکستان (قرن هشتم) بررسی نقاشی‌های دیواری از محوطه قلعه قهقهه^{۴۶} را انجام داد (Shimadzu 2009, 2013). نقاشی‌های دیواری سغدی، مانند نقاشی‌های اطراف، بر روی دیوارهای خاکی با تکنیک سکو نقاشی شده‌اند. با این حال، به جای دیوارهای مغاره، آنها را بر روی دیوار ساختمان‌های خشتی نقاشی می‌کنند.

^{۴۶} محوطه قلعه قهقهه در روستای پنجکنت در ناحیه شهرستان واقع شده است.

تجزیه و تحلیل روسی نقاشی‌های دیواری از پنجکنت نشان دهنده استفاده از گچ یا آهک به عنوان یک زمینه سفید است. علاوه بر این، لاجورد به رنگ آبی، اخرای قرمز در قرمز و زرد اخرای، لیتارژ (مرداسنگ) و زرین در زرد شناسایی شده است (Kossolapov and Marshak 1999: 74; Shimadzu 2013). به گفته کوسولاپوف و مارشاک، هیچ رنگدانه سبزی در نقاشی‌های دیواری در سغدی به رسمیت شناخته نشده است، اما مالاشیت گاهی به رنگ سبز در محوطه شهرستان قرن ششم تا اواخر قرن نهم (پایتخت رسمی استروشنه) یافت می‌شود (Kossolapov and Marshak 1999: 52, 56, 78). یک لایه سیاه که عمدتاً از کربن تشکیل شده است در زیر لاجورد اعمال شده است که رنگ آبی تیره تری ایجاد کرده است. تجزیه و تحلیل شیمادزو با این نتایج مطابقت دارد، اما وجود برخی رنگدانه‌های مبتنی بر سرب را در نقاشی‌های دیواری شهرستان نیز برجسته می‌کند. کشف مس در نواحی سیاه نشان می‌دهد که مانند نقاشی‌های دیواری بامیان، از رنگ سبز که عمدتاً از ترکیب مس تشکیل شده است استفاده شده است. نقاشی‌های دیواری در افراسیاب، بر خلاف نقاشی‌های پنجکنت و شهرستان، با استفاده از رنگ‌های سفیداب سرب، گچ و شنگرف/ سرخابی در قرمز مشخص می‌شود. یکی از ویژگی‌های بارز نقاشی‌های دیواری سغدی این است که گچ مورد استفاده برای زمینه‌های سفید، گچ بسیار خالص و بدون هیچ اثری از انیدریت است (Kostrov 1959). کوسولاپوف و مارشاک معتقدند که نقاشی‌های دیواری سغدی اساساً با رنگدانه‌ها و پیوند دهنده‌ها در مجاورت سغد ساخته شده‌اند. با این حال، آنها همچنین پیشنهاد می‌کنند که موادی که از طریق تجارت به دست می‌آیند، مانند لاجورد از بدخشان و همچنین سفیداب سرب و شنگرف/ سرخابی نیز ممکن است استفاده شده باشد (Kossolapov and Kalinina 2007). کلمه *spytic* (به معنای "چیزهای سفید") که سفیداب سرب فرض می‌شود که به عنوان یک کالای تجاری در "حرف باستانی سغدی V" نوشته شده توسط یک تاجر سغدی ذکر شده است. معروف است که سغدی‌ها در اوایل قرن ششم با رنگ سفیداب سرب به عنوان *spytic* معامله می‌کردند (de La Vaissière 2016 [2019]: 41, n.15). دانشمندان روسی وادیم بیرشتاین (۱۹۷۵، ۱۹۷۷) و کامیلا کالینینا از موزه دولتی ارمیتاژ نیز پیوند دهنده‌ها را تجزیه و تحلیل کرده‌اند (Kossolapov and Kalinina 2007). بیرشتاین به این نتیجه رسید که صمغ درختان میوه مانند گیلاس و زردآلو به عنوان پیونده دهنده در نقاشی‌های دیواری آسیای مرکزی استفاده می‌شود (Kossolapov and Marshak 1999). کالینینا از تجزیه و تحلیل GC-MS برای شناسایی پلی ساکاریدها در نقاشی‌های دیواری از محوطه پنجکنت، از جمله مقدار زیادی گالاکتوز و مانوز، و مقادیر کمی آرابینوز و زایلوز استفاده کرد. این نشان می‌دهد که صمغ گونه‌های حبوبات مانند گوار و نعل، که هر دو حاوی سطوح بالایی از گالاکتوز هستند، ممکن است به عنوان یک پیوند دهنده با مقادیر کمی صمغ درختان میوه مانند هلو و زردآلو مخلوط شده باشد (Kossolapov and Kalinina 2007: 92).



تصویر 9.A.IV: نقاشی دیواری تالار سفیران افراسیاب (سمرقند ازبکستان)

Photo: Y. Taniguchi, courtesy of NRICPT, 2005

این نقاشی‌های دیواری بر روی زمینه سفید بر روی گچ خاکی قرار گرفته‌اند. آنها دارای خطوط زیرین با خطوط قرمز با استفاده از اخرايي هستند و در رنگ‌ها و سایه‌های مختلف با جزئیات مشخص شده با خطوط مشکی یا اخرايي رنگ آمیزی شده‌اند. این نقاشی‌ها نه رنگ‌های درجه‌بندی شده دارد و نه فنون سایه دهی سه بعدی. سبزه‌های کمی باقی مانده است که تصور می‌شود بسیاری از آنها سیاه شده‌اند، اما رنگ سبز در مقایسه با آبی، زرد و قرمز ناحیه کوچکتری را پوشش می‌دهد. هیچ مدرکی از تذهیب یا تزئینات فلزی دیگر وجود ندارد. با توجه به تکنیک و متریال، نقاشی‌های دیواری سغدیان شباهت زیادی با مکان‌های اجنه تپه و قلعه کافرناهان، هر دو در شمال هندوکش دارند. با این حال، استفاده از نقوش ایرانی ساسانی، سیم‌کشی‌های آهن، گچ به‌عنوان زمین سفید و اعمال لایه‌ای سیاه در زیر لایه آبی لاچورد یادآور فنون نقاشی در فاز اول و دوم دیوار بامیان است. نقاشی‌هایی، مانند آنهایی که در طاقچه‌های بودای غول پیکر و در مغاره‌های اطراف بودای غول پیکر شرقی یافت می‌شوند. نقاشی‌های دیواری قدیمی در افغانستان، شمال هندوکش نیز شناخته شده است: به طور خاص، نقاشی‌های دیواری قرن چهارم تا اوایل قرن پنجم در غلبیان، بالچراغ در ولایت فاریاب یافت شده است. این‌ها به‌عنوان نقاشی‌های اوایل دوره ساسانی با شمایل‌نگاری از خدای ایرانی سیریوس، تیشتریا، و دو گروه از پرستش‌کنندگان در نظر گرفته می‌شوند (Lee and Grenet 1998). اطلاعات فنی و مادی گزارش نشده است.

کتابنامه و مرجع

- Abdurazakov, A.A. and Kambarov, M.K.A. (бдуразакoв, А.А. и Камбаров, М.К.) 1975. Реставрация настенных росписей Афрасиаба (*Restoration of Afrasiab Wall Paintings*) Ташкент. Al'baum, L.I. (Альбачм, Л. И) 1960. Балалык-Тепе (*Balalyktepe*) Tashkent.
- Al'baum, L.I. (Альбачм, Л. И) 1991. 'Fayaztepa', in K.A. Abdullaev, È.V. Rtveldadze and G.V. Shishkina (Абдуллаев, К.А. Ртвеладзе, Э. В. Шишкина) (eds), *Culture and Art of Ancient Uzbekistan*, 1, Внешторгиздат, Moscow, 107–112.
- Alter, M., Binet, L., Touati, N., Lubin-Germain, N.G., Le Hô, A.-S., Mirambet, F.O. and Gourier, D. 2019. 'Photochemical origin of the darkening of copper acetate and resinate pigments in historical paintings', *Inorganic chemistry*, 58, 13115–13128.
- Anaf, W., Janssens, K. and De Wael, K. 2013. Formation of metallic mercury during photodegradation/photodarkening of α -HgS: electrochemical evidence', *Angewandte Chemie*, 125, 12800–12803.
- Ando, Y. (安藤佳香) 2002. 『佛教莊嚴の研究—グプタ式唐草の東漸—』 (*Studies on Solema in Buddhist Art: The Eastward Spread of the Guptastyle Scroll*) 中央公論美術出版.
- Anon. 1924a. 'L'évolution moderne de l'Afghanistan', *L'Illustration*, 22 November 1924, 462–465.
- Anon. 1924b. 'Une mission de fouilles Françaises', *L'Illustration*, 29 November 1924, 490–495.
- Anon. 1946. 「天平美術を語る：座談会」 ('Art in Tenpyo era: roundtable discussion') 『日本美術工藝 (特輯正倉院研究)』 (*Japanese Art and Craft: Shōsōin, Shoso Repository*) 42, 10–22.
- Artioli, D., Giovagnoli, A., Ioele, M., Mariottini, M., Nugari, M.P., Priori, G. and Santonico, G. 2007. 'Diagnostic investigations on the paintings technique: chemical, biological', Presentation, National Museum, New Delhi, 14 February 2007.
- Azarnoush, M. 1994. 'The Sasanian manor house at Hājiābād, Iran', *Casa Editrice Le Lettere* 179, pls. XXVIII–XXXV.
- Aze, S., Vallet, J.M., Detalle, V., Grauby, O. and Baronnet, A. 2008. 'Chromatic alterations of red lead pigments in artworks: a review', *Phase Transitions* 81, 145–154.
- Barone, G., Bersani, D., Coccato, A., Lauwers, D., Mazzoleni, P., Raneri, S., Vandenabeele, P., Manzini, D., Agostino, G. and Neri, N.F. 2016. 'Nondestructive Raman investigation on wall paintings at Sala Vaccarini in Catania (Sicily)', *Applied Physics A* 122, 838.
- Babadjanova, M.M (Бабаджанова, М.М.) 2017. буддистский памятник аджина-тепа – свидетельство древнейшего культурного взаимодействия таджикистана и индии ('Buddhist monument Ajina-tepa – the evidence of the oldest cultural interaction of Tajikistan and India'), Центр, научного сотрудничества «Интерактив плюс» (Scientific Cooperation Center 'Interactive plus'), 1–12.
- Bayarová, T. 2018. Buddhist wall paintings at Nako Monastery, North India: changing of the technology throughout centuries', *Studies in Conservation* 63, 171–188.
- Beal, S. 1884. *Si-yu-ki: Buddhist Recm'ds of the Western World, translated from the Chinese of Hiuen Tsiang (AD 629)*. London.
- Bhatti, I.M. 2006. *Taxila: An Ancient Metropolis of Gandhara*. Wazirabad, Umar Zirgham Publishing.
- Birstein, V.J. 1975. 'On the technology of Central Asian wall paintings: the problem of binding media', *Studies in Conservation* 20, 8–19.
- Birstein, V.J. (Бирштейн В.Я.) 1977. Принципы и методы исследования органических и неорганических компонентов настенной живописи Средней Азии и Крыма ('Principles and methods of research of organic and inorganic components of wall painting in Central Asia and Crimea'), исследование и хранение музейных художественных ценностей. Научнореферативный сборник. Вып (*Restoration, Research and Storage of Museum Art Values. Scientific Abstract Collection. Issue*) 1, М., 10–15.
- Blänsdorf, C. 2016. 'New investigation of the fragments of the painted clay layers from the Buddha statues in Bamiyan', in E. Emmerling and M. Petzet (eds), *The Giant Buddhas of Bamiyan II: Safeguarding the Remains 2010–2015*. ICOMOS, 26–50.

- Blänsdorf, C. 2021. 'Materials and techniques of the polychromy of the Giant Buddha sculptures in Bāmiyān', in S. Aoki, Y. Taniguchi, S. Rickerby, M. Mori, T. Kijima, B. Su and F. Kirino (eds), *Conservation and Painting Techniques of Wall Paintings on the Ancient Silk Road*, Springer, 157–176.
- Blänsdorf, C. and Melzl, E. 2009. 'Technique of modelling the Buddha statues', in M. Petzet (ed.), *The Giant Buddhas of Bamiyan: Safeguarding the Remains*, Monuments & Sites XIX, ICOMOS-Hendrik Bäbler, 201–214.
- Blänsdorf, C., Nadeau, M.-J., Grootes, P., Hüls, M., Pfeffer, S. and Themann, L. 2009a. 'Dating of the Buddha statues: AMS 14C dating of organic materials', in M. Petzet (ed.), *The Giant Buddhas of Bamiyan: Safeguarding the Remains*, Monuments & Sites XIX, ICOMOS-Hendrik Bäbler, 231–236.
- Blänsdorf, C., Pfeffer, S. and Melzl, E. 2009b. 'The polychromy of the Giant Buddha sculptures in Bāmiyān', in M. Petzet (ed.), *The Giant Buddhas of Bamiyan: Safeguarding the Remains*, Monuments & Sites XIX, ICOMOS-Hendrik Bäbler, 237–264.
- Bloch, H. 2015. 'Mega copper deal in Afghanistan fuels rush to save ancient treasures', *National Geographic*, 2015/09.
- Bonaduce, I., Carlyle, L., Colombini, M.P., Duce, C., Ferrari, C., Ribechini, E., Selleri, P. and Tiné, M.R. 2012. 'New insights into the ageing of linseed oil paint binder: a qualitative and quantitative analytical study', *PLOS One* 7 (e49333), 1–14.
- Bostock, J. n.d. *Pliny the Elder, The Natural History, Perseus Digital Library (G.R. Crane Editor-in-Chief)*, Tufts University. Available at: <http://data.perseus.org/catalog/urn:cts:latinLit:phi0978>.
- Bowersox, G.W. and Chamberlin, B.E. 1995. *Gemstones of Afghanistan*. Geoscience Press.
- Bregel, Y. 2003. *An Historical Atlas of Central Asia*. Brill, Leiden.
- Brill, R.H., Felker-Dennis, C., Shirahata, H. and Joel, E.C. 1997. 'Lead isotope analyses of some Chinese and Central Asian pigments', in N. Agnew (ed.), *Conservation of Ancient Sites on the Silk Road*, Archetype Publications, London, 369–378.
- Bronk Ramsey, C. 2009. 'Bayesian analysis of radiocarbon dates', *Radiocarbon* 51, 337–360.
- Bronk Ramsey, C. 2021. OxCal 4.4. Available at: <http://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal> (accessed 17 February 2022).
- Brooker, M.H., Sunder, S., Taylor, P. and Lopata, V.J. 1983. 'Infrared and Raman spectra and X-ray diffraction studies of solid lead(II) carbonates', *Canadian Journal of Chemistry* 61, 494–502.
- Burnam, J.M. 1920. *A Classical Technology edited from Codex Lucensis 490*. R.G. Badger, The Gorham Press, Boston.
- Burnes, A. 1833. 'On the Colossal Idols of Bamiān', *Journal of the Asiatic Society of Bengal* 2(23), 561–564.
- Bussagli, M. 1979. *Central Asian Painting: From Afghanistan to Singiang*. Rizzoli International Publications, Inc.
- Caley, E.R. and Richards, F.C.J. 1956. *Theophrastus on Stones: An Introduction, Greek Text, English Translation, and Commentary*. Ohio State University.
- Cambon, P. 2004. 'Monuments de Hadda au Musée National des Arts Asiatiques-Guimet', *Monuments et Mémoires de la Fondation Eugène Piot*, vol. 83, 131–184.
- Cartechini, L., Miliani, C., Brunetti, B.G., Sgamellotti, A., Altavilla, C., Ciliberto, E. and D'acapito, F. 2008. 'X-ray absorption investigations of copper resinate blackening in a XV century Italian painting', *Applied Physics A* 92, 243–250.
- Cartechini, L., Vagnini, M., Palmieri, M., Pitsurra, L., Mello, T., Mazurek, J. and Chiari, G. 2010. 'Immunodetection of proteins in ancient paint media', *Accounts of Chemical Research* 43, 867–876.
- Carter, M.L. 1985. 'Hsuan-Tsang and the Colossal Buddhas at Bāmiyān', in A.K. Narain (ed.), *Studies in Buddhist Art of South Asia*. New Delhi, Kanak Publications.
- Castro, K., Sarmiento, A., Martínez-Arkarazo, I., Madariaga, J.M. and Fernández, L.A. 2008. 'Green copper pigments biodegradation in cultural heritage: from malachite to moolooite, thermodynamic modeling, X-ray fluorescence, and Raman evidence', *Analytical Chemistry* 80, 4103–4110.
- Chemical Society of Japan (日本化学会) 1975. 『化学便覧』 (基礎編II) 改訂2, (*Handbook of Chemistry: Pure Chemistry II*, 2nd edn) 丸善株式会社.

- Ching Chao-jung [慶昭蓉] 2017. 吐火羅語世俗 文献与古代龜茲歷史 (未名中国史研究叢書) (*Toharian Secular Texts and History of Ancient Kucha*) 北京大学出版社.
- Church, A. 1921. 'Examination of certain specimens of mural painting and plaster from Ak-Terek, Kara-Sai, Khādalik, Mirān, "Ming-Oi" and TunHuang', *Serindia* III, 1390–1391.
- Coccatto, A., Moens, L. and Vandenabeele, P. 2017. 'On the stability of mediaeval inorganic pigments: a literature review of the effect of climate, material selection, biological activity, analysis and conservation treatments', *Heritage Science* 5, 12. DOI 10.1186/s40494-017-0125-6.
- Compareti, M. 2012. 'Classical elements in Soghdian art: Aesop's fables represented in the mural paintings at Penjikent', *Iranica Antiqua* XLVII, 303–316.
- Cotte, M., Susini, J., Metrich, N., Moscato, A., Gratziu, C., Bertagnini, A. and Pagano, M. 2006a. 'Blackening of Pompeian cinnabar paintings: X-ray microspectroscopy analysis', *Analytical Chemistry* 78, 7484–7492.
- Cotte, M., Checroun, E., Susini, J., Dumas, P., Tchoreloff, P., Besnard, M. and Walter, Ph. 2006b. 'Kinetics of oil saponification by lead salts in ancient preparations of pharmaceutical lead plasters and painting lead mediums', *Talanta* 70, 1136–1142.
- Cotte, M., Susini, J., Solé, V. A., Taniguchi, Y., Chillida, J., Checroun, E. and Walter, P. 2008. 'Applications of synchrotron-based micro-imaging techniques to the chemical analysis of ancient paintings', *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 23, 820–828.
- Cotte, M., Fabris, T., Agostini, G., Motta Meira, D., De Viguerie, L. and Solé, V. A. 2016. 'Watching kinetic studies as chemical maps using opensource software', *Analytical Chemistry* 88, 6154–6160.
- Cotte, M., Checroun, E., De Nolf, W., Taniguchi, Y., De Viguerie, L., Burghammer, M., Walter, P., Rivard, C., Salomé, M., Janssens, K. and Susini, J. 2017. 'Lead soaps in paintings: friends or foes?', *Studies in Conservation* 62, 2–23.
- Cotte, M., De Viguerie, L., Checroun, E., Susini, J. and Walter, P. 2019. 'Historical evolutions of leadfat/oil formula from antiquity to modern times in a set of European pharmaceutical and painting treatises', in Casadio, F., Keune, K., Noble, P., Van Loon, A., Hendriks, E., Centeno, S.A. and Osmond, G. (eds), *Metal Soaps in Art*, Springer, 85–106. de La Vaissière, É. 2016 [2019] (tr. E. Kageyama 2019) *ソグド商人の歴史 (Histoire des marchands sogdiens)*, 岩波書店.
- de Mayerne, T.T. 1620–1646. *Pictoria, sculptoria, tinctoria, et quae subalternarum atrium* (manuscript). British Museum London, MS Sloane 2052.
- Devers, Q. 2020. 'Buddhism before the First Diffusion? The case of Tangol, Dras, Phikhar and Sani-Tarungtse', *Études mongoles et sibériennes, centrasiatiques et tibétaines* 51. <https://doi.org/10.4000/emscat.4226>.
- Dikshit, K.N. 2012–13. 'The rise of Indian civilization: recent archaeological evidence from the Plains of 'Lost' River Saraswati and radio-metric dates', *Bulletin of the Deccan College Post-Graduate and Research Institute* 72/73, 1–42.
- Duang S., Miyata, J., Kumagai, N. and Sugishita, R. 1987. 'Analysis of pigments and plasters from wall paintings of Buddhist temples in northwest China', *Scientific Papers on Japanese Antiques and Art Crafts* 32, 13–20.
- Dubois, H., Meloni, S., Metz, E., Schoonhoven, B. and Wallert, A. 2001. 'Breakdown processes of orpiment- and realgar-based sixteenth-century paints'. Extended abstracts of presentations at *Deterioration of Artists' Paints: Effects and Analysis*. A joint meeting of ICOM-CC Working Groups Paintings 1 & 2 and the Painting Section, UKIC, British Museum, London 10–11 September 2007, 75–80.
- Duval, A.R. 1992. 'Les préparations colorées des tableaux de l'école française des 17 et 18 siècles', *Studies in Conservation* 37, 239–258.
- Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T. and Siddall, R. (eds) 2004. *Pigment Compendium: A Dictionary of Historical Pigments*, Elsevier, ButterworthHeinemann.
- Eastlake, C.L. 2001. *Methods and Materials of Painting of the Great Schools and Masters*, vol. 1, Dover Publications.

- Emmerling, E. and Petzet, M. (eds) 2016. *The Giant Buddhas of Bamiyan II: Safeguarding the Remains 2010–2015*, Monuments & Sites XIX, ICOMOS.
- Enoki, K. (榎一雄) 1979. 『シルクロードの歴史から』 (*History of the Silk Road*) 研文出版.
- Eremin, K., Stenger, J. and Green, M.L. 2006. ‘Raman spectroscopy of Japanese artists’ materials: The Tale of Genji by Tosa Mitsunobu’, *Raman Spectroscopy in Art and Archaeology II*, 7, 1119–1124.
- Fabian, D., and Fortunato, G. 2004. ‘Bleiweissisotopenanalysen an Gemäldeproben des 17. Jahrhunderts: Zwischenbericht eines laufenden Projektes’ (‘Isotope analyses on lead white samples taken from 17th century paintings: a preliminary report on a current project’), *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung* 18, 371–378.
- Fenet, A. 2011. ‘L’École française d’Athènes et la Délégation archéologique française en Afghanistan: hellénistes et indianistes unis pour une même cause (1922–1924)’, in C. Bonnet, V. Krings and C. Valenti (eds), *Connaître l’Antiquité, Individus, réseaux, stratégies du XVIIIe au XXIe siècle*, Presses Universitaires de Rennes, 121–139.
- Ferreira, E.S.B., Van der Horst, J. and Boon, J.J. 2005. ‘Chemical aspects of the binding media of the Oranjezaal ensemble: an insight into 17th century Netherlandish materials and methods’, in I. Verger (ed.), *ICOM Committee for Conservation, Preprints, 14th Triennial Meeting 12–16 September 2005, The Hague*, 774–782.
- Foucher, A. 1923. Correspondance: (Notice archéologique de la vallée de Bâmiyân : letter du 30 décembre 1922), *Journal Asiatique* 202, 2, 354–368. Foucher, A. 1925. ‘Notes sur l’itinéraire de Hiuan Tsang en Afghanistan’, *Études Asiatiques, École Française d’Extrême Orient* 1, Hanoi, 257–284.
- Foucher, A. 1942. *La Vieille Route de l’Inde de Bactres à Taxila*, MDAFA, I, Paris, Editions d’art et d’histoire.
- Franceschi, C.M., Costa, G.A. and Franceschi, E. 2011. ‘Aging of the paint palette of Valerio Castello (1624–1659) in different paintings of the same age (1650–1655)’, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 103, 69–73.
- Frederspiel, B. 1995. ‘Question about medieval gesso grounds’, in *Historical Painting Techniques, Materials, and Studio Practice, University of Leiden, The Netherlands 26–29 June 1995*, Getty Conservation Institute, 58–64.
- Fukuyama, Y. (福山泰子) 2014. 『アジャンター後期壁画の研究』 (*Studies on the Ajanta Paintings in the Later Phase*) 中央公論美術出版.
- Gairola, R.T. 1960. ‘Preservation of a miniature and a wall-painting’, *Ancient India* 16, 85–88.
- Gambardella, A.A., Cotte, M., De Nolf, W., Schnetz, K., Erdmann, R., Van Elsas, R., Gonzalez, V., Wallert, A., Iedema, P.D., Eveno, M. and Keune, K. 2020. ‘Sulfur K-edge micro- and full-field XANES identify marker for preparation method of ultramarine pigment from lapis lazuli in historical paints’, *Science Advances* 6, eaay8782.
- Gautier, G. and Colombini, M.P. 2007. ‘GC–MS identification of proteins in wall painting samples: a fast clean-up procedure to remove copper-based pigment interferences’, *Talanta* 73, 95–102.
- Gettens, R.J. 1938a. ‘The materials in the wall paintings from Kizil, Chinese Turkestan’, *Technical Studies in the Field of the Fine Arts* 6, 281–294.
- Gettens, R.J. 1938b. ‘The materials in the wall paintings of Bamiyan, Afghanistan’, *Technical Studies in the Field of the Fine Arts* 6, 186–193.
- Gettens, R. and Stout, G. 1966. *Painting Materials: A Short Encyclopedia*, Dover Art Instruction.
- Gettens, R.J., Kühn, H. and Chase, W.T. 1967. ‘Lead white’, *Studies in Conservation* 12, 125–139.
- Gettens, R.J., Kühn, H. and Chase, W.T. 1993. ‘Lead white’, in A. Roy (ed.), *Artists’ Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics*, vol. 2, 67–81, National Gallery of Art, Washington, Oxford University Press.
- Getty Conservation Institute 2015. *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) for Protein Identification, Organic Materials in Wall Paintings: Project Report*, 58–60.
- Ghosh, A. (ed.) 1967. *Ajanta Murals*, Archaeological Survey of India.
- Giovannoni, S., Matteini, M. and Moles, A. 1990. ‘Studies and developments concerning the problem of altered lead pigments in wall painting’, *Studies in Conservation* 35, 21–25.

- Giومت Museum 2008. *Gandhara – The Buddhist Heritage of Pakistan: Legends, Monasteries, and Paradise*, Verlag Philippe von Zabern. Godard, A., Godard, Y. and Hackin, J. 1928. *Les Antiquités Bouddhiques de Bâmiyân (Mémoires de la Délégation Archéologique Française en Afghanistan, vol. II)*, Les Éditions G. Van Oest.
- Gonzalez, V., Wallez, G., Calligaro, T., Cotte, M., De Nolf, W., Eveno, M., Ravaud, E. and Menu, M. 2017. ‘Synchrotron-based high angle resolution and high lateral resolution X-ray diffraction: revealing lead white pigment qualities in old master paintings’, *Analytical Chemistry* 89, 13203–13211.
- Gonzalez, V., Hageraats, S., Wallez, G., Eveno, M., Ravaud, E., Réfrégiers, M., Thoury, M., Menu, M. and D. Gourier, 2020. ‘Microchemical analysis of Leonardo da Vinci’s lead white paints reveals knowledge and control over pigment scattering properties’, *Scientific Reports* 10, 1–10.
- Goryacheva, V., 2002. ‘Buddhist heritage of Central Asia: problems of study and conservation’, in K. Warikoo (ed.), *Bamiyan: Challenge to World Heritage*, Himalayan Research and Cultural Foundation, Bhavana Books & Prints, 40–56.
- Gray, B. 1959. *Buddhist Cave Paintings at TunHuang*, Faber and Faber.
- Grenet, F., 1993 [1995] (tr. E. Kageyama 1995) ソグドとバクトリアにおいてアヴェスターのヤシュトは知られていたか—図像学的資料による検討— (‘The knowledge of Yašt of the Avesta in Sogdiana and Bactria’), *Studies on the Inner Asian Languages X*, 85–102, *The Society of Central Eurasian Studies* (Знание Яштов Авесты в Согде и Бактории по Данным Иконографии, ВДИ, 1993), 149–160.
- Grenet, F. 2007. ‘The 7th-century AD “Ambassadors” painting” at Samarkand’, in K. Yamauchi, Y. Taniguchi and T. Uno (eds), *Mural Paintings of the Silk Road: Cultural Exchanges between East and West*, Archetype Publications, London, 9–19.
- Grunwald, J-E. 2009. ‘Organic additives of the clay layers: hair identification’, in M. Petzet (ed.), *The Giant Buddhas of Bamiyan: Safeguarding the Remains*, Monuments & Sites XIX, ICOMOS/Hendrik Bäßler, 229–230.
- Gu Libiya 古麗比亞 (コリビア) 2007. 「第2節 壁画の研究 1. CD-4 発見の仏寺壁画について」 (2. Research on Wall Paintings: Wall Paintings of Buddhist Temple CD-4), in 『日中／中日共同 丹丹烏里克遺跡学術調査報告書 (Dandan Oilik Site: Archaeological Studies, Research Report into an Ancient Town in Xingjiang, China)』 The Academic Research Organization for the Niya Ruins in China’s Xingjiang 日中共同ダンダンウイリク遺跡学術調査隊 (*Japan-China Joint Scientific Project for Dandan Oilik*), 221–224.
- Hackin, J. and Carl, J. 1933. *Nouvelles recherches archéologiques à Bâmiyân (Mémoires de la Délégation Archéologique Française en Afghanistan, vol. III)*, Les Editions G. Van Oest.
- Hackin, J., Carl, J. and Mounié, J. 1959. *Diverses recherches archéologiques en Afghanistan (1933–1940)*, (*Mémoires de la Délégation Archéologique Française en Afghanistan, vol. VIII*), Les Editions . G. Van Oest.
- Hansen, V. 2004. ‘Religious life in a Silk Road community: Niya during the third and fourth centuries’, in J. Largerwey (ed.), *Religion and Chinese Society, vol.1. Ancient and Medieval China. A Centennial Conference of the École française d’Extrême-Orient*, The Chinese University Press and École française d’ExtrêmeOrient.
- Hayakawa, Y. (早川泰弘) 2005. 「ポータブル蛍光X線分析装置による大谷検隊将来西域壁画の彩色材料分析」 (‘pXRF analysis on painting materials of wall paintings brought by Otani Expeditions’) 『大谷探検隊将来西域壁画の保存修復に関する総合研究』 (平成14～16年度科学研究費補助金基盤研究(B)報告書(課題番号14380052) 研究代表者 青木繁夫 (*JSPS Reports 2002–2004 (14380052): Research on Conservation and Restoration for Wall Paintings Brought by Otani Expeditions (S. Aoki)*), 69–81.
- Hayakawa, Y., Furusho, H., Aoki, S. and Aripdjanov, O. 2013. ‘Material analysis of objects collected in the State Museum of History of Uzbekistan using a hand-held X-ray fluorescence spectrometer’, *Science for Conservation* 52, 59–70. National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo.

- Heginbotham, A., Millay, V. and Quick, M. 2006. 'The use of immunofluorescence microscopy (IFM) and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) as complementary techniques for protein identification in artists' materials', *Journal of the American Institute for Conservation* 45, 89–105.
- Herrmann, G. 1968. 'Lapis lazuli: the early phases of its trade', *Iraq* 30, 21–57.
- Herzfeld, E. 1941. *Iran in the Ancient East*, Oxford University Press, 291–297. Higuchi, T. (樋口隆康) 1980. 『バーミヤーンの石窟』 (*Caves of the Bāmiyān Site*) 同朋社.
- Higuchi, T. (樋口隆康) (ed.) 1983–4. 『京都大学中央アジア学術調査報告：アフガニスタンにおける仏教石窟寺院の美術考古学的調査1970–1978年』 (*Research Report of Central Asian Expeditions of Kyoto University: Art Historical and Archaeological Mission to the Buddhist Monasteries in Afghanistan between 1970 and 1978*), vols I–IV 同朋社出版. Higuchi, T. and Barnes, G. 1995. 'Bamiyan: Buddhist cave temples in Afghanistan', *World Archaeology* 27, 282–302.
- Hiyama, S. 2015. 'Reflection on the geopolitical context of the Silk Road in the First and Second Indo-Iranian style wall paintings in Kucha', *Silk Road- Meditations: 2015 International Conference on the Kizil Caves Wall Paintings*, 80–85.
- Hiyama, S. 2018. 'Untangling the textiles in the murals: a study on the monks' robes in the First Indo-Iranian style paintings of Kucha', *Journal of World Buddhist Cultures* 1, 59–94.
- Hiyama, S. 2021. 'Cultural landscape of the Kucha Kingdom around the 5th century', ISAW Seminar *Fifth Century Central Eurasia and the Formation of a 'Eurasian Late Antiquity'* (oral presentation 8 April, 2021).
- Hiyama, S. 2022. 'The different palette that coloured monastic lives: study on pigments used for two painting styles in the Buddhist monasteries of Kucha Kingdom in the 6th – 7th centuries', *Association for Asian Studies Annual Conference 2022, Session L-V41: Borderland Identities along the 'Buddhist Road' (ca. 6th–12th Centuries CE)* (oral presentation 27 March, 2022).
- Howard, A.F. and Vignato, G. 2015. *Archaeological and Visual Sources of Meditation in the Ancient Monasteries in Kuča*, *Studies in Asian Art and Archaeology*, vol. XXVIII (ed. J. Fontein), Brill, Leiden.
- Irisawa, T. 2006年度の調査の概要 ('Summary of the field activities in 2005), in T. Irisawa 入澤 崇 (ed.), *Research of the Ancient Routes and Sites along the Upper Stream of Band-e Amir River by Ryukoku University Mission for the Archaeological Survey in Afghanistan, 2005. Proceedings of Ryukoku University Academic Research Project of Afghanistan, Volume 1, 2005* 『龍谷大学アフガニスタン学術研究プロジェクト報告書第 1 巻 2005 バンデ・アミール川上流域の古代ルートと遺跡の調査：2005 年度 龍谷大学アフガニスタン学術調査隊の考古学的調査』 龍谷大学アフガニスタン学術研究プロジェクト.
- Ito, G. (伊藤玄三) 2003. 「カラドン遺跡の仏教寺院」 ('Buddhist monasteries in Karadong'), 『法政大学文学部紀要』 (*Bulletin of the Faculty of Letters, Hosei University*) 48, 93–119 法政大学文学部.
- Iwade, M. and Kubodera, S. 2013. *Structure, Design and Technique of the Bamiyan Buddhist Caves*, Recent Cultural Heritage Issues in Afghanistan, vol. 5, eds K. Yamauchi and T. Suzuki, National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo, Nara National Research Institute for Cultural Properties, Ministry of Information and Culture, Islamic Republic of Afghanistan, PASCO Corporation, Japan, Archetype Publications, London.
- Iwai, S. 2006a. 「コリ・ジャラルと東崩落石窟の壁画」 ('Mural paintings in Qol-i Jalal and East Displaced Cave') 『仏教芸術』 (*Ars Buddhica*) 289, 90–94.
- Iwai, S. (岩井俊平) 2006b. 「アフガニスタンおよび周辺地域の仏教寺院の変遷」 (Transformation of Buddhist monasteries in Afghanistan and its vicinity) 『仏教芸術』 (*Ars Buddhica*) 289, 100–112.
- Iwai, S. 2006c. 'Chapter 3. Extraction of samples', in *Radiocarbon Dating of the Bamiyan Mural Paintings*, Recent Cultural Heritage Issues in Afghanistan, vol. 2, Japan Center for International

- Cooperation in Conservation, National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo, Nagoya University Museum, Akashi Shoten.
- Iwai, S. 2007. 'Radiocarbon dating and art-historical studies in Central Asian mural paintings', in K. Yamauchi, Y. Taniguchi and T. Uno (eds), *Mural Paintings of the Silk Road: Cultural Exchanges between East and West*, Archetype Publications, London, 54–59.
- Iwai, S. (岩井俊平) 2008. 「バーミヤーン初期窟壁画の源流」 ('Origin of the mural paintings of the early Buddhist caves at Bamiyan) 『西南アジア研究』 (*Middle Eastern Studies, Bulletin of the Society for Western and Southern Asiatic Studies, Kyoto University*) 68, 63–81.
- Iwai, S. (岩井俊平) 2014. 「バーミヤーン地域におけるスキんチの導入」 (Squinches in the Bamiyan region) 『佛教學研究』 (*Studies in Buddhism*) 70, 79–101.
- Iwai, S. 2018. 'The origins of the earliest Buddhist murals in Bāmiyan', in C. Munier-Gaillard (ed.), *Mural Art: Studies on Painting in Asia*, Bangkok, River Books, 42–57.
- Kageyama, E. (影山悦子) 2013. 「ウストルシャナの宮殿址から出土した壁画について」 ('Wall paintings discovered in the Palace of Ustrushana') 『西南アジア研究』 (*Middle Eastern Studies, Bulletin of the Society for Western and Southern Asiatic Studies, Kyoto University*) 78, 53–75.
- Kageyama, E. (影山悦子) 2022. 「ウズベキスタン南部ファヤズテパ遺跡出土初期仏教壁画について」 ('Early Buddhist wall paintings excavated from the Fayaztepa archaeological site in southern Uzbekistan'), in M. Kimata and K. Chikamoto (eds) (木俣元一、近本謙介編) 『宗教遺産テキスト学の創成』 (*Creation of Religious Heritage Text Studies*), 63–79 弁誠出版.
- Kageyama, E., Reutova, M.A. and Abdullaev, K. (影山悦子, レウトヴァ, M.A. アウドウルラエフ, K.) (eds) 2021. *ウズベキスタン南部ファヤズテパ遺跡出土 初期仏教壁画の保存修復と研究 (Conservation and Research of Early Buddhist Wall Paintings from the Fayaztepa Site, Southern Uzbekistan)*, JSPS科研費 JP20K00185 成果報告書.
- Kageyama, E., Ishimatsu, H. and Yoshida, Y. (影山悦子 石松日奈子 吉田豊) (eds) 2022. *ウズベキスタン南部ファヤズテパ遺跡出土初期仏教壁画の保存修復と研究 (Conservation and Research of Early Buddhist Wall Paintings from the Fayaztepa Site, Southern Uzbekistan) 2*, JSPS科研費 JP20K00185 成果報告書.
- Kakoulli, I. 2002. 'Late classical and Hellenistic painting techniques and materials: a review of the technical literature', *Reviews in Conservation* 3, 56–67.
- Kakoulli, I. 2007. 'Intercultural links and trade of painting materials in the Greco-Roman period', in K. Yamauchi, Y. Taniguchi and T. Uno (eds), *Mural Paintings of the Silk Road: Cultural Exchanges between East and West*, Archetype Publications, London, 81–88.
- Kakoulli, I. 2009. *Greek Painting Techniques and Materials from the Fourth to the First Century BC*, Archetype Publications, London.
- Kawahara, K., Fukakusa, S. and Nakazawa, T. 2013. Presentation at the 12th Expert Working Group Meeting for the Safeguarding of the Cultural Landscape and Archaeological Remains of the Bamiyan Valley World Heritage Property, Orivieto, Italy, 10–11 December 2013.
- Kawami, T.S. (ed.) 1987a. 'Kuh-e Xwaja, Appendix II', *Acta Iranica: Textes et Mémoires, XIII, Monumental Art of the Parthian Period in Iran*, Brill, Leiden, 153–154.
- Kawami, T.S. 1987b.
- Kuh-e Khwaja, Iran, and its wall paintings: the records of Ernst Herzfeld', *Metropolitan Museum Journal* 22, 13–52.
- Keune, K., Mass, J., Meirer, F., Pottasch, C., Van Loon, A., Hull, A., Church, J., Pouyet, E., Cotte, M. and Mehta, A. 2015. 'Tracking the transformation and transport of arsenic sulfide pigments in paints: synchrotron-based X-ray micro-analyses', *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 30, 813–827.
- Khan, M.A. 2020. 'Dating the Buddhist site of Jinnan Wali Dheri (Taxila) epigraphic, numismatic and iconographic evidence'. DOI: 10.13140/RG.2.2.33871.51369/1 (preprint).

- Khan, M.A. and Mahmood-ul-Hassan 2008. 'A new discovery in the Taxila Valley archaeological excavations at the Buddhist monastery of Jinan Wali Dheri, Gandhara' in *The Buddhist Heritage of Pakistan: Legends, Monasteries, and Paradise*, exh. cat., Mainz, 302–307. Mainz.
- Kii, T. (紀井利臣) 2006. 黄金テンペラ技法 イタリア古典絵画の研究と制作』 (*Golden Tempera Techniques: Study and Practice for Italian Classic Paintings*) 誠文堂新光社.
- Kijima, T. 2021. 'Conservation of detached wall paintings from the Bamiyan, Foladi and Mes Aynak sites', in S. Aoki, Y. Taniguchi, S. Rickerby, M. Mori, T. Kijima, B. Su and F. Kirino (eds), *Conservation and Painting Techniques of Wall Paintings on the Ancient Silk Road*, Springer, 197–222.
- Kijima, T., Sato, I., Kudo, H., Masuda, K., Matsuura, M., Taniguchi, Y., Nakau, E., Momii, M., Toriumi, H., Miyata, J. and Sakai, Y. 2008. (木島隆康, 佐藤一郎, 工藤晴也, 増田久美, 松浦美代子, 谷口陽子, 中右恵理子, 靱井基充, 鳥海秀実, 宮田順一, 酒井良次] 2008. 「アフガニスタン流出仏教壁画片の調査と修復」 ('Conservation and research on wall painting fragments of displaced cultural properties from Afghanistan') 『文化財保存修復学会第30回大会研究発表要旨集』 (*Abstracts of the 30th Annual Congress of the Conservation of Cultural Property*, Japan Society for the Conservation of Cultural Property), 294–295.
- Kijima, T., Sato, I., Kudo, H., Masuda, K., Suzukamo, F., Taniguchi, Y., Nakau, E., Takeda, E., Shiiba, S. and Sakai, R. (木島隆康, 佐藤一郎, 工藤晴也, 増田久美, 鈴嶋富士子, 谷口陽子, 中右恵理子, 武田恵理, 椎葉聡子, 酒井良次) 2009. 「アフガニスタン流出仏教壁画片の調査と修復 (2)」 ('Research and conservation of displaced wall painting fragments from Afghanistan (2)') 『文化財保存修復学会第31回大会研究発表要旨集』 (*Abstracts of the 31st Annual Congress of the Conservation of Cultural Property*, Japan Society for the Conservation of Cultural Property), 138–139.
- Kirby, J. 2008. 'Some aspects of medieval and Renaissance lake pigment technology' *Dyes in History and Archaeology* 21, 89–108.
- Klimburg-Salter, D. 1988. 'Bamiyan: recent research', *East and West* 38, 305–312.
- Klimburg-Salter, D. 1989. *The Kingdom of Bāmiyān: Buddhist Art and Culture of the Hindu Kush*, Istituto Universitario Orientale V, Dipartimento di Studi Asiatici, Istituto Italiano per il Medio ed Estremo Oriente.
- Klimburg-Salter, D. 1993. 'Dokhar-i-Noshirwan (Nigar) reconsidered', in M.B. Sevcenko (ed.), *Muqarnas X: An Annual on Islamic Art and Architecture*, Brill, Leiden.
- Klimburg-Salter, D. 2001. 'Mahākāśyapa and the art of Bāmiyān', in C. Jarrige and V. Lefèvre (eds), *Proceedings of the 16th International Conference of the European Association of South Asian Archaeologists, Paris 2–6 July 2001*, vol. II, 535–549.
- Klimburg-Salter, D. 2003. 'Bāmiyān: an obituary and a glance towards a future', *Oriental Art* XLIX, 2–12.
- Klimburg-Salter, D. 2019. 'Buddhist pilgrimage to India: Bamiyan, Kapisa-Kabul, and Mes Aynak', in J.A. Lerner and A.L. Juliano (eds), *Inner and Central Asian Art and Archaeology II, New Research on Central Asian, Buddhist and Far Eastern Art and Archaeology*, Brepols Publishers, Turnhout, 185–224.
- Klimburg-Salter D. 2020. 'Entangled narrative biographies of the colossal sculptures of Bāmiyān: heroes of the mythic history of the conversion to Islam', in M. Nagaoka (ed.), *The Future of the Bamiyan Buddha Statues: Heritage Reconstruction in Theory and Practice*, Springer, Cham, 215–237. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51316-0_1.
- Kobayashi, T. (小林太市郎) 1953. 「唐代の大悲観音」 ('Avalokiteśvara of the Great Mercy') 『仏教藝術』 (*Ars Buddhica*) 19, 3–27.
- Kodera, T., Maeda, K. and Miyaji, A. (小寺武久, 前田耕作, 宮治昭) 1971. 『バーミヤン—1969年度の調査—』 (*Bāmiyān: Survey Report of 1969*) 名古屋大学.
- Kodera, T. (小寺武久) 1972. 「バーミヤンの石窟寺院と石窟の空間形態に関する考察」 ('Bamiyan caves and spatial analysis of caves') 『建築史研究』 (*Journal of Architectural History*)

- 38, 1–26. Koezuka, T. and Miyaji, A. (肥塚孝, 宮治昭) (eds) 1999. 世界美術大全集 東洋編 13 インド (1) 』 (*The History of World Art: India*) 小学館.
- Kojima, Y., Asaoka, T., Cheng, C.S. and Zhang, Y.Z. (小島康誉、浅岡俊夫、盛春寿、張玉忠) (eds) 2007. 日中／中日共同丹丹烏里克遺跡學術調査報告書 (*Dandan Oilik Site: Archaeological Studies, Research Report into an Ancient Town in Xingjiang, China*) 』 Academic Research Organization for the Niya Ruins in China's Xingjiang 日中共同ダンダンウイリク遺跡學術調査隊 (*Japan-China Joint Scientific Project for Dandan Oilik*).
- Konczak-Nagel, I. 2020. 'Representations of architecture and architectural elements in the mural paintings of Kucha', in E. Franco and M. Zin (eds), *Essays and Studies in the Art of Kucha*. Dev Publishers, New Delhi, Saxon Academy of Sciences and Humanities, Leipzig Kucha Studies 1, 11–106, 185–225.
- Kosolapov, and Marshak, B.A. 1999. *Murals Along the Silk Road (Combined Art History and Laboratory Study*, Center for Advanced Study in the Visual Arts, National Gallery, Washington D.C./ State Hermitage Museum, St Petersburg.
- Kossolapov, A. and Kalinina, K. 2007. 'The scientific study of binding media and pigments of mural paintings from Central Asia', in K. Yamauchi, Y. Taniguchi and T. Uno (eds), *Mural Paintings of the Silk Road: Cultural Exchanges between East and West*, Archetype Publications, London, 89–92.
- Kostrov, P.I. (Костров, П. И.) 1959. Исследование, опыт реконструкции и консервация живописи и скульптуры древнего Пянджикента. Консервация и камеральная обработка росписей. М. (*Research, Experience of Reconstruction and Conservation of Paintings and Sculptures of Ancient Panjikent, Preservation and Office Processing of Paintings. M.*), 139–182.
- Kostrov, P.I. (Костров, П. И.) 1963. Реставрация древней монументальной живописи на лёссо вой штукатурке и расписной лёссовой скульптуры, Тезисы док л. Конф. Қомитететов ИКОМ по вопросам реставрации ('Restoration of ancient monumental plasterwork and painted loess sculpture', *Proceedings of the Conference of ICOM Restoration Committees*).
- Kozicz, G. 2011. 'Die Laternendecke: Von den Höhlentempeln Bamiyans zu den Stupas von Alchi', in R. Kostka (ed.), *WAKHAN, Talschaft zwischen Pamir und Hindukusch, ROGER SENARCLENS DE GRANCY (1938–2001), Internationales Gedächtnis-Symposium 2011, 50 Jahre Erkundungs- und Forschungsarbeiten an der Technischen Universität Graz*. Verlag der Technischen Universität Graz.
- Kocicz, G. forthcoming. *Form, Space and Image: Notes on the Function of the Early Stupas of Alchi*.
- Kramrisch, S. 1928, *The Vishnudharmottara (Part III) A Treatise on Indian Painting and Iagemaking*, Calcutta University Press.
- Kubodera, S. and Iwade, M. (窪寺茂, 岩出まゆ) 2006. 『バーミヤーン遺跡 建造物調査中間報告書—石窟寺院遺構調査2005年—』 (*Interim Report of Architectural Survey in 2005: Bamiyan site*) 文化財研究所.
- Kubodera, S. and Iwade, M. (窪寺茂, 岩出まゆ) 2008. バーミヤーン仏教石窟調査概報—2006年度— (アフガニスタン文化遺産調査資料集 概報 第3巻) 』 (*Overview of Architectural Survey of Bamiyan Caves in 2006, Recent Cultural Heritage Issues in Afghanistan*) vol. 3 独立行政法人国立文化財機構 東京文化財研究所 文化遺産国際協力センター.
- Kuchitsu, N. (朽津信明) 1997. 鉛丹の変色に関する鉱物学的考察 ('Mineralogical consideration on discoloration of red lead') 『保存科学』 (*Science for Conservation*) 36, 58–66.
- Kühn, H. 1993. 'Verdigris and copper resinate', in A. Roy (ed.), *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics*, vol. 2, National Gallery of Art, Washington/ Oxford University Press, 131–158.
- Kusakabe, K., Sawano, O., Sugiura, R., Suzuki, T. and Yamakawa, S. (eds), Kimura, S., Kishimoto, M. and Komatsu, H. (supervision) 2020. 山川 詳説世界史図録 (第3版) 』 (*Yamakawa: An Illustrated Book on World History*) 山川出版社.

- Kuwayama, S. (桑山正進) 1984. 「バーミヤーン私注」 ('Annotations for Bamiyan') 『建築史』 (*Journal of the Society of Architectural Historians of Japan*) 2, 127–150.
- Kuwayama, S. (桑山正進) 1985. 「バーミヤーン大佛成立にかかわるふたつの道」 ('Dating the Colossi in Bamiyan) 『東方學報』 (*Journal of Oriental Studies*) 57, 109–209.
- Kuwayama, S. 1987a. 'Literary evidence for dating the Colossi in Bâmiyân', in G. Gnoli and L. Lanciotti (eds), *Orientalia Iosephi Tucci Memoriae Dicata (Serie Orientale Roma Lvi. 2)*, Istituto Italiano per il Medio ed Estremo Oriente, Roma, 703–727.
- Kuwayama, S. (tr.) (桑山正進) (訳) 1987b 『大乘仏典<中国・日本篇>9 大唐西域記』 (*Records of the Western Regions of the Great Tang Dynasty*) 中央公論社.
- Kuwayama, S. (桑山正進) 1990. 『カーピシー＝ガンダーラ史研究』 (*From Gandhāra to Kāpiśī*) 京都大学人文科学研究所. Kuwayama, S. (桑山正進) (ed.) 1992. 『慧超往五天竺国伝研究』 (*Huichao's Wang Wu-Tianzhuguo zhuan Record of Travels in Five Indic Regions: Translation and Commentary*) 京都大学人文科学研究所.
- Kuwayama, S. (ed.) 1998. *Huicho's Wang Wu-Tianzhuguo Zhuan Record of Travels in Five Indic Regions, Translation and Commentary: Being A Reproduction with Minor Corrections of the Original Edition Published by the Institute of Research in Humanities, Kyoto University in 1992*, Rinsen Book Co.
- Kuwayama, S. 2002. *Across the Hindukush of the First Millennium: A Collection of the Papers*, Institute for Research in Humanities, Kyoto University (Report of the Research Project on the Historical Archaeology of the Hindukush areas carried out under the auspices of the Asian Archaeology Section of the Institute for Research in Humanities, Kyoto University).
- Kuwayama, S. 2005. 'Chinese records on Bamiyan: translation and commentary', *East and West* 55, 139–161.
- Lal, B.B. 1970. 'Conservation of murals in the Bamiyan valley, Afghanistan', *Conservation of Cultural Properties in India* 5, 83–95.
- Laufer, B. 1967. *Sino-Iranica: Chinese Contributions to the History of Civilization in Ancient Iran*. Ch'eng-wen Publishing company.
- Laurie, A.P. 1910. *Materials of the Painter's Craft in Europe and Egypt: From Earliest Times to the End of the XVIIth Century, with Some Account of their Preparation and Use*, Edinburgh.
- Lee, J. L. and Grenet, F. 1998. 'New light on the Sasanid painting at Ghulbiyan, Faryab Province, Afghanistan', *South Asian Studies* 14, 75–85.
- Li, Zuixiong (李最雄) 2005. 『丝绸之路石窟壁画彩塑保护』 (*Conservation of the Wall Paintings and Coloured Statues of the Grottoes on the Silk Road*), 科学出版社.
- Litvinskij, B.A. 1981. 'Kalai-Kafirnigan problems in the religion and art of early mediaeval Tokharistan', *East and West* 31, 35–66.
- Litvinsky, B.A. and Solov'ev, V. 1990. 'The architecture and art of Kafyr Kala (early medieval Tokharistan)', *Bulletin of the Asia Institute* n.s. 4, 61–75.
- Litvinsky B.A. and Zeymal T.I. 1971. *Ajina-Teppa Architecture: Painting. Sculpture*, Institute of History named after Akhmad Donish Academy of Sciences of the Tajik SSR. – M. Art.
- Lliveras-Tenorio, A., Birolo, L., Blänsdorf, C., Bonaduce, I., Cotte, M., Galano, E., Vinciguerra, R., Pouyet, E. and Colombini, M.P. 2016. 'Analysis of binders to reconstruct the painting techniques of the Western and the Eastern Giant Buddha in the Bamiyan Valley', in E. Emmerling and M. Petzet (eds), *The Giant Buddhas of Bamiyan II: Safeguarding the Remains 2010–2015*, ICOMOS, 43–49.
- Lordkpanidae, B.B. (Б. Б. Лордкпанидае) (ed.) 1960. *Грузинские Дарбази (Georgian Domed Hall)*, Заря Востока.
- MacDonald, M.G., Palmer, M.R., Suchomel, M.R. and Berrie, B.H. 2016. 'Reaction of Pb(II) and Zn(II) with ethyl linoleate to form structured hybrid inorganic-organic complexes: a model for degradation in historic paint films', *ACS Omega* 1, 344–350.

- Machida, T. (町田隆吉) 1992. 『シルクロードの謎』 (*Mysteries of the Silk Road*) (グラフィティ・歴史 謎事典⑧), 光文社文庫.
- Maeda, K. (前田耕作) 1999. 「トハロ・アフガニスタンの美術」 ('Art of Tocharo-Afghanistan 『世界美術大全集 東洋編 15 中央アジア』 (*The History of World Art: East Asia*), 219–227 小).
- Maeda, K. 2006. 'The mural paintings of the Buddhas of Bamiyan: description and conservation operations', in J. Krieker-Pieters (ed.), *Art and Archaeology of Afghanistan: Its Fall and Survival. A Multi-disciplinary Approach. Handbook of Oriental Studies. Section 8 Central Asia, vol. 14 Art and Archaeology of Afghanistan*, Brill Leiden, 127–144.
- Maeda, K. 2007. 'Mural paintings along the Silk Road', in K. Yamauchi, Y. Taniguchi and T. Uno (eds), *Mural Paintings of the Silk Road: Cultural Exchanges between East and West*, Archetype Publications, London, 20–26.
- Maeda, K. 2014. 'The foundation of the colossal Buddha statues', in C. Margottini (ed.), *After the Destruction of Giant Buddha Statues in Bamiyan (Afghanistan) in 2001: UNESCO's Emergency Activity for the Recovering and Rehabilitation of Cliff and Niches*, Springer, 5–13.
- Malaguzzi-Valerj, V. 1973. 'Ancient fresco technique in the light of scientific examination', *Application of Science in Examination of Works of Art, Proceedings of the Seminar: June 15–19, conducted by the Research Laboratory, Museum of Fine Arts, Boston*, 164–169.
- Mallowan, M.E.L. and Cruikshank Rose, J. 1935. 'Excavations at Tall Arpachiyah, 1933', *Iraq* 2, i–xv, 1–178.
- Mano, E. (間野英二) 1977. 『中央アジアの歴史』 (*History of Central Asia*) (新書東洋史8), 講談社.
- Margottini, C. 2004. 'Instability and geotechnical problems of the Buddha niches and surrounding cliff in Bamiyan Valley, Central Afghanistan', *Landslides* 1, 41–51.
- Margottini, C. (ed.) 2014. *After the Destruction of Giant Buddha Statues in Bamiyan (Afghanistan) in 2001: UNESCO's Emergency Activity for the Recovering and Rehabilitation of Cliff and Niches*, Springer.
- Maršak, B. 2000. 'The ceiling of the Varakhsha Palace', *Parthica: Incontri di Culture nel Mondo Antico, Estratto*, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, 153–167.
- Marshak, B.I. 2016. 'Panjikant', *Encyclopædia Iranica*. Available at: <http://www.iranicaonline.org/articles/panjikant> (accessed 20 September 2016).
- Marshak, B.I. and Raspopova, V. I. 1990. 'Wall paintings from a house with granary. Penjikent, 1st quarter of the eighth century A.D.', *Silk Road Art and Archaeology* 1, 123–176.
- Marshak, B.I. and Raspopova, V.I. 1998. 'Les trouvailles dans la chapelle nordouest du Temple II de Pendjikent. A propos de l'héritage Classique dans l'art sogdien', *Bulletin of the Asia Institute* 11, 161–169.
- Martin, E., Sonoda, N. and Duval, A.R. 1992. 'Contribution à l'étude des préparations blanches des tableaux italiens sur bois;', *Studies in Conservation* 37, 82–92.
- Martini, G., Paolini, S., 2014. The History of the Buddhas of Bamiyan, In C. Margottini, (ed.) *After the Destruction of Giant Buddha Statues in Bamiyan (Afghanistan) in 2001: A UNESCO's Emergency Activity for the Recovering and Rehabilitation of Cliff and Niches*, Natural Science in Archaeology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 15-60.
- Masson, C. 1836. 'Notes on the antiquities of Bamián', *Journal of the Asiatic Society of Bengal* 5, 707–720.
- Matsuda, G. (松田権六) 1975. 『密陀絵について』 (*Mitsuda-e*), in Shōsō-in Office (ed.), 『正倉院の漆工』 (*Lacquer Works in the Shōsō-in*), Imperial Household Agency, Heibonsha Ltd. Publishers, 13–14, 101–104.
- Matsuda, H. and Mori, S. (松田壽男, 森鹿三) (eds) 1984. 『アジア歴史事典 (別巻アジア歴史地図)』 (*Dictionary of History in Asia*) 平凡社.

- Mawhinney, T.P., Feather, M.S., Barbero, G.J. and Martinez, J.R. 1980. 'The rapid, quantitative determination of neutral sugars (as aldonitrile acetates) and amino sugars (as O-methyloxime acetates) in glycoproteins by gas-liquid chromatography', *Analytical Biochemistry* 101, 112–117.
- Mazurek, J. 2006. *Antibody Assay to Characterize Binding Media in Paint* (A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science in Biology, California State University Northridge).
- Mazurek, J., Schilling, M., Chiari, G. and Heginbotham, A. 2008. 'Antibody assay to characterize binding media in paint', *ICOM Committee for Conservation, 15th Triennial Conference Preprints, 22–26 September 2008, New Delhi*, 849–856.
- Mazzeo, R., Joseph, E., Minguzzi, V., Grillini, G., Baraldi, P. and Prandstraller, D. 2006. 'Scientific investigations of the Tokhung- Ri tomb mural paintings (408 A.D.) of the Koguryo era, Democratic People's Republic of Korea', *Journal of Raman Spectroscopy* 37, 1086–1097.
- Melzl, E. and Petzet, M. 2007. 'Small samples from Giant Buddhas: small samples big objects' *Proceedings of the Eu-ARTECH Seminar in May 2007, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege*, 65–79.
- Merpert, N. Ya, Munchaev, R.M. and Bader, N.O. 1976. 'The investigations of the Soviet expedition in Iraq 1973', *Sumer: A Journal of Archaeology & History in the Arab World* 32, 25–61.
- Merrifield, M.P. 1849. *Original treatises, dating from the XIIth to XVIIIth centuries on the arts of painting, in oil, miniature, mosaic, and on glass, of gilding, dyeing, and the preparation of colours and artificial gems : preceded by a general introduction with translations, prefaces and notes*, John Murray, Albemarle Street, London.
- Merrifield, M.P. 1967a. *Eraclius De Cooribus et Artibus Romanorum (XLIV), Medieval and Renaissance Treatises on the Arts of Painting*, Dover Publications.
- Merrifield, M.P. 1967b. *Medieval and Renaissance Treatises on the Arts of Painting: Original Texts with English Translations*. Courier Dover Publications.
- Mills, J. and White, R. 1994. *The Organic Chemistry of Museum Objects*, 2nd edn, Butterworth Heinemann.
- Mitra, A. 1981. *The Ajanta and Bagh Styles, Panorama of Indian paintings*. Ministry of Information and Broadcasting, Government of India, 5–11.
- Miyaji, A. (宮治昭) 2002. 『バーミヤーン，遙かなり ～失われた仏教美術の世界～』 (*Bamiyan: Lost World of Buddhist Art*), NHK ブックス.
- Miyaji, A. 2003. 'The iconographic program of the murals in the ceiling of Bamiyan caves: Bodhisattva Maitreya, Thousand Buddhas, Bejeweled Buddha and the Scene of Parinirvāṇa', *Journal of Studies for the Integrated Text Science* 1, Nagoya University, 121–152.
- Miyaji, A. 2005a. 'Maitreya and the Colossal Buddha images', *Journal of Studies for the Integrated Text Science* 2, Nagoya University, 121–152.
- Miyaji, A. (宮治昭) 2005b. 『バーミヤーン石窟と年代について』 ('The mural paintings of Bāmiyān and the radiocarbon dating calibration) 『名古屋大学加速器質量分析計業績報告書』 (*Proceedings of the 17th Symposium on Researches using the Tandetron AMS System at Nagoya University in 2004: Summaries of Researches using AMS at Nagoya University*) 16, 13–33.
- Miyaji, A. 2006. 'Art-historical study on Bāmiyān and the radiocarbon dating', in K. Yamauchi (ed.), *Radiocarbon Dating of the Bamiyan Mural Paintings*, Recent Cultural Heritage Issues in Afghanistan, vol. 2, Akashi Shoten, 131–143.
- Miyaji, A. (宮治昭) 2008. 『バーミヤーンの仏教美術 研究：年代論を中心に，研究史と現状』 ('The arthistorical Study on Bāmiyān: dating the Bāmiyān arts) 『龍谷史壇』 (*Ryukoku-Shidan: Journal of History of Ryukoku University*) 128, 64–88.
- Miyaji, A. 2018. 'Parinirvāṇa scenes in Bāmiyān murals: transformation of Gandhāran art in Central Asia', in C. Munier-Gaillard (ed.), *Mural Art: Studies on Painting in Asia*, River Books, 18–41.

- Miyaji, A. (宮治昭) 2022. 生き続けるバーミヤーン」 (‘Bamyan to stay alive’), in M. Kimata and K. Chikamoto (eds) (木俣元一、近本謙介編) 『宗教遺産テキスト学の創成』 (*Creation of Religious Heritage Text Studies*) 5–44 弁誠出版.
- Miyake, Y. (三宅也来) 1973. 『万金産業袋』 (*Bankinsugiwai bukuro: Commentary of Manufacturing Techniques and Merchandises of Edo Period*) (生活の古典双書5), 八坂書房.
- Mizuno, K., Taguchi, E. and Asahi Shimbun Company (水野敬三郎, 田口榮一, 朝日新聞社文化企画局東京企画部編) (eds) 1996. 『砂漠の美術館-永遠なる敦煌』 (*The Treasures of Dunhuang-Legacy amidst Sands*) 中国敦煌研究院創立50周年記念1996–97朝日新聞社.
- Mkrtichev T.K. (Мкртычев Т.К.) 2002. Буддийское искусство Средней Азии (1-X вв.) (*Buddhist Art of Central Asia*). Mode, M. 1992. ‘The Great God of Dokhtar-e Noshirwān (Nigār)’, *East and West* 42, 473–483.
- Moorcroft, W. and Treback, G. 1841. *Travels in India: Himalayan Provinces of Hindustan and the Panjab; in Ladakh and Kashmir; in Peshawar, Kabul, Kunduz, and Bokhara, from 1819 to 1825*, London.
- Morgan, L. 2012. *The Buddhas of Bamiyan*, Harvard University Press. Morgan, M.H. (tr) 1960. *Vitruvius: The Ten Books on Architecture*, Dover Publications, Inc.
- Mukimov, R.S. and Mamajanova, S.M. (Мукимов, Р.С./ Мамаджанова, С.М.) 1990. Зодчество Таджикистана: история архитектуры и строительного дела Таджикистан (*Architecture of Tajikistan: History of Architecture and Building Tajikistan*), MAORIF, Dushanbe.
- Murakawa, K. (村川賢太郎) (tr.) 1993. 『エリュトウラ 一海案内記』 (*Periplus Maris Erythraei*) 中央公論社.
- Murofushi, M. and Kijima, T. (室伏麻衣, 木島隆康) 2014. 「キジル第38窟における壁画の描画技法・材料に関する研究」 (‘A study of painting techniques and materials of wall paintings at Cave 38, Kizil grottoes’) 『文化財保存修復学会 第36回大会学会要旨集』 (*Abstracts of the 36th Annual Congress of the Conservation of Cultural Property*, Japan Society for the Conservation of Cultural Property), 94–95.
- Muzio, C.L. 2008. ‘Remarks on the paintings from the Buddhist monastery of Fayaz Tepe (Southern Uzbekistan)’, *Bulletin of the Asia Institute* n.s. 22, 189–206.
- Nagahiro, T. (長廣敏雄) 1954. 「画家尉遲玉僧について」 (‘Viśa Īrasangā as a painter’) 『東方学報 京都』 (*The Tôhō Gakuhô Journal of Oriental Studies. Kyoto*) 25, 251–263. Nagaoka, M. (ed.), 2020. *The Future of the Bamiyan Buddha Statues: Heritage Reconstruction in Theory and Practice*, Springer.
- Nagasawa, K. (tr.) (長澤和俊)(訳) 1998. 『玄奘三蔵: 西域・インド紀行』 (*Xuanzang: Journey to Western Regions and India*), Huili (慧立); Yancong (彦惊) 講談社.
- Nagashima, M. (永嶋正春) 2006. 「縄文・弥生時代の漆 漆工技術の発達と特質」 (‘Urushi in Jomon and Yayoi periods: development and characterisation of lacquering technology’) 『季刊考古学』 (*Quarterly Archaeology*) 95 (縄文・弥生時代の漆 木胎漆器・籃胎漆器・漆工要具などにみる漆文化), 25–32.
- Nakamura, T. 2006. ‘Radiocarbon dating of straw fragments and wooden joints related with Buddhist mural paintings of Bamiyan Site, Afghanistan’, in K. Yamauchi (ed.), *Radiocarbon Dating of the Bamiyan Mural Paintings*, Recent Cultural Heritage Issues in Afghanistan, vol.2, Japan Center for International Cooperation in Conservation, National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo, Japan, Nagoya University Museum, 117–129, Akashi Shoten.
- Nakau, E. (中右恵理子) 2019. 「日光東照宮陽明門 唐油蒔絵の制作についての考察」 (‘Discussion on the production of the *Karayu maki-e* on the *Yōmei-mon* Gate of *Nikkō Tōshōgū* Shrine), *Bulletin of Institute for Conservation of Cultural Property*, 17–36, Tohoku University of Art and Design.

- Nara National Museum, 2007 第59回「正倉院展」目録〔平成19年〕 (*The 59th Annual Exhibition of Shōsō-in Treasures*) 奈良国立博物館, 社団法人 仏教美術協会.
- Nardi, I. 2006. *The Theory of Citrasutras in Indian Painting*, Routledge.
- Naruse, M. (成瀬正和) 2004. 「正倉院宝物に用いられた無機顔料」 (‘Inorganic pigments found on objects in the Shosoin’) 『正倉院紀要』 (*Bulletin of Office of the Shosoin Treasure House*) 26, 13–60.
- Naruse, M. and Iida, T. (成瀬正和, 飯田剛彦) 2005. 「X線分析による神護景雲二年御願経の軸端に用いられた顔料の調査」 (‘An X-ray analytical study of pigments used on scroll roller ends of *Jingo-Keiun-Kyo* sutras’) 『正倉院紀要』 (*Bulletin of Office of the Shosoin Treasure House*) 27, 69–82.
- Naruse, M. and Okada, F. (成瀬正和, 岡田文男) 1994. 埼玉県寿能遺跡出土縄文漆器の研究 (2) -櫛の塑形材など (‘Study of Jomon lacquerware excavated from the Juno site, Saitama (2) – plastic and filling materials for combs’) 『日本文化財科学会第11回大会学会要旨集』 (*Abstracts of the 11th Annual Meeting of the Japan Society for Scientific Studies on Cultural Property*), 113–114.
- Nayar, T.S., Binu, S. and Pushpangadan, P. 1999. ‘Uses of plants and plant products in traditional Indian mural paintings’, *Economic Botany*, 53, 41–50.
- Newman, R. and Serpico, M. 2000. ‘19. Adhesive and binders’, in P.T. Nicholson and I. Shaw (eds), *Ancient Egyptian Materials and Technology*, Cambridge, 475–494.
- Nicolaus, K. 1979 [1985] (tr. M. Kuroe, N. Kuroe and H. Ohara 1985) 『絵画学入門 材料+技法+保存』 (*DuMont's Handbuch der Gemaldekunde: Material, Technik, Pflege*), DuMont, Cologne.
- Nicolaus, K. 1999. *The Restoration of Paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft mbH.
- Nishikawa, K. ([西川幸治) 1964. 「バーミヤン・フォラディ谷の石窟群」 (‘Caves in Bamiyan Foladi valleys’ 仏教藝術) 『*Ars Buddhica*』 55, 86–111.
- NRICP (National Research Institute for Cultural Properties) (ed.) 2004. *Protecting the World Heritage Site of Bamiyan: Key issues for the Establishment of a Comprehensive Management Plan 2004*, Japan Center for International Cooperation in Conservation, National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo.
- Olivier-Utard, F. 1997. *Politique et archéologie: Histoire de la Délégation archéologique française en Afghanistan (1922–1982)*, Ministère des Affaires Étrangères, Editions Recherche sur les civilisations, Paris.
- Osbaldeston, T.A. (ed.) 2000. *Dioscorides: De material medica: A New Indexed Version in Modern English*. Ibidis Press, Johannesburg.
- Otake, H. (大竹秀実) 2003. 「イタリア中世板絵の金地技法—中世初期におけるボーロを使用しない技法 (1) —」 (‘Gilding techniques in the Italian medieval panel painting: non-bole method in the early Middle Ages, Part 1’) 五浦論叢 (茨城大学 五浦美術文化研究所紀要) 『*The Izura Bulletin*』 10, 103–119.
- Otake, H. (大竹秀実) 2004. 「イタリア中世板絵の金地技法—中世初期におけるボーロを使用しない技法 (2) —」 [‘Gilding techniques in the Italian medieval panel painting: non-bole method in the early Middle Ages, Part 2’] 『五浦論叢 (茨城大学 五浦美術文化研究所紀要)』 (*The Izura Bulletin*) 11, 3–21.
- Otake, H., Taniguchi, Y. and Aoki, S. (大竹秀実, 谷口陽子, 青木繁夫) 2007. 「バーミヤン仏教壁画の保存修復 (2) — I窟およびN(a)窟における保存修復—」 (‘Conservation and restoration of the Buddhist mural paintings in Bamiyan (II): conservation treatment at Caves I and N(a) in 2006’) 『保存科学』 (*Science for Conservation*) 46, 189–200.
- Otsuki, S. (大槻真一郎) (ed.) 2009a. 『プリニウス博物誌 植物篇』 (*Naturalis Historia: Botany*) <新装版> 八坂書房.

- Otsuki, S. (大槻真一郎) (ed.) 2009b. 『プリニウス博物誌 植物薬剂篇』 (*Naturalis Historia: Drugs, Medicine and Magic*) <新装版> 八坂書房.
- Paiman, A. and Alram, M. 2012. 'Tepe Naranj: a royal monastery on the high ground of Kabul', *Journal of Inner Asian Art and Archaeology* 5, 33–58.
- Paramasivan, S. 1937. 'The mural paintings in the Brihadisvara Temple at Tanjore: an investigation into the methods', *Technical Studies in the Field of the Fine Arts* V, 221–240.
- Paramasivan, S. 1938. 'The mural paintings in the cave temple at Sittannavāsāl: an investigation into the methods', *Technical Studies in the Field of the Fine Arts*, VIII, 2, 82–89.
- Pérez-Rodríguez, J.L., Maqueda, C., Jiménez de Haro, M.C. and Rodríguez-Rubio, P. 1998. 'Effect of pollution on polychromed ceramic statues', *Atmospheric Environment* 32, 993–998.
- Petushkova, P. and Lyalikova, N.N. 1986. 'Microbiological degradation of lead containing pigments in mural paintings', *Studies in Conservation* 31, 65–69.
- Petzet, M. (ed.) 2009. *The Giant Buddhas of Bamiyan: Safeguarding the Remains*, Monuments & Sites XIX, ICOMOS-Hendrik Bäbler.
- Pfeffer, S. and Blänsdorf, C. 2009a. 'Organic additives of the clay layers', in M. Petzet (ed.), *The Giant Buddhas of Bamiyan: Safeguarding the Remains*, Monuments & Sites XIX, ICOMOS-Hendrik Bäbler, 227–228.
- Pfeffer, S., Blänsdorf, C., 2009b. Materials made of Plant Fibres: Ropes and Textile Fragment, M. Petzet (ed.), *The Giant Buddhas of Bamiyan: Safeguarding the Remains*, Monuments & Sites XIX, ICOMOS-Hendrik Bäbler, 217–218.
- Piqué, F. 1997. 'Scientific examination of the sculptural polychromy of Cave 6, Yungang', in N. Agnew (ed.), *Conservation of Ancient Sites on the Silk Road*, Archetype Publications, London, 348–361.
- Plahter, U. 2004. *Painted Altar Frontals of Norway 1250–1350: Materials and Technique*, vol. 2 of U. Plahter, E.B. Hohler, N. Morgan and A. Wichstrom (eds), *Painted Altar Frontals of Norway 1250–1350*, 3 vols, Archetype Publications, London.
- Plahter, U. 2006. 'The crucifix from Hemse: analysis of the painting technique', in J. Nadolny, K. Kollandsrud, M.L. Sauerberg and T. Frøysaker (eds), *Medieval Painting in Northern Europe: Techniques, Analysis, Art History*, Archetype Publications, London, 11–19.
- Plahter, U. 2014. 'Norwegian art technology in the twelfth and thirteenth centuries: materials and techniques in a European context', *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung* 28, 2, 298–332.
- Plesters, J. 1956. 'Cross-sections and chemical analysis of paint samples', *Studies in Conservation* 2, 110–131.
- Plesters, J. 1993. 'Ultramarine blue, natural and artificial', in A. Roy (ed.), *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics*, vol. 2, National Gallery of Art, Washington/ Oxford University Press, 37–65.
- Possenti, E., Colombo, C., Realini, M., Song, C.L. and Kazarian, S.G. 2021. 'Insight into the effects of moisture and layer build-up on the formation of lead soaps using micro-ATR-FTIR spectroscopic imaging of complex painted stratigraphies', *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 413, 455–467.
- Praxenthaler, B. 2014. 'Safeguarding the clay plaster remains of the Eastern Buddha statue and the rear side of the niche', in C. Margottini (ed.), *After the Destruction of Giant Buddha Statues in Bamiyan (Afghanistan) in 2001: UNESCO's Emergency Activity for the Recovering and Rehabilitation of Cliff and Niches*, Springer, 265–284.
- Price, S.W., Van Loon, A., Keune, K., Parsons, A.D., Murray, C., Beale, A.M. and Mosselmans, J.F.W. 2019. 'Unravelling the spatial dependency of the complex solid-state chemistry of Pb in a paint micro-sample from Rembrandt's Homer using XRD-CT', *Chemical Communications* 55, 1931–1934.
- Radepon, M., de Nolf, W., Janssens, K., Van der Snickt, G., Coquinot, Y., Klaassen, L. and Cotte, M. 2011. 'The use of microscopic X-ray diffraction for the study of HgS and its degradation products corderoite (α -Hg₃S₂Cl₂), kenhsuite (γ -Hg₃S₂Cl₂) and calomel (Hg₂Cl₂) in historical paintings', *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 26, 959–968.

- Radepont, M., Coquinot, Y., Janssens, K., Ezrati, J.-J., de Nolf, W. and Cotte, M. 2015. 'Thermodynamic and experimental study of the degradation of the red pigment mercury sulfide', *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 30, 599–612.
- Rahmonov, S.A. (Рахмонов Ш. А.) 2001. ТАВКА: Турон: Мовароуннахр Цивилизацияси V (Tavka) (*Civilizations of Turan: Mavarannahr V*), A. Qodiriy nomli Xalq Merosi nashriyoti, Tashkent.
- Rampazzi, L. 2019. 'Calcium oxalate films on works of art: a review', *Journal of Cultural Heritage* 40, 195–214.
- Reimer, P.J., Austin, W.E.N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G. and Bronk Ramsey, C. *et al.* 2020. 'The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve 0–55 CAL kBP', *Radiocarbon* 62, 725–757.
- Rhie, M.M. 2007a. *Early Buddhist Art in China and Central Asia. Volume 1: Later Han, Three Kingdoms and Western Chin in China and Bactria to Shan-shan in Central Asia*, Brill, Leiden.
- Rhie, M.M., 2007b. *Early Buddhist Art of China and Central Asia. Volume 2: The Eastern Chin and Sixteen Kingdoms Period in China and Tumshuk, Kucha and Karashahr in Central Asia*, Brill, Leiden.
- Riederer, J. 1977. 'Technik und farbstoffe der frühmittelalterlichen wandmalereien ostturkistans', in H.H. Herausgegeben (ed.), *Beiträge zur Indienforschung: Veröffentlichungen des Museums für Indische kunst Berlin*, Stiftung Preussischer Kulturbesitz Staatliche Museen Berlin, 353–423.
- Roja, J., Moya, M., Cubino, N. and Santos Gómez, S. 2007. 'Variations in the colorimetric characteristics of verdigris pictorial films depending on the process used to produce the pigment and the type of binding agent used in applying it', *Color Research & Application* 32, 414–423.
- Rosado, T., Gil, M., Mirao, J., Candeias, A. and Caldeira, A.T. 2015. 'Darkening on lead-based pigments: microbiological contribution', *Color Research and Application* 41, 294–298.
- Rowland, B. 1938a. 'Buddha and the Sun God,' *Zalmoxis* I, 69–84. Rowland, B. 1938b. *The Wall Paintings of India, Central Asia and Ceylon*, Merrymount Press, Boston.
- Rowland, B. 1946. 'The dating of the Sasanian paintings at Bāmiyān and Dukhtar-i-Nushirvan', *Bulletin of the Iranian Institute* 6/7, 35–42. Rowland, B. 1947. 'The Colossal Buddhas at Bāmiyān', *Journal of the Indian Society of the Oriental Art* 15, 62–73.
- Rowland, B. 1971. 'The wall paintings of Bamiyan', *Mārg* 24, 25–43. Rowland, B. 1974. *The Art of Central Asia*, Crown, New York. Rowland, I.D. and Howe, T.N. (eds) 1999. *Vitruvius: Ten Books on Architecture*, Cambridge University Press.
- Sadakane, K. (定金計次) 1988. 『サンスクリット絵画 論とインド古代壁画—理論と実—』 (*Painting Theory in Sanskrit and Ancient Indian Wall Paintings: Theory and Practice*) (昭 63 年度科学研究費補助金 一般研究 (C) 研究成果報告 書)
- Sasaki, T., Sasaki, H. and Nogami, T. (佐々木達夫, 佐々木花江, 野上建紀) 2008. 「バーミヤーン出土のイスラーム陶器」 ('Islamic pottery sherds excavated from Bamiyan') 『金沢大学考古学紀要』 (*Archaeological Bulletin, Kanazawa University*) 29, 1–30.
- Sato, T. (佐藤次高) 2008. 『砂糖のイスラーム生活史』 (*History of Sugar in Islamic Culture*) 岩波書店.
- Saunders, D. 2000. 'Pollution and the National Gallery', *National Gallery Technical Bulletin* 21, 77–94.
- Saunders, D. and Kirby, J. 2004. 'The effect of relative humidity on artists' pigments', *National Gallery Technical Bulletin* 25, 62–72.
- Schafer, E. 1963. *The Golden Peaches of Samarkand: A Study of Tang Exotics*, University of California Press.
- Schilling, M. 2005. 'Paint media analysis', *Scientific Examination of Art: Modern Techniques in Conservation and Analysis (Sackler NAS Colloquium)*, 186–205.
- Schilling, M. and Khanjian, H. 1996. 'Gas chromatographic analysis of amino acids as ethyl chloroformate derivatives III. Identification of proteinaceous binding media by interpretation of amino acid composition data', in J. Bridgland (ed.), *ICOM Committee for Conservation Preprints, 11th Triennial Meeting, Edinburgh, Scotland 1–6 September 1996*, 220–227. Schilling, M.R., Carson, D.M.

- and Khanjian, H.P. 1999. 'Evaporation of fatty acids and the formation of ghost images by framed oil paintings', *ICOM Committee for Conservation 12th Triennial Meeting, Lyon 29 August–3 September 1999*, James & James (Science Publishers) Ltd, London, 242–247.
- Schilling, M.R., Mazurek, J., Carson, D., Bomin, S., Yuquan, F. and Zanfeng, M. 2010. Analytical research in Cave 85, in *Conservation of Ancient Sites on the Silk Road: Proceedings of the Second International Conference on the Conservation of Grotto Sites, Mogao Grottoes, Dunhuang, People's Republic of China, June 28–July 3, 2004*, Getty Conservation Institute, 438–449.
- Scott, D., Taniguchi, Y. and Koseto, E. 2001. 'The verisimilitude of verdigris: a review of the copper carboxylates', *Reviews in Conservation* 2, 73–91.
- Scott, D. and Taniguchi, Y. 2002. 'Archaeological chemistry: a case study of a Greek polychrome Pelike', in M.A. Tiverios and D.S. Tsiafakis (eds), *Color in Ancient Greece: The Role of Color in Ancient Greek Art and Architecture (700- 31 B.C.). Proceedings of the conference held in Thessaloniki, 12th–16th April, 2000. Organized by the J. Paul Getty Museum and Aristotle University of Thessaloniki*, 235–244.
- Seki, H., Otake, H., Taniguchi, Y., Kuchitsu, N., Aoki, S., Momii, M. and Sato, I. (関博充, 大竹秀実, 谷口陽子, 朽津信明, 青木繁夫, 靱井基充, 佐藤一郎) 2006. 「重層構造による色彩の光学的効果— バーミヤーン仏教壁画にみられる事例から—」 ('Optical colour effect of multi-layered structure: examples of Bamiyan Buddhist wall paintings') 『第28回文化財保存修復学会発表要旨集』 (*Abstracts of the 28th Annual Congress of the Conservation of Cultural Property*, Japan Society for the Conservation of Cultural Property), 60–61.
- Sekino, T. (関野貞) 1947. 「寧楽時代の工藝」 (*Craftworks of Nara Period*) 『天平藝術の研究 昭和22年版』 (小川晴暘 編) 96–108 明和書院.
- Sengupta, R. 1973. 'Restoration of the Buddha Colossi at Bamiyan: 1969–73', *Archaeological Survey of India*, 1–23.
- Sengupta, R. 1975. 'Conservation of the small Buddha at Bamiyan', *Conservation of Cultural Properties in India* 8, 9–12.
- Sengupta, R. 1977. 'Indo-Afghan cooperation: restoration of Bamiyan', *Archaeological Survey of India*, 1–31.
- Sengupta, R. 1984. 'Conservation in action: the restoration of the small Buddha at Bamiyan', *MONUMENTUM* 27, 31–46.
- Sengupta, R. 2002. 'Preservation and restoration of Buddha Colossi at Bamiyan in Afghanistan by India', in K. Wakaroo (ed.), *Bamiyan: Challenge to World Heritage*, Himalayan Research and Cultural Foundation, Bhavana Books & Prints, 141–149.
- Serck-Dewaide, M. 1991. 'The history and conservation of the surface coating on European gilded-wood objects', in D. Bigelow, E. Cornu, G.J.Landrey and C. van Horne (eds), *Gilded Wood, Conservation and History*, Sound View Press, Madison, 65–73.
- Shahi, D.K. 2019. 'Awakening of the sleeping Buddha of Ajina Tapa: a case study of diffusion of Buddhism in the Vakhsh valley region', *International Journal of Social Science and Economic Research* 4, 5, 3558–3568.
- Sharma, R.K., 2007. 'Painting techniques and materials of cave mural paintings in India and their conservation problems', in K. Yamauchi, Y. Taniguchi and T. Uno (eds), *Mural Paintings along the Silk Road: Cultural Exchanges between East and West*, Archetype Publications, London, 101–106.
- Shimadzu, Y. (島津美子) 2009. 「タジキスタン国立古物博物館が所蔵する壁画片の彩色材料について」 ('A scientific study on wall painting pieces at the National Museum of Antiquities of Tajikistan') 『文化財保存修復学会第31回大会研究発表要旨集』 (*Abstracts of the 31st Annual Congress of the Conservation of Cultural Property*, Japan Society for the Conservation of Cultural Property), 262–263.
- Shimadzu, Y. (島津美子) 2010. 「13. 壁画断片の彩色材料」 ('Painting materials of wall painting fragments'), in K. Yamauchi (山内和也) (ed.) 『タジキスタン国立古代博物館所蔵 壁画断片の

保存修復2008年度（第1次～第4次ミッション）』（*Conservation of Wall Painting Fragments in the Collection of the National Museum of Antiquities of Tajikistan (1st–4th Missions)*） [中央アジア文化遺産保護報告書第3集，日本タジキスタン文化遺産共同調査第1巻] [The Conservation of Cultural Heritage in Central Asia Volume 3, Japan-Tajikistan Joint Research of Cultural Heritage Volume 1] 独立行政法人国立文化財機構 東京文化財研究所，タジキスタン共和国科学アカデミー歴史・考古・民族研究所 (Research Institute for Cultural Properties, Tokyo and Institute of History, Archaeology and Ethnography, Academy of Science, Tajikistan), 109–112.

Shimadzu, Y. (島津美子) 2013. 「中央アジア地域にみられる壁画の技法材料について—自然科学的調査の理論および実践の諸相について—

」 ('Materials and techniques of wall paintings in Central Asia: methodologies of scientific analysis and practical ???) 『工房の実践プラク

ティスを問う—東西調査報告からみる色彩研究

の最前線—《色彩に関する領域横断シンポジウム》報告 きらめく色彩とその技法』（大阪大谷大学文化財学科調査研究報告書第1冊） (*A Cross-Disciplinary Symposium: Colors and their Techniques: Questioning Studio Practices. The Forefront of Color Research through Investigative Reports of East and West*, Department of Cultural Properties, Faculty of Literature, Osaka Ohtani University, Research Report, Volume 1), 20–31 大阪大谷大学文化財学科. Shimadzu, Y. 2021. 'Painting materials and techniques of the Ajanta wall paintings', in S. Aoki, Y. Taniguchi, S. Rickerby, M. Mori, T. Kijima, B. Su and F. Kirino (eds), *Conservation and Painting Techniques of Wall Paintings on the Ancient Silk Road*, Springer, 137–156.

Shishkin, B.A. (В. А. Шишкин) 1963. Варахша [*Varakhsha*], Москва.

Shitomi, Y. (蒔勇造) 2016a. 『エリユトラ—海案内記 1』 (*Periplus of the Erythraean Sea*), 1東洋文庫 870.

Shitomi, Y. (蒔勇造) 2016b. 『エリユトラ—海案内記 2』 (*Periplus of the Erythraean Sea*), 2東洋文庫 874.

Siidra, O., Nekrasova, D., Depmeier, W., Chukanov, N., Zaitsev, A. and Turner, R. 2018. 'Hydrocerussite-related minerals and materials: structural principles, chemical variations and infrared spectroscopy', *Acta Crystallographica Section B: Structural Science, Crystal Engineering and Materials* 74, 182–195.

Simek, P., Heydová, A. and Jegorov, A. 1994. 'High resolution capillary gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry of protein and non-protein amino acids, amino alcohols, and hydroxycarboxylic acids as their tert-butyldimethylsilyl derivatives', *Journal of High Resolution Chromatography* 17, 145–152. Sivaramamurti, C. 1978. *Chitrasutra of the Vishnudharmottara*, Kanak Publications, New Delhi.

Smith, J. 1687. *The art of painting in oyl: wherein is included each particular circumstance relating to that art and mystery: containing the best and most approved rules for preparing, mixing, and working in oyl colours*, Samuel Crouch.

Sole, V.A., Papillon, E., Cotte, M., Walter, P. and Susini, J. 2007. 'A multiplatform code for the analysis of energy-dispersive X-ray fluorescence spectra', *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 62, 63–68.

Sotiropoulou, S., Sciutto, G., Tenorio, A.L., Mazurek, J., Bonaduce, I., Prati, S., Mazzeo, R., Schilling, M. and Colombini, M.P. 2018. 'Advanced analytical investigation on degradation markers in wall paintings', *Microchemical Journal* 139, 278–294.

Stearns, E.I. 1953. 'Principles underlying the color and appearance of coatings', *Official Digest* 336, 45–69.

- Stein, A.M. 1921. *Serindia: Detailed Report of Explorations in Central Asia and Westernmost China*, vol. 1 (text), Motilal Banarsidass. Stein, A.M. 1928. *Innermost Asia: Detailed Report of Explorations in Central Asia, Kan-su and Eastern Iran*. Clarendon Press.
- Stein, A.M. 1980. *Serindia: Detailed Report of Explorations in Central Asia and Westernmost China (carried out and described under the orders of H.M. Indian Government)*, vol. 3 (text). Motilal Banarsidass [reprint of the 1921 edn published by Oxford University Press, London].
- Stein, A.M. 1981. *Serindia: Detailed Report of Explorations in Central Asia and Westernmost China (carried out and described under the orders of H.M. Indian Government)*, vol. 4. Motilal Banarsidass [reprint of the 1921 edn published by Oxford University Press, London].
- Stoduski, L., Farrell, E. and Newmann, R. 1984. 'Identification of ancient Persian pigments from Persepolis and Pasargadae', *Studies in Conservation* 29, 143–154.
- Su Bomin, Li Zuixiong, Hu Zhide 2003. 'Research on pigments of Kizil Grottoes', in NRICP (ed.), *Proceedings of the Ninth Seminar on the Conservation of Asian Cultural Heritage: Conservation of Wall Paintings in Asia (November 16–19, 1999, Tokyo, Japan)*, 47–58.
- Sutherland, K. 2007. 'Derivatisation using m-(trifluoromethyl) phenyltrimethylammonium hydroxide of organic materials in artworks for analysis by gas chromatography-mass spectrometry: unusual reaction products with alcohols', *Journal of Chromatography A* 1149, 30–37.
- Takabayashi, H., Zhao, L., Li, Y., Yu, Z. and Fan, Y. (高林弘実, 趙林毅, 李燕飛, 于宗仁, 范宇樞) 2007. 「携帯型蛍光X線分析による第285窟壁画に使用された色料の同定」 ('Identification of colorants used in the wall paintings at Cave 285 with pXRF') 『敦煌壁画の保護に関する日中共同研究 2007』 (*Annual Report on the Joint Project between China and Japan on Conservation of Wall Paintings at Mogao Grottoes, Dunhuang 2007*) 38–53 独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・敦煌研究院.
- Takabayashi, H., Koseto, E., Yu, Z. and Fan, Y. (高林弘実, 小瀬戸恵美, 于宗仁, 范宇樞) 2008. 「敦煌莫高窟第285窟壁画に使用された彩色材料の非接触分析」 ('In-situ analytical research of colorants used in mural paintings in Cave 285, Mogao Grottoes) 『保存科学』 (*Science for Conservation*) 47, 89–101.
- Takada, O. and Maeda, K. (高田修・前田耕作) 1978. 「バーミヤーン大仏龕の壁画調査」 ('On the mural paintings of the cave temples at Bamian') 『仏教藝術』 (*Ars Buddhica*) 117, 41–44.
- Takata, O. (高田修) 1971. 『仏教美術史論考』 (*Buddhist Art History*) 中央公論美術出版. Takeda, E. 2021. 'Oil painting techniques and materials in early modern Japan', *Bulletin of the National Museum of Japanese History* 230, 39–56.
- Tamura, T., Ryu, S. and Reutova, M. 2021. 'A scientific investigation of wall paintings from the Fayaztepa site', in E. Kageyama, M.A. Reutova and K. Abdullaev (eds), *Conservation and Research of Early Buddhist Wall Paintings from the Fayaztepa Site, Southern Uzbekistan*. Graduate School of Humanities/ Institute for Advanced Research, Nagoya University, 95–102.
- Tanabe, K. (田辺勝美) 2001/2. 「バーミヤーン東大仏の制作年代に関する一考察—玄奘さん、見てきたような嘘をいい—」 ('Foundation for dating the 38 meter Buddha image at Bâmiyân – did Hiuen-Tsiang tell the truth about the Eastern Colossus at Bâmiyân?') 『古代オリエント博物館 紀要』 (*Bulletin of the Ancient Orient Museum*) 22, 63–104.
- Tanabe, K. 2004. 'Foundation for dating anew the 38 meter Buddha image at Bamiyan', *Silk Road Art and Archaeology* 10, 177–223.
- Tanabe, K. and Maeda, K. [田辺勝美, 前田耕作] (eds) 1999. 『世界美術大全集 中央アジア 東洋編 15』 (*The History of World Art: Central Asia 15*) 小学館.
- Tang, Y. and Sun R. (唐玉民, 孙儒侗) 1988. 「敦煌莫高窟壁画颜料变色原因探讨」 ('Exploring the causes of colour change in the Mogao Grottoes wall paintings') 『敦煌研究』 (*Dunhuang Research*) 16, 18–27.

- Tångeberg, P., 2006. 'The crucifix from Hemse', in J. Nadolny, K. Kollandsrud, L. Sauerberg, and T. Frøysaker (eds), *Medieval Painting in Northern Europe: Techniques, Analysis, Art History*, Archetype Publications, London, 1–10.
- Taniguchi, Y. (谷口陽子) 2006. 「バーミヤーン仏教 壁画の技法材料概観—その彩色構造を中心に」 ('General survey of techniques and materials used for Bamiyan mural paintings: on its colour composition') 『仏教芸術』 (*Ars Buddhica*) 289, 64–77.
- Taniguchi, Y. 2007. 'Issues of conservation for the Bamiyan Buddhist mural paintings', in K. Yamauchi, Y. Taniguchi and T. Uno (eds), *Mural Paintings along the Silk Road: Cultural Exchanges between East and West*, Archetype Publications, London, 144–151.
- Taniguchi, Y. 2016. 'Do archaeological and conservation sciences save cultural heritage?: Cultural identity and reviving values after demolishment', in A. Tsuneki, S. Yamada and K. Hisada (eds), *Ancient West Asian Civilization: Geoenvironment and Society in the Pre-Islamic Middle East*. Springer, 179–197.
- Taniguchi, Y. 2020a. 'Cultural identity and the revival of values after the demolishment of Bamiyan's Buddhist wall paintings', in M. Nagaoka (ed.), *The Future of the Bamiyan Buddha Statues: Heritage Reconstruction in Theory and Practice*, Springer, 51–70
- Taniguchi, Y. (谷口陽子) 2020b. 「破壊されたバーミヤーン遺跡の再生と文化的アイデンティティ」 ('Rehabilitation and cultural identity of demolished Bamiyan site'), in Editorial Committee for Commemoration book for Prof. Akira Tsuneki's retirement [常木先生退職記念 論文編集委員会] (eds), *世界と日本の考古学—オリーブの林と赤い大地—*』 (*Archaeology in the World and Japan: Green Olive Grove and Red Earth*), 515–532 六一書房.
- Taniguchi, Y. 2021. 'Materials and technologies of the Bamiyan wall paintings', in S. Aoki, Y. Taniguchi, S. Rickerby, M. Mori, T. Kijima, B. Su and F. Kirino (eds), *Conservation and Painting Techniques of Wall Paintings on the Ancient Silk Road*, Springer, 177–196.
- Taniguchi, Y. 2022. 'Painting materials and techniques: a comparative study of different styles in Kizil – with a focus on Caves 167, 69 [2], and 224', in G. Vignato and S. Hiyama (eds), *Traces of Sarvāstivādins in the Buddhist Monasteries of Kucha*, Dev Publishers & Distributors, New Delhi, 424–38.
- Taniguchi, Y. and Aoki, S. 2005. 'Conservation proposal', in JCICC (ed.), *Protecting the World Heritage Site of Bamiyan: Key Issues for the Establishment of a Comprehensive Management Plan 2004*, NRICP, Japan, 76–90.
- Taniguchi, Y. and Cotte, M. (谷口陽子, マリーヌ・コット) 2008. 「バーミヤーン仏教壁画における油彩技法について」 ('Oil-based painting techniques in Bamiyan Buddhist mural paintings) 『仏教芸術』 (*Ars Buddhica*) 298, 13–30.
- Taniguchi, Y. and Mazurek, J. (谷口陽子, ジョイ・マズレック) 2008. 「バーミヤーン仏教壁画の材質分析 (3) —ガスクロマトグラフィー/質量分析法を使用した有機物の分析: B(d)窟—」 ('Constituent material analysis of the Bamiyan Buddhist mural paintings (III): analysis of organic materials in mural paintings from Cave B(d) by gas chromatography/mass spectrometry') 『保存科学』 (*Science for Conservation*) 47, 9–88.
- Taniguchi, Y., Otake, H. and Maeda, K. (谷口陽子, 大竹秀実, 前田耕作) 2006. 「バーミヤーン仏教 壁画の材質分析 (1) —クロスセクションによる彩色技法の調査—」 ('Constituent material analysis of the Bamiyan Buddhist mural paintings (I): examination of painting techniques from polished sections) 『保存科学』 (*Science for Conservation*) 45, 1–8.
- Taniguchi, Y., Cotte, M., Checroun, E. and Otake, H. (谷口陽子, マリーヌ・コット, エミリー・シェクーン, 大竹秀実) 2007. 「バーミヤーン仏教壁画の材質分析 (2) —シンクロトロン放射光を用いた N(a)窟における錫箔を用いた技法の分析—」 ('Constituent material analysis of the Bamiyan Buddhist mural paintings (II): a study of pseudogold leaf technique discovered at Cave N(a) using synchrotron-based μ FTIR) 『保存科学』 (*Science for Conservation*) 46, 1–188.
- Taniguchi, Y., Kitagawa, M., Murofushi, M., Yang, J., Shimadzu, Y. and Sato, I. (谷口陽子, 北川美穂, 室伏麻衣, 楊傑, 島津美子, 佐藤一郎) 2014. 「有機赤色彩色材料としてのラックレジン

- : 古代における臙脂赤の再考」(‘Lac resin as an organic red colorant in ancient and medieval Asia’) 『日本文化財科学会第31回大会学会要旨集』 (*Abstracts of the 31st Annual Meeting of the Japan Society for Scientific Studies on Cultural Property*), 60–61. Taniguchi, Y., Kawahara, K., Takashima, M., Cotte, M., Mazurek, J., Kumazawa, Y., Taga, Y. and Nakazawa, T. 2022. ‘Organic materials used for Giant Buddhas and wall paintings in Bamiyan, Afghanistan’, *Applied Science* 12, 9476. <https://doi.org/10.3390/app12199476>.
- Tarzi, N. 2006. ‘Tarzi on Tarzi: Afghanistan’s plight and the search for the third Buddha’, in J. KriekenPieters (ed.), *Art and Archaeology of Afghanistan, Its Fall and Survival: A Multi-disciplinary Approach*, Handbook of Oriental Studies. Section 8 Central Asia, vol. 14 Art and Archaeology of Afghanistan, Brill, Leiden, 145–154.
- Tarzi, Z. 1977. *L’Architecture et le décor rupestre des grottes de Bamiyan*, 2 vols, Bibliothèque du centre de recherché sur l’Asie central et la Haute-Asie.
- Tarzi, Z. 1983. ‘La grotte K3 de Bāmiyān’, *Arts Asiatiques* 38, 20–29.
- Theophilus 1979. *On Divers Arts*, tr. J.G. Hawthorne and C.S. Smith, Dover Publications.
- Thompson, D.V. 1956. *The Materials and Techniques of Medieval Painting*, Dover Publications.
- Thompson, D.V. (tr. and ed.) 1960. *Il libro dell’arte: The Craftman’s Handbook of Cennino Cennini*, Dover Publications.
- Thompson, R.C. and Mallowan, M.E.L. 1933. ‘The British Museum excavations at Nineveh, 1931–32’, *Annals of Archaeology and Anthropology* 20, 71–120.
- Toubekis, G., Mayer, I., Döring-Williams, M., Maeda, K., Yamauchi, K., Taniguchi, Y., Morimoto, S., Petzet, M., Jarke, M. and Jansen, M. 2011. ‘Preservation and management of the UNESCO World Heritage Site of Bamiyan: laser scan documentation and virtual reconstruction of the destroyed Buddha figures and the archaeological remains’, in E. Stylianidis, P. Patias and M.Q. Santana (eds), *CIPA Heritage Documentation: Best Practice and Applications; Series 1, 2007 & 2009; International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*; 38-5/C19, 93–100.
- Twilley, J. and Garland, K.M. 2005. ‘Painting materials and deterioration phenomena in a Yuan dynasty wall painting’, in P. Jett, J. Winter and B. McCarthy (eds), *Scientific Research on the Pictorial Arts of Asia*, Archetype Publications, London, 109–119.
- Uemura, R., Kameda, T., Kimura, K., Kitamura, D. and Yamasaki, K. (上村六郎, 亀田 孜, 木村康一, 北村大通, 山崎一雄) 1954a. 「正倉院密陀絵 調査報告」(‘An investigation report of the litharge paintings in the Shosoin Repository’) 『宮内庁書 陵部紀要』 (*BULLETIN: Study on the Japanese Culture in Relation to the Imperial Family and Court*) 4, 1–18.
- Uemura, R., Kameda, T., Kimura, K., Kitamura, D. and K. Yamasaki (上村六郎, 亀田 孜, 木村康一, 北村大通, 山崎一雄) 1954b. (‘Studies on the mitsuda-e, a kind of oil painting’) 「密陀絵の研究」, 『古文化財之科学』 (*Scientific Papers on Japanese Antiques and Art Crafts*) 9, 15–21.
- Ueno, T. (上野照夫) 1973. 『インド美術論考』 (*Indian Art*) 平凡社.
- Van Loon, A., Noble, P. and Boon, J. 2011. ‘White hazes and surface crusts in Rembrandt’s Homer and related paintings’, in J. Bridgland (ed.), *Preprints of the ICOM Committee for Conservation 16th Triennial Meeting, Lisbon, 19–23 September 2011*, Critério-Produção Gráfica Lda, Almada [CD-ROM].
- Van Loon, A., Noble, P., Krekeler, A., Van der Snickt, G., Janssens, K., Abe, Y., Nakai, I. and Dik, J. 2017. ‘Artificial orpiment, a new pigment in Rembrandt’s palette Annelies’, *Heritage Science* 5, 26.
- Vignato, G. and Hiyama, S. 2022. *Traces of Sarvāstivādins in the Buddhist Monasteries of Kucha*, Dev Publishers & Distributors, New Delhi.
- Walter, P., Martinetto, P., Tsoucaris, G., Brniaux, R., Lefebvre, M. A., Richard, G., Talabot J. and Dooryhee, E. 1999. ‘Making make-up in ancient Egypt’, *Nature* 397, 483–484.
- Wang Jin Yu and Wang Jincong (王進玉, 王進 聡) 2002. 「敦煌石窟銅綠顔料の応用与来源」(‘Application and origin of copper green pigment in Mogao Grottoes’) 『敦煌研究』 (*Dunhuang yan jiu*) (*Dunhuang Research*), 2002–2004, 23–28.

- Warikoo, K. (ed) 2002. *Bamiyan: Challenge to World Heritage*, Himalayan Research and Cultural Foundation, Bhavana Books & Prints.
- Wehlte, K. 1975. *The Materials and Techniques of Painting, With a Supplement on Color Theory*, Van Nostrand Reinhold.
- Yajima, H. (家島彦一) 1993. 「インド洋海域の交易 都市ネットワーク」 (‘Trading network around the Indian Ocean’) 『イスラームの都市性』 in Y. Itagaki and A. Goto (板垣雄三, 後藤) (eds), *Urbanity in Islamic Societies*, 104–105 日本学術振興会.
- Yamamoto, Y. (山本有所) (ed.) 1883. 『十八描法人物図録』 (*Eighteen Drawing Brush Techniques in Chinese Portraiture*).
- Yamasaki, K. (山崎一雄) 1960. 「西域壁画の顔料について」 (‘Reference materials for art research: pigments in the wall-paintings in Central Asia’) 『美術研究』 (*Journal of Art Studies*) 212, 31–33 美術研究所.
- Yamasaki, K. (山崎一雄) 1985. 「密陀絵と法隆寺 玉虫厨子」 (‘Mitsuda-e and painting on the side panels of the Tamamushi Zushi, Horyūji’) 『古文化財之科学』 (*Scientific Papers on Japanese Antiques and Art Crafts*) 30, 37–40.
- Yamasaki, K. (山崎一雄) 1999. 「正倉院密陀絵, 絵画, 材質などの特別調査について」 (‘Recollections of the special investigations on the oil paintings, paintings, and the materials used in the various treasures preserved in the Shōsōin Repository’) 『正倉院紀要』 (*Bulletin of Office of the Shosoin Treasure House*) 21, 31–41. Yamauchi, K. (山内金三郎) (ed.) 1946. 『日本美術工芸』 (*Japanese Art and Crafts*) 42, 特集: 正倉院研究 (Shōsōin Repository), 日本美術工芸社
- Yamauchi, K. (山内和也) 1997. 「イラン考古学の新発見 (2)」 (‘New discoveries of Iranian archaeology, 2’) 『古代オリエント博物館研究紀要』 (*Bulletin of Ancient Orient Museum*) XVIII, 233–257.
- Yamauchi, K. (山内和也) (ed.) 2005. 『バーミヤーン遺跡の歴史と保存』 (*Preserving Bamiyan: Proceedings of the International Symposium Protecting the World Heritage Site of Bamiyan, Tokyo, 21 December 2004*, Recent Cultural Heritage Issues in Afghanistan vol. 1, Japan Center for International Cooperation in Conservation, National Research Institute for Cultural Properties, Japan 明石書店.
- Yamauchi, K. (ed.) 2006a. *Radiocarbon Dating of the Bamiyan Mural Paintings*, Recent Cultural Heritage Issues in Afghanistan vol. 2, Japan Center for International Cooperation in Conservation, National Research Institute for Cultural Properties, Nagoya University Museum, Akashi Shoten.
- Yamauchi, K. (ed.), 2006b. *Study of Afghanistan’s Displaced Cultural Properties: Materials and Techniques of the Bamiyan Mural Paintings*, Recent Cultural Heritage Issues in Afghanistan vol. 3, Japan Center for International Cooperation in Conservation, National Research Institute for Cultural Properties, Japan, Tokyo National University of Fine Arts and Music, Akashi Shoten.
- Yamauchi, K. (山内和也) 2006c. 「よみがえる仏教 壁画—バーミヤーンN(a)窟—」 (‘Reconstructing Buddhist mural paintings – Bamiyan N(a) Cave’) 『仏教芸術』 (*Ars Buddhica*) 289, 95–99.
- Yamauchi, K. (ed.) 2007. *Preliminary Report on the Safeguarding of the Bamiyan Site 2006: 6th and 7th Missions*, Recent Cultural Heritage Issues in Afghanistan, Preliminary Report Series 2, Japan Center for International Cooperation in Conservation, National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo. Yamauchi, K. (山内和也) (ed.) 2011. 『バーミヤーン仏教石窟の建築構造およびその意匠と技法』 (*Structure, Design and Techniques of the Bamiyan Buddhist Caves*), Recent Cultural Heritage Issues in Afghanistan vol. 5, Japan Center for International Cooperation in Conservation, National Research Institutes for Cultural Properties, Nara and Tokyo, Ministry of Information and Culture, Afghanistan, Pasco. Akashi Shoten.
- Yamauchi, K., Taniguchi, Y. and Uno, T. (eds) 2007. *Mural Paintings along the Silk Road: Cultural Exchanges between East and West*, Archetype Publications, London.

- Yang, H-S., Jan, Y-H, Iida, S. and Preston, L.W. 1984. *The Hye Ch'o Diary: Memoir of the Pilgrimage to the Five Regions of India, Religios of Asia Series, Number 2*, L.R. Lancaster and J.L. Shastri (eds), Asian Humanities Press, Po Chin Chai Ltd.
- Yasuda, H. (安田治樹) 2020. 「カラ・テペ新出の壁画—東トルキスタン遺存作例との比較から」 ('Newly discovered wall paintings from Kara Tepe) 『カラ・テペテルメズの仏教遺跡』 (*Kara-Tepe Buddhist Complex of Termez 2014–2017*) (正 大学ウズベキスタン学術交流プロジェクトシリーズ2) Rissyo University Uzbekistan Academic Research Group, 143–150 六一書房.
- Yasuda, M., Takahashi, K., Taguchi, S. (安田真美子, 高橋香里, 田口智), Hanafi, M. G., Hakimzada, A., Kijima, T. and Kirino, F. (木島隆康, 桐野文良) 2020. 「メス・アイナク遺跡壁画片保存修復と国際協力」 ('Mes Aynak: conservation of the wall paintings and international cooperation) 『第42回文化財保存修復学会大会要旨集』 (*Abstracts of the 42nd Annual Congress of the Conservation of Cultural Property*, Japan Society for the Conservation of Cultural Property) 198–201.
- Yoshida, H. 1941. 'Mitsudaé in the Shōsōin, Nara', *Technical Studies in the Field of the Fine Arts IX*, 165–174.
- Yoshikawa, I. (吉川逸治) 1941a. 「バーミヤーンの壁画上」 ('Wall paintings in Bamiyan, 1') 『国華』 (*Kokka*) 607, 177–184.
- Yoshikawa, I. (吉川逸治) 1941b. 「バーミヤーンの壁画下」 (Wall paintings in Bamiyan, 2') 『国華』 (*Kokka*) 609, 239–245.
- Yoshikawa, I. (吉川逸治) 1948. 「バーミヤーンの藝術」 ('Art of Bamiyan') 『中国及び西域の美術』 (*Art in China and Western Regions*), 白鳳書院.
- Zhang L. (张丽) 2013. 「李珣《海药本草》与伊斯兰文化对中医药学影响」 ('Li Xun's *Oversea Materia Medica* and the effect of Islamic culture on TCM) 『实用中医内科杂志』 (*Journal of Practical Traditional Chinese Internal Medicine*) 27, 5–6.
- Zhang Yanyuan (張彦遠) 1977. 『歴代名画記2』 (長廣敏雄訳注) in T. Nagahiro (tr.), *Record of Famous Painters of All the Dynasties*, 2 (東洋文庫311), 平凡社.
- Zhang, Y., Qu, T. and Liu, G. 2009. 'A newly discovered Buddhist temple and wall paintings at Dandan-Uiliq in Xinjiang', *Journal of Inner Asian Art and Archaeology* 3, 157–170.
- Zhao, L., Saito, T., Taniguchi, Y., Fan, Y. and Yu, Z. (趙林毅, 齋藤努, 谷口陽子, 范宇權, 于宗仁), 2007. 「鉛同位体比分析による敦煌莫高窟の壁画に使用された鉛系顔料の産地推定への試み」 ('Provenance study with Pb-isotope of leadbased pigments in Mogao grottoes, Dunhuang) 『日本文化財科学会第24回大会研究発表要旨集』 (*Abstracts of the 24th Annual Congress of the Japan Society for Scientific Studies on Cultural Properties*), 246–247.
- Zhou, G. 2012. 'Lead-containing pigments in ancient murals and polychrome sculptures from the northwest China', *Sciences of Conservation and Archaeology* 24, 95–103.
- Zhou, G., Zhang, J. and Cheng, H. 1993. 'Pigment analysis of polychrome statuary and wall paintings of the Tiantichan Grottoes', in N. Agnew (ed.), *Conservation of Ancient Sites on the Silk Road*, Getty Conservation Institute, 362–368.
- Zhou, Z., Shen, L., Li, C., Wang, N., Chen, X., Yang, J. and Zhang, H. 2020a. 'Investigation of gilding materials and techniques in wall paintings of Kizil Grottoes', *Microchemical Journal* 154, 1045–1048.
- Zhou, Z., Shen, L., Wang, N., Chen, X., Yang, J., Shi, Y. and Zhang, H. 2020b. 'Identification of organic materials used in gilding technique in wall paintings of Kizil Grottoes', *Chemistry Select* 5, 818–822.
- Zhou, Z., Shen, L. and Zhang, H. 2021. 'The wall painting materials and techniques of Kizil Grottoes', in S. Aoki, Y. Taniguchi, S. Rickerby, M. Mori, T. Kijima, B. Su and F. Kirino (eds), *Conservation and Painting Techniques of Wall Paintings on the Ancient Silk Road*, Springer, 235–252.