پیرسازی سریع کاغذ:
دیدگاه‌هایی چند در مورد فواید عملی این روش

ترجمه: معصومه یوسفی

مقدمه:

آزمایش‌های پیرسازی کاغذ، به صورت گسترده در پژوهش‌های حفاظتی، خواه به منظور پیش‌بینی دوام کاغذ و خواه اینکه یک روش قطعی تا چه اندازه باعث می‌شود تا یک شیی و مواد اولیه آن، کیفیت اولیه خود را برای استفاده در اهداف و کاربردهای موردنظر حفظ کند، استفاده می‌شوند. در متن یک کتابخانه و آرشیو، «موضوع موردنظر» کتاب می‌باشد و در پرونده‌های بایگانی شده و یا یک اثر هنری، «مواد به کار رفته» عمدتاً کاغذ است.

پیرسازی سریع، شیی را در معرض درجات بالاتر انرژی، (اغلب گرما) و البته گاهی هم نور و سایر پرتوها و آلوده کننده‌های فعال قرار می‌دهد. به نظر می‌رسد، هرچه انرژی بیشتر باشد، فرآیندهایی را به وجود می‌آورد که در واکنش با هم، اثرات و نشانه‌هایی که مشخص کننده «فرسودگی» است را به وجود می‌آورند که به کیفیت کاغذ آسیب می‌رسانند. با این حال، این طور تصور می‌شود که این فرایندها در ارتباط مستقیم با یکدیگر، خواه میزان انرژی کم یا زیاد باشد، روی می‌دهند. چنین به نظر می‌رسد که این واکنش‌ها در یک ماده، بستگی به میزان انرژی به کار رفته در پیرسازی آن دارد. به عبارت دیگر، هرچه میزان انرژی بیشتر باشد، پوسیدگی سریع‌تر انجام می‌گیرد و این یک نسبت مستقیم است. واضح و روشن است که این دو فرضیه آخر، صحیح نمی‌باشند.

زوال و از بین رفتن سلولز:

در بین فرآیندهایی که در آن، مواد با هم ترکیب می‌شوند و سبب پوسیدگی و پیری کاغذ می‌گردند، هیدرولیز و اکسیداسیون اثرات بیشتری دارند. در یک ارزیابی عملی که توسط شیمیدانان متخصص انجام شد، نتایجی به دست آمده که برای حفاظت‌گران سودمند بود. شیوه و روش کار را می‌توان به این ترتیب بیان نمود:

پوسیدگی و فساد هیدرولیزی تقریباً ساده‌تر است. اگر مقدار یون‌های هیدروژن زیاد باشد، یعنی در محیط‌های اسیدی، پیوند اکسیژن بین دو مونومر سلولز شکسته می‌شود، یون هیدروژن به این اکسیژن متصل شده و یک گروه هیدروکسیل را به وجود می‌آورد. در این روش، غلظت یون‌های هیدوژن در شرایط PH حاکم بر سیستم، کاهش می‌یابند.

مولکول‌های آب به یون‌های هیدروژن و هیدورکسیل تبدیل و تقسیم می‌شوند و سریعاً به انتهای آزاد مونومر مجاور می‌چسبند. فقط OH- = o2H و H+ از بین می‌روند. از نقطه‌نظر علم شیمی، اسیدی که برای این فرآیند لازم و ضروری است، نقش کاتالیزور را دارد. این فرآیند ممکن است در مورد اکسیژن موجود در حلقه پیرانوس نیز روی دهد که نتیجه مانند قبل می‌باشد، یعنی شکسته شدن زنجیره مولکولی و کاهش میزان پلیمریزاسیون.

اکسیداسیون سلولز بسیار پیچیده‌تر است و دارای فرآیندهای متفاوتی می‌باشد، که نمونه‌های آن را می‌توان در متون تخصصی پیدا نمود. بدون اینکه قصد توضیح جزء به جزء آن را داشته باشیم، تنها اشاره می‌کنیم که هر عمل اکسیداسیون، کاملاً به شرایط موجود در سیستم بستگی دارد. به عبارت دیگر، در بین تمام این شرایط، حرارت و گرما مهمترین عامل است.

یک نتیجه به دست آمده از فرآیندهای اکسیداسیون، ایجاد گروه‌های کتون و آلدئید است. این گروه‌ها بسیار واکنش‌پذیر هستند. آنها به حلقه‌ها و پیوندهای موجود متمایل می‌گردند که سومین فرآیند شیمیایی زوال سلولز است. این امر به طور عمده به شرایط حاکم بر سیستم، یعنی نوع کاغذ و میزان حرارت که بسیار مهم هستند، بستگی دارد.

تردیدها و گمان‌های موجود:

تنها دلیل جست‌وجو در شیمی سلولز این است که اثبات کنیم، فرضیه موجود در مورد پیرسازی کاغذ، بسیار بعید می‌باشد، زیرا فرآیندهای شیمیایی که به موازات هم روی می‌دهند و به همراه هم باعث پیرشدگی کاغذ می‌گردند، در دماهای متفاوت و روش‌های مختلف صورت می‌پذیرند.

■ تردیدهای دیگری که در این زمینه وجود دارد، ممکن است ناشی از قواعد متفاوتی باشد که در متون علمی موجود یافت می‌شوند. اولین مورد عبارت است از:

افزایش دما تا c ۱۰° برابر است با دو برابر کردن سرعت پیرسازی کاغذ و برعکس، کاهش دما تا c ۱۰° برابر است با دو برابر کردن زمان عمر آن. به این معنی که:

۳ روز c = ۱۰۵°

۶ روز c = ۹۵°

۱۲ روز c = ۸۵°

. . . . . .

۱ ماه و ۱۸ روز c = ۶۵°

۲ ماه و ۱۲ روز c = ۶۰°

. . . . . .

۳ سال و ۲ ماه c = ۲۰°

این مورد سایر قواعد را نقض می‌کند:

■ c ۱۰۵° برای سه روز پیرسازی سریع کاغذ، برابر است با ۲۵ سال پیرسازی طبیعی آن در دمای c ۲۰° (c ۱۸°). در دو جمله بالا، اگر میزان افزایش قاعده اول به جای ۲ و ۲/۵۴ بود و یا اگر میزان حرارت به جای اینکه سرعت پیرسازی کاغذ را به ۱۰ برساند، به ۷/۴ می‌رساند، می‌توانستند با هم مطابقت و سازگاری داشته باشند. اما این بازی با ارقام است. بدیهی است که هر دو این قواعد، اشتباه و نادرست هستند.

سومین دلیل برای ایجاد شک‌ها و تردیدهای

موجود در آزمایش‌های پیرسازی سریع کاغذ، با نگاهی عمیق‌تر به رابطه Arrhenius که اغلب در متون تخصصی به عنوان یک پایه علمی برای پیرسازی سریع کاغذ به کار می‌رود، به وجود می‌آید. چندین نوع نوشته در مورد این معادلات وجود دارد، یکی از آنها عبارت است از:

$Ln(K) = Ln(A)-(Ea/R)\ 1/T$

A = عامل ثابت بسامد

R = ثبات گاز، مربوط به گازهای ایده‌آل

Ea = انرژی فعال‌سازی، عدد ثابت برای ماده خاص

T = دما (برحسب کلوین)

K = میزان و مقدار یک ماده خاص که در هر واحد زمان تغییر یافته است

شک‌ها و تردیدهای موجود در مورد سودمند بودن رابطه Avvhenius برای پیرسازی سریع کاغذ ناشی از عقل و درایت است:

■ کاغذ از یک ماده خاص تشکیل نشده، بلکه ترکیبی از چند ماده از جمله: لیگنین، آهار، پرکننده و غیره است.

■ در طرح‌های موجود در فرضیه Arrhenius، هر سلولز واقع شده در یک DP مخصوص، باید به عنوان یک ماده مجزا و ویژه مورد توجه قرار گیرد، که دارای یک انرژی فعال خاص از جمله: سلول Dpx، سلول Dpy همی سلولزها، اکسی سلولزها و غیره می‌باشد.

■ هیچ‌کدام از این مواد یک گاز ایده‌آل و مطلوب نیستند.

■ پارامترهای متداولی که برای طرح‌های Arrhenius مورد بررسی و کنترل قرار می‌گیرند، نشان‌دهنده غلظت و چگالی این مواد نیستند، بلکه تأثیر این مواد را بر روی خواص مکانیکی و ظاهری نشان می‌دهند.

■ این مواد خاص که کاغذ را تشکیل می‌دهند، در طول مدت پیرسازی کاغذ از بین نمی‌روند ولی به یکدیگر تبدیل می‌شوند:

مثلاً CellDpx به CellDpy، CellDpy به CellDpz، CellDpz به همی سلولز و یا اکسی سلولز تبدیل می‌شوند و غیره. تمام این مواد جدید در خواص مکانیکی و بصری به طور مثبت و یا منفی تأثیر می‌گذارند.

در این جا این سؤال به وجود می‌آید که آیا استفاده از معادله Arrhenius به منظور تعیین عمر مفید کاغذ مناسب می‌باشد؟

کاربرد و استفاده از پیرسازی سریع کاغذ:

پیرسازی سریع کاغذ، هدف یک تحقیق گسترده می‌باشد. نتایج به دست آمده در گذشته، امروزه جزو استانداردها به شمار می‌روند. از شواهد موجود اینطور پیداست که تردید و زیادی در درست بودن معیارهای پیرسازی وجود دارد. اخیراً سه گزارش تحقیقاتی جدید و دقیق منتشر شده است که به طور دقیق نظریات موجود در مورد چگونگی درک نتایج به دست آمده از آزمایشات پیرسازی سریع کاغذ را مورد بررسی قرار داده است. در یکی از این گزارشات، هدف از انجام این آزمایشات نیز مشخص شده است، یعنی، هدف شماره یک، طبقه‌بندی کاغذها از لحاظ ثبات و استحکام، محکمی و غیر محکمی و نوعی دیگر که استحکام آن بین این دو گروه باشد.

هدف شماره دو، کسب یک نظر قطعی در مورد تأثیر دراز مدت این روش می‌باشد، از نقطه‌نظر عمل حفاظت کاغذ، تنها هدف دوم مطرح می‌باشد.

شباهت‌ها و تفاوت‌های بین پیرسازی سریع و طبیعی کاغذ:

در یک مقاله علمی جدید به این نکته اشاره شده که تعدادی فرآیند، چه کم و چه زیاد، هم در طول پیرسازی طبیعی کاغذ، و هم در طول پیرسازی سریع آن روی می‌دهد. برای مثال در هر دو، هیدرولیز و اکسیداسیون اتفاق می‌افتد. این امر ممکن است به عنوان مشاهداتی پیش پا افتاده تلقی شود. همچنین مواد تولید شده نهایی از نظر کیفی بسیار مشابه هستند، از جمله به لحاظ: برخی از اسیدهای مونوکربن مانند اسید لاکتیک، اسید استیک و اسید فورمیک، برخی از اسیدهای دی‌کربن مانند اسید ساکسینیک (Succinic) و عمدتاً اسید اُکسالیک. (Oxalic) نسبت به این مواد تولید شده نهایی براساس دمای موجود و رطوبت نسبی سیستم متفاوت خواهد بود، و یحتمل دارای تفاوتهایی نیز در مراحل میانی می‌باشد، از جمله: همی سلولزها، اُکسی سلولزها و کم و بیش پلی‌اسیدیک یا الیگوساخاریدها. نظیر الجینیک اسید. و غیره. یک مورد قابل توجه در پژوهش‌های جدید این است که به نظر می‌رسد در دامنه حرارتی بین ۷۰°c تا ۹۰°c، تقریباً تمام واکنشهای انجام شده یکسان و مشابه می‌باشند. اما واکنشهای مکانیسمی که در زیر دمای ۷۰° سانتی‌گراد روی می‌دهند، متفاوت می‌باشند.

سیستم‌های موجود در کاربرد عملی

همانطور که در بالا گفته شد، چندین معیار برای انجام آزمایشات پیرسازی سریع کاغذ وجود دارد، که به ندرت به آن صورت مذکور مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مقالات و متون تخصصی، پارامترهای زیر به عنوان افزاینده سرعت فرآیند در معادلات و برای ایجاد پیرسازی و فرسودگی یک ماده ترکیب می‌شوند و واکنش نشان می‌دهند:

■ افزایش دما بدون کنترل رطوبت:

روزها ۱،۳،۷،۱۰،۱۲،۱۳،۲۴،۱۰۰

دما ۶۰،۸۰،۹۰،۱۰۰،۱۰۳،۱۰۵°c

■ گونه‌های جدید: نمونه‌های موجود در مجاری شیشه‌ای بدون منفذ در دمای بین ۷۰° تا ۱۰۰° سانتی‌گراد برای مدت زمانی بیش از ۳۰ روز محصور می‌گردند.

■ افزایش دما و کنترل رطوبت:

RH (رطوبت نسبی) ۲،۳۰،۳۸،۵۰،۶۵،۷۰،۱۰۰٪

دما ۵۰،۵۹،۶۰،۷۰،۸۰،۹۰،۱۰۰،۱۲۰°c

■ گونه جدید: ۸۰°c، رطوبت بین ۳۰ تا ۶۰ درصد RH در هر ساعت تغییر می‌یابد.

■ پرتوافکنی: نور خورشید، روشنایی روز، نور مصنوعی بین ۳۰۰ تا ۶۰۰nm، نور گزنون ۶۵۰۰w، اشعه گاما، اشعه رادیواکتیو

۵۰،۶۰،۶۵RH٪ ۲۳،۳۰،۳۵،۶۰،۷۰،۸۰،۹۰°c-

روز ۳،۶،۷،۸،۱۲،۳۰،۲۸،۱۵۶،۱۸۵.

■ کنترل اتمسفر: SO۲، NO۲، NOx، O۲، گازهای مصرف شده گاز بی‌اثر (آرگون)

۲۰،۲۲،۲۳،۲۸،۵۰،۶۰،۶۵،۷۰،۸۰،۹۰،۱۰۰،۱۰۵،۱۵۰°c-

۰،۵۰،۶۵،۸۰،۹۵،۱۰۰،۱۰۵٪

روز ۱،۳،۴،۱۰،۷،۲۴،۲۸،۳۲،۳۵،۴۲.

در طول ۱۰ سال اخیر برای خنثی‌سازی اسید، تقریباً اغلب از ۹۰°c و (رطوبت نسبی ۵۰٪RH) در ۱۲ روز استفاده شده است. تغییر معمولی و متعادل رطوبت که توسط KaBberger ارائه شده، کاملاً

جدید و نوین نیست. برای مثال، این نوع توسط اشکال و طرح‌های دیگر نیز استفاده شده‌اند، به عبارت دیگر، ۹۰°c۳۵/۸۰/۳۵%RH و تغییر زمان ۳ ساعته در هشت سال گذشته در انستیتو هلند برای میراث فرهنگی آمستردام بکار رفته است.

پروژه تحقیقاتی مشترک بین کانادا و آمریکا، با هدف تعیین انواع استحکامات کاغذ، یک شیوه کاملاً نوین در زمینه پیرسازی سریع کاغذ ارائه نمودند. بدین ترتیب که برای کهنه و پیرکردن، نمونه‌های کاغذ را در مجاری شیشه‌ای بدون منفذ با حجم داخلی ۵±۱۴۵ میلی‌لیتر در دمای ۹۰° سانتی‌گراد قرار دادند. به منظور حفظ رطوبت نسبی مطلوب درون مجاری حرارتی، کاغذ واقع در درون مجرا باید کمی متراکم و فشرده گردد، که این میزان فشردگی، ۴ گرم در هر مجرا و یا به عبارتی ۳۷ قطعه به اندازه ۱۲x۱/۵ سانتی‌متر برای ابعاد تاشده و یا ۴۲ برگ به اندازه ۴x۴ سانتی‌متر برای ابعاد پاره شده کاغذی به وزن ۶۰g/m۲ می‌باشد. نقطه شروع کشف این شیوه نوین پیرسازی کاغذ، کاملاً جدید نیست. البته این امر که ورقه‌های کاغذ درون قفسه‌ها و یا کتاب‌ها، بیشتر از ورقه‌هایی که آزادانه برای خود آویزان هستند، از این شیوه پیرسازی سریع کاغذ رنج می‌برند. دلیل این امر ساده است، زیرا مواد تولید نهایی اعم از اسید لاکتیک، اسید استیک، اسید فورمیک، اسید ساکسینیک و اسید اکسالیک که قبلاً به آنها اشاره شده، حداقل در دمای بالا، متغیر و فرار هستند. آنها می‌توانند در ورقه‌هایی که آزادانه آویزان هستند و درون قفسه و یا کتاب قرار ندارند، تبخیر گردند. ولی آنها در ورقه‌های محصور شده مثلاً توسط کتاب، حداقل برای مدت کوتاهی باقی می‌مانند و برای عمل پیرسازی سریع از آنها استفاده می‌گردد. خواه این مواد هرکدام از اعمال ذکر شده در بالا یا حتی فراتر از آن را انجام دهند، در هر صورت موضوع و عنوان بعدی تحقیقات خواهند بود. بدیهی است که این اسیدها در مجاری بدون منفذ باقی می‌مانند و باعث فرسودگی و زوال بیشتر کاغذ می‌گردند. ممکن است در اینجا این شک پدید آید که این امر تقریباً شبیه پیرسازی و فرسودگی طبیعی کاغذ است. مشکل دیگری که می‌تواند در این شیوه جدید وجود داشته باشد، فراهم کردن مجاری و لوله‌های مناسب برای این کار است. این مجاری باید از موادی ساخته شده باشند که نه تنها بدون منفذ هستند، بلکه از نظر شیمیایی و حرارتی نیز مقاوم و مستحکم باشند و غیره.

مناسب‌ترین شیوه

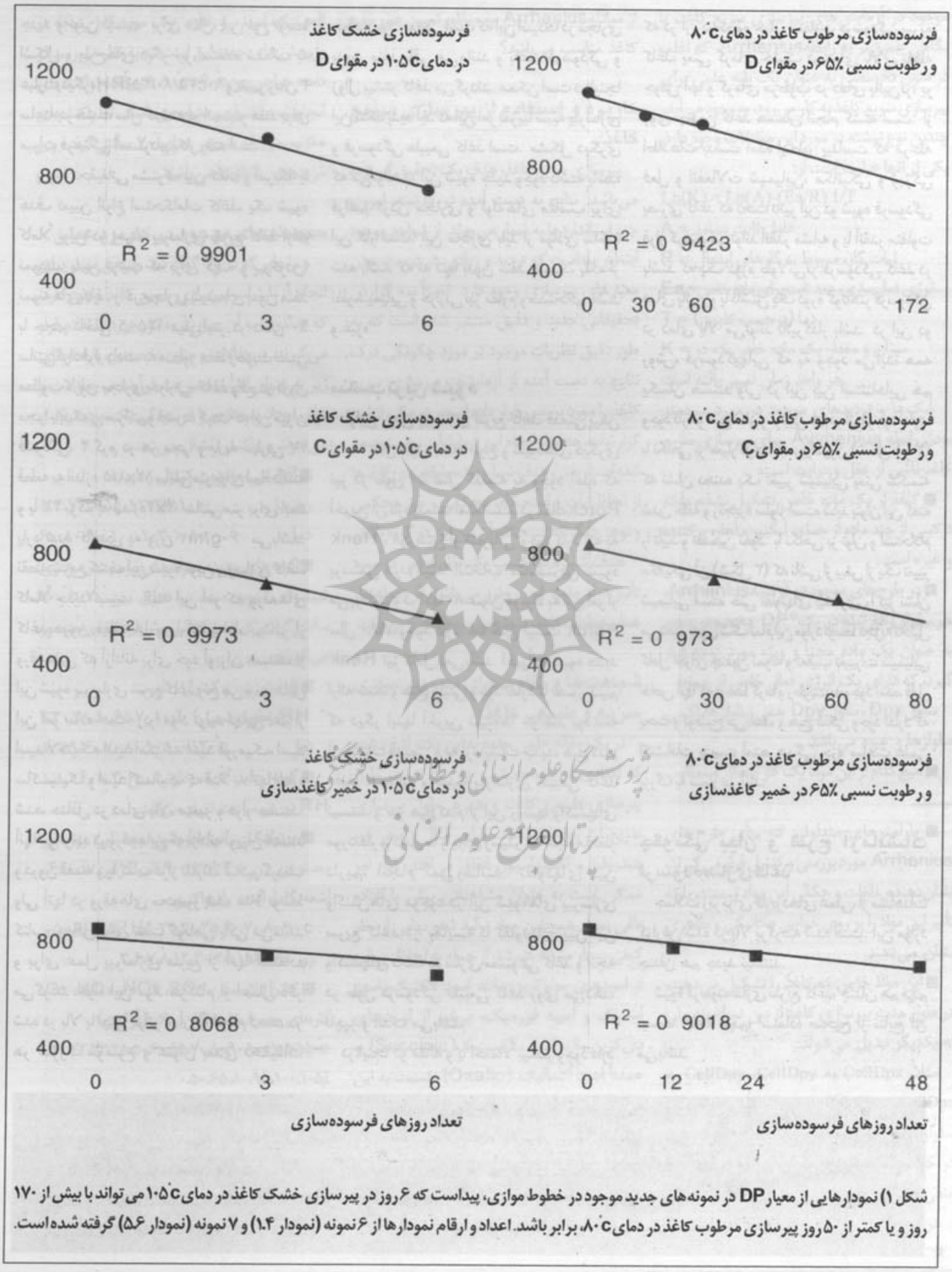
اولین روش پیرسازی سریع کاغذ، قدمتی بیش از ۱۰۰ سال دارد. بعدها انواع و شیوه‌های دیگری نیز در طول ۵۰ سال گذشته به وجود آمده که آخرین آن تازه بدست آمده است. در مقاله Porck Henk ، فهرستی از نشریاتی وجود دارد که به پرسشی در زمینه انتخاب مناسبترین شیوه می‌پردازد، و در آنها ۸۰ عنوان مربوط به این امر از سال ۱۹۸۰ وجود دارد. اما حتی لیست Porck Henk نیز کامل نمی‌باشد. اخیراً دو شیوه جدید ارائه شده، و هیچ دلیلی وجود ندارد تا تصور کنیم که دیگر اینها آخرین شیوه‌ها خواهند بود. نه آزمایشات قدیمی و نه آزمایشات جدید، هیچ‌کدام دقیقاً همسان و شبیه پیرسازی طبیعی کاغذ نیستند و نیز هیچ‌کدام از این روشها واکنشهای موردنظر و کامل ما را برای رسیدن به آنچه مدنظر داریم، انجام نمی‌رسانند. تفاوتهای بین واکنش‌های موجود در این شیوه‌های پیرسازی سریع کاغذ در مقایسه با تفاوتهای بین این واکنشهای تحت پیرسازی مصنوعی کاغذ و آنچه در طول فرسودگی طبیعی کاغذ روی می‌دهد، ناچیز و اندک می‌باشد.

در اینجا دو مقاله و یا احتمالاً بیشتر وجود دارد که در آن دو شیوه خیلی متفاوت فرسودگی سریع کاغذ، یعنی گرمای خشک در دمای بالای نقطه جوش آب و گرمای مرطوب در دمای پائین‌تر، بر روی چندین کاغذ همسان انجام گشته است. از اطلاعات بدست آمده اینطور پیداست که مرحله فعل و انفعالات شیمیایی، مکانیکی و ویژگی بصری کاغذ که تحت تأثیر این دو شیوه فرسودگی قرار گرفته، می‌تواند آنقدر مشابه و یا آنقدر متفاوت باشند که یک دوره طولانی‌تر فرسودگی کاغذ در دمای پائین و یا داشتن یک دوره کوتاهتر فرسودگی در دمای بالا می‌تواند تأثیرگذار باشد. در این دو روش، فرسودگیهایی که به وجود می‌آید، همه یکسان هستند ولی در این بین استثناهایی هم وجود دارد و هیچ نظم و ترتیبی هم در آنها وجود ندارد. با نگاهی بر معیار درجه پلیمریزاسیون (شکل ۱ و ۲) که نشان دهنده یک تغییر شیمیایی یعنی شکسته شدن حلقه و زنجیره سلولز است، شاید بتوان این گفته را تأیید و تضمین نمود. با نگاهی بر توان و استحکام مکانیکی آن (شکل ۳) که ناشی از بیش از یک تغییر شیمیایی است، حتی تفاوتهای بیشتری را نیز نشان می‌دهد. بدون شک تمام این موارد توسط تجزیه تحلیل کامل اجزای چندین نمونه و تعقیب تغییرات شیمیایی خاص آنها که توسط گرما و رطوبت به وجود آمده، قابل بحث و توضیح می‌باشد، و هیچ شکی وجود ندارد که اکتشافات بدست آمده، همگی جزو مباحث علمی بزرگ به شمار می‌آیند.

چگونگی بیان و شرح آزمایشات فرسوده‌سازی کاغذ

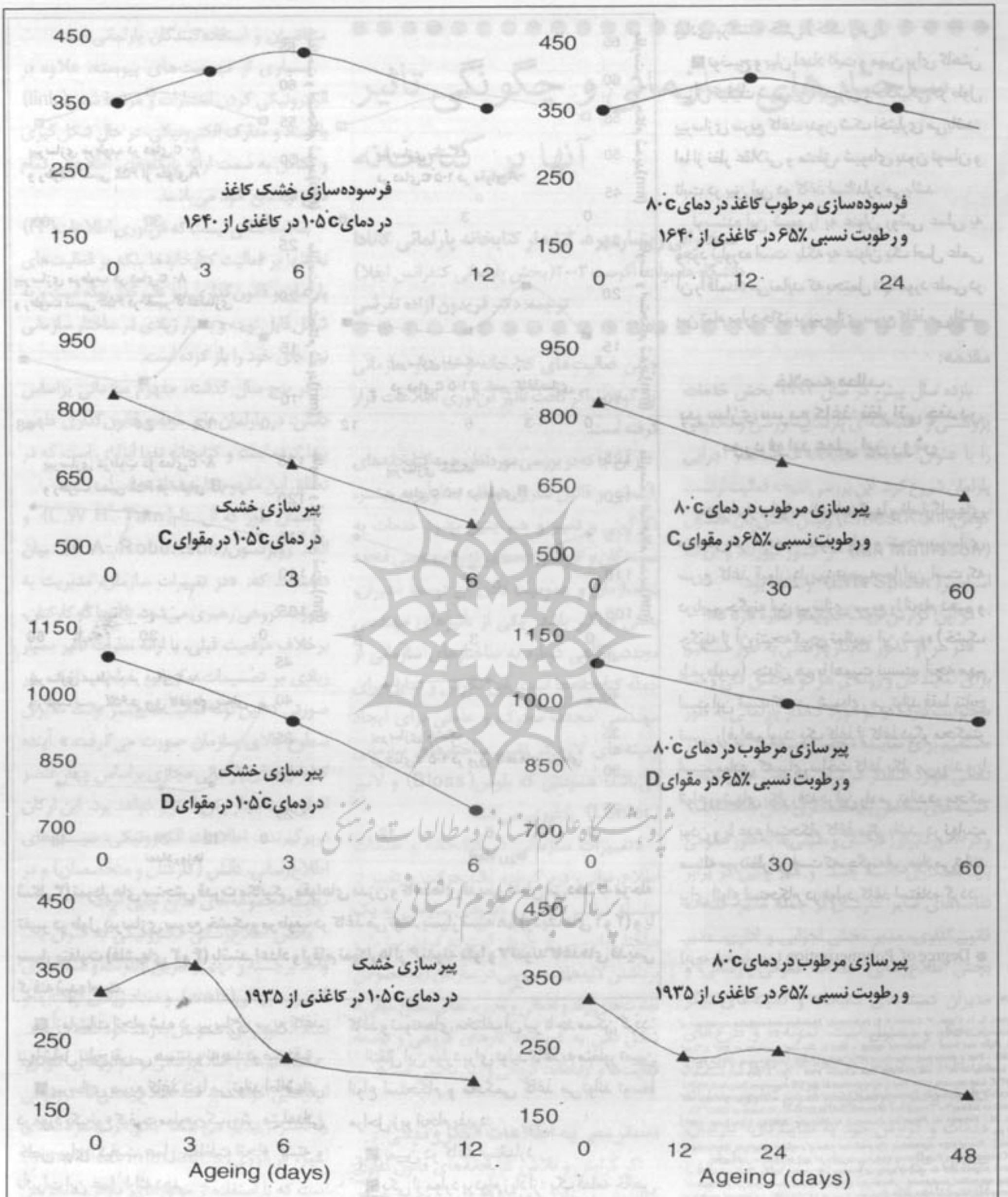
جملات زیر برای کاربردهای عملی، از مشاهدات گزارش شده در بالا برگرفته شده است. این موارد چندان هم جدید نیستند.

شیوهٔ فرسوده‌سازی سریع کاغذ، چندان هم مهم نیست. بلکه مهم، استفاده صحیح از نتایج آن می‌باشد.



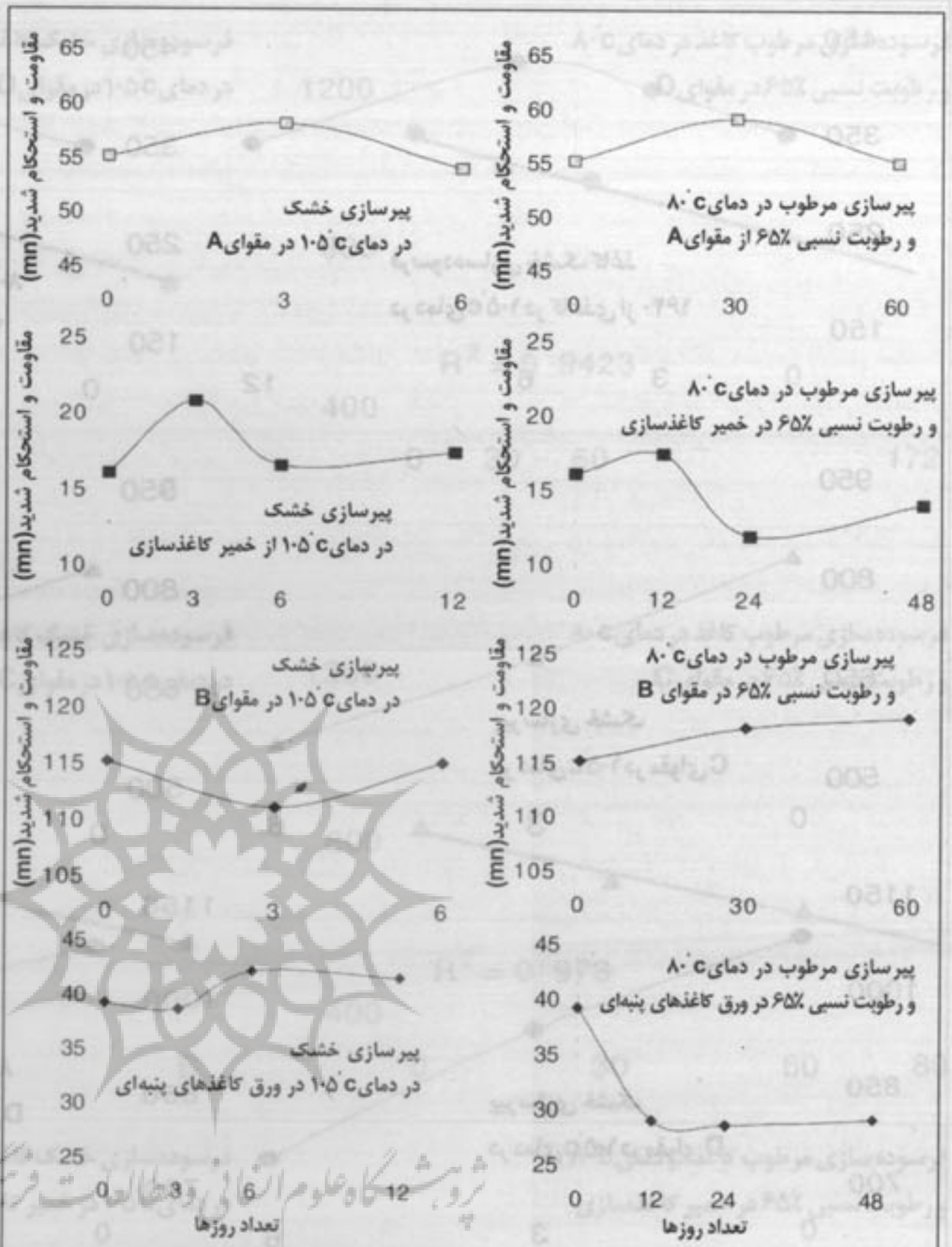
شکل ۱) نمودارهایی از معیار DP در نمونه‌های جدید موجود در خطوط موازی، پیداست که ۶ روز در پیرسازی خشک کاغذ در دمای ۱۰۵°c می‌تواند با بیش از ۱۷۰ روز و یا کمتر از ۵۰ روز پیرسازی مرطوب کاغذ در دمای ۸۰°c، برابر باشد. اعداد و ارقام نمودارها از ۶ نمونه (نمودار ۱.۴) و ۷ نمونه (نمودار ۵.۶) گرفته شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۲) نمودارهایی از معیار DP در مقواهای مدرن و کاغذهای قدیمی نشان می‌دهند که مرحله تغییر و تبدیل در طول پیرسازی سریع خشک و مرطوب هم می‌تواند بسیار شبیه هم باشند (ردیف‌های ۱ و ۲) و هم بسیار متفاوت (ردیف‌های ۳ و ۴). اعداد و ارقام نمودارها از ۶ نمونه مقوا و ۷ نمونه کاغذهای قدیمی گرفته شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۳) نمودارهای سنجش قدرت مکانیکی مقواهای مدرن و کاغذهای قدیمی نشان می‌دهد که مرحله تغییر در طول پیرسازی سریع خشک و مرطوب در کاغذ می‌تواند بسیار شبیه هم (ردیف‌های ۱ و ۲) و یا بسیار متفاوت (فلشهای ۳ و ۴) باشند. اعداد و ارقام نمودارها از ۶ نمونه مقوا و ۷ نمونه کاغذهای قدیمی گرفته شده است.

■ آزمایشات انجام شده در پیرسازی سریع کاغذ، تنها شامل نتایج تقریبی هستند و نه صد در صد دقیق.

■ پیرسازی سریع کاغذ تنها می‌تواند اطلاعاتی در مورد یک نوع کیفیت معلوم، یک روش مشاهداتی خاص برای کیفیت عمل حفاظت انجام گشته و تأثیرات این عمل ارائه دهد.

■ تغییر نسبی و مشاهده در مورد خصوصیت مشخص کاغذ که توسط تغییرات عمل حفاظتی این روش به وجود آمده، نباید فقط در مورد یکی از مواد بکار رفته صدق کند، بلکه باید شامل کیفیت کلی کاغذ و نمونه‌های مختلف آن نیز تا حد ممکن گردد.

انتقال این موارد برای تولید کاغذ به منظور تعیین انواع استحکام و محکمی کاغذ می‌تواند توسط مراحل زیر انجام پذیرد:

■ تعیین دو کاغذ استاندارد

■ یکی از موارد پردوام زیاد از: یک قطعه خالص از DP بالا، کمی مواد قلیایی، مقدار معلوم (کم) Caco۳.

■ سایر موارد کم دوام از: الیاف حاوی مقدار زیادی لیگنین و همی سلولز، مواد اسیدی و مقدار زیادی پرکننده خنثی (خاک رس).

■ توضیح و بیان اعداد ثابت و معین برای کاهش میزان کیفیت شیمیایی، بصری و مکانیکی در طول پیرسازی سریع کاغذ، بدون شک اختیاری می‌باشد. اما از نظر عقلانی و منطق، شیوه‌ای بدون نوسان و ثابت در بین این دو کاغذ استاندارد می‌باشد.

نویسنده این شیوه را به عنوان روشی عملی به وجود نیاورده است. بلکه به عنوان یک اصل علمی آن را قلمداد می‌نماید، که یحتمل تنها مورد علمی در بین تمام موارد حاکم بر پیرسازی سریع کاغذ می‌باشد.

خلاصه مطلب

پیرسازی سریع کاغذ: نظراتی چند در مورد فواید عملی این روش

بعد از ابراز و اثبات ناهماهنگیها و ناسازگاریهای متعددی در آنچه به عنوان پایه و نتیجه پیرسازی سریع کاغذ قبول داریم، توصیه ما این است که دریابیم چگونه این پیرسازی سریع را انجام دهیم و چگونه از آن نتیجه‌گیری نمائیم: این شیوه (خشک یا مرطوب) چندان هم با اهمیت نیست. آنچه مهم است این است که هر شیوه‌ای می‌تواند فقط نتایج نسبی را فراهم آورد: یک کاغذ از کاغذ دیگر محکمتر است، موادی که برای ساخت کاغذ بکار می‌روند و یا انواع روشهای بکار رفته در این راه می‌تواند در محکم بودن و یا عدم استحکام کاغذ موثر باشد. در نهایت، مسئله موردنظر این است که، چگونه این مواد می‌توانند برای انواع استحکام در تولید کاغذ استفاده گردد.

---

* Degree of Polymerisation (درجه پلیمریزاسیون)

REFERENCES

1. E.g.: Margutti, S., G. Conio, P. Calvini & E. Pedemonti: *Hydrolytic and oxidative degradation of paper.* Restaurator 22 (2001): 68 sq. (diagrams).
2. ISO 5630.. *Paper and board – accelerated ageing.* – Part 1: *Dry heat treatment at 105° C.* Last revision 1991 – Part 2: *Moist heat treatment at 90° C and 25% RH.* Last revision 1985 – Part 3: *Moist heat treatment at 80° C and 65% RH.* Last revision 1986. – Part 4: *Dry heat treatment at 120° or 150° C.* Last revision 1986. Part 1 is equivalent to the US American Standard ASTM (1987). *Standard Test Method for Determination of Effect of Dry Heat on Properties of Paper and Board.* American Society for Testing and Materials (ASTM-D776-87; 72 hours at 105±2 °C).
3. Kallberger, M.: *Vergleich der Papier bei dynamisch beschleunigter Alterung.* Diss. Graz 1958. IV+205+7 pp.
4. Porck, Henk J.: *Rate of paper degradation. The predictive value of artificial aging tests.* Amsterdam: European Commission on Preservation and Access 2000.40 pp., 10 of them references.
5. *ASTM research program into the effect of aging on printing and writing papers. Final reports on accelerated aging test method development. – Accelerated aging test method development for American Society for Testing and Materials Institute for Standard Research (ASTM/ISR). – Chemical analysis of degradation products. – Application of Arrhenius relationship. – Proposal for a new accelerated aging test.* Ottawa: Canadian Conservation Institute, January 2001. 153 pp. Washington, DC: Library of Congress. February 2000, revised February 2001. 362 pp.
6. Botti, L., G. Impagliazzo, L. Residori & D. Ruggiero: *Paper packaging for long-term preservation of photographic plates.* Restaurator 15 (1994): 79–93.
7. Banss, H., & R. Ide: *Aqueous deacidification – with calcium or with magnesium?* Restaurator 19 (1998): 1–40.
8. Banss, H., & H.H. Hofer: *Die Aussagekraft einer künstlichen Alterung von Papier für Prognosen über seine zukünftige Beständigkeit.* Restaurator 6 (1984): 21–60. – English version: *Artificial aging as a predictor of paper's future useful life.* Abbey Newsletter Monograph Suppl. 1 (1988).