مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد هجدهم، شماره دوم، ۱۳۹۰
www.gau.ac.ir/journals

# بررسی ویژگی‌های خمیرکاغذهای سودا و سودا- آنتراکینون از ساقه ذرت دانه‌ای

***محمدعلی حسین[۱]، سیدمحمدجواد سپیده‌دم[۲]، احمد جهان‌لتیباری[۳] و آژنگ تاج‌دینی[۲]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج- ایران، [۲]استادیار گروه تحقیقات علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج- ایران، [۳]دانشیار گروه تحقیقات علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج- ایران

تاریخ دریافت: ۸۸/۶/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۰

## چکیده

در این پژوهش خمیرکاغذسازی سودا و سودا- آنتراکینون از ساقه ذرت با اعمال مقادیر مختلف قلیائی و زمان پخت، مورد مطالعه قرار گرفت. متوسط طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف ساقه ذرت به‌ترتیب ۱/۰۳ میلی‌متر، ۲۳/٦٤ میکرومتر و ۵/۲٦ میکرومتر اندازه‌گیری شد و مقادیر مواد استخراجی الکل- استن حل، سلولز، لیگنین، مواد قابل‌حل در هیدروکسید سدیم ۱ درصد و خاکستر به‌ترتیب ۱۵، ۵۱/۲، ۲۳، ٤۵/۹۵ و ۲ درصد تعیین گردید. خمیرکاغذسازی سودا با استفاده از هیدروکسید سدیم در ٤ مقدار (۱۲، ۱٤، ۱٦ و ۱۸ درصد)، زمان پخت در ۲ سطح (۱۵ و ۳۰ دقیقه)، در دمای ۱٤۵ درجه سانتی‌گراد (ثابت) انجام گرفت. در فرایند سودا- آنتراکینون، مقدار مصرف آنتراکینون در تمام موارد ۰/۱ درصد در نظر گرفته شد. پس از تجزیه و تحلیل نتایج خمیرکاغذهای تهیه شده، دو خمیرکاغذ با قلیائی ۱۲ و ۱۸ درصد، زمان پخت ۱۵ دقیقه و دمای ۱٤۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب به‌عنوان خمیرکاغذ غیرقابل رنگ‌بری و قابل رنگ‌بری انتخاب شدند. افزودن این مقدار آنتراکینون اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های خمیرکاغذ نداشت اما اثر آن بر ویژگی‌های مقاومتی کاغذ از نظر آماری معنی‌دار بود. نتایج بررسی کاغذهای دست‌ساز نشان داد که خمیرکاغذ تولید شده با ۱۸ درصد قلیائی، ۰/۱ درصد آنتراکینون، ۱۵ دقیقه زمان پخت با طول پاره‌شدن (میانگین) ۸/۲۱ کیلومتر و

* مسئول مکاتبه: ma.hossein64@gmail.com



Archive of SID
www.SID.ir

شاخص مقاومت به کشش (میانگین) ۸۰/۵۹ نیوتن در متر بر گرم نسبت به دیگر شرایط خمیرکاغذسازی از مقاومت‌های بهتری برخوردار بود. شاخص مقاومت به پاره شدن خمیرکاغذ تولید شده با ۱۲ درصد قلیائی، ۰/۱ درصد آنتراکینون و زمان پخت ۱۵ دقیقه، ۱۰/٦ میلی‌نیوتن در مترمربع بر گرم اندازه‌گیری شده است. میانگین شاخص مقاومت به ترکیدن خمیرکاغذ تولید شده با ۱۸ درصد قلیائی، زمان پخت ۱۵ دقیقه و بدون مصرف آنتراکینون (معادل ٥/٤٧ کیلوپاسکال در مترمربع بر گرم) از مقاومت‌های بهتری برخوردار بودند.

***واژه‌های کلیدی:*** ساقه ذرت، سودا- آنتراکینون، بازده

## مقدمه

تقاضا برای خمیرکاغذ و کاغذ در بسیاری از کشورها و حتی کشورهایی که با کمبود منابع جنگلی مواجه هستند افزایش چشم‌گیری پیدا کرده است و پیش‌بینی می‌شود که مصرف جهانی کاغذ به حدود ٤٢٥ میلیون تن در سال ۲۰۰۹ برسد (فائو[1]، ۲۰۱۰). بنابراین به ناچار توجه به منابع مختلف الیاف لیگنوسلولزی و از آن جمله الیاف گیاهی غیرچوبی به‌دست آمده از فعالیت‌های کشاورزی رو به افزایش است. در واقع از ابتدا، زمانی‌که کاغذسازی اختراع شد الیاف گیاهی غیرچوبی به‌عنوان مواد اولیه اصلی تولید کاغذ مورد استفاده قرار می‌گرفتند و اولین کارخانه، در آمریکای‌شمالی با استفاده از ساقه گندم شروع به‌کار کرد (آتچیسون، ۱۹۸۷) اگرچه این شرایط زیاد ادامه نیافت و خیلی زود الیاف چوبی جایگزین الیاف غیرچوبی شدند، ولی تمام کشورها در دنیا دارای مقادیر کافی و مناسب چوب برای تامین نیاز خود نیستند (آتچیسون، ۱۹۸۷؛ آتچیسون، ۱۹۹۸) بنابراین، این کشورها بر روی الیاف گیاهی غیرچوبی تمرکز کرده و پژوهش‌های آن‌ها بر این جنبه از خمیرکاغذسازی متمرکز شده است. با وجودی که سهم خمیرکاغذ از منابع غیرچوبی‌ها ٦/٥ درصد از کل تولید خمیرکاغذ دنیا می‌باشد اما واضح است که این نرخ استفاده، افزایش پیدا خواهد کرد و الیاف بیش‌تری از باگاس، کاه و ساقه ذرت برای تولید کاغذ مورد استفاده قرار خواهد گرفت (آتچیسون، ۱۹۸۷).

در بین محصولات زراعی، ذرت از نظر سطح زیر کشت، مقام سوم در دنیا را دارد و در ایران نیز در سال زراعی ۸٦-۱۳۸۵ سطح زیر کشت، تولید و عملکرد آن به‌ترتیب ۳۰۷ هزار هکتار، ۲/۳٦۳

1- Food and Agriculture Organization



Archive of SID

www.SID.ir

میلیون تن و ۷٦۹۷ کیلوگرم در هکتار بوده است[1]. براساس آمارهای موجود در سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی (فائو)، در سال ۲۰۰٦ سطح زیر کشت ذرت جهان بالغ بر ۱٤۳ میلیون هکتار و تولید آن ۷۰۰ میلیون تن گزارش شده است.

با توجه به محدودیت سطح جنگل‌ها و به‌دنبال آن محدودیت در تامین چوب، به ناچار توجه به استفاده از منابع غیرچوبی گسترش یافته و در این زمینه پژوهش‌هایی انجام گرفته است:

جهان‌لتیباری و همکاران (۱۹۹٦) ویژگی‌های کاغذسازی ساقه ذرت دانه‌ای را با دو روش خمیرسازی کرافت و سودا مورد مطالعه قرار دادند. در این بررسی میانگین طول، قطر سلول، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف ساقه ذرت به‌ترتیب برابر ۰/۹۱ میلی‌متر، ۲۰/۱۲، ۱۰/٤۳ و ۵/۳ میکرون اندازه‌گیری شد. ترکیب شیمیایی آن شامل سلولز، لیگنین، خاکستر و مواد استخراجی محلول در آب گرم و مواد استخراجی محلول در سود سوزآور ۱ درصد به‌ترتیب ٤٤/٦٦، ۲۱/۲٤، ۵/۵، ۱۳/٤ و ۳۵/۹۱ درصد گزارش شده است. بازده، عدد کاپا و درجه روانی خمیر کاغذ سودا قبل از پالایش به‌ترتیب ٤۰/۵ درصد، ٤٦/۹ و ٦۰۱ میلی‌لیتر (استاندارد کانادایی) و مقادیر مشابه برای خمیرکاغذ کرافت به‌ترتیب ٤۷/۵ درصد، ۷۳/۵ و ۵۹۷ میلی‌لیتر تعیین شدند. طول پاره شدن خمیرکاغذ کرافت زیادتر از خمیرکاغذ سودا تعیین شده و سایر مقاومت‌ها مشابه بودند.

کوییند و همکاران (۲۰۰٤) عنوان می‌کنند که افزودن ۰/۰۵ درصد آنتراکینون (بر مبنای وزن خشک چوب) در شرایط استاندارد خمیرکاغذسازی کرافت برای رسیدن به عدد کاپای معمول، برتری‌هایی دارد. حداقل افزایش در بازده بعد از پخت به‌میزان ۰/۸ (میانگین ۱/۲ درصد)، کاهش مصرف خرده‌چوب نیز حداقل ۱/۸ درصد (میانگین ۲/٦ درصد)، کاهش مصرف مواد شیمیایی به‌میزان ۳/۵ درصد و کاهش در مواد جامد مایع پخت سیاه معادل ۵ درصد برای خمیرکاغذ تولیدی به‌دست آمده است. تغییر در پارامترهای فرآیندی و ویژگی‌های خمیرکاغذ شامل ۱۰ درصد کاهش در انرژی پالایش، ۳-۲ سانتی‌پواز[2] افزایش در گرانروی خمیرکاغذ رنگ‌بری شده، افزایش کمی در شاخص مقاومت به کشش و کاهش کم در شاخص مقاومت به پاره شدن عنوان شده است.

بیرد و هرتر (۲۰۰۵) تمام ساقه ذرت مغزگیری نشده را برای پخت‌های سودا و سودا- آنتراکینون مورد استفاده قرار دادند. سپس خمیرکاغذها به روش (فرآیندی) عاری از ترکیبات کلری (TCF)[3] رنگ‌بری

---

۱- آمارنامه کشاورزی ۱۳۸٦

2- Centipoises
3- Total Chlorine Free



Archive of SID

www.SID.ir

شدند. همچنین از روش خمیرکاغذسازی EAZP[1] که فرآیندی ٤ مرحله‌ای می‌باشد و برای گیاهان غیرچوبی مغزدار به ثبت رسیده است نیز استفاده شد. خمیرکاغذ رنگ‌بری شده از فرایند EAZP درجه روانی بالاتری نسبت به خمیرکاغذهای فرآیندهای متداول ولی رنگ‌بری شده داشتند. شاخص مقاومت به کشش، نرمی و ماتی این خمیرکاغذها برابر با خمیرکاغذهای پهن‌برگان بود. ولی شاخص مقاومت به پاره شدن آن‌ها پایین‌تر بود. پالایش خمیرکاغذهای EAZP آسان‌تر از خمیرکاغذهای مکانیکی بود.

هان و ریمزا (۱۹۹۹) از پوست، مغز و کل ساقه کنف برای تولید خمیرکاغذ به روش سودا- آنتراکینون استفاده کردند. دانسیته، درجه روانی، درجه روشنی، ماتی، نرمی، شاخص مقاومت به کشش، شاخص مقاومت به ترکیدن، شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذها، مورد ارزیابی قرار گرفتند. طبق نتایج این پژوهش، تولید خمیرکاغذ بادوام تجاری از کنف با استفاده از شرایط خمیرکاغذسازی شامل ۱۲ درصد NaOH، ۰/۱۵ درصد آنتراکینون و ۲ ساعت زمان پخت در ۱٦۰ درجه سانتی‌گراد امکان‌پذیر است.

با توجه به کمبود منابع چوبی در کشور ایران سعی شده است، پتانسیل پس‌ماند ذرت، به‌عنوان ماده اولیه الیاف غیرچوبی تولید کاغذ با استفاده از روش‌های مناسب (سودا و سودا- آنتراکینون) مورد بررسی قرار گیرد. هم‌چنین مقایسه‌ای بین دو فرآیند خمیرکاغذسازی سودا و سودا- آنتراکینون برای تولید کاغذی با مقاومت‌های قابل‌قبول و مناسب موردنظر قرار می‌گیرد.

## مواد و روش‌ها

**ماده اولیه:** ساقه‌های ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ مورد نیاز انجام این پژوهش از مزرعه آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج برداشت و به دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مهرشهر، آزمایشگاه علوم و صنایع چوب و کاغذ منتقل شد. ابتدا از هر یک از بسته‌های ذرت، نمونه‌ای به وزن ۵ کیلوگرم تهیه شده و سپس ساقه انتخاب و مغزگیری شده و پس از آن به قطعاتی به طول ۳-۲ سانتی‌متر تبدیل گردید. ساقه ذرت خرد شده به‌خوبی با هم مخلوط و در کیسه‌های پلاستیکی بزرگ ریخته شد. سپس درصد رطوبت ساقه ذرت، از طریق چند نمونه رطوبتی تعیین گردید و دهانه کیسه‌های پلاستیکی بسته شد. تمام آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری ابعاد الیاف، ترکیب شیمیایی ذرت و انجام پخت‌های شیمیایی با استفاده از آن انجام شد. برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف، ابتدا الیاف قطعات ساقه ذرت، طبق روش فرانکلین (۱۹٥٤) جداسازی شده و سپس ابعاد ۲۰۰ رشته فیبر با استفاده از میکروسکوپ پروژکتوردار اندازه‌گیری شد.

1- Initial Alkaline-Acid Chelation-Ozone-Pressurized Peroxide



Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری ترکیب‌های شیمیایی ساقه ذرت طبق دستورالعمل تاپی[1] (Tappi، ۱۹۹۹) به‌شرح زیر انجام گرفته است.

- سلولز: روش کروشنر- هوفر
- لیگنین: T 222 om-98
- خاکستر: T 211 om-93
- مواد استخراجی محلول در هیدروکسید سدیم ۱ درصد: T 212 om-98
- مواد استخراجی محلول در الکل- استون: T 204 cm-97

**تهیه خمیرکاغذ:** برای هر پخت، ۱۰۰ گرم ماده اولیه (بر مبنای وزن خشک) در دیگ پخت ریخته و پس از پایان پخت مقدار مشخصی از مایع پخت سیاه پس از عبور از صافی ۲۰۰ مش به داخل یک بشر ریخته می‌شود. پس از گذشت زمان ۳۰ دقیقه و به تعادل رسیدن دما، pH آن اندازه‌گیری شده و جداسازی خمیرکاغذ از مایع پخت با استفاده از آب جوش انجام می‌شود. خمیرکاغذ به‌دست آمده برای شستشو، بر روی غربال ۱۰۰ مش مستقر بر روی غربال ١٤ انتقال داده شده و شستشو توسط آب پرفشار انجام گرفته است. مقدار الیاف باقی‌مانده روی غربال ١٤ مش به‌عنوان وازده و مقدار الیاف عبور کرده از غربال ١٤ مش و باقی‌مانده روی الک ۱۰۰ مش به‌عنوان خمیرکاغذ قابل‌قبول گزارش گردید. خمیرکاغذ به‌دست آمده به‌صورت مرطوب در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی شد و برای جلوگیری از تخریب، در یخچال نگهداری شده تا در مراحل بعدی مورد استفاده قرار گیرد. الیاف وازده در اتو خشک، و وزن خشک آن تعیین گردید.

در بررسی استفاده از فرایند سودا و سودا- آنتراکینون بر بازده و عدد کاپای خمیرکاغذ، زمان در ۲ سطح ۱۵ و ۳۰ دقیقه، قلیائی در ٤ سطح ۱۲، ١٤، ١٦ و ۱۸ درصد (بر مبنای NaOH)، مقدار آنتراکینون در ۲ سطح صفر و ۰/۱ درصد و دما ١٤٥ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. از بین خمیرکاغذهای تهیه شده، شرایط زمان پخت ۱۵ دقیقه و دمای ١٤٥ درجه سانتی‌گراد در ۲ سطح قلیائی ۱۲ درصد (برای کاغذ قهوه‌ای) و ۱۸ درصد (برای کاغذ قابل رنگ‌بری) به‌عنوان تیمارهای برتر انتخاب شده و برای تعیین اثر آنتراکینون بر مقاومت‌های خمیرکاغذ، از ۰/۱ درصد آنتراکینون استفاده شد.

1- Technical Association of the Pulp and Paper Industry



Archive of SID

www.SID.ir

تعیین ویژگی‌های خمیرکاغذ بر طبق دستورالعمل‌های مربوطه آیین‌نامه تاپی به‌شرح زیر انجام گرفت:

| | | | |
|---|---|---|---|
| عدد کاپا: | T 236 om-99 | شاخص مقاومت به پاره شدن: | T 414 om-88 |
| درجه روانی: | T 227 om-99 | طول پاره شدن: | T 494 om-96 |
| پالایش: | T 248 cm-85 | شاخص مقاومت به کشش: | T 494 om-96 |
| کاغذ دست‌ساز: | T 205 om-88 | شاخص مقاومت به ترکیدن: | T 403 om-97 |
| ضخامت: | T 551 om-98 | | |

**محاسبات آماری:** تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به بازده، عدد کاپا و همچنین خصوصیات مقاومتی خمیرکاغذهای تهیه شده براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. پس از تشکیل جدول تجزیه واریانس، با توجه به سطح معنی‌دار بودن، اختلاف میانگین‌ها به روش دانکن (DMRT)[1] مورد بررسی قرار گرفت.

## نتایج و بحث

ابعاد الیاف ساقه ذرت شامل طول، قطر، قطر حفره سلولی به‌ترتیب معادل ۱/۰۳ میلی‌متر، ۲۳/٦٤ میکرون و ۱۸/۳۷ میکرون اندازه‌گیری شده است. با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده، ضرایب بیومتریک الیاف ساقه ذرت شامل ضریب لاغری، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل به‌ترتیب ٤۳/۵۷، ۷۷/۷ و ۲۸/٦۹ درصد محاسبه شده است. مقدار سلولز ساقه ذرت ۵۱/۲ درصد و مقدار لیگنین آن ۲۳ درصد اندازه‌گیری شد. مقدار لیگنین ذرت در مقایسه با سوزنی‌برگان کم‌تر می‌باشد و این عامل در انتخاب ذرت به‌عنوان ماده اولیه در کاغذسازی برتری خوبی است. مقدار مواد استخراجی محلول در الکل- استون ساقه ذرت، ۱۵ درصد، و مواد قابل‌حل در هیدروکسید سدیم ۱ درصد نیز ٤۵/۹۵ درصد اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های خمیرکاغذ سودا و سودا- آنتراکینون از ساقه ذرت در جدول ۱ خلاصه شده است.

1- Duncan's Multiple Range Test



Archive of SID

www.SID.ir

**جدول ۱- تأثیر قلیائی و زمان پخت بر ویژگی‌های خمیرکاغذ سودا و سودا- آنتراکینون از ساقه ذرت (دمای پخت، ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد).**

| قلیائیت (درصد) | زمان (دقیقه) | آنتراکینون (درصد) | بازده قابل‌قبول (درصد) | وازده (درصد) | بازده کل (درصد) | عدد کاپا | pH مایع پخت سیاه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۲ | ۳۰ | ۰ | ۳۸/۱۱ | ٦/٤٧ | ٤٤/۸٥ | ٦٤/۲ | ۹/۸٥ |
| ۱٤ | | | ۳۹/۸٤ | ۲/۱۳ | ٤۱/۹۷ | ٥۲/۱ | ۹/۸۷ |
| ۱٦ | | | ٤۱ | ۰/٥۷ | ٤۱/٦ | ۳۲/٦ | ۱۰/٥۹ |
| ۱۸ | | | ۳۸/۹۸ | ۰/۰۹ | ۳۹/۰۷ | ۲۹/۱ | ۱۱/٦۷ |
| ۱۲ | ۱٥ | ۰ | ۳۷/٥۱ | ٥/۷۱ | ٤۳/۲۳ | ٥۷/۹ | ۹/٤۸ |
| ۱٤ | | | ۳۷/٥۹ | ۳/٥٤ | ٤۱/۱٤ | ٤٦/۲ | ۱۰/۲۹ |
| ۱٦ | | | ۳۹/٦٤ | ۱/۷۹ | ٤۱/٤۳ | ۳۳/۹ | ۱۱/۳۲ |
| ۱۸ | | | ۳۹/٦۲ | ۰/۳۷ | ٤۰ | ۲۳/۱ | ۱۲/۱۲ |
| ۱۲ | ۳۰ | ۰/۱ | ۳۸/۹٦ | ٥/۸ | ٤٤/۷٤ | ٦۳ | ۹/٦۲ |
| ۱٤ | | | ۲۷/٤۰ | ۲/٤٥ | ٤۲/۷۲ | ٤۳ | ۱۰/۳٤ |
| ۱٦ | | | ۳۹/۰۳ | ۰/٤٤ | ۳۹/٤۷ | ۳۲/۷ | ۱۰/۸۹ |
| ۱۸ | | | ۳۹/۳۹ | ۰/۱۷ | ۳۹/٥٦ | ۲۰/٤ | ۱۱/٥۱ |
| ۱۲ | ۱٥ | ۰/۱ | ۳٥/۱۲ | ۸/۳۹ | ٤۳/٥۱ | ٥۰/۳ | ۹/٥۸ |
| ۱٤ | | | ۳۸/۰۱ | ۳/٥ | ٤۱/٥۲ | ۳۹/۲ | ۱۰/٤۷ |
| ۱٦ | | | ٤۰ | ۰/٦۸ | ٤۰/٦۷ | ۲۸/۷ | ۱۱/۲۳ |
| ۱۸ | | | ۳۸/۸ | ۰/٦٦ | ۳۹/٤٦ | ۲۲/٦ | ۱۲/۳۹ |

تجزیه واریانس تأثیر عوامل متغیر پخت بر صفات مورد بررسی خمیرکاغذ در جدول ۳ خلاصه شده است.



Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذ سودا و سودا- آنتراکینون از ساقه ذرت دانه‌ای (زمان پخت، ۱۵ دقیقه و دمای پخت ۱۴۵ درجه سانتی گراد).

| قلیایی (درصد) | آنتراکینون (درصد) | بازده قابل قبول (درصد) | بازده کل (درصد) | عدد کاپا | درجه روانی (میلی‌لیتر) قبل از پالایش | درجه روانی (میلی‌لیتر) بعد از پالایش | ضخامت* (میکرومتر) | شاخص مقاومت به کشش (نیوتن.متر بر گرم) | طول پاره شدن (کیلومتر) | شاخص مقاومت به ترکیدن (کیلوپاسکال مترمربع بر گرم) | شاخص مقاومت به پاره شدن (میلی‌نیوتن مربع بر گرم) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۲ | ۰ | ۳۷/۰۲ | ٤٥/۹۳ | ٥۹/٦۱ | ٥۸۸ | ۳۳۳ | ۹٦ | ٦۲/۱۷ | ٦/٥٤ | ٤/٥۰$^{b}$ | ۹/٤۰$^{ab}$ |
| ۱۸ | | ٤۰/٥۸ | ٤۱/۳۲ | ۲۱/٥٤ | ٦۲۹ | ۳۳۳ | ۹٤ | ۷۲/۷٤ | ۷/٤۱ | ٥/٤۷$^{a}$ | ۹/۹٥$^{ab}$ |
| ۱۲ | ۰/۱ | ۳۷/٥۸ | ٤٦/۲۲ | ٥۲/۹٤ | ٥۸۸ | ۳۷۱ | ۸٥ | ۷۰/۸٦ | ۷/۱۷ | ٤/۲۹$^{b}$ | ۱۰/٦۱$^{a}$ |
| ۱۸ | | ٤۰/۹۱ | ٤۱/۳۷ | ۲۲/۰۹ | ٥٤۹ | ۳۷۱ | ۷٤ | ۸۰/٥۹ | ۸/۲۱ | ٤/۷۱$^{b}$ | ۹/۳۰$^{b}$ |

*کاغذ دست‌ساز با وزن پایه ۹۰ گرم بر مترمربع.



www.SID.ir

**جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر عوامل متغیر پخت بر صفات مورد بررسی خمیرکاغذ.**

| منبع تغییرات | صفات | درجه آزادی (df) | مجموع مربعات (ss) | میانگین مربعات (ms) | مقدار F |
|---|---|---|---|---|---|
| زمان (۲ سطح) | بازده کل | ۱ | ۱/۷٤۸ | ۱/۷٤۸ | ۰/۳٥٥ |
| | بازده قابل‌قبول | ۱ | ۱٦/۱٤ | ۱٦/۱٤ | ۳/٦٥ |
| | عدد کاپا | ۱ | ۲۳۲/٤۹ | ۲۳۲/٤۹ | ۱۰/۹۷** |
| آنتراکینون (AQ) (۲ سطح) | بازده کل | ۱ | ۰/٤۸ | ۰/٤۸ | ۰/۰۹۸ |
| | بازده قابل‌قبول | ۱ | ۱/۳۸ | ۱/۳۸ | ۰/۳۱۳ |
| | عدد کاپا | ۱ | ۲۸۹/٦۹ | ۲۸۹/٦۹ | ۱۳/٦۷** |
| قلیائی (٤ سطح) | بازده کل | ۳ | ۱۳٤/٥۸ | ٤٤/۸٦ | ۹/۱۰** |
| | بازده قابل‌قبول | ۳ | ۳۹/٥۰ | ۱۳/۱٦ | ۲/۹۸ |
| | عدد کاپا | ۳ | ۸٥۱۲/٥۸ | ۲۸۳۷/٥۲ | ۱۳۳/۹٦** |
| زمان * AQ | بازده کل | ۱ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۰٥ |
| | بازده قابل‌قبول | ۱ | ۰/۸۸ | ۰/۸۸ | ۰/۱۹۹ |
| | عدد کاپا | ۱ | ۰/۳۸ | ۰/۳۸ | ۰/۰۱۸ |
| زمان × قلیائی | بازده کل | ۳ | ۸/۹۰ | ۲/۹٦ | ۰/٦۰۲ |
| | بازده قابل‌قبول | ۳ | ۱۳/۹٦ | ٤/٦٥ | ۱/۰٥ |
| | عدد کاپا | ۳ | ۱۲۷/٦٥ | ٤۲/٥٥ | ۲/۰۰۹ |
| قلیائی × AQ | بازده کل | ۳ | ٦/۷۹ | ۲/۲٦ | ۰/٤٥۹ |
| | بازده قابل‌قبول | ۳ | ۳ | ۱/۰۰۲ | ۰/۲۲۷ |
| | عدد کاپا | ۳ | ٤۷/۲۸ | ۱٥/۷٦ | ۰/۷٤٤ |
| خطا | بازده کل | ۳۳ | ۱٦۲/٦٦ | ٤/۹۲ | |
| | بازده قابل‌قبول | ۳۳ | ۱٤٥/۷۱ | ٤/٤۱ | |
| | عدد کاپا | ۳۳ | ٦۹۸/٦۹ | ۲۱/۱۸ | |

اثر زمان و مقدار آنتراکینون بر بازده کل معنی‌دار نبود. اما اثر قلیائی بر روی بازده کل و عدد کاپا در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. ولی اثر متقابل زمان و آنتراکینون، زمان و قلیائی و آنتراکینون و قلیائی نیز معنی‌دار نبودند (جدول ۳). گروه‌بندی دانکن اثر قلیائی بر بازده کل و عدد کاپای خمیرکاغذ در جدول ٤ نشان داده شده است.



Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- گروه‌بندی دانکن اثر قلیائی بر ویژگی‌های خمیرکاغذ.

| قلیائی (درصد) | میانگین بازده کل (درصد) | میانگین عدد کاپا |
|---|---|---|
| ۱۲ | ٤٤/۰۸$^{a}$ | ۵۸/۸۸$^{d}$ |
| ۱٤ | ٤۱/۸۳$^{b}$ | ٤۵/۱۹$^{c}$ |
| ۱٦ | ٤۰/۷۹$^{bc}$ | ۳۱/۹۷$^{b}$ |
| ۱۸ | ۳۹/۵۰$^{c}$ | ۲۳/۸۲$^{a}$ |

تأثیر زمان پخت بر میانگین وازده معنی‌دار بوده و میانگین‌ها در دو گروه قرار گرفته‌اند. وازده پخت‌های با زمان ۱۵ دقیقه به مقدار ۳/۰۸ درصد در یک گروه و وازده پخت‌های ۳۰ دقیقه‌ای به مقدار ۲/۳۰ درصد در گروه دیگر قرار گرفته است.

از جدول تجزیه واریانس مشخص است که اثر زمان پخت بر عدد کاپا در سطح ۱ درصد معنی‌دار است و میانگین آن در دو گروه مجزا قرار می‌گیرد. عدد کاپای خمیرکاغذ با پخت ۱۵ دقیقه‌ای در یک گروه و عدد کاپای خمیرکاغذ با پخت ۳۰ دقیقه‌ای در گروه دیگر قرار گرفته است که به‌نظر می‌رسد دلیل آن کندانس شدن لیگنین باشد. از آنجایی‌که ساقه ذرت همی‌سلولز زیادی دارد، در نتیجه اسیدهای آلی زیادتری در هنگام فرآیند ساخت خمیرکاغذ به‌وجود می‌آیند و این پدیده باعث کاهش pH شده و احتمالاً باعث کندانس شدن لیگنین (نشست دوباره لیگنین بر روی الیاف) می‌شود. همان‌طورکه در جدول ۱ مشاهده می‌شود در قلیائی ۱٦ و ۱۸ درصد به‌علت میزان بالای قلیائی به‌رغم تولید اسیدهای آلی، به‌دلیل خاصیت بافرکنندگی هیدروکسید سدیم، کندانس شدن لیگنین کم‌تر بوده و عدد کاپا بسیار پایین‌تر از قلیائی ۱۲ و ۱٤ درصد می‌باشد. در این حالت pH مایع پخت به حدود ۹/٦-۹/۳ رسیده است.

اثر آنتراکینون بر عدد کاپا در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده و سطوح این تیمار در گروه‌های مجزا قرار می‌گیرند. عدد کاپای خمیرکاغذ سودا (٤۲/٤۲) در یک گروه و عدد کاپای خمیرکاغذ سودا-آنتراکینون (۳۷/۵۱) در گروه دیگر قرار گرفته است. بنابراین با افزایش ۰/۱ درصد آنتراکینون، مقدار میانگین عدد کاپا از ٤۲/٤۲ به ۳۷/۵۱ کاهش پیدا کرده است.

از تیمارهای برتر مقادیر زیادتری خمیرکاغذ تهیه و از آن‌ها برای ساخت کاغذ دست‌ساز و تعیین خواص مقاومتی استفاده شد. با وجودی‌که، اثر آنتراکینون بر بازده کل، بازده قابل‌قبول و وازده معنی‌دار نبود، ولی اثر آن بر روی عدد کاپا معنی‌دار بوده است. به‌رغم معنی‌داری آماری اثر آنتراکینون بر عدد کاپا، میزان کاهش عدد کاپا در اثر افزودن آنتراکینون از نظر صنعتی به‌خصوص برای شرایط ۱۸ درصد



Archive of SID

www.SID.ir

قلیائی که به‌عنوان خمیرکاغذ قابل رنگ‌بری در نظر گرفته می‌شود منطقی نمی‌باشد (در حدود ۲ تا ۲/۵ واحد)، زیرا انتظار می‌رود که با افزایش ۰/۱ درصد آنتراکینون، مقدار عدد کاپا بسیار بیش‌تر کاهش پیدا کند (که در مورد ساقه ذرت چنین اتفاقی نیفتاد). بنابراین خمیرکاغذهای بدون آنتراکینون به‌عنوان تیمار برتر از نظر بازده کل و عدد کاپا معرفی می‌شوند.

از آنجایی‌که احتمال دارد، به‌رغم معنی‌دار نبودن اثر آنتراکینون بر بازده کل و عدد کاپا، استفاده از این ماده در ارتقاء مقاومت‌های کاغذ مؤثر باشد، بنابراین از تیمار آنتراکینون نیز برای ساخت کاغذ دست‌ساز استفاده شد.

اثر مستقل قلیائی و آنتراکینون بر شاخص مقاومت به کشش، طول پاره شدن، شاخص مقاومت به ترکیدن و همچنین ضخامت ورقه کاغذ معنی‌دار بود. اما اثر قلیائی بر شاخص مقاومت به پاره شدن معنی‌دار نبود. در جدول ۲ گروه‌بندی دانکن اثر قلیائی بر شاخص مقاومت به کشش، شاخص مقاومت به ترکیدن و طول پاره شدن نشان داده شده است.

با توجه به این‌که اثر آنتراکینون بر شاخص مقاومت به کشش معنی‌دار شده است بنابراین میانگین این مقاومت برای خمیرکاغذ سودا (٦٨/٤٦ نیوتن‌متر بر گرم) در یک گروه و میانگین آن در مورد خمیرکاغذ سودا- آنتراکینون (٧٥/٧٢ نیوتن‌متر بر گرم) در گروه دیگر قرار دارد. طول پاره شدن نیز وضعیت مشابهی را نشان می‌دهد. میانگین طول پاره شدن خمیرکاغذ سودا (٦/٩٧ کیلومتر) کم‌تر از میانگین طول پاره شدن خمیرکاغذ سودا- آنتراکینون (٧/٧١ کیلومتر) است. به این معنی که با افزودن آنتراکینون به پخت‌های سودا، مقاومت فوق به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد.

نتایج گروه‌بندی شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ نشان می‌دهد که این ویژگی خمیرکاغذ سودا با میانگین ٤/٩٩ کیلوپاسکال در مترمربع بر گرم و خمیرکاغذ سودا- آنتراکینون با میانگین ٤/٥ کیلوپاسکال در مترمربع بر گرم در دو گروه متفاوت قرار می‌گیرند و کاغذهای خمیرکاغذ سودا مقاومت بیش‌تری دارند.

ضخامت ورقه کاغذ دست‌ساز سودا با میانگین ٩٤/٨٦ میکرومتر در گروه اول و سودا- آنتراکینون با میانگین ٧٩/٢١ میکرومتر در گروه دوم قرار می‌گیرد.

از جدول گروه‌بندی میانگین‌ها (جدول ۲) مشخص می‌شود که اثر متقابل قلیائی و آنتراکینون بر شاخص مقاومت به کشش و طول پاره شدن معنی‌دار نمی‌باشد. اما اثر متقابل آن بر شاخص مقاومت به پاره شدن در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. اثر متقابل قلیائی و آنتراکینون بر شاخص مقاومت به ترکیدن در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. ضخامت نیز کاملاً تحت‌تأثیر اثر متقابل قلیائی و آنتراکینون قرار گرفت و در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است.



Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به گروه‌بندی‌های انجام گرفته مشخص می‌شود که بهترین شاخص مقاومت به پاره شدن در شرایط ۱۲ درصد قلیائی و ۰/۱ درصد آنتراکینون به‌دست آمده است. به‌علاوه بیش‌ترین مقدار شاخص مقاومت به ترکیدن در اثر متقابل بین قلیائی ۱۸ درصد و آنتراکینون صفر درصد با میانگین ۵/٤۷ ایجاد شده است.

## نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که تغییر شرایط پخت، اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های خمیرکاغذ سودا و سودا- آنتراکینون ایجاد کرده است. تغییر زمان پخت، تغییرات معنی‌داری بر روی بازده کل، بازده قابل‌قبول، وازده و عدد کاپای خمیرکاغذ ایجاد نکرد. همچنین با افزودن آنتراکینون تغییرات معنی‌داری برروی بازده کل، بازده قابل‌قبول و وازده به‌دست نیامد، اما عدد کاپای خمیرکاغذ به‌طور معنی‌داری تغییر پیدا کرد.

با افزایش میزان هیدروکسید سدیم در پخت‌های سودا، بازده کاهش پیدا کرده است. زیرا در غلظت زیادتر هیدروکسید سدیم واکنش لیگنین‌زدایی تسریع می‌شود. البته باید توجه داشت که با افزایش بیش از اندازه هیدروکسید سدیم، ساختار سلولز نیز صدمه دیده و باعث تخریب ویژگی‌های مقاومتی خمیرکاغذ می‌گردد. در نتیجه دست‌یابی به حد مناسب این عوامل در فرآیند خمیرکاغذسازی امری ضروری می‌باشد. در این پژوهش بیش‌ترین بازده کل برای خمیرکاغذ قهوه‌ای در ۱۲ درصد قلیائی، آنتراکینون صفر درصد و زمان ۱۵ دقیقه با میانگین ٤٦/۳۳ درصد و برای خمیرکاغذ قابل رنگ‌بری در ۱۸ درصد قلیائی، بدون آنتراکینون و ۱۵ دقیقه زمان با میانگین ٤۱/۳۲ درصد بود. در این زمینه پژوهش‌هایی نیز صورت گرفته است. کریستووا و تیسوت (۱۹۹۵) بازده کل خمیرکاغذ از دو نوع ماده غیرچوبی بومی (*Caltropis procera usher* و *Hibiscuc sabdariffa*) با روش سودا- آنتراکینون و سودا را به‌ترتیب ٤٦-٤۳ درصد و ٤۹-٤۷ درصد گزارش کردند. در پژوهش دیگری کریستووا و کارار (۱۹۹۸) بازده کل خمیرکاغذ سودا- آنتراکینون از گونه آکاسیا را براساس شرایط مختلف، ۵۱/٦-٤٦/٦ درصد گزارش کردند. علی و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی پخت‌های سودا- آنتراکینون از ساقه پنبه براساس شرایط مختلف، بیش‌ترین بازده کل را ٤٦/۱٤ درصد و کم‌ترین آن را ۳۲/۸۱ درصد بیان می‌کنند. توتوس و اروگلو (۲۰۰۱) بازده کل خمیرکاغذ از ساقه گندم با روش‌های سودا و سودا- آنتراکینون را به‌ترتیب ٤۵ و ٤٦/۹٤ درصد به‌دست آوردند. الم و همکاران (۲۰۰۱) این



Archive of SID

www.SID.ir

ویژگی را برای خمیرکاغذ به‌دست آمده از سوزنی‌برگان با روش سودا- آنتراکینون، ٤٧/١ درصد به‌دست آوردند و عنایتی و همکاران (٢٠٠٩) بازده کل خمیرکاغذ به‌دست آمده از ساقه کلزا را ٤٩/٧-٣٦/٩ درصد گزارش کردند.

با افزایش میزان هیدروکسید سدیم فرآیند لیگنین‌زدایی تسریع شده و عدد کاپا کاهش می‌یابد. در این پژوهش بیش‌ترین عدد کاپا (٥٩/٦١) مربوط به خمیرکاغذ به‌دست آمده از ١٢ درصد قلیائی، بدون آنتراکینون، دمای ١٤٥ درجه سانتی‌گراد و زمان ١٥ دقیقه و کم‌ترین (٢١/٥٧) مربوط به خمیرکاغذ به‌دست آمده از ١٨ درصد قلیائیت، بدون آنتراکینون، زمان ١٥ دقیقه و دمای ١٤٥ درجه سانتی‌گراد می‌شود.

زیادترین شاخص مقاومت به پاره شدن (١٠/٦ میلی‌نیوتن در مترمربع بر گرم) از شرایط پخت ١٢ درصد قلیائی، ٠/١ درصد آنتراکینون، دمای ١٤٥ درجه سانتی‌گراد و ١٥ دقیقه زمان پخت مشاهده شد.

شاخص مقاومت به کشش را می‌توان ترکیبی از اثر شاخص مقاومت به پاره شدن، تا خوردن و شاخص مقاومت به ترکیدن دانست. شاخص مقاومت به کشش رابطه نزدیکی با پتانسیل تشکیل اتصال بین الیاف دارد و هرچه این پتانسیل بیش‌تر باشد، شاخص مقاومت به کشش و در نتیجه طول پاره شدن بیش‌تر می‌شود. اما طول الیاف و سالم بودن آن نیز نقش مهمی بر روی این مقاومت دارد. از این رو انتظار می‌رود که با افزودن آنتراکینون به‌دلیل پایدار کردن کربوهیدرات‌ها و سالم‌تر ماندن الیاف، میزان شاخص مقاومت به کشش و طول پاره شدن افزایش پیدا کند. قابل‌توجه است که با افزایش میزان قلیائی افزوده شده از ١٢ درصد به ١٨ درصد، شاخص مقاومت به کشش افزایش چشم‌گیری داشته است که علت این امر را می‌توان تجزیه بیش‌تر لیگنین دانست. زمانی‌که لیگنین بیش‌تری از دیواره الیاف خارج می‌شود، انعطاف‌پذیری الیاف بیش‌تر شده و پالایش ثانویه مؤثرتر خواهد بود و پیوندهای هیدروژنی مؤثر در شاخص مقاومت به کشش بیش‌تر تشکیل می‌شوند. بیش‌ترین میزان شاخص مقاومت به کشش و طول پاره شدن در شرایط ١٨ درصد قلیائی و ٠/١ درصد آنتراکینون به‌ترتیب با میانگین ٨٠/٥٩ نیوتن‌متر بر گرم و ٨/٢١ کیلومتر به‌دست آمدند.

شاخص مقاومت به ترکیدن نیز به‌میزان نواری شدن و درهم‌رفتگی الیاف و همچنین میزان پیوندهای هیدروژنی بین الیاف بستگی دارد. بنابراین با افزایش میزان قلیائی و پهن‌تر شدن الیاف به‌دلیل انحلال بیشتر لیگنین در دیواره سلولی انتظار می‌رود که شاخص مقاومت به ترکیدن افزایش پیدا کند.

بیش‌ترین شاخص مقاومت به ترکیدن در این پژوهش مربوط به شرایط ١٨ درصد قلیائی و بدون آنتراکینون با میانگین ٥/٤٩ کیلوپاسکال در مترمربع بر گرم می‌باشد.

در این زمینه برای مقایسه ویژگی‌های مورد ارزیابی با سایر پژوهش‌ها، به چند مورد اشاره می‌شود.



Archive of SID

www.SID.ir

کریستووا و کارار (۱۹۹۸) مقاومت‌های به‌دست آمده از گونه آکاسیا را براساس شرایط مختلف پخت شامل شاخص مقاومت به پاره شدن ۹/٦-۸/۳ نیوتن‌متر بر گرم و شاخص مقاومت به ترکیدن ۸/۳-۵/٦ کیلوپاسکال در مترمربع بر گرم گزارش کردند.

توتوس و اروگلو (۲۰۰۱) مقاومت‌های خمیرکاغذ ساقه گندم به‌دست آمده از روش‌های سودا و سودا- آنتراکینون را، طول پاره شدن به‌ترتیب ۵/٦۵ و ٦/۷۵ کیلومتر، شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای دست‌ساز به‌ترتیب ۳/۵ و ٤/۹۸ کیلوپاسکال در مترمربع بر گرم و شاخص مقاومت به پاره شدن نیز به‌ترتیب ٦/۰٤ و ۳/۹ میلی‌نیوتن در مترمربع بر گرم گزارش کردند.

الم و همکاران (۲۰۰۱) نیز ویژگی‌های مقاومتی کاغذ به‌دست آمده از سوزنی‌برگان با روش سودا- آنتراکینون و کرافت را؛ شاخص مقاومت به کشش به‌ترتیب ۷۳ و ۷٦ نیوتن‌متر بر گرم و شاخص مقاومت به پاره شدن نیز برای هر دو خمیرکاغذ مشابه و ۱۸ میلی‌نیوتن در مترمربع بر گرم عنوان کردند.

با توجه به بازده، عدد کاپا و ویژگی‌های مقاومتی خمیرکاغذهای مورد بررسی، ساقه ذرت را می‌توان به‌عنوان یک منبع قابل دسترس برای تولید کاغذ در کشور موردنظر قرار داد.

## منابع


1.Ali, M., Byard, M.V. and Jameel, H. 2001. Soda-AQ Pulping of Cotton Stalks. Presented at Tappi Technology Conference. (www.hurterconsult.com)

2.Atchison, J.E. 1987. Data on Non-wood Plan Fibers, P 4-16. In: Hamilton, F., Leopold, B. and Kocurek, M.J. (eds.) Pulp and Paper Manufacture. Secondary Fibers and Non-wood Pulping. Tappi and CPPA, Atlanta and Montreal.

3.Atchinson, J.E. 1998. Update on Global Use of Non-wood Plant Fibers and Some Prospects for Their Greater Use in the United States. North American Non-Wood Fiber Symposium. Atlanta.

4.Byrd, M.V. and Hurter, R.W. 2005. A Simplified Pulping and Bleaching Process for Pith Containing Nonwood: Trial on Whole Corn Stalk, In: Tappi Engineering, Pulping and Environmental Conference, Philadelphia, Pa. USA-Augost 29, 2005.

5.Enayati, A.A., Hamzeh, Y., Mirshokraie, S.A. and Molaei, M. 2009. Papermaking Potential of Canola Stalk, Bioresources, 4: 1. 245-256.

6.Food and Agricultural Organization. 2010. WWW.FAOSTAT.COM.

7.Franklin, G.L. 1954. A Rapid Method of Softening Wood for Anatomical Analysis. Tropical Woods, 88: 35-36.

8.Han, J.S. and Rymsza, T.A. 1999. Determining the Minimum Conditions for Soda-AQ Pulping of Kenaf Bast, Core, and Whole Stalk Fibers, P 25-26. In: Second Annual American Kenaf Society Conference San Antonio, TX, Feb 1999.




Archive of SID

www.SID.ir

9.Jahan Latibari, A., Fakhrian, A., Sepidehdam, M.J. and Aliakbarpour, M.H. 1996. Investigation on Pulping Characteristics of Corn Stalk. Pajouhesh-va-Sazandegi, 32: 1. 45-49. (In Persian)
10.Khirstova, P. and Tissot, M. 1995. Soda-Anthraquinone Pulping of *Hibiscus sabdariffa* (Karkadeh) and *Kalotropis procera* From Sudan. Bioresource Technology, 53: 1. 67-72.
11.Khristova, P. and Karar, I. 1998. Soda-Anthraquinone Pulp from Three *Acacia nilotica* subspecies. Bioresource Technology, 68: 209-213.
12.Olm, L., Håkansdotter, L. and Jonsson, T. 2001. Recent Developments in Soda-AQ Cooking, In: Presentation to Zellcheming Annual General Meeting 2001, June 26, 2001.
13.Quinde, A., Fowler, L., Brogdon, B.N. and Lee, C.M. 2004. A Decade of AQ Benefits at Confor's Northwood Mill (1994-2004).
14.Tutus, A. and Eroglu, H. 2001. A Practical Solution to Silica Problem in Straw Pulping (Part 1). Comparison of Soda, Soda-Oxygen and Soda-Anthraquinone Wheat Straw (*Triticum aestivum L.*) Pulping Methods With Respect to Silica Content. Inpaper International. A Publication on World Pulp, Paper and Allied Industry.
15.Technical Association of Pulp and Paper Industry (Tappi), Test Methods. 1999. Tappi Press Atlanta, GA.USA.

Archive of SID



www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(2), 2011*
*www.gau.ac.ir/journals*

# Investigation on Properties of Soda and Soda/AQ Pulps from Corn Stalk

***M.A. Hossein[1], M.J. Sepidehdam[2], A. Jahan-Latibari[3] and A. Tajdini[2]**

[1]M.Sc. Graduate of Wood and Paper Science and Technology and Member of Young Research Club, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj-Iran, [2]Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology Research, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj-Iran, [3]Associate Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology Research, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj-Iran

Received: 2009/09/14; Accepted: 2011/04/30

**Abstract**

Soda and soda-AQ pulping of corn stalk applying different charges of active alkali and pulping time was studied. The average value of fiber length, diameter and cell wall thickness were measured as 1.03 mm, 23.64 µm and 5.26 µm, respectively. The content of alcohol-acetone extractives, cellulose, lignin, extractives soluble in 1% NaOH and ash content of corn stalk were determined as 15%, 51.2%, 23%, 45.95% and 2%, respectively. Pulping with four levels of sodium hydroxide (12, 14, 16 and 18%, based on NaOH), and two cooking times (15 and 30 minutes) and constant cooking temperature at 145 ºC was performed. 0.1% AQ was added to soda/AQ cooking liquor. After analyzing the pulping yield and kappa number, two pulps were selected (NaOH; 12, 18%, cooking time; 15 minutes and cooking temperature; 145 ºC) as brown and bleachable stock, respectively. Eventhougth addition of 0.1% AQ showed no significant effect on pulping yield, but its effect on paper strength properties was significant. The result of handsheet evaluation revealed that the strength of pulp produced applying 18% NaOH, 0.1% AQ, and 15 minutes pulping time with breaking length of 8.21 km, and 80.59 N.m/g tensile index was superior to other pulping conditions. The tear index of the pulp produced applying 12% NaOH , 0.1% AQ and 15 minutes pulping time was determined as 10.60 $mNm^2/g$. The burst index of pulp produced using 18% NaOH, 15 minutes pulping time without AQ addition, was the highest.

***Keywords:*** Corn stalk, Soda/AQ, Yield, Strength

* Corresponding Author; Email: ma.hossein64@gmail.com



Archive of SID

www.SID.ir