کاهش آلایندگی‌های زیست محیطی ناشی از سوزاندن پسماندهای کشاورزی با مصرف کاه و کلش گندم در تولید خمیرکاغذ و کاغذ

امید غفارزاده ملاباشی
مربی، عضو هیات علمی دانشگاه محقق اردبیلی
Omid_ghafarzade@Yahoo.com

چکیده

به دلایل تعیین‌کننده‌ای نظیر عدم تولید چوب کافی و مناسب از منابع داخلی برای تکافوی ظرفیت اسمی کارخانه‌های صنایع چوب و کاغذ کشور، کاهش فشار بر منابع چوبی جنگلی و جلوگیری از خروج ارز، تحقیق و بررسی گسترده در استفاده از منابع غیرچوبی موجود در کشور اهمیت می‌یابد. کاه گندم که بیشترین حجم منابع سلولزی غیرچوبی را در ایران و سایر کشورها دارد می‌تواند به عنوان یکی از منابع لیگنوسلولزی غیرچوبی، برای تولید کاغذ بکار رود. از این رو این مطالعه با هدف تعیین ابعاد الیاف و ضرایب بیومتری کاه گندم (رقم تجن) انجام گرفت. مقادیر ابعاد الیاف و ضرایب کاغذسازی و همچنین ترکیبات شیمیایی نظیر مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی، مواد قابل حل در آب داغ و درصد خاکستر برای هرکدام از میان‌بندها،گره و برگ کاه اندازه گیری شد. مقایسه میانگین‌های مربوط به متغیرهای مذکور با استفاده از آزمون دانکن و آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 15 انجام شد. نتایج آنالیز شیمیایی، نشان داد که مقدار سلولز مورد بررسی از مقدار سلولز چوب بیشتر می‌باشد؛ که مزیتی عمده‌ای در تولید کاغذ محسوب می‌شود. همچنین میزان لیگنین برای گونه کاه گندم، بسیار کمتر از مقدار لیگنین پهن برگان است. مواد معدنی زیاد از ویژگی‌های اکثر مواد غیرچوبی است که برای گونه مورد بررسی، برابر ٨ به دست آمد. بررسی ابعاد الیاف و ضرایب بیومتری نشان داد که این گونه از لحاظ طول در دسته‌ی الیاف متوسط قرار می گیرد.

واژگان کلیدی: کاهش آلایندگی‌های زیست محیطی،کاه و کلش گندم، ماهیت شیمیایی، بیومتری الیاف

Archive of SID

١- مقدمه

از نقطه نظر تاریخی، اولین بار کاغذ با استفاده از الیاف غیر چوبی ساخته شد ولی با توسعه‌ی سریع و رشد روزافزون این صنعت، براستفاده از ماده اولیه غیر چوبی تمرکز یافت. در حال حاضر حجم گسترده ارتباطات فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی و تبادل اطلاعات سبب افزایش مصرف کاغذ و محصولات کاغذی شده اما در عین حال با محدودیت منابع چوبی از جنگل های دنیا مایل بوده‌ایم؛ لذا میل به استفاده از منابع سلولزی غیر چوبی افزایش یافته است. در این راستا کشورهایی وجود دارند که از ماده اولیه چوبی مناسبی برخوردار نبوده و یا به دلیل محدودیت آن سعی و کوشش خود را بر استفاده از منابع الیاف سلولزی غیر چوبی و سایر منابع، مانند کاغذ باطله متمرکز کرده اند.

کاه به عنوان یکی از منابع لیگنوسلولزی غیرچوبی، می تواند برای تولید کاغذ بکار رود. این امر به ویژه در کشورهای در حال توسعه، حائز اهمیت است که این گروه از کشورها اغلب به علت نداشتن منابع طبیعی و جنگلی کافی برای استفاده از آنها در ساخت کاغذ که مجبور به واردات مستمر کاغذ هستند.

www.SID.ir

دلیل اصلی که کاه را به عنوان یکی از مواد اولیه مهم سلولزی برای صنایع کاغذسازی معرفی می کنند این است که این مواد لیگنوسلولزی اغلب پس مانده و ضایعات محصولات کشاورزی به ویژه گندم، جو، برنج و سایر غلات هستند. علاوه بر این دستیابی به انها آسان است و این موضوع به ویژه در کشورهای در حال توسعه با توجه به نکات زیر از اهیت بیشتری برخوردار است.

۱. دنیا با کاهش و کمبود منابع سلولزی جوبی برای صنایع کاغذ مواجه است. همچنین منظور جلوگیری از قطع درختان و حفاظت از محیط زیست، هر روز قوانین شدیدتری وضع می شود.
۲. کمبود و مشکلات ارزی در این کشورها رو به افزایش است، از این رو این کشورها مجبور به جایگزینی مواد اولیه داخلی و قابل تهیه در کشور خود به جای مواد اولیه وارداتی هستند.
۳. سوزندن مازاد ضایعات کشاورزی در مزارع و آلوده شدن محیط زیست

با توجه به دلایل فوق در کشورهای در حال توسعه که وابستگی مستمری به واردات کاغذ دارند، در امر تولید کاغذ مناسب ترین انتخاب، استفاده از کاه به عنوان ماده اولیه سلولزی برای صنایع کاغذسازی داخلی است.

کاه گندم سابقا برای تهیه کاه گل پشت بام هاو پوشش سقف و دیواره های داخلی ساختمان‌ها و حصارها به کار می رفت. بخشی از آن در مزارع با خاک شخم می خورد و یا سوزانده می شد. از زمان های قدیم تاکنون بخش عمده‌ای از کاه گندم کشور به مصرف تغذیه دام می-رسیده است و این در حالی است که قابلیت هضم و ارزش غذائی آن ناچیز است(۶).

کاه گندم به ترتیب شامل میان بندها، برگ ها، بندها و اجزای خوشه گندم و محور سنبله است. ساقه های گندم، ساختمانی انعطاف پذیر و لوله مانند دارند که توسط بندها در فواصلی به یکدیگر متصل می شوند.

کاه گندم رشدی در حدود ۱ تا ۱/۵ متر دارد که بستگی به شرایطی چون خصوصیات ژنتیکی، آب وهوا و شرایط خاک دارد. کاه همانند چوب دارای درصد بالایی پنتوزان و درصد کمی لیگنین است. همچنین مقدار خاکستر کاه بیش از چوب است.

بخش اصلی کاه گندم را میان بندها تشکیل می دهند که در مقایسه با دیگر اجزای کاه، از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی بهتری برخوردارند. بنابراین هر چه میزان میان بندها در کاه زیادتر باشد، خمیر و کاغذ با کیفیت مطلوب تری به دست می آید.

تولید کل غلات جهان ۱/۸ میلیارد تن است که بیشترین میزان آن (حدود ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلیون تن) به گندم اختصاص دارد و از نظر سطح زیر کشت و تولید سالانه نیز گندم در درجه اول اهمیت قرار دارد.سطح زیرکشت گندم در ایران درسالهای اخیر ۶/۲ میلیون هکتارگزارش شده است.

سطح زیرکشت گندم آبی با ۲ هکتارحدود۳۵ ٪ وگندم دیم با ۴ میلیون هکتار حدود ۶۵٪ است.

مقدار تولید گندم درکشور ۱۱میلیون تن است که ۶۳ ٪ آن اززراعت های آبی با میانگین عملکرد ۳/۲ میلیون تن در هکتارو۳۷ ٪ آن از زراعت های دیم بامیانگین عملکرد ۱/۱ تن در هکتارحاصل می‌شود(۷).

زانگ[1](۱۹۸۳) میانگین طول، قطر و ضخامت دیواره الیاف کاه گندم چین را به ترتیب ۱/۳۲۴ میلی متر ۱۴/۲ میکرون ۵/۲ میکرون بیان می دارد(۸).

جیاسینگام۲ (۱۹۹۱) طول، قطر کلی، قطر حفره الیاف کاه گندم ترکیه را به ترتیب ۱/۱۷۰ میلی متر، ۱۵/۵ میکرون و ۵/۸ میکرون و مقادیر خاکستر، سیلیس و سیلیکات ها، مواد قابل حل در آب سرد، آب گرم،سود سوز آور یک درصد و الکل- بنزن، پنتوزان ها، هولوسلولز(تصحیح شده برای خاکستر)،سلولز(عاری از خاکستر)آلفا سلولز(عاری از خاکستر) و لیگنین(عاری از خاکستر) این کاه را نیز به ترتیب ۴/۴، ۶/۶، ۷/۲، ۱/۵، ۷/۳،۴۰/۱۰، ۹/۵، ۴۸/۳۰، ۷۳، ۳۸/۹، ۱۵/۷ درصد گزارش داده‌اند(۹).

مرادیان(۱۳۸۱)، میانگین طول، قطر کلی، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی را برای کاه گندم(فیروز آباد فارس) را به ترتیب ۱۱۷۰، ۵/۹۸، ۱۰/۲۴ و ۲/۸۲ میکرون و مقدار خاکستر، مواد قابل حل در الکل-استن،لیگنین و سلولز را نیز به ترتیب۵/۹،۶۲/۸۶ و ۴۹/۳ درصد تعیین نمود(۴).

[1]Zhong

[2]Jeyasingam

www.SID.ir

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- نمونه برداری و آماده سازی نمونه‌ها

نمونه های ساقه(کاه وکلش)گندم تجن گلستان از مزارع موئسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان واقع در کیلومتر ۵ جاده گرگان-آق قلا تهیه گردید. ساقه های گندم به همراه برگ وخوشه مربوط به هر پلات به وسیله ی داس و از نزدیکی سطح زمین قطع گردید و توسط نخی پلاستیکی به دسته ای مجزا تبدیل گردید.دسته ی برداشت شده به آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید.

به منظور تعیین نسبت وزنی اجرای کاه گندم برداشت شده و پس از جداسازی خوشه ها،ابتدا میان بندهای اول، دوم، سوم ، گره ها و برگ های ساقه ها به طور دستی و با استفاده از قیچی باغبانی جداسازی شد و در کیسه های پلاستیکی مجزا جمع آوری گردید. وزن کل (خشک) میان بندها، گره و برگ ها، همچنین وزن میان بندها ی اول، دوم وسوم به طور مجزا تعیین شده و نسبت وزنی آنها محاسبه گردید.

۲-۲- اندازه گیری ابعاد الیاف اجزای کاه گندم

برای اندازه گیری ابعاد الیاف کاه گندم، ابتدا نمونه هایی از کاه گرفته شد. کاه نمونه گیری شده و به قطعات ۲ سانتی متری تبدیل گردید. برای وابری و سپس تعیین طول، قطر و ضخامت دیواره الیاف از روش فرانکلین استفاده شد.

نمونه های آماده سازی شده، داخل لوله های آزمایش درب دار ریخته شدو بر روی آنها محلول اسید استیک و آب اکسیژنه به نسبت ۳ به ۱ افزوده شد.پس از بستن درب لوله ها آنها را در داخل آون با حرارت ۷۰ درجه قرار داده و بعد از ۴۸ ساعت لوله ها از آون خارج شده و از طریق آب شویی محتویات آن خنثی و بوی اسید آن زدوده گشت. سپس نمونه های شسته شده با آب مقطر، به هم خورده تا الیاف آنها از همدیگر جدا گردند. الیاف جداسازی شده توسط ماده رنگی زافرانین رنگ آمیزی و با استفاده از قطره چکان نمونه هایی بر روی لام های جداگانه ریخته شده و ابعاد الیاف با استفاده از میکروسکوپ تعیین گردید. از هر نمونه اندازه ابعاد ۱۲۰ نمونه مشخص شد.

۲-۳- تعیین ترکیبات شیمیایی کاه گندم

ماده لیگنوسلولزی یک زیست توده است که اساساً شامل ترکیب پیچیده ای از سه جزء اصلی سلولز، همی سلولز و لیگنین است. روشهای خمیرسازی به چهار دسته کلی شیمیایی، مکانیکی، نیمه شیمیایی و مکانیکی-شیمیایی تقسیم بندی می شوند. اصول کلی در این روشها، حذف یا نرم کردن لیگنین و آزادسازی کربوهیدارات‌ها (سلولز و همی سلولز) می باشد. این موضوع از آنجا اهمیت می باد که مقاومت اصلی کاغذ ناشی از میزان و نوع کربوهیدرات‌های آن نشات می گیرد. از این رو، هدف این مطالعه بررسی ساختار شیمیایی و اجزاء سه گونه فوق با دیدگاه تعیین مقدار هر یک از سه جزء فوق می باشد.

از آنجا که جهت تعیین برخی خصوصیات شیمیایی منابع لیگنوسلولزی مثل چوب و گیاهان غیر چوبی تهیه آرد از آنها الزامیست، بنابراین طبق استاندارد T257cm-85 از آیین نامه TAPPI تهیه آرد مورد نیاز انجام پذیرفت. برای این منظور، حدود ۴۰۰ عدد ساقه سالم انتخاب شد. با استفاده از قیچی باغبانی میان بندهای اول، دوم، سوم، گره، برگ جدا شد و به طور مجزا در کیسه های پلاستیکی ریخته شد. در مرحله ی بعد، محتویات هر کیسه پلاستیکی توسط قیچی باغبانی به ابعاد کوچکتر ۲ تا۴ سانتی متری تقسیم گردید. سپس هر نمونه به طور مجزا و مطابق با آئین نامه، توسط آسیاب پودر شده و به کمک الک های ۴۰، ۶۰،۸۰ مش، آرد مورد نیاز آزمون های شیمیایی آنها تهیه گردید. پودرهای تهیه شده از نمونه‌ها در کیسه های مشخص(کد گذاری شده) ریخته شد و سپس درصد رطوبت آنها مطابق با استاندارد۸۸ - T-۲۶۴-om گردید. درب کیسه ها بسته بود و تنها موقع نمونه برداری باز می شد تا میزان رطوبت آن‌ها تغییر نکند و از دقت آزمایشات کم نشود.

جهت صحت تعیین درصد میان سلولز و لیگنین گونه های مورد آزمایش، لازم بود تا پودر گونه‌ها فاقد هرگونه ماده استخراجی باشد. بنابراین به روش استاندارد T264om-98 آیین نامه TAPPI به روش ذیل به تهیه پودر عاری از مواد استخراجی هر یک از گونه ها اقدام شد.

اندازه گیری سلولز بر طبق استاندارد شماره 264om-98 و اندازه گیری لیگنین مطابق با استاندارد شماره 222om-88 آیین نامه TAPPI صورت گرفت. در نهایت برای تعیین مقدار خاکستر، مطابق با استاندارد شماره T211 om-85 آیین نامه TAPPI عمل شد. در این بررسی هر کدام از تیمارها در سه تکرار انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

۳- نتایج وبحث

۳-۱- نسبت وزنی میان بندها

نسبت وزنی میان بندها از بالا به پایین ساقه کم می شود. به طوری که میان بند اول ۲۷ درصد، میان بند دوم ۲۳ درصد و میان بندسوم ۱۲ درصد از وزن کل این سه میان بند را به خود اختصاص داده است.درصد وزنی گره و برگ به ترتیب ۹ و ۲۹ بود.

در این مطالعه، طول میان بندها از بالا به پایین ساقه کاهش می یابد. طول میان بندها از بالا به پایین ساقه به ترتیب ۳۵/۹۷، ۱۹/۱۲و ۱۱/۲۳ سانتی متر اندازه گیری شده است. متوسط قطر بیرونی میان بندها به ترتیب ۲/۵۷ و ۳/۴۲ و ۳/۰۵و ضخامت دیواره ی آنها به ترتیب ۰/۰۷۴ و ۰/۰۸۴ و۰/۰۸۶ میلی متر اندازه گیری شد.

همان گونه که نتایج نشان میدهد نسبت وزنی و طول میان بند اول از سایر میان بندهای ساقه بیشتر است. لیکن در برداشت ماشینی گندم، بخشی از ساقه(مربوط به میان بند اول) همراه با خوشه قطع شده و پس از جداسازی دانه گندم بر روی سطح زمین می ریزند و در هنگام برداشت و بسته بندی ساقه باقیمانده (برداشت نشده)، که در مرحله جداگانه انجام می گیرد، نسبت این قسمت در عدل بندی ها کمتر است که مزیتی در تولید خمیر کاغذ محسوب می گردد(۳).

۳-۲- ابعاد الیاف اجزای کاه گندم

خواص خمیر کاغذ ارتباط تنگاتنگی با ابعاد الیاف مواد لیگنوسلولزی مورد استفاده در ساخت خمیر کاغذ دارد. به نحوی که با تعیین ابعاد الیاف از جمله طول، قطر و ضخامت دیواره فیبر اولیه می توان ویژگیهای خمیر و کاغذ را و ضخامت دیواره فیبر اولیه می توان ویژگیهای خمیر و کاغذ به دست آمده را تا اندازه‌ای پیش بینی کرد.

۳-۲-۱- طول فیبر

طول فیبر عامل بسیار موثری جهت تامین مقاومت کاغذ محسوب می گردد.طول الیاف کاغذ سازی نباید از حد معینی کمتر (و یا حتی بیشتر) باشد. سوزنی برگان (با الیاف بلند) عموماً کاغذی با مقاومت به مراتب زیادتر از پهن برگان (با الیاف کوتاه) تولید می کنند و این در حالی است که این الیاف از نظر قطری تفاوت چندانی با هم ندارند. با افزایش طول فیبر، نسبت طول به قطر L/D الیاف زیادتر و در واقع الیاف انعطاف پذیرتر می گردند و از قدرت درهم رفتگی بیشتر برخوردار می شوند که این همان تقویت مقاومت های کاغذ است.

۳-۲-۲- قطر فیبر، قطر حفره و ضخامت دیواره الیاف

با افزایش قطر فیبر، نسبت L/D(طول به قطر) و به عبارت دیگر ضریب در هم رفتگی الیاف کم می شود. همچنین الیاف با دیواره ضخیم به راحتی خم نشده و در طی ساخت خمیر کاغذ و پالایش متلاشی نمی گردند. لذا ورقی باز، جاذب، پر حجم و با سطح ناهموارتر تولید می شود. الیاف با دیواره ضخیم تر در برابر درهم رفتگی مقاوم ترند و مقاومت در برابر ترکیدن و پاره شدن زیادتری دارند ولی الیاف با دیواره نازکتر شکل پذیرترند و کاغذی فشرده تر و محکم تر تولید می کنند. با مقایسه ابعاد گونه های غیرچوبی همچون کاه با گونه های چوبی مشاهده می گردد که از لحاظ ابعاد این گونه در محدوده ی پایین تری قرار گرفته با این حال از لحاظ ابعاد طول الیاف کاه گندم در محدوده‌ی پهن برگان قرار می گیرد. در این بررسی طول، قطر (فیبر و حوزه آن) و ضخامت دیواره سلولی الیاف کاه گندم اندازه گیری شده و در جدول ۲ خلاصه شده است.

www.SID.ir

جدول ۱- مقادیر ابعاد الیاف مربوط به اجزای کاه گندم (رقم تجن)

ابعاد الیاف	طول فیبر		قطر فیبر		قطر حفره سلولی		ضخامت دیواره سلولی	
اجزای الیاف	میانگین (میکرون)	انحراف معیار	میانگین (میکرون)	انحراف معیار	میانگین (میکرون)	انحراف معیار	میانگین (میکرون)	انحراف معیار
میان بند اول	۱۲۷۰	۳/۲۶	۱۷/۲۵	۸/۱۹	۸/۷۸	۱۰/۵۲	۴/۲۵	۲/۴۱
میان بند دوم	۱۷۳۰	۳/۴۸	۱۷/۵	۸/۳۵	۶/۰۳	۹/۵۵	۵/۷۵	۲/۵۴
میان بند سوم	۱۷۷۰	۴/۷۰	۲۵/۵	۱۴/۵	۱۴/۳۷	۱۳/۹	۵/۴	۲/۸۹
گره	۱۰۴۳	۰/۲۶۹	۲۲/۲۵	۱۴/۱	۱۰/۴۴	۱۲/۷	۵/۴	۲/۹۶
برگ	۱۰۸۳	۰/۲۳۵	۱۴/۵	۴/۱۴	۴/۵	۶/۳۸	۵	۲/۳۸

در بررسی آماری نمونه ها با استفاده از نرم افزار SPSS نتایج ذیل به دست آمد:

الف) در مورد تمام متغیرها اعم از طول ، قطر کلی، قطر حفره و ضخامت دیواره الیاف، اختلاف معنی داری بین ***سه میان بند*** در سطح اعتماد ۹۵ درصد وجود دارد.

ب) در مورد تمام متغیرها اعم از طول ، قطر دیواره، قطر حفره و ضخامت دیواره الیاف، اختلاف معنی داری بین ***سه میان بند*** و ***گره و برگ***در سطح اعتماد ۹۵ درصد وجود دارد.

مقادیر مربوط به طول، قطر و ضخامت چند نمونه کاه گندم توسط محققین انجام گرفته در جدول ۳ خلاصه شده است.

۳-۳- ضرایب کاغذ سازی

ضرایب کاغذ سازی شامل ضریب لاغری (در هم رفتگی[1])، ضریب انعطاف پذیری[2] و ضریب رانکل[3] است.ضریب لاغری الیاف مختلف معمولاً بین ۲۰ تا ۱۵۰ متفاوت است و هرچه مقدار آن بیشتر باشد بیانگر بلندتر و لاغرتر بودن الیاف می باشد.

با زیاد شدن ضریب انعطاف پذیری مقاومت کاغذ در برابر کشش، ترکیدن و تا خوردن نیز بیشتر می شود. هرچه ضریب رانکل بیشتر باشد مقاومت به پاره شدن کاغذ بیشتر است. در این بررسی مقادیر مربوط به ضرایب کاغذ سازی کاه گندم رقم تجن اندازه گیری شده و در جدول ۳-۴ خلاصه شده است.

جدول ۲-مقادیر مربوط به ضرایب کاغذ سازی اجزای کاه گندم (رقم تجن)

ضرایب محاسبه شده برای کاه گندم تجن	فرمول محاسبه	میان‌بند اول	میان‌بند دوم	میان‌بند سوم	گره	برگ
ضریب درهم رفتگی(لاغری)	L/D	۷۳/۶۲	۹۸/۸۵	۶۹/۴۱	۴۶/۸۷	۷۶/۶۹
ضریب انعطاف پذیری(نرمش)	C/D	۷۵/۳۶	۶۷/۱۴	۷۸/۸۲	۷۵/۷۳	۶۵/۵
ضریب رانکل(مقاومت به پارگی)	2P/C	۶۵/۳۸	۹۷/۸۷	۵۳/۷۳	۶۴/۱	۱۰۵/۲۶

مقادیر مربوط به ابعاد الیاف و ضرایب کاغذسازی برای سایر گونه های لیگنوسلولزی اعم از چوبی و غیر چوبی که توسط سایر محققین ارائه شده، در جدول ۳ آورده شده است:

[1] Slenderness ratio

[2] Flexibility Coefficient

[3] Runkle ratio

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ابعادالیاف مواد مختلف لیگنوسلولزی

مأخذ	منبع فیبر	طول فیبر (میلی متر)	قطر فیبر (میکرومتر)	قطر حفره سلولی (میکرومتر)	ضخامت دیواره سلولی (میکرومتر)	ضریب درهم رفتگی	ضریب انعطاف پذیری (٪)	ضریب رانکل (٪)
گیاهان غیر چوبی								
تحقیق کنونی	کاه گندم	۱/۵۹	۲۰/۱	۹/۷۳	۵/۱۳	۶۳/۴۷	۷۳/۷	۷۲/۳
تاتوس و همکاران (۲۰۰۴)	کاه برنج	۰/۸۹	۱۴/۸۰	۶/۴۰	۶/۳۶	-	-	-
حبیبی و همکاران (۱۳۸۶)	کاه برنج	۰/۸۱	۱۰/۱	۳/۸۹	۳/۱۲	-	-	-
مرادیان و همکاران (۱۳۸۲)	کاه گندم	۱/۱۷	۱۵/۸۹	۱۰/۲۴	۲/۸۲	۷۳/۶۳	۶۴	۵۵
مظهری موسوی و همکاران (۱۳۸۸)	ساقه کلزا	۱/۰۴	۲۸	۱۹/۰۹	۴/۹۱	۳۷/۱	۶۸/۱۷	۵۱/۵
دات و همکاران (۲۰۰۹)	کنف	۱/۶۲	۲۶/۴۶	۱۹/۷۲	۶/۷۶	۶۱/۲۲	۷۴/۵۳	۶۹
ثمریها و حمصی (۱۳۸۶)	باگاس	۱/۵۹۴	۲۰/۹۶۱	۹/۷۱۹	۵/۶۳۸	۷۶/۰۵	۴۶/۳۷	۱۱/۰۲۶
حبیبی و همکاران (۱۳۸۳)	نی	۱/۲۸	۱۷/۳۷	۶/۶۱	۵/۳۸	-	-	-
رودی و رسالتی (۱۳۸۵)	ساقه آفتابگردان	۰/۹۵۸	۲۳/۶۰۵	۱۱/۹۹۴	۵/۹۲۷	-	-	-
صالحی و همکاران (۱۳۸۲)	ساقه پنبه	۰/۸۴	۲۳/۹	۱۶/۱۱	۳/۹	-	-	-
فخریان و همکاران (۱۳۸۶)	ساقه ذرت دانه ای	۰/۹۳۶	۱۸/۴۶۳	۱۱/۵۹	۳/۴۸	-	-	-
کامتاهی و پاتسون (۲۰۰۵)	بامبو	۳/۱۱	۱۸/۰۳	۴/۳۵	۶/۹۸			
گیاهان چوبی								
دات و همکاران (۲۰۰۹)	اکالیپتوس	۰/۷۰	۱۴/۲	۳/۴	۵/۴	۷۰/۲۴	۳۰/۱۴	۳۱۸
اک گول و چام لیبل (۲۰۰۸)	ممرز	۱/۵	۲۱/۹۳	۱۰/۲۲	۵/۸۵	-	-	-
اک گول و چام لیبل (۲۰۰۸)	توسکای قشلاقی	۱/۰۹	۲۷/۴۸	۱۶/۷۷	۵/۱۲	-	-	-
دات و همکاران (۲۰۰۹)	کاج	۲/۳	۴۰/۷	۳۴/۸	۵/۹	۵۶/۵۱	۸۵/۶	۵۰

در مقایسه ابعاد الیاف کاه گندم این تحقیق با گونه‌های غیر چوبی مشاهده می گردد که ابعاد الیاف و ضرایب بیومتری این گونه، در حدود کنف و باگاس است. در مقایسه با گونه های چوبی از لحاظ طول، قطر حفره و ضخامت دیواره، کاه گندم در محدوده‌ی گونه های پهن برگ (و نوعاً ممرز در جدول۳) می باشد.

www.SID.ir

٣-٤- ترکیبات شیمیایی

جهت قضاوت درمورد شیوه به کارگیری مواد لیگنوسلولزی، انتخاب روش های مناسب تبدیل آنها و نیز پیش بینی کیفیت محصول نهائی شناخت ترکیبات شیمیایی این مواد ضروری می باشد.

٣-٤-١- خاکستر

کاه گندم به عنوان مادهای غیر چوبی، خاکستر به مراتب بیشتری در مقایسه با چوب دارد. میزان خاکستر یکی از معایب مهم کاه گندم به حساب می آید. به دلیل اینکه مقدار خاکستر نشان دهنده ترکیبات سیلیسی و معدنی دیگری است که باعث مشکلاتی از جمله فرسودگی دستگاه ها، رسوب گذاری در دستگاه ها، کاهش کارائی در بازیابی مواد شیمیایی و کاستن مقاومت محصول نهائی یعنی کاغذ می گردد.در این تحقیق مقادیر خاکستر قسمتهای مختلف گونه مورد بررسی، به قرار زیر می باشد.

جدول٥- درصد خاکستر اجزای کاه گندم (رقم تجن)

قسمت های کاه	میان بند اول	میان بند دوم	میان بند سوم	گره	برگ
درصد خاکستر	**٥/٣**	**٧/٦٥**	**٧/٥**	**٨/٨**	**١٠/٨**

همان گونه که در سابقه تحقیق اشاره شده مقدار خاکستر کاه گندم توسط محققین متفاوت از ٣/٧ تا ١٠/٥ درصد گزارش شده است. در واقع، مقدار خاکستر مورد بررسی تقریباً مشابه با دیگر ارقام گندم می باشد، لذا در صورت امکان حذف خاکستر (با استفاده از ترکیبات شیمیایی)، می توان کمک شایانی در فراوری خمیر و کاغذ از این ماده غیرچوبی نمود؛ زیرا وجود خاکستر زیاد نشان از درصد بالای سیلیس این ماده دارد که فراوری و تولید خمیر از این ماده را با مشکل مواجه می سازد.

٣-٤-٢- مواد استخراجی محلول در استن

کم بودن مقدار مواد استخراجی در هر ماده لیگنوسلولزی، یکی از مزایای آن در خمیرسازی می باشد فراوری آسانتر، مصرف کمتر مواد شیمیایی در مرحله خمیرسازی و در نهایت بازده بیشتر خمیر کاغذ حاصل از مزایای کم بودن مواد استخراجی است.

مواد استخراجی جزء ترکیبات اصلی تشکیل دهنده مواد لیگنوسلولزی محسوب نشده و معمولاً شامل موم ها، چربی ها، هیدرو کربن های غیر فرار، کربوهیدرات هایی با وزن مولکولی اندک، نمک ها و مواد قابل حل در آب می باشند.

این مواد توسط حلال های آلی خنثی نظیر دی کلرومتان، اتانول- بنزن اتانول-تولوئن، استون و آب قابل حل می باشند. شایان ذکر است که هیچ کدام از این حلال ها قادر نیستند که کلیه مواد استخراجی را حل کنند(١٣). جهت استخراج کلیه مواد استخراجی معمولاً از توالی حلال‌ها استفاده می‌شود.در این بررسی از استن استفاده شد؛

جدول ٦- مقادیر مواد استخراجی اجزای کاه گندم (رقم تجن)

قسمت های کاه	میان بند اول	میان بند دوم	میان بند سوم	گره	برگ
درصد مواد استخراجی	٧	٥	٢/٧	٢/٢	٢

با توجه به اینکه مقدار مواد استخراجی (محلول در الکل-بنزن) برای گیاهان چوبی معمولاً در محدوده‌ی ٥-٢ درصدو برای گیاهان غیرچوبی در محدوده‌ی به مراتب بیشتری می باشد. این مقدار برای کاه گندم چندان زیاد به نظر نمی رسد.

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۴-۳- مواد قابل حل در آب داغ

آب داغ ترکیبات اضافی از قبیل ترکیبات معدنی، تانن‌ها، صمغ‌ها، قندها، مواد رنگی موجود در مواد لیگنوسلولزیو نشاسته را حل کند(۲۷). مقدار مواد قابل حل در آب داغ در اکثر گیاهان غیرچوبی ۲ تا ۱۰ درصد و در گیاهان غیرچوبی ۲/۵ تا ۳۰ درصد می باشد. در این تحقیق مقادیر مواد قابل حل در آب داغ قسمتهای مختلف گونه مورد بررسی، به قرار زیر می باشد.

جدول۷- مقادیر مواد قابل حل در آب داغ اجزای کاه گندم (رقم تجن)

قسمت های کاه	میان بند اول	میان بند دوم	میان بند سوم	گره	برگ
درصد مواد قابل حل در آب داغ	**۱۰**	۱۵/۱۳	۱۴/۴۱	۱۳	۱۴/۳

۳-۴-۴- مقدارسلولز

در الیاف گیاهی ، سلولز تعیین کننده ویژگی‌های گیاه از نظر کاغذسازی بوده و امکان استفاده از الیاف در تولید خمیر کاغذ را فراهم می آورد. سلولز مهم ترین جزء تشکیل دهنده دیواره الیاف یا اسکلت آنها محسوب می گردد. بالا بودن مقدار آن در الیاف گیاهی باعث افزایش بازده خمیر می شود. در این تحقیق مقادیرسلولز قسمتهای مختلف گونه مورد بررسی،به قرار زیر می باشد.

جدول ۸- مقادیر سلولز اجزای کاه گندم (رقم تجن)

قسمت های کاه	میان بند اول	میان بند دوم	میان بند سوم	گره	برگ
درصد سلولز	۵۳/۴	۵۴/۶	۵۴/۷۵	۴۸/۳۷	۵۴/۴۷

به طور کلی کاه در مقایسه با چوب های سوزنی برگ و پهن برگان، سلولز بیشتری دارد که مزیتی برای کاه گندم است.

۳-۴-۵- لیگنین

پس از سلولز، لیگنین یکی از ترکیبات اصلی سازنده مواد لیگنوسلولزی است. نقش عمده آن اتصال الیاف به یکدیگر است. لذا هرچه مقدار آن کمتر باشد، خمیرسازی و رنگ بری به نحو ساده‌تر و با استفاده از مواد شیمیایی، انرژی حرارتی و زمان کمتر انجام می گیرد.

در حالی که آلودگی زیست محیطی کاهش و بازده خمیر کاغذ نهائی افزایش می یابد. به هر حال مقدار لیگنین کمتر از نظر کاغذسازی ومطلوب تر است.

جدول ۹- مقادیر لیگنین اجزای مختلف کاه گندم (رقم تجن)

قسمت های کاه	میان بند اول	میان بند دوم	میان بند سوم	گره	برگ
درصد لیگنین	۲۰/۶	۲۱/۸۵	۲۱/۹	۲۰/۱۵	۲۰/۴

هدف اصلی فرایندهای شیمیایی و نیمه شیمیایی و همچنین رنگ بری خمیرکاغذ، حذف لیگنین ماده اولیه است. از این رو درصد لیگنین کمتر کاه در مقایسه با چوب، از امتیازات مهم آن است؛ این موضوع از نظر مصرف مواد شیمیایی، انرژی حرارتی، زمان کمتر و همچنین آلودگی زیست محیطی کمتر، قابل توجه است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ١٠: میانگین ترکیبات شیمیایی کاه برنج مورد استفاده در این تحقیق همراه با برخی منابع فیبری دیگر

مأخذ	منبع فیبری	سلولز (٪)	لیگنین (٪)	مواد استخراجی (٪)	مواد محلول در سود ١٪ (٪)	مواد محلول در آب داغ (٪)	مواد محلول در آب سرد (٪)	خاکستر (٪)
گیاهان غیرچوبی								
تحقیق کنونی	کاه گندم	٥۴/٢٥	٢١/٥	٣/٩٨	-	١٧	-	٨
سفیدگران (١٣٨٥)	کاه برنج	۴٨/٧	١٨/٢٣	٥/٢١	-	-	-	١٣
کاشانی (١٣٧۶)	کاه برنج	٥١	٢٣	۶	-	-	-	١۴/٢٣
مرادیان (١٣٨٢)	کاه گندم	۴٩/٣	٢١/٣	٥/۶	-	-	-	٩/٩
رودی (١٣٨٥)	ساقه آفتابگردان[1]	٣٩/٩٣	٢٢/٢۴	۴/٩٢	٣۶/١٠	-	-	١٢/۴٩
رودی (١٣٨٥)	ساقه آفتابگردان[2]	۴٧/٣٧	٢١/٢٠	٣/۶١	٣۴	-	-	٧/٥٠
فخریان (١٣٨۶)	ساقه ذرت	۴٩/۶٧	٢١/٨٨	٢/٥٣	-	-	-	۴/٨٧
ثمریها (١٣٨۶)	باگاس	٥٥/٧٥	٢٠/٥	٣/٢٥	-	-	-	١/٨٥
سفیدگران (١٣٨٥)	کلزا	۴١/١	١٧/۶٠	٨/١٢	-	-	-	۶/٢۴
دات و همکاران (٢٠٠٩)	کنف	۴۶/٧٥	١٨/٥٠	۴/٢٨	٢٨/٥٠	۶/۴٢	۴/٥۶	١/٥۶
رودریگز (٢٠٠٨)	ساقه سورگوم	۴١/٥	١٥/۶۴	٧/٩٩	۴٥/٥٨	٢١/٧	-	۴/٨٥
خیمنز (٢٠٠٨)	ساقه پنبه	٥٨/۴٨	٢١/۴٥	١/۴٢	٢٠/٣۴	٣/٣٣	-	٢/١٧
گیاهان چوبی								
رودریگز (٢٠٠٨)	کاج	٥٥/٩	٢۶/٢٠	٢/٥٧	٨	١/٩٩	-	٠/٥۴
رودریگز (٢٠٠٨)	اکالیپتوس	٥٢/٨	٢٠	١/١٥	١٢/۴	٢/٨۴	-	٠/٥٧
فخریان روغنی (١٣٨۴)	توسکای قشلاقی	۴٨/٥	٢٥/٣٥	٢/٣۶	-	-	-	٠/٣١

جدول ١٠ نشان می دهد که مقدار سلولز گونه کاه گندم از تمام گونه های غیر چوبی بیشتر بوده و در محدوده گونه های چوبی (نوعاً اکالیپتوس و کاج) می باشد. همچنین میزان بسیار ناچیز لیگنین کاه گندم که در بین گونه های فوق الذکر کمترین مقدار را داراست، از لحاظ تولیدکاغذ و ، پدیده ای مثبت تلقی می شود. میزان مصرف مواد شیمیایی در فرایند رنگبری و نیز به دنبال آن کاهش آلاینده های زیست محیطی موجود در پساب کارخانه های خمیر و کاغذ را باعث می شود (٢٩).

مقدار خاکستر زیاد، از مشخصه های اکثر گونه های غیر چوبی است و همان طوری که در جدول ١٠ دیده می شود این مقدار برای کاه گندم، ٨ می باشد که در مقایسه با گونه های چوبی رقم بسیار بالایی محسوب می شود و از لحاظ کاغذسازی، پدیده ای منفی تلقی می شود. فرسایش دستگاه‌ها و ماشین آلات خمیرسازی به علت ازدیاد یون سیلیس و مصرف بیش از حد مواد شیمیایی خمیرسازی را می توان تحت عنوان برخی از مشکلات ناشی از درصد بالای مواد معدنی در ترکیب کاه گندم اشاره کرد (٢٩).

Archive of SID

www.SID.ir

۵- نتیجه‌گیری

ترکیب شیمیایی چوب تعیین‌کننده‌ی بسیاری از ویژگی‌های کاغذ می‌باشد. بخش فیبری کاغذ عمدتاً ازسلولز، همی سلولز و لیگنین تشکیل شده است. جاذبه بین مولکولهای سلولز درسطوح فیبری مختلف، منشاءاصلی اتصال فیبر با فیبر درون کاغذ می‌باشد.

۵-۱- مقدار سلولز اجزای مختلف گونه مورد بررسی از مقدار سلولز چوب بیشتر می‌باشد؛ که مزیتی عمده‌ای در تولید کاغذ محسوب می‌شود.

۵-۲- میزان لیگنین برای کاه گندم بسیار کمتر از لیگنین پهن برگان است. با توجه به اینکه لیگنین تشکیل پیوندهای بین فیبری را در کاغذ به تعویق انداخته و در نتیجه موجب کاهش مقاومت کاغذ می‌شود، این ویژگی مزیتی دیگر برای این گونه محسوب می‌شود.

۵-۳- در بررسی ویژگی‌های شیمیایی کاه‌گندم، تنها نکته نامطلوب، مقدار خاکستر آن می‌باشد که بیشتر از این مقدار برای چوب است. به طور کلی مواد معدنی زیاد از ویژگی‌های اکثر مواد غیرچوبی است.

۵-۴- از آنجا که محدوده‌ی طول فیبر سوزنی برگان مناطق معتدله ۴/۶-۲/۷ میلی‌متر و محدوده‌ی طول فیبر پهن برگان مناطق معتدله ۱/۶-۰/۷ میلی‌متر است، می توان گفت که الیاف این گونه از لحاظ طول در دسته‌ی الیاف متوسط قرار می گیرند.

منابع

۱. ثمریها، ا. و حمصی ، ا. ه. (۱۳۸۶). بررسی خواص بیومتری و شیمیایی باگاس مورد استفاده در کارخانه کاغذ پارس. مجله علمی _ پژوهشی علوم کشاورزی ،۱۳(۲) : ۴۶۵-۴۷۷.

۲. حبیبی، م.ر. و همکاران (۱۳۸۳)، بررسی امکان تهیه تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) از الیاف نی. مجله پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۱۹(۲): ۲۲۵-۲۴۲.

۳. حبیبی، م.ر. و همکاران (۱۳۸۶) ، بررسی اثر زمان پرس و مقدار رزین بر ویژگیهای تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) ساخته شده از کلش برنج. دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۲(۱): ۵۱-۶۱.

۴. رودی، ح.ر. و ح. رسالتی (۱۳۸۵). بررسی تهیه خمیرکاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از ساقه آفتابگردان Helianthus annus به منظور تولید کاغذ کنگره ای. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۲): ۱۷۳-۱۸۲.

۵. سلیمانی، پوران. ۱۳۵۵. بررسی بیومتریک الیاف مهمترین منابع لیگنوسلولزی ایران (از نظر کاغذسازی). نشریه دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، شماره ۳۴.

۶. سراییان، احمدرضا. ۱۳۸۲. بررسی امکان تولید خمیر کاغذ پربازده سفید به روش مکانیکی پراکسید قلیایی (APMP) کاه گندم، رساله برای دریافت درجه دکترا. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۷. سفیدگران، ر. و همکاران (۱۳۸۵)، بررسی قابلیت تولید خمیرکاغذ سودا از ساقه کلزا برای ساخت کاغذ فلوتینگ. مجله منابع طبیعی ایران ، ۵۹(۲) : ۴۳۳-۴۴۵.

۸. صالحی، ک. و همکاران (۱۳۸۲)، بررسی خصوصیات بنیادی چوب ساقه پنبه رقم ورامین جهت استفاده در صنایع سلولزی. مجله پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۱۸(۲) : ۲۳۹-۲۶۶.

۹. فخریان روغنی، ع. و همکاران (۱۳۸۴)، خصوصیات خمیرکاغذ CMP و APMP چوب توسکای قشلاقی. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران ، ۲۰(۱(پیاپی۲۲)): ۶۵-۹۲.

۱۰. فخریان، ع. و همکاران (۱۳۸۶) ، بررسی تولید خمیرکاغذ حاصل از ذرت دانه ای با روشهای CMP و APMP. دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۲(۲): ۱۵۵-۱۶۷.

۱۱. کاشانی ، پیمان. ۱۳۷۶. بررسی مقاومت های کاغذ ساخته شده از کاه گندم و کلش برنج به روش سودای سرد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع گرگان.

۱۲. مرادیان، م.ه. و همکاران (۱۳۸۲) ، بررسی تولید خمیرکاغذ CMP از کاه گندم. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۶(۴): ۴۶۷-۴۸۰.

www.SID.ir

١٣. مظهری موسوی، س.م. و همکاران (١٣٨٨) ، بررسی ویژگیهای خمیر کاغذ تولید شده به روش سودا- آنتراکینون از ساقه کلزا. دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ٢٤(١): ٦٩-٧٩.

١٤. مهدوی فیض آبادی، سعید، ١٣٧٣. بررسی امکان تولید خمیر کاغذ از کاه گندم به روش حلال آلی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

١٥. نیکپور تهرانی، کریم، عبدالحسین مروارید، محمود، شماع، ساعدی، هوشنگ . ١٣٦٢. غذاهای دام و طیور و روش های نگهداری آنها، جلد دوم، اصول تغذیه دام و طیور، انتشارات تهران شماره ١٥٦٧/٢.

١٦. وهاب زاده، مجتبی .١٣٨٧. معرفی رقم Cultivar Release، مغان ٣ و رقم جدید گندم نان برای سواحل گرم و مرطوب ساحل خزر، ایران. مجله نهال و بذر، جلد ٢٤،شماره ٤.

17. Akgül, M. and O. Çamlibel (2008). Manufacture of medium density fiberboard (MDF) panels from rhododendron (R. ponticum L.) biomass. Building and Environment, 43: 438-443.
18. Dutt, D. and et al. (2009), Studies on Hibiscus cannabinus and Hibiscus sabdariffa as an alternative pulp blend for softwood: An optimization of kraft delignification process. Industrial crops and products, 29: 16-29.
19. G. w. Jones. 1950. Tappi. 33(3), 149-160.
20. Jeyasingam Jay T. 1991. Mill experience in the application of Nonwood fiber for papermaking, in Nonwood plant fiber pulping, No.20.
21. Jiménez, L. and et al. (2008), Alternative raw materials and pulping process using clean technologies. Industrial Crops and Products, 28: 11-16.
22. Kamthai, S. and P. Puthson (2005). The Physical Properties, Fiber Morphology and Chemical Composition of Sweet Bamboo (*Dendrocalamus asper* Backer). Kasetsart Journal (Nat. Sci.), 39: 581-587.
23. Rodríguez, A. and et al. (2008), Pulping of rice straw with high-boiling point organosolv solvents. Biochemical Engineering Journal, 42: 243-247.
24. Rodríguez, A. and et al. (2008), Rice straw pulp obtained by using various methods. Bioresource Technology, 99: 2881-2886.
25. Tutus, A. and et al. (2004), Rice Straw Pulping With Oxide Added Soda-Oxygen-Anthraquinone. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(8): 1350-1354.
26. Sixta, H. 2006. Handbook of pulp, Volume 1. Willey-VCH.

Archive of SID

www.SID.ir