

تعیین اصالت اسناد و نسخه‌های خطی با استفاده از روش‌های علمی و آزمایشگاهی

در دفتر پنجم نامه بهارستان در بخش «گونه‌گون» مقاله‌ای از مرحوم استاد مینوی درباره «کاپوسنامه فرای» به چاپ رسیده است (۱۶۵ - ۱۸۷) که در ضمن نکات بسیار جالب و آموزنده - و گاه تأسف بار - اشاره‌ای نیز به وجود رنگ آبی پروس در نسخه دیوان معزی شده است. از آنجا که رنگ آبی پروس از حدود اواخر قرن هجدهم میلادی به ایران راه یافته است^۱، استفاده از این رنگ دلیلی بر جعلی بودن نسخه قلمداد شده و در آن مقاله با تأسف بسیار تأکید شده است که: «یک کاپوس نامه درست کردن برای یک مدلس و مزور ماهر، کار بچگانه‌ایست و در ایران هنوز تهیه کاغذ و مرکب و رنگ‌ها به شیوه قدیم آسانست، بعد از این آن اشتباه لوس مردم تازه کار را که به کاربردن رنگ آبی پروس باشد کسی تکرار نخواهد کرد و هر نسخه‌ای که تازه‌تر ساخته شود به مرحله کمال نزدیک‌تر و قدیمی‌تر بودن آن محرزتر جلوه خواهد کرد» (ص ۱۷۲).

این جملات انگیزه‌ای شد تا به طور مختصر به بحث جعل اسناد و نسخ خطی و روش‌های علمی و آزمایشگاهی که امروزه برای تعیین اصالت این اسناد به کار می‌رود پرداخته شود. البته این مختصر تنها سعی در بازکردن باب این بحث دارد و معرفی و بحث همه جانبه و دقیق‌تر فرصت دیگری می‌طلبد. به دلیل حساسیت این بحث، در این نوشته به توصیف عمیق و شرح همه جانبه روش‌ها نیز پرداخته نشده است. البته شاید اکنون دیگر کسی اشتباه استفاده از رنگ آبی پروس را در جعل اسناد تکرار نکند و جاعلان نیز پایه پای پیشرفت‌های علمی، روش‌های خود را بهبود بخشیده و سعی در به کمال رساندن آنها داشته باشند، اما امروزه روش‌های آزمایشگاهی که به ویژه در بحث جرم‌شناسی و یا تعیین اصالت اشیای باستانی (بخشی از مبحث باستان‌سنجی) به کار می‌رود و همکاری مستمر بین دانشمندان علوم طبیعی و کارشناسان آثار تاریخی و نسخه‌شناسان به چنان پیشرفت‌های حیرت‌انگیزی نائل آمده که باید گفت اگر مجموعه دار یا موزه‌داری شی‌ای یا نسخه‌ای جعلی خریداری کند، بدون اینکه با استفاده از روش‌های علمی از اصالت آن مطمئن شده باشد، مقصر تنها خود اوست. پیداست که جاعلان اشیای و نسخ خطی معمولاً به صورت گروهی کار می‌کنند. در جعل نسخ خطی، اهل دانش، خطاط، صورتگر و هنرمند - البته همه بی‌وجدان -، با همکاری یکدیگر نسخه‌ای را جعل می‌کنند. بالاخره جاعلان باید اطلاعات کافی از زبان و ادبیات داشته باشند و به خوبی بدانند که مثلاً چگونه پوست یا کاغذ را با چای یا مواد دیگر رنگ کنند تا قدیمی به نظر رسد. اما جاعل تمام حواس خود را بر شکل ظاهری اثر متمرکز می‌کند تا شباهت را به کمال برساند، در حالی که روش‌های تجزیه و مشاهده آزمایشگاهی باطن اثر را می‌کاوند.

وجود روش‌های علمی و آزمایشگاهی بدان معنا نیست که تعیین اصالت اشیای و نسخ خطی کاری است سهل و مانند تهیه یک عکس می‌توان اصالت یا جعلی بودن نسخه را در عرض چند ساعت (یا حتی چند روز) به اثبات رساند. همان گونه که بررسی یک نسخه با روش‌های علمی سندشناسی کاری است پرزحمت و دشوار و اغلب نسخه‌شناسان برای تعیین اصالت و تصحیح انتقادی نسخ نیاز به صرف مدت‌ها وقت و تحقیق و تتبع بسیار دارند. بررسی آزمایشگاهی نسخ خطی نیز شامل روش‌های پیچیده‌ای است که نیاز به صرف ماه‌ها وقت، همکاری نزدیک نسخه‌شناسان و کارشناسان آزمایشگاه و

۱. رویابهداری، «شناسایی اجزای یک نقاشی دیواری به روش طیف سنجی زیر قرمز تبدیل فوری FT-IR»، مجموعه مقالات پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی - فرهنگی (تهران: پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی - فرهنگی، ۱۳۷۷)، ص ۹۷-۱۰۳.



نیز تخصیص بودجه‌ای مناسب دارد و البته انجام آزمایش بر روی نسخه‌های خطی تنها هنگامی توصیه می‌شود که نسخه شناس پس از بررسی‌های دقیق درباره ساختار نسخه و انجام مراحل نسخه‌شناسی باز هم در اصالت آن تردید داشته باشد.

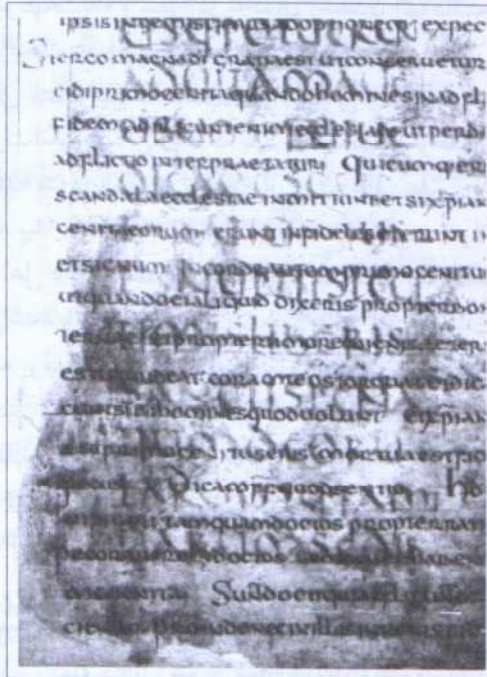
نمونه‌هایی از تعیین اصالت اسناد و نسخ خطی با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی

از صدها سال پیش بازار ایشیا جعلی شکوفا بوده و تا امروز نیز تقاضای روزافزونی برای خرید ایشیا و آثار تاریخی وجود دارد و موزه‌های نوپا و مجموعه‌داران، خریداران اصلی این ایشیا هستند. اگرچه اکنون انگیزه اصلی جعل ایشیا و اسناد تاریخی سودجویی و مسائل مادی محسوب می‌شود، اما در طی تاریخ انگیزه‌های مختلفی برای جعل اسناد وجود داشته است. استاد مایل هروی در کتاب تاریخ نسخه‌پردازی و تصحیح انتقادی نسخ خطی، نمونه‌های جالب توجهی از جعل و دستکاری نسخ خطی را ذکر می‌نماید که تنها به قصد سودجویی مادی انجام نگرفته است.^۲

در اروپای قرون وسطی، جعل اسناد به دست راهبان صومعه‌ها اغلب وسیله‌ای برای تملک زمین و املاک و یا کسب برخی امتیازات مالی برای صومعه بوده است. آنان اغلب اسناد قدیمی را می‌شستند تا فرمانی مبنی بر امتیازات مالی یا اسناد تملک زمین را بر آن بنویسند. جاعلان گاه صفحات و قسمت‌های نانوشته اسناد اصل را مورد استفاده قرار می‌دادند تا بر روی آن مطالب مورد نظر خود را بنویسند. اغلب اسناد به دست آمده از صومعه‌های فرانسه و آلمان، مربوط به قرون یازدهم و دوازدهم میلادی جعلی هستند. در این برهه از تاریخ اروپا، امپراتوری روم تضعیف شده بود و آرشیه‌های معتبری برای نگهداری اسناد وجود نداشت. مثلاً سندی مربوط به قرن یازدهم میلادی از صومعه سنت دنیس (St. Denis) پاریس به دست



تصویر ۲: یک پاپیروس مصری.



تصویر ۱: برخی اوقات اسناد قدیمی شسته می‌شدند و اسناد جدیدی بر روی آنها نوشته می‌شد. در این تصویر سندی از اول هجری قرن هفتم میلادی دیده می‌شود که بر روی فرمانی از قیصر روم مربوط به قرن چهارم میلادی نوشته شده است. در اصل سند خطوط زیرین کاملاً شسته و محو شده بود. با استفاده از روش‌های شیمیایی و عکسبرداری ماوراءبنفش خطوط زیرین آشکار شده است.

۲. نجیب مایل هروی، تاریخ نسخه‌پردازی و تصحیح انتقادی نسخه‌های خطی (تهران: وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، ۱۳۸۰)، ص ۴۹-۶۰.

آمده است که نشان می دهد در قرن هشتم میلادی پادشاه وقت اختیارات و امتیازات مالی قابل توجهی به این صومعه اعطا نموده است. بررسی های علمی نشان داده است که این سند بر پشت یک صفحه پاپیروس نوشته شده و صفحات نوشته داخلی آن را به دقت چسبانده اند. این بررسی ها به وسیله آنالیز گرمایی آهار پاپیروس و تصویربرداری اشعه ایکس انجام شده است. (تصویر^۱)

آزمایش های کاملی نیز با استفاده از روش آنالیز گرمایی بر روی پاپیروس های قدیمی ساخته شده در مصر و پاپیروس های ساخته شده در سیسیل انجام گرفت تا مقاومت گرمایی و حد پوسیدگی لیگنین و سلولز در این مواد تعیین شود. نتایج نشان داد که پاپیروس های ساخته شده پیش از میلاد آهار قوی تری داشته اند، ولی این آهار بعد از سال ۳۵۰ ق.م. دیگر مورد استفاده قرار نگرفته است. (تصویر^۲)

یکی از ماهرترین جاعلان قرون گذشته، کنستانتینوس سیمونیدس (Konstantinos Simonides) بود که آگاهی اعجاب انگیز او درباره میراث مکتوب یونان قدیم باعث می شد تا آثار او را نتوان با چشم غیر مسلح از آثار اصل تشخیص داد. نخستین بار در سال های اخیر با بررسی شیمیایی آثار او، جعلی بودن آنها به اثبات رسید.

در سال ۱۹۷۱م. مجموعه ای از نت های موسیقی برای دوازده ساز موسیقی کشف شد که به یکی از سمفونی های شوپرت (۱۷۹۷ - ۱۸۲۸م.) که تا آن زمان ناشناخته بود تعلق داشت. در سال ۱۹۸۲م. این قطعه موسیقی برای نخستین بار در هانوور آلمان اجرا شد، ولی همواره تردیدهایی درباره اصالت آن ابراز شده بود. به همین دلیل از پژوهشگران حوزه شناخت مواد دعوت شد تا دست نوشته نت ها را بررسی کنند. آنان دریافتند که بخشی از صفحات نت به طرز ماهرانه ای به وسیله یک دستگاه فتوکپی تهیه شده است، همچنین تجزیه شیمیایی مرکب نشان داد که مرکب مورد استفاده برای نخستین بار در سال ۱۹۶۴م. تولید شده است.

در سال ۱۹۸۳م. مجموعه ای از دفترهای خاطرات روزانه هیتلر کشف شد که بر روی آنها تاریخ سال های ۱۹۳۴، ۱۹۴۱ و ۱۹۴۳م. ذکر شده بود. مورخان و خط شناسان پس از بررسی دستخط، شیوه نگارش و ویژگی های سندشناسی این دفترها اصالت آنها را تأیید کردند و این دفترها به عنوان کشف قرن در یک مجله آلمانی به چاپ رسید. با این حال برای اطمینان کامل از اصالت دفترها، از کارشناسان تجزیه عنصری خواسته شد تا مواد و مصالح آنها را نیز مورد آزمایش قرار دهند. البته این مورد دشواری های خاص خود را داشت، زیرا مسأله تعیین دو زمان ساخت کاملاً نزدیک به هم یعنی ۱۹۴۳ یا ۱۹۸۰م. بود. همچنین کارشناسان اجازه هیچ گونه نمونه برداری از مصالح دفاتر را نداشتند. بررسی اوراق در زیر نور ماورابنفش^۴ نشان داد که کاغذ دفترهای سال های ۱۹۴۱ و ۱۹۴۳م. خاصیت فلورسانس دارند و با تاباندن نور ماورابنفش به آنها نور ضعیفی از آنها ساطع می شود. دلیل این پدیده وجود نوعی ماده سفیدکننده در کاغذها بود. اما چنین ماده سفید کننده ای برای کاغذ، پس از سال ۱۹۴۵م. به بازار عرضه شده بود. در نخ هایی که برای دوخت و نوارهایی که برای بسته بندی دفاتر استفاده شده بود الیاف پرلن (نوعی الیاف مصنوعی از نوع پلی آمید - ۶) و الیاف ویسکوز مشاهده شد. تولید الیاف پلی آمید - ۶ در سال ۱۹۴۳م.

3. Riederer Josef, *Echt Und Falsch*, Springer Verlag, Berlin, 1993.

۴. بسیاری از مواد آلی و معدنی تحت تأثیر نور ماورابنفش تحریک شده و نورافشانی می کنند (نوعی خاصیت فلورسانس). در بررسی اشیاء از این خاصیت استفاده می شود که پرتوهای فلورسانس ساطع شده از مواد بر اثر دستکاری یا تعمیر شیء تغییر می کند و در نتیجه می توان هر گونه دستکاری در نسخ خطی، الحاقات یا مرمت های انجام شده بر روی اشیاء را آشکار ساخت. یکی از راه های تعیین اصالت اشیاء یا نسخ خطی بررسی آنها در زیر نور ماورابنفش است. برای مثال مرمر باستانی به دلیل قراردادن در معرض هوا، در زیر نور ماورابنفش به رنگ آبی مایل به زرد دیده می شود، در حالی که شی مرمرین جدید در این نور، به رنگ قرمز مایل به بنفش در می آید.



و ساخت الیف ویسکوز از سال ۱۹۵۳م. آغاز شده بود، درحالی که حتی دفتر مربوط به سال ۱۹۳۴م. نیز حاوی این نوع الیف بود. نوع چسب به کار رفته در دفترها نیز پس از جنگ جهانی دوم به بازار عرضه شده بود. همه این نتایج برای اثبات جعلی بودن دفترهای خاطرات هیتلر کافی بود و به همین دلیل از آزمایش دقیق بر روی مصالح کاغذ، رنگدانه‌ها، سطح مقطع الیف و درجه بلوری شدن الیف مصنوعی صرف نظر شد. پس از اثبات جعلی بودن دفتر خاطرات هیتلر، از آن به عنوان بزرگترین افتضاح قرن یاد می‌شود.^۵

مورد مشهور دیگری از دستکاری اسناد قدیمی، تعیین اصالت چند طرح از نقاش مشهور هلندی رامبراند است. این طرح‌ها در اواخر قرن نوزدهم میلادی به مجموعه سلطنتی آلمان در مونیخ راه یافتند. از سال ۱۹۰۶م. با اظهار نظر برخی کارشناسان در اصالت این طرح‌ها تردیدهایی به وجود آمده بود. در سال ۱۹۸۶م. کارشناسان با استفاده از یک روش طیف‌نگاری موفق شدند نوع مواد مورد استفاده در طراحی را تعیین کنند. به این ترتیب معلوم شد که طرح‌های اصلی دستکاری شده و امضای جعلی نیز با استفاده از موادی غیر از مواد اصلی و در زمان‌های بعدی به آن اضافه شده است. به احتمال قوی جاعلان چند طرح قدیمی را دستکاری کرده و امضای رامبراند را به آن افزوده بودند. قضاوت درباره این طرح‌ها به وسیله روش تصویربرداری انعکاسی مادون قرمز تکمیل گردید و بخش‌های الحاقی به دقت شناسایی شدند. با استفاده از تجزیه عنصری مواد و مصالح به کار رفته معلوم شد که طرح‌های اصلی با مرکبی حاوی ترکیبات آهن ترسیم شده بوده است، درحالی که مرکب بخش‌های الحاقی حاوی دوده است.^۶

بررسی نوعی کاغذ معروف هلندی مربوط به قرن هجدهم میلادی با ته‌نقش (watermark) آمستردام، نشان داده است که از این محصول دو نوع کاملاً متفاوت وجود دارد که دارای کیفیت متفاوتی هستند. تجزیه عنصری با روش فعال سازی نوترونی (neutron activation analysis) بر روی کاغذ نوع بهتر - که تمامی ویژگی‌های یک فن‌آوری برتر را دارد -، نشان می‌دهد که این نوع درصد بالاتری از کبالت، روی و آرسنیک نسبت به نوع دیگر دارد و برای سفید کردن کاغذ از رنگدانه‌های آبی کبالت استفاده شده است. این نوع کاغذ در آمستردام تولید می‌شد. نوع نامرغوب که درصد کبالت کمتری داشته است احتمالاً در فرانسه تولید می‌شده و برای فروش بیشتر در بازار، در آن از ته‌نقش آمستردام استفاده می‌کرده است. بنابراین پس از حدود دو قرن این تزویر فرانسویان با استفاده از روش‌های علمی آشکار شده است.^۷

در سال ۲۰۰۲م. نمایشگاهی با عنوان «رونوشت و دست‌نوشته‌های جعلی» در موزه پایروس کتابخانه ملی اتریش برپا شد که نگاهی به تاریخچه جعل اسناد و کتب از زمان باستان تا قرون وسطی و زمان حال داشت.^۸ هرمان هاراشر (Herman Harracher)، سرپرست موزه پایروس‌های این کتابخانه در سفری به مصر، یک کارگاه جعل اسناد و اشیا را کشف کرده است که در آنجا افرادی روزانه به جعل پایروس

5. Werthmann B, et al., «Naturwissenschaftliche Aspekte der Echtheitsprüfung der sogenannten "Hitler-Tagebücher"» *Maltechnik Restauro* 1984, 90(4):65-7.

6. Burmester A, Renger K, "Neue Ansätze zur technischen Erforschung von Handzeichnungen: Untersuchungen der "Münchener Rembrandt-Fälschungen" im Nahen Infrarot", *Maltechnik Restauro* 1986, 92(3):9-34.

7. Barrandon JN, Irigion J "Papiers de Hollande et papier d'Angoumois de 1650 à 1810. Leur différentiation au moyen de L'analyse par activation neutronique". *Archeometry* 1979 (21): 101-106.

۸. در کنار معرفی نمونه‌های جعلی از اسناد و کتب قدیمی، در این نمایشگاه نسخه‌های عکسی از کتب و دست‌نوشته‌های بازارش نیز به معرض نمایش گذارده شده بود. یکی از مهم‌ترین مراکز چاپ نسخ عکسی، انتشارات ADEVA در گراتز اتریش است که نسخه‌های عکسی از آثار بازارش ۵۰ کتابخانه در بیش از بیست کشور دنیا منتشر کرده است. هدف اولیه این انتشارات کمک به پژوهش‌های علمی است. البته مشتریان این کتب، به جز پژوهشگران، افراد دیگری مانند مجموعه‌داران نیز هستند. زیرا این نسخ عکسی با شمارگان بسیار محدود بین ۲۵۰ تا ۱۰۰۰ نسخه منتشر می‌شود و ارزش آنها در بازار افزوده می‌شود. یک کپی از آثار بازارش بین صد و پنجاه تا بیست هزار دلار قیمت دارد. برای مثال کتاب نه جلدی انجیل مصور پادشاه بوهم که حدود ۶۰ کیلو وزن دارد، در حال حاضر قیمتی معادل ۲۰۰۰ دلار دارد.

مشغول اند و مشتریان آنها اغلب توریست‌ها هستند که به هیچ وجه خودشان نمی‌توانند به جعلی بودن آنها پی ببرند. حتی پژوهشگران با سابقه نیز اغلب بدون وسایل آزمایشگاهی نمی‌توانند جعلی بودن این پاپيروس‌ها را تشخیص دهند. هاراشر اذعان دارد که حدود ۱۰۰۰ سند از ۱۸۰۰۰ پاپيروس موجود در این گنجینه جعلی هستند که با آزمایش‌های انجام شده این مطلب به خوبی آشکار شده است.^۹

کارشناسان می‌توانند نوع پاپيروس یا نوع حیوانی را که کاغذ پوستی از آن ساخته شده است با استفاده از ویژگی‌های میکروسکوپی تعیین کنند. در مورد کاغذ نیز با استفاده از میکروسکوپ و بزرگنمایی الیاف، به خوبی می‌توان مصالح اولیه آن اعم از پارچه یا چوب را تعیین کرد. مسأله اصلی در بررسی علمی نسخ خطی و اسناد، یافتن روش‌هایی است که غیر مخرب بوده یا نیاز به مقدار بسیار کمی نمونه داشته باشند. به ویژه نسخه‌های خطی مصور یا طرح‌ها را باید با روش‌های غیر مخرب بررسی کرد. اغلب این نقاشی‌ها دارای ترکیبات شیمیایی پیچیده و حساسی هستند که نیاز به روش‌های خاص بررسی دارند. برای مثال با استفاده از روش تفرق اشعه ایکس یا طیف‌نگاری مادون قرمز می‌توان با مقدار بسیار کمی نمونه نوع مواد و مصالح به کاررفته در این نقاشی‌ها را مشخص کرد.

روش‌های دیگری نیز که اختصاصاً برای بررسی موارد حقوق قضایی و جرم‌شناسی ابداع شده‌اند، می‌توانند تا حدودی برای تعیین اصالت نسخه‌های خطی نیز مورد استفاده قرار گیرند. برای مثال کارشناسان دانشگاه بوفالو (University of Buffalo) نرم‌افزاری را ابداع کرده‌اند که می‌تواند دستخط‌ها را بررسی نماید و تعیین کند که آیا متعلق به یک نفر هستند یا خیر. این نرم‌افزار که به نام CEDAR معروف شده در حال حاضر در خدمت پلیس قضایی است و به وسیله آن دستخط هزاران نفر با جنسیت، سن، نژاد و ملیت‌های مختلف بررسی شده و تقریباً تا حدود صد درصد موفقیت‌آمیز بوده است. این نرم‌افزار می‌تواند میان خطوطی که شباهت تام به یکدیگر داشته و حتی خط‌شناسان زبده نیز قادر به تمایز میان آنها نبوده‌اند، تفاوت قائل شود.

یکی از روش‌های فیزیکی برای آشکارسازی ته‌نقش کاغذ (watermark) بدون نمونه‌برداری از کاغذ، روش الکترون رادیوگرافی است. در این روش کاغذ به وسیله الکترون‌هایی که به وسیله پرتوهای صفحات فلزی با پرتو ایکس تولید شده‌اند پرتو دهی می‌شود. قسمت‌هایی از کاغذ که دارای ته‌نقش است، نازک‌تر بوده و الکترون‌ها در هنگام گذر از کاغذ به مانع کمتری برخورد می‌کنند، به گونه‌ای که فیلم عکاسی که در پشت کاغذ قرار گرفته در این نقاط بیشتر سیاه شده و ته‌نقش کاغذ را آشکار می‌کند. (تصویر ۳)

این روش حتی در بررسی کاغذهای چاپی، مذهب یا مصور نیز کارایی خود را نشان داده است. آشکارسازی خطوط محو شده اغلب با استفاده از نور ماوراءبنفش یا مادون قرمز انجام می‌گیرد.^{۱۰} (تصویر ۴)

در هنگام نوشتن، فشار وارد آمده بر روی کاغذ موجب تغییرات مکانیکی نسوج کاغذ می‌شود، اما با محو یک نوشته، این تغییرات بر جای خود باقی می‌مانند. با روش تصویربرداری سطحی الکترواستاتیکی

۹. در سال‌های اخیر بسیاری از موزه‌ها به بررسی دقیق‌تر اشیاء موجود در گنجینه‌های خود پرداخته‌اند و گاه به نتایج تأسف‌باری نیز دست یافته‌اند. مثلاً در سال ۲۰۰۱ م. اعلام شد که تقریباً همه اشیاء موجود در موزه طلا در لیمّا (پرو) جعلی هستند. بررسی آزمایشگاهی نشان داده که فقط ۱۰٪ از بیست هزار شیء موزه اصل است. این موزه یکی از جاذبه‌های گردشگری پرو بوده و این خبر ضایعات جبران‌ناپذیری برای صنعت توریسم پرو به بار آورده است.

۱۰. نور مادون قرمز طول موجی بلندتر از نور مرئی دارد و به همین دلیل بهتر می‌تواند از مواد مات بگذرد. زیرا کمتر دچار پدیده تفرق می‌شود. در بررسی نقاشی‌ها از این خاصیت استفاده می‌کنند تا در طرح‌های اولیه در زیر و رنی و لایه‌های رنگ را آشکار کنند.



ب- ته نقش آشکار شده از این دست نویس به وسیله روش الکترون رادیوگرافی.



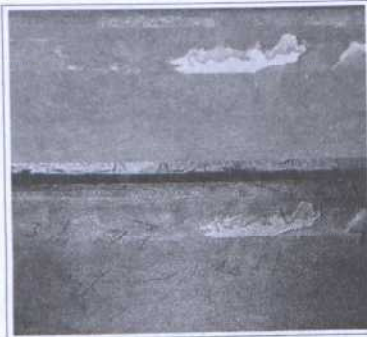
تصویر ۳: الف - تصویری از یک صفحه دست نویس.



ب - عکسبرداری با پرتو مادون قرمز برخی از تصاویر محو را در این نقاشی آشکار کرده است.



تصویر ۴: الف - نقاشی روی چوب



تصویر ۵: الف - در این جا خطوط کاملاً محو شده و خوانا نیست.

ب- به وسیله عکس برداری با پرتو ماوراءبنفش خطوط تا حدی قابل خواندن شده اند.



تصویر ۶: در این تصویر که به وسیله میکروسکوپ الکترونی تهیه شده است، به وضوح می توان تشخیص داد که کدام یک از خطوط اول نوشته شده و کدام یک بعداً بر روی آن اضافه شده است.

(elektrostatische oberflächenabbildung)، می توان شیارهای به وجود آمده بر اثر فشار قلم را آشکار کرد. در مورد امضاهایی که به نظر جعلی می رسد یا تعیین تقدّم و تأخّر خطوطی که بر روی هم نوشته شده است، می توان با استفاده از میکروسکوپ های الکترونی (بدون نیاز به لایه نشانی)، تصاویری تهیه کرد که به وضوح نشان می دهد کدام یک از خطوط اول نوشته شده است. (تصویر ۶)

روش دیگری که برای تعیین اصالت اسناد و نسخ خطی مورد استفاده قرار می گیرد، سال یابی کربن ۱۴ است. در سال های اخیر با ابداع شتاب دهنده های طیف نگار جرمی، میزان نمونه مورد نیاز برای این روش کاهش یافته و به حد میلی گرم رسیده است. به این ترتیب بدون تخریب جزیی یا کلی نسخه، با نمونه برداری از قسمت کوچکی از آن می توان قدمت کاغذ، پاپیروس یا پوستی را که سند بر روی آن نوشته شده تعیین کرد.

فرانک بحر العلومی

کارشناس ارشد فیزیک صنعتی

و کارشناس باستان سنجی