Management of Environmental Conditions for Preservation of Archival and Library Materials Based on Standards

Negar Raeisnia [1*] *, Mohammad Haddadi* [2]

1*.Ph.D. in Microbiology, Department of Restoration and Conservation, National Library and Archives of Iran (NLAI)

2. Ph.D. in restoration of cultural and historical objects, Department of Restoration and Conservation, National Library and Archives of Iran (NLAI)

Abstract

Environmental factors have a key role in increasing the durability of documented and written heritage. Therefore, in order to create favorable environmental conditions in archives and libraries, it is necessary to determine the goals related to environmental management to meet the preservation needs of these collections; and protective measures (to prevent or slow down the process of deterioration of materials) in these institutions should be planned and implemented. The most important environmental factors affecting the durability of library and archive collections include temperature, relative humidity, light, airborne particles, chemical gases, and biological factors. Control and regulation of these factors is the most cost-effective way to increase the useful life of collections. Therefore, it is necessary to evaluate the environmental conditions continuously, by recording and processing the data. In this study, the requirements, optimal scope, and preventive protection measures contained in some standards and guidelines for the protection and maintenance of archival and library materials have been investigated. The aim is ensuring the safe preservation of materials and objects sensitive to deterioration. It seems that physical, chemical, and biological mechanisms depend on temperature and humidity which affect the collections in different ways. So, it is impossible to find a safe temperature and humidity range for all collections. Establishing international standards should be recognized as a long-term strategy that helps to raise the quality of protection processes and improve resource protection knowledge. Based on the studies and experiences gained, the permissible limits can be determined which depend on the material's physical condition, its proper durability over time, and the environmental conditions of storage during the historical period.

Keywords: Environmental management, Preservation and Conservation Standards, Deteriorative Factors, Archival and Library Materials

Knowledge of Conservation and Restoration

Vol. 6(2) No.16
September 2023

https://kcr.richt.ir

Pages: 2 to 17

Corresponding Author

Negar Raeisnia
Ph.D. in Microbiology, Department of Restoration and Conservation, National Library and Archives of Iran (NLAI)

Email
negar.rayisnia@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.

مدیریت شرایط محیطی نگهداری از منابع آرشیوی و کتابخانه‌ای بر اساس استانداردها

نگار رئیس‌نیا[1*]، محمد حدادی[2]

۱*. دکتری تخصصی میکروبیولوژی، اداره کل مرمت و حفاظت، سازمان اسناد و کتابخانه ملی ج.ا.ا. تهران. ایران

۲. دکتری تخصصی مرمت اشیا فرهنگی و تاریخی، اداره کل مرمت و حفاظت، سازمان اسناد و کتابخانه ملی ج.ا.ا تهران. ایران

چکیده

عوامل محیطی نقشی کلیدی در افزایش ماندگاری میراث مستند و مکتوب دارد. از این رو، برای ایجاد شرایط محیطی مطلوب در آرشیوها و کتابخانه‌ها، تعیین اهداف مرتبط با مدیریت محیطی برای رفع نیازهای حفاظتی این مجموعه‌ها، ضروری است. همچنین، اقدامات حفاظتی به‌منظور پیشگیری یا کند کردن روند فرسودگی منابع موجود در این مؤسسات، باید برنامه‌ریزی و اجرا شود. مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر دوام مجموعه‌های کتابخانه‌ای و آرشیوی شامل: دما، رطوبت‌نسبی، نور، ذرات معلق در هوا، گازهای شیمیایی و عوامل بیولوژیکی می‌باشند؛ که کنترل و تنظیم این عوامل، مقرون به‌صرفه‌ترین روش برای افزایش عمر مفید مجموعه‌ها است؛ بنابراین، ارزیابی مستمر شرایط محیطی، با ثبت و پردازش داده‌ها، ضروری است. در این مطالعه، الزامات، دامنه بهینه و اقدامات حفاظتی پیشگیرانه مندرج در برخی استانداردها و دستورالعمل‌های حفاظت و نگهداری از مواد آرشیوی و کتابخانه‌ای، با هدف اطمینان از حفظ ایمن مواد و اشیاء حساس به فرسودگی بررسی شده است. به نظر می‌رسد با توجه به وابستگی ساز و کارهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به دما و رطوبت‌نسبی و تأثیر متفاوت این پارامترها بر اقلام مجموعه‌ها، تعیین یک محدوده ایمن جهانی برای دما و رطوبت‌نسبی و نوسانات مجاز آن‌ها، برای همه مجموعه‌ها غیرممکن است؛ ولیکن، استقرار استانداردهای بین‌المللی باید به‌عنوان یک استراتژی بلندمدت شناخته شود که به افزایش کیفیت فرآیندهای حفاظتی و بهبود سطح دانش حفاظت از منابع کمک می‌کند. بر اساس مطالعات و تجربیات به‌دست‌آمده، راهبردهای حفاظتی را بر اساس شرایط فیزیکی آثار، دوام مناسب آن در طول زمان و شرایط محیطی نگهداری در طول دوره تاریخی می‌توان تعیین نمود

واژگان کلیدی: مدیریت محیطی، استانداردهای حفاظت و نگهداری، عوامل آسیب‌رسان، مواد آرشیوی و کتابخانه‌ای

فصلنامه دانش حفاظت و مرمت

سال ششم، شماره ۲

شماره پیاپی ۱۶، تابستان ۱۴۰۲

https://kcr.richt.ir

صفحات: ۲ تا ۱۷

نویسنده مسئول

نگار رئیس‌نیا

دکتری تخصصی میکروبیولوژی، اداره کل مرمت و حفاظت، سازمان اسناد و کتابخانه ملی ج.ا.ا. تهران. ایران

رایانامه

negar.rayisnia@gmail.com

مقاله منتخب سیزدهمین همایش دو سالانه حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی – فرهنگی و آرایه‌های معماری

دسترسی به این مقاله برای همگان آزاد است. هرگونه استفاده غیرتجاری از آن در صورت ارجاع مناسب، مجاز شناخته می‌شود.

مقدمه

منابـع آرشیـوی و کتابخانـه‌ای، اسـناد هویـت مـلی و میـراث گران‌قـدری اسـت کـه از دوران مختلـف تاریـخی برجای‌مانـده و مبیـن زوایـای مختلـف شـرایط اجتمـاعی، سیـاسی و فرهنـگی پیشینیـان اسـت. از ایـن رو، صیانـت از ایـن گنجینه‌هـای ارزشـمند، وظیفـه‌ای بسیـار خطیـر و حسـاس اسـت. اسـناد و نسـخ تاریـخی غالبـاً از مـواد آلی از قبیـل کاغـذ و پارشـمنت Parchment (پوسـت دباغی‌شـده و نـازک، مـورد اسـتفاده بـرای نوشـتن) تشـکیل شـده و در کتابخانه‌هـا، آرشیوهـا یـا موزه‌هـا نگهـداری می‌شـوند. معمـولاً بخـش اعظـم منابـع مـورد حفاظـت در آرشیوهـا و کتابخانه‌هـا مـواد کاغـذی بـوده و در بـرخی از آن‌هـا ممکـن اسـت مجموعه‌هـای دیگـری شـامل فیلـم، رسـانه‌های مغناطیـسی، چـرم و سـایر مـواد آلی و غیـر آلی نگهـداری شـوند. از مهم‌تریـن چالش‌هـایی کـه ایـن مؤسسـات بـا آن رو در رو می‌باشـند، افزایـش عمـر مفیـد مـواد، به‌منظـور فراهـم‌آوری امـکان اسـتفاده بـرای نسـل‌های حاضـر و آینـده اسـت.

عوامـل محیـطی دارای نقشی کلیـدی در افزایـش ماندگاری میـراث مسـتند و مکتـوب اسـت، از ایـن رو بهتـر اسـت بـرای بهبـود شـرایط محیـطی آرشیوهـا و کتابخانه‌هـا اهـداف مرتبـط بـا مدیریـت محیـط در راسـتای بـرآورده سـاختن نیازهـای نگهـداری ایـن مجموعه‌هـا مشـخص گـردد. مدیریـت محیـط غالبـاً شـامل شـکل اصلی اقدامات حفاظـتی به‌منظـور پیشـگیری یـا کنـد نمـودن رونـد تخریـب مـواد موجـود در مجموعه‌هـای آرشیـو و کتابخانـه اسـت. تعییـن طـول عمـر مـورد انتظـار بـرای مجموعه‌هـا، بـه تعییـن محدودیت‌هـای مواجهـه بـا پارامترهـای محیـطی کمـک نمـوده، همچنیـن اولویت‌بنـدی در میـان مجموعه‌هـا را بـرای حفـظ بهتریـن محیـط ممکـن، فراهـم می‌سـازد. به‌منظـور حفاظـت بهینـه، شـناخت مجموعه‌هـا و آسیب‌پذیـری انـواع مختلـف منابـع موجـود، از اهمیـت شـایانی برخـوردار اسـت.

مهم‌تریـن عوامـل محیـطی مؤثـر بـر پایـداری مجموعه‌هـای کتابخانه‌هـا و آرشیوهـا شـامل: دمـا، رطوبت‌نسـبی، نـور، میـزان ذرات معلـق هـوا، گازهـای شیمیـایی و عوامـل بیولوژیـک بـوده و کنتـرل و تنظیـم این عوامـل، مقـرون به‌صرفه‌تریـن روش بـرای افزایـش عمـر مفیـد مجموعه‌هـا اسـت. از ایـن رو لازم اسـت شـرایط محیـطی به‌صـورت مسـتمر مـورد ارزیـابی قـرار گرفتـه و داده‌هـا مـورد ثبـت و پـردازش قـرار گیرنـد. پایـش محیطی بـه معـنی کنتـرل و نگهـداری مخـزن اسـناد بـا هـدف تضمیـن حفاظـت بهینـه منابـع اسـت. ایـن نظارت‌هـا مشـتمل بـر: پارامترهـای محیـطی، آفـت‌زدایی، نظافـت، امنیـت و حفاظـت از اسـناد در مقابـل آتـش و آب اسـت (State of Florida, 1996, p20) به‌عبـارت دیگـر، پایـش محیطـی، کنتـرل شـرایط محیطـی مخـازن منابع آرشـیوی و کتابخانـه‌ای به‌منظـور شناسـایی عوامـل آسیب‌رسـان و ایجـاد معیارهـای صحیـح حفاظتی بر اسـاس اسـتانداردهای بین‌المللـی اسـت (Muller, 2003, p 51).

۱. مدیریـت محیـط بـرای بهینه‌سـازی حفاظـت و پایـداری

فضـای ذخیره‌سـازی مطلـوب، محیـطی اسـت کـه مجموعه‌هـا در آن بـه بهتریـن شـکل و بـا حداقـل هزینـه انـرژی، حفاظـت شـوند و بـا گذشـت زمـان پایـدار باشـند. دسـتیابی بـه شـرایط نگهـداری پایـدار و طـولانی مـدت مـواد آرشیـو و کتابخانـه، مسـتلزم آن اسـت کـه مؤسسـات علاوه بـر شـرایط محیـطی، بهینه‌سـازی سـاختمانی را نیـز بـا توجـه بـه هزینه‌هـای انـرژی و مصـرف منابـع غیرقابـل تجدیـد، در دسـتور کار قـرار دهنـد؛ ماننـد بسیاری از جنبه‌هـای مدیریـت مجموعه‌هـا، ایجـاد و بهینه‌سـازی یـک محیـط حفاظـتی پایـدار، یـک طـرح موقـتی نبـوده، بلکـه فرآینـد پیوسـته‌ای اسـت کـه بایـد در طـول زمـان و بـا همـکاری گـروه مدیریـت محیـطی متشـکل از اعضـای گـروه حفاظـت و نگهـداری مجموعه‌هـا، مدیریـت تأسیسـات و مهنـدسی و مدیریـت سـازمانی، مـورد نظـارت و نگهـداری قـرار گیـرد (ISO 19815: 2018, p.8).

فرآینـد بهینه‌سـازی شـامل مراحـلی از قبیـل مستندسـازی، جمـع‌آوری اطلاعـات، تجزیه‌وتحلیـل، آزمایـش و اجـرا و ارزیـابی و نگهـداری، اسـت. مستندسـازی بـه مفهـوم ایجاد یـک بانـک مشـترک از اطلاعـات مربـوط بـه آب‌وهـوای بیـرون، ویژگی‌هـای سـاختمان، مجموعه‌هـا و نیازهـای نگهـداری آن‌هـا و تجهیـزاتی اسـت کـه می‌توانـد بـر محیـط مجموعه‌هـا تأثیـر داشـته باشـد. جمـع‌آوری داده‌هـا

بـه معـنی اسـتفاده از دیتالاگـر (Data logger) بـرای ارزیـابی سیسـتم‌های مدیریـت سـاختمان یـا اندازه‌گیـری پارامترهـای دمـا، رطوبت‌نسـبی، جریـان هـوا، نـور و آلـودگی، بـرای ارائـه اطلاعـات مـورد نیـاز در خصـوص سیـر شـرایط محیـطی طولانی‌مـدت در مجموعه‌هـا و سـایر مناطـق سـاختمان، می‌باشـد. تجزیه‌وتحلیـل، بـه مفهـوم بـررسی داده‌هـای موجـود بـرای شناسـایی و ارزیابی خطـرات نگهـداری بـر اسـاس شـرایط دمـا، رطوبت‌نسـبی، نـور، آلـودگی یـا سـایر عوامـل مرتبـط، می‌باشـد. از جنبه‌هـای مهـم مرحلـه تجزیه‌وتحلیـل، مقایسـه و اولویت‌بنـدی سـطوح خطـر نـاشی از تهدیـدات مختلـف به‌منظـور کاهـش خطـر (از قبیـل کاهـش رطوبت‌نسـبی بـرای کاهـش خطـر نـاشی از کپـک و کاهـش درجـه حـرارت بـرای کاهـش سـرعت تخریـب شیمیـایی) اسـت. آزمایـش و اجـرای شـرایط محیـطی جدیـد و یـا تنظیمـات عملیـاتی سـاختمان یـا تجهیـزات، بـه گـروه اجـازه می‌دهد تـا راهبردهـای جدیـدی را آزمایـش و شناسـایی کنـد کـه هـم بـرای حفاظـت و هـم بـرای صرفه‌جـویی در انـرژی، بـدون تأثیـر منـفی بـر کیفیـت حفاظـت، یـا هـر دو، مفیـد باشـند. در مرحلـه ارزیـابی و نگهـداری، تأثیـر تغییـرات بـر کیفیـت کلی نگهـداری فضـا بـررسی و بازنگـری شـده و تأثیـر هرگونـه معیـار بهینه‌سـازی انـرژی، بـر اهـداف پایـداری یـا مصـرف انـرژی، مـورد ارزیـابی قـرار می‌گیـرد(Hioki, 2008, p 8).

۲. عوامـل محیـطی مؤثـر در حفاظـت و نگهـداری مـواد آرشیـوی و کتابخانـه‌ای

۱.۲. دما و رطوبت‌نسبی

سـرعت بسیـاری از فرآیندهـای تخریـبی (شیمیـایی، بیولوژیـکی و فیزیـکی) بـا افزایـش دمـا شـدت می‌یابـد. نوسـانات در میـزان دمـا و رطوبت‌نسـبی نیـز می‌توانـد، موجبـات تخریـب را فراهـم آورد. مـواد مختلـف بـه تغییرات درجـه حـرارت حساسیت متفـاوتی دارنـد، امـا یـک تقریـب عمـلی بـرای مـواد آلی ایـن اسـت کـه بـا افزایـش هـر ۵ درجـه سـانتی‌گراد، سـرعت واکنـش شیمیـایی ترکیبـات موجـود در آن‌هـا دو برابـر می‌شـود. رطوبت‌نسـبی نیـز بـر بسیـاری از مکانیسـم‌های تخریـب شیمیـایی، بیولوژیـکی و فیزیـکی تأثیـر می‌گـذارد. رطوبت‌نسـبی باعـث تسـریع شـکل‌های گوناگـون تخریـب شیمیـایی، به‌ویـژه هیدرولیـز، اکسیداسیـون و تخریـب نـاشی ازآلاینده‌هـا، می‌شـود. به‌منظـور کاهـش میـزان تخریـب شیمیـایی لازم اسـت میـزان رطوبت‌نسـبی پاییـن نگه‌داشـته شـود، ولیکـن بـرای حفاظـت بهینـه و پیشـگیری از بـروز آسیب‌هـای فیزیـکی در اغلـب مـواد آرشیـوی و کتابخانـه‌ای، نبایـد میـزان رطوبت‌نسـبی از ۳۰ درصـد پایین‌تـر آورده شـود؛ مگـر اینکـه ایـن مقـدار به‌عنـوان رطوبت‌نسـبی مطلـوب تعییـن شـده باشـد. در صورتیکـه منابـع مـورد حفاظـت در محیـطی بـا رطوبت‌نسـبی پاییـن بـه تعـادل رسیده‌انـد، هنـگام انتقـال آن‌هـا بـه محیـطی بـا رطوبت‌نسـبی بالاتـر، سازگارسـازی (Acclimatization) ضـرورت دارد کـه عکـس این حالـت نیـز مصـداق دارد(ISO 19815: 2018, p 19). مشـخصات محیـطی بایـد شـامل پارامترهـایی بـرای دمـا و رطوبت‌نسـبی باشـد تـا بـا توجـه بـه مـواد و سـاختار اقلام موجـود در مجموعـه و حسـاسیت آن‌هـا بـه دمـا و رطوبت‌نسـبی و نوسـانات ایـن عوامـل، طـول عمـر مـورد انتظـار آن‌هـا تحقـق یابـد. ایـن پارامترهـا بایـد شـامل مـواردی از قبیـل بالاتریـن و پایین‌تریـن حـد مجـاز و میـزان تغییـرات و نوسـانات مجـاز در مقیاس‌هـای زمـانی معیـن (روزانـه، هفتـگی و فصـلی) باشـند. شـایان‌ذکر اسـت، هرچنـد کاهـش دمـا یـا رطوبت‌نسـبی به‌صـورت جداگانـه میـزان تخریـب مـواد را کاهـش می‌دهـد، کاهـش هـر دو بـا هـم تأثیـر چشـم‌گیرتری خواهـد داشـت. الزامـات دمـا و رطوبت‌نسـبی بـرای محـدود کـردن آسیب‌هـای فیزیـکی نـاشی از شـرایط اقلیـمی، در مـواد آلی جـاذب آب، در اسـتاندارد EN 15757 ارائـه شـده اسـت (EN 15757:2010).

۱.۱.۲. سـطوح توصیه‌شـده بـرای دمـا و رطوبت‌نسـبی در اسـتانداردهای حفاظـت و نگهـداری

الزامـات و سـطوح مطلوب منـدرج در اسـتانداردها به‌طورکلی شـامل توصیه‌هـایی در خصـوص تنظیـم پارامترهـای محیـطی آب‌وهـوای داخـلی فضاهـای نگهـداری از منابـع بـوده و سـطوح متوسـط بلندمـدت و نوسـانات کوتـاه مـدت (در طـول شـبانه‌روز) را تعییـن می‌نماینـد. جـدول شـماره ۱ مجموعـه‌ای از مشـخصات دمـا و رطوبت‌نسـبی تعیین شـده توسـط بـرخی از اسـتانداردها و دسـتورالعمل‌های مؤسسـات

جدول ۱. سطوح قابل قبول دما و رطوبت‌نسبی بر اساس استانداردها و دستورالعمل‌های مؤسسات حفاظت و نگهداری

استاندارد یا موسسه تعیین‌کننده سطوح قابل قبول	اسناد کاغذی		مواد عکس		مواد دیداری - شنیداری	
	دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت‌نسبی (درصد)	دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت‌نسبی (درصد)	دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت‌نسبی (درصد)
NARA (2018, p 114-115)	۱۸.۳	۳۵-۴۵	۱۸.۳	۳۵	۱.۶	۳۵
	فایل‌ها، کارت‌ها، جلدهای صحافی شده، پرینت کامپیوتری و سایر اسناد شامل نقشه‌ها، نمودارها، نقشه‌های معماری، پوسترها		مواد سیاه و سفید غیر استات/ غیر نیترات نگاتیو/فیلم ثابت، چاپ کاغذ عکاسی، فیلم اشعه ایکس و میکروفرم‌ها. مغناطیسی /الکترونیکی از جمله نوارها و دیسک‌های کامپیوتری، نوارهای ویدئویی، نوارهای صوتی و دیسک‌های نوری		مواد سیاه و سفید استات نگاتیو/فیلم، فیلم اشعه ایکس و میکروفرم‌ها. میکروفیلم دیازو (بدون احتساب کپی‌های مرجع)؛ نگاتیو/فیلم، اسلاید و چاپ رنگی و عکس متحرک چاپ‌های دیجیتالی مدرن	
NISO TR01 (1995, p 2)	۲۱±۲	۳۰-۵۰±۳	–		–	
	مخازن با حضور کارکنان					
	۱۸.۳±۲	۳۰-۵۰±۳				
	مخازن بدون حضور کارکنان					
	۱.۶-۱۸.۳±۲	۳۰-۵۰±۳				
	شرایط بهینه حفاظت و نگهداری					
IFLA (1999, p 23-25, 49,52,57,64)	۲۰-۲۲	۴۰-۵۰	۱۸≥	۳۰-۴۰	۱۸	۴۰
	سطح ماکزیمم رطوبت‌نسبی قابل قبول با توجه به شرایط اقلیمی متفاوت است.		تصاویر و عکس‌های سیاه و سفید		صفحه‌های گرامافون (استات-شلاک-وینیل)	
			۲≥-	۳۰-۴۰	۱۵±۳	۳۰-۴۰
			تصاویر و عکسهای رنگی		نوارهای مغناطیسی	
					۲۰≥	۴۰
					CD	
UNESCO, Memory of the World Program (2010, Environment and Storage, p 8)	۱۸±۲	۴۵-۵۵±۵	۲۱±۲>	۲۵-۳۵±۵	۱۸±۲	۳۰±۵
	انواع مواد کاغذی		تصاویر و عکس‌های سیاه و سفید		نوارهای مغناطیسی (صوتی و تصویری)	
			۲±۲>	۲۵-۳۵±۵	۲۰±۳	۴۰±۵
			تصاویر و عکس‌های رنگی		CD	

استاندارد یا موسسه تعیین‌کننده سطوح قابل قبول	اسناد کاغذی		مواد عکس		مواد دیداری - شنیداری	
	دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)	دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (درصد)
National Archives of Australia (NAA)* (2002, p 34,) * دستورالعمل نگهداری سوابق ۳۰ ساله یا بیشتر در تمام مناطق آب و هوایی	۲۰±۲	۵۰±۵	<۱۸±۲ تصاویر و عکس‌های سیاه و سفید	۳۵	۱۸±۲	۳۵±۵
			<۵ تصاویر و عکس‌های رنگی	۳۵±۵	نوارهای دیداری و شنیداری و انواع دیسک‌های مغناطیسی	
ISO 11799 (2003, annex B)	۱۸±۱-۲	۳۰-۴۵±۳ بیشترین حفاظت	۱۸±۲ تصاویر و عکس‌های سیاه و سفید	۳۰-۵۰±۵	۱۶-۲۰±۲	۳۰-۴۰±۵ صفحه‌های گرامافون (استات-شلاک-وینیل)
	۱۴-۱۸±۱	۳۵-۵۰±۳ مخازن دارای استفاده مداوم	۲±۲ تصاویر و عکس‌های رنگی	۳۰-۴۰±۵	۸-۱۱±۲	۱۵-۵۰±۵ نوارهای مغناطیسی روی سطح پلی‌استر
					۸-۱۷±۲	۱۵-۳۰±۵
					۸-۲۳±۲	۱۵-۲۰±۵
					-۱۰-۲۳	۲۰-۵۰±۱۰ صفحات دیداری
ISO 11799 (2015, annex C)	۱۶-۲۳ °C/ ۳۰-۴۰٪ (اتاق- نسبتا خوب)					
	۸-۱۶ °C/ ۳۰-۴۰٪ (خنک- خوب)					
	۰-۸ °C/ ۳۰-۴۰٪ (سرد- خیلی خوب)					
	-۲۰-۰ °C/ ۳۰-۴۰٪ (زیر صفر-لازم برای برخی از منابع از جمله عکس‌های رنگی و فیلم)					

حفاظت و نگهداری از منابع آرشیوی و کتابخانه‌ای را نشان می‌دهد که همگی با هدف اطمینان از حفظ ایمن مواد و اشیاء حساس به آسیب‌های ناشی از رطوبت‌نسبی و دما طرح‌ریزی شده‌اند. نظر به وابستگی ساز وکارهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک به دما و رطوبت‌نسبی و تأثیر متفاوت این پارامترها بر اقلام موجود در مجموعه‌ها، تعیین یک محدوده ایمن جهانی برای دما و رطوبت‌نسبی و میزان مجاز نوسانات آن برای مجموعه‌ها، امکان‌پذیر نیست. فراهم‌آوری شرایط مورد نیاز برای اقلام حساس در مجموعه‌ها و تلاش برای ایجاد یک منطقه ایمن جهانی برای همه اقلام مجموعه‌ها، می‌تواند منجر به بروز شرایط زیان‌آوری برای سایر مجموعه‌ها گردیده، همچنین موجب افزایش غیرقابل توجیه مصرف انرژی شود. از این رو، در مؤسساتی که فقط تعداد اندکی از اقلام حساس در کنار اقلام با حساسیت کمتر، نگهداری می‌شوند، بسته‌بندی آن‌ها به‌صورت جداگانه یا باهم در یک محیط کوچک با رطوبت‌نسبی کنترل‌شده، بسیار ساده‌تر و ارزان‌تر است؛ یا در صورتی‌که تعداد بیشتری مورد نظر باشد، می‌توان از آن‌ها در یک محیط کوچک یا مخزن جداگانه‌ای با آب‌وهوای کنترل شده نگهداری نمود.

یکی از رویکردهای ساده محیط برای بسیاری از مجموعه‌ها، پایین (خنک) نگه‌داشتن دما به میزان ممکن به همراه رطوبت‌نسبی متوسط ۵۵-۳۰ درصد است. با این حال، میزان خطر برای مواد خاص می‌تواند به‌طور قابل توجهی متفاوت باشد. از نکاتی که لازم است در سطوح تنظیم دما در مخازن نگهداری از منابع آرشیوی و کتابخانه‌ای مدنظر قرار گیرد، کنترل نقطه شبنم در محیط و رطوبت‌نسبی، است. یافته‌ها نشان می‌دهند که میزان تغییرات و نوسانات برای مجموعه آرشیو و کتابخانه، از آنچه که در استانداردهای قبلی ذکر شده است، اهمیت کمتری دارد (ISO 19815: 2018, p 19).

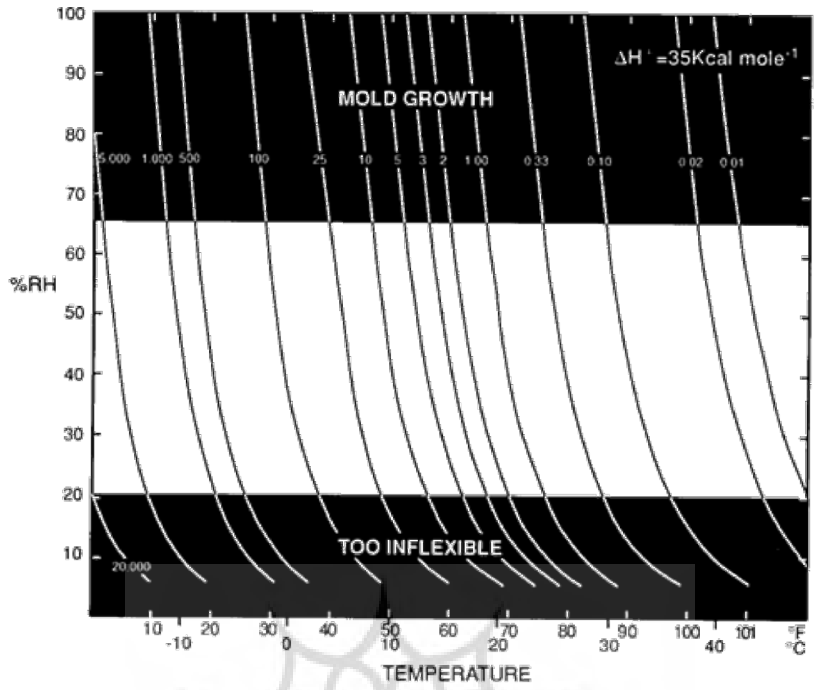
با درک رو به رشد اثرات شرایط آب و هوایی بر روی مواد و اشیاء، دامنه وسیع‌تری از تغییرات رطوبت‌نسبی به‌طور فزاینده‌ای پذیرفته شده است. بر اساس مطالعات و تجربیات کسب شده، محدوده‌های مجاز را می‌توان بر اساس شرایط فیزیکی اثر، ماندگاری مناسب آن در طول زمان و شرایط محیطی نگهداری در طی دوران تاریخی، تعیین نمود (Bratasz, 2013, p 17).

با مقایسه نسخه اولیه (ISO 11799, 2003) با ویراست اول این استاندارد در سال ۲۰۱۵، می‌توان گرایش تدریجی الزامات استاندارد را از اهداف تک ارزشی و محافظه‌کارانه به رویکردهای منطقی‌تر و مبتنی بر پذیرش تغییرات فصلی و نوسانات کوتاه مدت، مشاهده نمود.

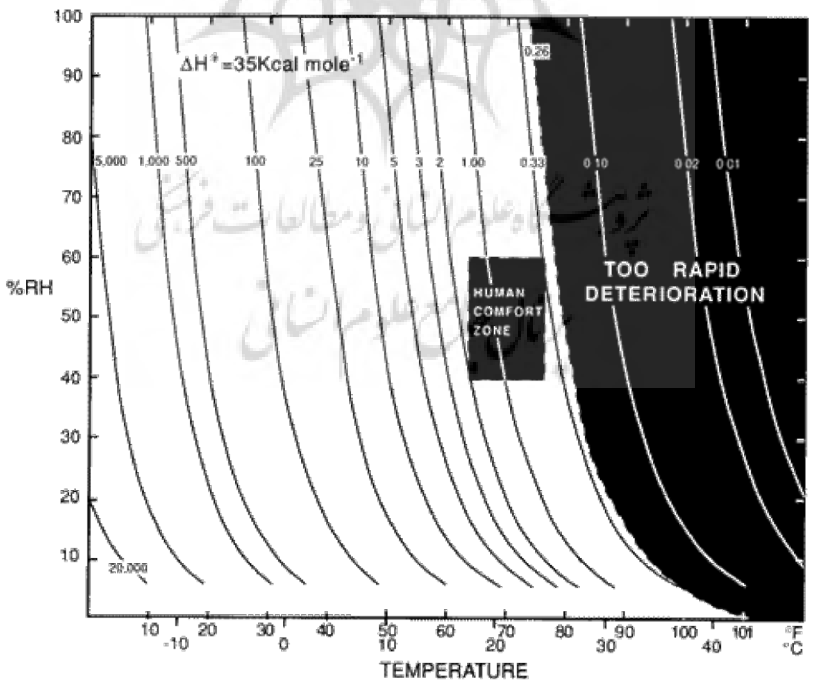
۲.۱.۲. ابزارهای ارزیابی شرایط حفاظتی مربوط به عوامل محیطی

۱.۲.۱.۲. ایزوپرم (Isoperm)

در روش ایزوپرم آثار حفاظتی دما و رطوبت‌نسبی بر روی منابع تعیین و الحاق شده و به شکل گرافیکی ارائه می‌گردد که به‌صورت خطوط پایداری ثابت (Iso Permanence) معرفی می‌شوند (Sebera, 1994, p 4) در یک محیط خاص، افزایش یک پارامتر محیطی منجر به تغییر در ماندگاری نسبی کاغذ در آن محیط خواهد شد؛ برای مثال، افزایش دمای فضا (بدون تغییر رطوبت‌نسبی) باعث افزایش سرعت فرسودگی شیمیایی در کاغذ می‌شود. روش ایزوپرم بیانگر آن است که با یک تغییر دقیق و متناظر در پارامتر دوم، می‌توان نرخ کلی تخریب را، بدون تغییر و در حالت اولیه حفظ کرد. مدیران حفاظت و نگهداری با ترکیب مجموعه جدیدی از مقادیر دما و رطوبت‌نسبی، قادر به یافتن خطوط ایزوپرم جدید و تعیین تأثیر مثبت یا منفی نسبی در پایداری می‌باشند. ارزش کاربردی روش تعیین میزان دقیق تخریب برای نوع خاصی از کاغذ نبوده بلکه در خصوص نرخ مقایسه‌ای تخریب در دما و رطوبت‌نسبی مختلف، است (ISO 19815: 2018, p 30). شکل‌های ۱ و ۲ به ترتیب نتایج افزایش رطوبت‌نسبی و دما بر آثار سو و تخریبی منابع کاغذی را نشان می‌دهد.



شکل ۱. نمودار ایزوپرم که شرایط محیطی نامناسب برای کاغذ را در نتیجه افزایش درصد رطوبت‌نسبی در برابر دما نشان می‌دهد. رطوبت‌نسبی بیش از ۶۵ درصد کاغذ را در معرض خطرات رشد کپک و فاکسینگ قرار می‌دهد. مقادیر رطوبت‌نسبی کمتر از ۲۰ درصد انعطاف‌پذیری کاغذ را به سطوح بالقوه خطرناک، کاهش می‌دهد (Sebera, 1994, p 8).



شکل ۲. نمودار ایزوپرم که شرایط محیطی نامناسب برای ماندگاری کاغذ را در حالت افزایش دما در برابر رطوبت نشان می‌دهد. همچنین مقادیر ماندگاری نسبی در ارتباط با شرایط محیطی و آسایش انسان نشان داده شده است (Sebera, 1994, p 9).

۲.۲.۱.۲. شاخص حفاظتی (PI) و شاخص حفاظتی برحسب زمان (TWPI)

موسسه ماندگاری تصویر (IPI)

The Image Permanence Institute

تحقیقاتی مشابه با رویکرد ایزوپرم را در خصوص فیلم استات انجام داده است؛ و دو معیار، شاخص حفاظتی و شاخص حفاظتی (PI)

Preservation Index

برحسب زمان (TWPI)

Time Weighted Preservation Index

را به‌عنوان ابزار اندازه‌گیری نرخ نسبی تخریب شیمیایی مواد آلی، بر اساس دما و رطوبت‌نسبی، تولید کرده است. شاخص حفاظتی (PI) نشان دهنده تعداد سال‌های مورد نیاز برای تخریب فیزیکی قابل توجه در فیلم استات تازه است. با این حال، ارزش بالاتر اعداد PI، همانند ایزوپرم‌ها کیفیت محیط حفاظت را نمایان می‌کنند. مثلا، در صورتی که در یک محیط، دما و رطوبت‌نسبی اختصاصی آن 50 PI را حاصل نموده و تغییر در شرایط محیطی، 100 PI را به همراه آورد، می‌توان چنین استنباط نمود که محیط جدید دارای شرایطی است که طول عمر مواد آلی را دو برابر نموده، یا منجر به نصف شدن میزان اصلی پوسیدگی شیمیایی می‌گردد.

شاخص حفاظتی برحسب زمان (TWPI) مقادیر دما و رطوبت‌نسبی متغیر در طول زمان را، به‌صورت یک برآورد واحد از اثرات تجمیعی محیط بر میزان پوسیدگی شیمیایی، ادغام می‌کند؛ تا امکان درک کامل‌تری از تخریب شیمیایی در محیط‌های حفاظت فراهم شود. IPI همچنین معیارهایی را ایجاد کرده است که خطر نسبی سایر پوسیدگی‌های القاشده توسط محیط را تخمین می‌زند، از آن‌جمله می‌توان به: تغییر شکل مکانیکی (انبساط و انقباض فیزیکی ناشی از مقادیر رطوبت)، رشد کپک و خوردگی فلزات، اشاره نمود. محاسبه شاخص‌های حفاظتی و نقطه شبنم به‌صورت رایگان در وب‌سایت www.dpcalc.org در دسترس است.

۲.۲. فرسودگی ناشی از میکروارگانیسم‌ها

علاوه بر تخریب‌های شیمیایی ناشی از هیدرولیز و اکسیداسیون و تخریب‌های فیزیکی ناشی از انبساط و انقباض، مواد آلی در معرض آسیب‌های ناشی از میکروارگانیسم‌ها (قارچ و باکتری) قرار دارند. رشد و تکثیر قارچ‌ها به عواملی از قبیل رطوبت‌نسبی، دما، تهویه، گونه‌های مختلف و مواد مغذی بستر آلی، بستگی دارد. رطوبت‌نسبی ۶۵ درصد (در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد) یک حد احتیاطی و پیشگیرانه است، هر چند در دماهای پایین‌تر رویش کپک زمان بیشتری به طول می‌انجامد. در حضور کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها (نظیر ژلاتین و چسب حیوانی) و برخی از موم‌ها و پلیمرهای مصنوعی نظیر پلی‌وینیل استات، احتمال رشد کپک بیشتر است. مثلا، آن‌ها بر روی کاغذ و منسوجات کثیف یا آهار خورده و هریک از اقلام آلوده به گردوخاک موجود در مجموعه‌ها، یافت می‌شوند.

برخی از اقدامات پیشگیرانه برای مقابله با آسیب‌های ناشی از میکروارگانیسم‌ها عبارت‌اند از

– بازرسی و کنترل مجموعه‌های موجود یا محموله‌های جدید از نظر وجود آلودگی بیولوژیک و آسیب‌شناسی در فضای قرنطینه؛

– پایش مستمر هوای مخازن و فضاهای نگهداری از مواد آرشیوی و کتابخانه‌ای با نمونه‌گیری از هوا با روش‌ها فعال یا غیرفعال؛

– حفظ دما و رطوبت‌نسبی در محدوده مناسب؛

– تأمین تهویه مطبوع و مناسب؛

– نظافت و غبارروبی منظم قفسه‌ها و جعبه‌های حاوی اسناد توسط جاروبرقی‌های مجهز به فیلتر هپا؛

– فیلتراسیون هوای ورودی به مخازن؛

– مقاوم‌سازی سطوح داخلی و بیرونی ساختمان در برابر نفوذ و نشت آب؛

– عدم قفسه‌بندی اسناد و کتاب‌ها در مجاورت دیوار بیرونی به‌منظور پیشگیری از بروز میعان و جذب رطوبت متراکم شده در دیوارها؛

– اجتناب از پرورش گیاهان درون ساختمان؛

اصلاح گذرگاه‌ها و کانال‌های زهکشی به‌منظور جلوگیری از تجمع آب در اطراف دیوارهای خارجی و کنترل منظم آن‌ها به‌منظور جلوگیری از انسداد و تجمع آب (Adcock,1999, p30).

۳.۲. آسیب‌های ناشی ازآلاینده‌ها

آلاینده‌های شیمیایی (مولکولی) وآلاینده‌های ذره‌ای (ذرات معلق) از مهم‌ترین عوامل آسیب‌رسان در هوای مخازن نگهداری از منابع آرشیوی و کتابخانه‌ای می‌باشند.

از مهم‌ترین آلاینده‌های شیمیایی می‌توان به اکسیدهای گوگرد و نیتروژن و ازن اشاره کرد. آلاینده‌های شیمیایی دیگری نیز وجود دارند که بنا به شرایط جغرافیایی و موقعیت، خسارت‌بار هستند که از آن‌جمله می‌توان به آلدئیدها، اسید استیک و غیره اشاره نمود. به محدوده قابل پذیرش این ترکیبات در استانداردهای مختلف نگهداری از منابع آرشیوی و کتابخانه‌ای اشاره شده است. با توجه به نوع آسیب‌ها و آثار تخریبی ایجاد شده توسط این عوامل، لازم است مقادیر آن‌ها به‌صورت مستمر و منظم مورد سنجش و پایش قرار گرفته و تدابیری برای حذف یا کاهش غلظت آن‌ها در هوای مخازن (مطابق با استانداردهای حفاظت و نگهداری از منابع) اندیشیده شود. در گزارش فنی NISO (راهنمای شرایط محیطی برای ذخیره‌سازی اسناد کاغذی)، لزوم حذف این آلایندها از طریق فیلترهای گرانولی جاذب، از قبیل کربن فعال، کربن فعال اشباع شده با هیدروکسید سدیم، آلومینیای فعال اشباع شده با پرمنگنات پتاسیم و غیره مورد تأکید قرار گرفته است. از این رو استفاده از یک فیلتر جاذب گازهای آلاینده و آسیب‌رسان به منابع در مسیر ورود هوا به مخازن ضروری است (NISO TR01,1995, p 2-3) ممکن است برخی از آثارآلاینده‌های محیطی از قبیل اکسیداسیون اشیا فلزی، نسبتاً سریع آشکار شوند، در حالی که آسیب‌های ایجاد شده بر روی سایر آثار ممکن است پس از گذشت چندین دهه با چشم غیر مسلح مشاهده گردند. دفتر ملی بایگانی و مدارک آمریکا (NARA)

National Archives and Records Administration و گزارش فنی NISO، سطح ماکزیمم غلظت آلاینده‌ها را در فضاهای مهم نگهداری مشخص نموده است، این حدود در جدول ۲ نمایش داده شده‌اند (NARA, 2018, p 117 & NISO, 1995, p 3).

آلاینده‌های ذره‌ای معمولاً در دو گروه ذرات زیست‌پذیر و ذرات زیست‌ناپذیر طبقه‌بندی می‌شوند. آلاینده‌های ذره‌ای زیست ناپذیر (گردوغبار)، ذرات جامد یا مایع بسیار ریز (باقطر بسیار کوچک) موجود در هوا هستند که می‌توانند در هر ساختمانی نفوذ کنند. منشأ شکل‌گیری این ذرات می‌تواند از منابع طبیعی، از قبیل آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع و طوفان‌های گردوخاک باشد که معمولاً قطری بیش از۲.۵ میکرومتر دارند. ازآلاینده‌های ذره‌ای با منابع مصنوعی می‌توان به دود حاصل از احتراق سوخت‌ها در وسایل نقلیه و

جدول ۲: حد مجاز آلاینده‌های شیمیایی در محل‌های ذخیره‌سازی، پردازش و نمایشگاه

نوع آلاینده	حد مجاز در فضاهای ذخیره‌سازی، پردازش و نمایشگاهی	
	NARA (2018)- Part per billion	NISO (1995)
دی‌اکسید گوگرد (SO_2)	1 ppb ; 2.7 micrograms per cubic meter	5-10 ppb
دی‌اکسید نیتروژن (NO_2)	2.6 ppb; 5.0 micrograms per cubic meter	5-10 ppb
ازن (O_3)	2.0 ppb; 4.0 micrograms per cubic meter	5-10 ppb
فرمالدئید	4.0 ppb; 5.0 micrograms per cubic meter	-
اسید استیک	4.0 ppb; 10.0 micrograms per cubic meter	-

فرآیندهـای مختلـف صنعـتی اشـاره نمـود کـه ایـن ذرات دارای قطـر کمتـر از۲.۵ میکرومتـر می‌باشـند. ایـن ذرات در داخـل سـاختمان نیـز می‌تواننـد تولیـد شـوند کـه شـامل ذراتی مربـوط بـه باقیمانده‌هـای مصالـح سـاختمانی، تخریـب مـواد، منابـع بیولوژیـک یـا فعالیـت انسـانی می‌باشـند. آلاینده‌هـای زیسـت‌پذیر بـه ذرات نـاشی از منابـع بیولوژیـک اطلاق گردیـده و معمـولاً حـاوی اجـزای میکروارگانیسـم‌ها و اسـپور فعـال کپک‌هـا اسـت. همچنیـن ایـن امـکان نیـز وجـود دارد کـه آلاینده‌هـای مولکـولی بـه آلاینده‌هـای ذره‌ای ملحـق شـده و مکانیسـم دیگـری از تخریب را رقـم بزننـد (Adcock,1999, p 26). میـزان توصیـه شـده بـرای فیلتراسیون‌آلاینده‌هـای ذره‌ای هـوا بـر اسـاس راهنمـای(ASHARE

American society of Heating and Air Conditioning Engineers 2015 Handbook

، NISO، و راهنمـای مـدون کمیتـه آرشیـو داران کانـادا، Canadian Council of Archives,2003. مطابـق بـا جـدول ۳ اسـت

در اسـتاندارد (گـزارش فـنی) NISO TR01-1995 به‌منظـور حفاظـت بهینـه از منابـع، اسـتفاده از فیلترهـایی بـا کارایی بـالا (HEPA)

High Efficiency Particulate Air

در مخـازنی کـه دارای ارتبـاط مسـتقیم بـا هـوای بیـرون نبـوده و حضـور دائـمی کارکنـان در آن وجـود نـدارد، توصیـه شـده اسـت. کارایی فیلترهـای هپـا از ۹۹-۹۵ درصـد متغیـر اسـت. اسـتفاده از فیلترهـای هپـا نیازمنـد طـراحی سیسـتم‌های تهویـه اختصـاصی بـا موتورهـای قدرتمنـد اسـت. در سـایر مناطـق دارای قفسـه‌بندی بـا حضـور غیردائـمی کارکنـان، اسـتفاده از فیلترهای بـا کارایی حـذف ۹۵-۹۰ درصـد ذرات معلـق هـوا توصیـه شـده اسـت؛ اسـتفاده از چنیـن فیلترهـایی نیـز نیازمنـد سیسـتم تهویـه اختصـاصی بـوده و به‌نـدرت قابلیـت اسـتفاده از ایـن فیلترهـا در دسـتگاه‌های تهویـه طـراحی شـده بـرای فیلترهـای دارای کارایی ۳۰ درصـد یـا کمتـر وجـود دارد. در مخـازن و تالارهـای بـا حضـور کارکنـان یـا مراجعـه کننـدگان حجـم قابـل توجـهی از ذرات معلـق از طریـق فعالیـت، لبـاس و تـردد ایجـاد می‌شـود کـه اسـتفاده از فیلترهـای تصفیـه هپـا را غیـر عملـی می‌کنـد. از ایـن رو فیلتراسیـون ۹۵-۹۰ درصـد، مطلـوب نخواهـد بـود.

بـر طبـق دسـتورالعمل انجمـن مـلی فیلتراسیـون هـوا NAFA، National Air Filtration Association

و کتـاب راهنمـای انجمـن گرمایـش، سـرمایش و تهویـه مطبـوع آمریـکا (ASHRAE)

American Society of Heating, Refrigerating and A-C Engineers Fdn

لازم اسـت یـک سیسـتم تهویـه مناسـب در فضاهـای نگهـداری از منابـع کاغـذی و آثـار هنریشـامل سـه لایـه زیـر باشـد

۱. مرحلـه پیـش فیلتراسیون: اسـتفاده از فیلترهای کیسـه‌ای باکارایی(MERV)

Minimum Efficiency Reporting Values

۸ یا بالاتر برای حذف بخش عظیمی از ذرات معلق؛

۲. مرحلـه فیلتراسیـون شیمیـایی یـا مولکـولی: یـک فیلتـر جـاذب کربـن فعـال یـا آلومینـای فعـال اشـباع شـده بـا ترکیبـات شیمیـایی جـاذب

۳. اسـتفاده از سیسـتم‌های فیلتراسیـون بـا کارآیی بـالا (HEPA): اسـتفاده ازفیلترهـای MERV 15 یـا بالاتـر،

جدول ۳: میزان فیلتراسیون توصیه شده آلاینده‌های ذره‌ای برای حفاظت بهینه از مواد آرشیوی و کتابخانه‌ای

نوع فضای نگهداری از منابع آرشیوی و کتابخانه‌ای	میزان فیلتراسیون توصیه شده برای هوا
مناطق قفسه‌بندی شده با حضور دائمی کارکنان و مراجعه‌کنندگان	درصد ۸۰ -۶۰
مناطق قفسه‌بندی شده با حضور غیردائمی کارکنان و مراجعه‌کنندگان	درصد ۹۵ -۹۰
مخازن بسته با هدف حفاظت مطلوب و بهینه	>۹۵ درصد (فیلترهای HEPA)

برای حذف ۹۹.۵–۹۵ درصد ذرات با قطر ۰.۳ میکرومتر و کوچک‌تر (ASHRAE, 2019,24.40& NAFA, 2016, p 5).

بالا بودن سطوح آلودگی هوا ممکن است موجب تسریع فرآیند تخریب مواد آرشیوی و کتابخانه‌ای گردد؛ به‌ویژه اگر اشیا، مدت زمان زیادی را در معرض آلاینده‌های مختلف قرار داشته باشند. بررسی اطلاعات منتشر شده محلی در خصوص غلظت آلاینده‌های موجود در فضای بیرونی ضروری است تا از این طریق نیاز به پایش آنها در فضای داخل تعیین گردد.

٤.٢. نور

تمامی طول موج‌های نور، از جمله بخش طیف مرئی، قادر به ایجاد آسیب در مواد حساس می‌باشند. از این رو اندازه‌گیری و کنترل مجموع میزان مواجهه مواد آرشیوی و کتابخانه‌ای با نور توصیه می‌شود، با این حال، جلوگیری از تابش اشعه فرابنفش به علت اینکه انرژی بیشتری را نسبت به بخش مرئی یا مادون قرمز انتقال داده و آسیب بیشتری را به مجموعه‌ها وارد می‌کند، از اهمیت بالاتری برخوردار است. نور، با توجه به نوع منبع آن، نزدیکی به مجموعه‌ها، مدت زمان قرارگیری و حساسیت مواد در معرض آن، منجر به بروز تغییراتی در بسیاری از مجموعه‌های آرشیوی و کتابخانه‌ای می‌شود. قرارگیری در معرض نور ممکن است منجر به تغییرات شیمیایی (به‌عنوان مثال محو شدن جوهرها) یا تغییرات فیزیکی (مثلاً کاهش استحکام فیزیکی) شود.

اغلب مواد کتابخانه‌ای و آرشیوی به قرارگیری در معرض نور حساس بوده و مواد آلی نسبت به مواد غیرآلی در برابر نور آسیب پذیرتر هستند. مواد با حساسیت بالا ممکن است بعد از چند روز قرارگیری در معرض تابش نور آفتاب، به میزان قابل توجهی دچار رنگ‌پریدگی شوند، درحالی‌که مواد با حساسیت متوسط ممکن است بعد از چند هفته دچار رنگ‌پریدگی چشم‌گیری گردند. مواد دارای حساسیت بالا، شامل: کاغذهای خمیر چوبی حاوی لیگنین (مانند روزنامه)، جوهرهای خودکار و ماژیک، عکس‌های رنگی و رنگدانه‌های آبرنگ، است. مواد با حساسیت متوسط متشکل از مرکب آهن مازو، کاغذ فاقد لیگنین و پارشمنت است. حساسیت به نور و آزمون‌های ثبات رنگ برخی از مواد با مراجعه به ISO 105-B08 قابل ارزیابی است (ISO 105-B08:1995).

علاوه بر آثار تخریبی نور، گرمای تابشی مربوط به نور خورشید و منابع نور مصنوعی (لامپ‌ها)در صورت عدم کنترل آن، موجب افزایش دمای محیط و مواد می‌گردد. دمای افزایش یافته، به‌ویژه در یک فضای بسته، مانند محفظه نمایشگاهی، می‌تواند موجب خشک شدن بیش از حد یا توزیع غیریکنواخت دما و میزان رطوبت در یک شی گردد. راهبردهای پیشگیرانه‌ای که قرارگیری در معرض نور را مسدود کرده، کاهش داده یا کنترل می‌نمایند، شدت نور و مدت زمان قرارگیری در معرض نور را به حداقل سطح لازم رسانده، بهترین محافظت را در برابر آثار آسیب‌رسان ناشی از نور فراهم می‌کنند. قرارگیری در معرض نور و گرما، توسط موارد زیر قابل‌کنترل است(ISO 19815: 2018, p 16):

– حفظ حداقل سطح روشنایی مورد نیاز برای انجام وظایف، بازدید و ایمنی ساختمان‌ها؛

– تاریک نگه‌داشتن فضای ذخیره‌سازی به هنگام عدم نیاز، با استفاده از سیستم روشنایی زمان‌دار یا فعال شونده با حضور کاربر؛

– محدود کردن تعداد لامپ‌های روشن شونده با کلید مشترک برای جلوگیری از روشنایی بیش از نیاز برای کار در آن منطقه؛

– سنجش و پایش برای اطمینان از عدم گرمایش مجموعه‌ها توسط روشنایی لامپ‌ها؛

– حذف تابش فرابنفش از طریق انتخاب لامپ، استفاده از فیلترها یا پوشش بر روی وسایل روشنایی یا منابع نور طبیعی؛

– نگهداری مجموعه‌ها در جعبه‌ها، محفظه‌ها یا پوشش‌های جداگانه.

برای تعریف سطوح ایمن نور در فضاهای نگهداری از میراث مستند و مکتوب، توصیه ساده‌ای وجود ندارد. بر اساس دستورالعمل یونسکو برای حفاظت ایمن از میراث مستند (Safeguarding our Documentary Heritage)،

با لحاظ ترکیبات، وضعیت حفاظتی و حساسیت به نور، مواد آرشیوی و کتابخانه‌ای را می‌توان به شش دسته تقسیم کرد که سه سطح زیر از نظر اقدامات حفاظتی پیشگیرانه در برابر اشعه آسیب‌رسان نور از اهمیت بیشتری برخوردارند و در جدول ۴ با سایه رنگی، متمایز شده‌اند.

- اسناد حساس سطح ۳ (عکس‌های سیاه و سفید و مواد مشابه)؛
- اسناد حساس سطح ۴ (چاپ سیاه و سفید روی کاغذ با روکش رزین و مواد مشابه)؛
- اسناد حساس سطح ۵ (چاپ رنگی و مواد مشابه).

نظر به این طبقه‌بندی، مقدار کل مواجهه مواد با نور Total Amount of Exposure(TAE) نباید از سطوح توصیه شده در جدول ۴ تجاوز نماید. TAE از ضرب شدت نور در کل مدت زمان قرار گرفتن در معرض آن به‌دست‌آمده و با واحد لوکس ساعت (lx.h) بیان می‌شود.

این سطوح به این دلیل اهمیت دارند که اثر فتوشیمیایی پرتوهای الکترومغناطیسی تجمیعی است و مثلا، آسیبی که در اثر روشنایی ۵۰ لوکس به مدت ۱۰۰۰۰ ساعت (۳ سال در ۸ ساعت در روز) به یک سند وارد می‌شود، با آسیب وارد شده با روشنایی ۱۰۰۰ لوکس به مدت ۵۰۰ ساعت (تقریباً ۲ ماه) برابر است (UNESCO,2010, Environment and storage, p 9).

۳. پایش هوشمند پارامترهای محیطی در مخازن منابع آرشیوی و کتابخانه‌ای

امروزه کنترل و پایش هوشمند شرایط محیطی فراتر از یک نیاز و از ملزومات یک سیستم مدیریت جامع است. برای پایش هوشمند عوامل محیطی در مخازن منابع آرشیوی و کتابخانه‌ای از حس‌گرهای اندازه‌گیری پارامترها در فضاهای مختلف ذخیره‌سازی استفاده می‌شود. این حس‌گرها عوامل مورد نظر را مورد شناسایی قرار داده و آن‌ها را به سیگنال الکتریکی قابل اندازه‌گیری تبدیل می‌نمایند. از انواع روش‌ها اندازه‌گیری عوامل محیطی توسط حسگرها می‌توان به روش‌های: نیمه‌هادی، الکتروشیمیایی، احتراق کاتالیزوری، الکترولیت جامد، هدایت حرارتی و نوری اشاره نمود؛ مثلا، برای اندازه‌گیری ذرات معلق هوا از حس‌گر پراکندگی نور، برای گازهای شیمیایی آسیب‌رسان (O_3، NO_X، CO، SO_2 و HCHO) از حس‌گر الکتروشیمیایی (Stoytcheva & Zlatev, 2014, p 614) و برای ترکیبات آلی فرار (VOC) از حس‌گر یونیزاسیون نوری، استفاده می‌شود. مهم‌ترین ویژگی‌های انتخاب حس‌گر شامل مواردی از قبیل محدوده اندازه‌گیری مناسب با توجه به دامنه توصیه شده در استاندارد، حساسیت بالا، قابلیت اطمینان داده‌ها، دوام و سهولت سرویس و نگهداری است (Chang-Young, 2011, p 2). شرایط محیطی دستخوش موارد متعددی از جمله کارکرد مناسب تجهیزات و ورود و خروج افراد است. لذا، تمامی این موارد نیز نیازمند پایش مداوم توسط مدیر شبکه است.

جدول ۴: مقدار حداکثر مواجهه با نور برای مواد با حساسیت‌های مختلف به نور

سطوح حساسیت به نور	TAE (lx.h/year)
غیر حساس (Insensitive)	-
حساسیت سطح ۱ (Sensitive)	600,000
حساسیت سطح ۲ (Very sensitive)	150,000
حساسیت سطح ۳ (Highly sensitive)	84,000
حساسیت سطح ۴ (Very highly sensitive)	42,000
حساسیت سطح ۵ (Extremely sensitive)	12,500

امروزه با توسعه فنّاوری، موارد متعددی از جمله: لرزش، نشت آب، باز و بسته بودن درب، ورود افراد به محل (توسط حس‌گر مادون‌قرمز)، فعالیت و سایر موارد به کنترل شرایط محیطی افزوده شده و ضریب امنیتی را بالاتر برده است که در اصطلاح به آن مانیتورینگ جامع گفته می‌شود. بسیاری از سازمان‌ها از قبیل کتابخانه‌ها و آرشیوها دارای انواع سیستم‌های نظارتی شامل دوربین‌های مداربسته، سیستم اعلام حریق، حسگرهای نوری، دمایی و رطوبتی هستند که عموماً به‌صورت جدا از هم عمل می‌کنند ولی با مانیتورینگ جامع می‌توان از چگونگی کارکرد تعداد بی‌شماری از این دستگاه‌ها مطلع بوده، کلیه داده‌های ارسالی از این دستگاه‌ها را به‌صورت جامع مشاهده کرده و گزارش آماری دلخواه را دریافت نمود. همچنین به‌محض بروز نقص در هر کدام از آن‌ها به مسئول مربوطه پیام هشدار صادر کرده و به‌صورت دقیق نقص و دستگاه مورد ایراد را مشخص نمود (Maceli, 2020, p 202). مانیتورینگ می‌تواند اهداف زیر را پوشش دهد.

– پایش و کنترل ۲۴ ساعته سیستم‌های سخت‌افزاری، نرم‌افزارهای پایه و سامانه‌ها و شبکه؛

– پیگیری و اطلاع‌رسانی وضعیت سامانه‌ها از هنگام بروز خطا تا رفع آن؛

– اطلاع از علت دقیق بروز خطا در سریع‌ترین زمان؛

– مانیتورینگ سامانه‌ها با حداقل کارکنان با هدف کاهش هزینه‌ها؛

– اطلاع‌رسانی وضعیتی و آماری لحظه‌ای به مسئولین از سیستم‌های موجود؛

– ارائه گزارش‌های آماری دقیق از سیستم‌های موجود.

آرشیو ملی کره از مؤسساتی است که برای به حداقل رساندن خسارت وارده به آرشیوها طرح استفاده از ابزارهای پایش درجا (Real-Time Monitoring) را متناسب با محیط مخازن و استانداردهای حفاظت و نگهداری از منابع آرشیوی تدوین و اجرا نموده است. کارکردهای اصلی برنامه عملیاتی سیستم پایش درجا شامل مواردی از قبیل ثبت عوامل محیطی، تنظیم ارتباطات، ثبت سیستم طبقه‌بندی ریسک، تهیه خروجی نمودار داده‌ها، استعلام سطح ریسک بر اساس داده‌ها،ثبت اطلاعات مدیران سیستم، ارسال پیام کوتاه به مدیر سیستم و ایجاد صدا است (Chang-Young, 2011, p 5).

٤. راهبردهای طراحی سنتی برای بناهای نگهداری مواد آرشیوی و کتابخانه‌ای

مطالعات صورت پذیرفته بیانگر تجارب به دست آمده توسط پیشینان در طراحی و ساخت بناهای نگهداری از منابع ارزشمند و محافظت در برابر شرایط نامساعد اقلیمی، با کنترل غیرفعال و مصرف حداقل انرژی است. در مناطق سردسیر یا قطبی، راهبردهای به کار رفته شامل تطبیق شکل ساختمان‌ها جهت به حداقل رساندن گرمای تابشی، همرفتی (Convective) و تبخیری و به حداکثر رساندن جذب تابش خورشید و فراهم‌آوری محافظت در برابر باد است. در مناطق معتدل، جهت ساختمان‌ها، به‌منظور به حداکثر رساندن کسب انرژی خورشیدی در زمستان و به حداقل رساندن آن در تابستان قابل تعیین است. در این مناطق لازم است تهویه در تابستان تشدید گردیده، ولی در زمستان محافظت در برابر باد فراهم گردد. در مناطق خشک و گرم که ممکن است در روز گرم و در شب خنک باشند، باید شکل ساختمان به گونه‌ای باشد که از جذب انرژی تابشی ممانعت نموده و مکان آن در اطراف حیاط‌های سایه‌دار تنظیم شده باشد. همچنین استفاده از طاق‌های وسیع بر روی پنجره‌ها برای فراهم‌آوری سایه و به حداقل رساندن مساحت ناحیه در معرض نور، توصیه می‌شود؛ از برج‌های بادی سنتی نیز می‌توان برای ارتقاء سرمایش تبخیری و تهویه در شب استفاده نمود. در مناطق مرطوب و گرم که دما در طول سال نسبتاً یکنواخت است، ممکن است راه‌حل‌های مشابهی، با تأکید بر به حداقل رساندن جذب نور خورشید از طریق ایجاد سایه، اتخاذ شود (ISO 19815: 2018, p 28).

نتیجه‌گیری

الزامات مندرج در استانداردها به‌طورکلی شامل توصیه‌هایی در خصوص تنظیم پارامترهای محیطی فضاهای نگهداری از منابع بوده و سطوح متوسط بلندمدت و نوسانات کوتاه مدت (در طول شبانه‌روز) را تعیین می‌نمایند که همگی با هدف اطمینان از حفظ ایمن مواد و اشیاء حساس به آسیب‌های ناشی از عوامل محیطی طرح‌ریزی شده‌اند. نظر به وابستگی ساز و کارهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک به دما و رطوبت‌نسبی و تأثیر متفاوت این پارامترها بر اقلام موجود در مجموعه‌ها، تعیین یک محدوده ایمن جهانی برای دما و رطوبت‌نسبی و میزان مجاز نوسانات آن برای مجموعه‌ها، امکان‌پذیر نیست. تلاش برای استقرار استانداردهای بین‌المللی باید به‌عنوان یک راهبرد بلندمدت شناخته شود که کیفیت فرآیندهای حفاظتی را افزایش داده و به ارتقا سطح دانش حفاظت از منابع کمک می‌کند؛ ولیکن محدوده‌های مجاز ملی و منطقه‌ای را می‌توان بر اساس شرایط فیزیکی اثر، ماندگاری مناسب آن در طول زمان و شرایط محیطی نگهداری در طی دوران تاریخی، تعیین نمود.

منابع

Adcock, E. P., Varlamoff, M. T., & Kremp, V. (1999). IFLA Principles for the Care and Handling of Library Material. https://www.ifla.org/how-to-apply-efficient-preventive-conservation-strategies-in-your-climate/

Ashrae Handbook-HVAC Applications (2019). Chapter 24.40, 381

Bratasz,. (2013). Allowable microclimatic variations in museums and historic buildings: reviewing the guidelines. Climate for Collections: Standards and Uncertainties, 11-19.

Canadian Council of Archives (2003). Basic Conservation of Archival Materials: Chapter 3- Environment. Revised Edition, Canadian Council of Archives, Canada.

Chang-young, lee (2011).Real-time Monitoring Technology for Preservation Environment of Archives, http://ica2012.ica.org

EN 15757: 2010. (2010). Conservation of Cultural Property–Specifications for Temperature and Relative Humidity to Limit Climate-Induced Mechanical Damage in Organic Hygroscopic Materials.

Hioki, K. (2008). From Japanese tradition: is kura a model for a sustainable preservation environment?

ISO/TR 11799: 2015 Information and Documentation - Document Storage Requirements for Archive and Library Materials (ISO 11799:2003)

ISO/TR 19815:2018 Information and Documentation– Management of environmental conditions for archive and library collections

Maceli, M. (2020). Internet of things in the archives: novel tools for environmental monitoring of archival collections. Records Management Journal, 30(2), 201-220.

Muller, Chris (2003). Practical Applications of Reactivity Monitoring in Museums and Archives, Consideration for Monitoring and Classification of Gaseous Pollutants, Purafil, Inc., Doraville, Georgia, USA.

NAFA (National Air Filtration Association), (2016).Guidelines, Recommended practices for filtration for libraries, archives and museums, p 5. https://www.nafahq.org/best-practice-guidelines/

National Archives and Records Administration (2018), Office of Presidential Libraries, Architectural and Design Standards ger Presidential Libraries, https://www.archives.gov/files/foia/directives/nara1571-s1.pdf

National Archives of Australia (2019). National Archives of Australia Standards for the Storage of Non-Digital Archival Records, https://www.naa.gov.au/sites/default/files/2019-09/Nationa-Archives-of-Australia-Standard-for-the-Storage-of-Non-Digital-Archival-Records.pdf

Sebera, D. K. (1994). Isoperms: An environmental management tool, https://cool.culturalheritage.org/byauth/sebera/isoperm/

State of Florida, Department of state, Division of library and Information Services, Bureau of Archives and Records Management (1996). Public Records Storage Guidelines for Records Centers and Archives. Department of State, Division of Library and Information Services, Bureau of Archives and Records Management, The capitol, Tallahassee, Florida. (e-book). https://dos.fl.gov/library-archives/records-management/

Stoytcheva, M., & Zlatev, R. (2014). Electrochemical sensors for environmental analysis. Encyclopedia of Applied Electrochemistry, 613-616.

UNESCO publication (2010). Safeguarding_our_Documentary_Heritage, https://nlj.gov.jm/caribbeanregister/docs/Safeguarding_our_Documentary_Heritage.pdf

Wilson, William K. (1995). Environmental Guidelines for the storage of paper records: a technical repot sponsored by the National Information Standards Organization (USA), Bethesda, Maryland: NISO Press, 21 pp. NISO Technical Report: 1. ISRN NISO-TR01-1995. ISBN 1-880124-21-1