

■ بررسی تطبیقی مرکب‌های خوشنویسی مورد استفاده در میان

ایرانیان، عثمانی‌ها، چینی‌ها، هندیان، و اعراب

زهراسلطنی | حمید فرهمند بروجنی | جلیل جوکار

■ چکیده

بشر زمانی که خواست آنچه را می‌اندیشد نقش کند، قدم به دنیای نگارش گذاشت. انسان، از دیرباز، برای انتقال مفاهیم و نوشتن از مرکب استفاده می‌کرد. از این رو، در تهیه اجزای مرکب‌ها و چگونگی ترکیب آنها با هم، دقت و تلاش ویژه‌ای داشته است. اما، متأسفانه پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه هنوز به درستی راهگشای کشف فنون ساخت مرکب‌های پیشین نیست و مشاهده شده که بسیاری از آثار قدیمی دچار آسیب شده‌اند. پس، پژوهش در این زمینه امری لازم و ضروری است.

هدف: شناخت و طبقه‌بندی مرکب‌های خوشنویسی ملت‌های ایران، عثمانی، چین، هند، و اعراب؛ و شناسایی مواد به کارگرفته شده در مرکب‌های ملل مذکور اهداف این پژوهش است. پرسش‌های پژوهش نیز عبارت‌اند از: آیا اجزای اصلی به کار گرفته شده در ساخت مرکب‌ها در ملل مختلف تقریباً یکسان بوده یا نه؟ و آیا شباهتی میان ترکیبات به کارگرفته در مرکب‌های ملل مذکور وجود داشته است؟

روش و رویکرد پژوهش: روش یافته‌اندوزی، کتابخانه‌ای و اینترنتی؛ و روش پردازش داده‌ها، توصیفی است.

یافته‌های پژوهش: نتایج نشان داد که در ترکیب اصلی مرکب‌های همه تمدن‌ها دو عنصر حضور دارد، یکی ماده رنگی (گیاهی، معدنی)، و دیگری بست (صمغ، سریشم ماهی، و مانند آن) است که باعث می‌شود رنگدانه به حالت معلق باقی بماند و پس از نوشتن، بر روی تکیه‌گاه بچسبند. در هر تمدن، با توجه به مواد بومی آن منطقه و برای اهداف متفاوت، افزودنی‌هایی به این اجزا اضافه می‌کردند.

کلیدواژه‌ها

مرکب‌های خوشنویسی، مرکب ایرانی، مرکب عثمانی، مرکب چینی، مرکب هندی.

مطالعات آرشیوی

فصلنامه گنجینه اسناد: سال بیستم و ششم، دفتر اول، (بهار ۱۳۹۵)، ۱۲۴-۱۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۲۳ ■ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۲



بررسی تطبیقی مرکب‌های خوشنویسی مورد استفاده در میان ایرانیان، عثمانی‌ها، چینی‌ها، هندیان، و اعراب^۱

زهرا سلطانی^۲ | حمید فرهمند بروجنی^۳ | جلیل جوکار^۴

مقدمه

زمانی که مسئله اشکال خط و کتابت در مصر حل شد، مصری‌ها به دلیل سختی کارِ نقر مطالب بر روی سنگ‌ها و تخته‌ها در پی چاره برآمده و به جای تیشه، از قلم؛ و به جای صفحه، از سنگ و تخته و کاغذ استفاده کردند. آنها موفق به اختراع رنگ‌های سیاه، قرمز، و سبز شدند و تخته مسطحی را به جای دوات مرکب درست کرده و در انتهای آن صفحه، سه سوراخ در آورده و رنگ‌های سه گانه سیاه، قرمز، و سبز را در آنها می‌ریختند و قلمی از چوب به جای تیشه آهنی تراش داده و خط الوان را به سطور افقی نوشته و باخط سیاه آنها را از هم جدا می‌کردند (ایرانی، ۱۳۶۳). اختراع مرکب قدمتی دیرینه دارد، اما به دلیل کمبود منابع دقیق، مشروح، و جامع، حق مطلب در این زمینه به خوبی ادا نشده است. می‌توان گفت تاریخچه دقیقی دربارهٔ مرکب وجود ندارد و آنچه وجود دارد تنها مواد فراوانی است که به کار برده شده، و تاریخ‌نویسان در ثبت اطلاعات و نگهداری و انتقال آنها مسامحه کرده‌اند. از آنجاکه هیچ‌گونه پژوهش جدی در این رابطه صورت نگرفته است؛ این پژوهش با هدف شناسایی ترکیبات مرکب‌های ملت ایران، عثمانی، چین، هند، و اعراب انجام گرفت. ابتدا، این پرسش پیش می‌آید که ترکیبات مرکب در هر کدام از ملل مذکور چه بوده است؟ و آیا ترکیبات این مرکب‌ها شباهتی با هم دارند؟

در این پژوهش، ابتدا منشأ مرکب، و سپس ساختار و ترکیبات مرکب‌ها در میان ملل

- این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مرمت اشیای فرهنگی و تاریخی، با عنوان «فن‌شناسی و آسیب‌شناسی مرکب مشکی و قهوه‌ای در آثار خوشنویسان معاصر و بررسی تأثیر افزودنی عسل بر ویژگی‌های بصری مرکب» است.
- کارشناس ارشد مرمت اشیای فرهنگی و تاریخی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران (نویسندهٔ مسئول)
zahasoltany@yahoo.com.
- مری مرمت اشیای فرهنگی و تاریخی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران
Farahmandhamid@gmail.com
- مری نگارگری، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران
jjokar@aui.ac.ir



مذکور، از زمان پیدایش مرکب در میان آنها تاکنون، بررسی و با منابع موجود، مقایسه، تحلیل، و نتیجه‌گیری می‌شود.

روش پژوهش: روش یافته‌اندوزی در این پژوهش کتابخانه‌ای و اینترنتی، و روش پژوهش توصیفی است.

پیشینه پژوهش

کاروالهو^۱ (۲۰۰۷)، مطالبی درباره تاریخچه مرکب، انواع مرکب، مرکب‌های رنگی، و آسیب‌های مرکب جمع‌آوری و نکاتی درباره چگونگی درمان مرکب‌های آسیب‌دیده بیان کرده است. بری (۲۰۰۷)، درباره انواع دوده (کربن)؛ تاریخچه، منبع، چگونگی ساخت، خصوصیات، ساختار شیمیایی، و مقایسه آنها با یکدیگر توضیحاتی ارائه کرده است. همچنین، درباره آنالیزهای دستگاهی از قبیل طیف‌سنجی تبدیل فوریه-مادون قرمز^۲ و تاریخچه‌ای از مرکب کربنی و آهن-مازو مطالبی دارد. در ایران نیز خسروی بیژانم رساله کارشناسی ارشد خود را با عنوان «فن‌شناسی و آسیب‌شناسی مرکب‌های سنتی و ارائه راهکارهای حفاظتی آن» در دانشگاه هنر اصفهان ارائه کرده است. در این رساله، از آنالیز نمونه‌های مرکب مورد نظر مشخص شد که دو نمونه مرکب سیاه در نسخ به‌کار رفته است. یک نمونه بیشتر از کربن (دوده) تشکیل شده و نوع دیگر، دارای عناصر میانی و سنگین است که در واقع، همان مرکب مخصوص ایرانی است (خسروی بیژانم، ۱۳۸۵). همچنین، وی، مقاله‌ای با عنوان «فن‌شناسی مرکب سیاه خوشنویسی» ارائه کرده است. لامعی‌رشتی، شکوهی، و اولیایی (۱۳۸۱)، در مقاله «معرفی روش پیکسی خارجی در آنالیز مرکب و کاغذ قدیمی» به این نتیجه رسیدند که مرکب‌های قدیمی حاوی مقدار گوگرد و آهن کمتری نسبت به مرکب‌های جدید هستند؛ در مقابل، عناصر میانی مرکب‌های قدیمی بسیار بیشتر از مرکب‌های جدید است. مایل هروی (۱۳۷۲)، در کتاب *آرایی در تمدن اسلامی*، مطالبی جامع درباره خوشنویسی، مرکب‌سازی، کاغذ، تذهیب و تجلید داده است. قلیچ‌خانی نیز در کتاب *رسالاتی در خوشنویسی و هنرهای وابسته*، به جمع‌آوری رسالاتی راجع به خوشنویسی و ساخت مرکب پرداخته است (قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳). ایو پورتر نیز در کتاب *آداب و فنون نقاشی و کتاب آرایی* به فنون ساخت رنگ‌ها و مرکب‌ها پرداخته است (پورتر، ۱۳۸۹). باین حال، پژوهش‌های انجام شده همه درباره فن‌شناسی و آسیب‌شناسی مرکب‌های قدیمی با استفاده از آنالیزهای دستگاهی صورت گرفته‌اند و پژوهشی جامع در رابطه با مطالعه تطبیقی مرکب‌های خوشنویسی ملل مختلف و مقایسه آنها با هم صورت نگرفته است.

1. Carvalho

۲. طیف‌سنجی تبدیل فوریه-مادون قرمز یکی از روش‌های آنالیز است که بیشتر برای شناسایی کیفی مواد آلی و برخی مواد معدنی به‌کار می‌رود و اساس کار آن بررسی نتیجه حاصل از برخورد امواج فروسرخ بر روی مواد است.



تعریف مرکب

در تعریف مرکب مطالب مختلفی ارائه شده است. برخی، بیشتر به تعریف واژگانی بسنده کرده‌اند؛ برای مثال آن را معادل حبر، دوده، نقس، سیاهی، و زغالاب دانسته‌اند. برخی نیز به وجه تسمیه آن توجه کرده و برای مثال گفته‌اند: «کلمه مرکب را تا زمان سعدی دوده می‌گفتند: چون دوده را مثلاً با زاج^۱ و مازو^۲ و صمغ^۳ و نبات تکمیل و بهتر می‌کردند؛ به آن دوده مرکب گفته‌اند و رفته رفته در استعمال، دوده را انداخته‌اند و برای سهولت استعمال، مرکب گفته‌اند (دهخدا، ۱۳۷۶). در گذشته به مرکب مداد یا مداد نیز گفته می‌شده و این نام‌گذاری بدان جهت بوده که قلم را مدد می‌دهد و کمک می‌کند تا بنویسد. همچنین، نام «مرکب» به این دلیل به کار رفته که از اجزاء مختلفی فراهم آمده است (فضائلی، ۱۳۸۶).

برخی دیگر، به ماهیت مادی انواع و وجه کاربردی مرکب توجه کرده‌اند؛ برای مثال گفته‌اند: «جوهر، مایعات یا خمیرهای رنگی است که برای نوشتن، نقشه‌کشی، رنگ‌زنی، نشانه‌گذاری، و چاپ به کار می‌رود. مرکب سیاه معمولاً شامل گالتانات آهن است که با اضافه کردن مازوهای خیس‌سازنده به محلول سولفات آهن به دست می‌آید و در این حالت محلول است و ذرات معلق ندارد (فرهنگ، ۱۳۷۹). یا ماده‌ای مایع یا ژلاتینی است که در کار نوشتن، نقاشی، لیتوگرافی، مهرزنی، و رنگ‌آمیزی کاربرد دارد. مرکب را با استفاده از انواع رنگینه یا سوسپانسیون رنگدانه‌هایی مثل دوده کربن درست می‌کنند. مرکب‌های نوشتاری معمولی، مرکب‌های آهن - مازو هستند که از ترکیب اسیدگالتانیک و زاج سبز (سولفات فرو) در مجاورت هوا تهیه می‌شوند (استات و جتتزر، ۱۳۷۸).

منشأ مرکب

منشأ مرکب به تاریخ نوشتن باز می‌گردد. زمانی که این هنر از دوران کتابت سنگی یا لوحه‌های گلی جلو افتاد، برای علامت‌گذاری با نی و قلم به موادی نیازمند بود. به دست آوردن مخلوطی سیاه یا رنگی برای این هدف دشوار نبود. می‌توان گفت پیدایش و تکوین مرکب چهل قرن قبل یا پیش‌تر شروع شد.

گفته می‌شود که ملل آسیایی و مصری‌ها هنر نوشتن را قرن‌ها زودتر از آنکه در اروپا مرسوم شود عملی کردند. بنابراین، می‌توانیم گزارش‌های مراحل تکامل مرکب نوشتن را در تعدادی از ملل آسیایی ارزیابی کنیم، در حالی که در آن زمان اروپا در سیاهی مطلق مدفون بوده است. «Deyo» کلمه عبری برای مرکب است که از روی سیاهی آن برگرفته شده است. ابتدایی‌ترین ترکیبی که بیش از دو هزار سال ممتد ساخته می‌شد، ترکیب ساده‌ای از گرد زغال چوب یا دوده به اضافه آب بود که گاهی هم به آن صمغ اضافه می‌شد.

۱. زاج گوهری است کانی که به نمک ماند و پنج رنگ می‌باشد. سرخ، زرد (شتر دندان)، سبز، سفید (شب یمانی) و سیاه (زاج الاساکنه). زاج یا زاگ از مواد سازنده مرکب است و در رنگ آمیزی کاربرد بسیار داشته است.
۲. مازو برجستگی‌های کروی شکل ۱۲-۲۰ سانتی‌متر است که تحت تأثیر گوش حشره مخصوصی به نام «سی‌نپس کالانتکوریا» بر روی جوانه‌های درخت بلوط مازر ایجاد می‌شود (قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳).
۳. صمغ که از اجزای اصلی مرکب است عبارت از مایعی چسبناک و لزج است که از برخی درختان ترشح می‌شود و در معرض هوا انجماد پیدا می‌کند (بهادری، ۱۳۸۵).



پلینی^۱، فرمولی برای مرکب نوشتن داده که به وسیله کاتبان یونان و روم استفاده می شد و از دوده زغال چوب و صمغ ساخته شده بود. او توضیح نمی دهد که چه مایعی برای مخلوط کردن آن به کار گرفته شده است، اما اشاره می کند که استفاده از مقداری اسید (سرکه) در مرکب یک ویژگی انقیاد در پایروس ایجاد می کند.

حکیمان راهب، ابتدا، با نسخه های شفاهی و سپس با نوشتن تلاش کردند روش های ساخت مرکب (هم سیاه و رنگی و هم مرکب های محرمانه) را به برادران جوان ترشان ابلاغ کنند، تا بدین گونه آنها را جاودانه سازند. همه معلومات سنتی و تمرین شده که تحت تصرف آنها بود به شکل دستنوشته های خلاصه شده ای بود که آنها با عنوان «رمزنامه^۲» نامیده بودند (کاروالهو، ۲۰۰۱). همانند بعضی از نقاشان، خطاطان منحصربه فرد نیز مرکب هایشان را خودشان آماده می کردند؛ از این رو، به کارگیری محرمانه دستورالعمل های ساخت مرکب باعث مفقود شدن آنها پس از مرگ ابداع کنندگان آن می شد (Khatibi & Sijelmassi, 1996).

انواع مرکب سیاه

مرکب های سیاه خوشنویسی به دو گروه عمده کربنی^۳ و آهن - مازویی^۴ تقسیم می شوند. مرکب های کربنی شامل دوده، صمغ عربی^۵، و آب می باشد و مرکب های آهن - مازو شامل سولفات آهن، مازو، آب و صمغ عربی است (خسروی بیژانم، ۱۳۸۵).

• مرکب کربنی

مرکب کربنی سیاه احتمالاً نخستین مرکبی است که نخستین بار استفاده شد. سابقه این مرکب تقریباً به ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در چین می رسد. آماده سازی آسان و دوام آن باعث استفاده فراوان برای نوشتن و طراحی در سراسر قرن ها و تا زمان حاضر شد (Stratis & Salvesen, 2002).

رنگدانه کربنی از زمان ماقبل تاریخ تا زمان حاضر به طور وسیعی استفاده می شد. ابتدایی ترین استفاده از مرکب کربنی برای نوشتن در مصر قدیم در ابتدای سرسلسله پادشاهان تقریباً ۳۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بود. این مرکب، به عنوان مرکب مرسوم نوشتن در سرتاسر دوره فراعنه ادامه پیدا کرد. در چین، ژاپن، و کره مرکب کربنی مشابهی برای خوشنویسی و نقاشی استفاده می شد (Berrie, 2007).

کربن، از سوزاندن روغن ها، چربی ها، رزین ها، استخوان، عاج، و هسته میوه ها به دست می آمد. دوده به دست آمده ساییده می شد تا پودری نرم به دست آید و بعد با آب مخلوط می شد. سپس، با صمغ ها و چسب های متنوع تکمیل می شد تا ویژگی های چسبندگی بهبود یافته و ترکیب پایدار شود. همچنین، رنگدانه را در یک سوسپانسیون نگه می داشته است.

1. Pliny

2. Secreta

3. Carbon Ink

4. Iron Gall Ink

۵. صمغ عربی که از درختی به نام صمغ

سنگالی بدست می آید، سفیدرنگ و

محلول در آب است و عمدتاً شامل

هیدرات های کربن است (صانعی، ۱۳۸۵).



دیگر افزودنی‌ها، مثل شکر، نبات، عسل، و زردآب گاو نر برای اصلاح ساختار، رنگ یا درخشش یا افزایش روانی مرکب گاهی اوقات اضافه می‌شد (Stratis & Salvesen, 2002). رنگدانه‌های کربنی در حلال‌های آلی و در آب و اسیدها و قلیاها نامحلول‌اند. آنها در مقابل گرما پایداری عالی دارند؛ اگرچه با عوامل اکسیدکننده واکنش فراوان می‌دهند و وقتی که آتش بگیرند خواهند سوخت. به‌عنوان مثال، دوده استخوان عاج^۱، خاکستری سفید باقی می‌گذارد، که به‌طور عمده فسفات کلسیم است. در این میان، گرافیت سخت‌تر از دیگر شکل‌های کربن سوخته می‌شود. رنگدانه‌های سیاه بر پایه کربن بسیار پایداری دارند و از نور تأثیر نمی‌پذیرند (Harley, 2001). اما این مرکب نسبت به آب حساس است و به راحتی لکه‌دار می‌شود (Mert, 2008).

مرکب‌های کربنی در آسیای غربی، مصر و دنیای غرب در سراسر دوره کلاسیک استفاده می‌شد (Berrie, 2007). در جهان غرب، مرکب کربنی شامل کم و بیش کربن خالص و یک صمغابه بود. خیلی زود، ماده ثابت کننده به مرکب کربنی اضافه شد و عبارت بود از مرکب آهن‌مازو که ساخته می‌شد و به‌صورت مخلوطی از دوده چراغ^۲ همراه با نمک‌های فلزی یا عصاره‌های گیاهی پوسته درختان یا مازوها (Stratis & Salvesen, 2002). گاهی اوقات مرکب‌های کربنی مخلوط با مرکب‌های مازویی فلزی استفاده می‌شد و به تدریج این مرکب‌ها جایگزین مرکب کربنی شد (Berrie, 2007).

• مرکب آهن‌مازو

نوع دیگر مرکب سیاه که از ترکیب زاج و مازو تولید می‌شود، مرکب آهن‌مازوست که در کشورهای اروپایی کاربرد گسترده‌تری دارد، و چندین دستورالعمل شامل سولفات آهن (II) و دوده برای آن وجود دارد (Mert, 2008). اگر از زردآب گیاهان به‌عنوان منبع پلی‌فنل استفاده شود (که اغلب همینطور است)، مرکب آهن‌مازو نامیده می‌شود (Stratis & Salvesen, 2002). گفته شده است که گالوتانات مرکب‌های آهنی (نمک آهن، مازو و صمغ) نخستین بار در قرن چهارم میلادی به‌کار گرفته شد. نمونه تاریخی‌ای که ظهور این مرکب را زودتر از این زمان ثابت کند در هیچ کتابخانه عمومی یا خصوصی یافت نشده است. زمانی گفته می‌شد مرکب مازویی منشأ ایتالیایی دارد، ولی اختراع این مرکب به یک کشور آسیایی اختصاص دارد و در مراحل تدریجی از راه عربستان، اسپانیا، و فرانسه به رم رسید. پس از آن، اطلاعات درباره آن از طریق کلیسا به هر جا که تمدنی وجود داشت رسانده شد (Carvalho, 2001).

ویژگی‌هایی که باعث شد مرکب مازویی جانشین مرکب‌های کربنی شود بدین قرار است: ۱. تولید ساده و ارزان، ۲. مواد اولیه ارزان، ۳. چسبندگی و نفوذ به سطح کاغذ یا پوست،

1. Ivory Black

2. Lampblack



و ۴). مسدود نکردن منافذ قلم (خسروی بیژانم، ۱۳۸۵).

مواد خام اصلی مرکب آهن مازو، سولفات آهن یا مس و مازوست. برخلاف مرکب کربنی سیاه، رنگ و شدت آن ناشی از واکنش شیمیایی است که یک مایع بنفش سیاه تولید می‌کند. نتایج گالوتانات آهن در ابتدا رنگ خفیفی دارد، اما اکسیداسیون سریع در هوای باز باعث تغییر آهن از فروس (آهن دو ظرفیتی $+Fe2$) به حالت فریک (آهن سه ظرفیتی $+Fe3$) می‌شود (Stratis & Salvesen, 2002).

مرکب ایرانی

روش‌های متعددی برای ساخت مرکب مشکی در رساله‌های خوشنویسی آمده است. براساس عنصر تشکیل دهنده رنگ مشکی، این مرکب‌ها به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند: ۱. مرکب‌های دوده‌ای، ۲. مرکب‌های مازو-زاج (رسوبات سیاه مازو و زاج)، و ۳. مرکب‌های مخلوط (دوده و مازو-زاج) (پورتر، ۱۳۸۹).

در هر سه مورد، یک عنصر پیوند دهنده (بست) که معمولاً صمغ عربی است، لازم است. به گفته عبدالله کوه‌دزی^۱ تا زمان ابن مقله، مبدع شیوه نسخ، همه خوشنویسان از مداد «آب مازو و زاج» استفاده می‌کردند و مرکب دوده و صمغ را به آنها اضافه کردند. تغلیسی، مرکب‌های مازو-زاج را حبر^۲ و مرکب‌های دوده‌ای را «مداد» نامیده است.

مرکب‌سازان و فرهنگ‌نویسان معاصر حبر را همان مرکب گفته‌اند. حال آنکه اجزای آن دو با هم فرق دارد و در ترکیب برخی گونه‌های حبر به هیچ‌عنوان از دوده استفاده نمی‌شود. همچنین، حبر سیاه و براق‌تر بوده و بر اثر نمیدیدگی و گذشت زمان تغییر نمی‌کرده است (مایل هروی، ۱۳۷۲).

رنگدانه اصلی مرکب خوشنویسی، دوده^۳ است و مواد دیگری مانند زاج، مازو، و صمغ عربی را نیز برای چسبندگی رنگدانه‌ها و قوام یافتن مرکب به آن می‌افزایند (قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳). صمغ عربی عامل پیوند دهنده بی‌نظیری برای مرکب‌ها و رنگ‌هاست.

در اغلب دستورالعمل‌های ساخت مرکب و لایقه در عمده‌الکتاب از صمغ عربی به‌عنوان بست [در ترجمه سهواً حلال ذکر شده است] نام برده شده است. علاوه بر این چهار جزء، که سیمی نیشابوری هم در دو بیتی مشهور «هم سنگ دوده زاج است...» ذکر کرده (پورتر، ۱۳۸۹) و در رسالات مختلف هم بیان شده، مواد دیگری نیز به مرکب افزوده می‌شد، که هر کدام بنا به دلایلی و بنا بر خواص متفاوتی که داشتند به مرکب اضافه می‌شدند. از جمله موردی که رنگ مرکب را مایل به سبز می‌کرد. کافور، مشک، و گلاب آن را خوشبو می‌کرد. خمیر کلوسینت (شحم حنظل^۴)، زهره گاو، و صبر زرد آن را از مگس محفوظ

۱. عبدا... کوه‌دزی: خوشنویس ایرانی که رساله‌ای در مورد ساخت انواع مرکب‌ها با نام ادات الکاتب را احتمالاً در زمان حکومت اکرشاه نوشته است.
۲. در حبر مواد سیاهی ترکیبی از مواد تانن‌دار و آهن است که بیشتر از پوست گردو و زاج تأمین می‌شود و نشاسته سوخته یا آرد سوخته از مواد تانن‌دهی است (پورتر، ۱۳۸۹).
۳. چون دوده از خام سوختن مواد نفتی حاصل می‌شود، دارای نوعی چربی است. هنگام ساختن مرکب خوشنویسی دوده را در خمیر گرفته و در توری می‌پزند تا چربی آن از میان برود (قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳).
۴. همسنگ دوده زاج است/ همسنگ هر دو مازو/ هم وزن هر سه صمغ است/ آنگاه زور بازو.
۵. حنظل: گیاه علفی خودرو و بیابانی است که ارزش دارویی داشته و مصرف زیاد آن سمی است (مظفریان، ۱۳۷۷).



می‌داشت. عسل باعث دوام رنگ مرکب در طول زمان می‌شد (فضائلی، ۱۳۸۶)، و دم‌کرده افسنتین در مرکب از تخریب کاغذ توسط موش‌ها جلوگیری می‌کرد (دوک، ۱۳۸۷). تعدادی از دستورالعمل‌ها پیچیده‌تر و دارای جزئیات بیشتر هستند. برای مثال «مرکب پرتا ووسی» علاوه بر دوده، زاج، مازو، و صمغ شامل بیست افزودنی دیگر می‌شود، از جمله زعفران، حنا، گرد طلا، لاجورد، و گلاب (Pourjavady, 2001).

برخی نکاتی که در ساخت مرکب خوشنویسی رعایت می‌شد در زیر آورده شده است:
۱. چربی دوده باید کاملاً از بین برود تا هنگام نوشتن مرکب یکنواخت باشد و بین حروف فاصله نیفتد (فضائلی، ۱۳۸۶)؛

۲. قبل از اینکه زاج به مرکب افزوده شود آن را بر روی صفحه‌ای فلزی بر روی آتش حرارت می‌دادند تا گوگرد موجود در آن از بین برود و از خاصیت اسیدی آن کاسته شود و در ضمن استفاده بیش از حد زاج مرکب را می‌سوزاند؛

۳. آب مازو را می‌جوشانند یا مدتی می‌گذاشتند بماند تا تخمیر سریع‌تر صورت بگیرد (مایل هروی، ۱۳۷۲)؛ و

۴. ترکیب مرکب (مواد ممزوج شده) باید به خوبی ساییده شود و در رسالات ذکر شده که هرچه بیشتر ساییده شود بهتر است و گفته‌اند که کمتر از صد ساعت نباشد (فضائلی، ۱۳۸۶).

در رسالات بیان شده که مرکب خوب مرکبی است که سیاه و براق و روان باشد و اگر نوشته در آب بیفتد تغییر نکند (فضائلی، ۱۳۸۶) و برخی مواردی که خوشنویس در هنگام استفاده از مرکب باید رعایت کند به شرح زیر بیان شده است:

۱. باید مراقب بود که مرکب غلیظ نشود؛
۲. مرکب نباید در دوات آهنین ریخته شود که اگر چنین شود پس از مدت کوتاهی [آهن] را فاسد می‌کند؛

۳. دیگر اینکه مرکب از سرمازدگی حفظ شود که زیانی بالاتر از آن برای مرکب نیست؛
۴. آب تمبر هندی نیز از موادی است که اگر در مرکب ریخته شود باعث می‌شود که با آن مرکب نتوان به خوبی نوشت (قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳)؛

۵. خوشنویس باید لایقه را در همراه تعویض کند و زمانی که دست از نوشتن برمی‌دارد در دوات رابگذارد تا از گرد و غبار محفوظ مانده و خط را تباہ نسازد (فضائلی، ۱۳۸۶)؛ و
۶. همچنین، خوشنویس در محلی که باد می‌وزد یا شعاع آفتاب باشد خوشنویسی نکند (قلیچ‌خانی، ۱۳۷۳).

مرکب عثمانی

استفاده از مرکب توسط ترک‌ها به قدمت تمدن آسیای میانه است. عثمانی‌ها در ساخت



مرکب خوشرنگ و باکیفیت مشهور بودند. مرکب‌سازی در امپراتوری عثمانی یک هنر بود. ترک‌ها مسئولیتی در قبال تقاضاهای خوشنویسان دریافته بودند و مرکب‌ها طبق نوع خوشنویسی تولید می‌شدند. به‌دست آوردن دوده و ساخت مرکب شغل‌های متفاوتی بودند. مواد و روش‌های متعددی برای ساخت مرکب به‌کار گرفته می‌شد. گفته شده که در قرن ۱۷ در چهل کارگاه ساخت مرکب‌سازی استانبول ۶۵ نفر اشتغال داشتند. آنها مرکب را با سوزاندن موی بز سیاه و مخلوط خاکستر آن با صمغ و زاج به‌دست می‌آوردند. دونه‌ی مرکب سیاه وجود داشت: یکی با دوده آماده می‌شد که مرکب دوده‌ی چراغ نام داشت، درحالی که مرکب‌های دیگر از زاج و مازوها ساخته می‌شدند. جزء اصلی مرکب دوده‌ی چراغ است که از سوزاندن موادی مانند روغن بزرک، موم، نفتا یا نفت تهیه می‌شد، بدین ترتیب که رسوب دوده در کاسه سفالی وارونه بر بالای چراغی که روغن را می‌سوزاند جمع‌آوری می‌شد. با پخت دوده جمع‌آوری شده در مرکز یک گلوله‌ی خمیر، پسماند روغن آن را بیرون می‌کشیدند و حاصل آن رنگدانه‌ای حاوی مقدار زیادی کربن بی‌شکل بود. عثمانی‌ها، بسیاری از رنگدانه‌های مختلف را در تصویرها در کنار رنگدانه‌های سیاه استفاده می‌کردند. در خوشنویسی عثمانی، رایج‌ترین مرکب رنگی که استفاده می‌شد قرمز، زرد، سفید، طلایی، آبی، و سبز بود. رنگ سفید (سفیدآب شیخ)، برای سرصفحه‌ها یا عنوان‌گذاری‌ها در تزئین قرآن‌ها استفاده می‌شد. مرکب قرمز در نسخ خطی، بیشتر برای عنوان‌ها و نقطه‌گذاری استفاده می‌شد. در دوره عثمانی خوشنویسان زبان‌هایشان را برای تصحیح اشتباهاتشان به‌کار می‌گرفتند اصطلاح ترکی «زبان زدن جوهر» برای افراد تعلیم دیده‌ای که این عمل را آغاز کردند به‌کار برده شد (Mert, 2008).

سرآغاز مرکب در چین

در وقایع‌نگارهای چینی آغاز افسانه‌واری برای مرکب آورده‌اند و اختراعش را به «تیان ژن» نسبت می‌دهند که در دوران هوانگ‌دی، امپراتور زرد، می‌زیست. این افسانه مسلماً گویای حقیقت درباره سرآغاز واقعی مرکب نیست (ژان، ۱۳۸۶). مرکب رایج در چین و ژاپن و کره مرکبی بوده که بر دوده چراغ یا دوده چوب پایه‌گذاری شده است (Berrie, 2007). ژاپنی‌ها، واژه انگلیسی مرکب (ink) را به هر نوع مرکب ناپایدار اطلاق می‌کنند و مرکب جامد را به نام چینی آن سومی (sumi) می‌نامند (ژان، ۱۳۸۶).

سومی، مخلوط خوبی از کربن و چسب حیوانی به اضافه تنوعی از دیگر مواد است که به‌طور یکنواخت پخش شده است. قدیمی‌ترین شکل کربن برای ساخت مرکب، به‌خصوص در منابع تاریخی، دوده است که با سوزاندن چوب صنوبر حاصل می‌شد. «فرانک^۲» اشاره

1. Licking Ink

2. Frank



می‌کند که دیگر نمونه‌های چوب شامل کاج خمره‌ای و درخت غان هم استفاده می‌شد. در دستورالعمل‌های مرکب «کوامین یا شو»^۱، رنگدانه یک دوده نرم الک شده از میان پارچه ابریشمی و ماده چسباننده سریشم حیوانی بود. با وجود این، سفیده تخم مرغ هم اضافه می‌شد و احتمالاً کارکرد واسطه چسباننده را داشت. دستورالعمل تهیه آن شامل صدف خرد شده هم می‌شود، در حالی که دستورالعمل‌های بعدی گاهی اوقات شامل پودر شاخ گاو میش یا «لاک الک»^۲ خشک شده هم می‌شد. از جمله مواد دیگر، که به مرکب اضافه می‌شد یک رنگینه سبز از درخت «qin» بود. از ژلاتین حاصل از پوست حیوانات بزرگ، شاخ گوزن، و پوست ماهی به عنوان سریشم به طور مکرر استفاده می‌شد. در چین، استفاده از پوست گاو ماده و گاو میش، اغلب به عنوان بهترین پوست‌ها برای تولید سریشم ذکر شده است. البته، در چندین نقل نیز از شاخ گوزن به عنوان بهترین چسب برای مرکب‌سازی نام برده شده است. عطرها یا مانند کافور یا مشک را برای جذاب‌تر کردن مرکب برای خریدار به مرکب اضافه می‌کردند. علاوه بر این، این مواد، مرکب را حفظ و بوی به وجود آمده از تجزیه باکتری‌ها را پنهان می‌کنند. وقتی که خمیر کربن و محلول چسب آماده شد، اجزای مرکب در قالب‌های یک یا قالب‌های چوبی به شدت فشرده می‌شدند (Winter, 2008). در غرب آسیا، تاریخ مرکب اشتراکاتی با نقاشی‌ها دارد؛ به عنوان مثال، خوشنویسی می‌تواند به عنوان یک اثر هنری شبیه یک نقاشی مطرح شود و قلم‌مو برای هر دو هنر استفاده می‌شد (Berrie, 2007). مرکب‌های نوشتاری چینی نیز نقشی مهم در نقاشی‌های چینی دارند و نوشته‌های چینی بسیار جذاب‌تر از طرح‌های نقاشی شده بودند، یعنی تفاوت عمده‌ای بین آن دو وجود نداشت و هر دو آموخته یک سبک بودند (Verlag, 1975).

زمانی، بسیاری از چین‌شناسان بر این عقیده بودند که نوعی از جلا یا لاک الک، مقدم بر اختراع مرکب نوشتن بوده است. لاک الک، به احتمال زیاد برای اهداف خاصی مانند کتیبه‌های فلزی یا دیگر سطوحی استفاده می‌شد که مرکب آبی بر روی آن کشیده نمی‌شد. ماده دیگری که «مرکب سنگی»^۳ نامیده می‌شود، همزمان با اوایل اختراع مرکب به کار برده می‌شد. با وجود اینکه شبهه‌های زیادی در مواد تشکیل دهنده آن وجود دارد، اما ماده اصلی آن گرافیت است که بدون آماده‌سازی خاصی برای نوشتن استفاده می‌شد و به عنوان یک ماده معدنی در چین یافت شده است. ماده دیگری که استفاده می‌شد گرد زغال سنگ بوده که احتمالاً با یک بست (یک ماده نفتی یا قیر طبیعی) استفاده می‌شد (Winter, 2008).

مرکب‌های چینی مورد استفاده در آثار هنری گاهی اوقات رنگ مایل به قهوه‌ای و گاهی ته‌رنگ مایل به آبی داشته‌اند، که این تجلی به اجزای شاکله مرکب مربوط می‌شود. بر اساس ساخت دوباره آنها ثابت شده است که مرکب‌های مایل به آبی از دوده صنوبر و

1. Qimin yao shu
2. Lacquer
3. Stone Ink



مرکب‌های مایل به قهوه‌ای از دوده چراغ ساخته شده‌اند. ساخت مرکب چینی به مخلوط کردن رنگدانه کربن با بست سریشمی و ضربه‌های حساب شده ای برای مخلوط کردن نیاز دارد (Berrie, 2007).

مرکب هندی

مرکب هندی^۱ که گاهی مرکب چینی نامیده می‌شود، در واقع همان مرکب چینی است که بعدها به نام مرکب هندی رواج یافت (Carvalho, 2001). این ماده دوده چراغ است که از سوخت ناقص چوب کاج یا نفت در ظروف سفالین به دست می‌آید (استات و جتنتز، ۱۳۷۸). در هند، مرکب زغال چوب به خوبی مرکب دوده چراغ ساخته می‌شد (Berrie, 2007). هندی‌ها، نوشته‌های خود را با قلم آهنی می‌نوشتند. آنها، پوست درخت را نازک و هموار می‌کردند و سپس با میله‌های آهنی حروف را روی آن می‌کنند، مرکب را روی آن مالیده و سپس آن را پاک می‌کردند. رنگ سیاه مرکب در گودی‌های خط کنده شده باقی می‌ماند (یساولی، ۱۳۶۳).

در خطاطی هندی، رنگ‌مایه سیاه بدین روش به دست می‌آمد. ابتدا، با روشن کردن فتیله‌ای که در روغن کنجد قرار می‌گرفت، دوده در یک ظرف سفالی جمع می‌شد. سپس، مقدار کافی از این دوده با مقداری صمغ عربی مخلوط می‌شد تا مرکب یا جوهر هندی به دست آید (شعشعی، ۱۳۷۷).

این مرکب، در چین، با یک قلم یا مغز نی برنج که کاغذ هم با آن ساخته می‌شد به کار می‌رفت. این مرکب به آسانی از بین نمی‌رود. زمانی که مقدار کمی بیکرومات آمونیوم یا پتاسیم به آن اضافه شود و کاغذ حاوی مرکب در معرض پرتوافکنی اشعه‌های خورشید قرار گیرد، در مدت کوتاهی تبدیل به ترکیب صمغی نامحلولی می‌شود که با هیچ نوع ماده شیمیایی برداشته نمی‌شود. امروزه، این مرکب بیشتر برای طراحی و درشت‌نویسی استفاده می‌شود تا اهداف تجاری. این مرکب مزیت‌های بسیاری در طراحی دارد، اما استفاده از آن برای رنگ سیاه در نقاشی مینیاتور زیاد مناسب نیست.

آماده‌سازی مرکب هندی به آسانی دیگر ترکیباتی است که توسط چینی‌ها استفاده می‌شود. پیش از این در هیچ منبع موثقی ساخت آن به روشنی بیان نشده است، اما آزمایش نشان می‌دهد از زغال استخوان‌های ماهی یا مواد گیاهی که با آهار سریشم ماهی یا آهار دیگری مخلوط شده، ساخته شده است و احتمالاً عسل یا نبات را هم برای جلوگیری از ترک خوردنش به آن اضافه می‌کردند (Carvalho, 2001). نقاشان به ترکیب این مرکب چندان علاقه‌مند نبودند، اما مرکب هندی را به دلیل شفافیت و روانی‌اش می‌ستودند. چسبندگی

1. Indian Ink



مرکب‌های هندی متفاوت بود (Harley, 2001).

مرکبی که در اروپا به نام مرکب هندی فروخته می‌شود، ارتباطی با هند ندارد و این مرکب پاک‌نشدنی است (چون دارای نوعی صمغ است). ترکیب این مرکب بر حسب نوع صمغ به کاررفته تغییر می‌کند (ژان، ۱۳۸۶).

مرکب در میان اعراب

روش‌های عربی ساخت مرکب پیچیده‌تر بودند. در ابتدا، دوده چراغ با سوزاندن روغن، قیر یا کلوفا ساخته می‌شد. پس از آن، با صمغ و عسل آمیخته می‌شد و سپس در قالب‌های کوچک کیک یا شیرینی فشرده می‌شد و در موقع نیاز با اضافه کردن آب، مورد استفاده قرار می‌گرفت. در حدود ۱۲۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، چینی‌ها این روش را کامل کردند و مرکبی ساخته شد که در آن رنگ سیاه دوده با دود کردن چوب صنوبر و روغن چراغ مخلوط با سریشم ماهی و مشک برای اصلاح بوی روغن به کار می‌رفت. در مصر، مرکب غلیظ از آب و دوده با اضافه کردن تثبیت‌کننده‌ای مانند صمغ ساخته می‌شد. عنوان‌ها، سرنامه‌ها، و سرفصل‌ها با مرکب قرمز نوشته می‌شد که نوعی شنگرف (سولفید جیوه) یا اکسید سرب بود (ژان، ۱۳۸۶). مصری‌ها، گاهی از رنگ قهوه‌ای سپیا^۱ برای رنگ کردن نقش‌ها و نوشته‌های روی سنگ‌ها استفاده می‌کردند که در میان مرکب‌های طبیعی بادوام‌ترین است (Carvalho, 2001).

تنها رنگ مشکی یافت شده در همه نمونه‌ها کربن بی‌شکل است. رنگدانه‌ای که به احتمال زیاد دوده چراغ باشد و با سوزاندن مواد گیاهی یا روغن یا زغال تولید شده است. کربن استفاده شده با روش‌های متفاوت با استفاده از مواد خام متفاوت یا حتی اجزای نرم‌تر دوده چراغ و ترکیبات بزرگ‌تر زغال تولید می‌شد (Middleton & Uprichard, 2008).

در مغرب^۲، مرکب سیاه از پشم گرفته شده از شکم گوسفند درست می‌شد. بدین ترتیب که کلاله‌های پشم در یک ظرف سفالی که بالای آتش قرار داده شده بود تکه تکه می‌شد، تا سوخته شود. سپس، با سنگ ساییده و بعد به آن آب اضافه می‌شد و این ترکیب حرارتی دوباره می‌دید که در نتیجه خمیری به دست می‌آمد که پس از خنک شدن سخت و سفت بود. این خمیر در موقع نیاز در آب حل می‌شد و بسته به میزان رقیق‌سازی، مرکب سیاه یا قهوه‌ای به دست می‌آمد (Khatibi & Sijelmassi, 1996).

1. Sepia

2. Maghreb

نتیجه‌گیری

بر اساس مطالب بیان شده می‌توان گفت تفاوت چندانی در ترکیب مرکب‌های مورد استفاده توسط اقوام تمدن‌های مورد مطالعه وجود ندارد و اجزای اصلی مرکب‌های مورد استفاده در تمام تمدن‌ها تقریباً یکسان بوده است. تا قبل از استفاده از مرکب آهن مازو از مرکب‌های کربنی استفاده می‌شد که ماده اصلی آن دوده بود که از سوزاندن مواد مختلف از جمله روغن‌ها و چوب درختان به دست می‌آمد و اغلب با صمغ مخلوط می‌شد. بعدها، به این ترکیب مازو اضافه شد و مرکب آهن - مازو جایگزین مرکب کربنی شد. آنچه از نتایج پژوهش به دست آمد این بود که در ترکیب اصلی مرکب‌های همه تمدن‌ها دو عنصر ضرورت کامل دارد: ماده رنگی (رنگینه گیاهی یا معدنی)؛ و بست (صمغ، سریشم ماهی) که باعث می‌شود ماده رنگینه به حالت معلق باقی بماند و به تکیه‌گاه مورد نظر بچسبد. در هر تمدنی، با توجه به مواد بومی آن منطقه، مواد رنگی و بست‌های مختلف تهیه می‌شد. علاوه بر این، برای اهداف متفاوت، از جمله بهبود کیفیت مرکب، افزودنی‌هایی به این اجزاء اضافه می‌کردند. این افزودنی‌ها متنوع بودند. در نهایت، هر مرکب با توجه به مواد تشکیل‌دهنده آن، ویژگی‌ها و خواص متفاوتی پیدا می‌کرد. در جدول ۱ می‌توان نتایج اطلاعات به دست آمده از ترکیبات مرکب در میان ملل ایران، عثمانی، چین، هند، و اعراب را با هم مقایسه کرد.

ردیف	نام تمدن	نوع دوده	زاج	مازو	نوع بست	افزودنی‌ها	
						مواد رنگ‌زا	دیگر
۱	ایران	+	+	+	صمغ عربی	زعفران، حنا، گرد طلا، لاجورد، مورد	کافور، مشک، گلاب، شحم حنظل، زهره گاو، صبر زرد، افسننتین، عسل
۲	عثمانی	موی بز سیاه، روغن بزرک، موم، نفتا، نفت	+	+	صمغ	-	-
۳	چین	چوب صنوبر، چوب کاج خمرهای، چوب درخت غان، گرد زغال سنگ	-	-	سفیده تخم مرغ، زلاتین [شاخ گوزن، پوست ماهی، پوست گاو ماده، پوست گاو میش، شاخ گاو میش]، لاک الکل	رنگینه درخت qin	کافور، مشک، صدف خرد شده
۴	هند	چوب کاج، نفت، زغال استخوان‌های ماهی، مواد گیاهی، روغن کنجد	-	-	صمغ عربی، سریشم ماهی	-	عسل، نبات
۵	اعراب	روغن چراغ، قیر، زغال، کلوفان، چوب صنوبر، پشم شکم‌گوسفند	-	-	صمغ، سریشم ماهی	شنگرف (سولفید جیوه)، اکسید سرب	مشک، عسل

جدول ۱

مقایسه ترکیبات مرکب
در میان ملل ایران،
عثمانی، چین، هند
و اعراب

منبع

- استات، جی. ال. و جتنر، آر. ج. (۱۳۷۸). *فرهنگ فشرده رنگدانه‌های هنری* (حمید فرهمند بروجنی با همکاری حمیدرضا بخشنده فرد، مترجمان). اصفهان: گلدسته.
- ایرانی، عبدالمحمد (۱۳۶۳). *پیدایش خط و خطاطان*. تهران: یساولی.
- بهادری، رویا (۱۳۸۵). *شیمی آلی: مبانی و کاربرد در حفاظت و مرمت آثار تاریخی*. تهران: پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی - فرهنگی و رسانه پرداز.
- پورتر، ایو (۱۳۸۹). *آداب و فنون نقاشی و کتاب‌آرایی* (زینب رجبی، مترجم). تهران: متن.
- جهانشاهی افشار، ویکتوریا (۱۳۸۰). *فرآیند روش‌های رنگرزی الیاف با مواد طبیعی*. تهران: دانشگاه هنر.
- خسروی بیژان، فرهاد (۱۳۸۵). *فن‌شناسی و آسیب‌شناسی مرکب‌های سنتی و ارائه راهکارهای حفاظتی آن*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده مرمت.
- دوک، جیمز آ (۱۳۸۷). *فرهنگ گیاهان دارویی* (زهره آموزگار، عبدالعلی محقق‌زاده و محمدرضا شمس‌اردکانی، مترجمان). تهران: مارلیک.
- دهخدا، علی‌اکبر (۱۳۷۶). *لغتنامه دهخدا*. تهران: دانشگاه تهران.
- ژان، ژرژ (۱۳۸۶). *تاریخچه مصورالقب و خط* (اکبر تبریزی، مترجم). تهران: علمی و فرهنگی.
- شعشی، محمد (۱۳۷۷). *بررسی تطبیقی ساختار، محتوا و مصالح نگارگری اسلامی هند و ایران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر تهران، دانشکده هنرهای کاربردی.
- صانعی، صفدر (۱۳۷۵). *نسخه شفا* (۲). تهران: حافظ نوین.
- فرهنگ، پرویز (۱۳۶۶). *فرهنگ مواد*. تهران: عرفان.
- فضائلی، حبیب‌الله (۱۳۷۶). *تعلیم خط*. تهران: سروش.
- قلیچ‌خانی، حمیدرضا (۱۳۷۳). *فرهنگ و اصطلاحات خوشنویسی و هنرهای وابسته*. تهران: روزنه.
- (۱۳۷۳). *رسالاتی در خوشنویسی و هنرهای وابسته*. تهران: روزنه.
- لامعی رشتی، محمد؛ شکوهی، فرح؛ اولیایی، پروین (۱۳۸۱). معرفی روش پیکسی خارجی در آنالیز مرکب و کاغذ قدیمی، *نامه بهارستان*، ۳(۲)، ۴۳۱-۴۳۶.
- مایل‌هروی، نجیب (۱۳۷۲). *کتاب‌آرایی در تمدن اسلامی: مجموعه رسائل در زمینه خوشنویسی، مرکب‌سازی، کاغذگری، تذهیب و تجلید*. مشهد: آستان قدس رضوی.
- محمدپور، عزیز (۱۳۸۶). *ارزش خط و سیر تکاملی و تاریخی آن*. تهران: فرهنگ.
- مظفریان، ولی‌الله (۱۳۷۷). *فرهنگ نام‌های گیاهان ایران*. تهران: فرهنگ معاصر.
- هادیان دهکردی، منیژه (۱۳۸۶). *کاربری پژوهش‌های آزمایشگاهی در حفاظت و مرمت بناهای تاریخی (مواد و مصالح)*. تهران: دانشگاه تهران و پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی - فرهنگی.
- یساولی، جواد (۱۳۶۳). *پیدایش و سیر تحول هنر خط*. تهران: یساولی.



- Berrie, Barbara H. (2007), Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics, Archetype Publications ltd, London.
- Carvalho, David N. (2007), Forty Centuries of Ink, Echo library Available: <http://www.manybooks.net.pdf>(accessed 10 december 2011)
- Harley, R. D. (2001), Artists' Pigments C. 1600-1835, Archetype Publications ltd, London.
- Khatibi, Abdelkebir & Sijelmassi, Mohammed(1996), The Splendor of Islamic Calligraphy,Thames and Hudson, New York.
- Keheyani, Y. , and L Giulianelli. 2006. **IDENTIFICATION OF Historical Ink Ingredients Using Pyrolysis-GC-MS. A Model Study**, e-Preservation Science 3: 5-10.
- Mert, Esra(2008), A Comparative Study on Chemical Characterization of Different Ink Ingredients Used in Ancient Ornamented Manuscripts, Master of Sience Inarchaeometry, Middle Easttechnical University. Available:<http://www.scirus.com.pdf>(accessed 21 december 2011)
- Middleton, Andrew & Uprichard, Ken(2008), The Nebamun Wall Paintings: Conservation, Scientific Analysis and Display the British Museum, Archetype Publications ltd, London.
- Pourjavady, N. (2001), Splendour of Iran, E booth-Clibborn & Booth-Clibborn Editions, London.
- Senvaitiene, J. , and A Beganshiene. 2005. **Characterriziation of historical writing inks by different analytical techniques**, chemija, 3-4: 34-38.
- Stratis, Harriet k & Salvesen Tbritt(2002), The Broud Spectrum: Studies in The Materials,Techniques, and Conservation of Color on Paper, Archetype Publications ltd, London.
- Wehlte, Kurt(1975), The Materials and Techniques of Painting, Translated by Ursus Dix, Van nostrand Reinhold Company ltd, Newyork.
- Winter, John(2008), East Asian Paintings: Materials, Structures and Deterioration Mechanisms, Archetype Publications ltd, London.

