آلودگی هوا ی داخل موزه

رزیتا صالحی نظامی

آلودگی هوای داخل موزه ها یکی از موارد تخریب کنندهٔ مؤثر بر آثار تاریخی و فرهنگی است . برای اولین بار میشل فارادی پوسیده شدن چرم و صندلی های چرمی موزه ها را ناشی از خروج گاز SO_2 و غبارآلود شدن عکسهای گالری ملی را ناشی از ذرات آلوده کنندهٔ دود تشخیص داد . انواع آلوده کننده های هوای موزه بستگی به محیطی دارد که موزه در آن واقع شده است . در مناطق صنعتی میزان گاز دی اکسید گوگرد SO_2 که به علت سوختهای فسیلی ایجاد می شود نقش عمده ای در آلودگی هوای محیط دارد . نگرانی در خصوص اثر تخریبی گازهای حاصل از محیطهای صنعتی از سال ۱۲۸۴ میلادی ، زمانی که کمیتهٔ سلطنتی مأمور رسیدگی به آلودگی هوای ناشی از مصرف زغال سنگ به عنوان سوخت کوره در لندن شد وجود داشته است .(بائر ، ۱۹۹۴ : ۱۳۵)

به طور کلی گازهای گوگرد ضایعات زیادی را موجب می شوند . گاز سولفورید ئیدروژن با تمامی فلزات قدیمی به جز طلا ترکیب شده و سولفورهای تیره رنگ را به وجود می آورد . این گاز به ویژه اثر مخربی بر لایه های بسیار نازک حاوی سرب سفید دارد . گاز ائیدرید سولفورو به دلیل آن که در نهایت به اسید سولفوریک تبدیل شده و قدرت تأثیر بر مواد زیادی را خواهد داشت ، بسیار خطرناک است . نقش خورندگی این اسید در فلزات و سنگها کاملاً مشهود است و خسارات ناشی از اسید سولفوریک را می توان در آن دسته از مواد آلی که مدت زیادی در معرض این ماده قرار داشته اند قابل ملاحظه است . منشاء پوسیدن کاغذ و اشیاء و پارچه ای غالباً به این اسید بر می گردد و همین ماده است که موجب پودر شدن و پوسیدن شیرازه های چرمی کتب می شود . (پلندرلیت ، ۱۳۷۶ : ۱۳)

آلوده کننده های هوای داخل موزه

آلوده کننده های داخلی در کتابخانه ها ، موزه ها و خانه های تاریخی عمدتاً ناشی از خروج گاز از مواد تزئینی یا ساختمانی ، دستگاههای گرم کننده ، فعالیتهای بازدید کنندگان و کارکنان یا ورود آلوده کننده های خارجی است . در مواردی خاص خود اشیاء مصنوعات نیز ممکن است مقدار زیادی گاز آلوده کننده و خطرناک از خود ساطع کنند . در جدول شماره ۱ نوع آسیب مشاهده شده ، آلوده کنندهٔ اصلی و روشهای تعیین کیفیت آسیب برای مواد مختلف نشان داده شده است .

جدول شماره ۱: تخریب آلودگی هوای داخلی موزه ها بر مواد

ماده	نوع اثر	آلودگی های اصلی هوا	سایر عوامل محیطی	روشهای اندازه گیری
فلزات	خوردگی ، لکه دار کردن	اکسیدهای سولفور، سولفید ئیدروژن	رطوبت،هوا،نمک، اوزون،ذرات کوچک	وزن از دست داده شده در برداشتن محصولات خوردگی و تغییر در مشخصات ظاهری

نقاشی ها و پوشش های آلی	رنگ رفتگی ، غبار آلود شدن	اکسیدهای سولفور، سولفید ئیدروژن ، مواد معلق قلیایی	رطوبت، نور خورشید ، اوزون ، ذرات معلق ، میکروارگانیزم ها	از دست دادن بازتاب پذیری سطحی ، آزمایشهای شیمیایی
کاغذ	شکستگی ، رنگ رفتگی	اکسید های سولفور	رطوبت ، پوشش فیزیکی ، مواد اسیدی ایجاد شده در زمان ساخت	کاهش پایداری تا شدگی ، تغییرات PH اندازه گیری وزن مولکولی استحکام انبساطی
مواد عکاسی		اکسیدهای سولفور ، سولفید ئیدروژن	ذرات معلق ، رطوبت	آزمایشهای میکروسکوپیک و بررسی های بصری
بافته ها	کاهش خاصیت کشسانی و غبار گرفتگی	اکسیدهای سولفور و نیتروژن	ذرات معلق ، رطوبت ، نور ، پوشش فیزیکی ، شستشو	کاهش خاصیت کشسانی ، آزمایشهای شیمیایی ، وزن مولکولی ، بازتاب پذیری سطحی
چرم	ضعیف شدن ساختار سطح پودری شکل	اکسیدهای سولفور	پوشش فیزیکی ، اسیدهای ته نشین شده در موقع ساخت	کاهش خاصیت کشسانی ، آزمایشهای شیمیایی ، آب رفتگی
لاستیک	ترک خوردگی	اوزون	نور خورشید ، پوشش فیزیکی	کاهش خاصیت کشسانی و ارتجاعی ، اندازه گیری عمق و تناوب ترک خوردگی

آلوده کننده های ساطع شده از مواد ساختمانی

معمولاً هوا در ساختمانهای بتونی نوساز به علت ذرات افشانه ای قلیایی است . این ذرات در گروه ذرات بسیار ریز تا حد 0.01µm قرار می گیرند .در میان تأثیرات مخرب مربوط به این افشانه های قلیایی مواردی چون تیره شدن لایه های رنگ روغنی ، از دست رفتن قدرت کشش ابریشم ، از بین رفتن رنگ و رنگدانه ها و از دست رفتن دقت برای رطوبت سنج های مویی نیز وجود دارد . به طور کلی تراکم گاز فرمالدئید در داخل نسبت به خارج بیشتر است . کف فرمالدئید اوره که به عنوان عایق گرمایی مورد استفاده قرار می گیرد ، منبع اصلی فرمالدئید به شمار می رود . منبع دیگر ، رزین های فرمالدئید گوناگونی است که در تخته سه لا ، تخته ذره ای و دیگر مواد ساختمانی به کار رفته است . در حالیکه از این مواد عمدتاً در دیوار های پارتیشن و وسایل خانگی استفاده می شود .

آلوده کننده های ناشی از سیستم های HVAC

بخش عمده ای از SO_X ، NO_X و O_3 و ذرات معلق موجود در کتابخانه یا موزه توسط سیستم HVAC ایجاد می شود. استفاده از سیستم تصفیه موثر باعث نابود کردن تمامی SO_X و O_3 وذرات معلق هوا می شود. بسیاری از روشهای حفاظتی شامل استفاده از حلال های سمی مثل استن، بنزن، ئیدروژن – نیتروژن دی متیل فرماهید . ، تولوئن ، تری کلرواتیلن و زیلن است . اکسید اتیلن Eto یکی از ضد عفونی کننده های همیشگی در برخی آرشیوها و مجوعه های بومی است که تأثیر منفی بر سلامت انسان دارد .

NO_X ناشی از نیترات سلولز

نیترات سلولز که ناشی از ترکیب سلولز خالص در تبدیل پنبه به کتان یا غیر چوب خالص با اسید نیتریک در حضور اسد سولفوریک است ، منبع شناخته شده تشکیل NO_X در کتابخانه ها ، آرشیوها و موزه ها است . فرآورده های نیترات سلولز در میان اولین پلاستیک های ساخته شده قرار داشته اند و استفاده زیادی از آنها می شد . فیلمهای عکاسی ، صفحات ثبت أستات ، ابریشم مصنوعی ، لاک و چسب و بافتهای اشباع شده یا دارای پوشش پروکسیلن از موادی هستند که در آنها نیترات سلولز به کار رفته است .

نیترات سلولز به طور مداوم و با افزایش عمر NO_X ساطع می کند . بزرگترین و مخربترین منبع NO_X درمجموعه های آثار فرهنگی ، مواد عکاسی می باشند .

نیترات سلولز اولین پایه فیلمی منعطف بود که به صفحات شیشه ای غلبه کرد و تمامی تصاویر متحرک اولیه و هنوز بسیاری از نگاتیوها بر پایۀ فیلمهای نیتراتی هستند . این فیلمها تا سال ۱۹۵۱ تولید می شدند . به دلیل قرار گرفتن توده های فشرده بزرگ فیلم در محفظه های بسته که مانع از خروج NO_X می شدند و واکنشهای خود کاتالیزوری ایجاد می نمودند موجب شرایطی چون احتراق خود به خود می گشت . برای حفظ امنیت در محلهای ذخیره این مواد ، باید پیشگیریهای شدید مثل کاهش دما ، بررسی مداوم پیشرفت تخریب و فراهم آوردن شرایطی مناسب برای تهویه گازها صورت گیرد .

اسیدهای فرار ناشی از مواد ذخیره ای

چوب درخت های صنوبر وبلوط از خود اسید استیک، اسید فرمیک و اسید تانیک ساطع می کنند. این اسیدها آسیب فراوانی به اشیاء سربی وارد ساخته وگاهی آنها را به توده های نامنظم از کربنات سرب تبدیل می کنند. چسبهایی مثل امولسیون های استات پلی ونیل نیز می تواند تأ ثیرات مشابهی داشته باشد.

تأثیرات دیگرکه مرتبط با ساطع شدن اسید از چوب می باشند شامل پوسیدگی روی لاک شیشه ای به منظورتشکیل فرمات است. برای اولین بار تشکیل فرمات در روی سر پوش های فلزی جعبه های مهرشده وموردااستفاده درپارچه های باستانی دیده شد. درروی لایه پوسیده به ضخا مت ۱ میلی متر،استات کلسیم و فرمات کلسیم یافت شد.

کدرشدن نقره به علت خروج سولفید از برخی پلاستیکها ، رنگها، کازئین تجزیه شده در اشیاء رخ می دهد. لکه های سیاه رنگ سولفید مس بر روی مصنوعات باستانی برنزی مشاهده می شود . فرض بر این است که این لکه ها ناشی از ترکیب H_2S و آلیاژ مس است که منبع این H_2S هنوز مشخص نیست . منابع احتمالی می توانند آلودگی هوای مهاجم ، تجزیه میکروبیولوژیکی مواد ارگانیک ، خروج گاز از مواد ویترین یا سولفید کربوئیل باشد .

آلوده کننده های هوایی خاصی که احتمال ایجاد پوسیدگی بر اثر اکسیداسیون نقره را ایجاد می کنند شامل پروکساید ،اوزون ، دی اکسید سولفور ، سولفید هیدروژن و اکسید نیتروژن است. ذخیره این مواد می بایست در محلی خنک ، خشک و خالی از گازهای اکسید کننده یا بخار آب برای جلوگیری ازایجاد لکه های کوچک انجام شود.

آلوده کننده های نفوذی

آلوده کننده های معیار یعنی SO_X , NO_X , O_3 و کل ذرات معلق ، نشانگر شکل قابل توجهی از آلودگی داخلی هستند.

اکسید سولفور (SO_X)

ازدهه ۱۹۳۰ ، نقش دی اکسید سولفور در تخریب کاغذ تأیید شده است. آزمایشهای اولیه براساس میزان بالای SO_2 و تعامل آن با کاغذ مرطوب صورت می گرفت. کارکردن با تراکمی به میزان 10ppm نشان دهنده افزایش رسوب SO_2 ،براثر افزایش سولفات آلومینیوم بود. مقایسه ای که بین دو کتابخانه کمی در فضای عاری از آلودگی هوا و دیگری در مرکز شهر ودر منطقه آلوده صورت گرفته است نشان می دهد . آثارکاغذی موجود درهوای آلوده ازسطح بسیار بالاتری از اسید برخوردارند.

اکسیدهای سولفورقادربه تخریب الیاف طبیعی ومصنوعی هستند. کتان نیز همانند کاغذ براثر دی اکسید سولفورضعیف می شود. درآزمایش میدانی نشان داده شد پارچه ای کتانی که درمعرض سطوح مختلف SO_X قرارگرفته است. رابطه ای مستقیم را میان کاهش قدرت کششی وافزایش تراکم SO_X وجود دارد. نتایج به دست آمده از آزمایشات مختلف حاکی از آن است که حالت فرسودگی در الیاف مصنوعی با این که روند عملکرد با افزایش SO_2 تسریع می گردد، تغییری نمی یابد. در میان بافتهای پروتئینی، ابریشم نسبت به تأ ثیرات ناشی از دی اکسید سولفوربسیارحساس است وبیش از پشم قدرت خود را از دست می دهد.

در شرایط طبیعی دما و رطوبت نسبی، کاغذ ، فیلم استات و دیگر مواد عکاسی به میزان اندکی دی اکسید می شوند. یکی از مهمترین عوامل درحفظ مواد عکاسی، حضورمقایرزیاد گازهای اکسید اسیون است. این گازها شامل سولفید هیدروژن، دی اکسید سولفورو میزان اندکی پروکسید واوزون هستند. این گازها معمولا" منجربه زرد شدن وکمرنگ شدن نقره می شود. اشیاء کاغذی نیزممکن است فرسوده یا لکه دارشوند. گازهای اسیدی موجب فرسودگی ژلاتین، کاغذ و پایه فیلمی نگاتیوها می شدند.

اکسید نیتروژن (NO_X)

دی اکسید نیتروژن در آب قابل حل است و نوعی اسید قوی تولید می کند که برای مواد آلی بسیار زیان آور است .دی اکسید نیتروژن عمدتا از احتراق سوخت موتور خانه ها و فعالیت های صنعتی تولید می شود.(فالک،۲۰۰۶: ۳)

تخریب پارچه ها، ناشی از NO_X است. چنین آسیب هایی به صورت کاهش قدرت الیاف وضعیف شدن رنگ پارچه نمایان می شود. در نخ های کتانی که در معرض هوای بدون فیلتر قرار گرفته بودند. درمقایسه با شرایط قرار گیری درمعرض هوای که کربن آن فیلترشده است. قدرت شکنندگی مایع سلولزی کاهش یافت. احتمال داده می شود که ترکیبات مرتبط با دود مه فتوشیمیایی،بخصوص NO_X علت احتمالی افزایش تخریب بوده است. از مطالعات مختلف مشخص شده است که NO_2 در غلظت 0.1ppm تا 1.0ppm باعث رفتن رنگ به میزان زیادی می شود.

ازون (O_3)

تراکم ازون عموماً در مناطقی که درمعرض دود مه فتوشیمیایی قراردارد بیشتر است. وسایل برقی داخل ساختمانها ،نورهای فلورسانت و تولید طبیعی در لایه های بالایی جو وارد محیطهای آرشیوی می شوند اوزون باعث نابودی موادآلی کربنی و شکستگی آنها می شود.(فالک،۲۰۰۶: ۳)

آزمایشها بیانگرآنست که برخی محیطها تراکم اوزن در داخل ساختمان ۱۰ $^{+}_{-}$ ۷۰ درصد ازتراکم محیط بیرون بیشتراست. درآزمایشگاهها، لاستیک، پارچه و پلاستیک با اوزن واکنش نشان می دهند. اوزن در تراکم یافت شده دردود مه شیمیایی، می تواند رنگ رنگدانه ها را دررنگ زرشکی با پایه رنگ آلیزارین و رنگدانه های زرد استفاده شده درآب رنگ ضعیف یا نابود کند.

ذرات معلق

ذرات و افشانه ها،سطح وسیعی ازآلوده کننده های مضربرای اموال فرهنگی را تشکیل می دهند. گردوغبار، دوده، باقی مانده های دود تنبا کو، افشانه های قلیا یی ناشی از بتون وفیبرهای بافتی همگی باعث لکه داروکثیف شدن آثارهنری می شود. تنها راه محا فظت ازاین آثار تهویه کامل هوابه وسیله تصفیه کردن ودرنتیجه ازمیان برداشتن ذرات واستفاده ازفشاربه منظورکاهش ورود دوباره است. برروی نقاشی های که درمعرض دود سیگارقرارمی گیرند. لکه هایی قهوه ای به چشم می خورد. از۲۰۰۰ ترکیب موجود درتنباکو، می توان مونواکسید کربن، استون وسیانید هیدروژن را نام برد،درحالی که نیکوتین بیشترماده تشکیل دهنده

ذرات است. تراکم سرب معمولاً اندک است واطلاعات بسیاراندکی درباره ترکیب شیمیایی ذرات داخلی وجود دارد.

آلودگی های بیولوژیکی

علت عمده آلودگی های داخل ساختمان ها ،آلودگی بیولوژیکی است که از باکتریها ، قارچها ، ویروسها و کنه ها ناشی می شود .آلودگی های بیولوژیکی عموما با تجمع آبهای راکد در داخل ساختمان ویاسیستم های مکانیکی داخل آن بروز می کند .

منابع

پلندرلیت،هارولد ،جی.حفاظت ، نگاهداری ومرمت آثار هنری و تاریخی،ترجمه رسول وطندوست،تهران ،دانشگاه هنر ،۱۳۷۶.

Baer,Norbert.Indoor air pollution:effects on cultural and historical materials,care of collections ,London,1994.

Falk ,Bryan.Indoor Air Quality Issues at a Rare Books library ,University of Kansas,2006