مراقبت از کتابها و اسناد کتابخانه

مجید ونکی فراهانی

حفاظت و نگهداری مواد کتابخانه‌ها شامل تدابیر پیشگیرنده و بازسازی پس از بروز خسارت است. در پیشگیری و نگهداری باید محیطی به‌وجود آید که دشمنان مواد کتابخانه‌ها و بایگانیها نتوانند به آن محیط راه یابند.

این‌کار شامل کنترل دما و رطوبت و تصفیهٔ هوای کتابخانه از گرد و غبار و گازهای مضر و نظافت مرتب و صحیح، کنترل نور، نورپرداز علمی و پیشرفته، ضدعفونی و قرنطینه و اسیدزدایی و مراقبت جاری و دائم از کتب و آثار است.

نگهداری علمی آثار، مهمترین عامل حفاظت بلندمدت آنهاست. امروزه در بسیاری از کشورهای جهان، با استفاده از ابزار و امکانات خاص، محیط نمایش و نگهداری آثار به صورتی طراحی می‌شود که بتواند عوامل مخرّب محیط اعم از نور، رطوبت نسبی، دما و گازهای آلوده کننده را کنترل کند. برای این‌منظور، استفاده از انواع ابزار سنجش رطوبت نسبی، نور، دما و... از ابزارهای ساده و قابل حمل دیجیتال گرفته تا انواع دستگاههای پیشرفته‌ای که از فن‌آوری بالاتر برخوردارند، همچنین استفاده از مواد و وسایل بازدارندهٔ تخریب و کنترل کنندهٔ شرایط محیطی توصیه شده است. در این بحث به روشهای ضد عفونی و قرنطینه به روشهای بخار تیمول و پاردی کلروبنزن، اتیلن اکسید، استفاده از گاز آرگون، دی اکسیدکربن و تحقیقاتِ انجام شده در کتابخانهٔ بزرگ حضرت آیت‌الله‌العظمی مرعشی نجفی(ره) دربارهٔ ضدعفونی و قرنطینهٔ کتب و علل اسیدی شدن و روشهای مجاز اسیدزدایی اشاره شده است.

میراث ارزشمند برجامانده از دانشوران و اندیشمندان برجستهٔ اسلامی که در طول دهها قرن شکل گرفته، از تاراج بی‌امان تاریخ جان به‌در برده و به نسل امروز رسیده است. و نیز آسیب‌پذیری آنها در روبه‌رویی با عوامل محیطی (عوامل فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی) موجب می‌شود تا حفاظت، مرمّت و نگهداری آثار کاغذی از اهمیت و اولویت ویژه‌ای برخوردار باشد.

شرایط اقلیمی بسیاری از کشورهای اسلامی، از جمله هند، پاکستان، ایران، ترکیه، آسیای مرکزی و خاورمیانه نیز که محلّ نگهداری بیشترین ذخایر اسلامی بوده، بستری مناسب برای فعالیت این آفتها فراهم آورده است. سهل‌انگاری و ناآگاهی مردم نیز افزون بر علت شده، تا آن‌جاکه از بسیاری آثار جز نامی در یاد تاریخ و جز ذکری در منابع کهن اثری باقی نمانده است.

پشتوانهٔ غنی میراث فرهنگی ایران در زمینهٔ کتب و آثار کاغذی (اعم از نُسخ خطی و مینیاتورها و...) که در مجموعه‌های بسیار ارزشمند و نادر نمود می‌یابد، موجب می‌شود تا بررسی و فراگیری بیشتر در زمینهٔ حفاظت و نگهداری این آثار برای حفاظت‌گران اهمیتی دوچندان یابد. در این نوشتار تلاش شده تا مراقبت و حفاظت کتب و اسناد (شرایط نگهداری، ضدعفونی و اسیدزدایی) و تحقیقات به‌عمل آمده دربارهٔ ضدعفونی و قرنطینهٔ کتابخانهٔ حضرت آیت‌الله العظمی مرعشی نجفی(ره) مورد بحث قرار گیرد.

کنترل محیط

در امر مراقبت هیچ‌چیز بیش از سرمایه گذاری در تهویهٔ مطبوع و اجرای برنامه‌ای دقیق و اعمال نظارت دقیق برنظافت و ادارهٔ کتابخانه بازده ندارد.

نصب تهویهٔ مطبوع هزینهٔ زیادی دربر دارد، ولی باید دانست که هزینهٔ صحافی، مرمّت، بازسازی و جایگزینی آن بیشتر است. بر اثر هیدرولیز، اکسیداسیون و فتوسنتز سلولز فاسد می‌شود و حرارت سبب تسریع این فساد می‌شود.

بر اثر دمای پایین و رطوبت کم، سرعت فساد کاغذ کاهش می‌یابد. پارشمن و چرم در سرما و خشکی سخت و محکم می‌شوند، ولی این شرایط برای سایر مواد کتابخانه‌ها چندان مطلوب نیست. دمای بین ۱۵ الی ۲۳ درجهٔ سانتیگراد و رطوبت نسبی ۴۵ تا ۵۵ درصد از نظر حفاظت و نگهداری مطلوب است. با این حال، کنترل دما و رطوبت تنها نیمی از مسایل محیط نگهداری مواد را دربر می‌گیرد. هوای کتابخانه‌ها و بایگانیها باید عاری از ذرات گرد و غبار و گازهای مضر باشد تا میزان رسوب آنها بر روی مواد و تجزیهٔ شیمیایی مواد به حداقل برسد. بررسی میزان آلودگی هوای کتابخانه‌ها در مناطق شهری، اطلاعات دقیق و هشدار دهنده‌ای در مورد میزان ناخالصیهای مضر موجود در کتابخانه به‌دست می‌دهد، ولی چنین بررسی‌ای هزینهٔ زیادی دارد و تنها در وضعیت اضطراری می‌توان اقدام به چنین کاری کرد. راه ساده و کم‌خرج در این‌باره، قرار دادن کاغذِ سنجش دی‌اکسید گوگرد در محلهای معینی در کتابخانه است، که با تغییر رنگ وجود دی‌اکسید گوگرد را مشخص می‌کند و با شدت تغییر رنگ شاخصی تقریبی از میزان نسبی پراکندگی گاز را نشان می‌دهد.

تهویهٔ مطبوع

عملی‌ترین راه کنترل دما و رطوبت و تمیزکردن هوا، استفاده از دستگاه مرکزی تهویهٔ مطبوع است. سیستمهای مذکور وقتی در ساختارهای جدید کتابخانه طرح و اجرا می‌شوند بازدهی مطلوبی دارند. با این‌حال، در ساختمانهای موجود نیز قابل نصب‌اند. عملکرد دستگاههای تهویهٔ مطبوع عبارت است از تصفیهٔ هوا و تأمین هوای تازه و سالم، کنترل رطوبت و کنترل دما.

از نظر حفاظت و نگهداری مواد کتابخانه‌ای، اکسیژن‌گازی مضر تلقی می‌شود، زیرا بر روی کاغذ، چرم، فیلم و سایر مواد اثری مخرب دارد. خوشبختانه در شرایط معمولی، در کتابخانه‌ها اکسیداسیون، جز در برخی فیلمها و پلاستیکها، روندی کند دارد.

با استفاده از صافیها می‌توان هوا را تمیز کرد و ذرات معلق و گرد و غبار و گازهای سمی آن را گرفت. در نتیجه، رسوبات مضر، خوردگی و فساد شیمیایی به حداقل می‌رسد. صافیها کم‌هزینه‌ترین وسیلهٔ تصفیه‌اند. به علت این‌که هوای آلوده در تمام اوقات از طریق درها و پنجره‌های باز وارد کتابخانه می‌شود، لازم است که عمل تصفیه صددرصد باشد. انجام چنین کاری هزینهٔ زیادی دربر دارد، زیرا هزینهٔ لازم برای پمپاژ هوا از طریق صافیها و تعویض مداوم صافیها بسیار بالاست. روش مؤثر دیگر عبور دادن هوای ورودی از آبفشان است. آب خالص، تقریباً نیمی از دی اکسید گوگرد را جذب می‌کند. آب قلیایی (با PH ۸/۵ تا ۹) تمام گاز را جذب می‌کند. ته‌نشین کردن آلاینده‌ها به روش الکترواستاتیک سبب تشکیل گازهای ازن و دی‌اکسید ازت می‌شود، که گازهای مضرّی هستند.

برای سلامت و آسایش کارکنان و مراجعه کنندگان، دمای داخلی باید بین ۱۸ الی ۲۳ درجهٔ سانتیگراد باشد، ولی این میزان دما نقطهٔ شروع فساد مواد کتابخانه‌ای است؛ در حالی که پانزده درجهٔ سانتیگراد، دمای مطلوبی برای کتابهاست. عقل حکم می‌کند که دمای اتاقها در حدود بیست درجه نگه داشته شود؛ درجه‌ای که آسایش افراد را نیز تأمین کند.

انسانها می‌توانند تغییرات گستردهٔ رطوبت را تحمّل کنند، ولی به علّت حساسیت مواد آلی در برابر تغییرات رطوبت، باید رطوبت نسبی را در کتابخانه‌ها ثابت نگه داشت. استفاده از سیستمهای جدید تهویهٔ مطبوع، تهویهٔ یک به یک اتاقها و به کارگیری رطوبت گیرهای قابل حمل و نقل می‌تواند در این مورد مفید باشد. ۵۰ تا ۵۵ درصد میزان رطوبت نسبی مطلوب

است. در درجات بالاتر کپکها رشد می‌کنند و در کمتر آن پاپیروس شکننده می‌شود، پوست شاخی شده، چوب درهم می‌پیچد و چرم چروک می‌شود. عمل کنترل باید مداوم یا یک روز در میان باشد تا رطوبت در سطح ثابتی باقی بماند. هزینهٔ تهویهٔ مطبوع کامل (دما، رطوبت و تصفیه و تازه‌سازی هوا) در ساختمانهای جدید قابل توجیه و تحمل است، ولی در ساختمانهای قدیمی گران تمام می‌شود؛ با این حال تأمین آن ضروری‌است. با این‌کار حفاظت‌مواد کتابخانه‌ای تأمین می‌شود.

نگهداری علمی آثار مهمترین عامل حفاظت بلندمدت آنهاست. امروزه در بسیاری از کشورهای جهان، با استفاده از ابزار و امکانات خاص، محیط نمایش و نگهداری آنها به صورتی طراحی می‌شود که بتواند عوامل مخرب محیط اعم از نور، رطوبت نسبی، دما و گازهای آلوده‌کننده را کنترل کند.

برای این منظور استفاده از انواع ابزار سنجش، رطوبت نسبی، نور، دما و... از ابزارهای ساده و قابل حمل دیجیتال گرفته تا انواع دستگاههای پیشرفته‌ای که از فن‌آوری بالاتر برخوردارند. همچنین استفاده از مواد و وسایل بازدارندهٔ تخریب و کنترل‌کنندهٔ شرایط محیطی توصیه شده است.

در این میان، استفاده از انواع صفحات فیلترهای جاذب اشعهٔ ماوراء بنفش، مواد جاذب رطوبت، مانند سیلیکاژل و آرت زرب، و مواد جاذب گازهای آلوده‌کنندهٔ هوا، مانند پارچه زغال (بافت سلولزی زغال چوب) که مشخصاً علاوه بر کاربردشان در مخازن، در ویترینها و محل نمایش آثار نیز به آسانی نصب می‌شوند و همچنین سیستمهای پیشرفتهٔ تهویهٔ مطبوع، دستگاههای کاهش‌دهندهٔ رطوبتهای حاد و اضطراری سیستمهای جذب گازهای آلوده‌کنندهٔ هوا، مانند دستگاههای مجهّز به فیلترهای فعال شدهٔ کربن و موارد متعدّد دیگر، جهت نصب و استفاده در محیط موزه‌ها و مخازن معمول است.

نحوهٔ نگهداری کتب و نُسخ خطّی و اسنادکه به‌طور تفکیک شده در جعبه‌ها و قالبهای محافظ (تهیه شده از مواد سلولزی بدون اسید acid free) به صورت مجموعه‌ای در محل انواع قفسه‌های متحرک جهت مخازن، موجب ایمنی بیشتر و بهتر این آثار خواهد بود.

ضد عفونی و قرنطینهٔ کتب

بر اساس آخرین بررسیهای انجام شده در برخی از مؤسسات تحقیقاتی جهان، استفاده از مواد ضد عفونی کننده و قرنطینه (مواد ضد قارچ، باکتری و حشرات) برای آثار تاریخی - فرهنگی، خصوصاً آثار کاغذی، با محدودیتهای بسیاری توصیه شده و پیشگیری و کنترل شرایط محیطی را بر استفاده از روشهای گوناگون ضد عفونی ارجح دانسته و حتی در مواردی استفاده از برخی از این روشها را به طور کلی منع کرده‌اند.

عوامل متعددی در تعیین محدودیتهای استفاده از روشهای قرنطینه و ضد عفونی مؤثرند؛ از جمله:

۱. میزان درجهٔ سمّی بودن و آلودگیهای محیط ناشی از استفاده از یک مادهٔ ضدعفونی (به‌صورت بخار و گاز) که قطعاً براساس استانداردهای بهداشت و ایمنی تعیین می‌شود. میزان نفوذ و تأثیر این مواد در کنترل و توقف روند تخریب بیولوژیکی که مستلزم شناسایی دقیق نوع عامل مخرب (انواع باکتریها و قارچها و...) نیز هست.

۲. بررسی اثر مخرب بلند مدت این مواد بر آثار و مواد متشکلهٔ آن و همچنین سایر مواد مرتبط با آن، که در واقع با بررسیها و مطالعات دقیق آزمایشگاهی (نظیر روشهای تسریعی) ممکن می‌شود، لذا با درنظرگرفتن این موارد مهم و با توجه به حاصل بررسیهای علمی مراکز گوناگون، برخی از روشهای معمول ضد عفونی، به‌طور کلی منع شده و برخی دیگر صرفاً در صورت رعایت کلیهٔ موارد ایمنی و در شرایط ویژه مجاز شناخته شده‌اند. البته روشهای ایمنتر و مناسبتر را نیز پیشنهاد می‌کنند. در این میان استفاده از بخار تیمول به منظور قارچ‌زدایی و یا بخار پارادی کلروبنزن برای حشره‌زدایی است، که کتابخانهٔ بزرگ حضرت آیت‌الله مرعشی نجفی(ره) مجهز به دستگاههای پیشرفته و استاندارد شده برای استفاده از این مواد (تیمول و پارادی کلروبنزن) است. کتبی که به این روش ضدعفونی شوند، اگر در مخازن سالم نگهداری شوند، حداقل برای ده سال کفایت می‌کند، که کتب ضد عفونی شده در کتابخانهٔ مذکور نشانهٔ بارز و آشکار همین مطلب است.

همچنین روش اکسید اتیلن برای قارچ‌زدایی استفاده شده است، که روشهای مذکور عمداً با شرایطی محدود شده‌اند. استفاده از روش اتیلن اکسید در برخی از کشورهای اروپایی، نظیر انگلستان و آلمان، منع قانونی دارد، اما با تمام آثار جانبی آن، در برخی مراکز نظیر مرکز بایگانی کتابخانهٔ ملّی اتریش استفاده می‌شود.

روشهایی نظیر استفاده از گاز ازت و همچنین ازت مایع، گاز آرگون و دی اکسید کربن به‌صورتی کاملاً کنترل شده و در شرایط معین و با هدایت به محفظه‌های خاص پلی‌اتیلن که به‌راحتی قابل حمل و انتقال و نصب نیز هست، به عنوان یکی از مناسبترین و بی‌خطرترین روشهای ضد عفونی معرفی می‌شود. هم اکنون این روش در بسیاری از مراکز تحقیقاتی و حفاظتی و مرمّتی سراسر جهان جایگزین روشهای پیشین شده است.

روش انجماد (در محدودهٔ ۲۵- درجهٔ سانتیگراد) نیز برای ضد عفونی و توقف رشد میکروارگانیزمها در برخی آثار موزه‌ای مناسب است.

دلایل علمی متعددی در تأیید روشهای جدید و ضرورت محدودیت استفاده از روشهایی که تاکنون بوده است وجود دارد که هریک به بحث گسترده‌ای نیازمند است. از این‌رو، تأکید می‌شود که انجام پیشگیریهای لازم و کنترل شرایط محیطی در محل مخازن و نگهداری آثار، مؤثرترین، مناسبترین و ایمنترین روش کنترل هجوم عوامل مخرّب، خصوصاً عوامل زیستی (بیولوژیکی) است.

اسیدها

اسید، دشمن بزرگ کتابخانه‌ها و بایگانیهاست. به دلیل این‌که اسید از راههای بسیاری وارد کتابخانه می‌شود، و هیچ کتابخانه‌ای از آسیب این دشمن خطرناک در امان نیست. سایر دشمنان مواد کتابخانه‌ها به آسانی قابل تشخیص‌اند و حتی اغلب آنها را پیش از آن‌که آسیبی به مواد برسانند می‌توان نابود کرد، ولی اسیدی شدن کاغذ و چرم غالباً قبل از آن‌که متصدّیان از آن آگاه شوند، اثر خود را بر جای می‌گذارد. در بسیاری از حالات، چرم یا کاغذ در حین تولید اسیدی می‌شوند و تخریب و فساد الیاف (فیبر) حتی پیش از آن‌که کتاب، مواد چاپی، نقشه‌ها و نسخه‌های خطی در حیطهٔ مسئولیت کتابداران قرار گیرد آغاز می‌شود. میزان فعالیت شیمیایی اسید موجود در مواد را با PH آن اسید مشخص می‌کنند. PH نمایانگر غلظت یون هیدروژن است. در کتابخانه PH مواد را می‌توان با معرفهای شیمیایی ویژه بر روی نقاط کوچکی از مواد مشخص کرد. مقیاس PH از ۱ تا ۱۴ شماره گذاری شده است، که عدد ۷، نقطهٔ خنثای آن است، و عدد ۱۴ حدّ قلیایی و عدد ۳ نشاندهندهٔ خاصیت اسیدی شدید است. چون مقیاس PH لگاریتمی است، افزایش خاصیت اسیدی بین ۶ تا ۷ یک دهم افزایش بین ۵ تا ۶ است. اسیدسولفوریک چون اسیدی پایدار است، بیشترین صدمه را به کاغذ می‌زند، ولی حتی ضعیفترین اسیدها نیز اثر تخریب کنندهٔ قابل ملاحظه‌ای بر کاغذ و چرم دارند.

مازاد اسید (با PH کم) موجود در چرم همراه رطوبت زیاد، سبب تجزیه یا فساد کولاژن می‌شود. کولاژنها مواد نیمه مایعی هستند که در بافتهای حیوانات مهره‌دار یافت می‌شوند. این تجزیه باعث سست شدن ساختمان چرم و افزایش آسیب‌پذیری آن در برابر سایر عوامل فسادزا می‌گردد، ولی پارشمن و پوست گوساله به علت قلیایی بودن در برابر اسید مقاوم‌اند.

منبع اصلی اسید در کاغذ، دی‌اکسیدگوگردِ موجود در هوای آلوده، لیگنین موجود در خمیر چوب، آهار راتیانه و زاج (باقیماندهٔ مواد شیمیایی سفیدکننده) مرکب مازو و آهن و انتقال اسید از مواد دیگر است. چرم بر اثر افزودن مواد شیمیایی به آن در حین تولید، جذب دی‌اکسیدگوگرد از هوای آلوده یا انتقال اسید از سایر مواد آلوده به اسید، اسیدی می‌شود. دی‌اکسیدگوگرد حتی در هوای بسیار آلودهٔ شهرها به تنهایی ضرری برای کتب و اسناد ندارد، ولی وجود ذرات بسیار ناچیز مس و آهن نقش کاتالیزور را بازی می‌کند، و در نتیجه، دی‌اکسیدگوگرد در ترکیب با آب تبدیل به اسیدسولفوریک می‌شود. اسید به دست آمده بر سلولز و مواد آلی موجود در فیبر (کولاژنها) اثر کرده، باعث درهم شکستن ساختمان مولکولی آنها می‌شود. فعل و انفعالات مذکور سبب شکننده شدن کاغذ

می‌شود؛ به طوری که حتی با اشارهٔ انگشت خرد شده، لک‌دار می‌شود و نوشته‌های چاپی و تصاویر آن محو می‌گردد. کمیت اسید در این‌جا اهمیت ندارد، بلکه صرف وجود اسید است که حتی در صورت رقیق بودن، عمل تخریب را انجام می‌دهد.

در صنعت کاغذسازی نوین با کنترل کیفیت می‌توان از حذف مازاد مواد سفیدکننده مطمئن بود، ولی همیشه مسئله این‌گونه نبوده است. در اوایل قرن نوزدهم، سازندگان کاغذ برای سفیدکردن خمیر ساخته شده از پارچه کهنه از کلرین استفاده می‌کردند. کلرین موجود در کاغذ با زاج سفید ترکیب شده، تبدیل به اسید هیدروکلریک می‌شود که اثر تخریبی آن مانند اسیدسولفوریک است. کاغذ که طبیعتاً سفیدی و استحکام آن باید قرنها دوام یابد، بر اثر فعل و انفعالات مذکور شکننده و لک‌دار می‌شود. برخلاف عقیدهٔ رایج، کاغذ خوب براثر گذشت زمان نباید کهنه به نظر برسد. بسیاری از کاغذهای قرن شانزدهم و هفدهم که از ضایعات پارچه کهنه ساخته شده و هیچ موادی به آن اضافه نشده است، با نگهداری و مراقبت معمولی به همان تمیزی و تازگی زمان ساخت باقی مانده‌اند. لک‌دار شدن کاغذ، نتیجهٔ استفادهٔ نادرست و وجود آلودگی در آنهاست، نه گذشت زمان. کاغذ ساخته شده از سلولز حاصل از چوب در صورتی که مواد غیرسلولزی آن بیرون آورده شود و با رزین آهار زده نشود، مدت زیادی تمیز و خشک باقی می‌ماند.

علت اصلی وجود اسید در کاغذهای جدید استفاده از زاج است. از زاج برای جداکردن رزین (راتیانه) از خمیر کاغذ و تسریع زمان پالایش در تولید استفاده می‌کنند. آهار زدن با رزین هزینهٔ تولید کاغذ راکاهش می‌دهد. زاج که اسیدی ضعیف است، برای ته‌نشین کردن راتیانه لازم است و سبب می‌شود که ذرات گل رس که در بسیاری از خمیرهای کاغذ موجود است به الیاف موجود در خمیر کاغذ بچسبد. فعل و انفعالات اسیدی زاج و اکسیداسیون راتیانه سبب تیرگی رنگ و شکننده شدن بسیاری از کاغذهای ماشینی می‌گردد. پس از آماده شدن کاغذ آهار نشاسته و ژلاتین به آن زده می‌شود که ضرری به کاغذ نمی‌رساند. آهار رزینهای صنعتی قلیایی که در کاغذهای جدید بدون اسید به کار می‌رود نیز بی‌ضرر است.

بیشتر مرکبهای مازو و آهن و تقریباً تمام جوهرهای امروزی اسیدی هستند، به‌جز مرکب هندی که مخلوطی از دوده و نوعی صمغ است. در مرکب مازو و آهن، بر اثر فعل و انفعالات سولفات آهن با اسیدگالیک و اسید تانیک، اسید سولفوریک به وجود می‌آید. اسید سولفوریک علاوه بر نفوذ در کاغذ به طور مستقیم و در حین نوشتن، به سایر نقاط کاغذ انتقال می‌یابد.

علت خرابی برخی از کاغذهای قدیمی وجود استات مس (زنگار مس) در آنهاست. نشانهٔ آن رنگ پریدگی (رنگهای قهوه‌ای یا سیاه) و بریدگی است. وقتی از استات مس برای رنگ‌زدن نقشه‌های کهنه استفاده می‌شود، تمامی قسمت رنگ زده، قهوه‌ای می‌شود و تا حد پارگی، شکنندگی پیدا می‌کند.

اسید زدایی

اسیدی شدن کاغذ و از دست رفتن استحکام آن به هم مرتبط‌اند. وقتی که سلولز موجود در کاغذ تحت تأثیر آب تجزیهٔ شیمیایی می‌شود، اتصالات پلیمری آن از بین می‌رود. درجهٔ ترکیب (طول زنجیرها و اتصالات) مواد سلولزی به علت تجزیه شدن از یک هزارم مولکول در هر اتصال به میزان پایینتر از پانصد می‌رسد و کاغذ حالت شکنندگی پیدا می‌کند. شکنندگی کاغذ در واقع کاهش توان تاشدگی آن است که تا حدی به الیاف کاغذ که موادی شبه ژلاتینی هستند بستگی دارد. خسارات مذکور در حالت عادی قابل رؤیت نیست، زیرا صفحات کتابهایی که گاهی تا ماهها و حتی سالها در قفسه‌ها به طور ایستاده و بلااستفاده باقی می‌مانند، به مرور زمان شکننده می‌شود، تا حدی که دیگر کتاب قابلیت استفاده را از دست می‌دهد. حفاظت از کاغذ مواد کتابخانه‌ای تا حدی مشروط به کم‌کردن میزان تجزیه براثر اسید تا حد ممکن است. این کار با خنثی کردن اسید موجود در مواد صورت می‌گیرد. تزریق مواد محافظ قلیایی به کاغذ که سبب تثبیت غلظت یون هیدروژن آن شود (PH را ثابت نگه دارد) می‌تواند از تأثیرات آتی اسیدی شدن جلوگیری کند. این عمل بافرینگ (تثبیت غلظت یون هیدروژن) نام دارد. میزان فسادپذیری کاغذهایی که تقریباً خنثی هستند یا تا حدی قلیایی‌اند، به مراتب کمتر از کاغذهایی با

PH به میزان ۵/۵ تا ۶ یا کمتر است.

توسط محققان ثابت شده که کاغذی که در برابر ۲ تا ۹ قسمت دی‌اکسید گوگرد در یک میلیون قسمت از هوا و در دمای سی درجهٔ سانتیگراد و رطوبت نسبی ۶۵درصد قرار می‌گیرد، متحمّل تغییر بارزی در میزان تاشدگی می‌شود. باید توجه داشت که میزان اسیدی شدن و ظهور ذرات مس در کاغذ مورد آزمایش و تغییر نسبتاً کم در سلولز آلفا به جذب اکسید گوگرد به وسیلهٔ کاغذ منجر می‌شود. اکسید گوگرد مذکور تبدیل به اسید سولفوریک شده، در نهایت سلولز را تجزیه می‌کند. نتیجهٔ دیگر آزمایش مذکور این بود که به علت تغییرات نسبتاً کم در سلولز آلفا، نقطهٔ اصلی تأثیر دی‌اکسیدگوگرد (و اسید سولفوریک) بر آن بخشی از الیاف کاغذ است که بر اثر هیدرولیز شدن در حین تولید تضعیف شده است.

به طور کلی جذب دی‌اکسید گوگرد توسط سلولز کاغذ با کیفیت عالی کمتر از خمیر کاغذ با کیفیت پایین است. با این حال، کاغذ خوب و کاغذهای پست دی‌اکسید گوگرد را با درجات متفاوتی جذب می‌کنند که میزان آن بستگی به رطوبت موجود در کاغذ، حرارت محیط، نوع و مقدار آهار و میزان تصفیه و درجهٔ شفافیت کاغذ دارد.

نکتهٔ مهم دربارهٔ اسید موجود در کاغذ این است که چون اسید عاملی در فعل و انفعالات شیمیایی است و به عنوان کاتالیزور عمل می‌کند و در ضمن غیر فرّار است، حتی مقدار خیلی اندکی از آن می‌تواند مقدار زیادی سلولز را تجزیه کند. نکتهٔ دیگر این که دی‌اکسید گوگرد این است که گاز مذکور علاوه بر آن‌که در هوای آلوده و در سطح مواد کتابخانه‌ای و آرشیوی به اسید تبدیل می‌شود، مقدار بیشتر این گاز به داخل الیاف کاغذ نفوذ کرده، سپس تبدیل به اسیدسولفوریک می‌شود. بنابراین، خسارت وارد آمده، در کتابهایی که سالها بسته مانده‌اند، تشدید می‌شود و این خلاف انتظار کسانی است که توقع دارند کاغذ کتابهای مذکور سالم بماند.

وجود دی‌اکسیدگوگرد نیز به تنهایی خطری بالقوه است. به علت وجود رطوبت که اجتناب ناپذیر است، آهن و ناخالصیهای مس فعل و انفعالات آب و دی‌اکسیدگوگرد را تسریع کرده، در نهایت اسیدسولفوریک به دست می‌دهند:

$$So_2+H_2O \rightarrow H_2SO_3$$

مادهٔ حاصل به‌وسیلهٔ اکسید ازت و ازن و... به اسیدسولفوریک تبدیل می‌شود:

$$H_2SO_3+H_2O \rightarrow H_2SO_4+2H$$

واضح است که تنها منبع اسید در کاغذ دی‌اکسید گوگرد نیست. منبع خطرناک دیگر وجود سولفات آلومینیم و پتاسیم در آهار راتـیانه و زاج است. وجود یون آلومینیم در کاغذ به‌وسیلهٔ آزمایش مشخص می‌شود. منبع دیگر اسید در کاغذ، جوهر آهن و مازو است. وقتی نسخه‌نویسان مرکّب خود را با حرارت دادن سیخهای آهنی و ساییدن بلوط به دست می‌آوردند، مرکّب حاصل وسیله‌ای عالی برای نوشتن می‌شد، ولی مخلوطی از سولفات آهن (در سیخهای آهنی) و بلوط ساییده شده محصولی جانبی داشت که همان اسید بود. نسخه‌نویسان اولیه متوجه شدند که با افزودن اسید کلریدریک به این مخلوط می‌توانند آن‌را شفّافتر کنند.

اسید اضافی مرکبهای مذکور در کاغذ نفوذ کرده، کاغذ را بی‌رنگ و شکننده می‌کرد و آن را در حین نوشتن می‌سوزاند. تقریباً تمامی مرکبهای جدید با ترکیب فوق ساخته شده‌اند و اسیدکلریدریک و اسید سولفوریک نیز به عنوان عامل تثبیت به آنها اضافه می‌شود. کلر در صورت وجود آب به اسید کلریدریک تبدیل می‌شود و عامل تجزیهٔ شیمیایی را فراهم می‌آورد:

$$Cl_2+H_2o \rightarrow HCl+ HOCL$$

اکسید ازت خارج شده از اگزوز اتومبیلها منبع اسید نیتریک است:

$$NO_2+NO_2 \rightarrow N_2O_4$$

گاز NO2 ناپایدار است و پس از مدتی به N_2O_4 تبدیل می‌شود:

$$N_2O_4+H_2O \rightarrow HNO_3+HNO_2$$

اسید نیتریک، که اسیدی معدنی و قوی است، سلولز را تضعیف می‌کند، ولی عمل اصلی و اولیهٔ No_2 اکسید کردن سلولز و تبدیل آن به اسید اوریک است:

$Cellulose\ CH_2OH + No_2 \rightarrow Cellulose\ CooH + No + H_2o$

دی‌اکسیدگوگرد با تبدیل به اسید سولفورو (So_2H_2)، که اسیدی بی‌ثبات، بی‌رنگ و احیاکننده است، بر روی سطح جلدکتابها بر چرم اثر می‌گذارد و در الیاف سلولز نیز نفوذ می‌کند. تجزیهٔ مولکولهای پروتئینی به گسیختگی اتصالات عطف جلد منجر می‌شود و پودر شدن چرم نیز بر اثر اسید سولفورو است. فساد مولکولهای پروتئین بر اثر نفوذ اکثر اسیدها صورت می‌پذیرد.

تجزیه‌پذیری و فساد کاغذ را باید ترجیحاً در زمان کنترل مراحل ساخت آن محدود کرد. در کتابخانه، کتابهایی باید کنترل شوند که حالت شکنندگی پیدا کرده‌اند. اسیدها، به‌ویژه اسید سولفوریک، اتصالات زنجیره‌های پلیمری سلولز را می‌شکنند و استحکام الیاف کاغذ را کاهش می‌دهند.

کاغذهای قلیایی قوی نیز به همان نسبت آسیب‌پذیر هستند، زیرا با وجود یونهای هیدروکسیل (OH) و اسیدها عمل هیدرولیز صورت می‌گیرد. مواد قلیایی قوی نیز باعث تسهیل روند اکسیده شدن سلولز می‌شوند، چون دی‌اکسیدکربن هوا اثر قلیاییهای قوی را خنثی می‌کند، حالت قلیایی قوی به‌ندرت در کاغذ پیش می‌آید.

اسیدزدایی را می‌توان مهمترین روند در کاغذ به حساب آورد، ولی باید به آنچه این خنثی‌سازی پیش می‌آورد به‌دقت توجه کنیم. اسیدزدایی احتمال حملهٔ عوامل زیستی را کاهش نمی‌دهد، زیرا برخی از گونه‌های قارچ در شرایط قلیایی به رشد خود ادامه می‌دهند. همچنین اسیدزدایی از فعل و انفعالات فتوشیمیایی و فساد اکسیدی جلوگیری نمی‌کند، با این حال، مواد قلیایی هر محصول جانبی اسیدی حاصل از این حملات را خنثی می‌کند.

نکتهٔ آخر این‌که اسیدزدایی، کاغذی را که براثر تجزیهٔ اسیدی قبلاً شکننده شده است استحکام نمی‌بخشد، ولی از تداوم فساد، تجزیه‌پذیری و شکنندگی کاغذ، با تشکیل نمکهای خنثی جلوگیری می‌کند.

خنثی کننده‌های اضافی به سادگی به موادی خنثی تبدیل می‌شوند؛ به طوری که کاغذ دیگر تحت تأثیر تجزیه‌های آتی قلیایی قرار نمی‌گیرد. نمکهای خنثی کنندهٔ مذکور به عنوان عوامل قلیایی از هرگونه فساد اسیدی که ممکن است در آینده از منابع دیگر ناشی شود جلوگیری می‌کنند.

از لحاظ علمی، باید توجه داشت که عملیات اسیدزدایی باید به سهولت صورت گیرد و تأثیر سوء بر کاغذ، کتاب و انسان نداشته باشد.

برخی از کتب قدیمی، در شرایط یکسان، حالت استحکام اولیهٔ خود را بهتر از سایر کتب حفظ کرده‌اند. دلیل این امر، اسیدزدایی، یا به تعبیر صحیحتر، بافرینگ در مراحل ساخت و تولید کاغذ بوده است. دلیل اتفاق چنین امری این است که خمیری که با آب سخت محتوی بی‌کربنات کلسیم یا منیزیم و مخلوط شدن آن با الیاف کاغذ حفاظی مؤثر در برابر فساد اسیدی به وجود می‌آورد:

$Caco_3 + H_2so_4 \rightarrow Caso_4 + Co_2 + H_2o$

شستن کاغذ در آب زلال نیز نوعی اسیدزدایی است، زیرا اسیدهای محلول در آن را می‌شوید و از کاغذ دور می‌کند؛ از جمله اسید پلی‌گلیکورونیک، بخشی از اسیدسولفوریک و موادی که باعث تجزیهٔ سلولز می‌شوند. البته با شست و شو نمی‌توان مواد خنثی کنندهٔ اسید را در کاغذ جایگزین کرد.

عناصر معدودی می‌توانند در کاغذ حالت قلیایی ایجاد کنند. این عناصر عبارت‌اند از: لیتیم، سدیم، پتاسیم، روبیدیم، منیزیم و ویرجینیم که فلزاتی قلیایی هستند و فلزات خاکی چون منیزیم، کلسیم، باریم، رادیم، بیسموت و ازت. علاوه‌براین، برخی صابونها، فسفاتها، نمکهای قلیایی، اسیدهای آلی و برخی مواد دیگر دارای خاصیت اسیدزدایی هستند. امروز محققان توانسته‌اند برای اسیدزدایی مؤثر از هیدورکسیدها، کربناتهای کلسیم و منیزیم، استات منیزیم، هیدورکسیدباریم و برخی مواد معدود دیگر استفاده کنند.

بخار مواد آمونیاکی (مانند کربنات سیکلوهگزامین، CHC) اثر اندکی دارد و گرچه نمی‌تواند اثر اسیدهای قوی چون اسیدسولفوریک را خنثی کند، برای اسیدزدایی کتابهای داخل قفسه می‌توان از آن استفاده کرد. این امر تا وقتی که اسیدزدایی کامل صورت نگرفته است می‌تواند مفید باشد.

در سال ۱۹۳۶ وسیله‌ای برای پاشیدن با تلمبه ابداع گردید. با این‌وسیله باریم، کلسیم یا بیکربنات استرونسیم به کاغذ پاشیده می‌شود و اسید موجود در آن را خنثی می‌کرد. روش مذکور زمینه‌ای برای ابداع محققانی بود که اسیدزدایی کاغذ قبل از سلفون‌کشی را بنا نهادند. آنها کاغذها را در محلول هیدروکسید کلسیم قرار می‌دادند تا اسید موجود در آنها خنثی شود و سپس در بیکربنات کلسیم می‌نهادند تا هیدورکسید اضافی را به نمکی خنثی تبدیل کند. بدین ترتیب بافرینگ دلخواه به وجود آمد:

$$Ca(oH)_2+HSo_4 \rightarrow Caso_4+2H_2o$$

$$Ca(oH)_2+Ca(HCo_3)_2 \rightarrow 2Caco_3+2H_2o$$

$$Caco_3+H_2So_4 \rightarrow Caso_4+ co_2+H_2o$$

بعدها محققان برای ساده‌تر کردن روش خود برای اسیدزدایی، اوراقی راکه اسیدیتهٔ کمتری داشتند در محلول بیکربنات منیزیم می‌نهادند. این روش ساده برای کاغذهای با اسیدیتهٔ پایین ابداع شده بود، ولی می‌توانست اسید کاغذهای با اسیدیتهٔ بالا را نیز خنثی کند.

اشکال روش محققان و کارشناسان مذکور این است که به علت خیس شدن مدارک، نمی‌توان آن را برای مخطوطات به کار برد.

روشهای اسیدزدایی خشک به‌مراتب بر سایر روشها ترجیح داده می‌شود و دلایل آن نیز اساساً به صرفه است. وسایل اسیدزدایی خشک باید برای کتب و انسانها بی‌خطر باشد، به شکلی مؤثر حتی قویترین اسیدها را خنثی کند و هر مادهٔ اضافی که برای اسیدزدایی کاغذ به‌کار می‌رود باید به‌راحتی به نمک بافرینگ خنثی تبدیل شود تا با کتابها و کاغذها سازگار باشد.

برای اسیدزدایی کاغذ، هیدروکسید کلسیم ترجیح داده می‌شود، زیرا کربنات کلسیم در حلّالهای آلی حل نمی‌شود و در روشهای خشک نمی‌توان از آن استفاده کرد. هیدروکسید باریم اسید را خنثی می‌کند و هیدروکسید اضافی تبدیل به کربنات باریم تقریباً خنثی می‌شود. کربنات باریم حاصل در کاغذ باقی می‌ماند و به عنوان مادهٔ بافرینگ علیه اسیدهایی که ممکن است در آینده در کاغذ نفوذ کنند عمل می‌کند. البته هیدروکسید باریم ماده‌ای سمی است، و باید در آزمایشگاهها و کارگاههایی که هوای آنها به‌خوبی تهویه می‌شود استفاده شود.

کارشناسان تحقیقاتی را دربارهٔ استفاده از منواکسید باریم انجام داده و به کارگیری ترکیب مذکور را در اسیدزدایی خشک الزامی دانسته‌اند. مادهٔ مذکور در برابر اسیدسولفوریک کاملاً مؤثر است. آزمایشها و تحقیقات بعدی نشان داد که مضراتی چون سمی بودن و قابلیت اشتعال را می‌توان با مواد دیگر کاهش داد. روش این محقّقان، به علّت قابلیت اسیدزدایی در سطح انبوه، موفقیتی در حفظ کتب و آثار به شمار می‌رود.