بررسی آزمایشگاهی خصوصیات ابعاد الیاف (زیست‌سنجی) ساقه بادمجان در منطقه غرب گیلان

علی مسلمانی[۱]، آرش فرج‌پور رودسری[۲*] و اصغر تابعی[۳]

۱) دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا، آستارا، ایران.
۲) استادیار گروه مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا، آستارا، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: farajpoor.a@gmail.com
۳) استادیار گروه مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا، آستارا، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۰۶

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی خصوصیات ابعاد الیاف (زیست‌سنجی) ساقه بادمجان (*Solanum melogena* L. var. *esculentum*) به صورت آزمایشگاهی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در منطقه غرب گیلان (شهرستان آستارا) به اجرا در آمد. برای این کار تعداد بیست بوته بادمجان از باغ‌های آستارا تهیه شد و تعداد سه بوته (ساقه) پس از انتقال به آزمایشگاه از میان این بوته‌ها به صورت تصادفی برای انجام پژوهش انتخاب گردید. پس از استخراج الیاف به روش فرانکلین، ابعاد فیبرها، ضرایب زیست‌سنجی و درصد اجزاء تشکیل‌دهنده ساقه‌ها شامل پوست، چوب و مغز بررسی شدند. طبق نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، اختلاف معنی‌داری بین ابعاد الیاف (فیبرها و آوندها) و ضرایب زیست‌سنجی در ارتفاع‌های مختلف ساقه مشاهده نشد. همچنین نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری نسبت اجزاء تشکیل‌دهنده ساقه‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر درصد قسمت چوبی و پوست در ارتفاع‌های مختلف وجود ندارد. با این وجود اختلاف معنی‌داری در مورد قسمت مغزی در ارتفاع‌های مختلف وجود داشت ($p<0.05$)، به طوری که با افزایش ارتفاع درصد قسمت مغزی در ساقه‌ها کاهش یافت. میانگین طول فیبر، قطر فیبر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی فیبرهای ساقه‌ها به‌ترتیب ۰/۶۳ میلی‌متر، ۱۶/۲۳ میکرومتر، ۱۷/۹۹ میکرومتر و ۴/۱۲ میکرومتر و ضریب رانکل، ضریب نرمش و کیفیت درهم رفتگی الیاف به‌ترتیب برابر ۵۱، ۴۹ و ۴۰/۲۷ به‌دست آمد. همچنین میانگین درصد وزنی اجزاء تشکیل‌دهنده ساقه شامل مغز، پوست و قسمت چوبی از ارتفاع بالای ساقه به سمت پایین به‌ترتیب ۴/۸۴، ۱۴/۶۲ و ۸۰/۵۴ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: ساقه بادمجان، ابعاد الیاف، ضرایب زیست‌سنجی، اجزاء تشکیل‌دهنده ساقه، گیلان.

مقدمه

مواد حاصل از کشاورزی از دیر باز به‌عنوان مواد اولیه محصولات فیبری مطرح بوده‌اند. با پیدایش مواد مصنوعی نظیر پلاستیک‌ها و همچنین فلزات از مصرف مواد حاصل از کشاورزی در اوایل قرن بیستم کاسته شده است.

رشد فزاینده جمعیت جهان در سال‌های اخیر و کمبود منابع چوبی جنگلی (به‌ویژه در کشورهای فقیر به لحاظ جنگل‌های طبیعی) استفاده از الیاف منابع کشاورزی را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. تغییر مواد اولیه از مواد حاصل از کشاورزی به مواد مصنوعی از قبیل فرآورده‌های نفتی باعث تضعیف و در مواردی نابودی

جوامع روستایی گردیده که اقتصاد آنها بر پایه کاشت و فروش منابع کشاورزی بودند.

به نظر می‌رسد استفاده روز افزون از منابع فیبری کشاورزی بتواند در احیاء مجدد این جوامع موثر باشد (فائزی‌پور و همکاران، ۱۳۸۱).

گونه‌های گیاهی غیرچوبی و پسماندهای کشاورزی زیادی به‌عنوان منابع فیبری در سطح دنیا برای تامین مواد اولیه تجدیدپذیر لیگنوسلولزی و نیز حفظ جنگل‌های طبیعی و کمک به محیط‌زیست و استفاده در صنایع چوب و کاغذ مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. Ververis و همکاران (۲۰۰۳) طی مطالعه‌ای بر روی ابعاد الیاف چندین گونه گیاهی پارامترهایی همچون طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی را بررسی کردند که این پارامترها برای کتان به‌ترتیب ۰/۸۳، ۱۹/۶ و ۳/۴ و برای کنف کامل ۱/۲۹، ۲۲/۱ و ۳/۴ به‌دست آمد. Hurter (۱۹۹۸) بیان کرد که میانگین طول الیاف در گیاهان غیرچوبی از ۱ میلی‌متر تا ۳۰ میلی‌متر متغیر بوده و میانگین نسبت‌های طول الیاف به قطر الیاف نیز از ۵۰ به ۱ تا ۱۵۰۰ به ۱ متغیر است.

Waren و Harshad (۱۹۹۷) از دانشگاه تورنتو کانادا در پژوهشی بر روی ابعاد الیاف گیاهان غیرچوبی بیان داشتند که بسیاری از این منابع همانند پهن‌برگان دارای الیاف کوتاه هستند، درحالی‌که برخی دیگر دارای الیاف بسیار بلندی می‌باشند که برای بهینه‌سازی ارزش کاغذ آن باید آنها را کوتاه‌تر نمود.

Atchison و همکاران (۱۹۹۸) طی بررسی ابعاد الیاف منابع گیاهی غیرچوبی مهم گزارش کردند که حداکثر میانگین طول الیاف و میانگین قطر الیاف برای کاه کتان به‌ترتیب برابر ۳۰ میلی‌متر و ۲۰ میکرومتر و شاهدانه ۲۰ میلی‌متر و ۲۲ میکرومتر بوده و حداقل میانگین طول الیاف و میانگین قطر الیاف در گونه‌هایی از قبیل کلش برنج به‌ترتیب برابر ۱–۰/۵ میلی‌متر و ۱۰–۸ میکرومتر، الیاف مغز کنف برابر ۰/۶ میلی‌متر و ۳۰ میکرومتر و آباکا برابر ۰/۶ میلی‌متر و ۲۴ میکرومتر است.

مهدوی و همکاران (۱۳۷۳) در بررسی تولید خمیر کاغذ از کاه گندم، ابتدا مشخصات زیست‌سنجی الیاف ساقه و محور سنبله کاه گندم شامل طول، قطر و قطر حفره سلولی صد عدد الیاف را اندازه‌گیری کردند. نتایج حاصله نشان داد که بین طول و قطر الیاف این دو قسمت اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری‌که میانگین طول الیاف ساقه ۱/۱۴ میلی‌متر و میانگین طول الیاف محور سنبله ۰/۸۳ میلی‌متر به‌دست آمد.

فخریان‌روغنی (۱۳۷۷) در بررسی قابلیت استفاده از الیاف کلش برنج مناطق مختلف، میانگین ابعاد الیاف شامل طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی آن را به‌ترتیب ۰/۸۶ میلی‌متر، ۱۰/۸۱ میکرومتر، ۴/۶۴ میکرومتر و ۰/۲ میکرومتر اعلام کردند.

شاخص و همکاران (۱۳۹۰) طی پژوهشی با عنوان «ویژگی‌های مورفولوژیکی و شیمیایی ساقه توتون»، به بررسی اثر ارتفاع و رقم بر ویژگی‌های ابعاد الیاف پوست و بخش چوبی ساقه گیاه توتون پرداختند.

ارتفاع‌های مورد بررسی ۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کل ارتفاع تنه در نظر گرفته شد. نتایج این پژوهش نشان داد که طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف پوست بیشتر از بخش چوبی است، اما اختلاف معنی‌داری بین خواص زیست‌سنجی الیاف چوب این دو رقم وجود نداشت.

همچنین نوع رقم اثر معنی‌داری بر روی درصد اجزاء تشکیل‌دهنده ساقه توتون نداشته و طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف پوست با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد. با این وجود در بخش چوبی ساقه توتون فقط طول الیاف با افزایش ارتفاع کاهش داشت و ویژگی‌های دیگر الیاف چوب تحت تاثیر ارتفاع رفتار متفاوتی از خود نشان دادند.

به علاوه درصد پوست و مغز با افزایش ارتفاع و درصد بخش چوبی با افزایش ارتفاع، کاهش داشت. به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که با توجه به ابعاد فیبر ساقه توتون ماده اولیه مناسبی برای تولید خمیر کاغذ می‌باشد.

ساقه‌های خشبی بوته‌های بادمجان نیز از الیافی است که می‌تواند یکی از آنها باشد. با این وجود به نظر می‌رسد که تاکنون روی ساقه گیاه بادمجان مطالعه‌ای صورت نگرفته و شناخت درستی از الیاف آن در دست نیست. بنابراین سعی شد که با بررسی خصوصیات ابعاد الیاف ساقه گیاه بادمجان به شناختی نسبی از این گیاه رسید تا بتوان در صورت امکان از این گیاه در صنعت چوب و کاغذ به‌عنوان مکمل مواد اولیه در تولید فرآورده‌های لیگنوسلولزی استفاده نمود.

این گیاه با داشتن ساقه‌های محکم و چوبی به نظر می‌رسد که دارای الیاف مناسبی باشد و بتوان از آن در کنار دیگر منابع لیگنوسلولزی برای تامین بخشی از نیاز صنایع چوب و کاغذ استفاده نمود.

اهمیت بادمجان به علت طعم و مزه، قابلیت حمل و نقل و شرایط ویژه کنسرو کردن است که در حال حاضر بیش از ۵ میلیون هکتار سطح زیرکشت در جهان را به خود اختصاص داده است. ایران نیز با تولید حدود ۸۸۸۵۰۰ تن در سال در بین کشورهای آسیایی مقام چهارم را به خود اختصاص داده که کل تولید این ده کشور حدود ۴۱۸۴۰۹۸۹ تن در سال بوده است (FAO, 2010).

این پژوهش بنا داشت که با بررسی خصوصیات ابعاد الیاف ساقه گیاه بادمجان به شناختی نسبی از این گیاه دست پیدا نموده و بتواند در مورد امکان استفاده از این گیاه از نظر اندازه و ابعاد الیاف آن در صنعت چوب و کاغذ اظهارنظر کند.

این گونه گیاهی در صورت مناسب بودن برای تامین بخشی از نیاز صنایع چوب به مواد اولیه باعث کاهش هزینه‌های مربوط به تهیه مواد اولیه در فرآیند تولید فرآورده‌های صنایع چوب و کاغذ شده و با کاهش وابستگی به مواد چوبی و جنگلی در واحدهای تولیدی صنایع چوب به حفظ منابع طبیعی، سلامت محیط‌زیست و نیز توسعه‌پایدار مواد اولیه کمک خواهد نمود.

مواد و روش‌ها

تعداد بیست ساقه بادمجان به‌منظور انجام این پژوهش از باغ‌های آستارا تهیه و پس از حذف شاخ و برگ اضافی و ریشه به آزمایشگاه تحقیقات علوم چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا منتقل شد تا به رطوبت تعادل در شرایط آزمایشگاهی برسند. تهیه قطعات آزمونی بدین ترتیب بود که ابتدا ۳ ساقه از بیست ساقه بادمجان انتخاب شده از مزرعه به‌صورت تصادفی انتخاب و از هر کدام دیسک‌هایی به طول ۵ سانتی‌متر و سه ارتفاع ۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ساقه جدا و از هر دیسک بعد از پوست‌کنی سه قطعه (تراشه) برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف آنها جدا گردید. تراشه‌ها از قسمت چوبی دیسک‌ها تهیه شدند.

برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف و محاسبه ضرایب زیست‌سنجی از روش فرانکلین (Franklin, 1964) استفاده گردید. پس از رنگ‌آمیزی توسط ماده سفرانین و انتقال روی لام‌های میکروسکوپی از هر قسمت تعداد ۱۰۰ فیبر سالم به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات طول فیبر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی از طریق عدسی مدرج میکروسکوپ اندازه‌گیری و سپس ضخامت دیواره سلولی و صفات ضریب درهم‌رفتگی (لاغری)، ضریب نرمش یا انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل (مقاومت به پاره شدن) مطابق رابطه‌های زیر محاسبه

شدند (فامیلیان و لشگر بلوکی، ۱۳۸۶؛ Ogbonnaya *et al.*, 1997):

$$P = \frac{D - C}{2} \qquad \text{رابطه (۱)}$$

$$Fl.c = \frac{C}{D} * 100 \qquad \text{رابطه (۲)}$$

$$Fel.c = \frac{L}{D} \qquad \text{رابطه (۳)}$$

$$R = \frac{2E}{D} * 100 \qquad \text{رابطه (۴)}$$

که در آنها L برابر طول فیبر بر حسب میلی‌متر، D برابر قطر فیبر بر حسب میکرومتر، C برابر قطر حفره سلولی بر حسب میکرومتر، P ضخامت دیواره سلولی بر حسب میکرومتر، $Fl.c$ برابر ضریب نرمش بر حسب درصد، $Fel.c$ برابر ضریب درهم‌رفتگی و R برابر ضریب رانکل بر حسب درصد هستند. نتایج به‌دست آمده با آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) به‌دلیل معنی‌دار بودن واریانس مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و طرح آماری بر اساس نرم‌افزار SASS انجام شد و سطح معنی‌داری به صورت p کمتر از ۵ درصد در نظر گرفته شد.

نتایج

میانگین ابعاد الیاف ساقه‌های بادمجان در منطقه غرب گیلان شامل طول فیبر، قطر فیبر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی اندازه‌گیری شدند که نتایج آن در جدول ۱ ارایه شده است.

اجزای تشکیل‌دهنده ساقه شامل مغز، پوست و قسمت چوبی ساقه بودند. همچنین وزن قسمت‌های مختلف و درصد آنها در ساقه‌های مختلف شامل مغز، پوست و قسمت چوبی ساقه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱. میانگین کل ابعاد الیاف و ضرایب مهم مربوط به الیاف

	محل نمونه برداری			میانگین	انحراف‌معیار
	پایین	وسط	بالا		
طول الیاف (میلی‌متر)	۰/۶۴۱	۰/۶۳۴	۰/۶۲۱	۰/۶۳۲	۰/۰۱۰
قطر کلی الیاف (میکرومتر)	۱۶/۸۳۷	۱۵/۹۰۸	۱۵/۹۴۸	۱۶/۲۳۱	۰/۵۲۵
قطر حفره سلولی (میکرومتر)	۸/۴۸۱	۸/۱۳۳	۷/۳۴۸	۷/۹۸۷	۰/۵۸۰
ضخامت دیواره (میکرومتر)	۴/۱۷۸	۳/۸۸۷	۴/۳۰۰	۴/۱۲۲	۰/۲۱۲
ضریب رانکل (درصد)	۵۰/۰۳۴	۴۸/۱۲۴	۵۴/۸۵۵	۵۱/۰۰۴	۳/۴۶۸
ضریب درهم رفتگی	۳۹/۴۱۱	۴۱/۴۱۶	۳۹/۹۷۵	۴۰/۲۶۷	۱/۰۳۴
ضریب نرمش (درصد)	۴۹/۹۶۵	۵۱/۸۷۶	۴۵/۱۴۵	۴۸/۹۹۵	۳/۴۶۸

جدول ۲. میانگین کل نسبت اجزاء تشکیل‌دهنده ساقه‌ها در ارتفاع‌های مختلف

	محل نمونه‌برداری			میانگین	انحراف‌معیار
	پایین	وسط	بالا		
وزن قسمت خشبی (گرم)	۳/۰۷۷	۲/۱۷۶	۰/۹۱۷	۲/۰۵۷	۱/۰۸۵
وزن پوست (گرم)	۰/۴۸۶	۰/۳۶۷	۰/۱۹۳	۰/۳۴۹	۰/۱۴۷
وزن قسمت مغزی (گرم)	۰/۲۳۳	۰/۱۲۳	۰/۰۴۷	۰/۱۳۴	۰/۰۹۳
وزن کل (گرم)	۳/۷۹۷	۲/۶۶۷	۱/۱۵۶	۲/۵۴۰	۱/۳۲۴
وزن قسمت خشبی (درصد)	۸۰/۸۸۳	۸۱/۶۳۳	۷۹/۰۹۳	۸۰/۵۳۷	۱/۳۰۵
وزن پوست (درصد)	۱۲/۹۵۳	۱۴/۱۲۳	۱۶/۷۸۰	۱۴/۶۱۹	۱/۹۶۱
وزن مغز (درصد)	۶/۰۶۰	۴/۵۱۰	۳/۹۵۷	۴/۸۴۲	۱/۰۹۰

بین ارتفاع‌های (محل‌های) مختلف نمونه‌گیری روی ساقه از نظر ابعاد الیاف و ضرایب زیست‌سنجی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). همچنین اختلاف معنی‌داری بین ارتفاع‌های (محل‌های) مختلف نمونه‌گیری روی ساقه از نظر درصد وزنی قسمت چوبی وجود نداشت، ولی از نظر درصد وزنی پوست و درصد وزنی مغز اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد دیده شد (جدول ۴).

جدول ۳. مقادیر آماره F مستخرج از جداول تجزیه واریانس متغیرهای مربوط به ابعاد الیاف

	درجه آزادی	طول	قطر کلی	قطر حفره سلولی	ضخامت دیواره	ضریب رانکل	ضریب درهم رفتگی	ضریب نرمش
ارتفاع ساقه	۲	۰/۰۰۰۳۱ ns	۰/۶۴۷۸ ns	۱/۰۱۱ ns	۰/۱۳۵ ns	۳۶/۰۹۲۰ ns	۳/۲۰۹ ns	۳۶/۰۹۲۰ ns
خطای آزادی اشتباه	۴	۰/۰۰۰۰۶	۱/۱۵۹۹	۱/۷۱۹	۰/۰۹۹۲	۲۷/۵۰۱	۱۰/۰۵۰	۲۷/۵۰۱
ضریب تغییرات	–	۱/۲۰	۶/۶۵	۱۶/۴۲	۷/۶۴	۱۰/۲۸	۷/۸۷	۱۰/۷۰

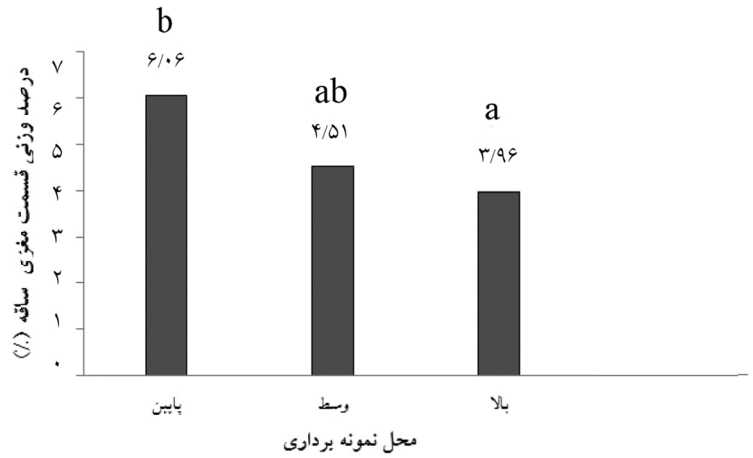
ns به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار می باشد.

جدول ۴. مقادیر آماره F مستخرج از جداول تجزیه واریانس متغیرهای مربوط به اجزای تشکیل‌دهنده ساقه

	درجه آزادی	درصد وزنی قسمت چوبی	درصد وزنی پوست	درصد وزنی مغز
ارتفاع ساقه	۲	۵/۱۰۹ ns	۱۲/۰۰۹ *	۳/۵۶۶ *
خطای آزادی اشتباه	۴	۳/۵۳۵	۴/۱۸۲	۰/۴۸۱
ضریب تغییرات	–	۲/۳۳	۱۴/۰۷۶	۱۴/۳۲

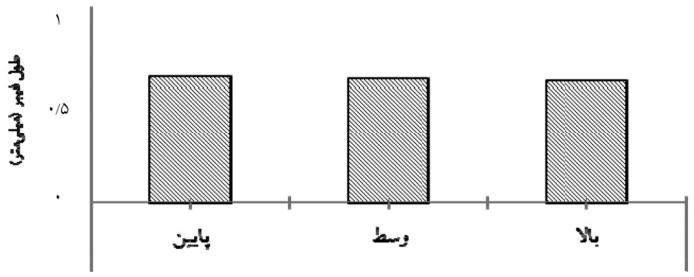
ns به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد و * به منزله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

مقایسه طول، قطر، قطر حفره سلولی، ضخامت دیواره سلولی و ضرایب زیست‌سنجی از قبیل ضریب رانکل، ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری ترسیم شده و سطح احتمال معنی‌داری آنها بر اساس آزمون LSD در شکل‌های ۱ تا ۸ به تصویر کشیده شده است.

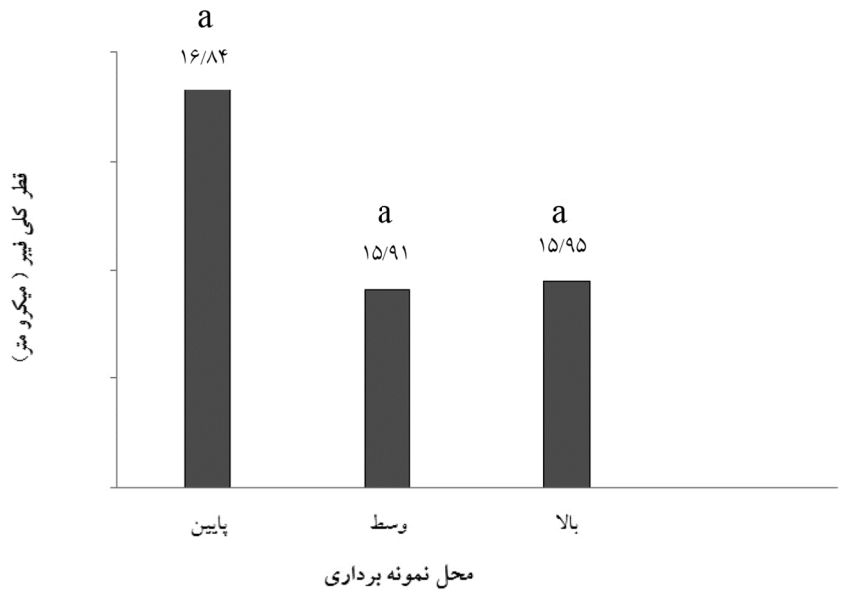


شکل ۱. درصد وزنی مغز در ارتفاع‌های مورد بررسی ساقه بادمجان.
حروف مشابه روی هر ستون به معنی عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد است

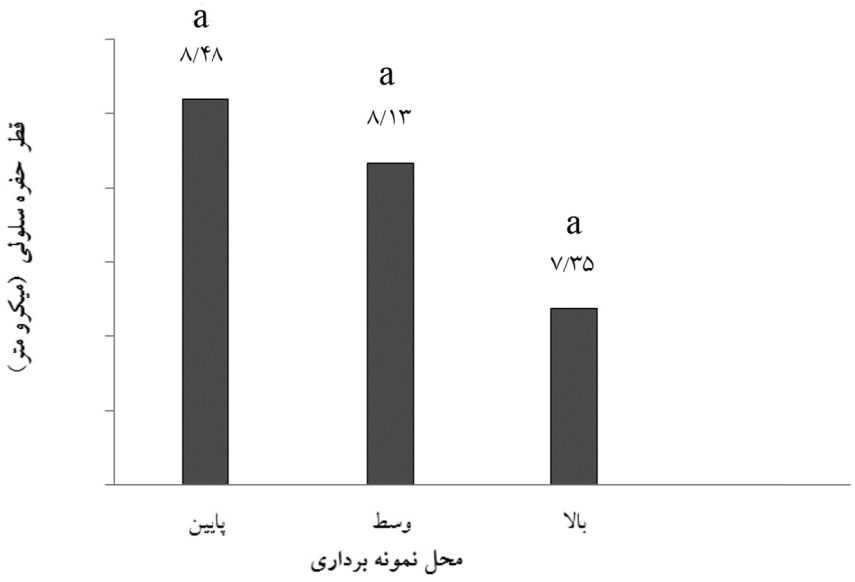
درصد وزنی قسمت مغزی با افزایش ارتفاع از سطح زمین و حرکت به سمت نوک ساقه کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین درصد وزنی قسمت مغزی در پایین ساقه و کمترین مقدار آن در بالای ساقه ثبت گردید (شکل ۱، جدول ۴). انجام آزمون LSD نیز مشخص نمود که اختلاف معنی‌داری بین قسمت پایین ساقه و بالای ساقه وجود داشته، ولی بین هر کدام از این قسمت‌ها به صورت جداگانه با قسمت میانی ساقه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. جدول تجزیه واریانس مربوط به ابعاد الیاف (جدول ۳) و شکل‌های ۲ تا ۴ نشان داد که متغیرهای طول فیبر، قطر کلی فیبر، قطر حفره سلولی با افزایش ارتفاع از پایین ساقه به سمت بالای ساقه کاهش پیدا کرده که البته این اختلاف‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبودند.



شکل ۲. طول فیبر (میلی‌متر) در ارتفاع‌های مورد بررسی ساقه بادمجان. حروف مشابه روی هر ستون به معنی عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد است.



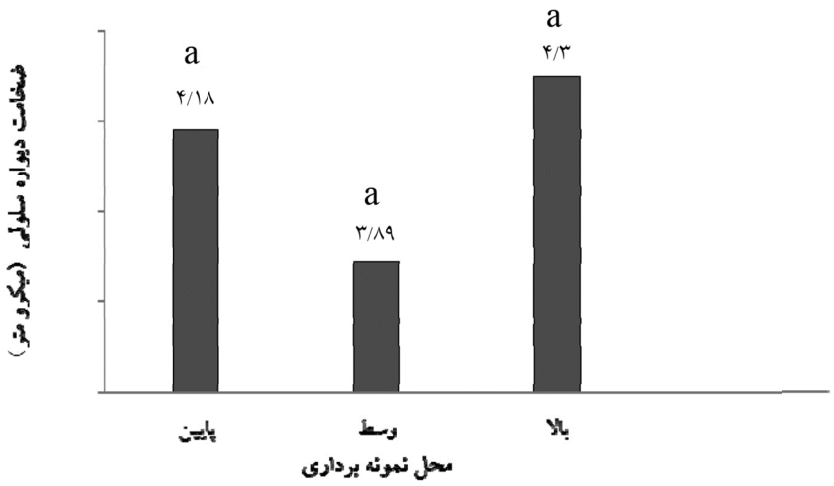
شکل ۳. قطر کلی فیبر در ارتفاع‌های مورد بررسی ساقه بادمجان
حروف مشابه روی هر ستون به معنی عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد است



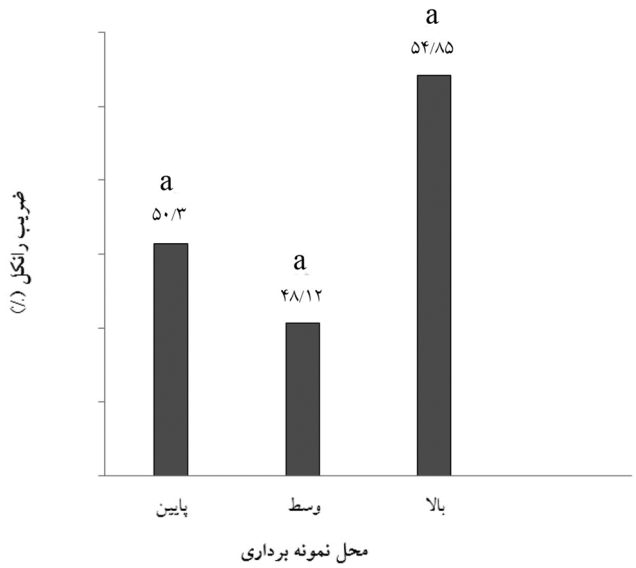
شکل ۴. قطر حفره سلولی در ارتفاع‌های مورد بررسی ساقه بادمجان
حروف مشابه روی هر ستون به معنی عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد است

بررسی جدول تجزیه واریانس مربوط به ابعاد الیاف (جدول ۳) و شکل ۵ نشان داد که متغیر ضخامت دیواره سلولی با افزایش ارتفاع از پایین ساقه به سمت بالای ساقه ابتدا کاهش و سپس افزایش داشته است، هر چند که این تغییرات از نظر آماری معنی‌داری نبودند. شکل‌های ۶ و ۷ بیانگر اختلاف اندک ضریب رانکل و

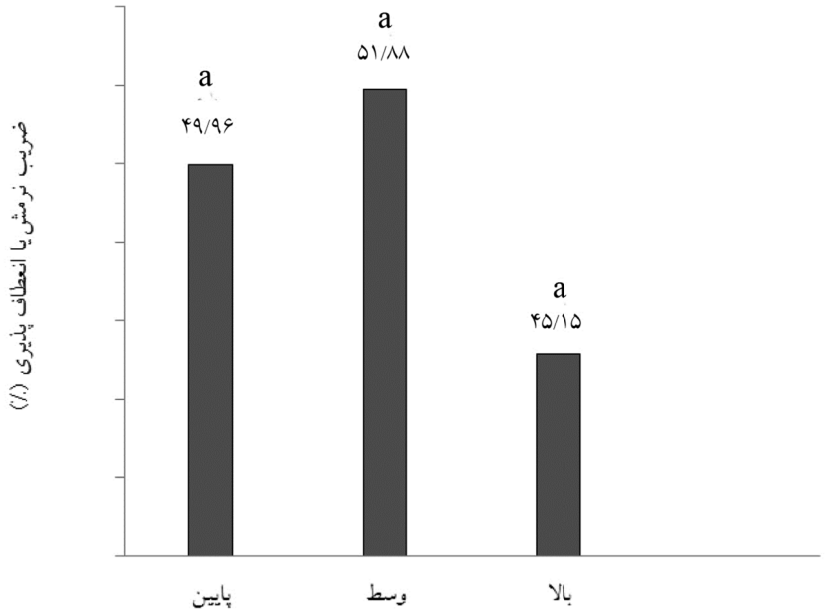
ضریب نرمش بود. ضریب رانکل با افزایش ارتفاع نمونه‌برداری ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت. در مقابل متغیر ضریب نرمش با افزایش ارتفاع نمونه‌برداری ابتدا اندکی افزایش یافته و سپس کاهش نسبتا محسوسی داشت. البته بررسی جدول تجزیه واریانس مربوط به این متغیرها مشخص کرد که این اختلاف‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبودند (جدول ۳).



شکل ۵. ضخامت دیواره سلولی در ارتفاع‌های مورد بررسی ساقه بادمجان
حروف مشابه روی هر ستون به معنی عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد است



شکل ۶. ضریب رانکل در ارتفاع‌های مورد بررسی ساقه بادمجان
حروف مشابه روی هر ستون به معنی عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد است



شکل ۷. ضریب نرمش یا انعطاف پذیری در ارتفاع‌های مورد بررسی ساقه بادمجان
حروف مشابه روی هر ستون به معنی عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد است

بحث و نتیجه‌گیری

ابعاد الیاف مورد استفاده در ساخت فرآورده‌هایی همچون انواع تخته فیبر و کاغذ از ویژگی‌های مهمی هستند که تاثیر مستقیمی روی خواص فیزیکی و مکانیکی این فرآورده‌ها دارد.

زیست‌سنجی روی فیبرهای سالم در بخش‌های مختلف ساقه انجام شد. الیاف از نظر طولی در سه سطح طبقه‌بندی شدند: دسته اول الیاف کوتاه با طول کمتر از ۰/۹ میلی‌متر، دسته دوم الیاف متوسط با طول ۰/۹ تا ۱/۹ میلی‌متر، دسته سوم الیاف با طول بیشتر از ۱/۹ میلی‌متر که الیاف بلند می‌باشند. به طوری که الیاف ساقه بادمجان جز الیاف دسته اول و الیاف کوتاه قرار گرفت. از خصوصیات مهم مربوط به ابعاد الیاف طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی است. میانگین طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی ساقه بوته‌های بادمجان در این پژوهش به‌ترتیب برابر ۰/۶۳ میلی‌متر، ۱۶/۲۳ میکرومتر، ۷/۹۹ میکرومتر و ۴/۱۲ میکرومتر به‌دست آمد.

مهدوی و همکاران (۱۳۷۳) در بررسی تولید خمیر کاغذ از کاه گندم، مشخصات زیست‌سنجی الیاف ساقه و محور سنبله کاه گندم شامل طول، قطر و قطر حفره سلولی یک‌صد عدد الیاف را اندازه‌گیری کردند که نتایج حاصل نشان داد میانگین طول الیاف ساقه ۱/۱۴ میلی‌متر و میانگین طول الیاف محور سنبله ۰/۸۳ میلی‌متر است. فخریان‌روغنی (۱۳۷۷) در بررسی قابلیت استفاده از الیاف کلش برنج مناطق مختلف، میانگین ابعاد الیاف شامل طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی آن را به‌ترتیب برابر ۰/۸۶ میلی‌متر، ۱۰/۸۱ میکرومتر، ۴/۶۴ میکرومتر و ۳/۲ میکرومتر اعلام کردند. صالحی و همکاران (۱۳۷۹)، متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی را در پژوهشی با عنوان «بررسی ویژگی‌های خمیر کاغذ شیمیایی مکانیکی

بازده بالا از باگاس» به‌ترتیب برابر ۱/۶۶ میلی‌متر، ۱۹/۶۳ میکرومتر، ۷/۴۷ میکرومتر و ۶/۰۸۷ میکرومتر اندازه‌گیری کردند.

فخریان‌روغنی و همکاران (۱۳۸۰) سه اصله درخت ۴، ۶ و ۱۲ ساله صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoids*) را بررسی نمودند و اعلام کردند که میانگین طول الیاف درخت ۴ ساله ۱/۰۲ میلی‌متر، ۶ ساله ۱/۱۷ میلی‌متر و ۱۲ ساله ۱/۲۹ میلی‌متر است. میانگین قطر الیاف بین ۳۴/۴۵-۲۸/۶۷ میکرومتر، قطر حفره سلولی بین ۲۱/۹۶-۱۹/۵۶ میکرومتر و ضخامت دیواره سلولی بین ۶/۲۴-۳/۹۹ میکرومتر بود. اختلاف معنی‌داری بین طول الیاف درختان در سه سن بهره‌برداری ۴، ۶ و ۱۲ ساله در سطح ۱ درصد به‌دست آمد.

مهدوی و همکاران (۱۳۸۷) در مقایسه ابعاد الیاف، جرم مخصوص و ترکیبات شیمیایی دو رقم کلزا هایولا ۴۰۱ و PF در استان مازندران پس از جداسازی الیاف اقدام به تعیین ابعاد الیاف برای آنها کردند که طول فیبر برای رقم هایولا ۰/۹۹ میلی‌متر، قطر فیبر برابر ۲۲/۹۱ میکرومتر، قطر حفره مرکزی (سلولی) برابر ۱۰/۴۶ میکرومتر و ضخامت دیواره فیبر معادل ۶/۲۳ میکرومتر ذکر شد. این مقادیر برای رقم PF نیز معادل با ۱/۰۱ میلی‌متر طول فیبر، ۲۶/۶۰ میکرومتر قطر فیبر، ۱۴/۶۶ میکرومتر قطر حفره مرکزی یا سلولی و ۳/۹۷ میکرومتر ضخامت دیواره سلولی به‌دست آمد.

Ververis و همکاران (۲۰۰۳) ابعاد چندین گونه گیاهی را بررسی کرده و طول فیبر، قطر فیبر و ضخامت دیواره سلولی برای کنف کامل را به‌ترتیب برابر ۱/۲۹ میلی‌متر، ۲۲/۱ میکرومتر و۴/۳ میکرومتر نشان دادند. آنها همچنین این صفات را برای بخش میان‌گره نی به‌ترتیب ۱/۲۲ میلی‌متر، ۱۷/۳ میکرومتر، ۴/۴ میکرومتر اعلام نموده و این مقادیر را برای کتان به‌ترتیب برابر ۰/۸۳ میلی‌متر، ۱۹/۶ میکرومتر و ۳/۴ میکرومتر اعلام کردند. آنها در این پژوهش بیان نمودند که پسمانده‌های کشاورزی خصوصیات لازم برای تولید کاغذ را دارند.

با توجه به اینکه ساقه‌های بادمجان در مزرعه تا حد امکان فرصت رشد داشتند، طول الیاف با تغییر ارتفاع ساقه و کاهش طبیعی قطر ساقه کاهش داشتند که البته این کاهش شدید نبوده و از نظر آماری معنی‌دار نبود. سایر خصوصیات ابعادی الیاف مانند قطر کلی فیبر و قطر حفره سلولی با افزایش ارتفاع نمونه‌برداری اندکی کاهش داشتند، به‌طوری‌که قطر کلی فیبر و قطر حفره سلولی به‌ترتیب در پایین ساقه مقدار ۱۶/۸۴ و ۸/۴۸ میکرومتر و در بالای ساقه مقدار ۱۵/۵ و ۷/۳۵ میکرومتر به‌دست آمد. البته ضخامت دیواره سلولی با تغییر ارتفاع رفتار متفاوتی از خود نشان داد که برای مثال در ارتفاع بالا بیشترین مقدار (۴/۳ میکرومتر) و در ارتفاع میانی کمترین مقدار (۳/۸۹ میکرومتر) را داشتند. آنالیز آماری و جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی ساقه بوته‌های بادمجان در ارتفاعات مختلف اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

Han و همکاران (۱۹۹۹) طی پژوهشی با عنوان «اعتبار اندازه‌گیری طول الیاف با مروری بر اندازه‌گیری ابعاد الیاف کنف به‌عنوان نمونه»، الیاف چندین گونه گیاهی را در ارتفاعات مختلف ساقه اندازه‌گیری کردند. طبق یافته‌های آنها با افزایش ارتفاع از پایین ساقه به سمت بالای ساقه طول الیاف کاهش یافت. آنها در این پژوهش طول الیاف کنف را در نقاط مختلف ساقه آن بررسی کرده، میانگین طول الیاف آن را ۲/۶۷ میلی‌متر اعلام کردند.

کوتاه بودن طول الیاف در مقابل بزرگ بودن قطر، یکی از فاکتورهای مهم مربوط به ابعاد الیاف یعنی کیفیت درهم رفتگی یا ضریب لاغری را کاهش می‌دهد. از مزایای الیاف ساقه بادمجان می‌توان به پایین بودن نسبی قطر الیاف آن اشاره کرد که باعث بهبود ضریب درهم

رفتگی یا ضریب لاغری الیاف (نسبت طول به قطر) در مقایسه با طول الیاف آن شده است. در این پژوهش ضریب رانکل، ضریب نرمش و کیفیت درهم رفتگی الیاف به‌ترتیب برابر ۵۱، ۴۹ و ۴۰/۲۷ به‌دست آمد.

شاخص و همکاران (۱۳۹۰) طی پژوهشی با عنوان «ویژگی‌های مورفولوژیکی و شیمیایی ساقه توتون» به بررسی اثر ارتفاع و رقم بر ویژگی‌های ابعاد الیاف پوست و بخش چوبی ساقه گیاه توتون (*Nicotiana Tobacum*) پرداختند. ارتفاع‌های مورد بررسی ۵، ۵۰ و ۷۵ درصد کل ارتفاع تنه در نظر گرفته شد. نتایج این پژوهش نشان داد که طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف پوست بیشتر از بخش چوبی است، اما اختلاف معنی‌داری بین خواص زیست‌سنجی الیاف چوب این دو رقم وجود نداشت. همچنین نوع رقم اثر معنی‌داری بر درصد اجزاء تشکیل‌دهنده ساقه توتون نداشت. بنابراین نتایج آنها نشان داد که طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف پوست با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد، اما در بخش چوبی ساقه توتون فقط طول الیاف با افزایش ارتفاع کاهش داشت و ویژگی‌های دیگر الیاف چوب تحت تاثیر ارتفاع، رفتار متفاوتی از خود نشان دادند. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که با توجه به ابعاد فیبر ساقه توتون ماده اولیه مناسبی برای تولید خمیر کاغذ می‌باشد.

درصد وزنی اجزاء تشکیل‌دهنده ساقه شامل مغز، پوست و قسمت چوبی که ممکن است در گونه‌های گیاهی متفاوت باشد، برای ساقه بوته‌های بادمجان به‌ترتیب ۴/۸۴، ۱۴/۶۲ و ۸۰/۵۴ درصد به‌دست آمد. این نتایج درصد پایین قسمت مغزی و درصد بالای قسمت چوبی در ساقه‌های بادمجان را نشان می‌دهند. تجزیه و تحلیل آماری نسبت اجزاء تشکیل‌دهنده ساقه‌ها (جدول ۵) نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر درصد قسمت چوبی بین بوته‌ها و ارتفاع‌های مختلف وجود ندارد که این امر در مورد پوست نیز صادق بود. اما در مورد قسمت مغزی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در ارتفاع‌های مختلف به‌دست آمد، به‌طوری‌که درصد قسمت مغزی در ساقه‌ها با افزایش ارتفاع کاهش یافت (جدول ۵) که این امر می‌تواند به دلیل تجمع مواد استخراجی در ارتفاع پایین ساقه در قسمت مغزی آن باشد. به عبارت دیگر مغز قسمت پایین ساقه فرصت بیشتری نسبت به بالای ساقه برای جذب مواد استخراجی داشته، بنابراین وزن آن بیشتر بوده است.

شاخص و همکاران (۱۳۹۰) نسبت اجزاء تشکیل‌دهنده ساقه توتون رقم‌های بارلی و ویرجینیا را اندازه‌گیری کرده و نشان دادند که رقم بارلی دارای ۲۳/۹۷ درصد پوست، ۶۰/۴۳ درصد چوب و ۱۵/۴۶ درصد مغز است. این مقادیر برای رقم ویرجینیا به‌ترتیب برابر ۱۸/۱۰، ۶۷/۷۵ و ۱۴/۱۵ درصد گزارش گردید. بنابراین درصد پوست و مغز طبق یافته‌های شاخص و همکاران (۱۳۹۰) با افزایش ارتفاع افزایش و درصد بخش چوبی با افزایش ارتفاع، کاهش داشت. با توجه به مطالب فوق می‌توان گفت که الیاف ساقه بادمجان از نظر طول الیاف و قطر کلی الیاف کوچک‌تر از منابعی همچون کلش برنج، باگاس، صنوبر، کلزا، کتان و شاهدانه بوده، ولی در مقایسه با آباکا و مغز کنف و همچنین کاه و کلش برنج که توسط Atchison و همکاران (۱۹۹۸) محاسبه گردیده، طول الیاف ساقه بادمجان بلندتر بوده و از نظر قطر حفره سلولی بزرگ‌تر از کاه و کلش برنج و باگاس و کوچک‌تر از الیاف صنوبر، کلزای رقم هایولا و کلزای رقم PF می‌باشند.

الیاف ساقه بادمجان از لحاظ ضریب رانکل و ضریب نرمش پایین‌تر از ساقه توتون رقم بارلی و ساقه توتون رقم ویرجینیا بودند، اما از نظر ضریب درهم رفتگی از الیاف ساقه کلزای رقم‌های ذکر شده بهتر بودند. ساقه‌های بادمجان در مقایسه دیگر از نظر درصد اجزاء تشکیل دهنده بهتر از توتون بودند که این برتری در بخش چوبی

ساقه بیشتر نمایان است. درصد قسمت چوبی ساقه توتون برای رقم بارلی ۶۰/۴۳ درصد و برای رقم ویرجینیا ۶۷/۷۵ درصد محاسبه شد. شاخص و همکاران (۱۳۹۰) محاسبه کردند که این مقدار برای ساقه بادمجان در این پژوهش بیش از ۸۰ درصد بوده است.

منابع

شاخص، ج.، سرائیان، ا. و زینلی، ف. (۱۳۹۰) بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی و شیمیایی ساقه گیاه توتون. تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۶(۲): ۳۳۹-۳۵۱.

صالحی، ک.، جهان‌لتیباری، ا. و حسین‌زاده، ع. (۱۳۷۹) بررسی و تعیین ویژگی‌های خمیر کاغذ شیمیایی مکانیکی بازده زیاد از باگاس. تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۱۰: ۱-۹.

فامیلیان، ح. و لشکربلوکی، ا. (۱۳۸۶) مقایسه تطبیقی بیومتری الیاف دو کلن موفق صنوبر در استان گیلان. تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۲(۲): ۱۴۱-۱۳۲.

فائزی‌پور، م.، کبورانی، ع. و پارساپژوه، د. (۱۳۸۱) کاغذ و مواد چندسازه از منابع زراعی. تهران: انتشارات دانشگاه: ۵۷۶ صفحه.

فخریان‌روغنی، ع. (۱۳۷۷) بررسی قابلیت استفاده از کلش برنج در صنایع کاغذ. تحقیقات چوب و کاغذ ایران، ۶: ۱-۲۵.

فخریان‌روغنی، ع.، حسین‌زاده، ع. و گل‌بابایی، ف. (۱۳۸۰) بررسی خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و آناتومیکی صنوبر دلتوئیدس کلن ۷۷.۵۱. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۱(۱۵): ۱-۱۷.

مهدوی، س. (۱۳۷۳) بررسی امکان تولید خمیر کاغذ از کاه گندم به روش حلال آلی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۲۵ صفحه.

مهدوی، س.، حبیبی، م.، فخریان، ع. و صالحی، ک. (۱۳۸۷) مقایسه ابعاد الیاف، جرم مخصوص و ترکیبات شیمیایی دو رقم کلزا. تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۴(۱): ۴۳-۳۶.

Atchison, J.E. (1998) Progress in the global use of non-wood plant fibers and prospects for their greater Use in the Future. Inpaper International, 2(4): 21-30.

Franklin, C.L. (1964) A rapid method of softening wood for microime sectioning, Batone Rouge, 134p.

Hurter, A.M. (1998) Utilization of annual plants and agricultural residues for the production of pulp and paper. Proceeding of nonwood plants fiber pulping, Canada. pp: 49-70.

Han, J.S., Mianowski, T. and Lin Y. (1999) Validity of plant fiber length measurement a review of fiber length measurement based on kenaf as a model. In: T. Sellers and N.A. Reichert (Ed.). Kenaf properties, processing and products. Mississippi State University. USA. pp: 149–167.

Ogbonnaya, C.I., Roy-Macauley, H., Nwalozie, M.C. and Annerose, D.J.M. (1997) Physical and histochemical properties of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) grown under water deficit on a sandy soil. Industrial Crops and Products, 7: 9-18.

Ververis, C., Georghiou, K., christodoulakis, N., Santas, P. and Santas, R. (2003) Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. Industrial Crops and Products, 19: 245-254.

Waren, E.M. and Harshad, P. (1997) Recovered and non-wood fiber: Effects of alternative fibers on global fiber supply. In: P. N. Duinker, and G. Bull (Eds.). Global fibre supply study, FAO global Fiber supply study, Working Paper Series-GFSS/WP/04. Rome. pp: 1-26.

FAO. (Dec 2010). Food and Agriculture Organization, Homepage. Retrived from http://www.faosat3.fao.org/

The Experimental Investigation of Fibers Dimensions Properties (Biometry) of Eggplant Stalks in West Region of Ghilan

Ali Mosalmani[1], Arash Farajpour Rodsari[2*] and Asghar Tabei[1]

1) Department of Wood and Paper Science, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran.
2) Department of Wood and Paper Science, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran.
[*]Corresponig Author Email Address: farajpoor.a@gmail.com

Date of Submission: 2014/09/13 Date of Acceptance: 2015/01/26

Abstract

This study was conducted to determine the fiber morphological characteristics of Eggplant stalk's tissue (*Solanummelogena* var.*esculentum*) cultivated in the west region of Ghuilan province (Astara region). For this purpose, 20 stalks of Eggplant were collected from Astara region gardens and 3 stalks were randomly selected from among these stalks. After the fibers separation by Franklin method (1954), fiber dimensions, fiber biometric coefficients and weight percentage of stalk components including bark, core and pits. The results showed no significant difference in fiber dimensions and fiber biometric coefficients between different heights of stalks. Besides, there was no significant difference in percentage of core and percentage of bark at different heights of stalks, while a significant difference was found between percentage of pit at different heights of stalks ($p<0.05$), showing a decrease in stalks by increasing heights of stalks the pit. The averages of fiber length, fiber diameter, lumen diameter and cell wall thickness for this species were 0.63 mm, 16.23 µm, 7.99 µm, 4.12 µm, respectively. Also, the average of runkel, flexibility and felting Coefficients were calculated as 51, 49 and 40.27, respectively. The weight percentage average of stalk components, including bark, core and pit, from top to the down of stalks were also estimated to be 4.84%, 14.62% and 80.54%, respectively.

Keywords: Eggplant stalk, Fiber dimensions, Biometric coefficient, Components of stalk, Guilan province.