

روش های مرمت و آفت زدائی نسخ خطی

حفاظت و مرمت

❖ **کاغذ** از مهم ترین وسایل ثبت و ضبط و انتقال اندیشه ها و افکار بشری بوده است. ماده اصلی در ساخت کاغذ، پلیمر طبیعی بنام سلولز بوده که بسیار مقاوم می باشد و با موادی نظیر پکتوز، لیگنین و مواد ناخالص دیگر (با توجه به نوع الیاف سازنده آن) همراه است. الیاف کتان، کنف، پنبه از الیاف کاغذهای قدیمی و الیاف درختان پهن برگ، سوزنی برگ، چتایی رامی و ... تشکیل دهنده الیاف کاغذهای امروزی هستند و یکی از دلایل اصلی مقاومت و ماندگاری کاغذهای قدیمی نسبت به کاغذهای امروزی در درصد فراوانی سلولز آنهاست. کاغذ در ایران اولین بار در نواحی سمرقند سده ۷۵۰ میلادی ساخته شد و پس از آن در مناطق تحت تسلط اسلام گسترش پیدا کرد.

خصوصیات شیمیایی و مکانیکی کاغذ ، جنس اثر(کاغذ) و محیط قرار گرفته در آن، دو عامل مهم هستند که در پایداری آن نقش دارند. آزمایش نوع سلولز را با قرار دادن آن در زیر میکروسکوپ، و همچنین سنجش مقاومت کاغذ از لحاظ دیر یا زود زرد شدن را می توان با قراردادن صفحات متعدد کاغذ در زیر انوار بسیار قوی ماوراء بنفش (به طریق فتومتری) در مدت های معین معلوم نمود.

قدرت مقاومت کاغذ در مقابل اعمال فیزیکی و فشارهای مختلف مثل (کشیدن- پاره شدن- ترکیدن و تا شدن) را با وسایل دقیقی آزمایش می نمایند.

❖ عوامل تخریب کاغذ:

- مواد در طبیعت به صورت آلی و غیر آلی یافت می شوند. کاغذ از جمله مواد آلی است که خیلی بیشتر در مقابل اثرات شیمیایی و فیزیکی حساس می باشد.

❖ تحولات جوی و آلودگی هوا:

از قبیل تاثیر دی اکسید گوگرد، هیدروژن سولفور، آمونیک، بی اکسید گوگرد، ازن، ازن و نیز گرد و غبار و ذرات جامد معلق در هوا می باشند و میزان تخریب با بالا رفتن رطوبت بسیار شدیدتر خواهد شد. اثرات آلودگی محیط را می توان از طریق سیستم فیلترگذاری که ذرات معلق در هوا در پشت آن محبوس می گردد، کم کرد.

❖ رطوبت و حرارت:

کاغذ یک ماده آلی رطوبت گیر (هیگروسکوپیک) است و در رطوبت بیش از حد، به رشد کپک کمک می کند و کمبود آن نیز کاغذ را شکننده می کند. با افزایش رطوبت نسبی، الیاف سلولز، آب را جذب کرده و متورم می گردند و سبب سست شدن پیوند بین الیاف شده و تغییرات شدیدی را در ابعاد کاغذ به وجود می آورند. این تغییرات می تواند به نفوذ اسید در کاغذ سرعت بخشد و تخریب کاغذ را مهیا سازد.

برای استحکام و خاصیت انعطاف پذیری و نرمی کاغذ، میزان رطوبت نسبی حدود ۵۰٪ و درجه حرارت حدود ۱۵ تا ۲۵ درجه ، معادل ۶۰-۷۵ درجه فارنهایت مناسب است.

❖ نور:

تمام اشبای مواد آلی در مقابل نور حساسند. کاغذ در نتیجه قرارگرفتن طولانی در برابر نور، زرد می شود. تاثیر نور خیلی به کندی صورت می گیرد و گاهی تغییراتی در ظاهر شیئی ایجاد می کند. این نوع خرابی را که نور عامل آن است به فتولیز معروف است . میزان اشعه UV را به وسیله دستگاه رادیومتر طیفی (اسپکتر و رادیومتر) اندازه می گیرند و وسایل دیگری مثل نور سنج که شدت نور را بر حسب لوکس یا شمع اندازه گیری می کند. با این که نور، کاغذ را اکسیده می کند، ولی بر روی مولکول های سلولز تاثیر مستقیم ندارد، بلکه بر اجرای دیگر و ناخالصی های کاغذ از قبیل اسید مواد چرب، رزین، سریش، نشاسته، رنگ و غیره اثر فتو شیمیایی دارد و حاصل این واکنش هاست که بر سلولز اثر می گذارد.

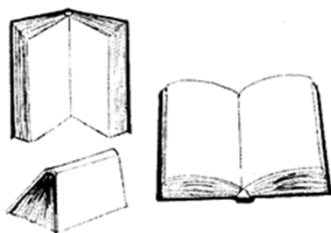
❖ قارچ ها و کپک ها :

از گیاهانی هستند که عاری از سبزینه هستند و در شرایط نامناسب رطوبت و حرارت و در تاریکی، بهتر رشد می کنند. امروزه بیش از ۲۰۰ نوع قارچ بر روی کتب قدیمی، چرم، نقاشی ها، عطف کتاب، شناسایی شده است. از انواع قارچ ها می توان از آسکومیست ها - پنیسیلیوم، آسپرژیلوس و بعضی از باکتری ها نام برد که به آهار کاغذ(ژلاتین نشاسته) حمله می کنند.

کپک ها نیز باعث سستی کاغذ و انعطاف و محو نوشته ها می شوند. ولی اسیدها باعث شکنندگی هستند قارچ هایی که لکه ایجاد می کنند، طی سوخت و ساز خود اسیدهای آلی پدید می آورند که با مقداری جزئی آهن موجود در کاغذ ترکیب نمک می دهند و با تغییر این نمک ها به اسید و هیدرواکسید آهن در محیط مرطوب، منجر به ایجاد لکه های رنگی می شوند.

❖ ضد عفونی :

جهت ضد عفونی فضای آلوده به قارچ، از فرمالدئید و همچنین روش دیگر از پارافرمالدئید استفاده می شود و حدود ۱۵۰ گرم از آن بر روی اجاق برای اتاقی به ظرفیت ۳۰ مترمکعب کافی است. برای ضد عفونی کردن خود کتاب و اسناد، یک محفظه چوبی و یا فلزی را آماده کرده و در داخل آن باید طبقات مشبک متعددی را تعبیه کرد که بتوان کتب را به صورت باز و ایستاده روی آن قرار داد. در پائین این قفسه ظرفی راکه حاوی بلورهای ضد قارچ می باشد، به وسیله یک سیستم گرمایزا (هیتر مدرج برقی) به صورت بخار در آورده که در نتیجه بخار حاصله در لابلای صفحات کتاب نفوذ کرده و باعث ضد عفونی کاغذها می شود.



نحوه قرار گرفتن کتب در قفسه ضد عفونی

❖ حشرات :

معمولا هفتادگونه حشره علاقه مندند که بر روی مواد کاغذی زندگی کنند. تخریب حشرات بر آثار موزه ای در کشورهای با هوای گرم و مرطوب، شدیدتر از کشورهای در منطقه معتدل می باشد. از انواع حشرات در راسته های مختلف می توان، ماهی نقره ای، موربانه (حشره چوبخوار) سوسک حمام ، آنوبیدا، شپش کتاب، سوسک آلمانی و ... را نام برد.

راه مبارزه با حشرات را از طریق تنظیف کتاب، آمد و شد هوا و همچنین به کاربردن سمومی از قبیل پارادی کلروبنزن به شیوه ای که برای ضدعفونی قارچ ها اشاره شد، انجام می گیرد.

❖ مرکب ها :

- در قدیم دوده یا کربن ماده اصلی مرکب های سیاه محسوب می شد که در تهیه نسخ خطی از آن بهره می گرفته اند و هنوز هم از آن به عنوان یک عنصر نوشتاری به خوبی استفاده می شود. غیر از دوده، ترکیبات آهن دار، نظیر جوهر مازو نیز در تهیه و ترکیب مرکب کاربرد داشته که وجود اسید تانیک در آن یکی از عوامل اصلی اسیدی شدن کاغذ می باشد و این اسید در کاغذ نفوذ کرده و سبب سایه دار شدن و محو نوشته های قدیمی و در بعضی موارد باعث سوراخ شدن کاغذ می شود.
- وجود بعضی رنگ ها نظیر رنگ سبز زنگار به دلیل ساختار آن که از مس و سرکه می باشد اگر به درستی و با شناخت به دست نیاید، در مجاورت مقادری رطوبت سبب فعل و انفعالاتی شده که با تبدیل شدن به اسید، موجب پاره شدن و خوردگی کاغذ می شود که به فراوانی در نسخه های خطی در تزئین کتاب خصوصا جدول کشی ها آیین آسیب دیدگی مشاهده می شود.

❖ اسیدی بودن :

کاغذ به دلایل مختلفی خاصیت اسیدی پیدا می کند یا مواد تشکیل دهنده آن موجب این عمل می شود و یا هوای آلوده و تاثیرات گازها موجب پیدایش اسید در کاغذ می گردند.

تعیین میزان اسید موجود در کاغذ به روش های مختلفی و با استفاده از کاغذ تورنسل، لیتموس و دستگاه PH متر اندازه گیری می شود.

❖ اسیدزداها :

- قبل از انجام عملیات اسیدزدایی، آزمایش (مقدار اسید ، حلالیت مرکب ها و رنگ ها و ...) از کارهای ضروری است. ضد اسیدها را می توان با به صورت مایع یا بخار انجام داد.
- ضد اسیدهای گازی نیز وجود دارند. از قبیل استفاده از بخار آمونیاک، کربنات سیکوهگزامین - بخار دی اتیل روی که می توانیم کتاب را بدون آن که به صورت ورق درآید، اسید زدایی بکنیم. در این روش امر خنثی سازی حالت اسیدی کتب و اسناد سریع تر انجام می گیرد.
- برای اسیدزدایی کاغذهای چاپی می توان از محلول هیدرواکسید تنسیم (آب آهک) که از حل کردن حدود ۱۰ گرم در یک لیتر آب به دست می آید و پس از صاف کردن آن محلول، صفحات کاغذ را در آن شناور کرده که با این عمل، هیدرواکسید در ترکیب با دی اکسیدکربن هوا به کربنات کلسیم تبدیل می شود که عامل بازدارنده است.
- روش های غیر آبی (برای نسخ خطی) با استفاده از هیدرواکسید باریوم که از حل کردن ۲۰ گرم از آن در یک لیتر متیلنیک و سپس با شناور کردن و یا اسپری کردن و همچنین می توان با استفاده از برس نرم (قلم مو) بر روی کاغذ زده شود.

❖ لکه گیری و سفید کردن :

این عمل خطرات زیادی متوجه کاغذ می کند و ترجیح می دهیم تا آنجاییکه ممکن است از این مواد استفاده نشود و باید استدلال درستی برای این کار داشته باشیم. لکه ها را باید به صورت موضعی سفید و یا پاک کرد. لکه زدایی کاغذهای چاپی در زیر محفظه هود انجام می گیرد و از محلول های هیپوکلریت ها و همچنین فرمالین و با اضافه کردن مواد دیگر استفاده می شود.

❖ تنظیف و شستشو پاک کردن:

کوشش هایی است جهت برطرف کردن گردوخاک و اضافاتی که ظاهر سند را مخدوش کرده است . گاهی عمل به وسیله برس یا مکننده برقی معمول می گردد . عمل گردزدایی ترجیحا در زیر هود انجام می گیرد. گاهی نیز شستشوی کاغذهای چاپی در آب و حتی اضافه کردن الکل به آب صورت می گیرد. البته بایستی بعد از شستشو سعی شود که آهار از دست رفته را به کاغذ برگرداند.

❖ چسب ها :

چسب ها از مواد طبیعی یا مصنوعی هستند که جهت تحکیم و تقویت کاغذ به کار می روند، از چسب های طبیعی می توان چسب های گیاهی نظیر نشاسته ، کتیرا ، صمغ عربی، ... چسب های حیوانی نظیر سریشم پوست، استخوان، ژلاتین و چسب های مصنوعی و نیمه مصنوعی، اغلی مشتق از سلولز نظیر کلمینال، تی لوز، متیلان، کربوکسی متیل سلولز می باشد که همگی در آب حل می شوند و این مشتقات سلولزی در مرمت های مدرن به خصوص تعمیر و تحکیم مورد استفاده فراوان دارد.

❖ آهار زدن (تقویت بخشی):

کاغذ در اثر پوسیدگی لایه آهار و صیقل سطحی، خواص خود را از دست می دهد . نبودن آهار روی کاغذ، جذب رطوبت را بیشتر کرده و پوسیدگی سریع تر آغاز می شود، چون آهار ، داخل خلل و فرج را پر می کند و سطح صیقلی برای نوشتن به وجود می آورد که در نتیجه باعث استحکام کاغذ می شود.

نشاسته همراه با ماده قارچ کش، پلی وینیل الکل، متیل سلولز، تی لوز، امولسیون های رزین های آکریلیک به عنوان آهار کاغذهای شکننده به جای ژلاتین و چسب سریشم به کار می روند. زدن آهار یا با غوطه ورسازی و یا به وسیله اسپری انجام می شود.

❖ صاف و اطو کردن کاغذ:

پس از آهار زدن و یا شستشو و به علت پیدایش چین و چروک، سند بین کاغذ ریلیز که از جنس سیلیکونی می باشد و حالتی روغنی و شفاف دارد ، قرار می گیرد و سپس چند لحظه زیر ماشین پرس گرم (Lamination) با احتیاط گذاشته می شود تا صاف گردد.

❖ مرمت و بازسازی کاغذ :

روش های مدرن بازسازی به طرق مختلف انجام می گیرند که عبارتند از: روش خشک ، روش خیس(تر) و بازسازی با ماشین و روش سنتی.

• بازسازی ماشینی:

این روش بدین صورت است که خیلی سریع سوراخ ها و قستهای از بین رفته به طور همزمان باز سازی می شوند و همه این مراحل بیش از سه دقیقه به طول نمی انجامد.

در این عمل خمیر تهیه شده با استفاده از مکش دستگاه در لابلای قسمت های کمبود اوراق جای می گیرند و این قسمت ها را پر می کنند البته مقدار خمیر استفاده شده در این کار بایستی دقیقاً محاسبه گردد تا خمیر در محل پر شده به مقدار لازم جای گیرد و پس از انجام این اعمال ورق بازسازی شده را در لابلای نمد قرار می دهند. این عملیات Leaf casting نامیده می شود.

• مرمت به روش سنتی:

ورق کاغذ مورد مرمت را آماده نموده و قسمت های کمبود آن را روی کاغذی که همگون با کاغذ اصلی است مشخص نمود و علامت گذاری می شود و سپس با دقت لبه های کاغذ آماده شده را به اندازه میلی متر بزرگتر از کاغذ مورد مرمت، بریده و لبه آن بر روی کاغذ اصلی چسبانده می شود و با خشک نمودن و پرس و صاف کردن آن این وصالی انجام می گیرد.

❖ پیشنهادها:

- تمامی کتاب ها در مخازن باید به طور مداوم گردگیری شوند و در فضای عاری از گرد و غبار و رطوبت نسبی و درجه حرارت مناسب قرار گیرند.
- سیستم کامل تهویه مطبوع به گونه ای باشد که به طور مستمر در تنظیم درجه حرارت و رطوبت نسبی نقش موثری داشته باشد چرا که تغییرات و نوسانات شدید حرارتی و رطوبتی در محیط های نگهداری اسناد و کتب، به دلیل حساسیت آنها که از مواد آلی هستند، بروز مشکلاتی را موجب می شود.
- تابش نور چه طبیعی و چه مصنوعی کنترل شود و کتب و اسناد بی وقفه زیر نور مستقیم قرار نگیرند.
- برای تکثیر منابع ارزشمند خط و چالپ سنگی و ... ، از دستگاه های فتوکپی به دلیل تابش مخرب اشعه فرابنفش و احیانا به دلیل فشار مکانیکی وارده بر عطف و شیرازه کتب، اکیدا خودداری شود.
- در استفاده از مجموعه های خطی خصوصا مطالعه و یا به نمایش گذاشتن کتاب هایی که از قطر و اندازه بزرگتری برخوردارند، برای صدمه وارد نشدن به عطف و شیرازع کتاب حتی الامکان، رحل چوبی رنگ شده یا پایه هایی به شکل V از جنس پلکسی گلاس به کار برده شود.
- وجود تجهیزات کامله و مناسب جهت اطفای حریق با توجه به نوع مواد آرشیمی و کتابخانه ای در نظر گرفته شود.
- در بازسازی و مرمت کتب، با شناخت کامل از همه روش ها تلفیق شیوه مدرن و سنتی الزامی است .

• مرمت به روش خشک:

پرکردن قسمت های کمبود یک کاغذ با کاغذهایی انجام می شود که از لحاظ رنگ، ترکیب قطر، همگون کاغذ مورد مرمت باشد. آستر کردن کاغذ موقعی انجام می شود که کاغذ خاصیت مکانیکی خود را از دست داده باشد و کاغذ مرمتی بایستی هم قطر و هم ضخامت باشد که روی میز مونتاژ یا جعبه نور، پارگی های کاغذ مشخص شود و سپس روی سند را یا یک ورق شیشه ای مانند طلق شفاف پوشانده و بعد کاغذ ژاپنی یا کاغذ مورد نظر برای وصله کردن را که هم ضخامت با اصل سند باشد بر روی طلق به وسیله سوزن یا چاقوی جراحی به اندازه مورد نظر در می آوریم و سپس با آبرون(اطوی کوچک) و نیز با استفاده از کاغذ آغشته به چسب ترموپلاست(تکسیکریل) که قبلا آماده شده ، عمل بازسازی صورت می گیرد. و پس از تمامی مراحل صفحه ترمیمی با ماشینپرس گرم (Lamination) اطو و صاف می گردد.

• مرمت به روش خیس یا تر:

در صورتی که کتب خطی استحکام خود را از دست داده باشد و عطف کتاب در اثر عواملی از بین رفته و پوسیده باشد. از این روش استفاده می شود. ابتدا نسخ خطی با استفاده از مواد تثبیت کننده پوشش داده می شوند. تا نوشته ها درمقابل آب مقاوم گردند(قبل از انجام این کار، حتما باید کلیه مراحل تنظیف، اسیدزدایی، لکه زدایی و ضدعفونی انجام شده باشد. پس از آن از چسب های سلولزی با غلظت مناسب و همچنین کاغذهای بسیار نازک تیشوی ژاپنی برای دو طرف نسخه به عنوان تکیه گیاه استفاده می نمایند ، طوری که صفحه تحت مرمت به وسیله دو ورق کاغذ تیشو از هر طرف ساپورت و پوشش داده شود.

❖ روش های پاکسازی لیزری در حفاظت از اسناد کاغذی (دلایل رویکرد به لیزر):

- نقد روش های سنتی به خاطر آسیب های وارده به آثار
- معایب روش های لکه برداری فیزیکی و شیمیایی
- روش های پاکسازی لیزری تحولاتی را در روش های حفاظت و نگهداری به وجود آورده است.
- لیزر یک منبع منحصر به فرد نوری است که انرژی بسیار متراکمی را آزاد می سازد.

❖ زدودن لکه های قارچی کاغذ توسط لیزر:

- آثار هنری و اسناد کاغذی از ناحیه برخی قارچ ها دچار آسیب می شوند.
- قارچ ها به دو شیوه به آثار کاغذی آسیب می رسانند:
- استفاده از مواد و عناصر معدنی موجود در بافت کاغذ و تخریب ساختار کاغذ
 - قارچ ها به فلزات ناچیز موجود در کاغذ (به طور مثال آهن که عموماً در کاغذها مشاهده می شود) نیاز دارند و در طی تغییر رویه اکسیداسیون باعث ایجاد لکه های رنگی روی کاغذ می شود.

❖ فواید روش لیزر برای پاک کردن لکه های قارچی :

- **کنترل پذیری:** عملیات پاکسازی در زمان دلخواه و به سرعت با خاموش کردن دستگاه متوقف خواهد شد.
- **حالت گزینشی:** با تنظیم مقادیر مختلف دخیل در امر پاکسازی می توان عملیات را به یک ماده و لایه خاص محدود کرد.
- **عدم تماس:** فیزیکی با سطح
- **دقت و ظرافت:** با توجه به معایب
- **عملکرد موضعی:** لیزر فقط محلی که موردنظر است را پاک می کند.

❖ قارچ زدایی آثار با استفاده از گیاهان:

در ایران بسیاری از مراکز نگهداری اسناد و آثار تاریخی و فرهنگی فاقد سیستم تهویه مناسب اند ، در نتیجه میزان رطوبت نسبی محیط و افت و خیز دمل بسیار متغیر است. بالا رفتن رطوبت محیط و پراکندگی و فراوانی اسپورهای قارچی ، سبب رشد میکروارگانیسم ها می گردد.

❖ معایب روش های ضد عفونی آثار با مواد شیمیایی:

روش های ضد عفونی آثار به شیوه بخوردهی با تیمول روش موثری است اما به دلیل سمی بودن این ماده شیمیایی، افرادی که به نوعی با این آثار در ارتباط قرا می گیرند (مرمت گران، پژوهشگران، مجموعه داران) در معرض آسیب هستند.

❖ دلایل استفاده از گیاهان در قارچ زدایی آثار :

با توجه به آثار زیانبار مواد شیمیایی نظیر تیمول بر روی انسان برخی از گیاهانی که خاصیت قارچ زدایی دارند استفاده می کنند. گیاهانی از قبیل تیره برگ بو مثل: دارچین ، زنجبیل

❖ تحقیقات انجام شده و آزمایشات مربوط به خواص این گیاهان به دور کارکرد برای این گیاهان قائل اند:

- کارکرد حفاظتی : تهیه کاغذهایی آغشته به عصاره گیاهانی که خواص قارچ زدایی دارند.
- کارکرد مرمتی: بخوردهی با عصاره ها.

❖ تحقیقات انجام شده در این زمینه:

پایان نامه های متعددی در این زمینه نگاشته شده است:

در برخی از این پایان نامه ها و تحقیقات از اثرات ضدقارچی گیاه سوسبز، بومادران و غیره سخن گفته اند .

استفاده از پایروثروئیدها **pyrethroids** در ضدعفونی آثار تاریخی و فرهنگی.

پایروثروئیدها گروهی از سموم هستند که خاصیت حشره کشی داشته و در برخی گیاهان تیره داوودی و تیره کاسنی یافت می شوند.

از گرد پی یرتر به طور مستقیم برای دفع حشرات استفاده به عمل می آید. و هر قدر این گرد تازه تر باشد از آن بیشتر است. امروزه به این گرد مواد موثر دیگری نظیر برگ توتون و سایر ترکیبات حشره کش برای به دست آوردن اثر قاطع اضافه می کنند ، این نوع حشره کش بر روی سلسله اعصاب مرکزی حشره اثر گذاشته و یک سم عصب- ماهیچه به شمار می آید.

❖ عوامل تخریب کاغذ:

- عوامل درونی: برای مثال سولفات آمونیوم : اسیدی که در آهار زدن کاغذ مورد استفاده قرار می گیرد. اسید سولفوریک آزاد به عنوان یک عامل درونی است که با افزایش سرعت واکنش هیدرولیز ، باعث تجزیه الیاف سلولز می شود.
- عوامل بیرونی : با محیطی مانند اثر رطوبت بر کاغذ

❖ مزایای کاربرد پلاسما برای مرمت کاغذ:

خشک بودن فرآیند و امکان انجام توامان چند عمل با هم، نظیر تمیز کردن و ضدعفونی به همراه افزایش مقاومت کاغذ و ایجاد یک لایه پلیمری بر روی آن جهت جلوگیری از نفوذ اثرات محیطی بر آن .

❖ فرآیند پلاسما:

- تمام فرآیند های پلاسما بر روی مواد کاغذی در یک محفظه طراحی شده خاص جهت تابش پلاسما
- دستگاه آزمایش از دو محفظه تشکیل شده :
- محفظه بالایی از دو راکتور ورقه ای موازی تشکیل شده و الکتروود بالایی به یک فرستنده ۱۳.۵۶ مگاهرتز متصل است و گازی درون سیستم را پر کرده است. در اینجا کاغذ می تواند مستقیماً تحت اثر پلاسما قرار گیرد. با برقراری جریان گاز در سیستم، کاغذ در اثر شرایط ایجاد شده بعد از تابشدر محفظه پایینی تحت درمان قرار می گیرد.
- نتیجه : یک افزایش در مقاومت کاغذ تا ۲۰ درصد در کاغذ تهیه شده از چوب در پلاسما پس از تابش هیدروژن امکان پذیر است.
- در پلاسما هیدروژنی نیز اثر غیرفعال سازی آلودگی های میکروبی به همراه تمیز شدن کاغذ انجام می شود. پلاسما اکسیژن بسیار موثرتر است.

با تشکر و سپاس

گردآورنده:

دکتر زهرا علیزاده بیرجندی