

## ابعاد الیاف و خواص شیمیایی بامبو (*Phyllostachys pubescens*)

الهه مهری<sup>۱\*</sup> و علی قاسمیان<sup>۲</sup>

\*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

پست الکترونیک: el.mehri@yahoo.com

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۳

### چکیده

این مطالعه با هدف بررسی خواص بیومتریکی پوست، گره و میان‌گره و ترکیبات شیمیایی میان‌گره و گره بامبو *Phyllostachys pubescens* انجام شد. نتایج نشان داد بین طول الیاف پوست، گره و میان‌گره اختلاف معنی‌داری وجود دارد و میان‌گره دارای بیشترین طول الیاف و گره دارای کوتاه‌ترین الیاف است. همچنین بین قطر الیاف، قطر حفره سلولوی و ضخامت دیواره سلولوی نیز اختلاف معنی‌داری وجود دارد، و گره از این لحاظ دارای بیشترین مقدار است. از لحاظ ترکیبات شیمیایی میزان مواد استخراجی، لیگنین و خاکستر گره بیشتر از میان‌گره است اما از این لحاظ در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند، در حالی که میزان سلولز میان‌گره به‌طور معنی‌داری از گره بیشتر است. همچنین ضریب درهم‌رفتگی (لاغری)، ضریب نرمش (انعطاف‌پذیری) و ضریب رانکل نیز محاسبه شد که برای پوست به ترتیب ۰۶/۹۳، ۳۶/۶۴۱، ۱۷۲/۹۱۶ و برای گره به ترتیب ۰۸/۴۶، ۳۳/۱۰۸، ۲۰۲/۰۳۵ و برای میان‌گره به ترتیب ۱۵۱/۸۸، ۳۱/۶۷۸ و ۲۱۵/۶۶۶ درصد به دست آمد. به‌طور کلی نتایج حاصل حکایت از آن داشت که با توجه به مشخصات الیاف این گونه غیرچوبی، می‌توان استفاده از آن را به‌منظور تولید خمیر کاغذ توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: بامبو، ویژگی‌های شیمیایی، ویژگی‌های مرفولوژیکی، ضرایب بیومتریکی.

### مقدمه

چوب در صنایع مختلف بامبو سریع‌الرشدترین گیاه روی خشکی یکی از راه‌حل‌های مؤثر است که هر دو توصیه فوق را برآورده می‌نماید. به‌طوری که در بسیاری موارد می‌توان از بامبو به جای چوب و حتی مناسب‌تر از آن استفاده نمود و فرآورده‌های چوبی مورد نیاز در زندگی را تهیه کرد (Sodjoudiand et al., 1996).

بامبوها از خانواده علفه (گراس یا گرامینه و یا گندمیان) هستند، که در زیر خانواده *Bambusoideae* قرار دارند. گرچه بامبوها در اندازه‌های متفاوت از کوچک گلدانی وجود دارند، اما تعدادی از گونه‌های آن بلند، قطور و دارای خصوصیات درخت و درختچه هستند. ساقه آنها گاهی پیچیده و گاهی مستقیم و بلند است. بامبو

با توجه به اینکه چوب و فرآورده‌های چوبی در زندگی مردم جهان نقش اساسی دارند، بنابراین تأمین چوب و رفع کمبود آن در بعضی کشورها امری مهم است. در آینده براساس پیش‌بینی‌های انجام شده، تأمین چوب یکی از مشکلات اصلی بیشتر کشورهای جهان خواهد بود. سازمان ملل در زمینه رفع کمبودهای زندگی کشورها، به‌ویژه کشورهای در حال توسعه همواره سعی بر این دارد که راه‌حل‌های نهایی را ارائه کند، در مورد تأمین چوب و رفع کمبود آن از سال‌ها پیش دو توصیه مهم نموده است: ۱- کاشت درختان سریع‌الرشد در محیط‌های مناسب، ۲- یافتن موادی به‌عنوان جایگزین

همچنین با توجه به اینکه از هر چهار تن بامبو، یک تن کاغذ سفید تهیه می‌شود، می‌توان با معرفی گونه‌های پربازده در هر هکتار از اراضی، حدود ۱۵ تن کاغذ سفید تولید کرد (www.farsnews.com).

متأسفانه تا به امروز به علت ناشناخته ماندن بامبو در ایران، تحقیقات وسیع و سرمایه‌گذاری جدی در جهت بهره‌برداری از آن صورت نگرفته است. به نظر می‌رسد که بامبو برای اولین بار در قرن ۱۹ توسط کارشناسان چینی به علت ساختن سبدها و الک‌های چای در لاهیجان پرورش یافت. با وجود آنکه بامبو سابقه تاریخی در ایران ندارد و از خارج از کشور وارد شده است اما خوشبختانه زمینه رشد و پرورش آن در سواحل جنوبی دریای خزر (در ۲ استان مازندران و به‌ویژه گیلان) و حتی در نواحی حاشیه رودخانه‌ها و مناطق باتلاقی جنوب و غرب کشور امکان‌پذیر است (Staki et al., 2012).

Kamthai و Puthson (۲۰۰۵) به بررسی ویژگی‌های فیزیکی، مورفولوژی و ترکیبات شیمیایی بامبو شیرین (*Dendrocalamus asper Backer*) برای مصرف در خمیر و کاغذسازی پرداختند. نتایج نشان داد که اختلاف در ویژگی‌های بامبو شیرین در طول ساقه بستگی به وضعیت آن (میان یا بالا) و بخش آن (گره یا میان‌گره) دارد. نتایج حاصل از مورفولوژی الیاف نتایج را به این صورت مشخص کرد: طول الیاف، ۳/۱۱ میلی‌متر؛ قطر الیاف، ۱۸/۰۳ میکرون؛ ضخامت دیواره سلولی ۶/۹۸ میکرون؛ قطر حفره سلولی، ۴/۳۵ میکرون. ترکیبات شیمیایی شامل ۷۶/۳۳ درصد هولوسلولز، ۶۸/۱۱ درصد α-سلولز، ۲۸/۷ درصد لیگنین و ۱/۴۶ درصد خاکستر بود. مواد قابل حل در حلال‌های مختلف نیز شامل الکل-بنزن ۵/۹۱ درصد؛ آب داغ ۸/۰۴ درصد؛ آب سرد ۷/۰۳ درصد و هیدروکسید سدیم، ۲۴/۹۱ درصد بود.

Ogunsile و Wajel (۲۰۰۹) به ارزیابی پتانسیل خمیر و کاغذ *Bambusavalgaris* روئیده در نیجریه پرداختند. آنها ویژگی‌های الیاف و ویژگی‌های شیمیایی را در سه مرحله مختلف بلوغ، یعنی مرحله رشد، مرحله بلوغ و مرحله رشد کامل مورد بررسی قرار دادند. خمیرسازی سودا در شرایط عملیاتی مختلف انجام شد. نتایج نشان داد که طول الیاف، ۲/۹۲-۲/۳۲ میلی‌متر؛ قطر الیاف، ۱۸/۸-۱۵/۵ میکرون؛ قطر حفره الیاف، ۸-۱۰/۴ میکرون و

گیاهیست دائمی با ساقه چوبی و توخالی که در فواصل مختلف دارای بند یا گره است که از هر بند آن شاخه جدیدی می‌روید (Sodjoudiand et al., 1993). بامبوها شامل ۱۲۵۰ گونه در ۷۵ جنس هستند، که بیشتر آنها سریع‌الرشد بوده و طی مدت پنج سال به بلوغ می‌رسند، اما بندرت گل می‌دهند. بامبوها عمدتاً در مناطق گرمسیری گسترش یافته‌اند اما به‌طور طبیعی در مناطق نیمه گرمسیری و مناطق معتدله همه قاره‌ها بجز اروپا در عرض جغرافیایی ۴۶ درجه شمالی تا ۴۷ درجه جنوبی و در ارتفاع ۴۰۰۰ متر از سطح دریا گسترش یافته‌اند (Scurlock, et al., 2000).

بامبو سریع‌الرشدترین گیاه جهان است. گونه‌های سریع‌الرشد آن در یک روز ۱۲۲ سانتی‌متر رشد می‌کند، به‌طوری که رشد آن را می‌توان با چشم دید و با گوش شنید. این رشد بی‌نظیر مرهون ساختمان زیرزمینی بامبو است که ریزوم خوانده می‌شود. ریزوم‌ها تا ۱۰۰ متر به طور افقی در خاک رشد می‌کنند و از فواصل مختلف آن ساقه جدیدی می‌روید. این شبکه زیرزمینی وسیع جوانه‌ها را تغذیه می‌کند و اجازه می‌دهد تا ساقه هوایی بامبو به سرعت رشد کند. به علت وجود اختلاف در ریزوم، بامبو به دو شکل وجود دارد، به صورت تک ساقه‌ای<sup>۱</sup> که در آن ساقه‌های بامبو اندکی از یکدیگر دور هستند و یا به صورت ساقه‌های نزدیک به هم که چند ساقه‌ای<sup>۲</sup> نام دارد. بامبوهای تک ساقه‌ای در مناطق معتدل و معتدل گرم وجود دارند و بامبوهای چند ساقه‌ای در مناطق حاره‌ای وجود دارند (Sodjoudiand et al., 1993).

براساس بررسی‌های انجام شده تاکنون ۹ گونه مختلف بامبو در گیلان شناسایی شده که از نظر رشد و بیوماس تولیدی با یکدیگر اختلاف دارند. حداکثر بیوماس تولیدی مربوط به بامبو نوار زرد است که به بیش از ۴۰ تن در هکتار می‌رسد. بزرگترین بامبو شناسایی شده در این منطقه در مدت یک ماه بیش از ۱۵ متر رشد طولی و قطری حدود ۷ سانتی‌متر دارد. بیوماس تولیدی توده جنگلی بامبو که تنها پنج سال از زمان استقرار آن می‌گذرد بالغ بر ۴۰ تن در هکتار در سال است و امکان تولید بیشتر از ۶۰ تن پس از یک دوره ۸ تا ۱۰ ساله وجود دارد.

1- Leptomorph or Monopedial  
2- Pochymorph or Sympodial

باقی ماندن الیاف سلولزی می‌باشد. سپس با آب مقطر شست‌وشو داده شدند. در پایان به منظور رنگ‌آمیزی الیاف از محلول زافرانین استفاده شد و با استفاده از میکروسوپ چشمی مدرج طول الیاف، قطر الیاف و قطر حفره سلولزی هر فیبر برای ۱۰۰ تکرار اندازه‌گیری شد. برای تعیین ضرایب بیومتری الیاف از روابط زیر استفاده شد:

$$\text{ضریب نرمش} = \frac{\text{قطر حفره}}{\text{قطر فیبر}} \times 100$$

$$\text{ضریب درهم‌رفتگی} = \frac{\text{طول فیبر}}{\text{قطر فیبر}}$$

$$\text{ضریب رانکل} = \frac{\text{دو برابر ضخامت دیواره}}{\text{قطر حفره}} \times 100$$

به منظور اندازه‌گیری درصد ترکیبات شیمیایی طبق استاندارد شماره T257 cm-02 آئین‌نامه تاپی جهت تهیه پودر اقدام شد. به این ترتیب که ابتدا میان‌گره‌ها و گره‌ها به صورت قطعات کوچک و به صورت خالصی تهیه شدند و بعد توسط آسیاب آزمایشگاهی به پودر تبدیل شدند که ذراتی با طول به طور میانگین ۲ تا ۳ میلی‌متر به دست آمد. پودر تهیه شده با استفاده از الک مش بندی شد. از پودر باقی‌مانده بر روی الک ۶۰ مش برای تعیین درصد مواد استخراجی، لیگنین و سلولز، و از پودر باقی‌مانده بر روی الک ۴۰ مش برای تعیین درصد رطوبت و خاکستر استفاده شد.

برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی از استانداردهای آیین‌نامه تاپی<sup>۱</sup> بشرح زیر استفاده شد:

- تعیین درصد مواد استخراجی محلول در الکل استون براساس آئین‌نامه T280pm-99
- تعیین درصد لیگنین براساس آئین‌نامه T222om-02
- تعیین درصد سلولز براساس آئین‌نامه T264om-98
- تعیین درصد خاکستر براساس آئین‌نامه T211om-02

ضخامت دیواره سلولزی الیاف ۴/۴-۳/۳ میکرون بود. میانگین مقدار خاکستر، لیگنین و سلولز به ترتیب ۲/۸، ۲۷/۱۳ و ۵۲/۵ درصد بود.

Vaysi (۲۰۱۰) به بررسی امکان استفاده از خمیر کاغذ CMP بامبو برای تولید کاغذ روزنامه در کارخانه چوب و کاغذ مازندران پرداخت. وی تعدادی ساقه بامبو را از غرب مازندران (منطقه نوشهر) به صورت تصادفی انتخاب کرد و با استفاده از شرایط پخت کارخانه چوب و کاغذ مازندران و با زمان ۲ ساعت، خمیر CMP با بازده ۸۵ درصد تهیه کرد. وی همچنین به بررسی مشخصات بیومتری الیاف نیز پرداخت که نتایج میانگین طول الیاف و قطر کلی الیاف را به ترتیب ۱۶۷۵ و ۱۶/۹۷ میکرون، و ضریب درهم‌رفتگی و ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل را هم به ترتیب ۹۹/۲۵، ۳۹/۷۹ و ۳۵۳/۴ نشان داد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در مورد بررسی ویژگی‌های بیومتری و ترکیبات شیمیایی گونه‌های بامبو تحقیقات بسیار محدودی انجام شده است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف مطالعه ویژگی‌های بیومتری و ترکیبات شیمیایی بامبو (*Phyllostachys pubescens*) انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری به صورت تصادفی از ۱۰ ساقه بامبو (*Phyllostachys pubescens*) واقع در مزرعه آزمایشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. همه پایه‌ها با ابعاد و قطر برابر و حدود ۱۰ سانتی‌متر بودند. پس از جدا کردن برگ‌ها از ساقه‌ها، میان‌گره توسط اره فارسی بر از گره جدا شد. برای بررسی خواص بیومتری، تراشه‌های باریکی به ضخامت حدود نیم میلی‌متر و پهنای یک سانتی‌متر و طول ۱ تا ۲ سانتی‌متر، از میان‌گره، گره و پوست بامبو برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف به روش Franklin (۱۹۴۵) تهیه شد. سپس تراشه‌های هر یک را به طور جداگانه در لوله آزمایش قرار داده و مخلوط استیک اسید و آب اکسیژنه به نسبت مساوی (۵۰ به ۵۰) به آنها افزوده شد، و به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون و در درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از این مدت نمونه‌ها از آون خارج شدند. رنگ نمونه‌ها سفید شده بود که نشان‌دهنده حل شدن لیگنین و

## ویژگی‌های الیاف

مقادیر میانگین طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف حاصل از پوست، گره و میان‌گره در جدول ۱ ارائه گردیده است. نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و گروه‌بندی میانگین ویژگی‌های مذکور به ترتیب در جدول‌های ۱ تا ۲ نشان داده شده است.

نتایج ویژگی‌های بیومتری به دست آمده از پوست، گره و میان‌گره با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS16 در قالب طرح آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) انجام شد و در نهایت مقایسه و گروه‌بندی میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد. برای مقایسه میانگین‌های ترکیبات شیمیایی از روش T-test استفاده شد.

## نتایج

جدول ۱- نتایج تجزیه و تحلیل آماری ابعاد الیاف

منبع تغییرات	مقدار F	معنی‌داری در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد
طول الیاف (mm)	۲۰/۱۰۸*	۰/۰۰۰
قطر الیاف (μm)	۶۳/۷۱۱*	۰/۰۰۰
قطر حفره سلولی (μm)	۱۲/۰۳۶*	۰/۰۰۰
ضخامت دیواره سلولی (μm)	۵۰/۴۸۹*	۰/۰۰۰

\*معنی‌داری در سطح ۵ درصد

جدول ۲- مقادیر و گروه‌بندی میانگین طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف

نمونه	پوست	گره	میان‌گره
طول الیاف (mm)	۰/۹۵۱b	۰/۷۱۴c	۱/۰۸۵a
قطر الیاف (μm)	۱۰/۲۱۸c	۱۵/۴۳۱a	۱۲/۳۱۱b
قطر حفره سلولی (μm)	۳/۷۴۴b	۵/۱۰۹a	۳/۹b
ضخامت دیواره سلولی (μm)	۳/۲۳۷c	۵/۱۶۱a	۴/۲۰۵b

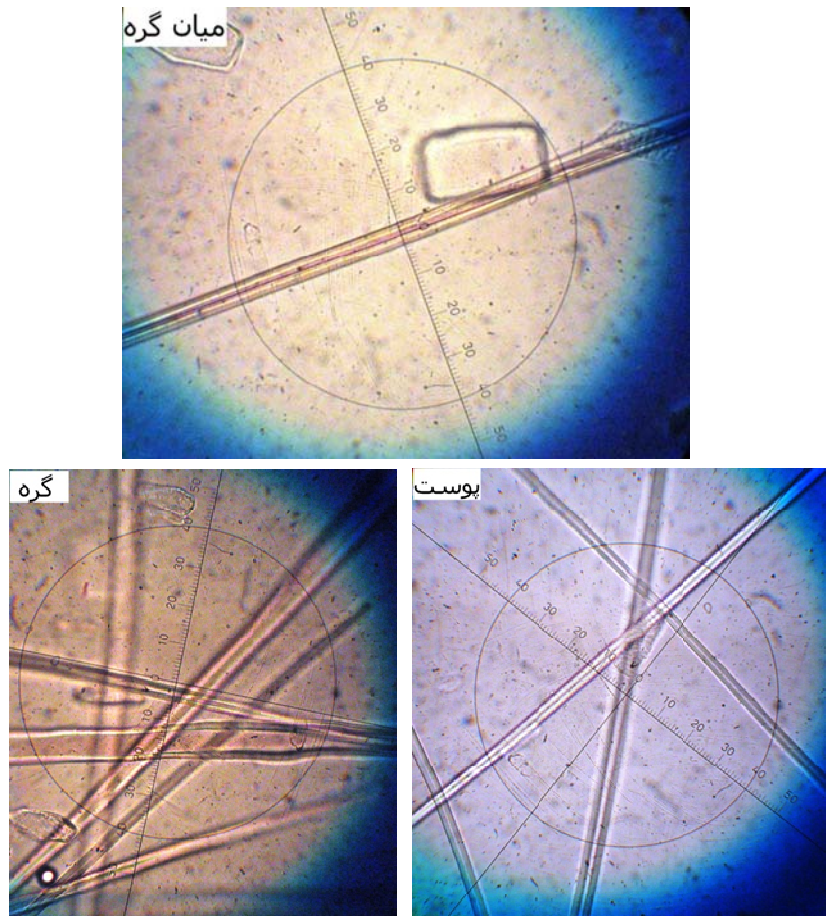
در هر سطر میانگین‌هایی که حرف مشابه دارند اختلاف معنی‌داری ندارند (سطح احتمال ۵ درصد).

گره و میان‌گره اختلاف معنی‌داری وجود دارد ولی گروه-بندی میانگین قطر حفره سلولی الیاف نشان می‌دهد که بین پوست و میان‌گره اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی بین این دو با گره اختلاف معنی‌داری وجود دارد. مقادیر ضرایب بیومتری الیاف نیز محاسبه شد و در جدول ۳ ارائه شده است:

نتایج آماری حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف پوست، گره و میان‌گره در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار بوده است (جدول ۱). همچنین گروه‌بندی میانگین‌ها (جدول ۲) بیانگر این مطلب است که بین طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف پوست،

جدول ۳- مقادیر ضریب درهم‌رفتگی، ضریب نرمش و ضریب رانکل

نمونه	ضریب درهم‌رفتگی	ضریب نرمش	ضریب رانکل
پوست	۹۳/۰۶	۳۶/۶۴۱	۱۷۲/۹۱۶
گره	۴۶/۳۰۸	۳۳/۱۰۸	۲۰۲/۰۳۵
میان‌گره	۸۸/۱۵۱	۳۱/۶۷۸	۲۱۵/۶۶۶



شکل ۱- الباف میان گره، گره و پوست با بزرگنمایی ۴۰x

**ترکیبات شیمیایی**

خاکستر گره و میان گره در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نمی شود، اما بین مقدار سلولز گره و میان گره در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده می شود.

مقادیر میانگین و نتایج تجزیه واریانس ترکیبات شیمیایی گره و میان گره در جدول ۴ ارائه شده است. طبق نتایج به دست آمده بین مقدار مواد استخراجی، لیگنین و

جدول ۴- میانگین و تجزیه واریانس ترکیبات شیمیایی گره و میان گره

مشخصه (درصد)	محل نمونه	میانگین	معنی داری در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد
مواد استخراجی	گره	۱/۸۲	۰/۱۷۸
	میان گره	۰/۷۵	
لیگنین	گره	۲۵/۹	۰/۴۹۷
	میان گره	۲۵/۷	
سلولز	گره	۴۵	۰/۰۰۷
	میان گره	۵۱/۷	
خاکستر	گره	۱۷/۰۴	۰/۱۸۹
	میان گره	۱۴/۶۵	

جدول ۵- مقایسه ویژگی‌های بیومتری ساقه بامبو با سایر منابع غیرچوبی

منابع	ضخامت دیواره سلولی ( $\mu\text{m}$ )	قطر حفره سلولی ( $\mu\text{m}$ )	قطر الیاف ( $\mu\text{m}$ )	طول الیاف (mm)	ماده
مطالعه حاضر	۳/۲۳۷	۳/۷۴۴	۱۰/۲۱۸	۰/۹۵۱	پوست بامبو
	۵/۱۶۱	۵/۱۰۹	۱۵/۴۳۱	۰/۷۱۴	گره بامبو
	۴/۲۰۵	۳/۹	۱۲/۳۱۱	۱/۰۸۵	میان‌گره بامبو
Ebrahimi, et al, 2008	۲/۲	۱۲/۴	۱۶/۸	۰/۸۱۴	ساقه کلزا
Ahmadi, et al, 2008	-	-	۲۰	۰/۷۵	ساقه شال کنف
Fakhryan, et al, 2008	۳/۴۸	۱۱/۵۹	۱۸/۴۶۳	۰/۹۳۶	ذرت دانه‌ای
Asadollahzade and Resalati, 2012	۵/۵۴۹	۱۱/۵۶۱	۲۲/۶۵۶	۱/۵۷۴	ساقه کنف
Amiri, 2005	۴/۰۲	۱۶/۴۳	۲۴/۴۷	۰/۸۳۹	ساقه پنبه

جدول ۶- مقایسه ترکیب‌های شیمیایی ساقه بامبو با سایر منابع غیرچوبی

منابع	خاکستر (%)	مواد استخراجی (%)	لیگنین (%)	سلولز (%)	ماده
مطالعه حاضر	۱۷/۰۴	۱/۸۲	۲۵/۹	۴۵	گره بامبو
	۱۴/۶۵	۰/۷۵	۲۵/۷	۵۱/۷	میان‌گره بامبو
Ebrahimi, et al, 2008	۶/۴۳	۱/۳۲	۲۴/۴۵	۴۴/۵	ساقه کلزا
Ahmadi, et al, 2008	۴/۴	۱۰/۲	۱۷/۵	۵۰/۶۵	ساقه شال کنف
Fakhryan, et al, 2008	۴/۸۷	۲/۵۳	۲۱/۸۸	۴۹/۶۷	ذرت دانه‌ای
Amiri, 2005	۲/۸۳	۲/۱۳	۲۱/۶۶	۴۷/۸۳	ساقه پنبه

## بحث

با توجه به نتایج به دست آمده ملاحظه می‌شود که میانگین طول الیاف میان‌گره از گره بیشتر است، و قطر کلی الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف گره از میان‌گره بیشتر است که این نتایج مطابق با مطالعات Kamthai و Puthson (۲۰۰۵) بر روی بامبو شیرین بوده است.

بررسی ضرایب بیومتری نشان داد که بیشترین ضریب درهم‌رفتگی مربوط به الیاف پوست می‌باشد. البته هرچه مقدار این ضریب بیشتر باشد نشان‌دهنده بلندتر بودن و لاغرتر بودن الیاف است، که در این صورت باعث افزایش کیفیت کاغذ حاصل از آن می‌گردد. همچنین الیاف پوست بیشترین ضریب انعطاف‌پذیری را دارد که هر چه این ضریب بیشتر باشد مقاومت خمیر کاغذ حاصل از آن در برابر گسیخته شدن، ترکیدن و تا خوردن بیشتر خواهد بود. این نتایج می‌تواند بیانگر این مطلب باشد که پوست-کنی بامبو برای تهیه خمیر و کاغذ الزامی نمی‌باشد. به طوری که بیشترین ضریب رانکل مربوط به الیاف میان-

گره بود، که بزرگتر بودن آن نشان‌دهنده مقاومت بیشتر کاغذ حاصل از آن در برابر پاره شدن است. در بررسی ترکیبات شیمیایی مشاهده شد که درصد مواد استخراجی گره بیشتر از میان‌گره بود که این نتایج با نتایج Kamthai و Puthson (۲۰۰۵) مغایرت دارد، آنها بیان کردند که درصد مواد استخراجی محلول در میان‌گره بیشتر از گره می‌باشد. درصد خاکستر گره از میان‌گره بیشتر است که مطابق با نتایج Kamthai و Puthson (۲۰۰۵) می‌باشد. بخش عمده خاکستر به دلیل حضور سیلیکا در پوست بیرونی است، در حالی که گره مقدار کمی سیلیکا دارد و اغلب میان‌گره فاقد سیلیکا است (Puthson et al., 2005). درصد لیگنین گره از میان‌گره بیشتر بود که این نیز مطابق با نتایج Kamthai و Puthson (۲۰۰۵) می‌باشد. بیشتر بودن میزان لیگنین گره نسبت به میان‌گره را می‌توان به دلیل ضخیم‌تر بودن دیواره سلولی گره از میان‌گره دانست (Puthson et al., 2005). اما به-طور کلی نتایج حاصل از تجزیه آنالیز واریانس در سطح اعتماد ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را بین درصد مواد

- Franklin G.L.1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 155,51-59.
- Kamthai, S. and Puthson, P.2005. The Physical Properties, Fiber Morphology and Chemical Compositions of Sweet Bamboo (*Dendrocalamusasper*Backer). *Kasetsart J (Nat. Sci.)* 39 : 581 – 587.
- Ogunsile, B.O. and Wajeh, C.F.U., 2009. Evaluation of the pulp and paper potentials of a Nigerian growbambusa vulgaris. *world applied sciences journal*,6(4):536-541.
- Scurlock, J.M.O., Dayton, D.C.and Hames, B., 2000. Bamboo: an overlooked biomass resource?. *Biomass and Bioenergy*, 19 (4): 229-244.
- Sodjoudi, M.E. and Hemmati, A.R., 1993. *Bamboo the Green Gold*. Tehran. Building and Housing ResearchCenter,110pp.
- Sodjoudi, M.E. and Hemmati, A.R., 1996. *An Introduction to Bamboo*. Authorpublisher, 24pp.
- Staki, M. and davazdaimami, s., 2012. *A completed Guidelines for Growing & Conserving Lucky Bamboo*.Tehran, Agricultural Extension and Education, 130pp.
- Vaysi, R., 2010. The Study of the Possibility of Using Bamboo CMP Pulp for Newsprint Production in Mazandaran Wood and Paper Industries. *Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources*.5:79-90. [www.farsnews.com](http://www.farsnews.com)

استخراجی، لیگنین و خاکستر گره و میان گره نشان نداد. اما نتایج حاصل از اندازه گیری مقدار سلولز نشان داد که مقدار سلولز میان گره به طور معنی داری بیشتر از گره است.

#### منابع مورد استفاده

- Ahmadi, M., Zabihzadeh, M.andDastoorian, F., 2008. The anatomical and chemical properties of *Abutilon theophrasti*. The first Iranian conference on Supplying Raw Materials and Development of Wood & Paper Industries. Gorgan.
- Amiri, Sh.M., 2005. Investigation on Soda Pulping of Cotton Stalks. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*. 23:185-206.
- Asadollahzade, M.T. and Resalati, H.,2012. Investigation on Soda and Soda- AQ Pulping of Whole Kenaf.J. of Wood & Forest Science and Technology,18. 93-110.
- Ebrahim, Z., Esmaeili, A., Zabihzadeh, M., Dastoorian, F. and Ahmadi, M., 2008. Study on anatomical and chemical properties of rapeseed stem. The first Iranian conference on Supplying Raw Materials and Development of Wood & Paper Industries. Gorgan.
- Fakhryan, A., Golbabaie,F., Hosseinkhani,H. and Salehi, K. 2008. Investigation on CMP and APMP Pulping of Corn Stalks. 22 : 155-167.

## Fiber dimensions and chemical properties of bamboo (*phyllostachys pubescens*)

Mehri, E.<sup>1\*</sup> and Ghasemian, A.<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>- Corresponding Author, M.Sc., Student of Pulp and Paper Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golstan, Iran, Email: el.mehri@yahoo.com

<sup>2</sup>- Associate Prof., Dept. of Pulp and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golstan, Iran

Received: Aug., 2013

Accepted: April, 2014

### Abstract

The aim of this study was to investigate the biometrical properties and chemical composition of bark, node and internode of Bamboo *phyllostachys pubescens*. The results showed, there were significant difference between fiber length of bark, node and internode, and the internode showed maximum fiber length and node had minimum fiber length. There were also significant difference between lumen diameter and cell wall thickness; and node had the highest value. In terms of chemical composition, the amount of extractives, lignin and ash in node were more than internode, but there were not significant differences at the 95% confidence level, while the amount of cellulose of internode was significantly more than node. Slenderness ratio, flexibility ratio and raunkel ratio were also calculated for bark as 93.06, 36.641, 172.916% and for node as 46.308, 33.108, 202.035% and for internode as 88.151, 31.678, 215.666% respectively. Generally the observations indicated that according to the characteristics of the fiber of this nonwood plant, it can be recommended for pulp and paper production.

**Key word:** Bamboo, chemical characteristics, morphological properties, biometrical, factors.