تأثیر PH و قلیائی بودن کاغذ بر رشد برخی از قارچ‌های رشته‌ای*

ترجمه : شهمیرا رحیمی

کارشناس ارشد مرمت اشیاء فرهنگی، تاریخی

مقدمه :

اشیا و مواد مصنوعی ساخته شده از سلولز، بستر خوبی برای رشد میکروارگانیسم‌ها، به خصوص قارچ‌های رشته‌ای هستند که برخی ازآنها بسیار مخرب می‌باشند. برای مثال گونه‌های آسپرژیلوس[1] و پنی سیلیوم[2]. کاغذهای ماشین‌ساز که از سلولز بدون لیگنین ساخته شده‌اند، موادی با آسیب پذیری بالا هستند. واضح است که میزان آب موجود در مواد سازنده کاغذ، عامل اصلی تأثیر گذار بر رشد و فعالیت متابولیکی قارچ‌های رشته‌ای است.

عوامل دیگری که می‌تواند روند زوال قارچ را کنترل کند، شامل میزان اکسیژن، دما، PH، ترکیب ماده سازنده کاغذ و غیره می‌باشد. تأثیر PH واضح نیست. عده‌ای از پژوهشگران اذعان دارند که عموما PH اسیدی، محرکی برای رشد قارچ‌هاست. گروهی دیگر بر این اعتقادند که PH سوبسترا [3] می‌تواند تأثیر بسزائی بر جوانه زنی تولید ریسه یا تشکیل سموم قارچی داشته باشد. که این اثر هم روی برخی از انواع قارچ نامشخص است. تاکنون تحقیقات نشان نداده است که آیا قلیائی یا اسیدی‌کردن کاغذ در پیشرفت کپک زدن می‌تواند نقشی بازی کند؟ این مسئله می‌تواند این سئوال را مطرح کند که آیا ضد اسیدی کردن کاغذ می‌تواند روش موثری برای جلوگیری از تخریب کاغذ در اثر گذشت زمان و کهنگی باشد؟ و یا در پیشرفت رشد قارچ تأثیری داشته باشد؟

آزمایش‌های انجام شده توسط متخصصین به منظور جوابگویی به این سئوال است. برای مقایسه رشد قارچ و گسترش و پیشرفت رویش کپک‌ها، کاغذهایی با کیفیت‌های مختلف، که بعضی از آنها خاصیت ضد اسیدی دارند، پیشنهاد شده است.

آماده سازی نمونه‌ها :

به منظور دردست داشتن نمونه‌های خنثی، اسیدی و بازی، پنج نوع کاغذ با کیفیت مختلف انتخاب شد، (جدول ۱). برای تغییر دادن میزان PH و ایجاد کاغذهای اسیدی یا بازی تعدادی از آنها را در محلول هائی غوطه‌ور کردند و یا در معرض محیط اسیدی قراردادند (جدول۲). دسته‌ای دیگر از کاغذها به وسیله اسپری نجات دهنده کتاب CSC[4] اسیدزدایی شدند. به این طریق که یک طرف نمونه‌ها اسپری شد و در معرض هوا خشک گردید.

PH نیمه‌های اسپری زده شده و نشده اندازه‌گیری شد.

جدول ۱: کاغذهای تست شده

	کاغذ نمونه	لیف	آهار	پرکننده	درخشندگی نوری
۱	لینتر	پرزهای پنه خمیر چوب نرم			
۲	روزنامه	خمیر چوب نرم به روش مکانیکی	رزین زاج سفید		
۳	کپی قلیائی	خمیر چوب نرم و سخت به روش شیمیایی		کلسیم کربنات	دارد
۴	کپی اسیدی	خمیر چوب نرم و سخت به روش شیمیایی	رزین زاج سفید		
۵	کپی قلیائی	خمیر چوب نرم و سخت به روش شیمیایی		کلسیم کربنات	دارد

جدول ۲: درمان

اسیدی کردن		قلیائی کردن
حمام	آلودگی	حمام
اسید استیک ۱۰٪	No_2 ۵۰ppm	محلول کلسیم هیدروکسید
۵ دقیقه	در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد	نیمه اشباع
	با ۵۰٪ RH در ۵ روز	۵ دقیقه

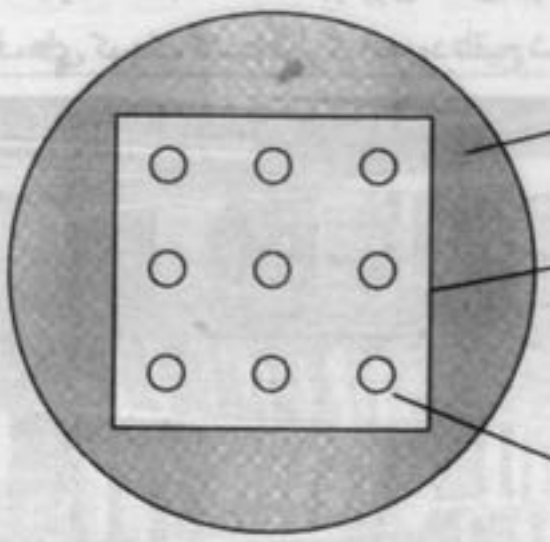
جدول ۳: قلیائیت و PH نمونه‌ها قبل و بعد از درمان

نمونه	٪ قلیائیت				PH			
	قبل از درمان	حمام اسیدی	حمام بازی	آلودگی	قبل از درمان	حمام اسیدی	حمام بازی	آلودگی
۱	۰/۰۰	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۰۰	۶/۱	۶/۷	۹/۳	۳/۸
۲	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۰۰	۵/۸	۵/۹	۷/۳	۳/۶
۳	۶/۷۸	۰/۰۵	۶/۸۳	۵/۲۳	۹/۷	۶/۴	۸/۶	۷/۱
۴	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۰۰	۶/۲	۶/۱	۶/۹	۴/۰
۵	۹/۸۳	۰/۱۱	۱۰/۰۰	۷/۹۸	۹/۳	۶/۵	۹/۳	۷/۱

جدول ٤: قلیائیت و PH کاغذهای اسیدزدایی شده

نمونه	٪ قلیائیت			PH		
	قبل از درمان	حمام اسیدی	آلودگی	قبل از درمان	حمام اسیدی	آلودگی
۱		۷/۶۰	۷/۴۰		۱۰/۵۴	۱۰/۵۶
۲	۶/۱۰	۷/۶۰	۹/۷۰	۱۰/۳۳	۱۰/۴۷	۱۰/۴۱
۳		۷/۹۰	۱۰/۰۰		۱۰/۶۳	۱۰/۶۳
۴		۷/۹۰	۹/۰۰		۱۰/۴۸	۱۰/۴۵
۵		۱۰/۰۰	۹/۹۰		۱۰/۵۷	۱۰/۵۸

شکل ۱ : نمودار تست‌های بیولوژیکی



اسیدزدایی کردن به ترتیب با روش های معمول استاندارد ISO/Cd 10716 و ISO/Dis 6588 و قلیائی کردن با اسپری نجات دهنده کتابCSC با ماده اصلی منیزیم کربنات انجام گرفت. بر طبق برآوردی که انجام گرفت، میزان کلسیم کربنات کاغذها برابر بود. این نتایج در جدول های (۳) و (۴) با اعدادی که میانگین دو اندازه‌گیری هستند آورده شده است.

تست بیولوژیکی:

تست‌های بیولوژی روی همه نمونه‌های کاغذ (بدون تغییر، اسیدی شده و باز شده) با استفاده از هشت نوع قارچ انجام گرفت :

الوکلادیوم[۵]
آسپرژیلوس پنی سیلو ئیدس[۶]
اورئو بازدیدیوم پولولانس[۷]
یوروتیوم هرباریوروم[۸]
فوزاریوم سولانی[۹]
پنی سیلیوم بروی کامپکتوم[۱۰]
استاکی بوتی ریس آترا[۱۱]
تریکو درما ویریده[۱۲]

این قارچ‌ها به صورت سوسپانسیون (۱/۱۰ اسپوردرهر میلی لیتر) مورد استفاده قرار گرفتند. اسپورها حاصل کشت میکروبی خالص در پلیت‌های مالت . آگار[۱۳] و مخلوط با آب دی یونیزه بود.

یک قطره Tween 80[۱۴] به منظور جلوگیری از تجمع اسپورها به سوسپانسیون اضافه شد. شمارش اسپورها با استفاده از Malassez cell[۱۵] انجام گرفت. سپس هر یک از گونه‌های قارچ، بر سطح کاغذ نمونه(۴x۴ cm) که بر روی ماده آگار در ظرف‌های کوچک کشت قرار کرفته بود تلقیح شد. میران سوسپانسیون ۵ ml بود که بر روی ناحیه با فواصل مساوی با روش تلقیح نقطه‌ای روی کاغذ منتقل شد (شکل ۱). کارشناسان مجدداً این آزمایش را با دو برابر میزان تکرار کردند. بعد از دوران نهفتگی که مدت آن ۲۱ روز در دمای ۲۶.۰°C بود، با توجه به سطوح رشد قارچ، عمل کرد کاغذها بررسی شد. ما این میزان‌ها را در پنج دسته نشان دادیم :

(0)عدم رشد، (۱) رشد رشته میسلیوم، (۲) شروع اسپورزائی (۳) اسپورزائی خوب، (۴) ماکزیمم اسپورزائی

نتایج :

در این آزمایش‌ها، نوع کاغذ و پرکننده ها تأثیری بر رشد قارچ نداشتند و رشد تنها به گونه قارچ بستگی دارد (جدول ۵). نتایج نشان داده گونه‌های یورتیوم، هرباریورم و فوزاریوم سولانی دارای فعالیت رشدی ضعیف در کاغذهای مختلف هستند درصورتی که رشد گونه های آسپرژیلوس پنی سیلوئیدس و اورئو بازیدیوم پریولانس خیلی زیاد بود. علاوه بر این بعد از عمل آوریهایی که برروی کاغذ انجام گرفت هیچ تغییر کلی بر رشد قارچ مشاهده نشد. این بدان معناست کهPH و میزان قلیائی بودن هیچ تأثیر معنی دار و قابل ملاحظه‌ای روی رشد قارچ ندارد. برای سه گونه قارچ پنی‌سیلیوم برروی کامپکتوم یوروتیوم هر باریوروم و فوزاریوم سولانی رشد، کمی بهتر مشاهده شد. در کاغذهای ضد اسیدی عدم رشد کامل برای گونه‌های اورئو بازیدیوم پولولانس، یوروتیوم هر بار یوروم و تریکودرما ویریده دیده شد و برای دیگر گونه ها سطوح رشد بدون تغییر یا با کاهش کمی همراه بود.

تحلیل آماری:

در آنالیز امکان دارد اثر متقابل بین چندین پارامتر مختلف (میزان اسیدی و بازی بودن، نوع کاغذ و سطح رشد قارچی) را داشته باشیم. تحلیل بر پایه روش تحلیل اجزای اصلی[۱۶] با استفاده از برنامه نرم افزاری[۱۷] در سیستم ویندوز انجام گرفت.

PCA یک پردازه چند متغییری است که به صورت چرخشی در یک فضای چند بعدی برروی محورهای دایره با مرکز سیستم تغییر پذیری طرح ریزی شده است. این برنامه براساس همبستگی دوایر است.

برای استخراج آنالیزها، دو عامل را روی محورها در نظر گرفتیم. برای کاغذی که ضد اسیدی نشده بود، محورهای F_2 و F_1 را به ترتیب با تغییرات ۵۰/۳۴٪ و ۲۶/۴۶٪ تفریق کردیم، که می‌تواند ۷۶/۸۰٪ تغییر پذیری مقدماتی را توجیه کند. برای کاغذهای ضد اسیدی این تغییرات به ترتیب ۴۶/۹۷٪ و ۲۶/۷۱٪ بر آورد شد. به طور مثال ۷۳/۶۸٪ میانگین بی‌تحرکی است.

برای تغییر دایره‌ها، به سمت موقعیت‌های نسبی از تغییرات . که با هم تقارن دارند . می‌رویم. بیشتر تداخل تغییرات روی دایره متقارنند. برای خواندن دایره لازم است به زاویه بین دو جفت متغیر نگاه کنیم که می‌توان آن را در روش‌های زیر خلاصه کرد:

۱ـ زوایه نوک تیز (حاده): وابستگی بسیار زیادی در یک جهت دارند. برای نمونه مفروض دو متغیر تداخل دارند و در حال حرکت در یک جهت هستند.

۲ ـ زاویه نزدیک به راست (قائمه): وابستگی کمی بین دو متغیر وجود دارد.

۳ـ زوایه منفرجه: وابستگی غیر هم جهت بالایی دارد و در متغییر عکس جهت هم حرکت می کنند.

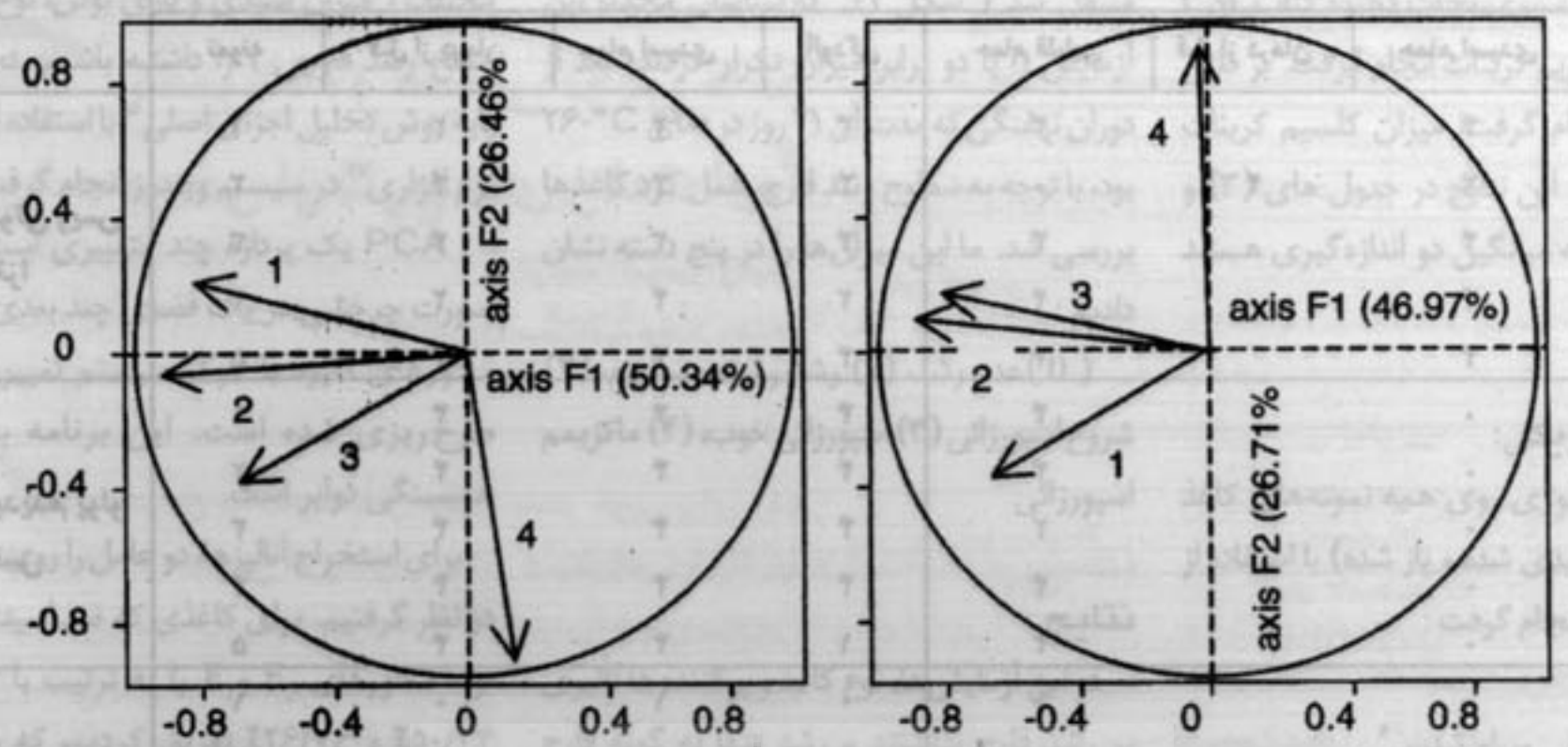
جدول ۵: بررسی سطوح رشد قارچ‌ها بر روی نمونه‌های کاغذ

	اسیدزدایی نشده				اسیدزدایی شده			
	نمونه	قبل از درمان	حمام اسیدی	آلودگی	حمام قلیایی	قبل از درمان	حمام اسیدی	آلودگی
استاکی بوتی ریس آترا	۱	۲	۴	۳	۳		۴	۴
	۲	۴	۴	۴	۰	۴	۴	۴
	۳	۴	۳	۴	۳		۴	۴
	۴	۲	۴	۲	۴		۴	۴
	۵	۴	۴	۴	۴		۴	۴
اورنو بازیدیدم پولو لانس	۱	۴	۴	۴	۴		۰	۰
	۲	۴	۴	۴	۴	۰	۰	۲
	۳	۴	۴	۴	۲		۰	۰
	۴	۴	۴	۴	۴		۰	۰
	۵	۴	۴	۱	۴		۰	۰
یوروتیوم هر باریوروم	۱	۰	۱	۰	۱		۰	۰
	۲	۱	۱	۴	۱	۰	۰	۰
	۳	۰	۱	۱	۱		۰	۰
	۴	۱	۱	۴	۰		۰	۰
	۵	۱	۲	۰	۱		۰	۰
تریکو درماویریده	۱	۲	۴	۲	۲		۰	۰
	۲	۲	۴	۴	۳	۰	۰	۰
	۳	۲	۳	۲	۳		۰	۰
	۴	۳	۳	۴	۲		۰	۰
	۵	۲	۴	۲	۲		۰	۰
پنی‌سیلیوم بروی کامپکتوم	۱	۱	۱	۳	۱		۲	۴
	۲	۲	۲	۴	۳	۳	۲	۴
	۳	۲	۲	۳	۲		۲	۲
	۴	۳	۳	۴	۳		۱	۴
	۵	۲	۳	۴	۲		۲	۳
آسپرژیلوس پنی سیلوئیدس	۱	۴	۴	۴	۴		۲	۳
	۲	۴	۴	۴	۴	۳	۳	۴
	۳	۴	۴	۴	۴		۳	۳
	۴	۴	۴	۴	۴		۲	۴
	۵	۴	۴	۴	۴		۳	۴
فوزاریوم سولانی	۱	۱	۱	۱	۱		۱	۲
	۲	۱	۱	۴	۱	۱	۱	۳
	۳	۱	۱	۲	۱		۱	۱
	۴	۱	۱	۴	۱		۱	۳
	۵	۱	۱	۴	۱		۲	۳
اولو کلادیوم	۱	۳	۳	۳	۳		۲	۴
	۲	۴	۳	۴	۳	۴	۴	۴
	۳	۳	۳	۴	۳		۲	۲
	۴	۳	۴	۴	۴		۴	۴
	۵	۳	۳	۴	۴		۴	۴

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شکل ۲ : دوایر همبسته PCA

۱. PH ، ۲. قلیائیت ، ۳. نوع کاغذ، ۴ . رشد قارچ



نمونه های اسید زدایی نشده — نمونه های اسیدزدایی شده

اندازه متغیر(نهایت فاصله بردار از مرکز دایره) نشانگر این است که جفت متغیر به طور نسبی و به خوبی با هم رابطه مستقیم دارند و این که تا چه حدی در آنالیز نقش دارند. وقتی این متغیرها به مرکز نزدیک می‌شوند، به این معناست که برخی از اطلاعات به روی محورهای دیگر پایه‌ریزی شده که در این حالت هر گونه تفسیری ریسک محسوب می‌گردد؛ بنابر این لازم است به تقارن دایره روی محورهای دیگر نگاه کنیم.

شکل (۲) دوایر همبسته PCA را برای دو کاغذی که یکی اسیدزدایی شده و دیگری اسیدزدایی نشده، نشان می‌دهد. نزدیک به محیط دایره متغییرهای مختلفی وجود دارند این بدان معناست که تفسیر می‌تواند به خوبی انجام شود. دوایر متقارن و خیلی شبیه یکدیگر هستند. به نظر می‌آید که کاغذهای ضد اسیدی در ارتباط با رشد قارچ و دیگر عوامل فرقی با کاغذهایی که اسیدزدایی نشده بود، ندارند. در محور F_1 ما متغیر های . PH، قلیایی بودن و نوع کاغذرا پیدا کردیم. این سه عامل خیلی نزدیک به دیگر عوامل ظاهر شدند و بطور مشخص و مستقیم به هم بستگی دارند. در محور F_2 متغییر رشد وجود دارد که به PH ، قلیائی بودن و نوع کاغذ وابسته نیست.

نتیجه:

این آزمایش نشان می‌دهد (با کاغذها و گونه‌های قارچی تست شده) که قلیایی بودن کاغذ، PH و نوع کاغذ تأثیر بر رشد قارچه ندارد. با وجود آن که بعضی فعالیت‌های اسید زادیی، نظیر اسپری نجات دهنده کتاب CSC ممکن است روی رشد قارچه . بسته به گونه های آنها. تأثیر بگذارد، مثل رشد گونه‌های آسپرژیلوس پولولانس، یوروتیوم، هرباریوروم و تریکودرما ویریده که متوقف گردید. برای دیگر گونه‌ها، تأثیر کمی مشاهده شده و یا هیچ تأثیری نداشته است. تأثیر باز دارنده مشاهده شده ممکن است ناشی از طبیعت حلال پروپانل[18] باشد. این حلال با این که خودش به طور کلی اسیدزدا نیسته ولی به عنوان حلال در محلول به کار رفته است. سر انجام آلودگی No_2، روی کاغذهایی که به سوسپانسیون قارچی آغشته شده بودند تأثیری نداشت.

به هر حال ما متذکر شدیم که امکان زوال قارچ در مورد بعضی کاغذهای آلوده، تندتر بشود، و این امکان، بیشتر مدیون شرایط فیزیکی رشته های سلولی قارچ می‌باشد تا خود. PH اگر چه درمان‌های اسیدزدایی با اسپری نجات دهنده کتاب CSC روش موثری در کاهش اسیدیته و قلیائی شدن کاغذها می‌باشد اما نتایج بدست آمده نشان میدهد که این روش برای جلوگیری از رشد قارچ موثر نیست.

پاورقی‌ها

1- Aspergillus
2- Penicillium
۳. سوبسترا = بستر رشد، موادی اعم از زنده یا غیر زنده که قارچها روی آن رشد کرده و از آن بعنوان منبع غذایی استفاده می‌کنند.
4- (csc) Book saver spray
5- Ulocladium spp
6- Aspergillus penicilloides
7- Aureobasidium Pullulans
8- Eurotium herbariorum
9- Fusarium solani
10- Penicillium brevicompactum
11- Stachybotrys atra
12 - Trichoderma viride
13- Malt -agar
۱۴- Tween80: پلی مری از سربیک اسید است که در میکروبیولوژی برای کاهش چسبندگی اسپورها بکار می‌رود.
۱۵- Malassez cell: وسیله‌ای است که در پزشکی و میکروبیولوژی معمولاً برای شمارش سلول‌ها بعنوان مثال شمارش گلبولهای خون بکار می‌رود.
16- Principal Component Analysis (PCA)
17- SPAD Version 4.5
18- n-Propanall

* منبع:

M.S. RAKOTONIRAINY,
C. HERAUD & B.LAVEDRINE
Influence of ph and Alakline Reserve of Paper on the Growth of some filamentous fungi.
RESTAURATOR
Vol 24, Number 3, (2003), Pages 152-155