

زوال محیطی و حفاظت از اسناد آرشیوی^(۱)

نویسنده: جوزف هانس

مترجم: نسرين بابائی

مقدمه

برای محافظت از مجموعه های آرشیوی (۲) در برابر عوامل آسیب رسان محیطی، ابتدا باید این عوامل را بشناسیم و ماهیت آنها را درک کنیم.

بنابراین، تاکید اصلی یک آرشیویست برای به حداقل رساندن میزان فساد (۳) اسناد بر اقدامات پیچیده محافظتی می باشد. بیشتر اسناد آرشیوی و مواد کتابخانه ای از مواد خام آلی و عمدتاً از الیاف گیاهی (۴) و پوست حیوانات (۵) تشکیل شده اند. این امر آنها را مستعد پوسیدگی، و در برابر شرایط محیط نگهداری آسیب پذیر می کند. در هر حال شرایط محیطی که عوامل خارجی می باشند، در فرایند فرسودگی اسناد آرشیوی اهمیت بسیار دارند.

همچنین، عوامل ذاتی یا در مواد تشکیل دهنده اسناد وجود دارد یا طی تولید مواد (مثلاً در مورد کاغذ نوع و کیفیت الیاف، مواد چسبی (۶) و روکش ها (۷)) وجود ترکیبات اسیدی یا فلزی و سایر اجزاء کاغذ (ایجاد می شوند).

می توان گفت که انهدام و فساد اسناد آرشیوی ناشی از عوامل فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و مکانیکی درونی و محیطی (بیرونی) است. این عوامل ممکن است بطور مشترک یا مجزا، منظم یا پراکنده عمل کنند. برای جلوگیری از آسیب رسانی آنها به اسناد آرشیوی لازم است این عوامل را بشناسیم و تا حد امکان آنها را از میان برداریم.

در کنار این عوامل، موارد دیگری هم باعث انهدام اسناد می شود. در این گروه می توان عوامل انسانی (۸) را با عملکرد نامناسب شامل کرد که عمدتاً یا سهواً به آنها صدمه می رسانند و یا حتی آنها را به سرقت می برند. در میان اینها نه تنها بلایای طبیعی (۹) (مثل: سیل، زلزله، طوفان، آتش سوزی) بلکه خسارات ناشی از آب که در اثر خرابی لوله های آبرسانی یا فاضلاب (۱۰) و سیستم گرمایش مرکزی (۱۱) یا رابط های تهویه هوا (۱۲) را می توان نام برد که سقفها، پنجره ها و ... را خراب می کند. با این وجود، بدترین عامل، جنگ است.

زوال فیزیکی اسناد

عوامل فیزیکی که باعث زوال مواد می شود بطور تنگاتنگ با محیط، آب

و هوا و شرایط ریز آب و هوایی (۱۳) در ارتباط هستند که اسناد آرشیوی تحت آن شرایط نگهداری می شوند. سه عامل اصلی تاثیر گذار بر فرایند زوال اسناد وجود دارد:

گرما (درجه حرارت) (۱۴)، رطوبت (۱۵) و نور. تمام اینها می توانند مشترکاً با ترکیبات دیگر محیط (مثل آلودگی شیمیایی جو) عمل کنند و باعث تغییرات هیدرولیکی (۱۶)، اکسیداسیون (۱۷) و تغییرات شیمیایی در اثر نور (۱۸) در اسناد آرشیوی بشوند که زمینه تخریب (۱۹) آنها را فراهم می کند. علائم بیرونی و ظاهری این فرایند، زردشدگی (۲۰) و شکنندگی (۲۱) اسناد است که مانع استفاده و دست زدن به آنها می شود.

گرما (درجه حرارت) و رطوبت

طی زمان، و تحت شرایط مختلف، در کلیه مواد، واکنشهایی صورت می گیرد که باعث بروز تغییرات غیر قابل برگشت می شود. این فرآیند معروف به «فرسودگی طبیعی» (۲۲) است. رساندن انرژی به صورت گرما که با افزایش دما مشخص می گردد، میزان تمام واکنشهای شیمیایی از جمله زوال (۲۳) را افزایش می دهد.

شرایط محیطی، با دو عامل اصلی یعنی درجه حرارت و رطوبت هوا، مشخص می شود.

درجه حرارت، در واحدهای مطلق اندازه گیری و به درجات سانتیگراد یا فارنهایت، بیان می گردد.

$$C = (F - 32) \times 5/9$$

$$F = (C \times 9/5) + 32$$

افزایش دما تا میزان ۱۰ درجه سانتیگراد، سرعت واکنشهای شیمیایی را بین ۲ تا ۴ برابر بالا می برد، یعنی هر چه دما پائین تر باشد برای طول عمر اسناد مفیدتر است. به هر حال، باید موازنه معقولی بین شرایط کاری کارمندان و استفاده از اسناد آرشیوی از یک طرف و بایگانی آنها از طرف دیگر، برقرار شود. درجه حرارت مناسب، معمولاً بین ۱۶ تا ۲۰ درجه سانتیگراد است. تاثیر درجه حرارت

کاملاً به رطوبت هوا بستگی دارد. زیرا رطوبت، تابع درجه حرارت و فشار هوا (۲۴) است.

به طور کلی، رطوبت میزان بخار آب در اتمسفر است. رطوبت را می توان بر حسب رطوبت مطلق (۲۵) بیان کرد که خود، حجم بخار آب (۲۶) موجود در یک متر مکعب (۲۷) از هوای مرطوب می باشد. در هر حال، از نظر اندازه گیری رطوبت هوا، بهتر است آن را بر حسب رطوبت نسبی (۲۸) محاسبه کنیم.

رطوبت نسبی، میزان حجم بخار آب موجود در هوا (رطوبت مطلق) به حجم بخار آبی است که با آن حجم مساوی از هوادر دما و فشار یکسان اشباع می شود. این رطوبت، به صورت درصد [%] بیان می گردد.

با افزایش دما، حجم بخار آبی که برای اشباع حجم مشخصی از هوا لازم است، نیز افزایش می یابد. برعکس، با کاهش دما نقطه اشباع و در نتیجه رطوبت نسبی حجم ثابتی از هوا کاهش می یابد.

بافت خام مواد طبیعی (۲۹) به عنوان منبعی برای الیاف (۳۰) تولید کاغذ، متعلق به گروهی از مواد آبرزی است. به این معنی که در هوای مرطوب قادر به جذب آب هستند، اما در شرایط خشک آب خود را از دست می دهند. به همین دلیل، خواص آنها به تغییرات جوی و رطوبت، حساس است. کاغذ، برای انعطاف پذیری بافتهای سلولزی (۳۱) و پیوندهای درون و میان بافتی (۳۲) خود، به میزان خاصی از رطوبت نیاز دارد. افزایش رطوبت با هیدرولیز (۳۳) اسید، زوال زنجیره سلولزی را بالا می برد. ترکیب رطوبت نسبی زیاد و درجه حرارت بالا، باعث انتشار میکروارگانیسمهای (۳۴) مضر برای کاغذ می شود. هوای خشک منجر به کاهش رطوبت مناسب کاغذ و در نتیجه کاهش پیوندهای درون بافتی و شکنندگی کاغذ می گردد. خشکی هوا و گرمای زیاد از عوامل مهم افزایش زوال و فرسودگی اسناد است.

میزان دما و رطوبت نسبی توصیه شده برای بایگانی اسناد آرشیوی (بعجز عکسهای رنگی و برخی اسناد خاص)، بین ۱۸ تا ۲۰°C و ۵۰ تا ۵۵٪ می باشد.

اندازه گیری درجه حرارت و رطوبت

درجه حرارت، با دماسنجهایی (۳۵) از انواع مختلف سنتی (نوارهای دوفلزی (۳۶)، گاز، فشار بخار، جیوه (۳۷)، الکل) تا ابزارهای دیجیتال امروزی که به چاپگر و رایانه متصل هستند، اندازه گیری می شود. آنها اغلب برای اندازه گیری رطوبت به وسایلی به نام دما رطوبت سنج (۳۸) وصل می شوند. رطوبت با رطوبت سنج اندازه گیری می شود که ابزاری است که انقباض (۳۹) و انبساط (۴۰) عنصر حساس به رطوبت را ثبت می کند. ترموهاگروگراف (۴۱) وسیله ای است که به طور همزمان، میزان رطوبت و دما را روی کاغذ یا دستگاهی الکترونیکی ضبط می کند.

دستگاه بخار سنج (۴۲) وسیله ای برای اندازه گیری دقیق رطوبت هوا می باشد. این دستگاه، دارای سیستمی با دو دماسنج است که در آن، دماسنج معروف به «دماسنج خشک» (۴۳) دمای هوا و «دماسنج خیس» (۴۴) میزان دمای اشباعی غیر قابل نفوذ (گرما) (۴۵) را نشان می دهد. حباب دماسنج خیس، در

یک پارچه مرطوب پیچیده شده است. دمای آب موجود در پارچه ای که به جریان هوای مرطوب متصل است، بر اساس میزان دمای اشباعی غیر قابل نفوذ (در برابر گرما) معین می شود که خود تابع دمای هوا و فشار جزئی بخار آب هوا می باشد. با خواندن دو دماسنج و به کمک نمودار، جدول یا خطکش ساده مهندسی (۴۶)، می توان رطوبت نسبی را تعیین کرد.

کنترل رطوبت و دمای آرشیو

محیطی که در آنجا مواد بایگانی می شود، تاثیر فراوان و حائز اهمیتی بر طول عمر آنها دارد. بنابراین، حفظ شرایط ثابت دما و رطوبت (در محیط بایگانی آرشیو)، در درجه اول اهمیت قرار دارد.

اگر چه سیستم های کنترلی مانند تهویه هوا (۴۷) برای حفظ شرایط مناسب و بهینه مورد نیاز است، اما اقدامات ساده ای (مثل سیستم تولید گرما، سرما، رطوبت و رطوبت زد (۴۸)) وجود دارد که در صورت اعمال منظم و صحیح می تواند کار ساز باشد.

تشعشع / تشعشع بصری (۲۹) / تشعشع مرئی (۵۰) (نور)

هر شیئی از خود تشعشعی به محیط اطراف می کند که در درونش امواج الکترومغناطیسی وجود دارد. این امواج، بر اساس طول موج (۵۱) (۸) به شکل گرما، نور قابل رؤیت، اشعه ایکس و غیره قابل تشخیص هستند. آنها را همچنین بوسیله فرکانس (۵۲) (۷) می توان مشخص کرد. رابطه بین λ و ν با معادله ای بیان می گردد که در آن، C سرعت نور در خلأ (ثابت) می باشد. $\lambda \cdot \nu = C$

هر چه طول موج کوتاهتر باشد، انرژی تشعشع بیشتر است. تشعشع، دائماً بر اساس طول موجش، به مجموعه ای تقسیم می شود که به آن طیف (۵۳) می گویند.

تشعشع بصری

بخشی از تشعشع با طول موج ۱ نانومتر (۵۴) تا ۱ میلی متر است.

تشعشع مرئی (نور)

بخشی از تشعشع است که شبکیه چشم را آزار می دهد و درک بصری را به همراه دارد. این تشعشع، تنها قسمت بسیار کوچکی از طیف کلی را نشان می دهد. چشم انسان، فقط قادر به قبول تشعشعات نوری با طول موجهای ۷۰۰ تا ۴۰۰ می باشد. علی رغم این که این نور سفید بنظر می رسد، می توان آن را به قسمتهای طیفی اصلی با طول موجهای زیر تجزیه کرد:

بنفش ۳۸۰ تا ۴۵۰ نانومتر، آبی ۴۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر، سبز ۵۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، زرد ۵۷۰ تا ۵۹۰ نانومتر و پر تقالی (نارنجی) ۵۹۰ تا ۶۱۰ نانومتر و زرد ۶۱۰ تا ۷۸۰ نانومتر. تشعشع با طول موج بلندتر، (۸۰۰ نانومتر - ۱ میلی متر) مادون قرمز (۵۵) نامیده و به صورت گرما دریافت می شود.

پرتو فرابنفش

چشم انسان، این اشعه را نمی بیند. میزان انرژی آن، بسیار بیشتر از تشعشع مرئی است و بین ۳۸۰ نانومتر تا ۱ میلیمتر می باشد. مهمترین قسمتهای آن، فرابنفش A (۴۰۰-۳۱۵ نانومتر)، فرابنفش B (۲۸۰-۳۱۵ نانومتر) و فرابنفش C (۱۰۰-۲۸۰ نانومتر) است. اصلی ترین منبع آن نور خورشید می باشد.

وقتی اشعه به شیشی برخورد می کند (بسته به ماده تشکیل دهنده آن) به سه بخش تقسیم می شود. یک بخش از سطح شیشی ساطع می شود و بخش دیگر به داخل آن نفوذ می کند. بخش سوم جذب سطح می شود. انرژی جذب شده می تواند باعث ایجاد یا افزایش واکنشهای شیمیایی (تجزیه شیمیایی بر اثر نیروی تابش (۵۶)، اکسیداسیون (۵۷) و هیدرولیز (۵۸) شود که منجر به زوال و فساد مواد تشکیل دهنده آنها می گردد. الیاف و بافتهای طبیعی (۵۹) در صورتی که در معرض نور قرار بگیرند، مقاومت خود را از دست می دهند. میزان زوال به شدت نور، مدت در معرض قرار گرفتن (۶۰)، دما و رطوبت هوا بستگی دارد.

منبع دیگر اشعه خطرناک و مضر فرابنفش، نور فلورسنت است. بخصوص زمانی که شدت آن بالا باشد و اسناد بیش از اندازه در معرض این نوع نور قرار بگیرند.

از طرف دیگر نور سفید (۶۱)، گرما و اشعه مادون قرمز بیشتری ساطع می کند.

هر یک از منابع نوری مزایا و اشکالاتی دارند. نور سفید که به عنوان بهترین و بارزترین منبع نوری آرشیبوها، موزه ها و غیره استفاده می شود، کمتر از ۷۵ میکرووات در لومن (۶۲) از اشعه فرابنفش نور ساطع می کند. یک لامپ فلورسنت معمولی تقریباً ۴۰۰ وات در لومن نور ساطع می کند.

به هر حال، لامپ فلورسنت با نیروی برق مشابه، روشنایی بهتری دارد. بنابراین، لامپ فلورسنت ۴۰ وات، بین ۱۷۰۰ تا ۳۴۵۰ لومن و یک حباب نور سفید ۴۰ وات فقط ۳۶۰ لومن نور تولید می کند.

در ساختمانهایی که اشیاء تاریخی یا اشیاء بارزش هنری نگهداری و نمایش داده می شود، از نظر حفاظتی، استفاده از فلاشهای الکترونیکی (۶۳) عکاسی باید محدود شود. علاقه روزافزون مردم به اسناد تاریخی به ویژه در زمینه نسب شناسی (۶۴)، یکی از عوامل بالا رفتن میزان تهیه فتوکپی از آنهاست و همه می دانیم که بسیاری از دستگاههای تکثیر، اشعه فرابنفش هم تولید می کند.

اندازه گیری اشعه فرابنفش و مرئی (نور)

امروزه مشخص شده است که یکی از دلایل اصلی آسیب دیدن مواد آرشیبوی و کتابخانه ای و آثار هنری موزه ها و نمایشگاهها، نور و اشعه فرابنفش می باشد. در بازار، وسایل بسیاری برای نمایش سطح آنها عرضه می گردد. لوکس مترها (۶۵)، ابزارهای اندازه گیری نور مرئی است که به عنوان سطحی از نور در واحدهای لوکس (۶۶) یا فوت کندل (۶۷) مطرح می شود و اکثر آنها، دیجیتالی می باشد. «دکمه نگهدارنده اطلاعات» (۶۸)، شخص را قادر به

ثابت نگهداشتن متن می کند تا بتواند از آن یادداشت بردارد. «دکمه نگهدارنده بالاترین درجه» (۶۹)، بالاترین سطح را ثبت می کند.

دستگاه ماوراءبنفش با صفحه نمایش دیجیتالی، برای اندازه گیری سطوح مطلق پرتو ماوراءبنفش در واحد میکرووات بر متر مربع به کار برده می شود. میزان اشعه ماوراءبنفش، باید تا حد امکان کم باشد و کلاً از ۲۰ میکرووات بر متر مربع یا ۷۵ میکرووات بر لومن، تجاوز نکند.

دستگاه ترکیبی مانند دستگاه دیجیتالی بازمینی محیطی (۷۰) (دستگاه سنجش رطوبت نسبی و دما، اشعه ماوراءبنفش و لوکس) مدل ۶۸۴.۷۶۴C که اشعه ماوراءبنفش را اندازه می گیرد، میزان کلی این اشعه (رادر واحد میکرووات بر متر مربع) و میزان نور مرئی (رادر واحد لوکس) نشان می دهد. این دستگاه، همچنین می تواند درجه حرارت (را به درجات سانتیگراد و فارنهایت) و رطوبت نسبی هوا را اندازه گیری کند. یک رابط اختیاری کامپیوتری (۷۱)، امکان ایجاد ارتباط به کامپیوترهای دیگر را فراهم می آورد.

نرم افزار ویندوز ام اس (۷۲)، برای نمایش و ذخیره اشعه ماوراءبنفش، نور مرئی، درجه حرارت و رطوبت نسبی، تهیه شده است. متن دقیق مطالب می تواند چاپ یا بر روی صفحه نمایش کامپیوتر نشان داده شود.

محافظت از اسناد در برابر تشعشع / نور

تمام اسناد، وقتی در معرض اشعه به خصوص اشعه ماوراءبنفش موجود در نور طبیعی و نور لامپهای فلورسنت قرار می گیرند، دچار زوال می شوند. نور خورشید بصورت مستقیم یا بازتاب نباید به اسناد موجود در بایگانی، نمایشگاه یا اتاقهای مطالعه تابیده شود. بهترین راه محافظت اسناد در مقابل نور خورشید تعبیه مکانهای بایگانی بدون پنجره و استفاده از لامپهای کم وات در هنگام ضرورت می باشد. در صورتیکه از لامپهای فلورسنت لوله ای (۷۳) استفاده می شود، باید به فیلتر نور ماوراءبنفش (۷۴) مجهز باشد و جریان نورهای با طول موج کمتر از ۴۰۰ نانومتر را قطع کند.

اتاقهای پنجره دار، باید به سایبان، پرده های کلفت، فیلترهای تیره یا ماوراءبنفش مجهز شوند تا نورهای با طول موج کمتر از ۴۰۰ نانومتر را جدا کنند. نور برخلاف رطوبت و دما تاثیر خطرناکی بر اسناد بایگانی شده در فایلها، جعبه ها، پوشه ها و مجله ها ندارد. بنابراین، بسته بندی اسناد در محافظت آنها در برابر تاثیرات مضر نور بسیار اهمیت دارد.

گرد و غبار و خاک

گرد و غبار و خاک، در بافت کاغذ جا گرفته و باعث زوال اسناد یا حتی منجر به سائیدگی (۷۵) مواد تشکیل دهنده آنها می شود. به علاوه، آنها ممکن است حامل آلودگیهای شیمیایی یا تخم قارچهایی (۷۶) باشند که می توانند به اسناد آسیب برسانند. ریزترین ذرات از فواصل دور آورده می شوند. آنها ممکن است شامل گرد و غبارهای معدنی (۷۷) و گازهای ناشی از فرآیندهای صنعتی (۷۸)، طوفان و غیره باشد. گرد و غبار زمینی (۷۹)، بسیار خطرناک است



آسیب دیدگی ناشی از میکرو ارگانیزم ها (ریز جانداران)

موجودات بسیار ریزی هستند که با چشم غیر مسلح دیده نمی شوند و به موجودات نسبتاً پیچیده گیاهی یا جانوری تقسیم می شوند و برخی بین این دو سطح قرار دارند. به هر حال، در کار ما تقسیم آنها به دو گروه باکتریها (۸۷) و قارچها (۸۸) کافی است.

باکتریها

آنها موجودات ابتدایی و تک سلولی هستند که اندازه شان بین ۰/۱ تا ۵ میکرومتر (۸۹) است که خیلی سریع تقسیم و تکثیر می شوند. آنها در شرایط عادی حتی اگر رطوبت نسبتاً بالا باشد، نمی توانند باعث صدمه آبی به اسناد آرشیوی بشوند. ما، بین باکتریهای هوازی (۹۰) و بی هوازی (۹۱) تمایز قابل شده ایم. باکتریهای بی هوازی به خاطر فعالیت آنزیمی شان اغلب در فرایندهای تخمیر صنعتی (۹۲) به کار برده می شوند. آنها در محیطهای مایع بیشترین تاثیر را دارند مثلاً در مواردی که اسناد با سیل جابجا شده اند، این باکتریها در تجزیه آنزیمی (۹۳) مواد تشکیل دهنده آنها شرکت دارند. فراوان ترین نوع آنها باسیلها (۹۴) (باسیل گل ماری (۹۵)، باسیل حلقوی (۹۶)، باسیل نرم (۹۷)) هستند.

کپکها (۹۸) / قارچها

قارچها/کپکها، معمول ترین علت بروز آسیب در اسناد آرشیوی هستند. اندازه آنها هم بسیار ریز و حدود ۱۰۰۰۱۰ میکرومتر است. کپک، معمولاً عنوانی است که در مورد قارچهای نهانزاد (۹۹)، مانند قارچهایی که بوسیله هاگ منتشر می شوند، به کار می رود. اغلب کپکها، از دو ساختار مختلف گیاهی (رویشی) (۱۰۰) و مولد (تکثیری) (۱۰۱) تشکیل شده اند. بخش گیاهی با انشعاب رشته های نخ مانند (۱۰۲) بی رنگی بنام هاگ (۱۰۳) مشخص می گردد. هاگهای منشعب، میسلیوم (۱۰۴) نامیده می شود. این رشته ها در اطراف کاغذ یا سایر مواد، پراکنده می شوند و با چشم غیر مسلح دیده نمی شوند. آنها، مانند ریشه گیاهان رشد می کنند. وجود آنها، رشد کپکهای قابل

و بیشتر از خسارات شیمیایی، خسارات مکانیکی وارد می کند.

از طرف دیگر، گرد و غبارهای فشرده و چسبنده (۸۰) ممکن است قلیایی بالایی داشته و برای اسناد خطرناک باشند. چون بیشتر ذرات گرد و غبار و نیاف رطوبت نما هستند، پس به حفظ سطح بالاتری از میکرو رطوبتها (۸۱) در اسناد تمایل دارند. این افزایش رطوبت، می تواند عملکرد شیمیایی (۸۲) آلاینده های مختلف گازی هوا را بالا ببرد.

محافظت از اسناد در برابر گرد و غبار و خاک

تمیز نگهداشتن اسناد، محلهای بایگانی و اتاقهای مطالعه با هر وسیله ممکن، امری ضروری است. همچنین هوای وارده به دستگاههای تهویه هوا یا سایر سیستمهای کنترل رطوبت نسبی و دما باید در جهت جلوگیری از ایجاد آلودگیهای مکانیکی بر ساختمان تصفیه شود.

جعبه، پوشه، پاکت و بسته های کتاب و غیره که از مواد بادوامی ساخته شده اند، می توانند از مواد آرشیوی در برابر تاثیرات مضر گرد و غبار محافظت کنند و نهایت تاثیر را در افزایش طول عمر اقلام بایگانی شده در چنین وسایل ارزان و کم هزینه ای راداشته باشند.

زوال بیولوژیکی (۸۳)

زوال بیولوژیکی نام مشترکی برای انواع صدمات ناشی از موجودات زنده مختلف است. صدمات بیولوژیکی از نظر شیوه ایجاد و تاثیر آن، با یکدیگر تفاوت دارند. بسیاری از عوامل بیولوژیکی موجب زوال و انهدام اسناد آرشیوی می شوند. بهر حال، مهمترین این عوامل میکروارگانیزم (۸۴)، حشرات (۸۵) و چوندگان (۸۶) هستند.

میکروارگانیزم ها

بسیاری از صدمات را انواع مختلف میکروارگانیزم ها وارد می کنند. آنها



زوال ناشی از میکروارگانیسم ها بعد از آسیب دیدگی بر اثر آب

۷۰ درجه سانتیگراد رشد می کنند، اما اکثر گونه های میکروبی در دمای بین ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد رشد دارند. درجه حرارت میانگین و مطلوب برای رشد کپکها، معمولاً حدود ۳۰ درجه سانتیگراد است.

بین رطوبت نسبی و درجه حرارت ارتباط و وابستگی وجود دارد. مشخص شده است که رطوبت بالاتر از ۷۰ درصد باعث گسترش میکروارگانیسم ها می شود. معمولاً در رطوبت نسبی بین ۸۰ تا ۹۰ درصد رشد کپکها قابل ملاحظه است و در رطوبت بالای ۹۵ درصد رشد آنها بسیار زیاد می شود.

در بین سایر شرایط اصلی رشد، می توان وجود مواد مغذی (۱۱۳)، نمکهای معدنی و محیطی با اسیدیته متعادل یعنی $pH=5.6$ را نام برد. عوامل لازم برای فارچها عبارتند از: کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، پتاسیم، منیزیم و غیره. فارچ طبیعی ترین مواد را به عنوان منبع کربن و انرژی استفاده می کند. سلولز موجود در کاغذ و روکش پارچه ای کتاب، کلاژن موجود در روکش چرمی کتاب و نسج خطی، نشاسته و ژلاتین آهارزنی در کاغذ چسب حیوانی و گیاهی و حتی قفسه های چوبی (که هنوز هم در بسیاری از آرشیوها استفاده می شود) اکثر عوامل لازم برای تغذیه آنها را فراهم می آورد.

تخمیر (۱۱۴)

اغلب در آرشیو و کتابخانه ها سطح کاغذ و کتابها را لکه های قهوه ای رنگی می پوشاند که هنوز علت آن به طور کامل مشخص نشده است. معمولاً وجود آنها به یک میکروارگانیسم ناشناخته نسبت داده می شود که از خود اسیدی ترشح کرده و با ناخالصیهای فلزی (۱۱۵) (آهن، مس و غیره) موجود در کاغذ و اکنتهای شیمیایی انجام می دهد.

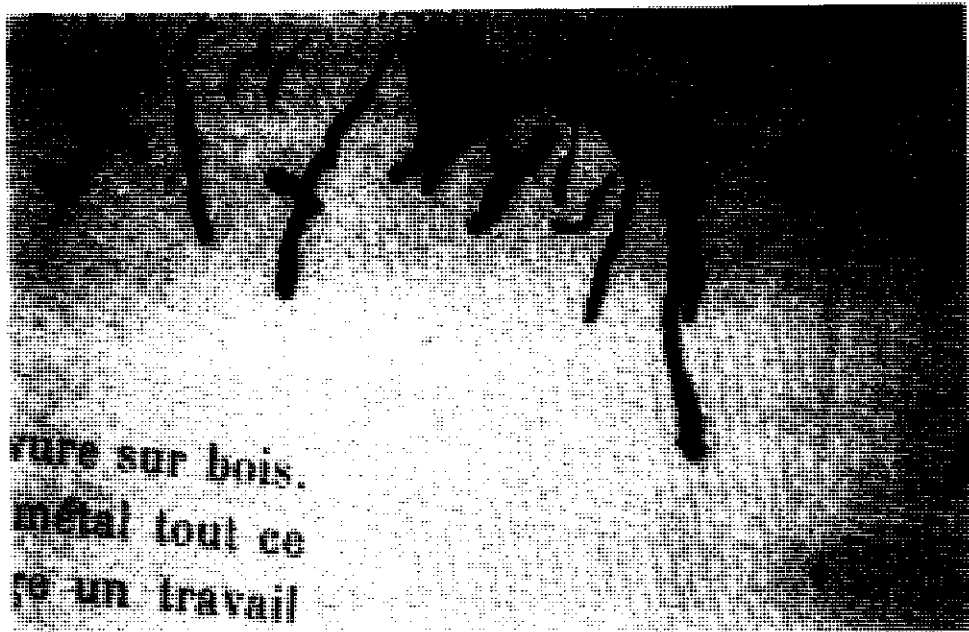
چون میکروارگانیسم ها در همه جای زمین هستند (که البته همه آنها برای مواد آرشیوی خطرناک نیستند) کار زیادی در جهت از بین بردن آنها نمی توان انجام داد. بهر حال، در محلهای بایگانی اسناد می توان محیطی ایجاد کرد که در

رویت را جلو می اندازد. وقتی رشته های سیلیسیم ایجاد شد، کپکها بوسیله هاگ تولید مثل می کنند که به طور خارجی روی رشته های نخ مانند فارچ تولید می شوند. در بیشتر کپکهای مربوط به آرشیوها و کتابخانه ها، هر هاگ، ساقه هایی به نام کونیدیوفورس (۱۰۵) تولید و آن هم به نوبه خود فیالیدس (۱۰۶) را ایجاد می کند. فیالیدس بخشهای رنگی کپکهاست. که ساختاری تولید مثل دارد.

آسیب ناشی از کپکها در انواع مختلف مواد از نظر رنگ متفاوت است. کپکها باعث ایجاد درجات مختلف تجزیه آنزیمی می شوند که خود دارای ویژگی آسیب شیمیایی مثل زوال هیدرولیکی (۱۰۷) آنزیمی سلولز می باشد. عملکرد میکروارگانیسم ها باعث تضعیف کاغذ (یا سایر مواد) در محل آسیب دیدگی می شود که ابتداءً ریز به نظر می آید و در نهایت خرد و شکننده می گردد، در همین حال، رنگ دانه های تولید شده توسط میکروارگانیسم ها آثاری به رنگهایی از سیاه (قرمز، بنفش، قهوه ای...) تا سفید باقی می گذارد. باید بدانیم که میزان تجمع رنگدانه ها در بافت و رنگی شدن مواد مورد حمله، مقیاسی برای اندازه گیری میزان آسیب وارده توسط آنها نیست. برخی میکروارگانیسم ها رنگدانه تولید نمی کنند، شاید به همین دلیل وقتی به وجودشان پی می بریم که دیگر نمی توان صدمه وارده را جبران کرد.

تا به حال ثابت شده که در بین اسناد و مواد آرشیوی و کتابخانه ای بیش از ۳۰۰ گونه مختلف از آنها وجود دارد. معمول ترین نوع کپکهایی که به کاغذ، چرم و چوب آسیب می رساند عبارتند از: اسپیریلیوس (۱۰۸)، پنسیلیوم (۱۰۹) و فوساریوم (۱۱۰)، کلا دوسپوریوم (۱۱۱) و ماکور (۱۱۲).

شرایط اصلی رشد کپکها ارتباط نزدیک با عوامل محیطی و در درجه اول، درجه حرارت و رطوبت هوا دارد و از آنها تأثیر می گیرد. برای کپکها سه درجه حرارت بحرانی و مهم وجود دارد: درجه حرارت پائین و بالا که در آن رشدی صورت نمی گیرد. درجه حرارتی که در آن، رشد ناگهانی مشاهده می شود. اگر چه گونه هایی از کپک وجود دارد که تقریباً در سرما و بقیه در دمای بالای



آسیب دیدگی توسط حشرات

می چسباند و زمانی که برای مرحله شفیرگی (وقتی شفیره حشره در یک فضای سفت و محکم پنهان می شود) آماده شده به سطح کتاب برمی گردد. در آخر خزوک کامل از بیله خارج می شود.

موریانه ها (۱۲۸) در آب و هوای گرم مسیری رشد می کنند. این حشرات، گرچه نه سفید و نه سیاه هستند، اما گاهی اوقات «مورچه های سفید» هم خوانده می شوند. آنها چوب خوارند و به هر شیئی چوبی یا دارای سلولز حمله می کنند. آنها موجودات بسیار اجتماعی هستند. ملکه و شاه بالدار، تولیدمثل و تکثیر گونه ها را بر عهده دارند.

موریانه های کارگر که فقط قادر به هضم سلولزند، بقیه اعضا گروه را تغذیه نموده و از آشیانه لاروهای جوان محافظت می کنند. سربازان نیز مسئول دفاع از مجموعه می باشند. همه موریانه ها از نور دوری می کنند و محیط گرم و مرطوب را دوست دارند. محیط تاریکی که موریانه ها در آن فعالیت می کنند، اغلب تشخیص آنها را تا قبل از وارد آوردن خسارات جبران ناپذیر، مشکل می سازد.

این مشکل در مناطق معتدل (۱۲۹) چندان جدی نیست. با بازدید دوره ای از انبار و محل های بایگانی (۱۳۰)، کنترل مستمر اسناد جدید و تمیز نگهداشتن محیط، براحتی می توان حشرات را کنترل کرد.

جوندگان

موش های خانگی و صحرایی (۱۳۱) نمونه های مشخصی از جوندگان مضر می باشند که بصورت مکانیکی به مواد آرشیوی و کتابخانه ای حمله می کنند. صدمات مکانیکی (۱۳۲) از طریق جای دندانهای آنها قابل تشخیص است. آنها در ساختمانهای قدیمی و زیرزمینها زندگی می کنند و معمولاً انبارهای مستقر باعث نفوذ و افزایش آنها می شود.

حذف عوامل زوال بیولوژیکی

آن کپکها قادر به رشد و تولیدمثل نباشند.

حشرات

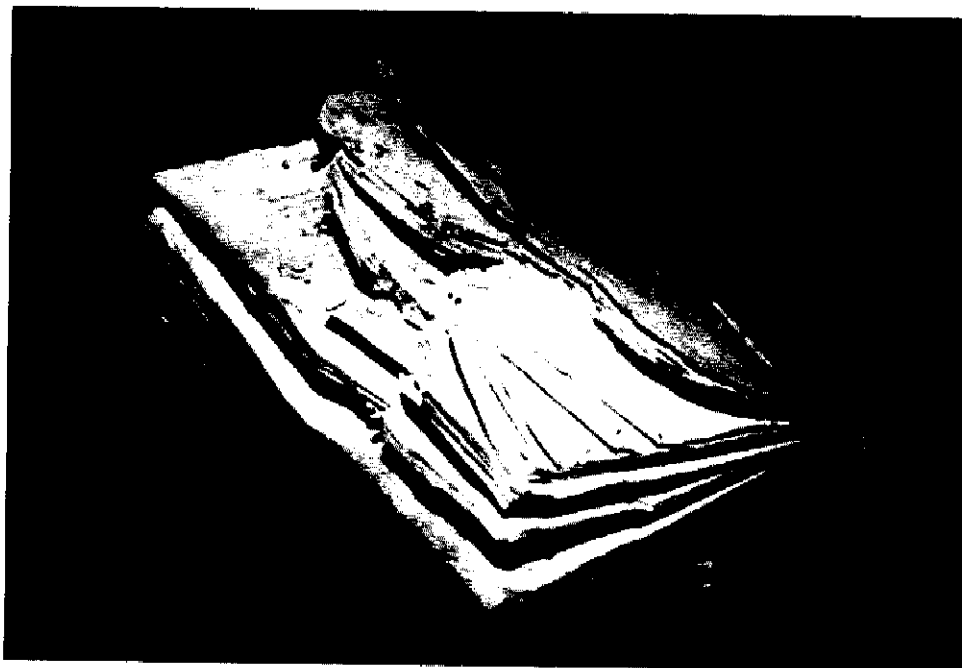
حشرات برای مواد آرشیوی بسیار خطرناک هستند و این خطر بخصوص در مناطق گرمسیر پنهان است. علائم مشخصه در مواد آسیب دیده، وجود سوراخهای عمیق، حفره و منافذی است که اغلب از تمام ضخامت یا عمق ماده می گذرد. محیط گرم و مرطوب، تاریکی و تهویه نامناسب هوا باعث بوجود آمدن و رشد حشرات می شود.

چرخه زندگی (۱۱۶) حشرات شامل چندین مرحله مختلف به قرار زیر می باشد: تخم، لارو (۱۱۷) شفیره (۱۱۸) و حشره کامل (۱۱۹). بیشترین خسارت بر مواد در مرحله لاروی حشرات می شود که زمانی است که سوراخ شدن (مثلاً در کاغذ) انجام می گیرد. هر یک از گونه های بیولوژیکی حشره نشانه های گاز گرفتگی (۱۲۰) ماندنی باقی می گذارد که از صدمات مکانیکی به شمار می رود. معمول ترین حشرات ریز، خرخاکی (۱۲۱) و شپش کتاب (۱۲۲) است.

خرخاکی، حشره بی بال کوچکی (به طول ۱۱.۷ میلی متر) از دسته لیسیماهاست (۱۲۳). این جانور عمدتاً روی خمیر، چسب و ژلاتین عکاسی زندگی می کند و تخمهای خود را در مکانهای تاریک می گذارد.

شپش کتاب، حشره ریزی (۵.۷ میلی متر) با غذای مشابه خرخاکی می باشد. خزوک ها (۱۲۴) که حشراتی از دسته غلاف بالان (۱۲۵) هستند معمولاً در آرشیو و کتابخانه های مناطق گرم و مرطوب زندگی می کنند. دو نوع از آنها به ویژه از دشمنان پنهانی اسناد آرشیوی می باشند: در مستیده (۱۲۶) که از چرم و آئوبوده (۱۲۷) که از جلد کتابها و نیز کاغذ تغذیه می کند.

«کرم خاک» نامی برای بسیاری از حشرات است که تقریباً انواع مختلف مواد را می خورند و خصوصاً برای کتابها زیان آور هستند. آنها تخمهایشان را نزدیک سطح جلد کتابها یا لبه ورق می گذارند. بعد لارو، مسیر خود را به درون کتاب باز و ماده آدامس ماندنی ترشح می کند که ورقهای کاغذ را به هم



آسیب دیدگی توسط جوندگان

افراد متخصص به کار برده شوند.

روشهای بی اکسیدی (۱۴۳)

قصد آنها ریشه کن کردن حشرات است. در روشهای بی اکسیدی میزان اکسیژن تا زیر ۱٪ درصد کاهش می یابد. این شرایط هم با ایجاد خلاء و پرکردن نیتروژن و هم با جذب سطحی (۱۴۴) اکسیژن در هوایی که عوامل جاذب اکسیژن در آن استفاده شده باشد و با با ترکیبی از آن دو، قابل دستیابی است. میزان اکسیژن باید حداقل به مدت ۳ هفته در سطح پائین باقی بماند.

هوای غنی شده با دی اکسید کربن

طی تحقیقات بر روی محصولات غذایی انبار شده، دی اکسید کربن به عنوان یک ضد عفونی کننده تدریجی به اعتبار رسید. گروه رنتوکیل (۱۴۵) تاثیرات آن را بررسی و این روش را روی برخی حشرات موزه ای و آرشیوی اعمال کردند که در حبایهای بادی قابل حمل، نگهداری و مراقبت می شدند. طبق گزارش، ۶۰ درصد دی اکسید کربن، در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، به مدت چهارده روز حشرات موزه ها را خواهد کشت.

ضد عفونی

روشها و ابزارهای متفاوتی برای محافظت از اسناد و مردم، در برابر تاثیرات مضر و مخرب زوال بیولوژیکی به کار گرفته می شود. این عوامل، نباید اشیاء افراد استفاده کننده از آنها را تهدید کند. آنها همچنین باید صد درصد کارآمد و مؤثر باشند تا این اطمینان حاصل شود که اسناد بعد از ضد عفونی دیگر دچار حمله سخت تر نمی شوند.

مؤثرترین روش برای رفع مشکل و آلودگی بیولوژیکی، سیستمهای ضد عفونی در خلاء می باشد و معمول ترین ضد عفونی کننده ها، اکسید اتیلن (۱۴۶) و میتل برومید (۱۴۷) است. در این سیستمها استفاده از اکسید اتیلن،

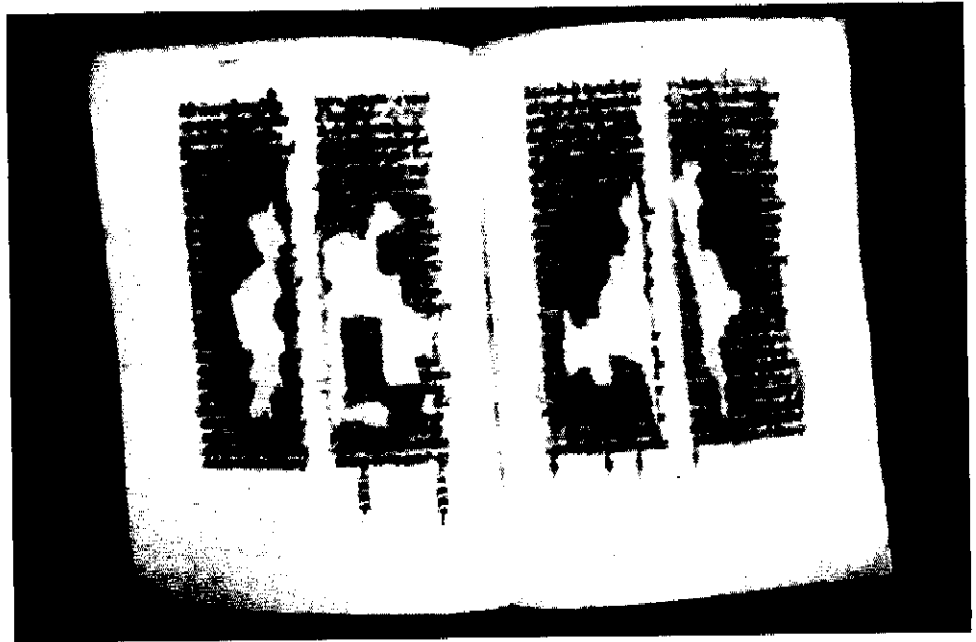
هدف از این کار، حذف عملکرد مضر میکروارگانیسم ها (ضد عفونی ۱۳۳)، حشرات و جوندگان است. حتی در آرشیوهای قدیمی معمول بوده که اسناد را در ظروف سفالی (۱۳۴) یا جعبه های چوبی حناندود (۱۳۵) نگهداری و به این وسیله از آنها در برابر تاثیرات مضر آفات محافظت می کرده اند. طی قرنهای نوزدهم و بیستم، تحقیقات علمی به توسعه روشهایی در صنعت حشره کش سازی و تولید طیف وسیعی از محصولات منجر شد که تاثیرات زیان آور آفات را از میان برمی دارد.

روشهای شیمیایی کنترل آفات

حشره کشهای شیمیایی (۱۳۶) می تواند از مواد آلی (۱۳۷)، معدنی (۱۳۸) یا ترکیبات مصنوعی (۱۳۹) باشد. آنها شامل باکتری، قارچ و حشره کشها و سمهای موش کش هستند و به روشهای مختلف (خوراکی (۱۴۰)، تماسی و یا استنشاقی (۱۴۱)) عمل می کنند.

سموم خوراکی و استنشاقی روی تک تک آفات اثر می گذارد، در حالی که سموم تماسی کل مجموعه را تحت تاثیر قرار می دهد. در هر یک از این موارد، سم ممکن است بلافاصله یا در دراز مدت اثر کند. اشکال این گونه محصولات عبارتند از: خطر استفاده نابجا و مقدار مصرف آن که ممکن است بی فایده یا بی تاثیر بوده و شاید هر یک از آنها برای انسان خطرناک و مضر باشد. نحوه استفاده از حشره کشهای شیمیایی بسته به اینکه جامد، مایع و یا گازی باشند، با هم فرق دارد و ممکن است بصورت تصعیدی، با اسپری و یا بخار مورد استفاده قرار بگیرند. احتمالاً نوع جامد آنها، در حلالها و یا پخش کننده ها برای مدت طولانی فعال می ماند، اما قابلیت نابود کنندگی کمتری خواهد داشت. جامداتی که بصورت تصعیدی استفاده می شوند، قدرت نفوذ را محدود کرده و در صورتی که بطور متمرکز به قسمتی نرسند، ایجاد محیطی نامطلوب با تاثیر کشندگی کم می کنند.

تمام فرآورده های سمی (۱۴۲) با توجه به این جنبه خطر آفرینی، باید توسط



نسخه خطی آسیب دیده
از جوهر مازو

استفاده می شود. در هر حال، پرتوافکنی (۱۵۳) به مصنوعات باارزش و اسناد کاغذی، در ثبات دراز مدت آنها نقش دارد. پرتوافکنی باعث بروز تغییر شیمیایی می گردد یعنی پیوندهای شیمیایی (۱۵۴) شکسته و اجزاء آزادی تشکیل می شود که ممکن است تقاله به نظر بیایند. بسیاری نویسندهگان در مورد صدمات ناشی از پرتوافکنی به اسناد کاغذی مطلب نوشته اند. پرتوافکنی باید با لوازم تخصصی و افراد مجرب و آموزش دیده انجام گیرد. این روش برای اسناد آرشیمی توصیه نمی شود.

ریز موجها (۱۵۵)

ریز موجها امواج رادیویی کم انرژی هستند که باعث ارتعاش پیوندهای کوالانسی (۱۵۶) شده و با تاثیرات حشره کشی و ضد عفونی کنندگی خود، ایجاد گرما می کنند. در هر حال، نفوذ آنها عمقی نبوده و وجود هر نوع فلز باعث تمرکز انرژی و احتمالاً احتراق می شود.

تغییرات اخیر در قوانین و مقررات و نیز ارتقاء درک اجتماعی در به کارگیری حشره کشها، باعث ایجاد تغییراتی در مدیریت کنترل حشرات (۱۵۷) شده است. فلسفه اصلی پرتوافکنی برای کشتن حشرات، متکی بر پیشگیری است تا استریل کردن بعد از آلودگی.

زوال شیمیایی

این گروه شامل انواع زوالهای ناشی از واکنشهای شیمیایی می باشد. در انواع تغییرات شیمیایی، تغییرات غیر قابل برگشت در ساختار مواد، عادی و مرسوم است. با توجه به کار خود، می توانیم آنها را به موارد زیر تقسیم کنیم: O واکنشهایی که فرآیندهای دراز مدت در آنها یک عامل طبیعی محیطی است (مانند اکسیداسیون).

O واکنشهای ناشی از مواد شیمیایی که از هوا نفوذ می کنند. مواد شیمیایی مضر موجود در یک محیط آلوده، منبع اصلی این نوع زوال می باشد.

یکی از مشکل آفرین ترین روشها می باشد. از طرفی، تصور می شود که محفظه خلاء دارای اکسید اتیلن، تنها روش ضد عفونی مؤثر و کارآمد می باشد و از طرف دیگر، اکسید اتیلن برای کارگران آسیبهای حساسیت زایی (۱۴۸) تولید مثلی، عصبی، نژادی، جهشی و سرطان زایی (۱۴۹) بوجود می آورد.

جامعه اروپا، استفاده از اکسید اتیلن را در تمام موارد ضد عفونی کشاورزی قدغن کرد. در هر حال، اگر استفاده از این ماده برای استریل ابزارها و وسایل پزشکی (۱۵۰) هنوز هم مجاز باشد، بنظر می رسد برای حفظ و نگهداری میراث ملی و بین المللی (۱۵۱) هم، باید توجیه شود. یعنی باید دید که آیا این کار تحت کنترل منظم انجام می شود و بعد از استفاده، وسایل در معرض هوا قرار می گیرند یا خیر؟

اکسید اتیلن بسیار قابل اشتعال است و به شکل بخار در معرض تجزیه انفجاری قرار می گیرد. در هر حال، در یک مخلوط تجاری، وقتی ۱۰ قسمت اکسید اتیلن با ۹۰ قسمت دی اکسید کربن و یا برخی گازهای ساکن استفاده می شود، اکسید قابلیت انفجاری خود را از دست می دهد.

روشهای فیزیکی کنترل آفات انجماد (۱۵۲)

بسیاری مؤسسات چند سالی است که از روش انجماد برای از بین بردن آفات موجود در مجموعه ها استفاده می کنند و برای اجتناب از هجوم مجدد، آنها را بصورت منجمد نگهداری می نمایند. این روش همچنین به عنوان «کمکهای اولیه»، معمول ترین روش برای نگهداری اسنادی است که در اثر سیل (انجماد خشکی در خلاء) صدمه دیده اند. سرمای ۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳ تا ۷ روز به نظر حد طبیعی قابل قبول برای بیشتر حشرات می باشد.

اشعه گاما

اشعه گاما برای حفظ و نگهداری غذا، بدون هیچ تاثیر مضر ظاهری بر آن،

O واکتشیهای ناشی از عوامل درونی که طی تولید مواد (کاغذ، کاغذ پوست، مرکب و غیره) ایجاد می شوند.

واکتشهایی که فرآیند دراز مدت در آنها یک عامل طبیعی محیطی است

از آنجائیکه اکسیژن همیشه در هوا وجود دارد، اکسیداسیون نمونه شاخص چنین واکنشی است. اکسیداسیون، واکنش طبیعی مواد آلی و معدنی با اکسیژن هوا می باشد. شواهد نشان می دهد که اکسیداسیون جوی نقش مهمی در بالا بردن سن کاغذ (فرسودگی آن) ایفاء می کند. در هر حال، اگر اسناد در شرایط محیطی مناسب نگهداری و بایگانی شوند، فرآیند زوال نسبتاً کند می گردد. زوال بادما، رطوبت زیاد، مواد فلزی و آلاینده های جوی افزایش می یابد. زوال در کاغذ باعث تجزیه بافتهای سلولزی و تضعیف آن می شود. تشخیص تأثیرات آن از زوال اسیدی (۱۵۸) که اولین دلیل زوال اسناد کاغذی آرشیوی به شمار می رود، چندان ساده نیست.

واکتشهای ناشی از مواد شیمیایی موجود در هوا

هوای پاکیزه، مخلوطی از گازهای اکسیژن، نیتروژن، دی اکسید کربن، گازهای ساکن و بخار آب است. با این حال، منابع اصلی این نوع زوال، مواد مضر موجود در هوای آلوده می باشد. آلودگی، شامل هر نوع ماده ای است که روی زندگی و متعلقات ما تأثیر برعکس داشته باشد. این مواد ممکن است به شکل ذرات جامد، مایع، گاز و بخار باشد. حساسیت مواد تاریخی (۱۵۹) به آلاینده های مختلف کاملاً متفاوت است. این حساسیت نه تنها به ساختار فیزیکی و شیمیایی مواد، بلکه به سایر عوامل محیطی بستگی دارد. بخارها و گازهای فعالی که بیشترین نگرانی را ایجاد می کنند و انتظار آن می رود برای اسناد آرشیوی مضر باشد و در هوای آلوده هم یافت می شوند، عبارتند از: دی اکسید سولفور (SO_2)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، ازن (O_3) و سولفید هیدروژن (H_2S).

کاغذ و چرم از مواد موجود در هوای طبیعی شهر، دی اکسید سولفور را پراحتی جذب می کنند. با جذب دی اکسید سولفور، اکسید شدن آن، تری اکسید سولفور بوجود می آید. این فرآیند با ناخالصیهای فلزی موجود در کاغذ و چرم تسریع می گردد. اکسیداسیون ممکن است ناشی از واکنش بادی اکسید نیتروژن، ازن، پراکسیدها و رادیکالهای آزاد پراکسی (۱۶۰) باشد. تری اکسید سولفور، پس از ترکیب با رطوبت یا آب به اسید سولفوریک تبدیل می شود. اسید نیتریک هم به همین ترتیب از اکسیدهای نیتروژن تولید می گردد. اسیدهای سولفوریک و نیتریک، سلولز را هیدرولیز می کنند و با کاهش انعطاف پذیری و مقاومت در برابر پارگی باعث تلاشی کاغذ می شوند.

هیدرولیز تحت تأثیر اسید سولفوریک هم اولین دلیل زوال چرم است. PH زیر ۳، باعث خشک شدن چرم می شود، رنگش را قهوه ای مایل به قرمز و سطحش را سوراخ می کند. در نتیجه چرم لایه لایه شده یا پودر می شود. این

علائم به «پوسیدگی قرمز» (۱۶۱) معروف است.

توصیه می شود که اسناد آرشیوی به هیچ وجه در تماس با دی اکسید سولفور، اکسیدهای نیتروژن و ازن نباشد. بایگانی بیابانه استقلال (۱۶۲)، قانون اساسی (۱۶۳) و اعلامیه ده ماده ای حقوق اتباع آمریکایی (۱۶۴) که در آرشیو ملی آمریکا در واشنگتن تحت شرایط ویژه و در هوای ساکن نگهداری می شوند، نمونه ای از اینگونه شرایط فوق العاده و غیر عادی می باشد.

واکتشهای ناشی از عوامل درونی که طی تولید مواد ایجاد می شوند

بایگانی تحت شرایط مشابه، ممکن است باعث بروز تغییرات متفاوتی در این مواد بشود. در حالیکه کاغذهای دست ساز (۱۶۵) مربوط به قرن هفتم همچنان در شرایط بسیار خوب قرار دارند، برخی کاغذهای امروزی که دارای چوب زمینی (۱۶۶) هستند و با زاج (۱۶۷) برآبانه (۱۶۸) آهار خورده اند، شکننده و زرد می شوند و دست زدن به آنها بسیار مشکل است. این بدین معنی است که دوام و پایداری مواد به عوامل (ذاتی) درونی آنها، هم بستگی دارد. ثبات درونی که در هنگام تولید به کاغذ داده می شود با مواد خام و فناوری بکار رفته در تولید آنها تعیین می گردد. مهمترین عوامل درونی به قرار زیر است:

O نوع، کیفیت و ترکیب شیمیایی بافتها و محتوای ترکیبات غیر سلولزی.
O مواد افزودنی (۱۶۹) مورد استفاده در ساخت کاغذ، مانند پرکننده ها، مواد آهارزنی، روکشها و غیره.

O ناخالصیهای مضر ناشی از الیاف، مواد افزوده، آب و تجهیزات فنی.
اگر چه تحقیقات بسیاری در زمینه فرسودگی کاغذ انجام شده، اما هنوز در مورد عوامل تأثیر گذار بر دوام و پایداری کاغذ اقدامی صورت نگرفته است. به علت ترکیبات پیچیده کاغذها و تنوع درجات آن، انواع زوالها ممکن است اتفاق بیفتند. در مورد بافتهای سلولزی، این زوالها عبارتند از: هیدرولیز، اکسیداسیون، تجزیه نوری، اکسیداسیون نوری و تجزیه حرارتی (۱۷۰).

مسلماً یکی از مشخص ترین عوامل، هیدرولیز سلولز است که در اثر اسیدیته بیش از اندازه کاغذ اتفاق می افتد. اسیدها ممکن است از منابع مختلفی بوجود بیایند، اما معمول ترین منبع در کاغذهایی که از نیمه قرن نوزدهم به بعد تولید شده اند، آلومینیم (سولفات آلومینیم پتاسیم) می باشد که در آهار راتیانه کاغذ به کار می رود. هیدرولیز آلومینیم باعث تشکیل اسید سولفوریک در کاغذ می شود.

آثار کثیفه دار اثر شستشوی ناکافی یا بعد از فرآیند سفیدکنندگی باقی می ماند که به تشدید تأثیر انهدامی آلومینیم زیادی کاغذ، کمک می کند. در این رابطه باید به تأثیر مضر مرکبها نیز اشاره کرد. طی قرون وسطی، بندریج مرکبهای ابرونگال (۱۷۱) که مقادیر مختلفی اسید سولفوریک دارد، جایگزین مرکبهای کربنی شد. اسنادی که از مرکبهای اسیدی بالا صدمه دیده اند معمولاً در آرشیوها یافت می شوند. طبق مشاهدات، این مرکبها، اغلب در کاغذ سوراخ ایجاد می کنند.

raw fibre material ۳۹
 Fibres ۳۰
 cellulose fibres ۳۱
 intra and inter - fibrous ۳۲
 تجزیه به وسیله آب، آبکافت. hydrolysis ۳۳
 micro - organisms ۳۴
 thermometer ۳۵
 bimetal strips ۳۶
 mercury ۳۷
 thermo - hygrometers. آلات و ادوات سنجش رطوبت هوا و دما. ۳۸
 contraction ۳۹
 expansion ۴۰
 Thermo - hygrograph. ترموهایگرو گراف. ۴۱
 Psychrometer. رطوبت سنج ۴۲
 dry thermometer ۴۳
 wet thermometer ۴۴
 adiabatic saturation temperature ۴۵
 simple slide rule ۴۶
 air conditioning ۴۷
 dehumidification ۴۸
 Optical radiation ۴۹
 Visible radiation ۵۰
 Wave length ۵۱
 frequency ۵۲
 رنگهای مرئی در طیف بین. spectrum ۵۳
 Nanometer (nm) متر ۱۰۹ متر ۵۴
 infrared (مادون قرمز) ۵۵
 Photolysis ۵۶
 Oxidation ۵۷
 Hydrolysis ۵۸
 natural fibres ۵۹
 exposition ۶۰
 incandescent light. نور سیمانی ۶۱
 واحد تشعشع، برابر مقدار نوری که از یک شمع معمولی بین المللی ساطع می گردد: ۶۲
 لومن (۶-۱۰ = micro = ل): lumens per watt ۶۳
 electronic flash - gun ۶۴
 genealogy ۶۴
 luxmeter ۶۵
 لوکس، واحد بین المللی نور در عکاسی است که عبارت است از تابش مستقیم نور ۶۶
 یک شمع بین المللی، بر جسمی به فاصله یک متر از آن، و مساوی هر متر مربعی یک ۶۷
 لومن یا ۱۰۹۲۱۱ شمع در هر فوت می باشد. lux
 واحد روشنائی، برابر تابش نور در یک فوت مربع footcandle ۶۷
 data hold ۶۸
 Peak hold ۶۹
 Digital Environmental Monitor ۷۰
 Optional computer interface ۷۱
 Windows Ms ۷۲
 tubular fluorescent ۷۳
 ultra - violet light filter ۷۴
 abrasion ۷۵
 fungal spores ۷۶

از مطالب بالا می توان دریافت که اثرات زوال شیمیایی و فیزیکی مشابه است. در واقع تفاوت زوال کاغذ در اثر عوامل شیمیایی (مثل اسیدها، آلودگی هوا و غیره) با زوال در اثر عوامل فیزیکی (گرما، رطوبت و نور) از تشخیص تفاوت بین معرفهاست تا تفاوت بین واکنشهای بوجود آمده در کاغذ. در هر حال، هر دو نوع واکنش به نتایج یکسان یعنی زوال عوامل مکانیکی کاغذ، شکستگی و زردشدگی آن منجر می شوند.

نتیجه

محافظت محیطی اسناد آرشیوی باید وظیفه اصلی همه کسانی باشد که از آنها، به ویژه میراث فرهنگی مراقبت می کنند. این مسئله، برگرفته از این واقعیت است که محیطی که به دست جامعه انسانی ایجاد و تحت تاثیر قرار می گیرد، مسئول بسیاری از اثرات مضر و زیان آوری می باشد که زوال اسناد آرشیوی را باعث می شود. برای پیشگیری از این تائثرات، باید آنها را تشخیص داده و تا حد امکان از بین برد.

پی نوشتها :

۱. (۲۰۰۲) ۱, No. ۱۲, Vol. ۱۲. Atlant.
۲. Archival Collections
۳. deterioration
۴. Plant fibres
۵. Animal Skin
۶. Sizing materials
۷. Coating
۸. Human Factors
۹. Natural disasters
۱۰. Sewerage
۱۱. Central heating
۱۲. Air - conditioning connections
۱۳. Microclimate
۱۴. Temperature
۱۵. Humidity
۱۶. فرآیندی که طی آن، ماده تحت تاثیر تجزیه به وسیله آب قرار می گیرد. Hydrolytic
۱۷. Oxidative
۱۸. Photochemical
۱۹. امحاء اسناد. Destruction
۲۰. yellowing
۲۱. embrittlement
۲۲. Natural ageing
۲۳. degradation
۲۴. Pressure
۲۵. absolute humidity
۲۶. Water vapour
۲۷. Cubic meter
۲۸. Relative humidity

Dermesidae. پوست و پشم زيان آور است.
 ۱۲۷. دسته‌اي از سوسكهاي كوچك و سخت پوست. Anobiidae
 Termite ۱۲۸
 temperate climate ۱۲۹
 storage areas ۱۳۰
 rat ۱۳۱
 mechanical damage ۱۳۲
 disinfection ۱۳۳
 ceramic containers ۱۳۴
 balsam ۱۳۵
 chemical pesticides ۱۳۶
 organic ۱۳۷
 inorganic ۱۳۸
 synthetic compounds ۱۳۹
 ingestion ۱۴۰
 inhalation ۱۴۱
 toxic products ۱۴۲
 Anoxic Treatments ۱۴۳
 adsorption ۱۴۴
 Rentokill Group ۱۴۵
 Ethylene oxide ۱۴۶
 Methyl bromide ۱۴۷
 sensitisation ۱۴۸
 carcinogenic ۱۴۹
 medical instruments ۱۵۰
 national and international patrimony ۱۵۱
 Freezing ۱۵۲
 radiation ۱۵۳
 chemical bonds ۱۵۴
 microwaves موج کوتاه الكتر و مغناطیسی ۱۵۵
 covalent bonds ۱۵۶
 management of pests control ۱۵۷
 acid deterioration ۱۵۸
 historical materials ۱۵۹
 Peroxy - free radicals ۱۶۰
 red rot ۱۶۱
 Declaration of Independence ۱۶۲
 constitution ۱۶۳
 Bill of rights ۱۶۴
 hand made paper ۱۶۵
 groundwood ۱۶۶
 alum آلوم ۱۶۷
 rosin كلوژن زدن ۱۶۸
 additive material ۱۶۹
 thermal decomposition ۱۷۰
 Iron - gall ۱۷۱

mineral dusts ۱۷۷
 industrial processes ۱۷۸
 geological dusts ۱۷۹
 concrete and lime ۱۸۰
 micro - moisture ۱۸۱
 chemical action ۱۸۲
 Biological deterioration ۱۸۳
 ۱۸۴ جانوران ریز و میکروسکوپی: ریز جانداران. Micro - organisms
 insects ۱۸۵
 rodents ۱۸۶
 Bacteria ۱۸۷
 Fungi ۱۸۸
 ۱ m = micro meter = ۱۰^{-۶} meter ۱۸۹
 aerobic ۹۰
 anaerobic bacteria ۹۱
 industrial fermentation processes ۹۲
 enzymatic decomposition ۹۳
 bacilli ۹۴
 bacillus cereus ۹۵
 bacillus circulans ۹۶
 bacillus subtilis ۹۷
 Moulds ۹۸
 cryptogamic fungi ۹۹
 vegetative ۱۰۰
 Productive ۱۰۱
 threadlike ۱۰۲
 hyphae ۱۰۳
 Mycelium ۱۰۴
 Conidiophores ۱۰۵
 Phialides ۱۰۶
 hydrolic degradation ۱۰۷
 Aspergillus ۱۰۸
 Penicillium ۱۰۹
 Fusarium ۱۱۰
 Cladosporium ۱۱۱
 Mucor ۱۱۲
 nutritious substances ۱۱۳
 Foxing ۱۱۴
 metallic impurities ۱۱۵
 life cycle ۱۱۶
 larva ۱۱۷
 pupa ۱۱۸
 fully - grown insect ۱۱۹
 bite marks ۱۲۰
 ۱۲۱ از حشرات مخرب اسناد silver fish
 ۱۲۲ مورياته كتاب، از آفات اسناد. book lice
 ۱۲۳ جنسی از حشرات اولیه و بی بال که دارای بدن دراز و پهن می باشند و بدنهشان با
 فلسهای براق پوشیده شده و در خانه های مرطوب یافت می شوند. Lepisma
 Beetles ۱۲۴
 Coleoptera ۱۲۵
 ۱۲۶ خانواده‌اي از سوسكها که آفت انبارهای کالا و مخازن می باشد و مخصوصاً برای