J. of Nucl Sci. and Tech.
72, 2015, 39-45

مجله‌ی علوم و فنون هسته‌ای
۷۲، ۱۳۹۴، ۳۹-۴۵

بررسی امکان استفاده از پرتو گاما برای رفع آلودگی قارچی نقاشی رنگ روغن تاریخی

نسرین شیخ*[۱]، رامسینا بت عیشوبابرود[۱]، فاطمه خاتمی‌فر[۲]

۱. پژوهشکده‌ی کاربرد پرتوها، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی، صندوق پستی: ۳۴۸۶-۱۱۳۶۵، تهران ـ ایران

۲. گروه مرمت، دانشکده‌ی هنر و معماری، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، کدپستی: ۳۳۱۱۶-۱۴۱۶۹، تهران ـ ایران

چکیده: در این پژوهش پرتودهی گاما به عنوان روشی برای رفع آلودگی قارچی یک تابلوی نقاشی تاریخی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور، تابلوی نقاشی رنگ و روغن مربوط به دوره‌ی قاجار دارای سبک قهوه‌خانه‌ای انتخاب شد. پس از نمونه‌برداری از نقطه‌های مشکوک و تغییر رنگ یافته‌ی مختلف در رو و پشت تابلو، قارچ‌های موجود در نمونه‌ها مورد شناسایی قرار گرفت و میزان آلودگی قارچی کل تابلو تخمین زده شد. با توجه به مقاومت قارچ‌ها در برابر پرتو گاما دز لازم برای ضدعفونی تابلو محاسبه شد. به منظور بررسی اثرهای پرتو بر مواد رنگی مورد استفاده در نقاشی، از دو رنگ عمده و اصلی تابلو، نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها قبل و بعد از پرتودهی با استفاده از طیف‌سنج زیرقرمز و رنگ‌سنجی مورد آزمایش بررسی ساختار شیمیایی و اندازه‌گیری رنگ قرار گرفتند. پس از پرتودهی هیچ تغییری در طیف‌های زیرقرمز نمونه‌ها مشاهده نشد؛ به علاوه پرتو گاما باعث ایجاد تغییر رنگ محسوسی نشد. این نتیجه‌ها نشان داد که پرتودهی با دز مورد سنجش (۵ کیلوگری) آسیبی به نقاشی نرسانده است، بنابراین روش پرتودهی می‌تواند برای رفع آلودگی این گونه اثرها توصیه شود.

کلیدواژه‌ها: *پرتو گاما، نقاشی رنگ روغن، آلودگی قارچی، آزمون رنگ‌سنجی*

Feasibility study of using gamma ray for fungal decontamination of historical oil painting

N. Sheikh*[1], R. Beteshobabrud[1], F. Khatamifar[2]

1. Radiation Applications Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, AEOI, P.O.Box: 11365-3486, Tehran – Iran

2. Conservation Group, Art and Architecture Department, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Postcode: 14169-33116, Tehran – Iran

Abstract: In this study, gamma irradiation as a method for fungal decontamination of a historical oil painting was evaluated. For this purpose, an oil painting belonging to the Ghajar period with Ghahvekhanei style was selected. Sampling of suspected and discolored points on the surface and backside of the artwork was done and the total counts of fungi were detected. The dose of gamma ray for decontamination of painting was calculated. To study the radiation effects on the color materials used in the painting, small samples were taken from its two main colors. The chemical structure and color measurement of the samples were monitored by FTIR and colorimeter before and after the irradiation. No infrared spectral changes were observed after the irradiation. Furthermore, it was found that gamma irradiation did not induce any significant color alterations. These results showed that irradiation with tested dose (5 kGy) did not damage the oil painting and therefore the radiation method could be recommended for disinfection of this kind of artwork.

Keywords: *Gamma ray, Oil painting, Fungal contamination, Calorimetric test*

*email: nasheikh@aeoi.org.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۳/۱۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۹/۱۸

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

اشیای هنری- تاریخی اشیایی منحصربه‌فرد و غیرقابل جای‌گزینی‌اند. این میراث در حقیقت نشان‌دهنده‌ی هویت هر کشوری است و لذا تمام کشورها سعی در محافظت از میراث فرهنگی خود دارند. تخریب این اثرها وابسته به عامل‌های فیزیکی- شیمیایی مختلف نظیر نور، رطوبت، تغییر درجه حرارت، آلودگی‌های محیطی و آلودگی‌های زیستی است. در این میان پیش‌گیری و کنترل آلودگی‌های میکروبی یکی از مسأله‌های مهم در نگه‌داری اشیا هنری- تاریخی است. ریزموجودها و به ویژه قارچ‌ها از آفت‌های تهدیدکننده‌ی جدی برای ایمنی و طول عمر اثرهای موزه‌ای به شمار می‌آیند. با توجه به ارزشمند بودن این اثرها، برای درمان آن‌ها باید از روش‌های مؤثر و غیرتخریبی استفاده شود. امروزه درمان‌های شیمیایی و فیزیکی مختلفی برای مقابله با این عامل‌های آسیب‌رسان مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما تنها تعداد کمی از آن‌ها کاملاً مؤثر و یا بدون اثرهای جانبی روی اثر یا کاربر هستند. در روش‌های شیمیایی از آفت‌کش‌ها و ضدعفونی‌کننده‌ها برای نابودی یا کنترل آفت‌ها استفاده می‌شود. این روش‌ها اگرچه تأثیرهای مثبتی در مبارزه با عامل‌های زیستی دارند اما مواد مورد استفاده‌ی آن‌ها برای انسان سمّی و مضر بوده و هم‌چنین می‌توانند سبب آسیب به اثرهایی شود که درصدد حفظ و نگه‌داری آن‌ها هستیم. بر این اساس پژوهش‌گران به دنبال توسعه‌ی جای‌گزین‌های غیرشیمیایی و بی‌خطر برای مقابله با آفت‌های موزه‌ای برآمده‌اند. از جمله‌ی روش‌های فیزیکی که به منظور کنترل یا ریشه‌کنی رشد قارچی در اثرها می‌تواند مورد پژوهش و بررسی قرار گیرد روش پرتودهی گاما است. از مهم‌ترین مزیت‌های این روش می‌توان به عدم وجود باقی‌مانده‌های سمّی یا پرتوزا در اثر تحت درمان، سرعت عمل و قابل اعتماد بودن اشاره نمود [۱]. به هر حال اثرهای جانبی این روش ناشی از واکنش پرتو گاما با ماده ممکن است باعث تغییر خواص فیزیکی- شیمیایی ماده‌ی تحت تابش شود و البته میزان این تغییر تابع دز پرتو تابیده خواهد بود.

اولین مقاله در خصوص کاربرد پرتوهای یونندە در زمینه‌ی رفع آلودگی زیستی از میراث فرهنگی- تاریخی مربوط به ضدعفونی کتب بوده که در سال ۱۹۶۰ ارایه شد [۲]. پس از آن به‌کارگیری پرتو گاما برای رفع آلودگی حشره‌ها از اشیا چوبی تاریخی در سال ۱۹۷۰ در فرانسه گزارش شد [۳] . متأسفانه در ارتباط با اثر پرتو گاما بر نقاشی‌های تاریخی تنها تعداد بسیار محدودی مقاله موجود است که در آن‌ها یا تغییر رنگ به صورت چشمی سنجیده شده است [۴] و یا تنها، رنگ‌هایی به عنوان مدل آزمایشگاهی تهیه و بررسی شده‌اند [۱، ۵]. لذا در این مقاله یک تابلوی نقاشی رنگ و روغن تاریخی مربوط به دوره‌ی قاجار انتخاب و امکان رفع آلودگی قارچی آن با روش پرتودهی گاما بررسی شد، و به علاوه تأثیر فرایند پرتودهی با دز معین بر رنگ‌های عمده‌ی مورد استفاده در نقاشی از طریق طیف‌سنج مادون قرمز و رنگ‌سنجی مورد ارزیابی قرار گرفت.

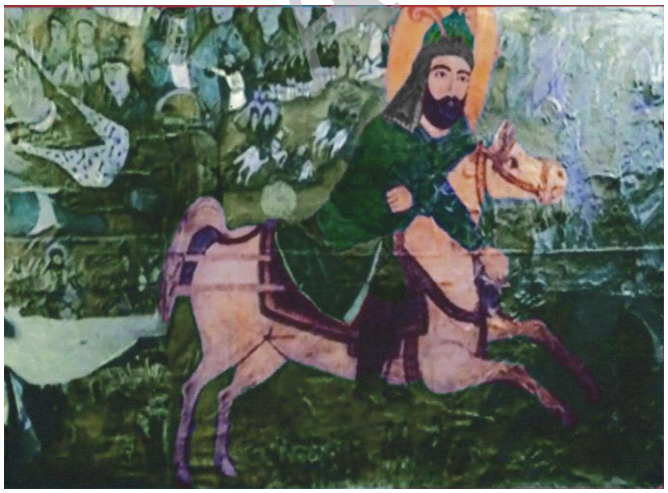
۲. مواد و روش‌ها

۱.۲ شرح اثر

اثر مورد بررسی (شکل ۱)، یک تابلوی نقاشی رنگ روغن با سبک قهوه‌خانه‌ای مربوط به دوره‌ی قاجار (۱۲۶۹ قمری معادل با ۱۲۲۷ شمسی) است. اندازه‌ی تابلو ۳۰۳ سانتی‌متر در ۱۶۰ سانتی‌متر و محل نگه‌داری آن بخش هنر ملل کاخ موزه‌ی ملت در مجموعه‌ی سعدآباد است.

۲.۲ شناسایی آلودگی قارچی

نمونه‌برداری قارچی از تابلو و کشت آن به دو روش مستقیم و غیرمستقیم انجام شد بدین‌ترتیب که از ۳۱ نقطه به صورت دوتایی (هر کدام به اندازه‌ی ۲ سانتی‌متر × ۲ سانتی‌متر) و پراکنده از رو، پشت اثر و فاصله‌ی میانی بستر و چوب تکیه‌گاه با استفاده از سواب استریل مرطوب با آب مقطر استریل، نمونه‌برداری شده و انتقال به محیط کشت سابورد دکستروز آگار[1] به صورت مستقیم و در کنار شعله، و غیرمستقیم با سرم فیزیولوژی و پس از گرماگذاری لازم انجام شد.



شکل ۱. موضوع نقاشی: واقعه‌ی عاشورا با مضمونی شامل دو بخش خیر و شر.

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد کل کلنی‌های قارچی کشت داده شده شمارش و با توجه به سطح کل نمونه‌برداری، میزان آلودگی در واحد سطح تابلو محاسبه شد. شناسایی قارچ با توجه به مشاهده‌ی میکروسکوپی لام تهیه شده از کلنی قارچی و رنگ‌آمیزی شده با لاکتوفنل کاتن بلو[۲] از لحاظ شکل ظاهری و ساختار قارچ انجام شد.

۳.۲ تعیین مقاومت قارچ‌ها در برابر پرتو گاما

ظرف‌های دوتایی حاوی ۱۵ میلی‌لیتر محیط کشت پوتیتو دکستروزآگار[۳] و تعداد یکسان کلنی قارچ، با دزهای ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ کیلوگری پرتو گامای دستگاه گاماسل مدل GC۲۲۰ (مقیاس‌بندی شده با دزیمتر فریک) با آهنگ دز ۳٫۵۲ گری بر ثانیه در اتمسفر هوا و در دمای اتاق پرتودهی شدند. سری رقت‌های تهیه شده با آب پپتونه از کشت قارچ پرتو دیده در محیط کشت پوتیتو دکستروزآگار تغییر یافته (pH برابر ۶٫۸) به صورت آمیخته[۴] کشت داده شد و پس از ۲۱ روز گرماگذاری در ۲۵°C تعداد قارچ‌ها شمارش شد.

منحنی دز- پایندگی، که عبارت است از لگاریتم تعداد قارچ‌های زنده پس از پرتودهی در برابر دز اعمال شده (کیلوگری)، برای هر قارچ جداگانه رسم شد. در هر مورد با توجه به عکس منفی شیب بهترین خط ترسیم شده از نقطه‌های به دست آمده، ضریب D_{10} که نشان‌دهنده‌ی مقاومت قارچ در برابر پرتو گاما است محاسبه شد [۶].

۴.۲ بررسی تأثیر فرایند پرتودهی روی نقاشی

در این مرحله لازم بود مشخص شود که پرتودهی با دز تعیین شده برای رفع آلودگی زیستی باعث آسیب به اثر نمی‌شود. برای این منظور، با توجه به اهمیت رنگ‌ها و تغییر آن‌ها در نقاشی‌ها، ارزیابی رنگ‌های به کار رفته در اثر در نظر گرفته شد.

به دلیل محدودیت در نمونه‌برداری از اثر تاریخی و موزه‌ای، امکان شناسایی و بررسی تمام رنگ‌ها میّسر نبود و از آن‌جایی که در تابلوی مورد مطالعه، به طور عمده رنگ‌های سبز و قهوه‌ای مشهود بود، لذا نمونه‌برداری تنها از ناحیه‌های پوسته و جدا شده در نظر گرفته شد و شناسایی و بررسی تأثیر پرتو، به این دو رنگ محدود شد.

۱.۴.۲ نمونه‌برداری از رنگ و آماده‌سازی

قطعه‌های جدا شده از اثر ابتدا پاک‌سازی شدند. برای این منظور، قشر گردوغبار و چربی ایجاد شده روی سطح رنگ با پنبه آغشته به استن رقیق زدوده شد. سپس رنگ‌های موردنظر با استفاده از تیغ بیستوری به آهستگی تراشیده شد. مقدار کمی نمونه از هر رنگ با مقدار قابل‌توجهی پتاسیم برمید، مخلوط و قرص‌های شفافی تهیه و برای آزمون‌های طیف‌سنجی زیرقرمز و رنگ‌سنجی مورد استفاده قرار گرفت.

۲.۴.۲ روش‌های تجزیه

طیف‌سنجی زیرقرمز

شناسایی مواد رنگی و نیز بررسی تغییر احتمالی در ساختار شیمیایی آن‌ها در اثر پرتودهی با استفاده از یک دستگاه طیف نورسنج زیرقرمز براکر[۵] مدل IFS-۴۵ در بازه‌ی ۴۰۰ تا ۴۰۰۰ cm^{-1} استفاده شد.

رنگ‌سنجی

روش تجزیه‌ای که عموماً در بررسی نقاشی‌ها حایز اهمیت است، رنگ‌سنجی است. این تجزیه با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مکبث گرِتاج[۶] مدل Color-Eye ۷۰۰۰A قبل و بعد از پرتودهی بر روی نمونه‌ها انجام شد.

از آزمون کمیسیون بین‌المللی روشنایی[۷] (CIELAB) استفاده شد. در این بررسی مختصه‌های L برای سنجش روشنی (۱۰۰+)/ تیرگی (۰)، a برای قرمزی (+)/ سبزی (-) و b برای زردی (+)/ آبی (-) برای هر نمونه محاسبه می‌شود تا بتوان براساس رابطه‌ی زیر اختلاف رنگ کلی (ΔE) بین نمونه‌ی پرتودیده و نمونه‌ی شاهد (پرتو ندیده) را برآورد نمود [۷]

$$\Delta E = [(L - L_{\circ})^{2} + (a - a_{\circ})^{2} + (b - b_{\circ})^{2}]^{1/2}$$

که در آن، مقدارهای $L_{\circ}$، $a_{\circ}$، $b_{\circ}$ مربوط به نمونه‌ی شاهد و L، a، b نشان‌دهنده‌ی مقدارهای مربوط به نمونه‌ی پرتو دیده است. در تمام موردها، نمونه‌ها با کاغذ سفید پشت‌پوش شدند. با تابش سه نوع نور (روز، فلورسنت و نئون) مختصه‌های رنگ خوانده شد. هر آزمایش در سه تکرار انجام و میانگین نتایج گزارش شد.

Archive of SID

www.SID.ir

۳. نتایج و بحث

۱.۳ شناسایی و تعیین دز رفع آلودگی قارچی

تعداد ۸۱ سویه‌ی قارچی از سطح کل ۱۲۴ cm^2 با دو روش نمونه‌برداری مستقیم و غیرمستقیم جداسازی و شناسایی شدند. بیش‌ترین آلودگی پشت تابلو از جنس بیوریابازیانا[۸] و آسپرژیلوس[۹] و بیش‌ترین آلودگی سطح تابلو از جنس پنیسیلیوم[۱۰] بود. قارچ‌های جدا شده به تفکیک محل نمونه‌برداری در جدول ۱ آورده شده‌اند.

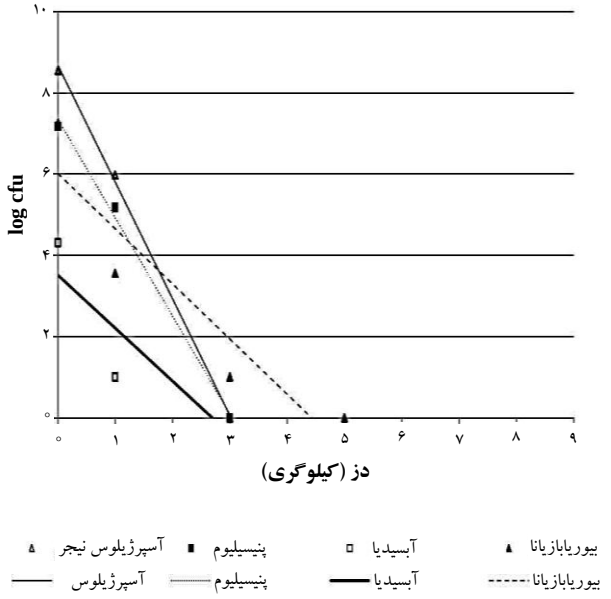
با توجه به تعداد اولیه‌ی قارچ‌های موجود در تابلو (N_0) و تعداد آلودگی قارچی قابل‌قبول پس از پرتودهی (N) برحسب cfu و رابطه‌ی: $\log N/N_0 = -1/D_{10} \times D$، دز لازم (D) برحسب kGy، برای کاهش تعداد قارچ‌های موجود در تابلو (N_0=۰٫۶۵ cfu/cm^2) تا میزان ضدعفونی آن (N=10^{-2} cfu/cm^2) با توجه به میزان مقاومت محاسبه شده برای هر قارچ (D_{10}) از روی منحنی دز- پایندگی (شکل ۲) محاسبه شد. نتایج در جدول ۱ آورده شده است.

با توجه به آلودگی کنونی تابلو و بیش‌ترین D_{10} محاسبه شده از قارچ‌های جدا شده، دز ۱ کیلوگری (۰٫۹۲ کیلوگری براساس مقاومت بیوریابازیانا) برای ضدعفونی تابلو پیشنهاد شد. از آن‌جا که امکان دارد شرایط نامساعد محیطی از لحاظ رطوبت در مخزن‌های نگه‌داری اثرهای نقاشی در موزه‌ها ایجاد شود، دز برابر ۳ کیلوگری برای رفع آلودگی احتمالی ۸۰۰۰ cfu/cm^2 و با توجه به D_{10} موجود، به دست آمد. بنابراین دزهای کمینه‌ی ۱ و بیشینه‌ی ۳ کیلوگری برای رفع آلودگی قارچی پیشنهاد شد.

جدول ۱. جنس و شمارش قارچ‌های جداسازی شده از تابلوی نقاشی به تفکیک محل نمونه‌برداری

نام قارچ	تعداد (cfu)			D_{10} (kGy)	D (kGy)
	روی تابلو	پشت تابلو (حاشیه یا در تماس با چارچوب)	پشت و روی تابلو		
آسپرژیلوس	۶	۲۰	۲۶	۰٫۳۵	۰٫۶۳
پنیسیلیوم	۱۵	۱	۱۶	۰٫۴۱	۰٫۷۵
آبسیدیا	۵	۱۲	۱۷	۰٫۳۰	۰٫۵۵
اورنوبازیدیم*	۲	–	۲	–	–
بیوریابازیانا	–	۲۰	۲۰	۰٫۵۱	۰٫۹۲
کل	۲۸	۵۳	۸۱		

* به دلیل خشک شدن ظرف حاوی نمونه، اندازه‌گیری D_{10} و D برای این نمونه امکان‌پذیر نبود.

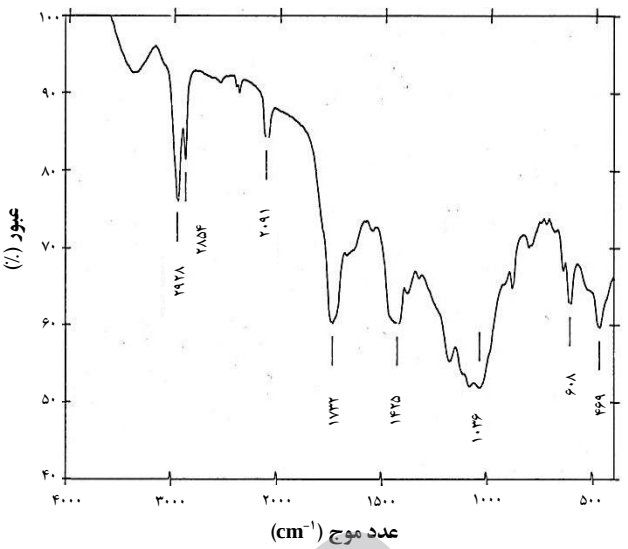


شکل ۲. منحنی دز/ پایندگی برای چهار نوع آلودگی قارچی.

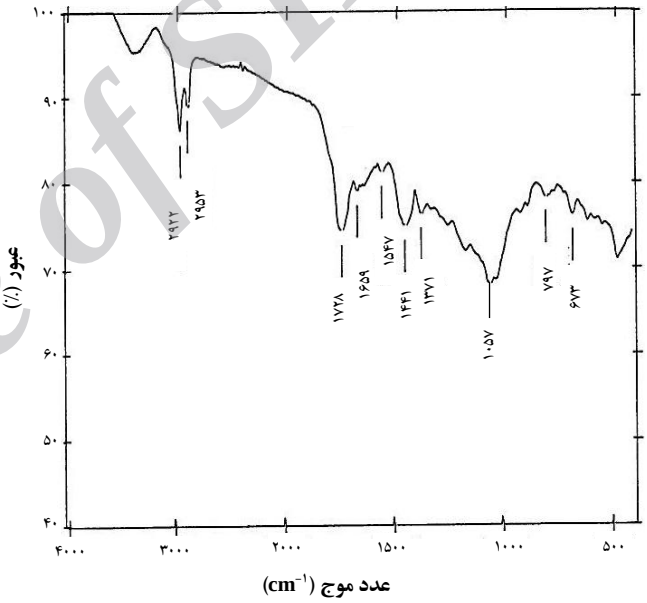
۲.۳ شناسایی رنگ‌ها

شکل‌های ۳ و ۴ طیف زیرقرمز رنگ‌دانه‌های سبز و قهوه‌ای موجود در تابلو را نشان می‌دهند. با مقایسه‌ی این طیف‌ها با بانک اطلاعات الکترونیکی طیف‌های زیرقرمز [۸] مشابهت آن‌ها با طیف رنگ‌دانه‌های معدنی مشخص شد. به علاوه، طیف‌ها نشان دادند که رنگ‌دانه‌ها با روغن بزرک همراه بوده‌اند. اطلاعات اولیه‌ی حاصل از پژوهش‌های میدانی نیز حاکی از آن بود که در دوره‌ی قاجار هنرمندان بسته به بضاعت خود از رنگ‌های خارجی که در آن زمان به ایران وارد شده بود و اغلب بر پایه‌ی مواد معدنی بودند استفاده می‌کردند؛ هم‌چنین همراهی روغن بزرک با رنگ‌دانه، در نقاشی‌های رنگ روغن تاریخی مرسوم بوده است. رنگ‌دانه‌های معدنی در ناحیه‌ی بین ۲۳۰ تا $700\ cm^{-1}$ خصوصیت‌های جذبی ارایه می‌دهند. به هر حال در این بررسی به دلیل محدوده‌ی عدد موجی دستگاه مورد استفاده، طیف تنها تا ناحیه‌ی $400\ cm^{-1}$ قابل مشاهده بود. لازم به ذکر است تداخلی بین پیوندهای جذب روغن بزرک و رنگ‌دانه‌ها رخ نمی‌دهد زیرا روغن بزرک تنها یک قله‌ی بسیار ضعیف در ناحیه‌ی بین ۲۳۰ تا $700\ cm^{-1}$ (حدود $458\ cm^{-1}$) دارد که در طیف مخلوط رنگ‌دانه‌ی معدنی و روغن این پیوند با پیوندهای جذب قوی‌تر رنگ‌دانه هم‌پوش می‌شود. با توجه به شکل و محل پیوندهای مشخصه‌ی رنگ سبز ۶۰۸ و $469\ cm^{-1}$ و رنگ قهوه‌ای ۶۷۳ و

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۳. طیف زیرقرمز اولیه‌ی نمونه‌ی رنگ سبز نقاشی.



شکل ٤. طیف زیرقرمز اولیه‌ی نمونه‌ی رنگ قهوه‌ای نقاشی.

cm^{-1} ۴۳۲، رنگ‌دانه‌ی سبز از نوع سبز کبالت (CoO+ZnO) و رنگ‌دانه‌ی قهوه‌ای از نوع قهوه‌ای اخرا (Silica، Clay، $Fe_2O_3.nH_2O$) شناسایی شدند. حضور روغن بزرک نیز توسط پیوندهای مشخصه‌ی آن به ویژه ناحیه‌های ۱۷۳۰، ۲۸۵۰، cm^{-1} ۲۹۲۰ در هر دو طیف مشهود است. لازم به ذکر است که در رنگ‌دانه‌های معدنی، عددهای موجی پیوندها بسته به اندازه و شکل ذره‌ی رنگ‌دانه، سازنده و افزودنی‌های آن ممکن است اندکی تغییر مکان یابند [۹].

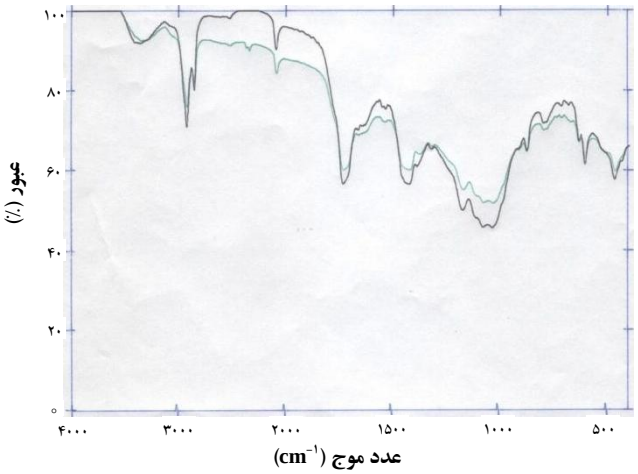
۳.۳ تأثیر پرتودهی بر ساختار شیمیایی رنگ‌ها

به منظور بررسی تأثیر پرتودهی بر ساختار شیمیایی رنگ‌ها، قرص‌های حاوی رنگ‌دانه‌های سبز و قهوه‌ای با دز ۵ کیلوگری پرتودهی شدند. این دز بسیار بالاتر از دزهای کمینه و بیشینه‌ی پیشنهادی برای رفع آلودگی قارچی بود که به منظور مشاهده‌ی بهتر تغییرهای ایجاد شده در اثر پرتودهی به کار گرفته شد. طیف‌های زیرقرمز نمونه‌های پرتو دیده تهیه و با طیف‌های نمونه‌های پرتو ندیده مقایسه شد (شکل‌های ۵ و ۶). در مورد هر دو نمونه، طیف قبل و بعد از پرتودهی ساختار شیمیایی یکسانی را نشان داد به عبارتی تشکیل پیوند جدید یا گسستگی پیوندها و یا انتقال مکان نوارهای جذب مشاهده نشد؛ لذا می‌توان نتیجه گرفت که پرتودهی با دز ۵ کیلوگری تأثیری بر ساختار شیمیایی رنگ‌های مورد بررسی نداشته است. در سایر پژوهش‌ها نیز تغییر ساختار شیمیایی رنگ‌دانه‌های معدنی حتی تا دز ۱۱ کیلوگری مشاهده نشده است [۱].

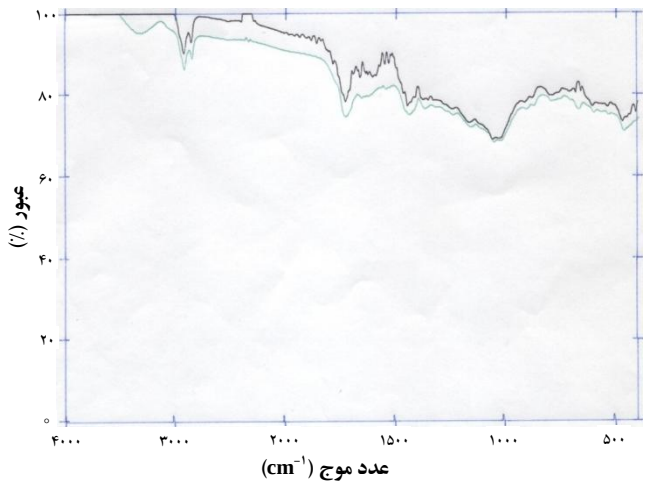
٤.۳ اندازه‌گیری اختلاف رنگ

هدف از آزمون رنگ‌سنجی فراهم نمودن روشی استاندارد برای کمیت‌سنجی درک رنگ است. در آزمون معرفی شده، اختلاف رنگ بین نمونه (ی پرتو دیده) و شاهد براساس مختصه‌های رنگ اندازه‌گیری می‌شود. در این سیستم ΔE کم‌تر از ۵ واحد اختلاف رنگ ناچیز محسوب شده و مقدارهای کم‌تر از ۲٫۲ غیرقابل تمایز است [۵، ۱۰]. نتایج مربوط به آزمون رنگ‌سنجی در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تغییر رنگ ایجاد شده در اثر تابش گاما با دز ۵ کیلوگری برای رنگ‌دانه‌ی قهوه‌ای غیرقابل تشخیص (ΔE کم‌تر از ۲٫۲) و برای رنگ‌دانه‌ی سبز ناچیز (ΔE کم‌تر از ۵) است و می‌توان نتیجه گرفت که در اثر پرتودهی تا این دز تغییر محسوسی در رنگ‌های قهوه‌ای و سبز نقاشی ایجاد نمی‌شود. این نتیجه‌ها با نتیجه‌های پژوهش‌های سایر پژوهش‌گران روی تابلوهای نقاشی تاریخی مطابقت دارد. به عنوان مثال، ریزو و همکاران [۴] گزارش نموده‌اند که در بررسی یک تابلوی نقاشی مربوط به قرن ۱۷ میلادی از طریق پرتودهی با گاما حتی تا دز ۲۵ کیلوگری تغییر رنگ محسوسی با چشم غیرمسلح مشاهده نشده است.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۵. طیف‌های زیرقرمز نمونه‌ی رنگ سبز نقاشی: طیف اولیه (مشکی) و طیف بعد از پرتودهی (سبز).



شکل ٦. طیف‌های زیرقرمز نمونه‌ی رنگ قهوه‌ای نقاشی: طیف اولیه (مشکی) و طیف بعد از پرتودهی (سبز).

جدول ۲. مختصه‌ها و اختلاف رنگ ایجاد شده برای هر نمونه‌ی رنگ بعد از پرتودهی تا دز ۵ کیلوگری

نمونه‌ی رنگ	نوع نور تابیده	زاویه‌ی مشاهده	L	a	b	ΔE
قهوه‌ای	D۶۵	۱۰°	۷۴٫۹۷	۱٫۵۰	۹٫۲۸	
	TL۸۴	۱۰°	۷۵٫۷۶	۳٫۳۱	۱۰٫۰۶	
	A	۱۰°	۷۵٫۵۶	۱٫۴۳	۱۰٫۶۹	
قهوه‌ای پرتودیده	D۶۵	۱۰°	۷۵٫۹۹	۱٫۲۵	۸٫۵۳	۱٫۲۹
	TL۸۴	۱۰°	۷۶٫۷۱	۲٫۹۵	۹٫۲۲	۱٫۳۲
	A	۱۰°	۷۶٫۵۲	۱٫۲۵	۹٫۷۹	۱٫۳۳
سبز	D۶۵	۱۰°	۵۷٫۱۳۲	−۴٫۵۱۵	۹٫۲۴۳	
	TL۸۴	۱۰°	۵۷٫۲۳۸	−۳٫۱۶۵	۸٫۶۲۸	
	A	۱۰°	۵۷٫۵۴۸	−۴٫۷۳۱	۱۰٫۵۴	
سبز پرتودیده	D۶۵	۱۰°	۵۹٫۶۰۵	−۳٫۹۶۷	۷٫۰۷۸	۳٫۳۳۳
	TL۸۴	۱۰°	۵۹٫۶۳۷	−۳٫۰۰۲	۶٫۵۱۴	۳٫۲۰۲
	A	۱۰°	۵۹٫۹۱۸	−۴٫۱۶۹	۸٫۰۶۱	۳٫۴۷۳

D۶۵، TL۸۴ و A به ترتیب، نشان‌دهنده‌ی نور روز، نور فلورسنت و نور نئون است.

٤. نتیجه‌گیری

از آن‌جایی که هر شیء تاریخی، هر آلودگی و هر محیطی در نوع خود منحصربه‌فرد است، لذا آگاهی از خصوصیت‌های فیزیکی و شیمیایی مواد تشکیل‌دهنده‌ی اثر، نوع آلودگی و شرایط محیط، می‌تواند منجر به اتخاذ گزینشی آگاهانه در رابطه با انتخاب روش درمان شود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پرتودهی تا دز ۳ کیلوگری می‌تواند باعث از بین رفتن آلودگی‌های قارچی نقاشی رنگ روغن شود. از نقطه‌نظر رنگ‌دانه‌های مورد بررسی، ساختار شیمیایی آن‌ها حتی تا دز ۵ کیلوگری بدون تغییر ماند و تفاوت رنگ محسوسی ایجاد نشد. بنابراین استفاده از پرتو گاما برای رفع آلودگی قارچی این نوع نقاشی روشی مناسب، ایمن و قابل توصیه است. بدیهی است در صورت انجام پرتودهی به منظور رفع آلودگی باید به مسایلی نظیر بسته‌بندی مناسب و روش نگه‌داری تابلو پس از پرتودهی به منظور ممانعت از آلودگی ثانویه‌ی آن توجه شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از حمایت‌های پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (CRP F۲۳۰۳۲-Contract No. ۱۸۶۰۲) تشکر و قدردانی می‌نمایند.

Archive of SID
www.SID.ir

پی‌نوشت‌ها

1. Sabouraud dextrose agar (SDA)
2. Lactophenol cotton blue
3. Potato dextrose agar (PDA)
4. Pour plate
5. Bruker
6. MacbethGretag
7. Commission internationale of de l'Eclairage
8. Bioriabasiana
9. Aspergillus
10. Penicillium

مرجع‌ها

[1] M. Manea, L.V. Moise, M. Virgolici, C.D. Negut, Spectroscopic evaluation of painted layer structural changes induced by gamma radiation in experimental models, Radiation Physics and Chemistry, 81 (2012) 160-167.

[2] L. Belyakova, Gamma radiation as a means of disinfection of books against spores of mould fungi, Mikrobiologiya, 29 (1960) 762-765.

[3] R. Ramiere, La desinfection des biens culturels par irradiation gamma. In: Marie-France Roquebert (Ed.), scientifique, les contaminants biologiques des biens culturels, Elsevier, Paris (2002) 291-293.

[4] M.M. Rizzo, L.D. Machado, S.I. Borrely, M.H.O. Sampa, Effects of gamma rays on a restored painting from the XVIIth century, Radiation Physics and Chemistry, 63 (2002) 259-262.

[5] C.D. Negute, V. Bercu, O. Duliu, Defects induced by gamma irradiation in historical pigments, Journal of Cultural Heritage, 13 (2012) 397-403.

[6] Y.G. Saleh, M.S. Mayo, D.G. Ahearn, Resistance of some common fungi to gamma irradiation, Applied and Environmental Microbiology, 54 (1988) 2134-2135.

[7] http://www. xrite.com/ documents/ literature/ L10-001 understand_color_en, A Guide to understanding color communication X-Rite; (03/2007) Printed in U.S.A. xrite.com.

[8] http://www.tera.chem.ut.ee/IR_spectra/Index, Infrared spectra of paint and coating materials; (06/2009) Created by Signe Vahur.

[9] B.H. Berrie (Ed.), Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics, 4, National Gallery of Art, Washington, (2007).

[10] D.H. Brainard, Color appearance and color-difference specification, In: S.K. Shevell (Ed.), The science of color, Elsevier (2003) 191-216.

Archive of SID

www.SID.ir