

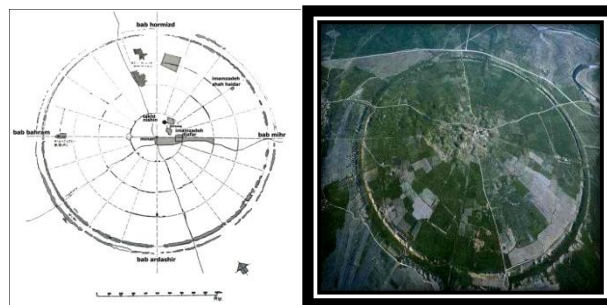
عنوان: مطالعه و شناخت فناوری ساخت تزئینات معماری در جهت حفظ این آثار (مطالعه موردی بر روی یک نمونه کف سازی دوره ساسانی)

لادن شکرگزار، کارشناسی ارشد مرمت آثار تاریخی

کلید واژگان: شهرگور، ساسانی، فن شناسی، تزئینات معماری، حفاظت، کف سازی

چکیده: حجم انبوهی از آثار تاریخی، آن دسته از تزئیناتی هستند که ارتباط و وابستگی نزدیکی با معماری داشته و در هویت بخشی به فضای معماری موثر واقع شده اند. نمونه ای از این تزئینات نقاشی هایی هستند که بر روی دیوار، سقف و کف بناها قرار گرفته اند. تزئین کفها در منازل خصوصی یا در مکانهای عمومی ایران، در اعصار پیشین ناشناخته نبوده است. همانطور که در منابع تاریخی ذکر شده بقایای رنگ و توجه به تزئینات کف بنا قرنهای قبل از ساسانیان، در ایران وجود داشته است. حفاظت از این تزئینات به دلیل هویت وابسته شان راهکارهایی ویژه و همخوان با شرایط هر بنا یا محوطه را می طلبند. با توجه به فراوانی بناها و محوطه های یاد شده، انجام پژوهشهای بنیادین و کاربردی با هدف دستیابی به شناخت مصالح اصلی و سازنده در جهت حفظ این تزئینات امری ضروری است. در راستای این هدف استفاده از روشهای آزمایشگاهی و دستگاهی جهت آنالیز مواد کاربردی می تواند کمک کننده باشد.

مقدمه: مصالح اصلی مورد استفاده در بسیاری از بناها و محوطه های تاریخی، مصالح ساده و در عین حال بسیار پیچیده ای همچون خشت، آجر، سنگ، انواع ملات های گلی، گچی و یا آهکی بوده است. ساده به جهت نوع مواد اولیه و و محصول نهایی تولید شده و پیچیده به لحاظ فرآیند عمل آوری، ساخت و کاربرد این مصالح که بخشی از راز ماندگاری آثار کهن را در خود مستور دارد. امروزه شناخت ویژگی های فنی و درک فرآیندهای پیچیده فرسایشی هر یک از این مصالح متضمن تحقیقات گسترده و فراگیر است. هدف غایی همه این مطالعات آشنایی با فن آوری کهن مصالح و شناخت نقاط ضعف و قوت آنها به منظور بهره گیری در موضوع حفاظت و مرمت تزئینات وابسته به معماری خواهد بود. هدف این مقاله شناخت فن شناسی و تکنیک ساخت یک نمونه کف سازی واقع در شهرگور و مربوط به دوره ساسانیان می باشد. شهرگور نخستین شهر دایره ای شکل ایران است که در ۱۰۰ کیلومتری جنوب غربی استان فارس قرار گرفته و در محدوده ی شهری فیروزآباد کنار جاده فیروزآباد به فراشند واقع شده است. "بر اساس منابع تاریخی معتبر، این شهر را اردشیر پسر بابک (یکی از قدرتمندان بومی استخر) ساخت و آن را تختگاه خود قرار داد." (کیانی، محمدیوسف، ۱۳۶۶، ص ۷۵)



شکل ۱: عکس هوایی از شهرگور (www.google Earth.com) شکل ۲: نقشه ی شهر (کیانی، محمدیوسف، ۱۳۶۶، ص ۷۷)

۱. **معرفی اثر:** اثر مورد نظر از ترانسه ای که در شهر گور در سال ۱۳۸۵ توسط پروفسور دیتريش هوف از آلمان و دکتر نیاکان سرپرست گروه باستانشناسی ایران حفاری شد، کشف گردید. این اثر سطحی صاف و منقوش، واقع در کف سایت می باشد که در میان دو تابوت قرار گرفته است. بر روی این سطح، نقش هندسی ساده ای دیده می شود که با استفاده از رنگ قرمز و سبز و زرد اگر به صورت کاملاً متقارن با نقش های مثلث در چهار طرف و مربع در مرکز رنگ آمیزی شده است.



شکل ۳: محل قرارگیری اثر در سایت



شکل ۲: اثر مورد نظر

جهت شناخت مواد بکار رفته در کف سازی مورد بحث، از روشهای علمی و آزمایشگاهی زیر استفاده گردید:

XRD: "یا طیف سنجی پراش پرتو ایکس، این دستگاه برای شناسایی کیفی انواع کانی های دارای ساختار بلوری و فازهای موجود در مواد مورد استفاده قرار می گیرد. نتایج پراش پرتو ایکس به شکل نموداری با چندین پیک شاخص نمایش داده می شود. موقعیت پیک ها روی نمودار نوع مواد و ارتفاع آنها نسبت تقریبی جزء سازنده را نشان می دهند. شناسایی قطعی یک ماده معمولاً با جور شدن سه مورد از قوی ترین پیک ها کفایت می کند." (Spoto, Giuseppe, ۲۰۰۰, p۹۷) از این آزمایش جهت شناسایی کانی های موجود در لایه ی تکیه گاه و لایه ی بستر استفاده شد.

XRF: "یا طیف سنجی فلوروسنس اشعه ایکس، این روش جهت آنالیز عنصری و بطور نیمه کمی مورد استفاده قرار می گیرد. نمونه های مورد آزمایش می توانند به شکل پودر، محلول، ورقه و لایه باشند و معمولاً از بین نرفته و پس از طیف گیری قابل بازیابی اند." (Spoto, Giuseppe, ۲۰۰۰, p۷۷) از این آزمایش جهت آنالیز عنصری لایه ی تکیه گاه کمک گرفته شد.

FTIR: یا طیف سنجی مادون قرمز و تبدیل فوریه، جهت شناسایی کیفی مواد آلی و برخی مواد معدنی بکار می رود. از این آزمایش جهت شناسایی کیفی لایه ی رنگ قرمز استفاده شد.

مطالعات با استفاده از میکروسکپ پلاریزان: "یکی از مطمئن ترین و دقیق ترین روش برای شناسایی کانی های موجود در ملات یا لایه های نقاشی دیواری، استفاده از ویژگی های نوری است. برای بررسی ویژگی های نوری نیاز است نمونه ها به طرز مخصوص ساخته شوند. برای تهیه ی مقطع نازک، یک مقطع از لایه ی مورد نظر را در حد امکان نازک می کنند و سپس با استفاده از چسب روی شیشه می چسبانند." (Spoto, Giuseppe, ۲۰۰۰, p۷۶) بررسی مقطع نازک توسط میکروسکپ پلاریزان از لایه ی تکیه گاه و بستر، جهت شناسایی نوع کانی های سازنده ی پرکننده و شکل و فرم دانه ها انجام گردید.

آزمایشات شیمی تر: تکنیکهای کلاسیک شیمی تر جهت تکمیل تفسیر آنالیزهای دستگاهی برای شناسایی لایه های کف سازی انجام شد. همچنین برای شناسایی رنگها بکار برده شده از این روش استفاده گردید.

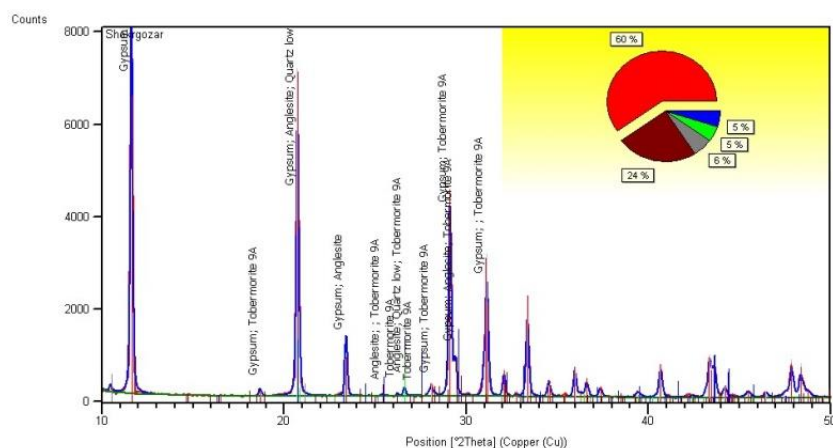
۲. لایه شناسی اثر: اثر مورد مطالعه در گروه نقاشی های غیر منقول یا نقاشی های تزئیناتی بنا Mural Painting جای می گیرد، با توجه به مطالعات انجام شده لایه های کف سازی چنین تشخیص داده شد:

۱-۲. لایه ی تکیه گاه: اثر مورد بحث برخلاف اکثر تزئینات نقاشی که دیوار بناهای تاریخی را می پوشانند، در کف و یا به عبارتی بر روی زمین و در میان دو استودان خلق شده است. احتمال می رود که خلق این اثر در آن زمان جنبه ی مذهبی داشته است و به دلیل تقدس محل، افراد از روی آن عبور نمی کردند. هنرمند اثر، زمین منطقه را به عنوان تکیه گاه نقاشی انتخاب کرده است. خاک منطقه از نوع خاکهای انتقالی Transprted و از دسته ی خاکهای آبرفتی می باشد. این خاک شامل رسوبات ریزدانه رسی - سیلتی و درشت دانه شن و ماسه ای می باشد.

۲-۲. لایه ی آستر: آستر اصطلاحاً به لایه ای گفته می شود که به صورت یک پوشش (اندود) بر سطح تکیه گاه قرار می گیرد و عملکرد اصلی آن در تزئینات، تسطیح ناهمواریهای تکیه گاه و ایجاد سطحی هموار و مناسب جهت اجرای لایه های بعدی می باشد. در ایران متداولترین آستر در تزئینات نقاشی، آسترهای گلی بوده است و جهت بهبود کیفیت و استحکام به آن موادی چون خرده های الیاف، ساقه های گیاهی، پشم و موی حیوانات، ذرات شن ریز و ماسه و غیره اضافه می نموده اند. لایه ی آستر در اثر مورد مطالعه لایه ای از گچ و خاک می باشد، ضخامت این لایه ۳ سانتی متر است. در بررسی میکروسکوپی مقطع نازک وجود ذرات خاک به نسبت بیشتر از گچ تشخیص داده شد، ذرات خاک شامل ذرات کوارتز، آهک، فلدسپاتها و پلاژیوکلازها می شد که به دلیل وجود ذرات یکنواخت در لایه به احتمال زیاد خاک سرند نشده بوده است. بی شک خاک خود منطقه در ساخت ملات بکار گرفته شده است. در بررسی کانی شناسی سولفات کلسیم موجود در لایه، فاز این ذرات توسط آزمایش XRD، ژپس به فرمول شیمیایی $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ شناسایی شد، ذرات کوارتز موجود در خاک نیز در این آزمایش مشخص شد. وجود پیک خلی مشخص ژپس در آزمایش XRD در حالی که درصد خاک بیشتر بوده نشان از این نکته می باشد که بلورهای ژپس در ماتریکس به درشتی و منظم ظاهر شده اند، که گواه این مدعا در عکس ۵ قابل مشاهده است. نتایج آزمایشات XRD و XRF در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: نتایج آزمایش XRD از لایه ی آستر

Compound Name	Formula	Concentration(%w/w)
Gypsum	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	۶۰
Tobermorite	CSH	۲۴
Anglesite	$\text{Pb}(\text{SO}_4)$	۶
Quartz , syn	SiO_2	۵
Calcite	CaCO_3	۵

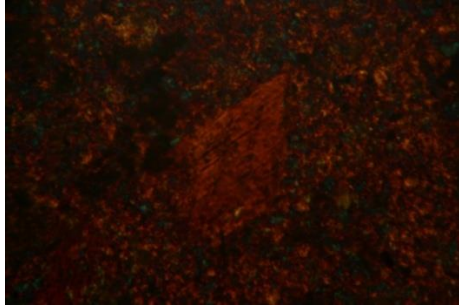


نمودار ۱: پیک های شاخص در آنالیز XRD از لایه آستر

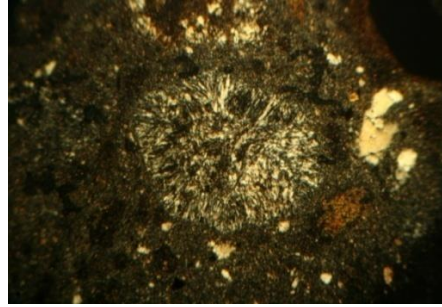
در نتایج آنالیز XRD، "وجود کانی توبرموریت می تواند به علت اضافه کردن پودر آهک به ملات گچ و خاک باشد. این عمل به علت مقاوم سازی ملات انجام می گرفت. توبرموریت محصولات هیدراتاسیون ملات آهکی است که به صورت CSH خود را ظاهر می سازد و در کناره های خارجی کلسیت پایدار است." (کرنلیس، کلاین، ۱۳۸۰، ص ۴۲۱)

جدول ۲: نتایج آزمایش XRF بر روی نمونه لایه ی آستر

Compound	Concentration(%w/w)
SO _۳	۳۸,۱۳
CaO	۳۴,۰۸
SiO _۲	۴,۷۵
Al _۲ O _۳	۱,۴۳
MgO	۱,۲۶
Fe _۲ O _۳	۰,۸۵۱
SrO	۰,۳۹۲
K _۲ O	۰,۳۲۷
TiO _۲	۰,۰۹۹
P _۲ O _۵	۰,۰۳۹
CuO	۰,۰۱۸
MnO	۰,۰۱۳
LOI*	۱۸,۴۶
Total	۹۹,۸۵

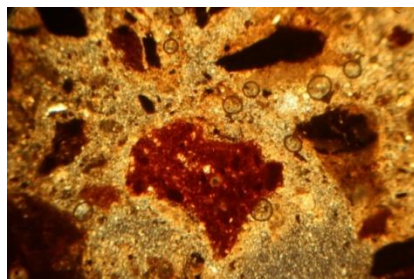


شکل ۵: تصویر میکروسکوپی مقطع نازک از لایه ی آستر، عکس توسط فیلتر گاما از بلور درشت و منظم ژپس موجود در لایه گرفته شده است. (بزرگنمایی $\times 40$)

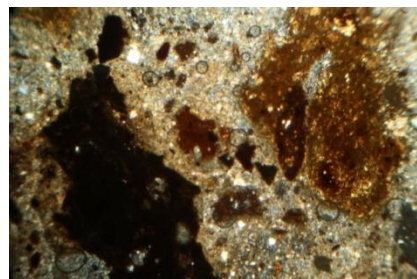


شکل ۴: تصویر میکروسکوپی مقطع نازک از لایه ی آستر، قسمتهای سفید رنگ کانی کوارتز موجود در لایه ی آستر مربوط به خاک ترکیب شده می باشد. (بزرگنمایی $\times 20$)

۲-۳. **لایه ی بستر:** بستر عامل ارتباط بین آستر و لایه رنگی است و به لایه ای گفته می شود که بر روی لایه آستر قرار می گیرد و با انسداد منافذ بزرگ و حفره ها و ایجاد سطوح نرم و صیقلی، سطح هموار و مناسبی را جهت اجرای نقاشی فراهم می نماید. لایه بستر در کف سازی مورد نظر خود به صورت دو بخش، لایه بستر زیرین و رویه اجرا شده است. لایه ی اول اجرا شده توسط هنرمند، در واقع لایه ای است که در تماس مستقیم با لایه ی گچ و خاک زیرین می باشد. این لایه توسط آزمایشات شیمی تر و XRD کلسیت با ناخالصی کوارتز و ژپس شناسایی شد، که در جدول ۱ آورده شده است. با بررسی مقطع نازک این لایه وجود ذرات کلسیت به همراه ذراتی نظیر سفال پخته شده و مواد اکسید شده مشخص شد، بی شک کاربرد این افزودنی ها جهت استحکام بیشتر ملات بوده است. ضخامت این لایه در حدود ۵ میلیمتر می باشد. لایه ی دوم یا لایه ی بستر رویه، در واقع آخرین لایه ی ملاتی است که جهت اجرای نقش ریخته شده است. پس از این لایه شاهد وجود لایه ی رنگ بر روی سطح هستیم. بررسی مقطع نازک این لایه وجود ذرات کلسیت و آهک کشته را نشان می دهد که نشان از کاربرد شفته آهک یا دوغاب ریزی می باشد. این لایه به واسطه ی آب شکفته شده و در آن عمل کربناتیزاسیون صورت گرفته است.

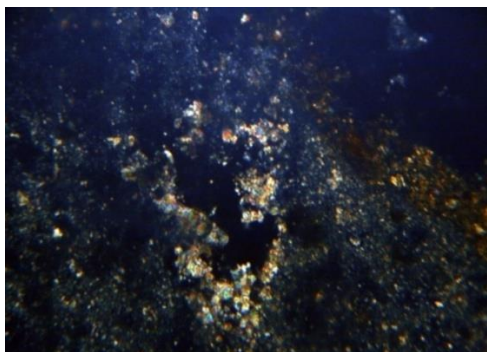


شکل ۷: عکس میکروسکوپی مقطع نازک از لایه ی بستر زیرین، که قهوه ای زمینه کلسیت CaCO_3 و لکه های قهوه ای و قرمز، خرده سفال و مواد اکسید شده یا پخته شده می باشد. (بزرگنمایی $\times 20$)



شکل ۶: عکس میکروسکوپی مقطع نازک از لایه ی بستر رویه، بخشهای آبی نشان وجود آهک شکفته شده Ca(OH)_2 و حضور ترکیبات آهنی از خاک بکار رفته در بستر. (بزرگنمایی $\times 20$)

بررسی مقطع نازک و مقطع عرضی لایه ها، هرچه بطرف پائین تر می رویم خلل و فرج بزرگتر و بیشتری مشاهده می شود که در مرز دیواره های خارجی حفره ها کلسیت ثانویه موجود می باشد اما در سطوح بالاتر این نوع خلل و فرج دیده نشد.



شکل ۹: عکس میکروسکوپی مقطع نازک از مرز لایه ی آستر و بستر زیرین، بخشهای روشن تشکیل کلسیت ثانویه را در مرز خارجی حفره نشان می دهد. (بزرگنمایی $20 \times$)



شکل ۸: عکس میکروسکوپی مقطع عرضی توسط لوب دیجیتال از لایه های مختلف اثر، خلل و فرج موجود در لایه ها توسط دوائر قرمز مشخص شده اند.

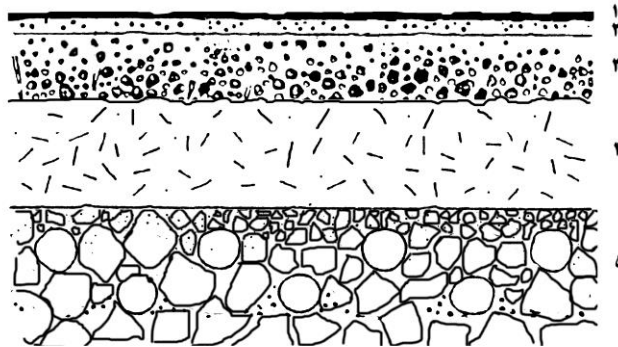
"کلسیت دارای فرمول شیمیایی $CaCO_3$ و بصورت طبیعی سفید است. اسم تجاری کلسیت سنگ آهک است، چنانچه پخته شود و با آب و ماسه مخلوط شود ساروج به دست می آید که به مرور زمان آب جذب می کند و از سیمان محکمتر می شود. عامل اصلی تخریب کلسیت گاز کربنیک و بخار آب است." (حسینی، ابراهیم، ۱۳۸۴، ص ۵۹) "در کف سازی پاره ای از کاخ های هخامنشیان در تخت جمشید و شوش ملات سرخی مصرف شده است. ملات سرخی بدین گونه است که یک وزن گرد آهک شکفته و سه برابر آن گرد آجر را با آب مخلوط کرده و سه روز در هوای نمناک و بعد از آن ۲۵ روز زیر آب قرار می دادند، و پس از ۲۸ روز آماده می شد. نام ملات سرخی از ایران به هندوستان و از آن جا به کتاب های سیمان کشورهای صنعتی راه یافته است." (حامی، احمد، ۱۳۷۱، ص ۸۲)

۲-۴. لایه ی رنگ: مرحله ی آخر اجرایی کشیدن لایه ی رنگ بر روی سطح پرداخت شده می باشد. به طور کلی پیوندهایی که باعث قرار گرفتن لایه رنگ بر روی سطح اجسام می شوند عبارتند از:

الف: پیوندهای شیمیایی که بیشتر در مورد رنگهای اپوکسی و سیلیکونی است و در بین اجسام و رنگهای پوششی کمتر ایجاد می شود.
 ب: پیوندهای قطبی که بین گروههای قطبی رنگ و جسم تشکیل می شود و بدین ترتیب رنگ بر سطح جسم قرار می گیرد.
 ج: پیوندهای مکانیکی که از وارد شدن رنگ در خلل و فرج جسم و محبوس شدن رنگ در این فضاهای خالی به وجود می آید.
 (آر.ج. جنتنز، جی. ال. استات، ۱۳۷۸، ص ۱۴) در گذشته جهت ساخت رنگ " مواد معدنی مورد نیاز را ابتدا با سنگ سابی که خاص این کار تهیه می شد، ساییده و پودر می کردند. این گرد را از آردبیز گذارنده و پس با ماده چسبنده ای می آمیختند. میزان زیبایی رنگ در قدم اول بر طبق میزان کامل این سایش و بیزش و در قدم دوم بر میزان کیفیت ماده چسبنده بود." (آرتور اپهام، پوپ، ۱۳۷۸، ص ۱۹۲)
 رنگدانه های استفاده شده در کف سازی توسط آزمایشات شیمی تر و تست کوره اخرای قرمز و زرد و سیاه کربن شناسایی گردید.



شکل ۱۰: بررسی مقطع عرضی و نمایش لایه های مختلف اثر



شکل ۱۱: ۱. لایه ی رنگ، ۲. لایه ی بستر رویه به ضخامت تقریبی ۱ میلیمتر، ۳. لایه ی بستر زیرین به ضخامت تقریبی بین ۳ تا ۵ میلیمتر، ۴. لایه ی آستر به ضخامت تقریبی ۳ سانتی متر، ۵. لایه ی تکیه گاه یا زمین

۳. بررسی تکنیک ساخت اثر:

با توجه به بررسی مواد بکاررفته در کف سازی و شناسایی لایه ها، تکنیک اجرای کار، فرسک تشخیص داده شد. نحوه ی اجرای این تکنیک تا حد زیادی مطابق با فرسکهای روم باستان بود، از این رو به مطالعه بر روی این تکنیک پرداختیم.

از میان نقاشی های دیواری مشهورترین آنها نقاشی فرسک است. در ایتالیا به این تکنیک دین گره آفرسکو *Dipien gere afresco* نیز می گویند، که به معنای نقاشی است که بر روی سطح تازه اندود شده با ماسه آهک خیس به وجود می آید. تاریخ و قدمت این تکنیک به دوران باستان برمی گردد، اگرچه مبداء اولیه ی این هنر مشخص نیست اما ایتالیا با ارزشترین و بهترین نمونه های فرسک را در خود جای داده است. نمونه های ظریف و زیبای این تکنیک در حفاریهای شهرهای کهن رم، پمپئی و هرکولانیوم بدست آمده است.

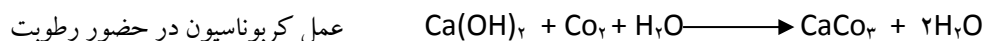
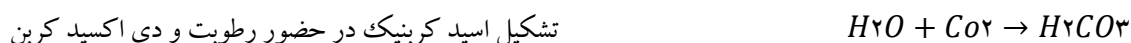
بطور کلی دو نوع فرسک وجود دارد:

۱. فرسک بونو: کلمه ی بونو ایتالیایی و به معنای خوب است، کاربرد این تکنیک جدیدتر از تکنیک سکو می باشد، در این نوع تکنیک سطح کار کاملاً خیس می باشد، بنابراین مقدار زمانی که هنرمند می توانست بر روی کار صرف کند بسیار محدود بود.

۲. فرسک سگو: . این نوع فرسک بسیار قدیمی تر است، مصریان، یونانیان و رومیان با آن آشنا بوده اند. از ویژگی های تکنیکی آن استفاده از بست چسبی است. در این نوع فرسک سطح تکیه گاه تازه اما کاملاً خشک است. در واقع رنگ بر روی سطح خشک آهک گذاشته می شود، در نتیجه جهت چسبندگی به سطح، نیازمند بست است. اجرای کف نگاره ی مورد بحث توسط تکنیک سگو انجام گرفته است.

تمام آهکها برای اجرای فرسک مناسب نیستند. آهک مناسب می بایست حداقل ۹۵٪ کربنات کلسیم و حداکثر ۵٪ ناخالصی داشته باشد، به این نوع آهک، آهک چاق می گویند. میزان آهک موجود در لایه ی بستر زیرین نقاشی توسط آزمایش XRD، ۸۲٫۴٪ و بقیه ناخالصی ژپس و کوارتز شناسایی شد. بنابراین می توان گفت در اجرای اثر از ملات نسبتاً مرغوب استفاده شده است. "نقاشان فرسک در قدیم از آهکی استفاده می کردند، که ده سال از مدت نگهداریش می گذشت. نگهداری آهک خیس در زمان طولانی را اصطلاحاً تنگ گذاری می گویند. کیفیت اندود فرسک در مرحله ی اول به نوع مواد و انتخاب آنها و در مرحله ی دوم به نسبت آهک و ماسه بستگی دارد. نکته ی قابل توجه و ویژه در اندودهای روم باستان، وجود سنگ ریزه های زیر نزدیک سطح کار است." (D.Camuffo, ۲۰۰۱, p ۶۳) این شیوه در کف نگاره ی شهر گور نیز مشاهده شد. دلیل این امر سهولت در نفوذ دی اکسید کربن و رسیدن عمل کربوناسیون تا لایه های زیرین می باشد. این امر زمانی موفقیت آمیز است که اسید کربنیک موجود در هوا در تمام لایه ها ۱٫۵ تا ۲ اینچ نفوذ کند و اسید کربنیک موجود در هوا در صورتی می تواند در لایه های زیرین نفوذ کند که اندود کاملاً نفوذپذیر باشد. عمل کربوناسیون اولیه در طی ۱۲ تا ۲۴ ساعت و ختم آن پس از ۲۸ روز انجام می گیرد، سخت شدن کامل آن سالها به طول می انجامد. "گیرایش ملات آهک در مجاورت با اتمسفر به واسطه ی وجود دی اکسید کربن را کربناتیزاسیون گویند در نتیجه سرعت کربناته شدن با درصد دی اکسید کربن موجود در هوا تغییر می کند. عمل کربناته شدن می تواند فقط در مجاورت آب یا رطوبت صورت گیرد، چراکه برای واکنش شیمیایی بین $Ca(OH)_2$ قلیایی و H_2CO_3 اسیدی، یک مایع بی اثر لازم است. در ثانی برای تولید H_2CO_3 آب نیاز می شود." (K.G,Boehger, ۲۰۰۵, p ۱۸)

اسید کربنیک در بافت ملات در اثر تبادل شیمیایی دی اکسید کربن در هوا و آب موجود در ملات طبق رابطه ی زیر تولید می شود:



"نکته ی حائز اهمیت در نوع استفاده از آهک توسط رومیان قدیم این است که آنها عمل کربناتیزاسیون را بصورت ثانوی تشدید یا به عبارت دیگر کنترل می کردند. به این صورت که در داخل اطاق یا فضای مورد نظر پس از بکارگیری ملات آهکی، آتش کوچکی روشن می کردند یا ساختاری مشابه کوره می ساختند. که باعث افزودن CO_2 در فضا می شد و در نتیجه فرآیند کربناتیزاسیون تشدید شده و نهایتاً ملات پایدارتر می شد." (K.G,Boehger, ۲۰۰۵, P21) برای چسبندگی یک ملاط خوب باید از پرکننده های زاویه دار و گوشه دار استفاده کرد. بنابراین از ذرات شن و ماسه به عنوان پرکننده در لایه های زیر سازی فرسک استفاده می شده است. بطور کلی تمام اقسام شن، تا زمانی که به حالت بیش از حد زبر و خشن در نیایند برای نقاشی فرسک قابل استفاده اند. سنگریزه های آهکی که توسط رودخانه ها از کوههای آهکی شسته می شوند بهترین پرکننده ها برای فرسک هستند و قابلیت گیرندگی ملاط را بالا می برند." در گذشته جهت سخت تر کردن ملات فرسک افزودنیهایی استفاده می شد که شامل: گدازه های آتشفشانی، آجر خرد شده و گرد

آجر، خاک نسوز و سنگ پا(خاز) می شد. آجر خرد شده قابلیت جذب ۳۳٪ آب را دارند، بنابراین آب را داخل ملات نگه داشته و فرآیند سخت شدن را به تأخیر می اندازند، در این صورت هنرمند فرصت بیشتری برای اجرای نقاشی داشت." (Orna Virginia, Mary, ۲۰۰۲, p ۵۳)

نتیجه:

تا چند دهه ی گذشته، مرمت آثار تاریخی بیشتر بر اساس نظریات و درک شخصی افراد انجام می گرفت. در این میان اختلاف نظر در شناخت ماهیت و ترکیب ساختار مواد وجود داشت. امروزه با پیشرفت روزافزون علم و تکنولوژی و به وجود آمدن دستگاهها و روشهای جدید امکان مطالعه ی دقیق آثار بیشتر شده و منطقی و مستدل می باشد. از طرفی با توجه به محدودیتهایی که در کاربرد مواد شیمیایی در مرمت دیوارنگاره ها وجود دارد، عملیات فن شناسی آثار در وهله اول، جهت انتخاب بهترین روش درمان امری ضروری می باشد. همانطور که در مقاله حاضر با توجه به شناخت ساختاری اثر وبا تکیه بر نتایج آزمایشات بدست آمده می توان با شناخت آگاهانه و علمی و با اشراف بیشتری اقدام به حفاظت و مرمت اثر نمود. به عنوان مثال: کاربرد هیدروکسیدباریم جهت شوره زدایی از نقاشی هایی با بستر آهکی بهترین نتایج را دارد و می تواند در اثر مذکور بکار گرفته شود. در این راستا پژوهشهای بنیادین در زمینه فن شناسی و بهینه سازی مواد و مصالح ساختمانی (خشت، اندودکاه گل، آجر، سنگ و ملات) بمنظور بکارگیری مصالح همگون در تزئینات بناها و بکارگیری مواد مناسب جهت مرمت امری ضروری است که با برنامه ریزی و سیاست گذاری کوتاه و بلند مدت در این زمینه تحقق می یابد.

منابع:

۱. آ.ج. جنتنز، جی، ال، استات، ترجمه حمید فرهمند بروجنی، فرهنگ فشرده رنگدانه های هنری، انتشارات سایه، چاپ اول ۱۳۷۸
 ۲. پوپ، آرتور اِپهام، ترجمه یعقوب آژند، سیرو صور نقاشی ایران، انتشارات مولی، چاپ اول ۱۳۷۸
 ۳. حامی، احمد، مصالح ساختمانی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۱
 ۴. دکتر حسینی، ابراهیم، بلورها و کانیها، نشر آبیژ، چاپ اول ۱۳۸۴
 ۵. کیانی، محمدیوسف، شهرهای ایرانی، سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، ۱۳۶۶
 ۶. کرنلیس، کلاین، ترجمه سروش مدبری، راهنمای کانی شناسی، مرکز نشر دانشگاهی، انتشارات تهران، ۱۳۸۰
- v.Boehger, K.G. Moertel fur die Erhaltung historischer Kalkputze. Bouhaus universitaet Weimer, Dissertation(۲۰۰۵)
۸. D. Camuffo, "Microclimate for Cultural heritage" Developments in Atmospheric Science ۲۳, National Research Council of Italy and university of padova, Italy, Third impression (۲۰۰۱)
۹. Spoto. Giuseppe, Ciliberto. Enrique "Modern Analytical Methods in Art and Archaeology" Wiley-Interscience(۲۰۰۰)
۱۰. Orna Virginia, Mary "Archaeological Chemistry, Organic Inorganic and Biochemical Analysis" American Chemical Society(۲۰۰۲)