مجله علمی-پژوهشی

علوم کشاورزی

سال سیزدهم، شماره (۳) ۱۳۸۶

Archive of SID

بررسی خواص بیومتری و شیمیایی باگاس مورد استفاده در کارخانه کاغذ پارس

احمد ثمریها

دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ واحد علوم و تحقیقات عضو باشگاه پژوهشگران جوان

امیر هومن حمصی

دانشیار گروه مهندسی صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی (مؤلف مسئول)

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی خواص آناتومیک و شیمیایی باگاس مورد استفاده در صنایع کاغذسازی کشور انجام گرفت. در این بررسی از باگاس مغززدایی شده به روش تر کارخانه کاغذ پارس واقع در استان خوزستان استفاده شد. برای بررسی خواص آناتومیک و شیمیایی الیاف باگاس، استاندارد TAPPI مورد استفاده قرار گرفت. متوسط طول، قطر، قطرحفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف باگاس به ترتیب برابر ۱/۵۹۴ میلیمتر و ۲۰/۹۶۱، ۹/۷۱۹، ۵/۶۳۸ میکرون تعیین شد. میزان ضریب درهم رفتگی (لاغری)، ضریب انعطاف‌پذیری (نرمش) و میزان ضریب رانکل (معیاری از مقاومت به پارگی) محاسبه شده در مورد الیاف باگاس به ترتیب ۷۶/۰۵ و ۴۶/۳۷و ۱۱۶/۰۲ درصد بدست آمد. میزان سلولز ۵۵/۷۵٪، لیگنین ۲۰/۵٪، مواد استخراجی ۳/۲۵٪ و خاکستر۱/۸۵ درصد اندازه گیری شد. بررسی مشخصات باگاس موید این مطلب است که به لحاظ ابعاد فیبر و میزان ترکیبهای شیمیایی، این گونه در زمره مواد اولیه مناسب برای استفاده در صنایع کاغذ سازی کشور ایران قرار داشته و نسبت به پهن برگان بومی و سایر گیاهان غیرچوبی کشور دارای اولویت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: باگاس مغززدائی شده، کاغذ پارس، خصوصیات آناتومیک، خصوصیات شیمیایی، ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری، ضریب رانکل

مقدمه

گیاهان غیرچوبی همانند چوب از زمان پیدایش بشر برای سوخت، جان پناه، دکوراسیون و حفاظت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. امروزه استفاده از این گیاهان به ویژه در کشورهایی که جنگل‌های صنعتی محدودی دارند مورد توجه زیادی قرار گرفته است. تصمیم‌گیری در مورد استفاده از الیاف این گیاهان در صنایع کاغذسازی و فرآورده‌های مرکب چوبی نیاز به شناخت کامل خواص اولیه این نوع مواد اولیه دارد. این بررسی‌ها شامل اندازه‌گیری طول الیاف، قطر الیاف، ترکیب‌های شیمیایی، دانسیته و ریخت‌شناسی الیاف می‌باشند.

تاریخ دریافت مقاله ۸۵/۲/۲۵ تاریخ دریافت نسخه نهایی ۸۵/۸/۱۷

www.SID.ir

Archive of SID

در استفاده از گیاهان غیرچوبی در صنایع لیگنو سلولزی می‌بایست فن‌آوری‌های جدید کاشت، داشت، برداشت، جمع‌آوری، جداسازی، انبار و ذخیره‌سازی، حمل و نقل و نیز سیستم‌های جدید طراحی، توسعه و ساخت مورد توجه کافی قرار گیرند. تقاضای جهانی برای استفاده از الیاف گیاهان غیرچوبی با افزایش جمعیت و نیز محدودتر شدن سطح جنگل‌ها رو به افزایش است. توجه به استفاده از همهٔ گونه‌های گیاهی به ویژه انواعی که حداکثر بیوماس را در واحد سطح تولید کنند، در حال تشدید است. افزایش سریع استفاده از الیاف گیاهان غیرچوبی در کشورهایی مانند چین و هند کاملا مشهود است. در حال حاضر چهارده کشور برای تولید خمیر کاغذ فقط از الیاف گیاهان غیرچوبی استفاده می‌نمایند و این در حالی است که ۵۰ درصد خمیر کاغذ بیست کشور جهان از این الیاف تهیه می‌شود. (۱۶)

تاریخچه باگاس

نیشکر[1] گیاهی است گرمسیری و نیمه گرمسیری که بومی کشور ایران نمی‌باشد. این گیاه برای اولین بار پس از فتح هندوستان به دست اسکندر مقدونی به ایران انتقال یافته است به طوری که پس از فتح ایران توسط اعراب و سقوط سلسله ساسانیان کشت نیشکر در مناطق جنوبی ایران از منطقه سیستان گرفته تا خوزستان رواج داشته است. در قرون هشتم و نهم میلادی صنعت نیشکر در ایران کاملا رایج بود. بر اساس مدارک تاریخی اولین قومی که موفق به تولید شکر متبلور به صورت جامد و به طریق صنعتی گردید ایرانیان بودند و مورخین تاریخ وقوع آنرا در قرن پنجم میلادی و در زمان سلسله ساسانیان ذکر کرده اند(۲).

کشت نیشکر در قرن پنجم میلادی به اندازه‌ای رواج و رونق داشته است که منطقه ایلام به علت توسعه و رواج این زراعت و صنعت به خوزستان که در زبان پارسی به معنای نیشکرستان است، مشهور گردیده است. از قرن سوم هجری دوره ویرانی و انحطاط صنعت نیشکر و قندسازی در ایران آغاز گردیده و پس از مدت دو قرن کشت نیشکر و صنعت شکرسازی در جنوب ایران به کلی منسوخ گردید(۱۵). این صنعت از ایران رفت و پس از قریب نهصد سال در اواخر قرن سیزدهم هجری با صنعت چغندرقند به ایران بازگشت.

همچنین صنعت تولید شکر از نیشکر در ایران در زمان ناصرالدین شاه و به کوشش امیرکبیر از طریق ورود قلمه‌های جدید به طور بسیار ابتدایی احیاء گردید ولی رونقی نیافت. در سال ۱۳۳۵ سازمان برنامه بودجه، کار مطالعه و عمران خوزستان را در قالب یک برنامه توسعه عمرانی مجددا پیگیری نمود تا اینکه طرح کشت نیشکر و تولید شکر هفت تپه تهیه و در ۱۲۰۰۰ هکتار اراضی هفت تپه در نزدیکی شوش به مورد اجرا گذاشته شد(۳).

وضعیت کشت گیاه نیشکر در کشور

با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی مناسب خوزستان که روی کمربند نیشکر خیز جهان قرار گرفته، می توان نزدیک به ۸۰۰ هزار هکتار از استان خوزستان را زیر کشت نیشکر برده و در نهایت ۶ میلیون تن شکر و حدود ۳ میلیون تن خمیر کاغذ تولید نمود(۱۴). این در حالی است که براساس آمار موجود در سال ۱۳۸۱، حدود ۳۷ هزار هکتار از این اراضی زیر کشت می باشد(۳).

کشت گیاه نیشکر در کشور، علاوه بر استان خوزستان در استان مازندران نیز صورت می گیرد. بر اساس آمار فوق استان خوزستان با ۳۷۰۰۰ هکتار، ۹۹/۸ درصد از سطح زیر کشت گیاه نیشکر و استان مازندران با ۱۰۵ هکتار، فقط ۰/۲ درصد سطح زیر کشت را در اختیار دارد. (۱۵)

با توجه به اینکه حجم وسیعی از باگاس حاصل از کارخانه‌های شکر دور ریخته می‌شوند یا به مصرف سوخت می‌رسند، بنابراین استفاده از این ضایعات در واحدهای تولید خمیر و کاغذ می تواند از وابستگی کشور به خمیر و کاغذ وارداتی بکاهد.

1. Saccharum Officinarum

www.SID.ir

Archive of SID

اهمیت فرآورده های جانبی گیاه نیشکر(باگاس) در ایران

در راستای سیاست کاهش فشار بر مصرف چوب در صنعت کاغذ کشور، باگاس در بین منابع غیرچوبی جایگاه ویژه ای دارد، زیرا:

۱- باگاس در مقایسه با پهن برگان، از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی برتری برای تولید خمیر و کاغذ برخوردار است. میزان سلولز آن معادل پهن برگان و میزان لیگنین آن از پهن برگان کمتر است، لذا تولید خمیر کاغذ از آن آسان است.

۲- باگاس به عنوان ماده جانبی تولید شکر به مقدار زیاد در کشور وجود دارد و به قیمت خیلی ارزان در اختیار واحدهای تولیدکننده خمیر و کاغذ قرار می‌گیرد.

۳- کشور ایران از تجربه چهل ساله در تولید کاغذ از باگاس برخوردار است.

۴- استفاده از باگاس محدود به کاغذ چاپ و تحریر نیست، بلکه انواع کاغذ با ویژگی‌های متفاوت کاربردی را می‌توان از باگاس تهیه کرد(۱).

در این راستا، کامیار صالحی (۱۳۷۸)، متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی باگاس را به ترتیب برابر ۱/۶۶ میلیمتر، ۱۹/۶۳، ۷/۴۷، ۶/۰۸۷ میکرون تعیین نمود. ایشان ضرایب بیومتریک باگاس از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رونکل را به ترتیب ۸۶/۷۳، ۳۷/۵۳، ۱۱۷/۶۷ گزارش نموده است و همچنین مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر باگاس را به ترتیب ۵۵/۳، ۲۰/۵۵ و ۲/۹ و ۱/۹۸ درصد تعیین نموده است(۱۴).

مسعودرضا حبیبی و همکاران(۱۳۸۱)، متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی باگاس را به ترتیب برابر ۱/۲۴ میلیمتر، ۲۲/۹، ۱۲/۴۸، ۵/۲۸ میکرون گزارش نموده و همچنین مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی، خاکستر باگاس را به ترتیب ۵۳/۶۸ و ۲۰/۴۴ و ۰/۹۶ و ۱/۱۴ درصد تعیین نموده‌اند(۵).

سورنا منتظری(۱۳۷۷)، مقدار خاکستر باگاس را ۳/۰۵۷ گزارش نموده است(۱۷).

پریزاد شیخی(۱۳۸۳)، متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی باگاس را به ترتیب برابر ۱/۶۵ میلیمتر، ۲۲/۷۳۳، ۱۱/۱۱۹، ۵/۰۱۶ میکرون تعیین نمود. ایشان ضرایب بیومتریک باگاس از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف پذیری و ضریب رونکل را به ترتیب ۷۳/۰۷، ۴۹/۱۱، ۹۱/۲۶ و همچنین مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی، خاکستر باگاس را به ترتیب ۵۵/۸۵ ، ۲۰/۵۵ و ۱/۳۴ و ۱/۴۱ درصد گزارش نموده است(۱۳).

پطرودی(۱۳۷۹)، متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی باگاس را به ترتیب برابر ۲/۱۱۳ میلیمتر، ۱۷/۱۴، ۱۰/۶۰، ۶/۵۴ میکرون تعیین نمود. همچنین ضرایب بیومتریک باگاس منطقه مازندران از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف پذیری و ضریب رونکل را به ترتیب ۸۹/۳۱، ۴۴/۸۰، ۱۱۷/۶۷ گزارش نمود. ایشان مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی، خاکستر باگاس منطقه مازندران را به ترتیب ۵۳/۶۸ و ۲۰/۴۴ و ۰/۹۶ و ۱/۱۴ درصد گزارش کرد(۴).

حسین‌زاده، امید (۱۳۸۴)، متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی باگاس را به ترتیب برابر ۱/۵۹ میلیمتر، ۲۲/۴، ۱۰/۸، ۵/۱ میکرون تعیین نمود. همچنین ضرایب بیومتریک باگاس از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف پذیری و ضریب رونکل را به ترتیب ۷۰/۹۸، ۴۳/۹۲، ۹۴/۴ گزارش نمود. و همچنین مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی، خاکستر باگاس را به ترتیب ۵۴/۳ و ۲۱/۴ و ۱/۶ و ۱/۷۲ درصد تعیین کرد. (۶).

سپیده دم، محمد.جواد(۱۳۸۲)، متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی باگاس را به ترتیب برابر ۱/۵۳۸ میلیمتر، ۲۱/۷۶، ۹/۵۸۶، ۶/۰۷۶ میکرون تعیین نمود. ایشان ضرایب بیومتریک باگاس از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف پذیری و ضریب رونکل را به ترتیب ۷۰/۶۶، ۴۴/۰۷، ۱۲۶/۸۰ گزارش نموده است. همچنین، مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی، خاکستر باگاس را به ترتیب ۵۵/۳۳، ۲۱/۳۳ و۳/۴۶ و ۲/۱۷ درصد تعیین شده است (۱۰).

www.SID.ir

Archive of SID

خاصی پور، فرزین(۱۳۷۹)، متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی باگاس منطقه مازندران را به ترتیب برابر ۲/۱۱۳ میلیمتر، ۲۳/۶۶، ۱۰/۶، ۶/۵۴ میکرون تعیین نمود. همچنین ضرایب بیومتریک باگاس از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف پذیری و ضریب رونکل را به ترتیب ۸۹/۳۱، ۴۴/۸، ۱۲۳/۴ گزارش نموده است. همچنین مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر باگاس واجد مغز[1] منطقه مازندران را به ترتیب۴۳ و ۲۰/۳۳ و۸/۳۳ و ۳/۴ درصد و باگاس مغززدایی شده را به ترتیب ۵۰ و ۲۱/۶۷ و ۶/۸۰ و ۱/۶۳ درصد گزارش نموده است(۸).

شفیعی نیا(۱۳۷۵)، متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی باگاس را به ترتیب برابر ۱/۳۴۷ میلیمتر،۱۹/۹۷، ۱۱/۷۶، ۴/۱۰ میکرون تعیین نمود. ایشان همچنین ضرایب بیومتریک باگاس از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف پذیری و ضریب رونکل را به ترتیب ۶۷/۴۷، ۵۸/۸۹، ۶۹/۷۳ گزارش نموده است(۱۲).

حسینی، ا(۱۳۸۳) متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی کاه گندم را به ترتیب برابر۱/۱۳۲ میلیمتر، ۱۴/۵۰، ۹/۹۲، ۲/۲۹ میکرون تعیین نمود. ایشانهمچنین ضرایب بیومتریک کاه گندم از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف پذیری و ضریب رونکل را به ترتیب ۶۸/۷۸،۴۱/۰۷، ۴۶/۱۷ گزارش نموده است. همچنین، مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر کاه گندم به ترتیب ۴۲/۵، ۲۹، ۴/۳۷، ۶/۹۶ درصد گزارش شده است(۷).

رودی،ح(۱۳۸۰) متوسط طول و قطرالیاف ساقه آفتابگردان را به ترتیب برابر۰/۹۵۸ میلیمتر و ۲۳/۸ میکرون تعیین نمود. همچنین ضرایب بیومتریک ساقه آفتابگردان از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رونکل را به ترتیب ۴۰/۵۸، ۵۰/۸۱، ۹۸/۷۳ گزارش نموده است. همچنین، مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر ساقه آفتابگردان، به ترتیب۴۷/۲۷، ۲۱/۲۰، ۳/۶۱، ۷/۵ درصد گزارش شده است(۹).

Atchison (۱۹۸۷)، متوسط طول الیاف باگاس را ۱/۵ میلیمتر گزارش نمود. و همچنین مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی، خاکستر باگاس را به ترتیب ۵۳/۴ و ۱۸ و ۰/۸ و ۱/۶ درصد تعیین نموده است(۱۸).

Hurter (۲۰۰۳-۲۰۰۰)، مقدار سلولز، لیگنین، پنتوزان‌ها، خاکستر و سیلیس باگاس را به ترتیب ۶۲-۴۹ و ۲۴- ۱۹ و ۳۲ - ۲۷ و ۵ - ۱/۵ و ۳- ۷ درصد گزارش نموده است (۲۰).

Mahajan (۲۰۰۱)، طول الیاف باگاس را ۱/۳۸ میلیمتر، قطر الیاف را ۱۸ میکرون و ضریب لاغری را ۷۶ ذکر نمود (۲۱).

Atchison, McGovern (۱۹۹۳)، متوسط طول و قطر الیاف باگاس به ترتیب ۱/۵-۱ میلیمتر و۲۰ میکرون ضریب لاغری را بین ۷۰-۵۰ ذکر نمود (۱۹).

مواد و روش‌ها

نمونه‌های باگاس مورد آزمایش از کارخانه پارس واقع در استان خوزستان تهیه گردید و به منظور تعیین ترکیبات شیمیایی به آزمایشگاه شیمی چوب دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج و همچنین برای تعیین خواص آناتومیک به مجتمع آزمایشگاهی واحد علوم و تحقیقات انتقال یافت. نمونه‌ها از باگاس تازه و بعد از مرحلهٔ "مغززدائی‌تر"[2] از مسیر خط تولید جمع‌آوری گردید.

برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف ابتدا نمونه‌ها در لوله‌های آزمایش ریخته و به روش فرانکلین(۱۹۵۴) دفیبره شدند. بعد از جداسازی کامل الیاف از یکدیگر بر روی ۱۲۰ عدد فیبر، طول الیاف، قطر الیاف و قطر حفره سلولی بوسیله دستگاه آنالیز تصویری LEICAQ.5000MC ساخت آلمان اندازه‌گیری شد. لازم به تذکر است که قطر دیواره سلولی از نیم تفاضل قطر فیبر و قطر حفره بدست می‌آید. در این مرحله همچنین ضریب درهم رفتگی، ضریب مقاومت به پارگی و ضریب انعطاف‌پذیری طبق فرمول‌های زیر محاسبه شدند.

1. Pith
2-Wet Depithing

www.SID.ir

Archive of SID

$\frac{L}{d}$ = ضریب در هم رفتگی(لاغری)[1]

۱۰۰* $\frac{c}{d}$ = ضریب انعطاف پذیری(نرمش)[2]

۱۰۰* $\frac{2P}{C}$ = ضریب رونکل(مقاومت به پارگی فیبر)[3]

که در آن: L= طول الیاف، d= قطر الیاف، c= قطر حفره سلولی و p= ضخامت دیواره سلولی می‌باشد.

اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی بر اساس استانداردهای TAPPI به شرح زیر انجام شد(۲۲):

تهیه آرد چوب	T267-Om85
آرد عاری از مواد استخراجی	T207-Om97
میزان خاکستر	T211-Om93
مواد استخراجی	T207-Om97
میزان سلولز	روش اسید نیتریک
میزان لیگنین	T222-Om98

نتایج

اندازه‌گیری خصوصیات آناتومیک بر روی ۱۲۰ عدد فیبر انجام شد (جدول ۱). مقادیر میانگین طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره الیاف باگاس و همچنین ضرایب بیومتریک الیاف باگاس در جدول ۲ درج شده است.

جدول ۱- اندازه‌گیری‌های آناتومیک و ضرایب بیومتریک باگاس

شماره فیبر	طول الیاف	قطر سلول	قطر حفره سلول	ضخامت دیواره سلول	ضرایب بیومتریک		
					درهم رفتگی	انعطاف‌پذیری	رونکل
۱	۱,۶۸۸۰	۱۲,۴۲۰	۵,۶۴	۳,۳۹	۱۳۵,۹۱۰	۴۵,۴۱۱	۱۲۰,۲۱۳
۲	۱,۳۷۷۰	۱۷,۱۲۰	۷,۱۵	۴,۹۸	۸۰,۴۳۲	۴۱,۷۶۴	۱۳۹,۳۰۱
۳	۱,۹۶۴۰	۲۸,۱۴۰	۱۵,۱۴	۶,۵۰	۶۹,۷۹۴	۵۳,۸۰۲	۸۵,۸۶۵
۴	۲,۴۹۰۰	۱۵,۱۲۰	۶,۸۷	۴,۱۲	۱۶۴,۶۸۳	۴۵,۴۳۷	۱۱۹,۹۴۲
۵	۲,۱۲۵۰	۳۲,۱۴۰	۱۸,۱۴	۷,۰۰	۶۶,۱۱۷	۵۶,۴۴۱	۷۷,۱۷۸
۶	۱,۶۲۱۰	۳۶,۱۴۰	۱۹,۱۲	۸,۵۱	۴۴,۸۵۳	۵۲,۹۰۵	۸۹,۰۱۷
۷	۰,۹۵۶۰	۱۹,۱۲۰	۸,۷۴	۵,۱۹	۵۰,۰۰۰	۴۵,۷۱۱	۱۱۸,۷۶۴
۸	۱,۸۶۵۰	۲۰,۱۴۰	۹,۱۵	۵,۴۹	۹۲,۶۰۲	۴۵,۴۳۲	۱۲۰,۰۰۰
۹	۱,۷۶۱۰	۲۱,۴۲۰	۸,۵۲	۶,۴۵	۸۲,۲۱۳	۳۹,۷۷۶	۱۵۱,۴۰۸
۱۰	۱,۱۲۲۰	۲۵,۱۲۰	۱۱,۴۲	۶,۸۵	۴۴,۶۶۶	۴۵,۴۶۲	۱۱۹,۹۶۵
۱۱	۱,۹۱۲۰	۲۳,۱۰۰	۱۴,۱۲	۴,۴۹	۸۲,۷۷۱	۶۱,۱۲۶	۶۳,۵۹۸
۱۲	۲,۱۴۱۰	۲۴,۱۱۰	۱۵,۱۲	۴,۴۹	۸۸,۸۰۱	۶۲,۷۱۳	۵۹,۳۹۲
۱۳	۱,۰۸۲۰	۲۰,۱۲۰	۸,۰۲	۶,۰۵	۵۳,۷۷۷	۳۹,۸۶۱	۱۵۰,۸۷۳
۱۴	۱,۸۰۴۰	۱۴,۰۱۰	۶,۴۲	۳,۷۹	۱۲۸,۷۶۵	۴۵,۸۲۴	۱۱۸,۰۶۹
۱۵	۱,۶۵۴۰	۳۰,۱۱۰	۱۶,۱۴	۶,۹۸	۵۴,۹۳۲	۵۳,۶۰۳	۸۶,۴۹۳

1. Slenderness ratio
2. Flexibility ratio
3. Raunkel ratio

www.SID.ir

Archive of SID

۲۵۲,۷۶۸	۲۸,۳۴۷	۷۷,۰۹۲	۶,۸۵	۵,۴۲	۱۹,۱۲۰	۱,۴۷۴۰	۱۶
۲۲۴,۳۶۸	۳۰,۸۲۹	۱۱۷,۷۸۹	۴,۸۸	۴,۳۵	۱۴,۱۱۰	۱,۶۶۲۰	۱۷
۱۷۵,۶۵۸	۳۶,۲۷۷	۶۵,۵۹۳	۸,۰۱	۹,۱۲	۲۵,۱۴۰	۱,۶۴۹۰	۱۸
۱۶۷,۹۸۰	۳۷,۳۱۶	۷۰,۶۸۰	۶,۸۲	۸,۱۲	۲۱,۷۶۰	۱,۵۳۸۰	۱۹
۱۷۱,۴۵۹	۳۶,۸۲۳	۷۶,۱۹۴	۷,۹۳	۹,۲۵	۲۵,۱۲۰	۱,۹۱۴۰	۲۰
۱۶۴,۷۲۴	۳۷,۷۷۵	۸۸,۰۰۷	۵,۳۷	۶,۵۲	۱۷,۲۶۰	۱,۵۱۹۰	۲۱
۱۷۹,۲۹۸	۳۵,۷۸۰	۹۹,۷۳۵	۴,۸۵	۵,۴۱	۱۵,۱۲۰	۱,۵۰۸۰	۲۲
۱۶۱,۶۴۴	۳۸,۲۰۲	۹۰,۹۱۳	۶,۴۹	۸,۰۳	۲۱,۰۲۰	۱,۹۱۱۰	۲۳
۱۱۹,۵۱۵	۴۵,۵۳۰	۸۸,۵۲۱	۴,۹۳	۸,۲۵	۱۸,۱۲۰	۱,۶۰۴۰	۲۴
۱۳۸,۳۷۷	۴۱,۹۳۱	۷۶,۵۵۲	۶,۳۱	۹,۱۲	۲۱,۷۵۰	۱,۶۶۵۰	۲۵
۱۲۷,۸۱۱	۴۳,۸۹۶	۶۶,۴۵۰	۶,۴۸	۱۰,۱۴	۲۳,۱۰۰	۱,۵۳۵۰	۲۶
۱۳۳,۸۵۰	۴۲,۷۶۳	۶۲,۳۴۶	۶,۰۵	۹,۰۴	۲۱,۱۴۰	۱,۳۱۸۰	۲۷
۱۲۰,۱۷۱	۴۵,۴۱۹	۹۴,۶۱۹	۵,۶۳	۹,۳۷	۲۰,۶۳۰	۱,۹۵۲۰	۲۸
۱۲۳,۷۰۴	۴۴,۷۰۲	۷۴,۶۱۴	۵,۰۱	۸,۱۰	۱۸,۱۲۰	۱,۳۵۲۰	۲۹
۲۲۲,۶۲۱	۴۲,۲۷۴	۹۶,۳۲۷	۸,۰۷	۷,۲۵	۱۷,۱۵۰	۱,۶۵۲۰	۳۰
۱۰۷,۱۷۲	۴۸,۲۵۰	۵۱,۰۳۴	۶,۵۰	۱۲,۱۳	۲۵,۱۴۰	۱,۲۸۳۰	۳۱
۱۵۱,۵۶۴	۳۹,۷۳۳	۵۶,۸۶۰	۶,۵۴	۸,۶۳	۲۱,۷۲۰	۱,۲۳۵۰	۳۲
۹۳,۳۶۷	۵۱,۷۱۵	۸۱,۵۳۰	۵,۴۹	۱۱,۷۶	۲۲,۷۴۰	۱,۸۵۴۰	۳۳
۶۷,۱۱۰	۵۹,۸۲۱	۵۰,۳۳۲	۶,۰۵	۱۸,۰۳	۳۰,۱۴۰	۱,۵۱۷۰	۳۴
۹۵,۵۲۹	۵۱,۱۲۴	۶۹,۳۷۱	۶,۴۱	۱۳,۴۲	۲۶,۲۵۰	۱,۸۲۱۰	۳۵
۱۲۹,۷۵۶	۴۳,۴۹۴	۱۱۲,۸۰۱	۳,۹۹	۶,۱۵	۱۴,۱۴۰	۱,۵۹۵۰	۳۶
۱۳۶,۳۳۱	۴۲,۲۸۱	۱۱۴,۹۸۱	۳,۷۹	۵,۵۶	۱۳,۱۵۰	۱,۵۱۲۰	۳۷
۱۲۰,۳۵۰	۴۵,۳۸۲	۸۵,۱۰۴	۵,۵۰	۹,۱۴	۲۰,۱۴۰	۱,۷۱۴۰	۳۸
۱۹۶,۰۷۸	۳۳,۷۷۵	۵۹,۲۲۴	۷,۰۰	۷,۱۴	۲۱,۱۴۰	۱,۲۵۲۰	۳۹
۲۱۶,۷۳۶	۳۱,۵۵۱	۸۸,۵۸۱	۵,۱۸	۴,۷۸	۱۵,۱۵۰	۱,۳۴۲۰	۴۰
۱۶,۹۳۹	۸۵,۵۱۴	۸۰,۶۱۹	۱,۴۵	۱۷,۱۲	۲۰,۰۲۰	۱,۶۱۴۰	۴۱
۱۵۵,۷۴۳	۳۹,۰۷۶	۱۰۶,۵۳۵	۴,۶۱	۵,۹۲	۱۵,۱۵۰	۱,۶۱۴۰	۴۲
۲۷۲,۹۳۶	۲۶,۸۱۴	۱۰۳,۶۲۹	۵,۹۵	۴,۳۶	۱۶,۲۶۰	۱,۶۸۵۰	۴۳
۹۸,۷۶۳	۵۰,۲۹۰	۷۲,۶۳۷	۵,۹۹	۱۲,۱۳	۲۴,۱۲۰	۱,۷۵۲۰	۴۴
۱۳۸,۵۷۴	۴۱,۹۱۶	۷۰,۹۱۴	۶,۶۱	۹,۵۴	۲۲,۷۶۰	۱,۶۱۴۰	۴۵
۱۳۸,۰۶۷	۴۲,۰۰۵	۸۰,۹۴۴	۷,۰۰	۱۰,۱۴	۲۴,۱۴۰	۱,۹۵۴۰	۴۶
۱۳۸,۶۳۳	۴۱,۸۸۱	۶۵,۰۷۰	۴,۹۷	۷,۱۷	۱۷,۱۲۰	۱,۱۱۴۰	۴۷
۱۳۶,۷۵۸	۴۲,۲۱۷	۸۷,۷۵۹	۵,۹۹	۸,۷۶	۲۰,۷۵۰	۱,۸۲۱۰	۴۸
۱۲۰,۵۵۹	۴۵,۳۳۹	۶۴,۷۹۶	۶,۰۴	۱۰,۰۲	۲۲,۱۰۰	۱,۴۳۲۰	۴۹
۱۵۱,۱۲۲	۳۹,۸۲۱	۶۰,۷۲۵	۶,۰۶	۸,۰۲	۲۰,۱۴۰	۱,۲۲۳۰	۵۰
۱۳۳,۰۱۷	۴۲,۸۹۴	۹۴,۰۹۱	۵,۶۰	۸,۴۲	۱۹,۶۳۰	۱,۸۴۷۰	۵۱
۱۳۵,۳۵۱	۴۲,۴۶۵	۸۸,۶۶۸	۴,۹۲	۷,۲۷	۱۷,۱۲۰	۱,۵۱۸۰	۵۲
۱۴۰,۰۵۶	۴۱,۶۵۷	۸۲,۷۳۰	۵,۰۰	۷,۱۴	۱۷,۱۴۰	۱,۴۱۸۰	۵۳
۱۰۰,۸۳۲	۴۹,۷۹۳	۷۱,۱۶۸	۶,۰۶	۱۲,۰۲	۲۴,۱۴۰	۱,۷۱۸۰	۵۴
۱۸۲,۲۸۹	۳۵,۴۲۵	۶۳,۴۶۵	۶,۶۹	۷,۳۴	۲۰,۷۲۰	۱,۳۱۵۰	۵۵
۱۰۷,۱۵۰	۴۸,۲۵۲	۸۲,۹۸۱	۵,۶۲	۱۰,۴۹	۲۱,۷۴۰	۱,۸۰۴۰	۵۶
۱۱۵,۲۱۴	۴۶,۴۶۵	۴۴,۹۲۱	۷,۸۰	۱۳,۵۴	۲۹,۱۴۰	۱,۳۰۹۰	۵۷

www.SID.ir

Archive of SID

۵۸	۱,۸۱۴۰	۲۵,۲۵۰	۱۲,۱۲	۶,۵۶	۷۱,۸۴۲	۴۸,۰۰۰	۱۰۸,۲۵۱
۵۹	۱,۶۱۴۰	۱۳,۱۲۰	۷,۳۱	۲,۹۱	۱۲۳,۰۱۸	۵۵,۷۱۶	۷۹,۶۱۷
۶۰	۱,۱۷۵۰	۱۳,۱۵۰	۴,۲۱	۴,۴۷	۸۹,۳۵۴	۳۲,۰۱۵	۲۱۲,۳۵۲
۶۱	۱,۶۱۴۰	۱۹,۱۴۰	۷,۶۲	۵,۷۶	۸۴,۳۲۶	۳۹,۸۱۲	۱۵۱,۱۸۱
۶۲	۱,۴۱۲۰	۲۰,۱۴۰	۶,۷۳	۶,۷۱	۷۰,۱۰۹	۳۳,۴۱۶	۱۹۹,۴۰۶
۶۳	۱,۶۸۵۰	۱۵,۷۵۰	۵,۴۲	۵,۱۶	۱۰۶,۹۸۴	۳۴,۴۱۳	۱۹۰,۴۰۶
۶۴	۱,۷۲۱۰	۱۹,۰۲۰	۸,۱۷	۵,۴۲	۹۰,۴۸۴	۴۲,۹۵۵	۱۳۲,۶۸۱
۶۵	۱,۴۱۷۰	۱۵,۱۵۰	۶,۱۴	۴,۵۱	۹۳,۵۳۱	۴۰,۵۲۸	۱۴۶,۹۰۶
۶۶	۱,۹۵۲۰	۱۵,۲۶۰	۶,۴۳	۴,۴۲	۱۲۷,۹۱۶	۴۲,۱۳۶	۱۳۷,۴۸۱
۶۷	۱,۳۲۵۰	۲۳,۱۲۰	۹,۱۴	۶,۹۹	۵۷,۳۱۰	۳۹,۵۳۳	۱۵۲,۹۵۴
۶۸	۱,۰۸۲۰	۲۱,۷۶۰	۸,۴۵	۶,۶۶	۴۹,۷۲۴	۳۸,۸۳۳	۱۵۷,۶۳۳
۶۹	۱,۵۴۲۰	۲۳,۱۴۰	۱۰,۰۵	۶,۵۴	۶۶,۶۳۸	۴۳,۴۳۱	۱۳۰,۱۴۹
۷۰	۱,۲۵۲۰	۱۶,۱۵۰	۴,۳۶	۵,۸۹	۷۷,۵۲۳	۲۶,۹۹۷	۲۷۰,۱۸۳
۷۱	۱,۸۵۲۰	۲۲,۱۴۰	۹,۱۳	۶,۵۰	۸۳,۶۵۰	۴۱,۲۳۸	۱۴۲,۳۸۸
۷۲	۱,۳۵۸۰	۱۹,۱۴۰	۸,۱۹	۵,۴۷	۷۰,۹۵۱	۴۲,۷۹۰	۱۳۳,۵۷۸
۷۳	۱,۴۲۵۰	۱۲,۱۵۰	۷,۳۵	۲,۴۰	۱۱۷,۲۸۴	۶۰,۴۹۴	۶۵,۳۰۶
۷۴	۱,۶۵۲۰	۱۵,۱۴۰	۷,۱۷	۳,۹۸	۱۰۹,۱۱۵	۴۷,۳۵۸	۱۱۱,۰۱۸
۷۵	۱,۵۹۲۰	۲۵,۲۵۰	۹,۲۵	۸,۰۰	۶۳,۰۵۰	۳۶,۶۳۴	۱۷۲,۹۷۳
۷۶	۱,۸۱۲۰	۲۹,۱۴۰	۱۳,۴۸	۷,۸۳	۶۲,۱۸۳	۴۶,۲۵۹	۱۱۶,۱۷۲
۷۷	۱,۴۰۸۰	۲۱,۷۴۰	۱۱,۸۵	۴,۹۴	۶۴,۷۶۵	۵۴,۵۰۸	۸۳,۳۷۶
۷۸	۱,۵۱۵۰	۲۰,۷۲۰	۱۲,۷۶	۳,۹۸	۷۳,۱۱۸	۶۱,۵۸۳	۶۲,۳۸۲
۷۹	۱,۹۱۸۰	۲۶,۱۴۰	۱۳,۲۴	۶,۴۵	۷۳,۳۷۴	۵۰,۶۵۰	۹۷,۴۳۲
۸۰	۱,۶۳۸۰	۱۶,۱۵۰	۹,۱۲	۳,۵۱	۱۰۱,۴۲۴	۵۶,۴۷۱	۷۶,۹۷۴
۸۱	۱,۴۳۹۰	۱۸,۱۲۰	۸,۲۱	۴,۹۵	۷۹,۴۱۵	۴۵,۳۰۹	۱۲۰,۵۸۵
۸۲	۱,۵۶۲۰	۱۹,۶۳۰	۱۰,۱۰	۴,۷۶	۷۹,۵۷۲	۵۱,۴۵۲	۹۴,۲۵۷
۸۳	۱,۵۷۴۰	۲۰,۱۴۰	۹,۸۶	۵,۱۴	۷۸,۱۵۳	۴۸,۹۵۷	۱۰۴,۲۶۰
۸۴	۱,۶۵۳۰	۲۲,۱۰۰	۱۰,۱۱	۵,۹۹	۷۴,۷۹۶	۴۵,۷۴۷	۱۱۸,۴۹۷
۸۵	۱,۹۱۵۰	۲۰,۷۵۰	۸,۸۶	۵,۹۴	۹۲,۲۸۹	۴۲,۶۹۹	۱۳۴,۰۸۶
۸۶	۱,۱۵۲۰	۱۹,۱۲۰	۱۰,۰۲	۴,۵۵	۶۰,۲۵۱	۵۲,۴۰۶	۹۰,۸۱۸
۸۷	۱,۹۸۵۰	۱۵,۱۱۰	۵,۱۵	۴,۹۸	۱۳۱,۳۷۰	۳۴,۰۸۳	۱۹۳,۳۹۸
۸۸	۱,۹۱۰۰	۲۰,۱۲۰	۷,۱۵	۶,۴۸	۹۴,۹۳۰	۳۵,۵۳۷	۱۸۱,۲۵۹
۸۹	۱,۰۲۲۰	۲۹,۱۱۰	۱۳,۵۱	۷,۸۰	۳۵,۱۰۸	۴۶,۴۱۰	۱۱۵,۴۷۰
۹۰	۱,۶۵۱۰	۱۵,۰۱۰	۸,۴۲	۳,۳۰	۱۰۹,۹۹۳	۵۶,۰۹۶	۷۸,۳۸۵
۹۱	۱,۷۵۵۰	۲۱,۱۲۰	۱۰,۱۴	۵,۴۹	۸۳,۰۹۷	۴۸,۰۱۱	۱۰۸,۲۸۴
۹۲	۰,۸۶۴۰	۲۳,۱۱۰	۱۰,۴۲	۶,۳۴	۳۷,۳۸۶	۴۵,۰۸۹	۱۲۱,۶۸۹
۹۳	۱,۷۳۱۰	۲۲,۱۰۰	۱۰,۷۲	۵,۶۹	۷۸,۳۲۶	۴۸,۵۰۷	۱۰۶,۱۵۷
۹۴	۲,۲۲۵۰	۲۶,۱۲۰	۱۳,۴۲	۶,۳۵	۸۵,۱۸۴	۵۱,۳۷۸	۹۴,۶۳۵
۹۵	۱,۸۹۴۰	۲۲,۴۲۰	۸,۴۲	۶,۰۸	۸۴,۴۷۸	۳۷,۵۵۶	۱۴۴,۴۱۸
۹۶	۱,۳۱۲۰	۲۱,۱۴۰	۱۰,۲۵	۵,۴۴	۶۲,۰۶۲	۴۸,۴۸۶	۱۰۶,۱۴۶
۹۷	۱,۷۵۲۰	۱۸,۱۲۰	۱۳,۷۲	۲,۲۰	۹۶,۶۸۹	۷۵,۷۱۷	۳۲,۰۷۰
۹۸	۲,۵۱۰۰	۳۵,۱۵۰	۱۲,۱۴	۱۱,۵۰	۷۱,۴۰۸	۳۴,۵۳۸	۱۸۹,۴۵۶
۹۹	۰,۸۱۲۰	۳۱,۱۴۰	۱۵,۱۲	۸,۰۱	۲۶,۰۷۶	۴۸,۵۵۵	۱۰۵,۹۵۲

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰۰	۱,۱۳۴۰	۱۶,۱۲۰	۶,۲۵	۴,۹۳	۷۰,۳۴۷	۳۸,۷۷۲	۱۵۷,۷۶۰
۱۰۱	۰,۹۱۴۰	۲۷,۱۵۰	۱۰,۲۱	۸,۴۷	۳۳,۶۶۵	۳۷,۶۰۶	۱۶۵,۹۱۶
۱۰۲	۲,۳۴۰۰	۱۸,۱۲۰	۱۰,۲۱	۳,۹۵	۱۲۹,۱۳۹	۵۶,۳۴۷	۷۷,۳۷۵
۱۰۳	۱,۸۵۴۰	۱۲,۵۶۰	۷,۵۲	۲,۵۲	۱۴۷,۶۱۱	۵۹,۸۷۳	۶۷,۰۲۱
۱۰۴	۱,۴۱۵۰	۱۶,۱۱۰	۷,۱۴	۴,۴۸	۸۷,۸۳۴	۴۴,۳۲۰	۱۲۵,۴۹۰
۱۰۵	۱,۷۱۴۰	۲۰,۰۲۰	۱۷,۰۵	۱,۴۹	۸۵,۶۱۴	۸۵,۱۶۵	۱۷,۴۷۸
۱۰۶	۱,۸۰۳۰	۲۸,۱۱۰	۱۴,۸۴	۶,۶۴	۶۴,۱۴۱	۵۲,۷۹۳	۸۹,۴۸۸
۱۰۷	۲,۱۱۲۰	۱۵,۰۵۰	۹,۱۲	۲,۹۷	۱۴۰,۳۳۲	۶۰,۵۹۸	۶۵,۱۳۲
۱۰۸	۱,۶۱۴۰	۲۰,۱۱۰	۱۱,۲۱	۴,۴۵	۸۰,۲۵۹	۵۵,۷۴۳	۷۹,۳۹۳
۱۰۹	۰,۹۱۳۰	۲۴,۱۰۰	۱۲,۲۵	۵,۹۳	۳۷,۸۸۴	۵۰,۸۳۰	۹۶,۸۱۶
۱۱۰	۱,۸۰۲۰	۲۱,۱۰۰	۱۱,۹۳	۴,۵۹	۸۵,۴۰۳	۵۶,۵۴۰	۷۶,۹۴۹
۱۱۱	۱,۹۱۲۰	۲۵,۱۲۰	۱۱,۲۵	۶,۹۴	۷۶,۱۱۵	۴۴,۷۸۵	۱۲۳,۳۷۸
۱۱۲	۱,۷۱۴۰	۲۱,۷۲۰	۹,۲۵	۶,۲۵	۷۸,۹۱۳	۴۲,۵۸۷	۱۳۵,۱۳۵
۱۱۳	۱,۰۱۲۰	۲۲,۱۷۰	۱۱,۴۱	۵,۳۸	۴۵,۶۴۷	۵۱,۴۶۶	۹۴,۳۰۳
۱۱۴	۱,۸۹۵۰	۱۹,۱۴۰	۱۴,۱۳	۲,۵۱	۹۹,۰۰۷	۷۳,۸۲۴	۳۵,۵۲۷
۱۱۵	۱,۸۱۴۰	۳۴,۱۲۰	۱۵,۲۴	۹,۴۴	۵۳,۱۶۵	۴۴,۶۶۶	۱۲۳,۸۸۵
۱۱۶	۱,۲۲۴۰	۳۰,۱۴۰	۱۳,۱۴	۸,۵۰	۴۰,۶۱۰	۴۳,۵۹۷	۱۲۹,۳۷۶
۱۱۷	۱,۸۱۵۰	۱۷,۱۲۰	۷,۴۲	۴,۸۵	۱۰۶,۰۱۶	۴۳,۳۴۱	۱۳۰,۷۲۸
۱۱۸	۱,۵۱۳۰	۲۷,۱۴۰	۱۲,۱۴	۷,۵۰	۵۵,۷۴۸	۴۴,۷۳۱	۱۲۳,۵۵۸
۱۱۹	۱,۸۲۱۰	۱۹,۱۲۰	۶,۷۵	۶,۱۸	۹۵,۲۴۱	۳۵,۳۰۳	۱۸۳,۱۱۱
۱۲۰	۰,۷۵۶۰	۱۴,۵۶۰	۱۱,۰۵	۱,۷۶	۵۱,۹۲۳	۷۵,۸۹۳	۳۱,۸۵۵

جدول ۲ مشخصات آناتومیک و ضرایب بیومتریک الیاف باگاس

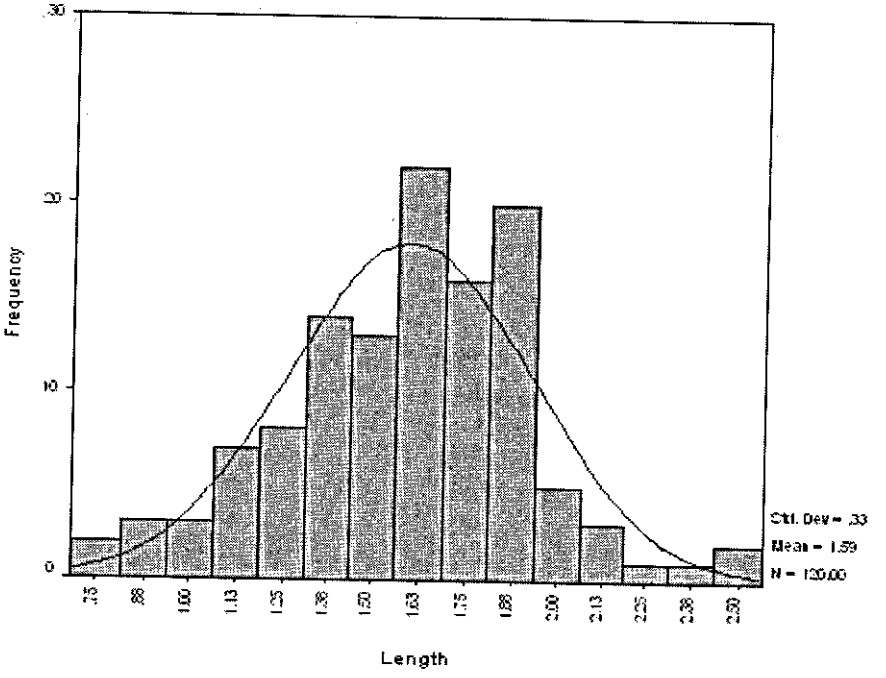
مشخصه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
				حد بالا	حد پایین
طول الیاف (mm) (L)	۱/۵۹۴	۰/۳۳۳	۰/۲۱	۲/۵۱	۰/۷۵۶
قطر سلول (µ) (d)	۲۰/۹۶۱	۵/۰۳	۰/۲۴	۳۶/۱۴	۱۲/۱۵
قطر حفره سلول (µ) (c)	۹/۷۱۹	۳/۲۳	۰/۳۳	۱۹/۱۲	۴/۲۱
ضخامت دیواره سلولی (µ) (p)	۵/۶۳۸	۱/۶۳	۰/۲۹	۱۱/۵	۱/۴۵
ضریب درهم رفتگی	۷۶/۰۵				
ضریب انعطاف پذیری (٪)	۴۶/۳۷				
ضریب رانکل (٪)	۱۱۶/۰۲				

الیاف از نظر طولی در سه سطح طبقه‌بندی می‌شوند: دسته اول الیاف کوتاه، با طول کمتر از ۰/۹ میلیمتر، دسته دوم الیاف متوسط، با طول بین ۰/۹ تا ۱/۹ میلیمتر که الیاف باگاس در این کلاسه طولی قرار دارند. دسته سوم الیاف با طول بیشتر از ۱/۹ میلیمتر که الیاف بلند می‌باشند(۱۴). همانگونه که ذکر شد، بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده، طول الیاف باگاس ۱/۶۶mm (صالحی۱۳۷۸)، ۱/۳۴۷mm (شفیعی‌نیا ۱۳۷۵)، کاه گندم ۱/۱۳۲mm (حسینی ۱۳۸۲)، باگاس ۱/۵mm (1987Atchison)، باگاس ۱/۶۵mm (شیخی ۱۳۸۳)، باگاس ۱/۵۹mm (حسین‌زاده۱۳۸۴)، باگاس ۱/۵۳۸ میلیمتر (سپیده‌دم ۱۳۸۲)، باگاس ۱/۲۴mm (حبیبی ۱۳۸۱)، باگاس منطقه مازندران ۲/۱۱۳ میلیمتر (خاصی‌پور ۱۳۷۹)، گزارش گردیده است. بدین ترتیب در

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه با گونه‌های چوبی پهن برگان نظیر خرمندی ۱mm (نیکجویان ۱۳۷۶)، بید ۱/۱mm (متقی ۱۳۸۱) اکالیپتوس ۰/۸mm (سپیده‌دم ۱۳۷۷) افرا پلت ۰/۹۳mm (سعدی ۱۳۷۷)، و صنوبر ۰/۹۵mm (ملاحمد نراقی۱۳۷۶)، ملاحظه می‌شود که طول الیاف باگاس از متوسط طول الیاف پهن برگان و همین طور از متوسط طول الیاف دیگر منابع لیگنو سلولزی قابل دسترس در ایران بلندتر است. نتایج این تحقیق در مقایسه با سوابق تحقیق موجود در مورد باگاس منطقه جنوب، تقریبا در یک محدوده قرار دارد. از آنجایی که باگاس یک فرآورده جانبی کشاورزی محسوب می‌شود و به حجم زیاد قابل دسترس است، می‌تواند به عنوان یک ماده اولیه مناسب برای تهیه کاغذ در ایران مطرح باشد. با توجه به وضعیت جنگل‌ها و منابع چوبی کشور در برنامه‌ریزی‌های آینده برای تامین کاغذ مورد نیاز کشور باید باگاس را به عنوان محور اصلی توسعه مدنظر قرار داد و تحقیقات کاربردی کشور را به منظور استفاده بهتر از باگاس گسترش داد. طول فیبر، نقش بسیار بارزی در جهت افزایش مقاومت‌های کاغذ دارد. با افزایش طول فیبر تا حد معینی، انعطاف‌پذیری الیاف بیشتر شده و قابلیت در هم رفتن الیاف بالا می‌رود و این امر، باعث افزایش مقاومت کاغذ می‌گردد(۱۱). این ویژگی را با ضریبی به نام ضریب لاغری یا درهم رفتگی الیاف نشان می‌دهند. نمودار ۱، درصد فراوانی تغییرات طول الیاف باگاس را نشان می‌دهد که با تقریب مناسبی از توزیع نرمال پیروی می‌کند.



نمودار ۱- هیستوگرام درصد فراوانی تغییرات طول الیاف باگاس

متوسط قطر الیاف باگاس ۲۰/۹۶۱ میکرون اندازه‌گیری شد. بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده الیاف باگاس ۱۹/۶۳ میکرون (صالحی ۱۳۷۸)، باگاس ۱۹/۹۷ میکرون (شفیعی‌نیا ۱۳۷۵)، کلزا ۲۳/۰۲ میکرون (سفیدگران ۱۳۸۲)، کاه گندم ۱۴/۵ میکرون (حسینی ۱۳۸۲)، باگاس ۲۲/۴ میکرون (حسین‌زاده ۱۳۸۴)، باگاس ۲۱/۷۶ میکرون (سپیده‌دم ۱۳۸۲)، باگاس منطقه مازندران ۲۳/۶۶ میکرون (خاصی‌پور ۱۳۷۹) ذکر نموده است. افزایش قطر الیاف باعث کاهش ضرایب درهم رفتگی و انعطاف‌پذیری می‌شود.

ضخامت دیواره سلولی ۵/۶۳۸ میکرون اندازه‌گیری شد. بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده الیاف باگاس ۶/۰۸۷ میکرون (صالحی ۱۳۷۸)، باگاس ۴/۱۰ میکرون (شفیعی‌نیا ۱۳۷۵)، کلزا ۵/۲۶ میکرون (سفیدگران ۱۳۸۲)، کاه‌گندم ۲/۲۹ میکرون

www.SID.ir

Archive of SID

(حسینی ۱۳۸۲)، باگاس ۵/۰۱۶ میکرون (شیخی ۱۳۸۳)، باگاس ۵/۱ میکرون (حسین‌زاده ۱۳۸۴)، باگاس ۶/۷۶ میکرون (سپیده‌دم ۱۳۸۲)، باگاس ۵/۲۸ میکرون (حبیبی ۱۳۸۱)، باگاس منطقه مازندران ۶/۵۴ میکرون (خاصی‌پور ۱۳۷۹)، ذکر نموده است.

ضخامت سلولی زیاد در مورد الیاف کاغذ بیان‌کننده انعطاف‌پذیری الیاف در فرآیند پالایش خمیر کاغذ می‌باشد. به عبارت دیگر هرچه الیاف ضخیم‌تر باشند، ضربه‌پذیری بیشتری دارند و مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند. با توجه به مقایسه انجام شده، الیاف باگاس ضخامت نسبتا زیادی داشته و با توجه به بافت ضعیف‌تر، در مقایسه با پهن برگان واکنش مناسبی در هنگام پالایش از خود نشان می‌دهند.

افزایش ضخامت دیواره الیاف، باعث افزایش دانسیته فیبر می‌گردد که این مسئله تاثیر مستقیم در خواص مقاومتی الیاف دارد. هرچه دیواره الیاف ضخیم‌تر باشد، الیاف در برابر نیروهای مکانیکی وارده از خود مقاومت بیشتری نشان داده و همین طور در برابر تغییر شکل مقاومت می‌کنند، در نتیجه قابلیت انعطاف‌پذیری و مچاله شدن الیاف کم می‌شود(۱۲). همچنین افزایش ضخامت الیاف، باعث افزایش ماتی و زبری و حجیم شدن کاغذ می‌گردد. به علاوه قابلیت جذب و نگهداری آب کاغذ افزایش پیدا می‌کند. این موضوع در خصوصیات مقاومتی کاغذ ساخته شده از آن تاثیر مستقیم می‌گذارد، به طوری که مقاومت به ترکیدن، مقاومت کششی و مقاومت به تا خوردن را کاهش داده (به دلیل درهم رفتگی کمتر الیاف) ولی مقاومت در برابر پاره شدن و طول پاره شدن نیز افزایش پیدا می‌کند(۱۲).

ضریب در هم رفتگی: میانگین ضریب درهم رفتگی تعیین شده برای الیاف باگاس برابر با ۷۶/۰۵ می‌باشد. با توجه به سوابق در مورد باگاس ۸۶/۷۳ (صالحی ۱۳۷۸)، ۶۷/۴۷ (شفیعی‌نیا ۱۳۷۵)، ۷۳/۰۷ (شیخی ۱۳۸۳)، ۷۰/۹۸(حسین‌زاده ۱۳۸۴)، ۷۰/۶۶ (سپیده‌دم ۱۳۸۲)، باگاس منطقه مازندران ۸۹/۳۱ (خاصی‌پور ۱۳۷۹)، کاه‌گندم ۴۲/۵ (حسینی ۱۳۸۲)، ساقه آفتابگردان ۴۰/۵۸ (رودی ۱۳۸۰)، گزارش شده است. مقدار این ضریب در مورد الیاف مختلف بین ۲۰ الی ۱۵۰ متفاوت است. هر چه مقدار آن بیشتر باشد، بیانگر بلندتر و لاغرتر بودن الیاف است. هنگام تشکیل ورقه کاغذ بر روی توری ماشین‌های کاغذسازی، الیاف بلندتر بهتر روی توری قرار می‌گیرند(۱۱). این مسئله باعث افزایش کیفیت کاغذ ساخته شده می‌گردد. الیاف باگاس نسبت به دیگر منابع لیگنو سلولزی غیرچوبی کشور از ضریب درهم رفتگی بیشتری برخوردار است. این ضریب ارتباط مستقیم با طول الیاف و نسبت عکس با قطر فیبر دارد.

ضریب انعطاف‌پذیری: میانگین ضریب انعطاف‌پذیری تعیین شده برای نمونه‌های مورد آزمایش ۴۶/۳۷ می‌باشد. ضریب انعطاف‌پذیری با توجه به سوابق در مورد باگاس ۳۷/۵۳ (صالحی ۱۳۷۸)، ۵۸/۸۹ (شفیعی‌نیا ۱۳۷۵)، ۴۹/۱۱ (شیخی ۱۳۸۳)، ۴۳/۹۲ (حسین‌زاده ۱۳۸۴)، ۴۴/۰۴ (سپیده‌دم ۱۳۸۲)، باگاس منطقه مازندران ۴۴/۸ (خاصی‌پور ۱۳۷۹)، کاه‌گندم ۶۸/۴۱ (حسینی ۱۳۸۲)، ساقه آفتابگردان ۵۰/۸۱ (رودی ۱۳۸۰)، گزارش شده است. هر چه این ضریب بیشتر باشد ایستادگی کاغذ در برابر گسیخته شدن و ترکیدن و تاخوردن بیشتر می‌شود. می‌توان انتظار داشت که کاغذ تولید شده از باگاس دارای مقاومت‌های خوبی در مقابل کشش، تا خوردگی و ترکیدن باشد.

ضریب رونکل: میانگین ضریب رونکل برابر ۱۱۶/۰۲ تعیین شد. با توجه به سوابق این ضریب در مورد باگاس ۱۱۷/۶۷ (صالحی ۱۳۷۸)، ۶۹/۷۳ (شفیعی‌نیا ۱۳۷۵)، ۹۱/۲۶ (شیخی ۱۳۸۳)، ۹۴/۴ (حسین‌زاده ۱۳۸۴)، ۱۲۶/۸۰ (سپیده‌دم ۱۳۸۲)، باگاس منطقه مازندران ۱۲۳/۴(خاصی‌پور ۱۳۷۹)، کاه‌گندم ۴۶/۱۷ (حسینی ۱۳۸۲) و ساقه‌آفتابگردان ۹۸/۷۳ (رودی ۱۳۸۰)، گزارش شده است. هرچه این ضریب بزرگتر باشد مقاومت کاغذ در برابر پاره شدن زیادتر است(۱۱) و مقدار اندازه‌گیری شده در مورد باگاس از ضریب رونکل اکثر گیاهان چوبی و غیرچوبی بیشتر است لذا می‌توان انتظار داشت که کاغذهای ساخته شده از الیاف باگاس دارای مقاومت در برابر پاره شدن بیشتری نسبت به کاغذهای ساخته شده از گیاهان چوبی و غیرچوبی باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیب شیمیایی از لحاظ تاثیر بر خصوصیات خمیر و کاغذ دارای اهمیت می‌باشد. لذا مقادیر ترکیبات شیمیایی باگاس در جدول ۳ زیر ارایه شده است.

جدول ۳- ترکیب شیمیایی باگاس

ترکیب شیمیایی	میانگین (٪)	انحراف از معیار	ضریب تغیرات (٪)
سلولز	۵۵/۷۵	۰/۲۱	۰/۴
لیگنین	۲۰/۵۰	۰/۳۵	۱/۷
مواد استخراجی محلول در حلال آلی (الکل- استون)	۳/۲۵	۰/۱۴۱	۴/۳
خاکستر	۱/۸۵	۰/۰۷	۳/۷

سلولز: میزان سلولز باگاس مورد آزمون ۵۵/۷۵٪، اندازه‌گیری شد. باگاس در مقایسه با پهن برگان (۴۹-۳۸ ٪)، و سوزنی برگان (۴۵-۴۰٪)، از میزان سلولز بالاتری برخوردار است و همین امر به مزیت استفاده از این ماده در امر کاغذسازی می‌انجامد. در مقایسه با مواد لیگنو سلولزی غیرچوبی، باگاس از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در زیر مقایسه‌ای بین سلولز باگاس و دیگر مواد لیگنوسلولزی که از منابع مختلف جمع‌آوری شده ارائه می‌گردد:

سلولز باگاس در مقایسه با گیاهان غیرچوبی نظیر کاه‌گندم ۴۲/۵٪ (حسینی ۱۳۸۲)، ساقه آفتابگردان ۴۷/۲۷٪ (رودی ۱۳۸۰)، باگاس منطقه مازندران ۵۰٪ (خاصی‌پور ۱۳۷۹)، از مقدار سلولز زیادتری برخوردار است. همچنین در ارتباط با سوابق تحقیقی در مورد باگاس نیز، باگاس ۵۵/۳٪ (صالحی ۱۳۷۸)، باگاس ۵۳/۹۸٪ (حبیبی ۱۳۸۱)، باگاس ۵۵/۸۵٪ (شیخی ۱۳۸۳)، باگاس ۵۴/۳٪ (حسین‌زاده ۱۳۸۴)، باگاس ۵۵/۳۳٪ (سپیده‌دم ۱۳۸۲)، نیز درصد سلولز مشاهده شده تقریبا در یک سطح قرار دارد است.

لیگنین: میزان لیگنین باگاس آزمایش شده ۲۰/۵٪، تعیین شد. مقدار لیگنین باگاس در مقایسه با گیاهان چوبی کمتر است و این عامل نکته مثبتی در انتخاب باگاس بعنوان ماده اولیه در صنایع کاغذ سازی محسوب می گردد. باگاس در مقایسه گیاهان غیر چوبی نظیر کاه گندم ۲۹٪ (حسینی۱۳۸۲)، ساقه آفتابگردان ۲۱/۲٪ (رودی۱۳۸۰)، باگاس منطقه مازندران ۲۰/۳۳٪(خاصی پور۱۳۷۹) و همچنین در ارتباط با سوابق تحقیقی در مورد باگاس نیز، ۲۰/۵۵٪ (صالحی۱۳۷۸)، ۲۰/۴۴٪(حبیبی۱۳۸۱)، ۲۱/۴٪(حسین زاده۱۳۸۴)، ۲۱/۳(سپیده دم۱۳۸۲)، ۲۴-۱۹ ٪ (Hurter 1991)، تقریبا در یک محدوده قرار دارد.

مواد استخراجی: میزان مواد استخراجی باگاس آزمایش شده برابر ۳/۲۵٪ تعیین شد. اندازه‌گیری مشابه در مقایسه با گیاهان غیرچوبی نظیر کاه‌گندم ۴/۳۷٪ (حسینی ۱۳۸۲)، ساقه آفتابگردان ۳/۶۱٪ (رودی ۱۳۸۰)، باگاس منطقه مازندران ۶/۸۰٪ (خاصی‌پور ۱۳۷۹)، نشان می‌دهد که میزان مواد استخراجی باگاس به جزء با پوست دانه آفتابگردان از بقیه مواد لیگنوسلولزی غیرچوبی کمتر می‌باشد، اما در مقایسه با پهن برگان شمال میزان مواد استخراجی باگاس بیشتر می‌باشد که البته بلوط در این مورد استثناء است. همچنین در ارتباط با سوابق تحقیقی در مورد باگاس، مقادیر ۲/۹٪ (صالحی ۱۳۷۸)، ۰/۹۶٪ (حبیبی ۱۳۸۱)، ۱/۶٪ (حسین‌زاده ۱۳۸۴)، ۳/۴۶٪ (سپیده‌دم ۱۳۸۲)، ۱/۳۴٪ (شیخی ۱۳۸۳)، گزارش گردیده است.

درصد خاکستر: میزان خاکستر باگاس آزمایش شده برابر با ۱/۸۵ درصد تعیین شد. میزان خاکستر سایر مواد لیگنوسلولزی عبارت است از: نظیر کاه‌گندم ۶/۹۶٪ (حسینی ۱۳۸۲)، ساقه آفتابگردان ۷/۵٪ (رودی ۱۳۸۰)، پوست دانه آفتابگردان ۳/۳۳٪ (روح‌نیا ۱۳۸۲)، کلزا ۶/۲۱٪ (سفیدگران ۱۳۸۲)، کلزای منطقه کرج ۷/۳٪ (پیروز ۱۳۸۵)، باگاس منطقه مازندران ۶/۸۰٪ (خاصی‌پور ۱۳۷۹)، باگاس ۵-۱/۵٪ (Hurter, 1991)، همچنین در ارتباط با سوابق تحقیقی در مورد باگاس نیز، ۱/۹۸٪ (صالحی ۱۳۷۸)، ۱/۱۴٪ (حبیبی ۱۳۸۱)، ۱/۷۲٪ (حسین‌زاده ۱۳۸۴)، ۲/۱۷٪ (سپیده‌دم ۱۳۸۲)، باگاس ۱/۴۸٪ (شیخی ۱۳۸۳) مقدار به دست آمده تنها از گزارش سپیده‌دم و صالحی کمتر است.

www.SID.ir

Archive of SID

در پایان باید اشاره کرد، بدلیل اینکه کشور ما از نظر منابع جنگلی و در نتیجه تولید چوب فقیر می‌باشد و امکان پاسخگویی به نیازهای جامعه در این حد به آسانی میسر نیست، ضروری است که از امکانات بالقوهٔ موجود برای تولید محصولات مختلف سلولزی، حداکثر استفاده را نمود. در این راستا استفاده از منابع الیاف سلولزی غیرچوبی نظیر ضایعات کشاورزی و گیاهان غیرچوبی به خصوص باگاس که به مقدار نسبتا فراوان در کشور وجود دارند و هزینهٔ تامین آنها ناچیز است می‌تواند کشور را در جهت قطع وابستگی به واردات محصولات کاغذی مختلف یاری کند. از طرف دیگر استفاده از این منابع، به‌عنوان یک راه حل مناسب و پایدار، می‌تواند در جلوگیری از روند تخریب جنگل‌ها و افزایش تولید محصولات تا رسیدن به مرز خودکفایی و عدم خروج منابع هنگفت ارزی مطرح باشد. بدیهی است که استفاده هر یک از این منابع سلولزی برای تولید هر محصول، نیاز به ارزیابی دقیق خواص کاربردی ماده سلولزی دارد که پس از برآوردهای اقتصادی - زیست محیطی می‌توان نسبت به بهره‌برداری از آنها اقدام نمود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از زحمات جناب آقای دکتر سید محمدجواد سپیده‌دم (مدیریت محترم گروه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج) که امکان انجام این طرح را فراهم نمودند و همچنین از آقای کاظم حشم فیروز مسئول آزمایشگاه شیمی چوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع و مآخذ:

۱- آبشاری، ن. جهان لتیباری،ا. (۱۳۷۶). نقش باگاس در توسعه صنعت ایران. شکرشکن،۱۱ و ۱۲:۹-۷.

۲- اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی. (۱۳۷۸)، چهار محصول زراعی و صنعتی (چغندرقند، پنبه- آفتابگردان، نیشکر)، چاپ اول، انتشارات وزارت کشاورزی معاونت و برنامه‌ریزی و بودجه اداره کل آمار و اطلاعات، ص۱۳۶.

۳- آمارنامه کشاورزی (۱۳۸۱) جلد اول محصولات زراعی و باغی، نشریه شماره۸۱/۰۶

۴- پطرودی (۱۳۷۹) بررسی قابلیت تولید خمیرکاغذ شیمیایی سودای باگاس مازندران. پایان نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۵- حبیبی، مسعودرضا و همکاران (۱۳۸۱) تاثیر ویژگی‌های الیاف باگاس بر کیفیت تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF). تحقیقات چوب و کاغذ شماره ۱۶ موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

۶- حسین‌زاده، امید (۱۳۸۴)، بررسی و تعیین رابطه بین شدت پخت و ویژگی‌های خمیرکاغذ و کاغذ سودا از باگاس پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۷- حسینی، احسان (۱۳۸۳) بررسی امکان تهیه خمیر کاغذ از کاه گندم به روش سولفیت خنثی (NSSC) جهت تهیه کاغذ کنگره‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۸- خاصی‌پور، فرزین (۱۳۸۱). بررسی تولید خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از باگاس مازندران و ارزیابی آن به منظور تولید کاغذ کنگره‌ای در صنایع چوب و کاغذ مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۹- رودی، حمیدرضا (۱۳۸۰) بررسی امکان تولید خمیر کاغذ کنگره‌ای از ساقه آفتابگردان با فرایند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۰- سپیده دم و همکاران(۱۳۸۳) تعیین شرایط مناسب پخت فرایند حلال آلی به منظور تولید خمیر کاغذ نیمه شیمیایی از باگاس. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۱- سرابیان،ا (۱۳۸۲) بررسی امکان تولید خمیر کاغذ پر بازده سفید با روش مکانیکی پراکسید قلیایی (APMP) از کاه گندم (خراسان) رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۲۲۸ صفحه

۱۲- شفیعی‌نیا (۱۳۷۵) بررسی پخت خمیرکاغذ سودا از باگاس پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۱۳- شیخی، پریزاد (۱۳۸۳) بررسی امکان ساخت خمیر کاغذ روزنامه از باگاس به روش مکانیکی پراکسید قلیایی APMP پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۱۲ صفحه

۱۴- صالحی،ک.(۱۳۷۷) بررسی و تعیین ویژگی‌های خمیر کاغذ شیمیایی - مکانیکی بازده بالا از باگاس (APMP-CTMP-CMP). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی چوب و کاغذ،دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰۳ صفحه.

۱۵- فارسی، م.ا. (۱۳۷۷) کشت نیشکر. مقاله تحقیقی، سازمان کشاورزی استان مازندران:ص۳.

۱۶- فائزی‌پور، مهدی. کبورانی، علیرضا. پارسا پژوه، داوود. (۱۳۸۱) کاغذ و مواد چند سازه از منابع زراعی. تالیف راجر رول، رایموند یامگ و جودی رول، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران،۵۷۳ صفحه.

۱۷- منتظری، س (۱۳۷۷)، بررسی ساخت کاغذ Fluf از باگاس پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

18- Atchison, J.E., Present status and future prospects for use of non-wood plant fiber for paper grade pulp and paper, tuscon, AZ, Nov., 1987

19- Atchison, j, e, &Mcgovern.j.n, (1993).History Of Paper and The Importance of Non-wood Plant Fibers.Atlanta, GA, TAPPI Press.

20- Hurter.p.Eng:Robert.w, Agricultural Residues, Utilization Of Annual Plants and Agricultural Residues for The Production Of Pulp and Paper, Hurter Consult Incorporated (2000-2003).

21- Mahajan.s, Bhatt.o.p, Physical Strength Properties of Standard Test Sheets Made From Bagasse and Biends with Bamboo April-June 2001.VOL5, Lssues

22- TAPPI Standard Method.1994-1995.

www.SID.ir

JOURNAL OF
AGRICULTURAL
SCIENCES
Islamic Azad University
Archive of SID

Study of Chemical and Anatomical Properties of Bagasse Used in Pars Paper Factory

A. Samariha
MS.c. Research Student of Wood & Paper Engineering, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Member of Young Researchers Club
A.H. Hemmasi
Associate Professor. Wood & Paper Engineering Dept., Science & Research Branch, IAU (Corresponding Author)

Abstract

This research was down with the aim of determining chemical and anatomical properties of bagasse used in Iranian paper industries. Wet method depithed bagasse of Pars Paper Company in Khuzestan province was used in this research. TAPPI standards was used for study of bagasse fiber chemical and anatomical properties. Avearge length, diameter of cellular cavity and thickness of cellular layer of bagasse fiber were calculated as 1.59mm, 20.96, 9.719 and 5.64 (μ) respectively. The slenderness ratio, flexibility ratio and raunkel ratio were of bagasse were calculated as 75.86, 46.37, 116.02 % In addition measuring chemical properties showed that cellulose proportion was 55.75%, lignins 20.5%, Extractives 3.25%, and ash 1.85 %. Measurement of bagasse properties shows that the dimensional properties of fibers and chemical property of fibers are very suitable for use in paper making industries of the country and is better than hard woods and other Non wood herbals.

Keywords: wet depithed bagasse, pars paper, anatomical properties, chemical properties, slenderness ratio, flexibility ratio, raunkel ratio.

www.SID.ir