

## مروری بر روشهای ضد عفونی

### و رفع آلودگی عوامل قارچی

از کتاب و مجلدات کتابخانه‌ای

دکتر محمد قهری\*

از واژه میکروارگانیسم (میکروب) برای توصیف کپکها، اکتینومیستها و مخمرهایی که می‌توانند روی مواد تشکیل دهند. کتابها و اسناد رشد و زندگی مرده و باعث تغییر شکل و یا نابودی آنها شوند استفاده می‌شود. میکروبهائی که روی اسناد و کتب اثرات بد و زبان آوری برجای می‌گذارند در نوع احتیاجات و نیازمندیهای تغذیه‌ای خود، مقدار رطوبت و دمای مناسب رشد و میزان اسید یا قلیائی بودن محیط اختلافات گسترده‌ای با یکدیگر دارند. از بین عوامل میکروبیولوژیکی فوق قارچ‌ها عمده‌ترین و مهمترین تهدید برای مواد و اشیای کتابخانه‌ای هستند.

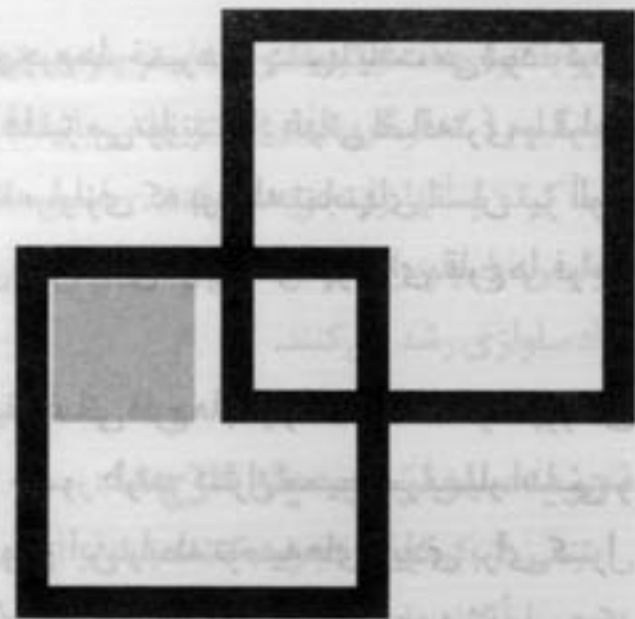
### چرا قارچ‌ها و دیگر میکروارگانیسمها باعث فساد و

#### تجزیه اشیای کاغذی می‌شوند؟

توانائی قابل توجه سلولز و کلاژن موجود در ساختار کتاب برای جذب و حفظ و نگاهداری رطوبت از طریق اتمسفری که دارای رطوبت نسبی بالائی است اجازه میدهد میکروبه‌ها درون یک کتاب نمناک بخوبی رشد کنند.

رطوبت نسبی کتابخانه و انبارهای کتاب و کاغذ را باید حتی الامکان ثابت نگاهداشت، رطوبت نسبی مناسب ۶۰٪ و درجه حرارت مناسب محیط برابر ۱۵ درجه سانتیگراد باید باشد، زیرا اگر بعنوان مثال میزان رطوبت کتابخانه‌ای که درجه حرارتش ۱۵ درجه سانتیگراد است از ۵۷٪ به ۶۳٪ افزایش یابد، هر هزار تن کتاب می‌تواند در حدود ۱۰ تن بخار آب جذب نماید.

برخی از میکروب‌ها قادر هستند که از رطوبتی که در اثر تجزیه سلولز آزاد می‌شود، استفاده نمایند زیرا هنگام تجزیه سلولز توسط قارچ‌ها به ازای یک گرم سلولز ۰/۵۵ گرم آب آزاد می‌شود. ذخیره و تجمع آب بوسیله کلنی قارچی، آن را از رطوبت هوا بی‌نیاز می‌سازد،



### چکیده:

قارچ‌ها و باکتریها در طبیعت باعث تجزیه لاشه موجودات آلی ( گیاهان و جانوران) و بازگشت مواد اولیه به خاک، جهت استفاده مجدد بوسیله گیاهان (چرخه حیات در طبیعت) و نیز پاکسازی محیط زیست از مواد آلوده کننده، از جمله مواد مصنوعی ساخته دست انسان، می‌شوند و از این جهت به این عوامل رفتگران یا سپوران طبیعی می‌گویند. در صنعت از قارچ‌ها برای تولید آنتی بیوتیکها، اسیدهای آلی، استروئیدها، آسامیدنیهای الکلی و محصولات دیگر استفاده می‌کنند. عمل ور آمدن خمیرنان و تهیه انواع پنیر، جز با کمک قارچ‌ها میسر نیست.

قارچ‌ها به عنوان مدل‌های علمی برای مطالعات ژنتیکی، فرآیندهای بیوشیمیایی و ارتباطات بین میزبان و انگل مورد استفاده قرار می‌گیرند. اسپور قارچ‌ها در همه جا وجود دارند، اما در اتمسفر گرم و مرطوب و در جایی که تهویه ضعیف است به خوبی رشد می‌کنند. قارچ‌ها از نظر اکولوژیکی بینهایت تطابق پذیر می‌باشند. دامنه‌ی دما برای رشد مطلوب و تکثیر قارچ‌ها متفاوت و متغیر است، خیلی از گونه‌ها مقاومت و تحمل زیادی نشان می‌دهند و قادرند در دمای انجماد یا زیر انجماد در مدت زمان طولانی زنده بمانند، برخی نیز ممکن است دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد را حتی تا ۲۵ سال تحمل کنند.

از نظر نیازمندیهای تغذیه‌ای قارچ‌ها بدلیل مجهز بودن به سیستمهای آنزیمی قوی و متنوع مادر هستند که انواع مواد و اشیائی را که در ساختمان آنها آثاری از مواد آلی وجود داشته باشد مورد حمله قرار دهند و به خاطر همین ویژگی است که می‌توانند به اشیای کتابخانه‌ای و موزه‌ای حمله کرده و آنها را تخریب نمایند.

\* عضو هیات علمی دانشگاه امام حسین (ع). دانشکده علوم پایه

در نتیجه بعد از آنکه رشد قارچ در داخل بافت کتاب اتفاق افتاد، اهمیت و نقش رطوبت موجود در محیط، که برای رشد و زنده ماندن قارچ لازم است، نقش ثانویه‌ای پیدا می‌کند.

کاغذ یک سیستم پیچیده و بسیار جاذب الرطوبه‌ای است که دارای خواص موئینه‌ای غیر یکنواخت می‌باشد، بر حسب نوع و روش بعمل آوردن فیبرها و الیاف موجود در کاغذ، مقدار و کیفیت چسب‌ها و مواد کامل کننده، نوع و مدل ساختن و خشک کردن، چگونگی مجلد کردن کتب و مجلات و وضعیت دما و محتوای رطوبتی کاغذ، این مواد بدرجات متفاوتی حساسیت یا مقاومت در برابر حمله میکروارگانیسمها از خود نشان می‌دهند.

قارچ‌ها برای رشد خود محیط‌های اسیدی و باکتریها، محیط‌های خنثی و یا مختصری قلیائی را ترجیح می‌دهند. در PH اسیدی معادل ۴ و یا کمتر قارچ‌ها تنها ساکنین سلولیتیک ( تجزیه کننده سلولز) هستند و در PH معادل ۶/۸ الی ۸ باکتریها و در PH بین ۵ تا ۸ اکتینومیستها بخوبی در کاغذ رشد می‌کنند، بنابر این کاملاً محتمل است که بدانیم کدام نوع میکروارگانیسم می‌تواند در کاغذهای قلیائی یا اسیدی بهتر رشد کرده و موجب آسیب آنها شود.

دما روی رشد میکروبه‌ها تأثیر به سزائی دارد، سردی هوا مطمئناً باعث کاهش سرعت رشد آنها می‌شود، اما دمای بیش از یک حد معین نیز موجب مهار رشد آنها می‌گردد، بویژه اگر با خشکی و بی‌آب شدن (دهیدراتاسیون) همراه باشد. از حرارات به تنهائی و یا به‌همراه رطوبت غالباً برای استریل کردن ابزار و ادوات جراحی و بیمارستانی استفاده می‌شود اما کاملاً واضح است که چنین درجات و میزان هائی از حرارت موجب تجزیه و انهدام سلولز و کاغذ می‌گردد.

رطوبت نسبی موجود در محیط برای رشد قارچ‌ها بسیار مهم است، اگر چه ترکیب رطوبت نسبی و دما بسیار با اهمیت است. در رطوبت نسبی کمتر از ۷۰ درصد رشد بسیار کمی صورت می‌گیرد، مناسب‌ترین شرایط برای رشد دمای بین ۲۴ الی ۳۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بین ۶۵ الی ۸۰ درصد است. نور بعنوان یک نیاز اساسی برای قارچ‌ها در نظر گرفته نمی‌شود، در واقع نور ماوراء بنفش برای اکثر گونه‌ها مضر یا مرگ آور است برخی از قارچ‌ها مقاومت زیادی به نور آفتاب نشان می‌دهند اکثر باکتریهای در شرایط بی‌هوای قادر به رشد هستند در حالیکه تقریباً تمام قارچ‌ها برای رشدشان به اکسیژن نیاز دارند، بعلاوه عناصر دیگر مورد نیاز قارچ‌ها عبارتند از: کربن، هیدروژن، ازت، گوگرد، پتاسیم و منیزیم و عناصر کمیاب دیگر و برخی از ویتامینها، سلولز بسیاری از این عناصر را تأمین می‌کند و

مواد غذایی دیگر در چرم‌ها، خمیرها و چسبها یافت می‌شود. گرد و غبار و رنگها و لکه‌ها نیز می‌توانند مواد غذایی اضافه‌تری را فراهم کنند، از طرفی ماده سلولزی که بوسیله تماسهای انسان نیز آلوده می‌شود منبع عالی و مناسبی از ازت را نیز برای قارچ‌ها فراهم می‌نماید.

به علت آن که طیف غذایی قارچ‌ها بسیار گسترده است و اسپورهای قارچی نیز همه جا حضور دارند، کنترل محیط امر بسیار اساسی و تعیین کننده است و در این رابطه توصیه‌های زیادی برای کنترل رطوبت نسبی و دمای محیط وجود دارد. عموماً توصیه شده است که مواد کتابخانه‌ای در شرایط رطوبت نسبی بین ۵۰ الی ۵۵ درصد و در دمای بین ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتیگراد نگهداری شوند. اگر تنظیم درجه حرارت و رطوبت نسبی در محدوده‌های مذکور میسر نباشد، می‌توان با برقراری جریان هوای سالم در داخل مخازن به کمک پنکه‌های برقی تا حد قابل ملاحظه‌ای از رشد قارچ‌ها جلوگیری کرد.

گفته شده است که بیش از ۳۵۰ گونه مختلف قارچی به کتاب‌ها و اشیای کاغذی حمله کرده و باعث فساد و تخریب آنها می‌شوند و از این تعداد بیش از ۲۰ گونه از آنها می‌توانند سبب بیماریهای قارچی بصورت گرفتاریهای پوستی، تنفسی و آلرژیکی در انسان شوند.

### تجزیه سلولز بوسیله باکتری‌ها:

برخی از باکتری‌های بی‌هوای، مواد سلولزی را مورد مصرف قرار می‌دهند و مقداری از آن را به سلوبیوز تبدیل می‌نمایند که سرانجام به گلوکز مبدل می‌گردد و چون گلوکز توسط این باکتری‌ها مصرف نمی‌شود در محیط جمع می‌گردد. این نوع باکتری‌ها از نظر تبدیل سریع سلولز به قندها و سایر فرآورده‌ها مفیدند. از جمله مهمترین این باکتریها باکترئیدس سلولوزولانس و کلاستریدوم ترموسلوم می‌باشند. باکترئیدس سلولوزولانس یک باکتری بی‌هوای مزوفیل و غیر اسپور دار است که در محیط صنعتی می‌تواند بعنوان تنها منبع کربن از سلولز و سلوبیوز استفاده کند. این میکرب مقدار زیادی اسیداستیک، دی‌اکسید کربن، هیدروژن و مقدار کمی اتانل و اسید لاکتیک بعنوان آخرین فرآورده تولید می‌کند. در ضمن موجب تجمع سلوبیوز، گلوکز و گزیلوز در محیط می‌گردد. جریان رشد ۱۴ روزه این باکتری ۵۰٪ سلولزی که به محیط اضافه می‌شود مورد مصرف قرار می‌گیرد. بیش از ۵۰٪ سلولز مصرفی به قند تبدیل می‌گردد و بقیه آن برای تولید اسید استیک، دی‌اکسید کربن، اتانل، اسید لاکتیک و همچنین رفع نیازهای یاخته‌ای بکار گرفته می‌شود.

مختلف ( اسید سیتریک، اسید اگزالیک و اسید سوکسینیک) اسیدیته ایف را بالا برده و به آن آسیب می‌رساند. قارچ پنی سیلیوم نیز روی ایف سلولزی پارچه و کاغذ رشد می‌کند و با تولید آنزیم‌هایی از دسته آمیلازها و نیز با تولید اسیدهای آلی مانند اسید لاکتیک اثرات تخریبی خود را بر ایف اعمال می‌کند. قارچ کلادوسپوریوم با تأثیر بر روی نقاشی‌هایی که با رنگ‌های طبیعی رنگ آمیزی شده‌اند رشد می‌کند و با مصرف رنگ‌ها بعنوان تغذیه، لکه‌های قهوه‌ای روی تابلوها ایجاد می‌کنند. در مقاله جداگانه‌ای به شرح بیشتر قارچ‌های تجزیه کننده سلولز پرداخته شده است.

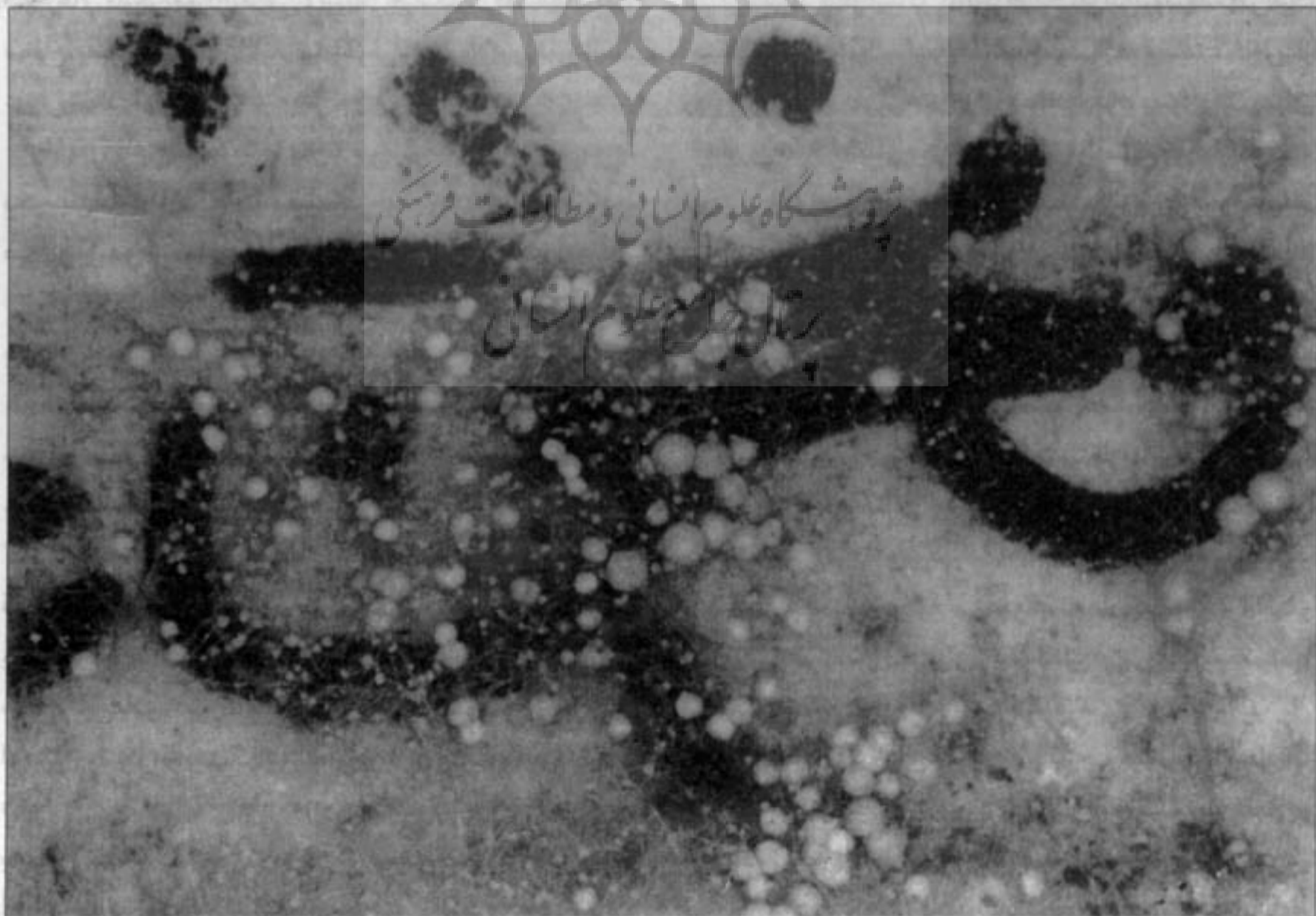
### عوامل مساعد برای رشد و تکثیر آثار قارچی در کتابخانه‌ها:

وجود گرد و غبار، که ممکن است دارای اسپورهای قارچ و نیز حاوی موادی باشند که برای برخی قارچها جنبه غذایی محسوب می‌شوند، تهویه نامناسب که سبب راسب شدن و تراکم اسپورهای معلق در هوا میشود، نور کم، و تاریکی، با توجه به حساسیت میکروارگانیسمها نسبت به اشعه ماوراء بنفش در نور خورشید، دما و

یو باکتری‌ها، مایکو باکتریها، استرپتومیستها، انواع سایتوفاگا و سرانگیوم ( که از گروههای باکتریها می‌باشند) روی مواد سلولزی رشد کرده و آنها را تجزیه می‌کنند. باسیل‌هایی مانند باسیلوس سرئوس، باسیلوس سیرکولانس و باسیلوس سوبتیلیس و ... روی مواد سلولزی رشد می‌کنند.

### تجزیه سلولز بوسیله قارچ‌ها:

برخی از کپکهای تجزیه کننده سلولز از قبیل اسپرجیلوس و مخصوصاً گونه‌های تریکودرما موجب هیدرولیز سلولز و فرآورده‌های لیگنوسلولزی<sup>۲</sup> میگردند. تریکودرما در جریان رشد، مقدار فراوانی اگزوانزیم تولید می‌کنند که سلولز را کاملاً تجزیه کرده و به گلولز تبدیل می‌نماید. این امر در تبدیل بقایای کشاورزی و اکتساب گلولز اهمیت خاصی دارد. دو آنزیم آندو و اگزوگلوکوناز سلولز را کاملاً به سلوبیوز و الیگوزیدهای کوچک تبدیل می‌کند. بعد از این مرحله آنزیم سلوبیاز روی سلوبیوز و الیگوزیدها اثر کرده و از تجزیه آنها گلولز ایجاد می‌شود. قارچ رایزوپوس روی ایف سلولزی رشد کرده و با تولید اسیدهای



رطوبت نسبی بالا که شرایط را برای رشد و تکثیر اغلب میکروارگانیسمها تسهیل می نماید، استفاده از مواد نامناسب در ساخت و مرمت کتابها که خود ممکن است به اسپورهای قارچی آلوده باشند و یا اینکه محیط و بستر مناسبی برای رشد و تکثیر آنها مهیا نمایند و بالاخره اینکه رشد قارچها در کتب و اسنادی که در قفسهها با فواصل لازم و مناسب چیده می شوند معمولاً خیلی کمتر مورد حمله قارچها قرار می گیرند.

### چگونگی جلوگیری از ایجاد آسیب های بیولوژیک در کاغذ، توسط میکروارگانیسم ها :

اگر کتابها و یا اسناد در شرایطی قرار گیرند که از نظر دما و رطوبت نسبی محیط ( انطور که قبلاً گفته شد ) و نیز تهویه یا هوادهی بطور دائم تحت کنترل و نظارت باشند، آلودگی میکروبی و قارچی در آنها واقع نخواهد شد. البته برای حصول اطمینان، بهتر است از سکون و عدم جابجائی کتابهائی که معمولاً به آنها مراجعه نمی شود جلوگیری کرد، هر چند وقت، یکبار وضعیت آلودگی هوای مخزن یا فضای کتابخانه با کمک میکروبیولوژیست از نظر وجود اسپورهای قارچی مورد آزمایش و ارزیابی قرار گیرد. قفسهها و کلیه سطوح، بصورت دوره ای با مواد ضد عفونی کننده ملایمی تمیز و ضد عفونی شوند.

### یک سلسله اقدامات پیشگیرانه را به شرح زیر می توان در ارتباط با محل کتابخانه توصیه نمود :

محل ساختمان کتابخانه نباید در ناحیه صنعتی قرار داشته باشد، بهترین وضعیت آب و هوایی در داخل ساختمان مهیا شده باشد و حفاظ دائمی در مقابل نور، حشرات و گرد و غبار داشته باشد، مصالح چوبی را قبل از استفاده، به وسیله ی انواع قارچ کش و حشره کش ضد عفونی نمایند و روی قسمتهای فلزی را جلای قارچ کش و حشره کش بزنند. شیشه پنجرهها جاذب اشعه ی ماورای بنفش و مادون قرمز باشند و به توریهای ریز نیز مجهز باشند، تعداد و اندازه ی پنجرهها در حد کفایت کوچک باشند. پایه ی ساختمان بلندتر از سطح زمین باشد، دیوارها و سقفها عایق کاری شوند و اتاقها حتی الامکان مستقل از یکدیگر باشند. محوطه ساختمان وسیع، کاملاً تمیز و دارای تعداد زیادی دستگاه تهویه باشد، امور نظافت ساختمان با نظم و با استفاده از جاروی برقی پر قدرت، صورت گیرد. مقدار آلودگی هوا به صورت دوره ای مورد سنجش قرار گرفته و در صورت

مشاهده آلودگی، اقدامات ضد عفونی مناسب انجام گیرد. هرگونه نشئی آب در هر قسمت از ساختمان مرتفع گردد.

### برای رفع آلودگی قارچی از کتابها و مجلداتی که آلوده شده اند چکار باید کرد؟

در صورتی که هجوم و رشد قارچها بر کتب و اسناد کاغذی قبلاً اتفاق افتاده باشد، تنها راه از بین بردن آنها با استفاده از روشها و مواد ضد عفونی کننده است. مواد ضد عفونی کننده، قارچها را از بین می برند ولی عمدتاً آثار سوئی نیز بر روی کاغذ بر جای می گذارند، از طرف دیگر آثار و بقایای آفات قارچی و لکه های بجا مانده از آنها از طریق راهها و روشهای ترمیمی به کمک مرمت گران بر طرف می شوند.

کتب و اسناد آسیب دیده و آلوده از طریق میکروارگانیسمها می توانند سلامتی کاربران، کتابداران، حفاظت گران و مرمت گران را نیز تهدید نمایند و از طرف دیگر مواد ضد عفونی کننده مختلفی که برای رفع آلودگی مورد استفاده قرار می گیرند، علاوه بر اثرات سوئی که در کتابها و اسناد بر جای می گذارند، تهدید کننده سلامتی افراد نیز می باشند. بنابراین در کاربرد هر یک از این روشها، بهتر است احتیاطات لازم را بکار برده و بسته به موقعیت و وضعیت خاص، از روش مناسب و مقرون به صرفه استفاده نمود، بعنوان مثال برای نگهداری تعداد اندک و محدودی از کتب یا اسناد، می توان از جعبه نفوذ ناپذیر در مقابل هوا، رطوبت، تغییرات دمائی، نور و . . . که کاملاً عاری از هوا بوده و محتوی گاز بی اثری چون نئون، آرگون یا هلیم و یا ازت می باشد، استفاده نمود اما برای نگهداری مجموعه های بزرگ از امکاناتی نظیر محل و موقعیت ساختمان و تدابیر خاص داخل آن به حفظ و نگاهداری با شرایط محیطی استاندارد ( درجه حرارت، رطوبت نسبی، نور، تهویه و جریان هوا، نظافت، دستکاریهای انسانی و . . . ) و کنترل دوره ای و منظم آلودگی های محیطی به کمک متخصص میکرب شناس انجام پذیرد.

ضد عفونی مداوم سطوح میزها و قفسهها، کف و دیوار اتاقها و فضای آن، همواره شرایط را برای رشد و تکثیر عوامل میکروارگانیسمها محدود می نماید.

برای رفع آلودگی های میکروبی و قارچی از کتاب و مجلدات ، می توان به ترتیب زیر عمل کرد: کتابهایی را که تعداد آنها کم می باشد، می توان به محل خشک با تهویه مناسب و ترجیحاً به فضای خارج از ساختمان انتقال داده و نسبت به رفع آلودگی از آنها اقدام

نمود. اسپورهای فعال کپک‌ها را به کمک برسهای نرم می‌توان از سطح کاغذ زدود. جلد کتاب و صفحات ابتدا و انتهائی آن از نظر وجود لکه‌ها و آثار قارچی باید بدقت بررسی شوند، زیرا شروع رشد قارچ‌ها ابتدا در آنجا ظاهر می‌شوند. جلد کتاب‌ها با کمک یک پارچه مرطوب به نرمی و آهستگی باید پاک شوند و سپس بمدت ۲ تا ۳ روز اجازه داده شود که در هوای تازه خشک شوند. برای ضدعفونی کتب در کتابخانه‌ها، باید از محفظه کوچک و مناسبی برای این منظور استفاده کرد و اگر چنین چیزی هم میسر نباشد می‌توان ورقه‌هائی را که قبلاً به ماده تیمول ده درصد در الکل آغشته شده، در لابلای صفحات کتاب به فواصل ده صفحه‌ای قرار داد.

برای ضد عفونی کردن کتابها و اسناد آلوده در کتابخانه‌ها و مراکز اسناد از راه‌های مختلفی ممکن است استفاده شود که هر یک دارای محدودیت‌ها و احياناً معایب یا مزایای خاص خود است که در ادامه این نوشتار بطور خلاصه به مهمترین و معروفترین این روشها پرداخته شده است.

### اتیلن اکساید:

اتیلن اکساید بعنوان یک ماده موتازن (سرطانزا) ساخته شده است. حدود تماس مجاز که بوسیله اداره ایمنی و تندرستی ایالات متحده پیشنهاد شده ۵۰ قسمت در میلیون (PPM) است. دوز موثر آن ۵۰۰ گرم به ازای مترمکعب می‌باشد و از آنجا که ماده قابل انفجاری است، در هنگام استفاده، آنرا به نسبت ۱۰ به ۹ با گاز دی اکسید کربن در یک محفظه خلاء مخلوط می‌نمایند. اگر این عمل در شرایط رطوبت نسبی ۳۰ تا ۳۵ درصد انجام شود، تأثیر بیشتری داشته و اثر آن با افزایش میزان رطوبت نسبی کاهش می‌یابد. بطور کلی همه میکروارگانیسم‌ها به این ماده حساس نیستند و برخی مقاومت قابل توجهی به آن نشان می‌دهند. برخی از سویه‌های باسیلوس سوبتیلیس در دمای ۵۴ درجه سانتیگراد و در رطوبت نسبی ۴۰ تا ۶۰ درصد و با غلظت ۱۰۰۰ میلیگرم در لیتر از این ماده در مدت ۲۵ دقیقه از بین می‌روند و در دمای ۲۱ درجه سانتیگراد با غلظت ۲۲۰۰ میلیگرم در لیتر نابود می‌شوند.

در مطالعات مختلفی نشان داده شده است که این ماده روی برخی از قارچ‌ها از جمله کتومیوم گلوبوزوم، تریکودرما و پیریده، گونه‌هائی از فوزاریوم و پنی سیلیوم و برخی از اکتینومیسیتها تأثیری نداشته است. برخی از مشکلات و معایب این روش عبارتند از:

- مشکلات مربوط به نقل و انتقال کتابهای آلوده به محل دستگاههای

خلأ مربوطه، هزینه بالا، زمان هوادهی طولانی بعد از رفع آلودگی (زمان قرنطینه) و خطرات مربوط به سلامتی کارکنان می‌باشد. بنابراین علی‌رغم مؤثر بودن آن، در کتابخانه‌ها و مراکز آرشیو بندرت توصیه و یا بکار برده می‌شود.

### پارادی کلروبنزن:

یک ماده ضدعفونی کننده ملایم و متوسط است. در دمای اتاق بشکل کریستال است و باید در فضای بسته بکار رود. خاصیت فونژیسیدی آن ثابت نشده اما بنظر میرسد که بعنوان یک ماده فونژيستاتیک مؤثر است و برای اینکه اثرات فونژيستاتیک خود را اعمال کند می‌باید بمدت ۳ هفته در مجاورت کتاب‌های آلوده قرار بگیرد. اگر کریستال‌ها بکمک حرارت تصعید شوند به زمان کمتری نیاز خواهد بود. پارادی کلروبنزن بعنوان یک روش برای جلوگیری از رشد کپکها بویژه در فضاهای کوچک و بسته بسیار مفید است. استنشاق، بلعیدن یا تماس پوستی با آن خطرناک است. برخورد با آن می‌تواند باعث گیجی، سردرد، تحریکات پوستی و چشمی، مشکلات تنفسی و عدم هماهنگی (تعادل) شود. اثرات تماس دراز مدت با آن شامل درماتیت و آسیب کبد و کلیه می‌باشد.

پارادی کلروبنزن در حقیقت یک ماده حشره کش است اما در فضاهای بسته و محدود دارای اثرات ضد قارچی نیز می‌باشد. این ماده در نمونه‌های پنبه، پشم و کتاب که توسط قارچ‌های زیر آلوده شده باشند، تأثیر دارد. اسپر جیلوس نیجر<sup>۲</sup>، اسپر جیلوس استوس<sup>۲</sup>، پنی سیلیوم اس پی پی<sup>۵</sup>، کتومیوم گلوبوزوم<sup>۶</sup>، مایروتسیوم وروکاریا<sup>۷</sup>، پارادی کلروبنزن در غلظت ۵۰ گرم در متر مکعب بطور کامل باعث از بین بردن قارچ‌های کتومیوم گلوبوزوم، استاکی بوتریس آترا، تریکودرما و پیریده شده اما در قارچ‌های اسپر جیلوس فلاووس، اسپر جیلوس ترئوس و پنی سیلیوم فونیکولوزوم، تنها موجب توقف رشد آنها می‌گردد.

### اشعه گاما:

در یک مطالعه مشخص گردید که پرتو دهی با گاما به میزان ۳ KGY تمام اسپورهای قارچی مورد مطالعه را از بین می‌برد اما این مقدار اشعه موجب تغییرات شیمیائی در کاغذ گردید. استفاده از پرتوهای الکترونیکی نیز با دوز ۱۰ KGY بر روی قارچ‌ها مؤثر افتاده، اما در بافت کاغذ، سبب تخریب شده است. به نظر میرسد که استفاده از امواج میکروویو برای کاغذ رضایت بخش‌تر است. در

مطالعه با استفاده از دستگاه میکروویو با توان ۶۰۰ وات، شرایط مناسبی فراهم شده است که این امواج در نابود کردن قارچ های مورد آزمایش، بسیار مؤثر بوده اند و در این مطالعه هیچگونه اثرات فیزیکی یا شیمیائی منفی بر روی نمونه های کاغذ دیده نشده است. البته این روش نیز دارای محدودیتی می باشد که با اغلب دستگاه های میکروویو می توان فقط اسناد نازک و یا تعداد برگ های کمی را تحت تأثیر قرار داد و بنا بر این در مقیاس بزرگ، مناسب و قابل بهره برداری نمی باشد.

### پلی هگزامتیلن گوانیدین :

این ماده یک مشتق گوانیدینی می باشد و دارای ترکیب غیر سمی و پلیمری است که در روسیه ساخته شده و برای محافظت از مواد کتابخانه ای در مقابل عوامل قارچی به کار رفته است. این ماده یک باز (قلیا) قوی است و قدرت آن برابر قدرت سود سوز آور است. با توجه به ساختمان پلیمری و خواص کاتیونی، فضاهای بین فیبرهای کاغذ را بطور کامل پر می کند، این ماده با غلظت یک درصد باعث مهار رشد قارچ های زیر شده است : کتومیوم گلوبوزوم<sup>۱</sup>، پنی سیلیوم سایکلوپوم<sup>۲</sup>، پنی سیلیوم روکتوفورتی<sup>۳</sup>، اسپوروتریکوم با مبی سینیوم<sup>۴</sup>، اسپرو جیلوس ترئوس<sup>۵</sup>، اسپر جیلوس آمستلو دامی<sup>۶</sup>، استاکی برتریس کارتاروم<sup>۷</sup>، ورتیسیلیوم تنروم<sup>۸</sup>، مایکسوتریکوم دفلاکسوم<sup>۹</sup>. اما اسپورهای قارچ های زیر به غلظت های بالاتری به میزان ۱/۵ تا ۲ و حتی ۳ درصد از این ماده شیمیائی نیاز دارند : پنی سیلیوم پور پورو جنوم<sup>۱۰</sup>، تریکودرما ویریده<sup>۱۱</sup>، رایزوپوس نیگریکانس<sup>۱۲</sup>، اسپر جیلوس نیجر<sup>۱۳</sup>، اسپر جیلوس فلاووس<sup>۱۴</sup>.

### اشعه ماوراء بنفش :

یک دوز ۸۰۰ کیلو راد برای نابود کردن اسپورهای قارچ کافی است اما این مقدار اشعه در کاغذ سبب کهنگی<sup>۱۵</sup> می گردد.

### تیمول :

تیمول ماده شیمیائی با سمیت نسبتاً کمی است، بطوریکه از این ماده در قرص های ضد عفونی کننده حلق استفاده می شود. در کتابخانه ها و مراکز بزرگ اسناد از آن بصورت فومیگاسیون ( به شکل بخور) بکار برده می شود اما در کتابخانه های کوچک یا برای دارندگان مجموعه های کوچکتر، بهتر است از تیمول بصورت کاغذهای آغشته به آن که لابلای کتاب ها و یا بین اسناد قرار داده می شوند استفاده گردد. مهم ترین ایراد بکار بردن تیمول، قابلیت حل

شدن و به حالت پلاستیکی در آمدن و چسبناک نمودن رزینهای است که در صحافی و یا در برخی از جوهرها (در لیتوگرافی) بکار می رود.

بر طبق تحقیقات انجام شده، تیمول بر روی قارچ های زیر اثر کشندگی داشته است. اسپر جیلوس نیجر<sup>۱۶</sup>، کتومیوم گلوبوزوم<sup>۱۷</sup>، استاکی برتریس آترا<sup>۱۸</sup>، پنی سیلیوم ورمیکولاتوم<sup>۱۹</sup>، اپیکوکوم پور پور راسنس<sup>۲۰</sup>.

همچنین تیمول بر روی باکتری استرپتومایسس سلولزه اثر کشندگی داشته است.

### ارتوفنیل فنل :

یک ماده قارچ کش (فونتریسید) قوی است که بطور وسیعی در حادثه سیل فلورنتین در سال ۱۹۶۶ در انجام امور حفاظت بر روی میلیون ها جلد کتاب و اسناد بکار رفته است. این ماده به اندازه کافی فرار نیست، بنا بر این براحتی بعنوان فومیگانت در دسترس قرار نمی گیرد.

### سالیسیلانیلید :

ماده ای مؤثر است، به شرط آنکه در کاغذهای بکار رود که میزان رطوبت پایینی دارند. اگر رطوبت دائمی موجود باشد این ماده را نمی توان بمدت طولانی در داخل فیبرها یا الیاف کاغذ نگاهداری نمود.

### مخلوط کلرید جیوه و تیمول :

مخلوط کلرید جیوه و تیمول نیز مطرح است که البته هم قویا سمی است و هم اینکه باعث می شود، اسیدیته کاغذ بمقدار کمی افزایش یابد.

### پنتاکلرو فنل :

این ماده علاوه بر اینکه سمی است، حالت اسیدی ضعیفی نیز دارد و در مجاورت نور علاوه بر هیدروکلراید (اسید)، تولید محصولات رنگی مختلفی از جمله یک محصول قرمز رنگ بنام اسید کلرانیلیک می نماید.

### ترکیبات چهار ظرفیتی آمونیم :

این ترکیبات تنها بر روی باکتری های گرم مثبت مؤثر هستند و

آنها را می توان ترجیحاً با ارتو فنیل فنل بکار برد.

**دیکروفن :** شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط و میزان های

بنظر میرسد که برای ضد عفونی کاغذهای نو ( که فاقد نوشته هستند) مناسب است، بدین صورت که با استفاده از کاغذ خشک کن<sup>۲۸</sup> که به این ماده آغشته شده است بین اوراق آسیب دیده قرار می دهند. این ماده موجب تغییر حالت اسیدی یا قلیائی کاغذ نمی شود، اگر در مورد اسنادی که با جوهر نوشته شده باشند بکار رود ممکن است مضر باشد. علاوه بر این مانند دیگر ترکیبات فنلی کلردار تا حدودی فرار (بخار شدنی) بوده و هنگام تجزیه و فساد دارای خطر بالقوه در آزاد کردن کلر می باشد.

**فرمالین یا آلدئید فرمیک :**

فرمالین یک ماده ضد عفونی قوی است که از بخور آن برای ضد عفونی در فضای بسته استفاده می شود، بوی بسیار تحریک کننده ای دارد و برخی از افراد نسبت به بو و بخارات آن بسیار حساس می باشند. کتابهای آلوده می باید در صندوقهای غیر قابل نفوذ و یا اتاقهایی که درزهای آن محکم مسدود شده باشند، در شرایط دمایی ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۶۰ درصد، حداقل به مدت ۱۲ ساعت در مجاورت بخار فرمل قرار گیرند.

**انجماد در شرائط خلاء :**

از این روش برای نگهداری اسناد می توان استفاده کرد، اشکال کار این است که باید تاسیسات سرد کننده ای برای این منظور به مدت طولانی اختصاص داد.

مواد ضد عفونی کننده بسیاری وجود دارند که اغلب مخلوطی از میکروب کش های پایه ای هستند مانند پاراکلرو متا گزاینول به همراه صابونها، حلال ها و ترکیبات خوشبوی دیگر، اینگونه مواد نباید مستقیماً روی کتاب ها و اسناد قرار گیرند بلکه مطابق با دستورات و توصیه های سازندگان آنها به نسبت های مشخص رقیق شده و برای تمیز کردن قفسه ها قبل از قرار دادن کتاب ها در آن بکار روند.

فعالیت هائی که لازم است در کنار استفاده از روش های

شیمیائی یا غیر شیمیائی صورت گیرند عبارتند از :

(۱) تمیز (و پاک) کردن کتاب ها و کاغذهای آلوده :

با استفاده از یک تکه پارچه خشک و تمیز یا یک برس نرم،

کپک های قابل مشاهده را از روی کاغذ یا کتاب آلوده دور نمائید. برای پاک کردن کپک از روی جلد یا شیرازه کتاب از الکل اتیلیک (البته توسط مرمت گر با تجربه) استفاده نمائید. در مواردی که آلودگی بسیار شدید است این کار را قبل و بعد از درمان ضد قارچی باید انجام داد. لازم به توضیح است که این گونه عملیات پاک سازی، باید در هوای بیرون از ساختمان و یا زیر دستگاه هود بیولوژیک (فیلتردار) صورت گیرد. پارچه ها یا برس های استفاده شده تا زمان قبل از شستشو، جهت استفاده مجدد باید در پاکت های پلاستیکی نفوذ ناپذیر نگهداری شوند.

کپک های قابل مشاهده روی کتاب ها را می توان با کمک دستگاه مکنده با جریان خشک یا مرطوب برداشت نمود. تانک این دستگاه باید محتوی یک ماده قارچ کش مناسب مانند هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ باشد.

موقع کار با مواد آلوده با کپک، از دستکش لاستیکی و ماسک های فیلتر دار استفاده نمایند.

## (۲) تمیز کردن اتاق ها :

همزمان با رفع آلودگی از کتاب ها محل و فضائی که قرار است کتاب ها و اسناد بعد از رفع آلودگی در آنجا نگهداری شوند، نیز باید تمیز و ضد عفونی گردند. قفسه ها، دیوارها، کف و سقف اتاق و پنجره ها باید با یک محلول قارچ کش مناسب از قبیل لیزول، کلراکلس، ایکس چهارده<sup>۲۹</sup> تمیز و ضد عفونی شوند. هنگام تمیز کردن مطمئن شوید که فضا بطور مطلوبی تهویه شود. کتاب های رفع آلودگی شده را تا قبل از آنکه محیط بخوبی پاک نشده باشد، به محل خود بازنگردانید.

## (۳) حذف بوی کپک زدگی :

برای این منظور می توان از ذغال یا جوش شیرین (بیکربنات سدیم) استفاده کرد، بدین شکل که پودر ذغال یا بیکربنات دو سود را در ظرف مناسبی ریخته و سپس آن را در محل مورد نظر قرار می دهند.

## (۴) پیگیری و مراقبت :

فضا و نواحی ضد عفونی شده و نیز کتاب ها و اسناد را با ایجاد تغییراتی در محیط می باید پاک و تمیز نگاه داشت. کنترل دما و رطوبت باید دائماً صورت گیرد، جریان هوا (تهویه) بطور مطلوب

انجام شود، نشتی‌های آب در هر کجا که هستند تعمیر گردیده و منابع رطوبتی تحت کنترل درآیند.

**توصیه‌های کلی:**

نگاهداری کلکسیون‌ها در شرائط محیطی مناسب، نیاز به فومیگاسیون را کاهش داده و یا لزوم استفاده از آن را منتفی می‌نماید. مواد جدیدی که به کلکسیون‌ها اضافه می‌شوند ممکن است گاهگاهی به ضد عفونی شیمیائی نیاز داشته باشند. به هر حال اگر قرار است از روشهای شیمیائی برای ضد عفونی کتاب‌ها یا اسناد آلوده استفاده شود، بهتر است اعمال زیر انجام گیرد:

**۱) بررسی علت:**

سطح دما و رطوبت را اندازه گرفته و بررسی شود که آیا ماده آسیب دیده مرطوب است یا خیر و اگر مرطوب است علت را جستجو نموده و دستگاه‌های تهویه هوا را از نظر نشتی و مسائل دیگر کنترل نمایید.

**۲) جدا و ایزوله کردن مواد آسیب دیده:**

اشیای آلوده را در کیسه‌های پلاستیکی و نفوذ ناپذیر قرار دهید، توده باقیمانده را قرنطینه کنید و در موارد آلودگی شدید و وسیع، دسترسی به اتاق یا مخازن را محدود نمایید.

**۳) اصلاح محیط:**

رطوبت محیط و فن‌ها را تنظیم کرده و جریان هوارا در فضاهای

آلوده بر قرار نمایید و در صورت لزوم، از دستگاههای رطوبت گیر سیار نیز استفاده گردد.

**۴) تمیز کردن:**

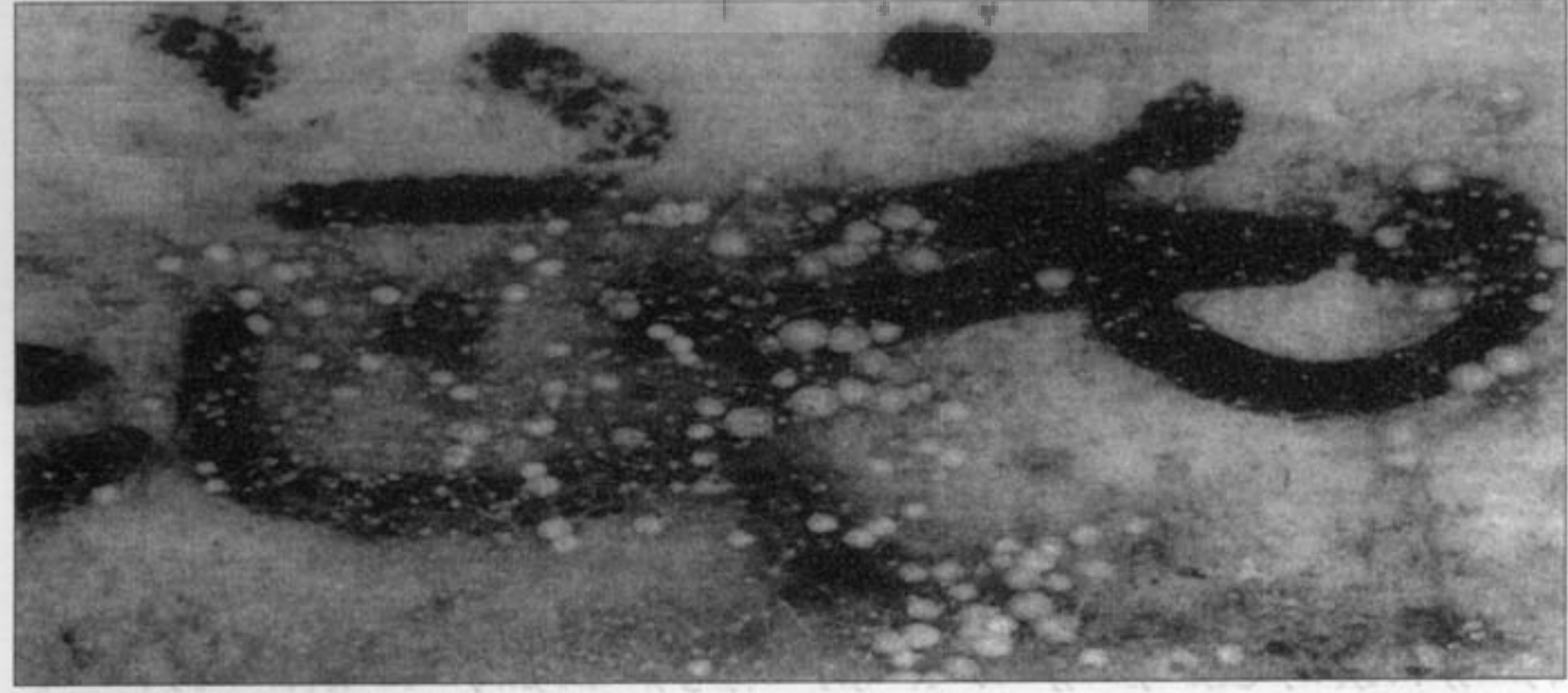
کپک‌های قابل مشاهده را با کمک پارچه تمیز و خشک یا برس نرم و مناسبی از روی کتاب‌ها بردارید، جلد کتاب را با کمک اتانول یا پمپ مکنده مخصوصی پاک نمائید، قفسه‌ها، دیوارها، کف و سقف اتاق، دستگاه‌های، تهویه مطبوع و منافذ هوا در اتاق و ساختمان را با محلول کلراکس، لیزول و یا ایکس . ۱۴ یا محلول‌های قارچ کش دیگر ضد عفونی نمائید.

**۵) پیگیری و مراقبت دائمی:**

نواحی آلوده را تا چندین ماه بعد از پاکسازی و اصلاح محیط، تحت نظر قرار داده و بازرسی مداوم معمول گردد.

**نتیجه گیری:**

همان گونه که ملاحظه گردید آسیب‌های بیولوژیک در کاغذ توسط باکتریها و قارچ‌های مختلفی پدید می‌آیند و شکل و نوع و رنگ حاصل شده ناشی از آسیب‌ها، اختصاص به قارچ یا باکتری خاصی ندارد و از طرفی قارچ‌های مختلف ممکن است آسیب‌های یک شکلی پدید آورند و از جالب دیگر یک گونه اختصاصی از یک قارچ در کاغذهای مختلف (از نظر جنس، قوام، میزان رطوبت درونی، کهنگی یا تازگی، میزان اسیدیته و ...) آثار متفاوتی بر جای بگذارد، بنابراین صرفاً با مشاهده رنگ و شکل لکه‌ای روی کاغذ نمی‌توان در





میکروسکپی و تک سلولی هستند که شامل باکتری‌ها، ویروسها، کلامیدیاها، مخمرها، قارچ‌های کپکی و پروتوزوآها می‌باشند. از بین اینها، انواع باکتری‌ها، برخی مخمرها و بسیاری از قارچ‌های میکروسکپی به اشیای کتابخانه و موزه‌ها آسیب می‌رسانند.

**اکتینومیستال‌ها:** دسته‌ای از باکتری‌ها هستند که سلول‌های آنها بصورت رشته‌ای و متصل به هم رشد می‌کنند، اکثراً ساکن خاک بوده و از آنها در صنعت داروسازی و صنایع دیگر استفاده می‌کنند شامل سه دسته فرعی تر، اکتینومیستها، نوکاردیها و استریپتومیستها می‌باشند، برخی از اکتینومیستها و استریپتومیستها با داشتن آنزیم سلولاز باعث تخریب اشیای کاغذی می‌شوند.

مورد علت بیولوژیک آن قضاوت نموده و اقدام به استفاده از مواد شیمیایی و قارچ کش کرد. علاوه بر این با توجه به رفتارهای متفاوت قارچ‌ها در برابر شرائط فیزیکی و شیمیایی محیط و میزان‌های مختلفی از حساسیت و مقاومت آنها در برابر مواد شیمیایی، لازم است عامل بیولوژیک ایجاد کننده آسیب در کاغذ حداقل در سطح جنس قارچ یا باکتری ( و در صورت لزوم تا سطح گونه) توسط میکروبیولوژیست شناسائی شده و با توجه به میزان حساسیت یا مقاومت آن در برابر عوامل شیمیایی یا روشهای فیزیکی مربوطه و نیز ارزیابی مضرات و فواید آن، روش در نظر گرفته شده برای کاغذ و همچنین ملاحظات انسانی از نظر بهداشت و سلامتی، اقدام به استفاده از آن کرد. بطور خلاصه قبل از استفاده از مواد و روشهای ضد عفونی سه نکته باید بطور جدی مورد ملاحظه قرار گیرد:

- ۱) با کدام جنس یا گونه از قارچ یا باکتری مواجه هستیم؟
- ۲) میزان آسیب کاغذ توسط این روش یا ماده چقدر است؟
- ۳) میزان ریسک و خطر برای سلامتی کارکنان و محیط زیست چقدر است؟

### تعاریف واژه‌ها و اصطلاحات بکار رفته:

**سوبسترا:** به ماده‌ای گفته می‌شود که قارچ‌ها روی آن رشد کرده و از آن تغذیه می‌نمایند. بنا بر این کاغذ، چوب، چرم، برگ درختان، لاشه حیوانات و گیاهان، محیط‌های کشت آزمایشگاهی، مواد غذایی از قبیل مربا، نان، میوه‌ها و... سوبستراهای مناسبی برای قارچ‌ها محسوب می‌شوند.

**فومیگاسیون:** استفاده از مواد شیمیایی میکرب کش بصورت بخار یا گاز در محیط و فضاهای بسته و محدود را فومیگاسیون می‌گویند.

**کپک<sup>۲۰</sup>:** قارچ‌های رشته‌ای یا ریشه‌ای با اسامی مترادف بوده و منظور قارچ‌های و میکروسکپی پرسلولی می‌باشند که قرابت و خویشاوندی با قارچ‌های بزرگ و کلاهکدار داشته، اما ارتباطی با گیاهان ندارند. قارچ‌های کلاهکدار و قارچ‌های میکروسکپی در طبقه‌بندی موجودات زنده در سلسله مستقلی بنام قارچ‌ها<sup>۲۱</sup> جای دارند. (Whotacker, ۱۹۶۹)

**فونژیسید<sup>۲۲</sup>:** به موادی گفته می‌شود که خاصیت قارچ کشی داشته و سبب مرگ سلول‌ها و اسپورهای قارچی می‌گردد. واژه فونژیستاتیک<sup>۲۳</sup> برای موادی بکار میرود که قدرت قارچ کشی نداشته و تنها موجب توقف شدن رشد قارچ‌ها می‌گردند. میکروارگانیزم: موجودات ذره‌بینی، ریز پیکر، منظور موجودات

1. Scavenger
2. Lignocellulosiques
3. Aspergillus niger
4. Aspergillus ustus
5. penicillium spp
6. Chaetomium globosum
7. Myrothecium verrucaria
8. Chaetomium globosum
9. Penicillium cyclopium
10. Penicillium roquefortii
11. Sporotrichum bombycinum
12. Aspergillus terreus
13. Aspergillus amstelodami
14. Stachybotrys chartarum
15. Verticillium tenerum
16. Myxotrichum deflexum
17. Penicillium purpurogenum
18. Trichoderma viride
19. Rhizopus nigricans
20. Aspergillus niger
21. Aspergillus fiavus
22. Aging
23. Aspergillus niger
24. chaetomium globosum
25. Stachybotrys atra
26. Penicillium vermiculatum
27. Epicoecum purpurascens
28. Blotting paper
29. Lysol, Clorox, x-14
30. Mold
31. Fungi
32. Fungicide
33. Fungistatic