

علیرضا خاکی فیروز*^۱، سید احمد میرشکرایی^۲، امیر هومن حمصی^۳، حبیب الله خادمی اسلام^۴ و محمد طلایی پور^۴

*^۱- مسئول مکاتبات، دکتری تخصصی علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات akhakifirooz@yahoo.com

^۲- استاد گروه شیمی دانشگاه پیام نور

^۳- دانشیار گروه مهندسی صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات (تهران)

^۴- استادیار گروه مهندسی صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات (تهران)

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۷

چکیده

کاغذ با دوام کاغذی است که طی مدت استفاده و در هنگام بایگانی شدن، کیفیت اولیه اش را حفظ نماید. عوامل اصلی تخریب کاغذ شامل آبکافت (هیدرولیز اسیدی)، اکسیداسیون و فرآیندهای فتوشیمیایی هستند. در ساختار کاغذ هر چقدر طول الیاف مورد استفاده بلندتر و یونهای فلزی $Fe^{+3}, Fe^{+2}, Cu^{+2}, Mn^{+2}$ و ترکیبات حلقوی حاصل از تخریب لیگنین کمتر باشند، انتظار می رود که کاغذ ساخته شده دارای دوام بیشتری باشد. در این تحقیق از الیاف کرافت رنگبری شده وارداتی اکالیپتوس استفاده گردید. خمیر مورد به وسیله دستگاه PFI mill برای رسیدن به درجه روانی 300 ± 25 به میزان ۱۲۰۰۰ دور پالایش گردید. سپس کاغذ دست ساز ۷۰ گرمی مطابق آیین نامه شماره C25-65 استاندارد SCAN ساخته شد. در ساخت کاغذ دست ساز از AKD به عنوان عامل آهار دهنده به میزان ۲٪ وزن خشک الیاف و EDTA بعنوان عامل کی لیت کننده در غلظت های ۰، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد استفاده گردید. برای اطمینان بیشتر از آب یون زدایی شده استفاده گردید. همچنین به میزان ۲۰٪ از کربنات کلسیم به عنوان عامل پر کننده و قلبای باقی مانده استفاده گردید. سپس نمونه ها تحت تابش نور U.V با طول موج ۳۳۰ تا ۴۴۰ نانومتر در فواصل زمانی ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ ساعت قرار گرفته و پس از آن در شرایط کنترل شده دمایی و رطوبت نسبی قرار گرفتند. در نهایت هر یک از شاخص های مقاومتی با سه تکرار اندازه گیری و به منظور مقایسه میانگین مقاومت های کاغذهای ساخته شده، آزمون تجزیه واریانس و دانکن استفاده گردید.

در بررسی عوامل متغیر (زمان، غلظت EDTA) بر روی طول پاره شدن نمونه ها، عامل زمان تأثیر بسیار معنی داری بر روی طول پاره شدن نمونه ها دارد.

در مورد شاخص مقاومت پاره شدن افزایش زمان همواره باعث کاهش این شاخص می گردد و کاهش معنی دار است. افزایش غلظت ماده کی لیت کننده EDTA در بهبود خواص شاخص مقاومت پاره شدن کاملاً مشهود است.

در مورد شاخص مقاومت به تا شدن افزایش زمان همواره باعث کاهش مقاومت به تا شدن می گردد و این کاهش معنی دار است. در بررسی سطوح مختلف ماده کی لیت کننده EDTA مشخص است که میانگین تأثیر این ماده در بهبود خواص مقاومت به تا شدن در غلظت های صفر درصد تا ۰/۷۵ درصد در سه سطح مختلف قرار داشته و دارای تفاوت معنی دار می باشد.

در مورد شاخص مقاومت به ترکیدن عامل زمان، تأثیر بسیار معنی داری بر روی این شاخص دارد. افزایش زمان همواره باعث کاهش شاخص مقاومت به ترکیدن می گردد و این کاهش کاملاً معنی دار است.

در مورد شاخص مقاومت به کشش، افزایش زمان همواره باعث کاهش این شاخص می گردد. و در ۶ سطح قرار می گیرند.

واژه های کلیدی: کاغذ با دوام، خمیر وارداتی اکالیپتوس، طول پاره شدن، شاخص های مقاومتی

مقدمه

به طور کلی افزایش عمر و عدم افت کیفیت کاغذهای شیمیایی از اهداف کارخانجات تولید کننده کاغذ است و هدف آن ساخت کاغذ بادوام می باشد. کاغذ بادوام کاغذی است که در شرایط استفاده، کیفیت اولیه اش را حفظ نماید. الیاف سلولز خالص دارای دوام قابل توجهی هستند. سلولز خالص، در شرایط کنترل شده اسیدی، به آسانی به گلوکز هیدرولیز می شود. چنانچه در ترکیبهای کاغذ، اسید وجود نداشته باشد، کاغذ ساخته شده دارای دوام بالایی خواهد بود. امروزه کتابدارها و مسئولین بایگانی دریافته اند، مدارکی که در حدود ۵۰ سال اخیر ساخته شده اند، تحت شرایط محیط کتابخانه و انبار، به طور جدی فرسوده شده و مقاومت و دوام خود را از دست می دهند. از آنجا که سلولز پلیمری با دوام طبیعی بالاست، بنابراین فرآیند ساخت، مواد افزودنی و شرایط نگهداری کاغذ عامل اصلی تخریب آن محسوب می گردند.

در این راستا کولار و نوواک (۱۹۹۶) [۱] معتقدند که سالهاست هیدرولیز اسیدی به عنوان مهمترین عامل تخریب کاغذ شناخته شده است. ایشان معتقدند برای جلوگیری از اثر مخربی که اسید روی کاغذ اعمال می کند، باید آن را با محلولهای قلیایی آبی هیدروکسید کلسیم و بی کربنات منیزیم تحت تأثیر قرار داد. در تحقیق ایشان اثر محلولهای هیدروکسید کلسیم، بی کربنات منیزیم و محلول غیر آبی متوکسید منیزیم کربناته بر روی مقاومت در برابر تخریب سه نوع خمیر شیمیایی ارزیابی شد. در این تحقیق، از اندازه گیری گرانی با استفاده از کوپری اتیلن دیامین برای تعیین میزان تخریب نمونه ها پس از کهنه سازی تسریع شده استفاده شد. نتایج نشان داد که برای خمیرهای آزمایش شده، سلولزی که با هیدروکسید کلسیم فرآوری گردیده بودند بسیار کندتر از خمیرهایی که با قلیاهای حاوی منیزیم اسیدزدایی شده بودند تخریب می شوند.

طی تحقیقی که در موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در سال ۱۳۸۰ انجام گرفت [۲،۳]، ویژگیهای مربوط به دوام و پایداری کاغذهای اسناد بایگانی به شرح زیر تعیین گردید: اصولاً این کاغذها باید از الیاف پنبه (cotton)، لیتربنه (cotton linter)، کنف (hemp)، کتان (flax) و یا مخلوطی از آنها ساخته شده باشند و چنانچه برای دستیابی به کارایی مطلوب تر کاغذ، از مقدار کمی خمیر شیمیایی کاملاً سفید شده استفاده شود، مقدار آن باید مشخص گردد.

ویژگیها و حدود قابل قبول برای کاغذ اسناد بایگانی در این تحقیق به شرح زیر ذکر شده است:

وزن پایه: حداقل ۷۰ گرم بر مترمربع

مقاومت به پاره شدن (در جهت ماشین و در خلاف جهت آن): حداقل ۳۵۰ میلی نیوتن

دوام در برابر تا خوردن کاغذ:

الف: در دستگاه Schopper : حداقل ۲/۴۲

ب: در دستگاه Lhomargy , Mil یا Kohler – Molin

حداقل ۲/۱۸

PH محلول استخراجی خمیر و کاغذ: ۱۰ - ۷/۵

قلیای باقیمانده: معادل با حداقل ۰/۴ مول اسید در هر کیلوگرم کاغذ

عدد کاپا: حداکثر ۵

بارو این گونه گزارش نمود که تغییر دما معادل با ۲۰ درجه سلسیوس، سرعت تخریب را با ضریبی معادل ۷/۵ تغییر می دهد. بنابراین رطوبت کاغذ نیز باید طی فرآیند کهنه سازی تسریع شده، ثابت نگهداشته شود. در غیر اینصورت نتایج حاصله معتبر نخواهد بود [۴].

لورنر و ویلسون (۱۹۹۷) ثابت کرده اند نوری که به کاغذ صدمه می زند، شامل طول موجهایی میان ۳۳۰ تا ۴۴۰ نانومتر است. به عقیده ایشان تخریب کاغذ نتیجه تاثیر همزمان گرما و نور محیط است. آنها ثابت کرده اند کاغذ هنگامی زرد می شود که در معرض نور و حرارت قرار

شاخص مقاومت در برابر کشش کاغذ: استاندارد ملی ایران ۲-۸۲۷۳: (۱۳۸۴)

از نمونه خمیر اکالیپتوس وارداتی، کاغذ دست‌ساز ۷۰ گرمی تهیه شد. برای تهیه کاغذ دست‌ساز از مواد افزودنی AKD به میزان ۲٪ وزن خشک الیاف استفاده شد و میزان تاثیر ماده کی‌لیت کننده EDTA در غلظت‌های ۰ درصد، ۰/۲۵ درصد و ۰/۵ درصد و ۰/۷۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. برای تهیه محلول حاوی EDTA، برای جلوگیری از ایجاد خطا در نتایج آزمایش و تاثیر منفی یونهای موجود در آب شیر از آب یون زدایی شده استفاده گردید. PH محلول استخراجی بین ۷ تا ۷/۵ تنظیم گردید. همچنین به عنوان پرکننده، کربنات کلسیم به میزان ۲۰٪ افزوده شد. لازم به ذکر است که تمام افزودنیها به خمیر اضافه شده و سپس کاغذهای دست‌ساز ساخته شدند. برای آزمون کهنه سازی نوری تسریع شده از ۶ عدد لامپ UV از نوع Phillips با دامنه طول موج خروجی بین ۳۳۰ تا ۴۴۰ نانومتر استفاده گردید. تیمارهای نوری در فواصل زمانی ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ ساعت انجام شدند.

در نهایت هر یک از خواص مقاومتی با سه تکرار اندازه‌گیری و به منظور مقایسه میانگین مقاومتیهای کاغذهای حاصله، آزمون تجزیه واریانس و دانکن با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شده.

نتایج

برای ساخت کاغذ دست‌ساز درجه روانی در محدوده (۲۵±۳۰) مورد نیاز می‌باشد به همین منظور فرآیند پالایش با استفاده از پالایشگر مدل PFI Mill تا رسیدن به درجه روانی مورد نظر ۱۲۰۰۰ دور پالایش گردید. طول پاره شدن

گیرد، اما اگر آن را در دمای پائین نگهداری کنند، سفیدی آن حفظ می‌شود. نتیجه نهایی به نقش مسلط حرارت یا نور بستگی دارد. آنها، همچنین ثابت کرده‌اند که در محیط فاقد اکسیژن حتی اگر کاغذ در معرض اشعه مرئی و فرابنفش قرارگیرد زرد و شکننده نمی‌شود، در حالی که در شرایط معمولی حتی در نبود گرما تا حدی زرد می‌شود. به همین سبب، اسناد استثنایی را در محیطی خنثی قرار می‌دهند. [۵]

با توجه به آنچه ذکر شد، این مطالعه با هدف بررسی امکان ساخت کاغذ بادوام از خمیر اکالیپتوس وارداتی انجام پذیرفت.

مواد و روشها

در این تحقیق از خمیر اکالیپتوس وارداتی که طی فرایند کرافت تهیه و رنگبری شده بود استفاده گردید. پس از انجام عملیات مقدماتی برای ساخت کاغذ، خمیرها مطابق آیین نامه شماره (T248 cm-85) استاندارد (TAPPI) بوسیله دستگاه PFI Mill تا درجه روانی (۲۵±۳۰) پالایش شدند. پس از ساخت کاغذ دست‌ساز مطابق آیین نامه (C 25 - 65) استاندارد (SCAN) خواص مقاومتی کاغذهای یاد شده بر اساس استاندارد ملی ایران به شرح زیر تعیین گردید.

شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ: استاندارد ملی ایران ۱۸۲۱: (۱۳۸۰)

شاخص مقاومت به پاره‌شدن کاغذ: استاندارد ملی ایران ۱۲۹۷: (۱۳۸۱)

تعیین دوام در برابر تاخوردن کاغذ: استاندارد ملی ایران ۱۴۰۴: (۱۳۸۱)

طول پاره‌شدن کاغذ: استاندارد ملی ایران ۲-۸۲۷۳: (۱۳۸۴)

جدول ۱- تجزیه واریانس دو طرفه برای طول پاره شدن کاغذهای دست ساز اکالیپتوس تحت تاثیر زمان و غلظت EDTA

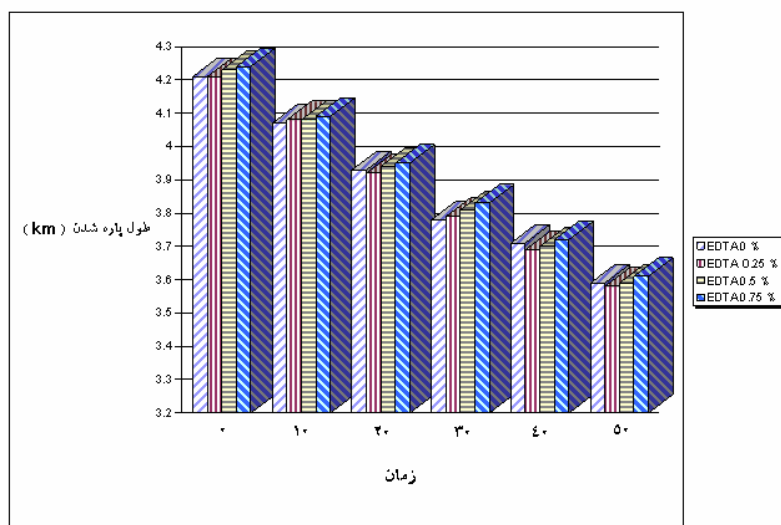
| منبع تغییر | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | P مقدار |
|------------------------|--------------|------------|----------------|---------|---------|
| EDTA | ۰/۰۱۰ | ۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۲۱۱ | ۰/۸۸۰ |
| زمان | ۳/۳۶۰ | ۵ | ۰/۶۷۲ | ۴۳/۳۴۷ | ۰/۰۰۰ |
| اثر متقابل زمان و EDTA | ۰/۰۰۳ | ۱۵ | ۰/۰۰۰ | ۱/۰۱۱ | ۱/۰۰۰ |
| خطا | ۰/۷۴۴ | ۴۸ | ۰/۰۱۶ | | |
| کل | ۴/۱۱۷ | ۷۱ | | | |

جدول (۲)- آزمون دانکن برای بررسی تاثیر عامل متغیر زمان بر روی طول پاره شدن نمونه های کاغذ دست ساز اکالیپتوس

| زمان | تعداد | زیر گروه | | | | |
|------|-------|----------|--------|--------|--------|--------|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
| ۵۰ | ۱۲ | ۳/۵۹۲۵ | | | | |
| ۴۰ | ۱۲ | | ۳/۷۰۵۰ | | | |
| ۳۰ | ۱۲ | | ۳/۸۰۲۵ | | | |
| ۲۰ | ۱۲ | | | ۳/۹۳۵۰ | | |
| ۱۰ | ۱۲ | | | | ۴/۰۸۲۵ | |
| ۰ | ۱۲ | | | | | ۴/۲۲۲۵ |

جدول (۱) تحلیل واریانس دو طرفه در بررسی عوامل متغیر (زمان، غلظت EDTA) بر روی طول پاره شدن نمونه کاغذهای دست ساز را نشان می دهد. عامل زمان، تأثیر بسیار معنی داری بر روی طول پاره شدن نمونه کاغذهای دست ساز داشته است. در بررسی اثر متقابل عوامل متغیر در جدول (۱) مشاهده می شود که متغیر زمان و غلظت EDTA بر طول پاره شدن کاغذهای دست ساز، در سطح اعتماد ۰.۵٪ معنی دار نیست. در بررسی سطوح مختلف ماده کی لیت کننده EDTA مشخص شد که میانگین تأثیر این ماده در بهبود خواص طول پاره شدن در

غلظت های صفر درصد تا ۰.۷۵٪ درصد در یک سطح قرار داشته و دارای تفاوت معنی دار نمی باشد. اما جدول (۲) کاملاً نشان می دهد که هر یک از سطوح مختلف زمان کهنه سازی نوری باعث کاهش طول پاره شدن به میزان معنی داری شده است و هر یک از زمان ها به طور مستقل تأثیر بسزایی در کاهش طول پاره شدن داشته اند. البته در این بین استثنایی وجود دارد که تغییر در بین زمان های ۳۰ و ۴۰ ساعت معنی دار نبوده است. در بررسی نمودار مربوط به تأثیر زمان و غلظت EDTA بر طول پاره شدن کاغذ ساخته شده، کاهش طول پاره شدن کاملاً واضح است (نمودار شماره ۱).



نمودار ۱ - تاثیر زمان و غلظت EDTA بر طول پاره شدن کاغذ ساخته شده از خمیر اکالیپتوس

شاخص مقاومت به پاره شدن

جدول (۳) - تجزیه واریانس دو طرفه برای شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذهای دست ساز

اکالیپتوس تحت تاثیر زمان و غلظت EDTA

| منبع تغییر | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | P مقدار |
|------------------------|--------------|------------|----------------|---------|---------|
| EDTA | ۰/۰۰۳ | ۳ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۶۰ | ۰/۹۸۱ |
| زمان | ۲/۳۷۲ | ۵ | ۰/۴۷۴ | ۲۵/۰۴۳ | ۰/۰۰۰ |
| اثر متقابل زمان و EDTA | ۰/۰۰۶ | ۱۵ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۲۰ | ۱/۰۰۰ |
| خطا | ۰/۹۰۹ | ۴۸ | ۰/۰۱۹ | | |
| کل | ۳/۲۹ | ۷۱ | | | |

جدول (۴) - آزمون دانکن برای بررسی تاثیر عامل متغیر زمان بر روی شاخص مقاومت به پاره شدن نمونه های کاغذ دست ساز از اکالیپتوس

| زمان | تعداد | زیر گروه | P مقدار | | |
|------|-------|----------|---------|--------|--------|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۵۰ | ۱۲ | ۵/۰۵۷۵ | | | |
| ۴۰ | ۱۲ | ۵/۱۰۵۰ | | | |
| ۳۰ | ۱۲ | | ۵/۲۷۵۸ | | |
| ۲۰ | ۱۲ | | ۵/۳۸۵۰ | ۵/۳۸۵۰ | |
| ۱۰ | ۱۲ | | ۵/۴۴۷۵ | | |
| ۰ | ۱۲ | | | | ۵/۵۶۷۵ |
| | | ۰/۴۰۲ | ۰/۰۵۸ | ۰/۲۷۲ | ۱/۰۰۰ |

درصد تا ۷۵٪ درصد در یک سطح قرار داشته و دارای تفاوت معنی دار نمی باشد.

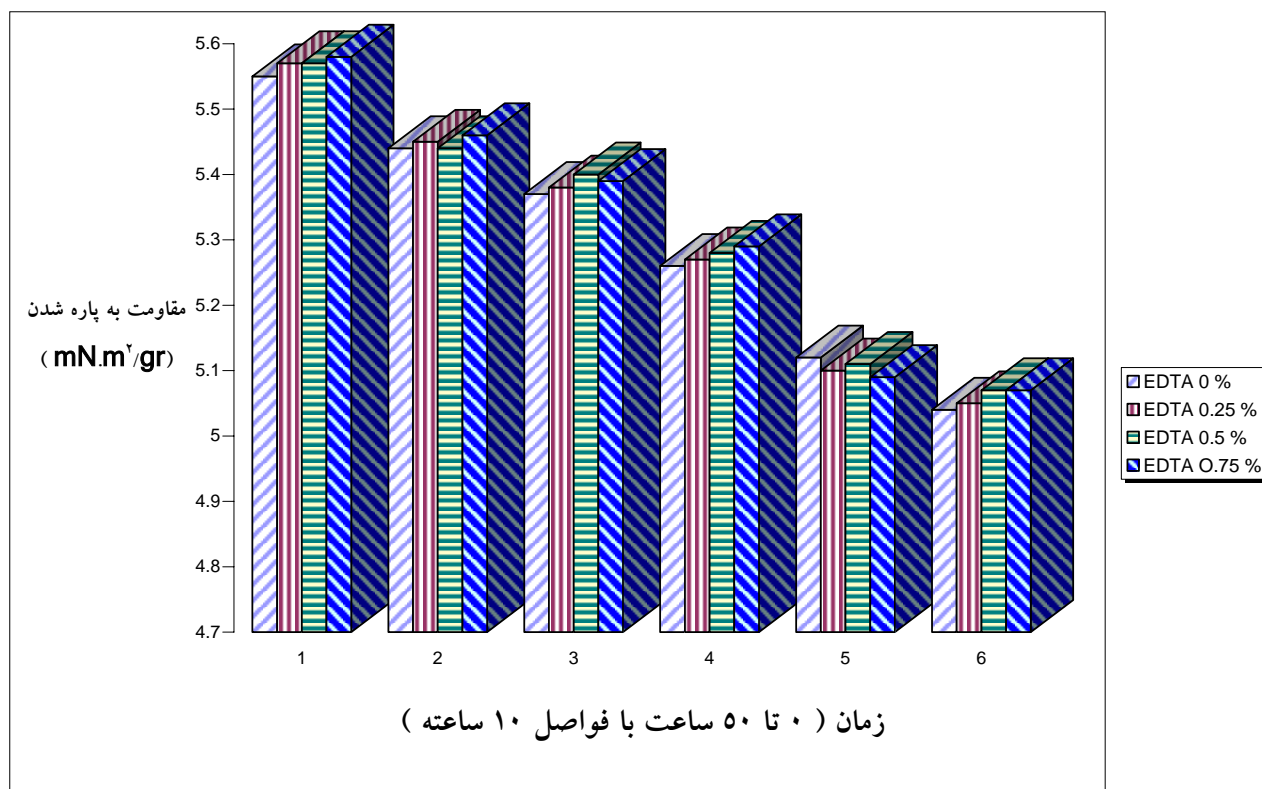
اما جدول (۴) کاملاً نشان می دهد که هر یک از سطوح مختلف زمان کهنه سازی نوری باعث کاهش شاخص مقاومت پاره شدن به میزان معنی داری شده است و هر یک از زمان ها به طور مستقل تأثیر بسزایی در کاهش شاخص مقاومت پاره شدن داشته اند. البته تغییر بین زمان های ۴۰ و ۵۰، ۲۰ و ۳۰، ۱۰ و ۲۰ ساعت معنی دار نبوده است.

در بررسی نمودار مربوط به تأثیر زمان و غلظت EDTA بر شاخص مقاومت پاره شدن کاغذ ساخته شده از اکالیپتوس کاهش شاخص مقاومت پاره شدن کاملاً واضح است (نمودار ۲).

جدول (۳) تحلیل واریانس دو طرفه در بررسی عوامل متغیر (زمان، غلظت EDTA) بر روی شاخص مقاومت پاره شدن نمونه کاغذهای دست ساز را نشان می دهد. عامل زمان، تأثیر بسیار معنی داری بر روی شاخص مقاومت پاره شدن نمونه کاغذهای دست ساز داشته است.

در بررسی اثر متقابل عوامل متغیر در جدول (۳) مشاهده می شود که تأثیر زمان و غلظت EDTA بر شاخص مقاومت پاره شدن کاغذهای دست ساز، در سطح اعتماد ۵٪ معنی دار نیست.

در بررسی سطوح مختلف ماده کی لیت کننده EDTA مشخص شد که میانگین تأثیر این ماده در بهبود خواص مقاومت شاخص مقاومت پاره شدن در غلظت های صفر



نمودار ۲- تأثیر زمان و غلظت EDTA بر میزان شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذ ساخته شده از خمیر اکالیپتوس

مقاومت به تاشدن

جدول ۵- تجزیه واریانس دو طرفه برای مقاومت به تاشدن برای کاغذ دست ساز

اکالیپتوس تحت تاثیر زمان و غلظت EDTA

| منبع تغییر | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | P مقدار |
|------------------------|--------------|------------|----------------|---------|---------|
| EDTA | ۶۴/۴۴۴ | ۳ | ۲۱/۴۸۱ | ۳۴/۳۷۰ | ۰/۰۰۰ |
| زمان | ۱۱۲/۷۷۸ | ۵ | ۲۲/۵۵۶ | ۳۶/۰۸۹ | ۰/۰۰۰ |
| اثر متقابل زمان و EDTA | ۹/۲۲۲ | ۱۵ | ۰/۶۱۵ | ۰/۹۸۴ | ۰/۴۸۶ |
| خطا | ۳۰/۰۰۰ | ۴۸ | ۰/۶۲۵ | | |
| کل | ۲۱۶/۴۴۴ | ۷۱ | | | |

جدول ۶- آزمون دانکن تاثیر EDTA بر مقاومت به تاشدن

کاغذهای دست ساز اکالیپتوس

| EDTA | تعداد | گروه بندی | | |
|------|-------|-----------|---|---|
| | | ۱ | ۲ | ۳ |
| ۰ | ۱۸ | ۷۹/۸۸۸۹ | | |
| ۰/۵ | ۱۸ | ۸۱/۱۱۱۱ | | |
| ۰/۲۵ | ۱۸ | ۸۱/۳۳۳۳ | | |
| ۰/۷۵ | ۱۸ | ۸۲/۵۵۵۶ | | |

جدول ۷- آزمون دانکن تاثیر زمان بر مقاومت به تاشدن کاغذهای

دست ساز اکالیپتوس

| زمان | تعداد | زیر گروه | | | | |
|------|-------|----------|---------|---|---|---|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
| ۵۰ | ۱۲ | ۷۹/۶۶۶۷ | | | | |
| ۴۰ | ۱۲ | ۸۰/۲۵۰۰ | ۸۰/۲۵۰۰ | | | |
| ۳۰ | ۱۲ | ۸۰/۴۱۶۷ | | | | |
| ۲۰ | ۱۲ | ۸۱/۴۱۶۷ | | | | |
| ۱۰ | ۱۲ | ۸۲/۳۳۳۳ | | | | |
| ۰ | ۱۲ | ۸۳/۲۵۰۰ | | | | |

در غلظت‌های صفر درصد تا ۰,۷۵ درصد در سه سطح مختلف قرار داشته و دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

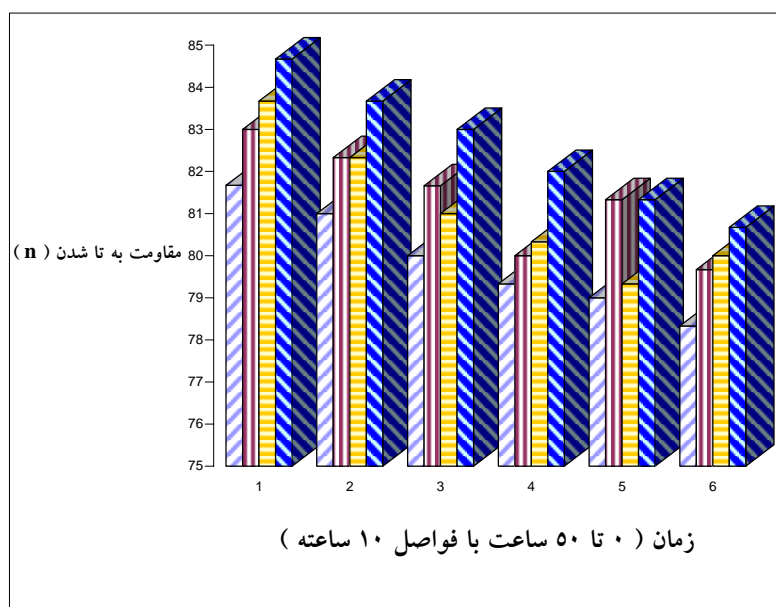
اما جدول (۷) کاملاً نشان می‌دهد که هر یک از سطوح مختلف زمان کهنه سازی نوری باعث کاهش مقاومت به تا شدن به میزان معنی‌داری شده است. و در ۵ سطح قرار می‌گیرد. و دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد. البته تغییر بین زمان ۴۰ و ۳۰، ۵۰ و ۴۰ ساعت معنی‌دار نبوده است.

در بررسی نمودار مربوط به تأثیر زمان و غلظت EDTA بر مقاومت به تا شدن کاغذ ساخته شده از خمیر اکالیپتوس کاهش مقاومت به تا شدن کاملاً واضح است (نمودار ۳).

جدول (۵) تحلیل واریانس دو طرفه در بررسی عوامل متغیر (زمان، غلظت EDTA) بر روی مقاومت به تا شدن نمونه‌های کاغذهای دست‌ساز از اکالیپتوس را نشان می‌دهد. عامل زمان، تأثیر بسیار معنی‌داری بر روی مقاومت به تا شدن نمونه‌های کاغذهای دست‌ساز داشته است.

در بررسی اثر متقابل عوامل متغیر در جدول (۵) مشاهده می‌شود که تأثیر زمان و غلظت EDTA بر مقاومت به تا شدن کاغذهای دست‌ساز، در سطح اعتماد ۰,۰۵٪ معنی‌دار نیست.

در بررسی سطوح مختلف ماده کی‌لیت کننده EDTA که در جدول (۶) انجام شده است مشخص است که میانگین تأثیر این ماده در بهبود خواص مقاومت به تا شدن



نمودار ۳ - تأثیر زمان و غلظت EDTA بر میزان مقاومت به تا شدن کاغذ ساخته شده از خمیر اکالیپتوس

شاخص مقاومت به ترکیدن

جدول ۸- تجزیه واریانس دو طرفه برای شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای دست ساز

اکالیپتوس تحت تاثیر زمان و غلظت EDTA

| منبع تغییر | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | P مقدار |
|------------------------|--------------|------------|----------------|---------|---------|
| EDTA | ۰/۰۱۳ | ۳ | ۰/۰۰۴ | ۰/۳۰۰ | ۰/۸۲۵ |
| زمان | ۱/۶۳۲ | ۵ | ۰/۳۲۶ | ۲۳/۰۴۸ | ۰/۰۰۰ |
| اثر متقابل زمان و EDTA | ۰/۰۰۱ | ۱۵ | ۹/۵۸۳۳۳۳ | ۰/۰۰۷ | ۱/۰۰۰ |
| خطا | ۰/۶۸۰ | ۴۸ | ۰/۰۱۴ | | |
| کل | ۲/۳۲۶ | ۷۱ | | | |

جدول ۹- آزمون دانکن تاثیر زمان بر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای دست ساز اکالیپتوس

| زمان | تعداد | زیر گروه | | | | |
|---------|-------|----------|--------|--------|--------|--------|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
| ۵۰ | ۱۲ | ۴/۰۴۰۰ | | | | |
| ۴۰ | ۱۲ | ۴/۱۲۵۰ | ۴/۱۲۵۰ | | | |
| ۳۰ | ۱۲ | | ۴/۲۲۲۵ | ۴/۲۲۲۵ | | |
| ۲۰ | ۱۲ | | | ۴/۳۱۷۵ | ۴/۳۱۷۵ | |
| ۱۰ | ۱۲ | | | | ۴/۳۸۷۵ | ۴/۳۸۷۵ |
| ۰ | ۱۲ | | | | | ۴/۴۸۰۰ |
| P مقدار | | ۰/۰۸۷ | ۰/۰۵۰ | ۰/۰۵۶ | ۰/۱۵۶ | ۰/۰۶۳ |

در بررسی سطوح مختلف ماده کی لیت کننده EDTA مشخص شد که میانگین تاثیر این ماده در بهبود خواص مقاومت شاخص مقاومت به ترکیدن در غلظت های صفر درصد تا ۰,۷۵ درصد در یک سطح مختلف قرار داشته و دارای تفاوت معنی دار نمی باشد.

اما جدول (۹) کاملاً نشان می دهد که هر یک از سطوح مختلف زمان کهنه سازی نوری باعث کاهش شاخص مقاومت به ترکیدن به میزان معنی داری شده است. و در ۴ سطح قرار می گیرد. و دارای تفاوت معنی دار

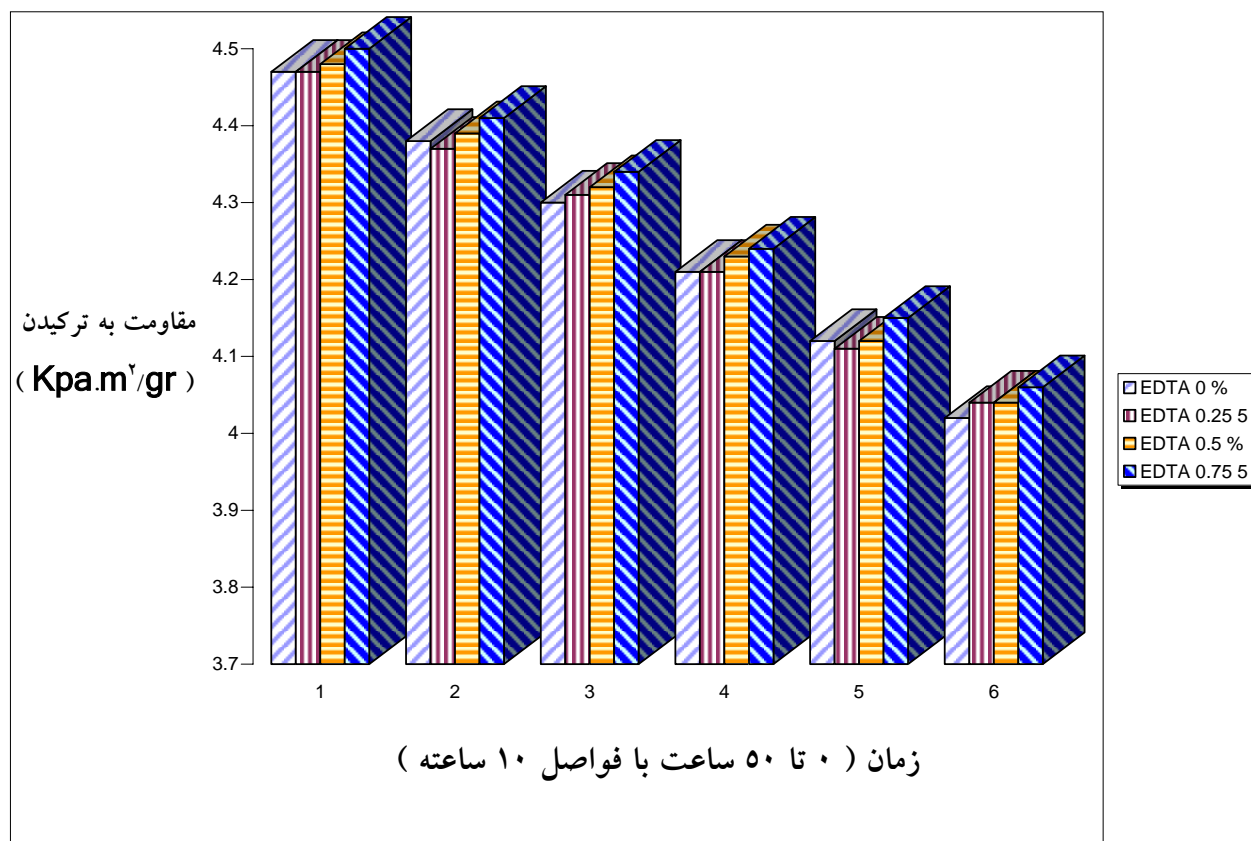
جدول (۸) تحلیل واریانس دو طرفه در بررسی عوامل متغیر (زمان، غلظت EDTA) بر روی شاخص مقاومت به ترکیدن نمونه های کاغذهای دست ساز از اکالیپتوس را نشان می دهد. عامل زمان، تاثیر بسیار معنی داری بر روی شاخص مقاومت به ترکیدن نمونه های کاغذهای دست ساز داشته است.

در بررسی اثر متقابل عوامل متغیر در جدول (۸) مشاهده می شود که تاثیر زمان و غلظت EDTA بر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای دست ساز، در سطح اعتماد ۰,۵٪ معنی دار نیست.

اکالیپتوس کاهش شاخص مقاومت به ترکیدن کاملاً واضح است (نمودار ۴).

می باشد. البته تغییر بین زمانهای ۰ و ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ساعت معنی دار نبوده است.

در بررسی نمودار مربوط به تأثیر زمان و غلظت EDTA بر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ ساخته شده از



نمودار ۴ - تأثیر زمان و غلظت EDTA بر میزان مقاومت به ترکیدن کاغذ ساخته شده از اکالیپتوس

شاخص مقاومت به کشش

جدول ۱۰- تجزیه واریانس دو طرفه برای شاخص مقاومت به کشش کاغذهای دست ساز اکالیپتوس تحت تأثیر زمان و غلظت EDTA

| منبع تغییر | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | آماره F | P مقدار |
|------------------------|--------------|------------|----------------|---------|---------|
| EDTA | ۰/۰۰۸ | ۳ | ۰/۰۰۳ | ۰/۱۴۴ | ۰/۹۳۳ |
| زمان | ۳۱/۷۳۵ | ۵ | ۶/۳۴۷ | ۳۴۰/۲۵۰ | ۰/۰۰۰ |
| اثر متقابل زمان و EDTA | ۰/۰۰۳ | ۱۵ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۹ | ۱/۰۰۰ |
| خطا | ۰/۸۹۵ | ۴۸ | ۰/۰۱۹ | | |
| کل | ۳۲/۶۴۱ | ۷۱ | | | |

جدول ۱۱- آزمون دانکن تاثیر زمان بر شاخص مقاومت به کشش کاغذهای دست‌ساز اکالیپتوس

| زمان | تعداد | زیر گروه | | | | | |
|---------|-------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
| ۵۰ | ۱۲ | ۵۷/۳۴۰۰ | | | | | |
| ۴۰ | ۱۲ | | ۵۷/۶۵۲۵ | | | | |
| ۳۰ | ۱۲ | | | ۵۸/۰۰۰۰ | | | |
| ۲۰ | ۱۲ | | | | ۵۸/۳۳۷۵ | | |
| ۱۰ | ۱۲ | | | | | ۵۸/۹۱۲۵ | |
| ۰ | ۱۲ | | | | | | ۵۹/۲۲۵۰ |
| P مقدار | | ۱/۰۰۰۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۱/۰۰۰۰ |

درصد تا ۰,۷۵ درصد در یک سطح قرار داشته و دارای تفاوت معنی دار نمی‌باشد. بنابراین سطح بهینه استفاده از ماده کی لیت کننده در این بررسی صفر درصد است.

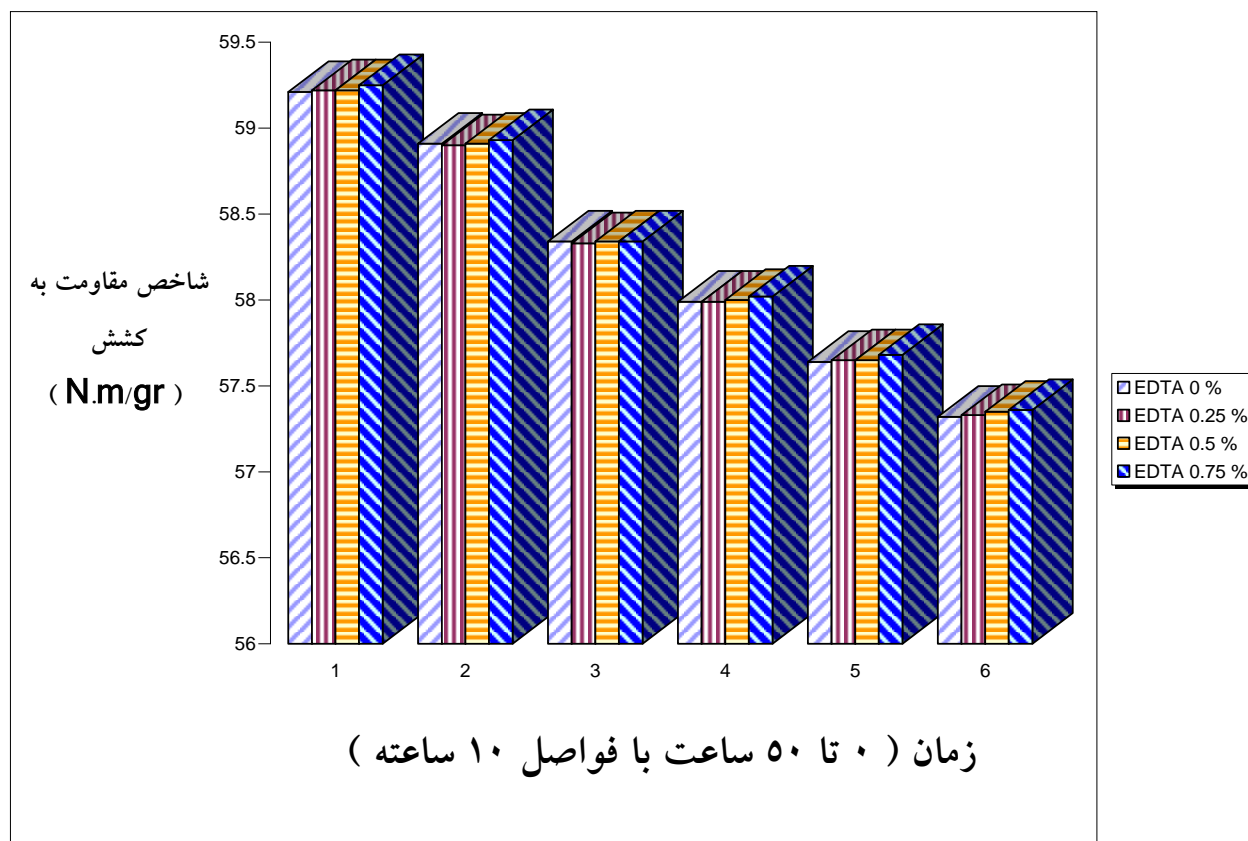
اما جدول (۱۱) کاملاً نشان می‌دهد که هر یک از سطوح مختلف زمان کهنه سازی نوری باعث کاهش شاخص مقاومت به کشش به میزان معنی داری شده است. در ۶ سطح قرار می‌گیرد. و دارای تفاوت معنی دار می‌باشد.

در بررسی نمودار مربوط به تأثیر زمان و غلظت EDTA بر شاخص مقاومت به کشش کاغذ ساخته شده از اکالیپتوس کاهش شاخص مقاومت به کشش کاملاً واضح است (نمودار ۵).

جدول (۱۰) تحلیل واریانس دو طرفه در بررسی عوامل متغیر (زمان، غلظت EDTA) بر روی شاخص مقاومت به کشش نمونه‌های کاغذهای دست‌ساز از اکالیپتوس را نشان می‌دهد. عامل زمان، تأثیر بسیار معنی داری بر روی شاخص مقاومت به کشش نمونه‌های کاغذهای دست‌ساز داشته است.

در بررسی اثر متقابل عوامل متغیر در جدول (۱۰) مشاهده می‌شود که تأثیر زمان و غلظت EDTA بر شاخص مقاومت به کشش کاغذهای دست‌ساز، در سطح اعتماد ۰,۵٪ معنی دار نیست.

در بررسی سطوح مختلف ماده کی لیت کننده EDTA مشخص شد که میانگین تأثیر این ماده در بهبود خواص مقاومت شاخص مقاومت به کشش در غلظت‌های صفر



نمودار ۵ - تأثیر زمان و غلظت EDTA بر شاخص مقاومت به کشش کاغذ ساخته شده از اکالیپتوس

بحث و نتیجه گیری

مقاومت به پاره شدن، مقاومت به تا شدن، شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به کشش کاغذهای دست‌ساز اکالیپتوس حاکی از آن است که عامل زمان تأثیر بسیار معنی‌داری بر روی مقاومت‌های کاغذ دارد.

در بررسی اثر متقابل عوامل متغیر مشاهده می‌شود که متغیر زمان و غلظت EDTA بر طول پاره شدن، شاخص مقاومت به پاره شدن، مقاومت به تا شدن، شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به کشش کاغذهای دست‌ساز، در سطح اعتماد ۰.۵٪ معنی‌دار نیست.

در بررسی سطوح مختلف ماده کی لیت کننده EDTA مشخص شد که میانگین تأثیر این ماده در بهبود خواص طول پاره شدن، شاخص مقاومت به پاره شدن، شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به کشش در

افزایش زمان کهنه سازی تسریع شده تأثیر منفی بر طول پاره شدن، شاخص مقاومت به پاره شدن، مقاومت به تا شدن، شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به کشش می‌گردد.

افزایش غلظت ماده کی لیت کننده EDTA سبب می‌گردد که طول پاره شدن، شاخص مقاومت به پاره شدن، مقاومت به تا شدن، شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به کشش نمونه کاغذهای دست‌ساز اکالیپتوس با نسبت کمتری افزایش پیدا کند و نقش مثبت این ماده در بهبود خواص مقاومتی کاملاً مشهود است.

تحلیل واریانس دو طرفه در بررسی عوامل متغیر (زمان، غلظت EDTA) بر روی طول پاره شدن، شاخص

سطوح مختلف زمان کهنه سازی نوری باعث کاهش شاخص مقاومت به ترکیدن به میزان معنی داری شده و در ۴ سطح قرار می گیرد. و دارای تفاوت معنی داری می باشد. البته تغییر بین زمانهای ۰ و ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ساعت معنی دار نبوده است.

سطوح مختلف زمان کهنه سازی نوری باعث کاهش شاخص مقاومت به کشش به میزان معنی داری شده و در ۶ سطح قرار گرفته و دارای تفاوت معنی داری می باشد.

منابع مورد استفاده

سازمان اسناد ملی ایران، مدیریت آماده سازی و مرمت اسناد. بررسی عوامل مخرب اسناد و روشهای حفاظت و درمان آن (مجموعه مقالات)، ۱۳۷۷.

بهلولی، شهناز. اثر محلول های اسید زدا بر پایداری خمیر های سلولزی، از نشریه 17 (VOL. RESTAURATOR (No 1: 1996).

استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۲۹: سال ۱۳۸۱، کاغذ اسناد - خصوصیات دوام و پایداری.

استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۳۳: سال ۱۳۸۰، کاغذ اسناد بایگانی - ویژگی های مربوط به دوام و پایداری.

افراوندی، الیاس. مبانی ویژگی های کاغذ، نشر علوم کشاورزی، چاپ اول، زمستان ۱۳۸۱.

سرو قد مقدم، ابولحسن. راهنمای حفاظت، نگهداری و مرمت کاغذ، انتشارات بنیاد پژوهش های اسلامی آستان قدس رضوی، ۱۳۷۶.

غلظت های صفر درصد تا ۰/۷۵ درصد در یک سطح قرار داشته و دارای تفاوت معنی دار نمی باشد. بنابراین سطح بهینه استفاده از ماده کی لیت کننده در این بررسی صفر درصد است.

اما در بررسی سطوح مختلف ماده کی لیت کننده EDTA مشخص است که میانگین تأثیر این ماده در بهبود خواص مقاومت به تاشدن در غلظت های صفر درصد تا ۰/۷۵ درصد در سه سطح مختلف قرار داشته و دارای تفاوت معنی دار می باشد.

سطوح مختلف زمان کهنه سازی نوری باعث کاهش طول پاره شدن به میزان معنی داری می شود و هر یک از زمان ها به طور مستقل تأثیر بسزایی در کاهش طول پاره شدن دارند. البته در این بین استثنایی وجود دارد که تغییر در بین زمان های ۳۰ و ۴۰ ساعت معنی دار نبوده است.

سطوح مختلف زمان کهنه سازی نوری باعث کاهش شاخص مقاومت پاره شدن به میزان معنی داری می شود و هر یک از زمان ها به طور مستقل تأثیر بسزایی در کاهش شاخص مقاومت پاره شدن دارند. البته تغییر بین زمان های ۴۰ و ۵۰، ۲۰ و ۳۰، ۱۰ و ۲۰ ساعت معنی دار نبوده است.

سطوح مختلف زمان کهنه سازی نوری باعث کاهش مقاومت به تاشدن به میزان معنی داری شده و در ۵ سطح قرار گرفته و دارای تفاوت معنی دار می باشد. البته تغییر بین زمان ۴۰ و ۵۰، ۳۰ و ۴۰ ساعت معنی دار نبوده است.

Investigation on possibility of making durable paper with imported Eucalyptus pulp

Khakifirooz, A.^{*1}, Mirshokraie, S².A., Hamasi, A³.H. Khademi islam, H.⁴ and Talaeepoor, M⁴.

1*- Corresponding author, Ph.D., Institute of Standard and Industrial Research of Iran, Karaj, akhakifirooz@yahoo.com

2- Professor , Chemistry Department, Payame noor Univrsity.

3- Associate Professor, Wood and paper group, Islamic Azad University, Iran.

4- Assistant Professor, Wood and paper group, Islamic Azad University, Iran.

Received: Jan. 2008 Accepted: May, 2008

Abstract

Permanent or durable paper is a kind of paper that has a high degree of permanence and is likely to retain the properties which influence readability and document handling when storing in a protected environment for a long period. Permanence depends mainly on the chemical stability of the paper itself. Stability may be impaired by chemical reactions involving the paper's own components and by reactive agents from the environment and human being i.e., from air or filing enclosures. Poor chemical stability produces a chain reaction which in long term storage has a pronounced adverse effect on the mechanical or optical properties of the document. The main reactions causing mechanical deterioration are acid hydrolysis and oxidation. Yellowing is due to photochemical and thermal processes. Whatever the fibers used to make paper are longer , alkaline paper making is used , cationic elements such as Fe^{+2} , Fe^{+3} , Cu^{+2} , Mn^{+2} and kappa number of pulp are minor, it is expected that the paper made is more permanent .In this research imported bleached Eucalyptus kraft pulp was used. The used pulp was refined according to tappi test method T248 cm-85 with PFI mill to reach freeness (300 ± 25) CSF at number of beating revolutions 12000 .Hand sheets were made according to SCAN C25-65 standard with grammage $70 \text{ gr}/\text{m}^2$. AKD sizing were used 2% oven dry weight of pulp and EDTA as chelating agent was used in concentrations 0 , 0.25 , 0.5 , 0.75 percent. For more assurance deionized water was used. furthermore, 20% calcium carbonate was used as residual alkaline and filler. Then hand sheets were laid under U.V radiation with wavelengths between 330 to 440 nm in 0,10, 20, 30, 40 and 50 hours interval and were conditioned in controlled temperature and relative humidity . pH of Extractive solutions were adjusted between 7 to 7.5 . At last, each strength indices were measured with three measurement frequencies and to compare the amount of mean strengths of produced handsheets, variation analysis (ANOVA) and Duncan test were used with SPSS software and the charts were drawn with Excel software. Variables (times of conditioning and EDTA concentrations) has significant effect on breaking length, and time of conditioning is strictly obvious. Conditioning time has significant effect on breaking length, tear resistance, folding endurance and burst strength. Increase of chelating agent (EDTA) concentration has significant effect on tear resistance, folding endurance, burst and tensile strength. Increase of radiation time on hand sheets causes decrease of tensile strength that is significant.

Key words: durable paper, imported Eucalyptus pulp, breaking length, strength indices.