A review of the Methodology for Treating Pest-Infested Objects in Museums

Maryam Delgosha Abdolmaleki*[1]

۱. Phd Student, Faculty of Conservation and Restoration, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran.

Abstract

Environmental pests are one of the most important risk factors in museums, museum buildings, archives and libraries around the world. Although these pests do not have a wide range, if they are present in the environment, the amount of damage they cause to material heritage will be very significant. Prevention and control of these pests is one of the tasks of the Comprehensive Pest Management Program, which has replaced traditional pest control methods in museums. This is an emerging, multifaceted and holistic strategic program in the field of preventive conservation that provides the conservator with a variety of treatment methods and considers the use of pesticides only as a last resort. Given the importance of being aware of the strategies of this program, this article provides a brief overview of all treatment strategies. Since the type of pest and the type of museum artifact are very important in determining the treatment method, a more detailed classification of their types is provided, including separation based on the degree of impact on the type of pest (insects and microorganisms) and applicability with respect to the materials used and the technique of making the artifacts.

Keywords: Integrated Pest Management, Museum Pests, Treatment of Infested Objects, Preventive Protection.

Knowledge and Conservation Restoration

Special Issue. No.1
December 2018
Pages 18-24

https://journal.richt.ir/kcr

Corresponding Author

Maryam Delgosha Abdolmaleki

Email
maryam.delgosha89@gmail.com

Copyright © 2020, Knowledge of Conservation and Restoration. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution noncommercial 4.0. International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مروری بر روش‌شناسی درمان اشیاء آفت زده در موزه‌ها

مریم دلگشا عبدالملکی*[1]

[1]. دانشجو دکتری مرمت اشیاء دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان. ایران.

چکیده

آفات زیست محیطی یکی از مهم‌ترین عوامل خطر در موزه‌ها، بناموزه‌ها، آرشیوها و کتابخانه‌های سراسر دنیا محسوب می‌شوند. اگرچه این آفات طیف گسترده‌ای ندارند، اما در صورت حضور در محیط، میزان خسارت آن‌ها به میراث مادی بسیار چشمگیر خواهد بود. پیشگیری و مهار این آفات، از وظایف برنامه مدیریت جامع مقابله با آفات است که جایگزین روش‌های سنتی کنترل آفات در موزه‌ها شده است. این برنامه راهبردی نوپا، چندجانبه و کلی‌نگر در مبحث حفاظت پیشگیرانه است که شیوه‌های درمانی متنوعی را در اختیار حفاظتگر قرار داده و استفاده از آفت‌کش‌ها را صرفا آخرین گزینه درمان می‌داند. با توجه به اهمیت آگاهی از راهبردهای این برنامه، این مقاله به مروری اجمالی بر تمام راهکارهای درمانی پرداخته و از آنجایی‌که نوع آفت و نوع اثر موزهای در تعیین روش درمان بسیار حائز اهمیت است، دسته‌بندی جزیی‌تری از انواع آن‌ها شامل تفکیک بر اساس میزان اثرگذاری روی نوع آفت (حشرات و میکروارگانیسم‌ها) و قابلیت کاربرد با توجه به مواد سازنده و تکنیک ساخت آثار ارائه گردیده است.

واژگان کلیدی: مدیریت جامع مقابله با آفات، آفات موزه‌ای، درمان اشیاء آفت زده، حفاظت پیشگیرانه.

فصلنامه دانش حفاظت و مرمت

ویژه‌نامه: شماره۳، پاییز ۱۳۹۷.
صفحات ۱۸-۲۴

https://journal.richt.ir/kcr

نویسنده مسئول
مریم دلگشا عبدالملکی

رایانامه
maryam.delgosha89@gmail.com

مقاله منتخب دوازدهمین همایش دو سالانه حفاظت و مرمت اشیا فرهنگی و تاریخی و تزئینات وابسته به معماری
دسترسی به این مقاله برای همگان آزاد است. هرگونه استفاده غیر تجاری از آن در صورت ارجاع مناسب، مجاز شناخته می‌شود.

مقدمه

حفاظت پیشگیرانه و آگاهی از راهبردهای آن، مسئولیت هر فردی است که در مجموعه‌های موزه کار می‌کند و به‌گونه‌ای با آثار موزه‌ای در ارتباط است. «حفاظت پیشگیرانه عبارت است از عدم فعالیت‌های مداخله‌گرانه۱ برای پیشگیری از آسیب و به حداقل رساندن تخریب یک شیء موزه‌ای، که این عملیات شامل پایش و تثبیت میزان عوامل محیطی (نور، رطوبت نسبی، دما و آلاینده‌های هوا)، بازبینی و ثبت وضعیت اشیاء، کنترل عوامل محیطی، به‌کارگیری برنامه مدیریت جامع مقابله با آفات در تمامی فضاهای موزه، تدوین دستورالعمل‌های صحیح جابه‌جایی، انبارسازی، نمایش، انبارداری، بسته‌بندی و شیوه‌های حمل‌و نقل اشیاء، ثبت اطلاعات و اقدامات ضروری برای برنامه مدیریت بحران۲ در مجموعه‌های موزه می‌باشد (Knapp, 1993).

مدیریت جامع مقابله با آفات از سال ۱۹۸۰ در موزه‌های دنیا مطرح و کاربردی گردید و امروزه یکی از موفق‌ترین رویکردهای حفاظت پیشگیرانه در موزه‌ها محسوب می‌شود. طبق تعاریف، مدیریت جامع مقابله با آفات برنامه‌ای درازمدت است که برای مهار آفات در محیط موزه‌ها و گنجینه‌ها به‌کار گرفته می‌شود و در جستجوی راهبردهای جایگزین برای روش‌های پرخطر گذشته و کاهش استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی است. این برنامه «یک پروسه تصمیم‌گیری است که دانش حشره‌شناسی، شرایط محیطی و تکنولوژی در دسترس را برای پیشگیری از ایجاد سطح غیرقابل قبول آسیب آفات هماهنگ می‌کند و دارای روش‌های باصرفه اقتصادی و حداقل خطر برای افراد، منابع و محیط زیست است (NPS Management Policies, 2006).

اصول کلی در برنامه مدیریت جامع مقابله با آفات در موزه‌ها و بنا- موزه‌ها، بدون در نظر گرفتن نوع یا گونه آفت، عبارت است از:

۱. پیشگیری از حمله آفات و ایجاد آلودگی از طریق
- مسدود کردن کلیه راه‌های ورود و نفوذ آفات به ساختمان (درزها، پنجره‌ها، ترک‌ها و شکاف‌ها، سوراخ‌ها و...)
- کنترل منظم شرایط محیطی (دما، رطوبت، نور و آلاینده‌ها) و ریزاقلیم‌ها
- رعایت استانداردها و اصول بهداشتی در موزه
- قرنطینه‌سازی تمامی اشیاء امانتی و آثار ورودی به موزه برای بازبینی و پایش

۲. پایش آفات و میکروارگانیسم‌ها از طریق
- تله‌گذاری (با انواع تله‌های چسبنده، فرمونی و نوری)
- بازبینی‌های چشمی
- نمونه‌برداری از هوای مجموعه‌ها و مخازن

۳. شناسایی آفات به دام افتاده، مستندسازی و تعیین آستانه عمل

٤. درمان اشیاء آفت‌زده از طریق
- روش‌های فیزیکی
- روش‌های شیمیایی (دلگشا و احمدی، ۱۳۹۳)

روش مورد استفاده برای درمان با توجه به چند عامل تعیین می‌گردد:

۱. مواد سازنده شیء آفت‌زده
۲. نوع و گونه آفت موزه‌ای
۳. شرایط شیء
٤. میزان امکانات و ابزارهای موجود برای درمان

مهار مؤثر آفات از روش‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی امکان‌پذیر است که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۱-روش‌های فیزیکی

انواع روش‌های درمانی فیزیکی در اشیاء عبارتند از:

۱-۱- تنظیم عوامل محیطی (دما و رطوبت): شرایط محیطی مناسب مخازن و مجموعه‌ها در امر مهار حشرات و آلودگی‌های قارچی کارساز است. به‌طور کلی رشد بیشتر آفات در دمای بین ۵ تا ۱۰ درجه به نحو چشم‌گیری کاهش می‌یابد و در نتیجه وقتی اشیاء در این دما انبارسازی شوند، از آسیب‌های جدی به آن‌ها نیز پیشگیری می‌شود. مخازن سرد در جهت حفاظت آثار از قارچ‌ها و حشرات کارآمد است، اما ممکن است دچار مشکلات افزایش رطوبت نسبی شود، لذا بهتر است که شرایط عادی مخزن را با سیستم تهویه هوای مطبوع به دماهای پایین‌تر رساند؛ زیرا استفاده از این سیستم‌ها با فیلترهای مخصوص، برای جذب و محبوس‌سازی

اسپورهای موجود در فضا نقش بسزایی دارد (Sterflinger 2010, Florian 1990, 1997).

۱-۲- پاکسازی مکانیکی: این روش رایج‌ترین روش مورد استفاده در موزه‌ها است. پاکسازی با ابزار مکنده در امر پیشگیری و همچنین زدودن هجوم‌های فعال و غیرفعال به‌کار برده می‌شود. از آنجایی‌که استفاده از یک ابزار مکنده خوب، امری ضروری در کاهش دادن آسیب آفات است، لذا این دستگاه باید طیف متنوعی از مکش، ضمایم مختلف و همچنین خاصیت پالایش بالایی داشته باشد که در صورت استفاده از فیلتر هپا[۳] در آن ایجاد می‌شود. آفات توسط سطوح این فیلترها به دام می‌افتند و به داخل اتاق بازنمی‌گردند.

۱-۳- انجماد (منجمدسازی): این روش بی‌خطر به‌طور گسترده برای درمان برخی از اشیاء استفاده می‌شود و آزمایشات صورت گرفته نشان داده است که اگر روش صحیح به کارگرفته شود، هیچ آسیبی در اثر هنری تحت درمان مشاهده نخواهد شد Ishizaki (۲۰۰۳). در این روش اشیاء درون کیسه‌های پلاستیکی که هوای داخل آن‌ها به حداقل ممکن رسیده است، بسته‌بندی می‌گردند تا از آسیب‌های ناشی از تغییرات و جابه‌جایی رطوبت پیشگیری شود. همچنین یک ماده آلی جاذب مانند لایه‌ای کاغذی می‌تواند به داخل کیسه‌ها اضافه شود تا به پایداری رطوبت کمک نماید. دما و زمان مورد نیاز برای انجماد در گونه‌های مختلف آفات متفاوت است، ولی دستورالعمل کلی به این صورت است که اشیاء به مدت ۳ روز در دمای ۳۰°c- و یا ۷ روز در دمای ۲۵°c- قرار می‌گیرند و پس از درمان، تا وقتی که به دمای اتاق نرسیده‌اند، نباید از بسته‌بندی خارج شوند (Strang1997,1992). اگرچه توانایی برخی از ارگانیسم‌ها برای تولید مواد ضد یخ در سلول‌هایشان، توجیه‌کننده استمرار رشد آن‌ها در شرایط بسیار سرد است (قهری، ۱۳۹۱)؛ اما ثابت شده است که عمل سرمایش و یا منجمدسازی، فعالیت اسپورها یا رشد آن‌ها را متوقف می‌نماید (Merritt, ۲۰۰۷).

۱-٤- حرارت دهی: دمای بالای ۵۲°c تا ۵۵ °c ، حشرات و میکروارگانیسم‌ها را از بین می‌برد اما حصول اطمینان از این امر که این دما به آثار هنری آسیب نمی‌رساند؛ ضروری است، لذا در این روش از فرآیندی به نام Thermo Lignum استفاده می‌شودکه از یک محفظه ویژه تشکیل شده است و رطوبت نسبی آن در یک سطح تنظیم شده باقی می‌ماند تا در طی ۱۸ ساعت، چرخه رسیدن دمای اشیاء به ۵۲°c و بازگشتن از آن طی شود(Child, 1994). روش نوینی۴ که توسط موسسه حفاظت کانادا برای حرارت‌دهی آثار آفت‌زده ابداع شده است، استفاده از کیسه‌های خورشیدی است. در این روش آثار ابتدا در پوشش پنبه‌ای –به‌منظور جلوگیری از نوسات رطوبتی– و سپس در کیسه‌های پلی‌اتیلنی سیاه رنگ پیچیده می‌شوند تا از آسیب‌های ناشی از تبخیر رطوبت، امواج مرئی و فرابنفش پیشگیری شود. پس از آن در یک کیسه پلاستیکی شفاف و در خارج از ساختمان تحت نور خورشید قرار می‌گیرد. در این روش میزان دمای شیء در ساعات اندکی بالا رفته و آفات موجود در آن در اثر از دست دادن آب و اختلال در عملکرد آنزیمی از بین بروند. در این روش دما کاملا پایش می‌شود تا از حد مجاز بالاتر نرود (Strang, 1992).

۱-۵- اتمسفر اصلاح شده۵(نیتروژن، فقدان اکسیژن۶، دی‌اکسیدکربن و آرگون) این روش درمانی به‌عنوان جایگزینی مؤثر برای درمان شیمیایی اشیاء در اکثر موزه‌ها کاربردی گشته است. سرعت از بین رفتن آفات در این روش به گونه آن‌ها، رطوبت نسبی، دما، و مدت زمان درمان بستگی دارد. فقدان اکسیژن عبارت است از تهی کردن اکسیژن و ساده‌ترین سیستم برای این روش آن است که شیء آفت‌زده را در یک محفظه پلاستیکی بدون نفوذ و مجهز به یک مکنده اکسیژن که سطح اکسیژن را به ۱/. تا ۳/. درصد کاهش می‌دهد قرار داد. در روش دیگر هوا را به جای اکسیژن با یکی از گازهای دی‌اکسید کربن، نیتروژن و یا گازهای بی‌اثر(آرگون و هلیم) جایگزین می‌کنند تا آفات از بین بروند. در دمای ۳۰°C یا بالاتر، زمان ۱ هفته یا کمتر برای از بین رفتن تمام گونه‌ها کافی است؛ اما در دمای ۲۰°C به زمان ۲ یا ۳ هفته نیاز است. البته لازم به ذکر است به جهت از بین بردن تمامی حشرات با گازهای نیتروژن یا آرگون، زمان درمان بین ۲ تا ۶ هفته متغیر است.(Maekawa ۱۹۸۹, ۱۹۹۱, Merrit& Rielly ۲۰۰۷) ۲۰۱۰, Bergh & Akerlund ۱۹۹۸, Pinniger ۲۰۰۴, Gillberg

۱-٦- امواج مایکروویو: این روش در اثر ایجاد گرما در آثار آلوده، آفات را ریشه‌کن می‌کند و برای درمان سریع کتاب‌ها، کاغذها و نمونه‌های خشک گیاهی استفاده شده است، اما از آنجایی‌که ممکن است اثرات نامطلوبی به دلیل گرمای زیاد از حد در اثر رخ دهد، پایش‌هایی به‌کار گرفته می‌شود که شدت گرمای ناشی از این امواج تحت کنترل قرار گیرد و درمان به صورت موفقیت آمیز به پایان برسد.

۱-۷- امواج گاما: اشعه گاما در درمان آثار آلوده به آفات مؤثر است ولی تمامی پژوهش‌ها، نتایج موفقیت‌آمیزی را درباره سلامت شیء پس از درمان ارائه نمی‌کنند. پرتودهی اشیاء موزه‌ای با امواج گاما باید در محفظه‌های عایق انجام شود که تهیه سیستم‌های ایمن بسیار هزینه‌بردار است. مطابق نتایج اخیر، اشعه گاما ممکن است منجر به شروع پروسه اکسیداسیون در مولکول‌های سلولز گردد

که در صورت وقوع آن، آسیب‌های شدیدی متوجه اسناد تاریخی و سایر مواد سلولزی درمان شده با این روش خواهد بود (Sterflinger, 2010, Adamo et al, 1998, Butterfield, 1987).

۲- روش مهار شیمیایی: در برنامه IPM استفاده از آفت‌کش‌ها و ضدعفونی‌کننده‌های مصوب آخرین راه‌حل درمان اشیاء موزه‌ای است زیرا آینده مجموعه و سلامتی کارکنان با کاربرد پیوسته این مواد به خطر می‌افتد؛ لذا به‌کارگیری آن‌ها تنها در موارد ضروری و فقط برای کنترل آلودگی‌های فعال و آشکار در اشیاء مجاز است. آفت‌کش انتخاب شده باید بیشترین تأثیر کشندگی را دارا بوده و زمانی استفاده شود که آفت در حساس‌ترین مرحله زندگی خود است؛ همچنین کمترین خطر را برای افراد، منابع و محیط زیست داشته باشد (پینایجر ۱۹۹۴).

جدول ۱ . شناسایی روش‌های درمانی بر اساس نوع آفات.

		حشرات	میکروارگانیسم‌ها
انواع روش‌های درمانی	فیزیکی	تنظیم عوامل محیطی(رطوبت و دما) رشد را کند می‌کند اما کشنده نیست.	تنظیم شرایط محیطی رشد را کند و کنترل می‌کند.
		پاکسازی مکانیکی با ابزار مکنده (دارای فیلتر HEPA) برای درمان پیشگیرانه کاربرد دارد.	پاکسازی مکانیکی با ابزار مکنده (دارای فیلتر HEPA) به جهت درمان پیشگیرانه کاربرد دارد.
		اتمسفر اصلاح شده(نیتروژن، دی اکسید کربن، آرگون) کشنده است.	اتمسفر اصلاح شده(نیتروژن، دی اکسید کربن، آرگون) کشنده است.
		انجماد و حرارت دهی کشنده است.	انجماد فقط رشدمیکروارگانیسم‌هارا متوقف می‌کند ولی آن‌ها را از بین نمی‌برد. حرارت دهی کشنده است.
		امواج مایکرویو کشنده است.	امواج مایکرویو کشنده است.
		امواج گاما(تا ۲۰کیلوگری۷) کشنده است.	امواج گاما(تا ۲۰کیلوگری) کشنده است.
	شیمیایی	پیروتیروئیدها سولفوریل فلوراید فسفین فرمالدئید (تنها برای مواد غیرپروتئینی) بورات(حشرات چوبخوار)	اتانول ۷۰درصد ایزوپروپانول ۷۰درصد فرمالدئید (تنها برای مواد غیرپروتئینی) ایزوتیازلینون کاربندازیم بورات(Serpula lacrymans)

جدول ۲ . شناسایی روش‌های درمانی بر اساس نوع آثار موزه‌ای.

انواع آثار روش‌های درمانی		آثار نقاشی (رنگ و روغن، آبرنگی و اکریلیکی)	آثار چوبی: ترکیبی، دارای تزئینات نقاشی و...)	آثار کاغذی : کاغذ ساخته شده از خمیر کاغذ، بافته‌های سلولزی(پنبه و کتان)	مواد پروتئینی (چرم، پشم، پر، خز و مو، عاج و استخوان و...)	مواد غیر آلی (سنگ، فلز، سفال و شیشه و...)
پاکسازی مکانیکی		*	*	*	*	*
انجماد		_	نیاز به بررسی	۸*	۹*	_
حرارت دهی		_	نیاز به بررسی	*	*	_
امواج مایکرویو		نیاز به بررسی	*	*	*	نیاز به بررسی
امواج گاما۱۰		*	*	*	*	نیاز به بررسی
اتمسفر اصلاح شده		۱۱*	*	*	*	*
مواد شیمیایی	آفت‌کش	*	*	*	*	*
	ضدعفونی‌کننده	*	*	*	*	*

بررسی روش‌های درمان اشیاء آفت زده در IPM

اگرچه در تمامی برنامه‌های حفاظت پیشگیرانه تأکید بر امر پیشگیری است، اما در صورت بروز آلودگی درآثار و مجموعه‌ها، باید روش‌های درمانی متناسب با آثار اتخاذ گردد. تصمیم‌گیری برای درمان یک شیء هنریِ آسیب‌دیده بستگی دارد به اینکه آیا حمله آفت فعال است یا غیرفعال. حملات فعال به درمان فوری احتیاج دارند که با قرنطینه و جدا کردن آن از سایر مواد آغاز می‌شود؛ اما حملات غیرفعال را می‌توان با پاکسازی خرده‌های روی اشیاء، سپس قرنطینه‌سازی و پایش در سراسر دوره زمانی تعیین شده جهت اطمینان از غیرفعال بودن آفت، درمان کرد. همچنین وقتی که یک شیء به محیط مجموعه وارد می‌شود، درمان‌های پیشگیرانه به عنوان یک اقدام احتیاطی استفاده می‌شود (Brokerhof et al 2007, Pinniger 2004).

بحث و نتیجه‌گیری

کنترل قارچ‌ها و حشرات به جهت تخریبی که به تمامی مجموعه‌های تاریخی وارد می‌سازند، بسیار حائز اهمیت است. برنامه مدیریت جامع مقابله با آفات با شناخت آفت (عادات، اکولوژی[۱۲] و محیط رشد آفت) و شیء (مواد و روش) ساختاری را مهیا می‌کند که در آن تصمیمات مسئولانه برای درمان اشیاء گرفته می‌شود. یکی از مهم‌ترین ارکان IPM پیشگیری از ورود، رشد و تغذیه آفت است و این مهم تنها با پایش دقیق رطوبت و دما–دو عامل اساسی برای زیست آفات– امکان‌پذیر است. اگرچه پیشگیری بیپسیار کارساز است اما در صورت وقوع حمله فعال آفت به شیء، تنها روش حفظ آن درمان است. با توجه به دسته‌بندی‌های صورت گرفته در این مقاله، می‌توان گفت یکی از بی خطرترین روش‌های مهار حشرات و میکروارگانیسم‌ها برای طیف گسترده‌ای از آثار موزه‌ای، درمان با اتمسفر اصلاح شده است. در این روش آثار با اطمینان آفت کشی شده و خطری شیء، حفاظتگر و محیط زیست را تهدید نمی‌کند.

پی‌نوشت‌ها

[۱]-Non-Interventive Actions

[۲]- Disaster Management

[۳] HEPA: High-Efficiency Particulate Air

[۴]Solar bagging

[۵]- Controlled or modified Atmosphere Treatment

[۶] -Anoxia = oxygen deprivation

[۷]واحد اندازه‌گیری دوز جذبی اشعه

[۸]آثار عکاسی با پایه استات و عکس‌های چاپی ممنوع است.

[۹]به جز تزیینات ترکیبی با عاج و استخوان

[۱۰]برای اعمال این روش درمانی بررسی دقیق تاثیرات غیرتخریبی بر روی ساختار مورد نیاز است.

[۱۱]–تنها در آثاری که رنگدانه‌های لیتارژ، اخرا و شنگرف در آن‌ها بکار رفته است ممنوع است. طبق تحقیقات اخیر رنگ‌های آبی پروس و اولترامارین پس از درمان تغییر رنگ داده اما به حالت اولیه برمی‌گردند.

[۱۲] علم عادت وطرز زندگی موجودات و نسبت آن‌ها با محیط

منابع

پینایجر، دیوید.(۱۹۹۴). آفت های حشره ای در موزه ها. ترجمه‌ی حمید فرهمند بروجنی. ۱۳۸۵. اصفهان: گلدسته.

رئیس نیا، نگار.(۱۳۸۹). اطلس قارچ شناسی: قارچهای آسیب‌رسان به منابع آرشیوی و کتابخانه‌ای. تهران: سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران.

دلگشا عبدالملکی، مریم و حسین احمدی.(۱۳۹۳). حفاظت پیشگیرانه: مدیریت جامع مقابله با آفات در موزه‌ها. ساری: شلفین.

قهری، محمد، و صدیقه روحی.(۱۳۹۱). عوامل میکروبی آسیب رسان به مواد آرشیوی و کتابخانه‌ای. تهران: سازمان اسناد و کتابخانه‌ی ملی جمهوری اسلامی ایران.

Adamo, A. M., Giovannotti, M., Magaudda, G., Zappalà, M. P., Rocchetti, F., & Rossi, G. (1998). Effect of gamma rays on pure cellulose paper as a model for the study of a treatment of "biological recovery" of biodeteriorated books.

Bergh, J. E., & Akerlund, M. (2007). Anoxic treatment of insect collections and implications of drawerdesign. In Collection forum (Vol. 22, No. 1-2, pp. 10-22). The Society for the Preservation of Natural History Collections.
Brokerhof, A. W. (2007). Buggy biz-integrated pest management in collections; Fluffy stuff-integrated control of mould in archives.
Brokerhof, A. W., Zanen, W. B., Watering, K., & Porck, H. (2007). Buggy Biz. Integrated Pest Management in Collections.
Butterfield, F. J. (1987). The potential long-term effects of gamma irradiation on paper. Studies in Conservation, 32(4), 181-191.
Child, B. (1994). The Thermo Lignum process for insect pest control. Paper conservation news (Institute of Paper Conservation), (72), 9-9.
Lee, M. W. (2004). Fungal facts: solving fungal problems in heritage collections.
Florian, M. L. E. (1997). Heritage eaters: Insects and fungi in heritage collections. James & James (Science Publishers) Ltd.
Gilberg, M. (1989). Inert atmosphere fumigation of museum objects. Studies in Conservation, 34(2), 80-84.
Gilberg, M. (1989). Ageless oxygen scavenger. AICCM National Newsletter, (32), 6-6.
Gilberg, M. (1991). The effects of low oxygen atmospheres on museum pests. Studies in conservation, 36(2), 93-98.
Ishizaki, T. (2003). Experimental study of physical effects of the freezing method for insect control on artefact materials. AICCM bulletin, 28(1), 62-66.
Knapp, Anthony M. (1993). Preservation of Museum Collections. conserve o gram 1/1. Washington, D.C.: National Park Service. (available at www.nps.gov)
Merritt, J. (2007). Mold: preservation of growth in museum collections. Conserve O Gram, 3(4), 1-5.
Merritt, J., & Reilly, J. A. (2010). Preventive conservation for historic house museums. Rowman & Littlefield.
Maekawa, S. (Ed.). (1999). Oxygen-free museum cases. Getty Publications.
Nittérus, M. (2000). Fungi in archives and libraries.
Nittérus, M. (2000). Ethanol as fungal sanitizer in paper conservation.
Pinniger, D. (2004). Pest management in museums, archives and historic houses.
Pinniger, D. (2008). Pest Management: a practical guide.
Querner, P., & Kjerulff, A. K. (2013). Non-chemical methods to control pests in museums: An overview. Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage, 273-276.
Querner, P., Simon, S., Morelli, M., & Fürenkranz, S. (2013). Insect pest management programmes and results from their application in two large museum collections in Berlin and Vienna. International Biodeterioration & Biodegradation, 84, 275-280.
Sterflinger, K., & Pinzari, F. (2012). The revenge of time: fungal deterioration of cultural heritage with particular reference to books, paper and parchment. Environmental Microbiology, 14(3), 559-566.
Sterflinger, K. (2010). Fungi: Their role in deterioration of cultural heritage. Fungal biology reviews, 24(1-2), 47-55.
Strang, T., & Kigawa, R. (2009). Combating pests of cultural property. Canadian Conservation Institute Technical Bulletin, (29), 1-44.
Strang, T. J. (1997). Controlling insect pests with low temperature. CCI Notes, 3.
Strang, T. J. (1996). Preventing Infestations: Control Strategies and Detection Methods. CCI Notes, 3.
Strang, T. J. (1995). The effect of thermal methods of pest control on museum collections. Biodeterioration of cultural property, 3, 4-7.
Strang, T. J. (1992). A review of published temperatures for the control of pest insects in museums. In Collection Forum (Vol. 8, No. 2, pp. 41-67).
Strang, T. J. (1991). Controlling museum fungal problems. CCI Technical Bulletin, 12.
Strang, T. J. (1991). Vertebrate Pests in Museums. Technical Bulletin, 13.