

Consolidation of Paper Documents with Using Tragacanth gum Nanoparticles

Azam Soheilipour ^{1*}, Mehrnaz Azadi Boyaghchi ²

1. PhD in Restoration of Historical and Cultural Objects, Art University, Tehran, Iran.

2. Associate Professor, Faculty of Conservation and Restoration, Art University of Isfahan. Iran.

Abstract

The purpose of this innovation is to evaluate the nanoparticles of Katira (Tragacanth gum), to optimize for reinforcing agent to restore mechanical strength and stability of historical paper documents. The method and approach of the research is practical study and it is an analytic-comparative method involving gathering information through the relevant tests to the research topic, such as pH tests, mechanical strength, SEM analysis, zeta potential analysis to check the depth of penetration and high stability. Katira nanoparticles with different weight percentages were extracted and calcium hydroxide was added for increasing its pH and glycerol was added for increasing flexibility. The treatment was sprayed on the paper samples and then it was done for humidity-temperature aging according to ISIRI-4706 standard number for 12 days and light aging according to ASTM D-3e02-6819 standard number for 6 days. The results obtained from the pH analysis, the pH of the treated samples before and after aging increased compared to the blank sample about 40%. SEM analysis showed the physical synthesis of the broken fibers. Mechanical strength Analysis in the newspaper samples, before and after aging, showed an increase in strength of 3 to 15% depending on the amount of gum that was used. The result of colorimetric analysis showed no change in the color and opacity of the reinforcing material. In the zeta potential analysis, the size of the material was found to be 4.5 to 5 nm, which shows high penetration depth and stability in its resistance.

Keywords: Katira (Tragacanth gum), Consolidation, Paper Documents, Nanoparticles.



**Knowledge of
Conservation and
Restoration**

Vol. 7(1) No.19
May 2024

<https://kcr.richt.ir>

Pages: 109 to 114

Corresponding Author

Azam Soheilipour

PhD in Restoration of
Historical and Cultural Objects,
Art University, Tehran, Iran.

Email

a.soheliii@gmail.com.

استحکام بخشی اسناد کاغذی با استفاده از نانو ذرات کتیرا

اعظم سهیلی پور^{۱*}، مهرناز آزادی بویاچچی^۲

۱. دکتری مرمت اشیای تاریخی و فرهنگی، دانشگاه هنر، تهران، ایران.

۲. دکتری مرمت اشیای تاریخی و فرهنگی، هیئت علمی دانشگاه هنر اصفهان، ایران.

خلاصه اختراع^۱

هدف از این نوآوری، ارزیابی نانو ذرات صمغ کتیرا، بهینه سازی جهت استحکام بخشی و بازگرداندن قوای مکانیکی و پایداری به اسناد کاغذی تاریخی است. روش و رویکرد پژوهش، کاربردی بوده و به روش تحلیلی-مقایسه ای است که شامل یافته اندوزی و گردآوری اطلاعات از طریق آزمایش های مرتبط با موضوع پژوهش چون آزمون های pH سنجی، مقاومت مکانیکی، آنالیز SEM، آنالیز پتانسیل زتا جهت بررسی عمق نفوذ و پایداری بالا و رنگ سنجی روی نمونه ها بوده است. نانو ذرات کتیرا با درصد های وزنی مختلف استحصال شده و جهت بالابردن میزان pH آن، هیدرواکسید کلسیم و جهت افزایش انعطاف پذیری، گلیسرول به آن افزوده شد. تیمار حاصل روی نمونه های کاغذی اسپری شده و سپس تحت پیرسازی رطوبت-دما به شماره استاندارد ISIRI-4706 به مدت ۱۲ روز کامل و پیرسازی نور به شماره استاندارد ASTM D 6819-3e02 به مدت ۶ روز کامل قرار داده شد. نتایج نشان داد که در آزمون pH سنجی، pH نمونه های تیمار شده قبل و بعد از پیرسازی نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته و در محدوده قلیایی قرار گرفته و به عبارتی تا ۴۰ درصد افزایش داشته است. آنالیز SEM، پیوند فیزیکی الیاف شکسته را گزارش داد. آنالیز مقاومت مکانیکی نمونه ها قبل و بعد از پیرسازی، در نمونه های روزنامه، افزایش نیروی ۳ تا ۱۵ درصد بسته به میزان صمغ مصرفی را نشان داد. نتیجه آنالیز رنگ سنجی، عدم تغییرات رنگ و کدورت ماده استحکام بخش را اعلام نموده است. در آنالیز پتانسیل زتا، اندازه ذرات ماده، ۴/۵ تا ۵ نانومتر به دست آمده که عمق نفوذ بالا و پایداری را در جهت استحکام بخشی نشان می دهد.

واژگان کلیدی: کتیرا (صمغ کتیرا)، استحکام بخشی، اسناد کاغذی، نانو ذرات.



فصل نامه دانش حفاظت و مرمت

سال هفتم، شماره ۱

شماره پیاپی ۱۹، بهار ۱۴۰۳

<https://kcr.richt.ir>

صفحات: ۱۰۹ تا ۱۱۴

نویسنده مسئول

اعظم سهیلی پور

دکتری مرمت اشیای تاریخی و فرهنگی،

دانشگاه هنر، تهران، ایران.

رایانامه

a.soheliii@gmail.com

زمینه فنی اختراع

این نوآوری بر روی ویژگی‌های فیزیکی و رئولوژی صمغ کتیرا با توجه به سایز نانویی جزء محلول (تراگاکانتین)، pH خنثی و گرانیروی آن، جزء محلول به عنوان ماده مناسب جهت افزایش استحکام کاغذ مورد بررسی قرار گرفته است [۳]. در راستای تهیه تیمار صمغ از حلال آبی استفاده شد که باعث آبشویی و حفاظت از کاغذهای تاریخی در برابر اسیدیته شده و همچنین پس از پیرسازی نیز تأثیر مطلوبی دارد [۴]. در حال حاضر چندین روش اسیدزدایی در حفاظت و مرمت اعمال می‌گردد که درمان با هیدروکسید کلسیم بدون محصولات فرعی چون شوره بوده و همچنین دارای خصوصیات عدم تورم لیف، پایداری بعد از پیرسازی و قابلیت استفاده از حلال آبی است. به همین دلیل جهت داشتن ذخیره قلیایی در کاغذهای تاریخی اسیدی و افزایش pH تیمار [۵ و ۳] و پایداری بعد از پیرسازی، استفاده از هیدروکسید کلسیم را تقویت نمود [۶ و ۷]. با توجه به انعطاف پایین تیمارهای پوشش‌دهنده پلی ساکاریدی، افزودن لیپید متناسب با مواد، ضروری است، افزودن نرم‌کننده، سبب کاهش برهمکنش‌های موجود در ساختار تیمار شده و باعث بهبود انعطاف‌پذیری، افزایش میزان کشش پذیری و کاهش انتقال رطوبت به تیمار می‌شود که گلیسرول به علت شفافیت آن به عنوان تیمار مناسب در نظر گرفته شده است [۸، ۹ و ۱۰]. در ارزیابی تأثیر نانو ذرات تهیه شده صمغ کتیرا بر میزان pH، مقاومت کششی، آنالیز پتانسیل زتا جهت بررسی عمق نفوذ و پایداری بالا و رنگ‌سنجی روی نمونه‌های کاغذی پرداخته و تأثیر تیمار بر نمونه‌ها را با میکروسکوپ الکترونی روبشی بررسی کنیم. قابل ذکر است که طرح حفاظتی ارائه شده در این مقاله و استفاده از نانو ذرات صمغ کتیرا در علم مرمت کاملاً نوآورانه است و برای اولین بار، جهت تیماردهی کاغذ، به عنوان آهار مجدد و استحکام بخش مطرح شده است.

اهداف استفاده از کتیرا

استفاده از نانو ذرات کتیرا با ویژگی قابلیت نفوذپذیری مطلوب در کاغذ.

استحکام و ماندگاری کتیرا در اثر گذشت زمان و همچنین پایداری آن در شرایط اسیدی که به دلیل ساختار تراگاکانتین به واسطه نیروی الکتروستاتیک، واکنش بین گروه‌های کربوکسیل گالاکتورونیک اسید $C_6H_{10}O_7$ موجود در شاخه اصلی تراگاکانتین است.

- عدم رنگ دهی و کدورت صمغ کتیرا در جزء محلول.
- فراوانی و قابلیت دسترسی کتیرا.

- عدم نیاز به آزمایشگاه‌های پیچیده در فرایند فرآوری آن.

- ارزان و اقتصادی و بومی بودن صمغ و صرف هزینه کمتر جهت امر حفاظت.

- زیست تخریب‌پذیر و بی‌ضرر بودن صمغ کتیرا به نسبت مواد رایج در این امر برای شخص مرمتگر و محیط زیست.

- پس از فرآوری کتیرا، دو درمان هم‌زمان استحکام بخشی و اسیدزدایی صورت گرفته و از خطرات درمان‌های مجدد جلوگیری می‌نماید.

شرح یک روش اجرایی برای به کارگیری اختراع

بعد از تهیه تیمار نانو ذرات کتیرا و بهینه‌سازی آن با افزودنی‌های گلیسرول و هیدروکسید کلسیم می‌توان آن را روی اسناد پیاده کرد. حال بسته به نوع اسناد اعم از تاریخی یا امروزی می‌توان عنوان کرد.

- بهترین روش اجرایی اختراع در اسناد تاریخی می‌تواند به نحوه پراکندگی ماده یا به عبارتی اسپری کردن یکنواخت و همگون روی سطح کاغذ باشد و به علت وزن مولکولی و همچنین اندازه مولکولی پایین آنکه در اندازه نانو مقیاس است می‌تواند نفوذپذیری مد نظر را داشته باشد.

- بهترین روش اجرایی اختراع در اسناد امروزی می‌تواند در خمیر چوب آماده برای ساخت کاغذ استفاده گردد و یا در مرحله آخر و پس از خشک شدن اعمال گردد چون در این دو حالت بهترین جذب صمغ را دارد.

 سازمان ثبت اسناد و املاک کشور کتابخانه ملی ایران کتابخانه ملی ایران		
شماره ثبت اختراع: ۰۲۶۸۸۳ الف/۸۹		
شخصیات مالک: مهرناز آزادی بویانچی، (۵۰٪) شماره ملی: ، نشانی: اصفهان، دانشگاه اصفهان، پردیس هنر، دانشکده مرمت آثار، کد پستی: ۶۴۶۱۶۶۷۳۶۱، تابعیت جمهوری اسلامی ایران اعظم سهیلی پور، (۵۰٪) شماره ملی: ، نشانی: تهران، بزرگراه سعیدی، بلوار معلم، خیابان عباسی، پ ۴۱، واحد ۳، کد پستی: ۱۳۷۱۶۸۸۴۷۳، تابعیت جمهوری اسلامی ایران		
شخصیات مخترع: مهرناز آزادی بویانچی، شماره ملی: ، نشانی: اصفهان، دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده مرمت آثار، کد پستی: ۶۴۶۱۶۶۷۳۶۱، تابعیت جمهوری اسلامی ایران اعظم سهیلی پور، شماره ملی: ، نشانی: تهران، بزرگراه سعیدی، بلوار معلم، خیابان عباسی، پ ۴۱، واحد ۳، کد پستی: ۱۳۷۱۶۸۸۴۷۳، تابعیت جمهوری اسلامی ایران		
عنوان اختراع: استحکام بخشی اسناد کاغذی با استفاده از نانو ذرات کیتورا		
طبقه بندی بین المللی: B82B;D21B;B82Y		
حق تقدم: شماره و تاریخ اظهار نامه اصلی: مل ثبت: ۱۳۹۴/۰۶/۰۱ - ۸۹۵۳۱		
قرت حمایت: ۲۰ سال از تاریخ: ۱۳۹۳/۱۲/۲۷ - ۱۳۹۳/۱۲/۲۷		
مهر داد الیاسی: تاریخ: ۱۳۹۴/۰۶/۰۱ امضاء: ۱۳۹۴/۰۶/۰۱		
متن حمایت اختراع ۲۰ سال از تاریخ تسلیم اظهار نامه می باشد منوط به اینکه اقساط سالانه اختراع در موارد مقرر توسط متقاضی پرداخت شود		
نام گواهی نامه: توصیف ابداع، خلاصه توصیف اختراع دستورالعمل مخترعین، مالکین و تغییرات در ارباب طرح، تذکره گواهی نامه می باشد		

منابع

Bahadori, R. (2007). Organic Chemistry-Foundation and Application in Conservation and Restoration of Historical Objects (1st Ed.). Conservation and Restoration of Historical Objects Institute, Tehran. (In Persian).

Bogaard, J. (2001). Exploring new ideas for paper conservation treatments using aqueous solutions of calcium salts. Paper presented to the Book and Paper Specialty Group, American Institute for Conservation 29th Annual Meeting, Dallas, US.

Burgess, H. D., Duffy, S., & Tse, S. (1990-91). The effect of alkali on the long-term stability of cellulosic fibres. In The common ground, preprints of the conference held at the Burrell Collection (pp. 218-223). Glasgow.

Fazel, M., Azizi, M., Abasi, S., & Barzegar, M. (2012). Study of Tragacanth gum, glycerol and oil on the features of food film based on potato starch. Food Science and Technology Journal, 34(9), 97-107. (In Persian).

Kolar, J., & Novak, G. (2001). Effect of various deacidification solutions on the stability of cellulose pulps. The Book and Paper Group Annual, 17, 25-31.

Mohammadifar, M., Balaghi, S., Zargarani, A., Ahmadi, H., & Mohammadi, M. (2011). Compositional analysis and rheological characterization of gum Tragacanth exudates from six species of Iranian Astragalus. Food Hydrocolloids Journal, 25(7), 1775-1784.

Nayari, H., Fattahi, A., Iranpoor, M., & Nori, P. (2015). Stabilization of lactoperoxidase by Tragacanth-chitosan nano biopolymer. International Journal of Biosciences, 6(2), 418-426.

Ranjbar, M., Bahrami, S. H., & Joghataei, M. T. (2013). Fabrication of novel nanofiber scaffolds from gum Tragacanth/poly(vinyl alcohol) for wound dressing application: In vitro evaluation

از داده‌ها و نتایج به دست آمده پس از پیاده‌سازی تیمار کتیرا روی نمونه‌های کاغذی، آنالیزهای مربوطه و پیرسازی تسریعی حرارتی، رطوبتی و نوری آن نشان می‌دهد، تیمار موجب حفظ آثار بیش از ۱۰۰ سال شده و کیفیت مطلوب و مورد نظر اسناد کاغذی تاریخی را در پی دارد. تأثیر نانو ذرات کتیرا روی نمونه‌های کاغذی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM، نشان می‌دهد که استحکام بخش باعث بهبود و تقویت الیاف شده است. آزمون‌های مقاومت کششی نمونه‌ها، وضعیت مطلوب نمونه‌ها، آنالیز رنگ‌سنجی، تغییرات رنگی قابل قبول و پتانسیل زتا نیز سائز مناسب ماده و پایداری آن را اثبات می‌نماید.

پی‌نوشت‌ها

۱. مشخصات اختراع، شماره ۸۶۵۳۱، ۱۳۹۴/۰۶/۰۱. اداره کل مالکیت صنعتی، مرکز مالکیت معنوی، اداره ثبت اختراعات. سازمان ثبت اسناد و املاک کشور.

۲. رئولوژی علم بررسی جریان و تغییر شکل سیالات تحت اثر میدان تنش اعمال شده بر آنها می‌باشد. یکی از شاخص‌ترین خواص رئولوژیکی سیالات، گرانیروی که معیاری از مقاومت سیالات در مقابل جریان یا تغییر شکل آنها تحت تأثیر میدان تنش اعمال شده بر آنها است [۱۰].

۳. اندازه ذرات جزء محلول صمغ کمتر از ۱۰۰ نانومتر ارزیابی شده است [۱۲].

۴. pH صمغ ۵/۵ تا ۶ است و به عبارتی اسیدی است اما pH جزء محلول آن ۷ و به عبارتی خنثی است [۱۴].

5. Calcium Hydroxide $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

۶. این درمان حفاظتی در دانشگاه فلورانس اصلاح و در سال ۲۰۰۲ منتشر شد [۲].

7. Glycerol.