Archive of SID

نشریه علمی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۴ شماره ۳، صفحه ۳۸۶-۳۷۲، (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJWPR.2019.127139.1562
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0913.1398.34.372.68.3.1608.41

ویژگی‌های مورفولوژیکی الیاف و ترکیب‌های شیمیایی ساقه آفتابگردان (*Helianthus annus*) کشت شده در منطقه آستارا (رقم چرنیانکا ٦٦)

مونا عطارد[1] و اصغر تابعی[2*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران
۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران، پست الکترونیک: tabei_asr@yahoo.com

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۸

چکیده

این پژوهش به‌منظور تعیین ویژگی‌های مورفولوژیکی الیاف و ترکیب‌های شیمیایی ساقه آفتابگردان رقم چرنیانکا ۶۶ کشت شده در منطقه آستارا انجام شد. پس از جمع‌آوری تعدادی ساقه از این رقم، تعداد ۶ ساقه تقریباً هم‌اندازه، به‌منظور تعیین ویژگی‌های مورفولوژیکی الیاف و تعدادی ساقه دیگر نیز برای تعیین ترکیب‌های شیمیایی الیاف انتخاب گردید. آزمایش‌های مورفولوژیکی به‌منظور تعیین ابعاد الیاف و محاسبه ضرایب بیومتریک در ۳ ارتفاع ساقه‌ها (۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ارتفاع هر ساقه) با دفیبره کردن الیاف به کمک روش فرانکلین انجام شد و تعیین ترکیب‌های شیمیایی طبق استاندارد TAPPI در دو حالت با پوست و بدون پوست انجام گردید. میانگین کل طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی به‌ترتیب ۶۶۳، ۲۹/۸۴۸، ۲۵/۱۸۲ و ۲/۳۳۶ میکرون اندازه‌گیری شد و میانگین کل ضریب درهم‌رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و شاخص رانکل نیز به‌ترتیب ۲۲/۶۸۱، ۸۴/۲۵۹ و ۰/۱۸۸ محاسبه گردید. میانگین کل درصد سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در استن، محلول در الکل، محلول در آب گرم و خاکستر نیز به‌ترتیب ۴۰/۰۶۶، ۲۲/۷۵۸، ۳/۹۵۳، ۱/۸۶، ۲/۱۸۶ و ۳/۲۰۸ تعیین شد. نتایج نشان داد که با افزایش ارتفاع ساقه، طول الیاف افزایش یافت، ولی این افزایش معنی‌دار نبود. همچنین با افزایش ارتفاع ساقه، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف کاهش یافت که این کاهش برای قطر و قطر حفره سلولی در ارتفاع ۷۵ درصد ساقه معنی‌دار بود، ولی برای ضخامت دیواره سلولی در طول ساقه معنی‌دار نبود. همچنین نتایج نشان داد که وجود پوست تأثیر معنی‌داری بر درصد همه ترکیب‌های شیمیایی داشته است، به‌طوری‌که ساقه با پوست، دارای سلولز کمتر و لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر بیشتری نسبت به ساقه بدون پوست بود.

واژه‌های کلیدی: ساقه آفتابگردان، ابعاد الیاف، ضرایب بیومتریک، ترکیب‌های شیمیایی، پسماندهای کشاورزی

مقدمه

افزایش تقاضا، افزایش هزینه‌های مربوط به استحصال چوب و همچنین نزولی شدن عرضه ماده اولیه چوبی به‌ویژه در کشورهای دارای کمبود منابع جنگلی، منجر به آن شده است که صنایع وابسته به مواد اولیه چوبی در جستجوی منابع جایگزین باشند. درنتیجه، صنایع فراورده‌های جنگلی درصدد هستند تا مشکل کمبود مواد اولیه و استفاده از منابع ارزان‌قیمت را با استفاده از پسماندهای گیاهان یکساله، پسماندهای برخی سبزی‌ها و میوه‌ها، پسماند پوست، پسماندهای کشاورزی و نیز ضایعات کاغذ حل کنند (Uner *et al.*, 2016). با مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیب‌های شیمیایی الیاف این منابع و نیز مقایسه آنها با

www.SID.ir

Archive of SID

الیاف سایر گونه‌های مورد استفاده در صنعت، می‌توان قابلیت استفاده از آنها را در صنایع مرتبط با تولید فراورده‌های چوبی و لیگنوسلولزی تخمین زد.

هزاران نوع از گیاهان فیبری در جهان وجود دارند که می‌توانند در تولید و عمل‌آوری الیاف مورد بهره‌برداری قرار گیرند (Rowell *et al.*, 1997) که ازجمله آنها پسماندهای کشاورزی هستند. پسماندهای کشاورزی عمدتاً تنه یا ساقه گیاهانی مانند برنج، گندم، ذرت یا آفتابگردان می‌باشند که پس از برداشت محصول برجای می‌مانند (Fiber futures., 2007). محققان زیادی بر این باورند که این پسماندها می‌توانند در تولید خمیر و کاغذ و اوراق فشرده چوبی مانند تخته خرده چوب، تخته فیبر و غیره مورد استفاده قرار گیرند. ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیب‌های شیمیایی الیاف از مهمترین شاخص‌هایی هستند که قابلیت استفاده از این مواد را در صنایع چوب و کاغذ مشخص می‌کنند، زیرا ویژگی‌های فیزیکی و مقاومتی فراورده‌های حاصل از این مواد لیگنوسلولزی، به مقدار زیادی به ویژگی‌های ذکر شده وابسته می‌باشند (Uner *et al.*, 2016 و Mahdavi *et al.*, 2002).

ایران برخلاف اینکه کشوری پهناور می‌باشد، اما با داشتن حدود ۰/۰۲ هکتار سرانه جنگل برای هر نفر (Afra & Mohammadi., 2013)، از نظر منابع جنگلی به‌ویژه منابع جنگلی چوب‌ده، کشوری بسیار فقیر به‌شمار می‌آید؛ بنابراین استفاده از منابع غیرچوبی مانند پسماندهای کشاورزی، برای تأمین مواد اولیه کارخانجات صنایع سلولزی در آن، از اهمیت خاصی برخوردار است (Mousavi et al., 2009). یکی از این پسماندهای کشاورزی، ساقه گیاه آفتابگردان (Helianthus annus L.) می‌باشد.

آفتابگردان یکی از چهار گروه عمده گیاهان روغنی و آجیلی است که از نظر سطح زیر کشت و تولید در جهان پس از سویا، کلزا و بادام‌زمینی در رتبه چهارم قرار دارد. سطح زیر کشت آن در جهان در حدود ۲۵ میلیون هکتار در سال می‌باشد (FAO, 2013)؛ بنابراین ساقه‌های آفتابگردان زیادی پس از برداشت محصول در مزارع باقی می‌مانند که می‌توانند قابلیت استفاده به‌عنوان ماده اولیه در صنایع چوب و کاغذ را داشته باشند.

در ایران مجموع سطح زیر کشت این گیاه بیش از ۴۰ هزار هکتار می‌باشد (Ahmadi *et al.*, 2018)، با توجه به این موضوع که قابلیت جمع‌آوری ساقه خشک این گیاه از مزارع پس از برداشت محصول، در تراکم‌های ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ هزار بوته در هر هکتار به‌ترتیب ۲/۷۴۳، ۲/۹۵۷، ۳/۰۱۴ و ۳/۸۲۶ تن در هکتار می باشد (Rahmanivasokalaei *et al.*, 2010)؛ بنابراین می توان گفت در ایران سالیانه حداقل ۱۰۹۷۲۰ تن و حداکثر ۱۵۳۰۴۰ تن ساقه خشک آفتابگردان قابل برداشت است که حجم قابل توجه این پسماند را برای استفاده در صنعت چوب و کاغذ نشان می دهد. در مورد ویژگی های مورفولوژیکی و ترکیب‌های شیمیایی الیاف ساقه آفتابگردان چه در داخل کشور و چه در خارج از کشور تحقیقاتی انجام شده است، اما با توجه به اینکه شرایط مختلف مانند شرایط محیطی، شرایط آب و هوایی و عوامل ژنتیکی می‌توانند بر روی ویژگی های فیزیکی و ترکیبات شیمیایی الیاف تأثیرگذار باشند (Mckean & Jacobs, 1997)، بنابراین انجام تحقیقاتی از این نوع، می‌تواند ویژگی‌های کاربردی این نوع مواد اولیه را در مکان‌ها و مناطق مختلف تعیین کند.

در تحقیقی به‌منظور تعیین ویژگی های مورفولوژیکی الیاف و ترکیب‌های شیمیایی ساقه آفتابگردان رقم رکورد کشت شده در منطقه آستارا، در اندازه‌گیری‌های انجام شده بر روی ۵۴۰ رشته الیاف در ۳ ارتفاع ۵، ۵۰ و ۷۵ درصد طول ۶ ساقه آفتابگردان، میانگین کل طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی به‌ترتیب برابر ۹۹۱، ۳۶/۸۹، ۲۶/۰۶ و ۵/۴۲ میکرون اندازه‌گیری شد. بر این اساس میانگین کل ضریب درهم‌رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و شاخص رانکل نیز به‌ترتیب ۲۶/۸۷، ۷۰/۶۵ و ۰/۴۲ محاسبه گردید. همچنین میانگین کل ترکیب‌های شیمیایی با احتساب بخش با پوست و بدون پوست شامل میانگین کل هولوسلولز، آلفاسلولز، همی‌سلولز، سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در استن، محلول در الکل، محلول در آب گرم، محلول در آب سرد و خاکستر، در

www.SID.ir

Archive of SID

این نمونه‌ها به‌ترتیب برابر ۸۲/۴۲، ۵۳/۲۰، ۲۹/۲۳، ۴۰/۶۸، ۲۲/۲۰، ۴/۷۰، ۱/۳۶، ۲/۴۳، ۲/۲۶ و ۲/۲۶ درصد اندازه‌گیری شد. همچنین در این تحقیق، نتایج نشان داد که ساقه آفتابگردان بدون پوست، مقدار هولوسلولز، آلفاسلولز، همی‌سلولز و سلولز بیشتر و مقدار لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر کمتری نسبت به ساقه آفتابگردان با پوست دارد. در بررسی اثر ارتفاع ساقه بر ابعاد الیاف نیز مشخص شد که کلیه ابعاد الیاف (طول، قطر و قطر حفره سلولی) به غیر از ضخامت دیواره سلولی با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابند (Hashemi & Hashemi., 2013)

در پژوهشی به‌منظور بررسی تهیه خمیرکاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از ساقه آفتابگردان به‌منظور تولید کاغذ کنگره‌ای، میانگین کلی طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف ساقه آفتابگردان جمع‌آوری شده از مناطق بهشهر و نکا به‌ترتیب ۹۵۸، ۲۳/۶۰۵ و ۵/۹۲۷ میکرومتر اندازه‌گیری شد. همچنین ترکیب شیمیایی این ساقه‌ها شامل میزان سلولز، لیگنین، خاکستر، مواد استخراجی و مواد محلول در سود ۱ درصد در ساقه با مغز به‌ترتیب ۳۹/۹۳، ۲۲/۲۴، ۱۲/۴۹، ۴/۹۲ و ۳۶/۱۰ درصد و در ساقه بدون مغز به‌ترتیب ۴۷/۳۷، ۲۱/۲۰، ۷/۵۰، ۳/۶۱ و ۳۴ درصد اندازه‌گیری شد. پژوهشگران در این تحقیق نتیجه گرفتند که کاغذ حاصل از خمیر NSCC این ساقه‌ها با درجه روانی ۳۲۸ میلی‌لیتر (CSF) به‌جز شاخص مقاومت به ترکیدن، دارای خواص فیزیکی و ویژگی‌های مقاومتی کاملاً برتر نسبت به خمیر NSSC پهن‌برگان تولید کارخانه چوب و کاغذ مازندران می‌باشد (Rudi & Resalati., 2006)

در تحقیقی به‌منظور بررسی خواص چندسازه چوب سیمان ساخته شده از ساقه آفتابگردان جمع‌آوری شده از مزارع شهرستان مرودشت، میزان ترکیب‌های شیمیایی شامل سلولز، لیگنین، همی‌سلولز، خاکستر، مواد استخراجی محلول در الکل- استون و مواد استخراجی محلول در سود ۱٪ برای ساقه مغززدایی‌نشده به‌ترتیب ۳۸/۳۰، ۲۲/۷۳، ۲۲/۲۴، ۱۰/۳۴، ۶/۳۹ و ۲۳ درصد و برای ساقه مغززدایی‌شده به‌ترتیب ۴۶/۱۹، ۲۱/۳۵، ۲۱/۴۴، ۶/۲۲، ۴/۸۰ و ۲۰/۴۰ درصد اندازه‌گیری شد (Rangavar *et al.*, 2016).

در بررسی مقایسه‌ای خصوصیات خمیرسازی و رنگ‌بری برخی از پسماندهای کشاورزی، ترکیب‌های شیمیایی ساقه آفتابگردان جمع‌آوری شده از منطقه تکیرداغ ترکیه، شامل هولوسلولز، سلولز، α سلولز، لیگنین، سیلیس، خاکستر، مواد استخراجی قابل حل در استن، الکل- بنزن، سود سوزآور ۱٪، آب گرم و آب سرد به‌ترتیب ۶۶/۸۵، ۴۷/۸۰، ۴۴/۲۰، ۱۴/۴۳، ۰/۴۴، ۷/۹۹، ۴/۸۶، ۷/۴۸، ۵۰/۰۵، ۲۴/۲۶ و ۲۱/۰۸ درصد گزارش شده است. نتایج نشان داد که ساقه آفتابگردان جمع‌آوری شده با ترکیب‌های شیمیایی بالا برای استفاده در صنعت خمیر و کاغذ مناسب می‌باشد (Ates *et al.*, 2015).

در گزارشی ضرایب کاغذسازی ساقه آفتابگردان یکی از مناطق ترکیه، شامل ضریب درهم‌رفتگی الیاف، ضریب الاستیسیته (ضریب انعطاف‌پذیری)، ضریب سفتی و شاخص رانکل به‌ترتیب ۵۷/۹۰، ۷۰/۶۰، ۱۴/۹ و ۰/۴۲ بیان شده است (Tutus *et al.*, 2010)

این تحقیق نیز با هدف تعیین ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیب‌های شیمیایی الیاف ساقه آفتابگردان رقم چرنیانکا ۶۶ کشت شده در منطقه آستارا انجام شد تا به این سؤال جواب داده شود که آیا این پسماند با در نظر گرفتن ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیبات شیمیایی الیاف خودش، قابلیت استفاده به‌عنوان ماده اولیه در صنایع چوب و کاغذ را دارد یا خیر؟ البته شایان ذکر است که این رقم از گیاه آفتابگردان ازجمله ارقام زودرس و پاکوتاه می‌باشد که عمدتاً به‌صورت دیم و کشت دوم کاشته می‌شود که شاید سطح زیر کشت آن چندان قابل توجه نباشد اما با توجه به اینکه هم رقم محصول و هم رویشگاه می‌توانند بر روی خواص الیاف تأثیرگذار باشند، ازاین‌رو با انجام این پژوهش حداقل می‌توان ویژگی‌های الیاف این رقم را در منطقه مشخص نموده و با مقایسه نتایج این تحقیق با تحقیقات مشابه، میزان قابلیت و توانایی استفاده از الیاف این پسماند را به‌منظور استفاده در صنایع چوب و کاغذ مورد بحث و بررسی قرار داد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

تهیه ساقه آفتابگردان

نمونه‌برداری از ساقه آفتابگردان از مزرعه‌ای در شهرستان آستارا واقع در استان گیلان به‌طور تصادفی انجام شد. از بین نمونه‌ها تعدادی ساقه برای انجام آزمایش انتخاب گردید. از ساقه‌های انتخاب شده ۶ ساقه تقریباً هم‌اندازه از نظر ارتفاع و قطر برای بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی الیاف انتخاب شدند و تعدادی ساقه دیگر نیز برای بررسی ترکیب‌های شیمیایی الیاف در دو حالت با پوست و بدون پوست مورد استفاده قرار گرفتند.

جداسازی الیاف به‌منظور اندازه‌گیری ابعاد الیاف و بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی

برای جداسازی الیاف، ۶ ساقه از ساقه‌های نمونه‌برداری شده که تقریباً ارتفاع برابری داشتند (حدود ۸۰ تا ۸۵ سانتی‌متر) انتخاب شد. سپس در ۳ ارتفاع ۵، ۵۰ و ۷۵ درصد هر ساقه، از قسمت خشبی ساقه‌ها (از مجاور مغز تا مجاور پوست) تراشه‌هایی به‌اندازه ۱×۱ سانتی‌متر و ضخامت حدود ۰/۵ سانتی‌متر جدا شد و برای جلوگیری از اشتباه در آزمایش، تراشه‌ها از وجود پوست و مغز کاملاً پاک‌سازی شدند تا قسمت چوبی ساقه‌ها برای جداسازی الیاف باقی بمانند. عمل جداسازی الیاف بر اساس روش فرانکلین (۱۹۵۴) انجام شد. اندازه‌گیری ابعاد الیاف (طول، قطر، حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی) به تفکیک سه ارتفاع نمونه‌برداری در طول هر ساقه انجام شد. به ازای هر ارتفاع، تعداد ۴۰ عدد فیبر سالم توسط میکروسکوپ پروژکتوردار تحقیقاتی اندازه‌گیری شد؛ یعنی به ازای سه ارتفاع در یک ساقه، ۱۲۰ فیبر و در مجموع برای ۶ ساقه ۷۲۰ عدد فیبر سالم اندازه‌گیری گردید. برای محاسبه ضرایب کاغذسازی از فرمول‌های زیر استفاده شد.

$$\text{شاخص درهم‌رفتگی (لاغری)} = \frac{L}{d} \quad (۱)$$

$$\text{ضریب انعطاف‌پذیری (نرمی)} = \frac{C}{d} \times ۱۰۰ \quad (۲)$$

$$\text{شاخص رونکل} = \frac{2w}{c} \quad (۳)$$

L = طول فیبر؛ d = قطر فیبر؛ C = قطر حفره سلولی فیبر و w = ضخامت دیواره سلولی فیبر

اندازه‌گیری درصد ترکیب‌های شیمیایی

اندازه‌گیری درصد ترکیب‌های شیمیایی نمونه‌ها شامل درصد سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر در دو حالت با پوست و بدون پوست در سه تکرار انجام شد. برای این آزمایش‌ها مطابق دستورالعمل T 257 cm-85 استاندارد TAPPI توسط آسیاب مکانیکی از ۸ ساقه، آرد با پوست و از ۸ ساقه پوست‌کنی شده، آرد بدون پوست تهیه گردید. سپس به کمک الک‌های ۴۰، ۶۰ و ۸۰ مش آرد مورد نیاز آزمون‌های شیمیایی تهیه گردید. علت انتخاب ۸ ساقه برای هریک از حالت‌های با پوست و بدون پوست، دستیابی به مقدار آرد چوب لازم برای آزمایش‌ها بود. به‌منظور تعیین درصد سلولز و لیگنین، آرد چوب‌های با اندازه مش ۸۰-۴۰ مطابق دستورالعمل T 264 cm-97 استاندارد TAPPI عاری از مواد استخراجی شدند. اندازه‌گیری درصد سلولز مطابق روش اسید نیتریک انجام گردید (Rowll & Young, 1997). اندازه‌گیری درصد لیگنین مطابق با دستورالعمل T 222 om-98 استاندارد TAPPI، مواد استخراجی محلول در حلال‌های آلی (استن و الکل) مطابق با دستورالعمل T 204 cm-97 استاندارد TAPPI، مواد استخراجی محلول در آب داغ مطابق با دستورالعمل T 207 om-88 استاندارد TAPPI و خاکستر

www.SID.ir

Archive of SID

مطابق با استاندارد T 211 om-93 آیین‌نامه TAPPI انجام شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

در این تحقیق، تغییرات ابعاد الیاف در طول ساقه در سه ارتفاع نمونه‌برداری ۵، ۵۰ و ۷۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت که برای این بررسی از روش آماری تجزیه واریانس ANOVA در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد و برای مقایسه میانگین‌ها نیز از روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. همچنین برای بررسی اثر پوست بر میزان ترکیب‌های شیمیایی الیاف، از روش t- استیودنت بهره برده شد. در ترکیب‌های شیمیایی نیز برای مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج

اندازه ابعاد الیاف و ضرایب کاغذسازی

ابعاد الیاف و ضرایب کاغذسازی در سه ارتفاع نمونه‌برداری از هر ساقه مورد اندازه‌گیری و محاسبه قرار گرفت، بر این اساس میانگین طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف برای ارتفاع نمونه‌برداری ۵ درصد طول ساقه به‌ترتیب ۶۵۳، ۳۳/۳۳، ۲۸/۲۲۳ و ۲/۵۵۶ میکرون اندازه‌گیری شد و میانگین ضریب درهم‌رفتگی، انعطاف‌پذیری و شاخص رانکل الیاف نیز برای این ارتفاع به‌ترتیب ۱۹/۶۸۶، ۸۴/۷۱۶ و ۰/۱۸۳ محاسبه گردید. برای ارتفاع نمونه‌برداری ۵۰ درصد طول ساقه نیز میانگین ابعاد الیاف به‌ترتیب ۶۵۰، ۳۱/۱۴۳، ۲۶/۵۴ و ۲/۳۰۶ میکرون اندازه‌گیری شد و میانگین ضرایب کاغذسازی به‌ترتیب ۲۰/۹۱۶، ۸۵/۱۸۶ و ۰/۱۷۶ محاسبه شد. به همین ترتیب برای ارتفاع نمونه‌برداری ۷۵ درصد طول ساقه نیز میانگین ابعاد الیاف به‌ترتیب ۶۸۶، ۲۵/۰۷۳، ۲۰/۷۸۳ و ۲/۱۴۶ میکرون اندازه‌گیری شد و میانگین ضرایب کاغذسازی به‌ترتیب ۲۷/۴۴۳، ۸۲/۸۷۶، ۰/۲۰۶ محاسبه گردید. بدین‌ترتیب میانگین کل ابعاد الیاف برای ساقه آفتابگردان رقم چرنیانکا ۶۶ کشت شده در آستارا به‌ترتیب ۶۶۳، ۲۹/۸۴۸، ۲۵/۱۸۲ و ۲/۳۳۶ میکرون تعیین شد و میانگین کل ضرایب کاغذسازی نیز برای ساقه مذکور به‌ترتیب ۲۲/۶۸۱، ۸۴/۲۵۹ و ۰/۱۸۸ محاسبه گردید.

بررسی ابعاد و ضرایب کاغذسازی الیاف بین سه ارتفاع نمونه‌برداری از ساقه

در مقایسه ابعاد و ضرایب کاغذسازی بین سه ارتفاع نمونه‌برداری، بر اساس تجزیه واریانس انجام شده، مشخص شد هر چند که در ارتفاع ۷۵٪ طول ساقه، شاهد افزایش طول الیاف نسبت به ارتفاع‌های ۵٪ و ۵۰٪ طول ساقه هستیم، ولی از نظر آماری این افزایش معنی‌دار نیست (جدول ۱). به‌عبارت‌دیگر می‌توان گفت که افزایش ارتفاع ساقه تأثیر معنی‌داری بر طول الیاف نداشته است (جدول ۲). همچنین مشخص شد که بین سه ارتفاع نمونه‌برداری در ساقه، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، هم بین قطر الیاف و هم بین قطر حفره سلولی الیاف وجود دارد (جدول ۱)، به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع ساقه هر دو پارامتر کاهش می‌یابند، هر چند که بر اساس مقایسه میانگین‌ها در آزمون دانکن، این کاهش بین ارتفاع‌های ۵٪ و ۵۰٪ طول ساقه معنی‌دار نبوده، ولی در ارتفاع ۷۵٪ طول ساقه معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). در تجزیه واریانس ضخامت دیواره سلولی در سه ارتفاع نمونه‌برداری از ساقه نیز مشخص شد که بین سه ارتفاع نمونه‌برداری، اختلاف معنی‌داری از نظر پارامتر ضخامت دیواره وجود ندارد (جدول ۱). به‌عبارت‌دیگر، افزایش ارتفاع ساقه بر این پارامتر تأثیر چندانی نداشته است که در مقایسه میانگین‌ها نیز این موضوع به وضوح قابل مشاهده است (جدول ۲).

در مورد ضرایب کاغذسازی نیز بین سه ارتفاع نمونه‌برداری، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری‌که این اختلاف در مورد ضریب درهم‌رفتگی الیاف در سطح احتمال ۱ درصد و برای ضریب انعطاف‌پذیری و شاخص رانکل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول ۱). به‌عبارتی، ضـــریب درهم‌رفتگی الیاف با افزایش ارتفـاع ســـاقـه افزایش می‌یـابد که البته این افزایش بین دو ارتفاع نمونه‌برداری ۵٪ و ۵۰٪ طول ســـاقه ناچیز بوده و در ارتفاع نمونه‌برداری ۷۵٪ طول ســـاقه نســـبت به دو ارتفاع نمونـه‌برداری قبلی معنی‌دار اســـت (جـدول ۲). ضـــریـب انعطـاف‌پـذیری در بـالاترین ارتفـاع نمونـه‌برداری، کـاهش معنی‌داری را نسـبت به ارتفاع نمونه‌برداری ۵۰٪ نشـان داده اســـت. هر چند مقدار این ضـــریب، در ارتفاع نمونه‌برداری ۵۰٪ نسـبت به ارتفاع نمونه‌برداری ۵٪ بیشتر می‌باشد، ولی این اختلاف معنی‌دار نیســـت (جدول ۲) و می‌توان گفت که این ضـــریـب در ارتفـاع بالاتر ســـاقه، روندی نزولی دارد. اختلاف شـــاخص رانکـل بین دو ارتفاع نمونه‌برداری ۵٪ و ۵۰٪ طول ســاقه معنی‌دار نبوده، ولی این اختلاف در ارتفاع نمونه‌برداری ۷۵٪ نسبت به ارتفاع نمونه‌برداری ۵۰٪ معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲)، به‌طوری‌که می‌توان گفت که این شاخص در ارتفاع بالاتر ساقه، روندی صعودی داشته است.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر ارتفاع‌های نمونه‌برداری بر ابعاد و ضرایب کاغذسازی

منبع تغییرات	Df	طول	قطر	قطر حفره	ضخامت دیواره	ضریب درهم‌رفتگی	ضریب انعطاف‌پذیری	شاخص رانکل
		F	F	F	F	F	F	F
ارتفاع نمونه‌برداری	۲	ns.۱/۷۱	** ۲۰/۰۶	** ۲۲/۵۰	ns.۳/۱۵	**۱۴/۷۴	*۴/۷۳	*۴/۴۷

ns، * و **: به‌ترتیب به معنای عدم وجود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

نتایج ترکیب‌های شیمیایی

میزان ترکیب‌های شـــیمیایی ســـاقه آفتابگردان مورد مطالعه در دو حالت با پوســت و بدون پوست اندازه‌گیری شـد. بر این اسـاس، میانگین درصد سلولز، لیگنین، مواد اسـتخراجی محلول در استن، محلول در الکل، محلول در آب داغ و خاکستر برای ساقه با پوست به‌ترتیب ۳۹/۳۲۳، ۲۳/۳۹۶، ۴/۱۷۶، ۲/۰۷، ۲/۳۵ و ۳/۵۸۶ درصـــد انـدازه‌گیری گردید و میانگین همین ترکیب‌ها برای حالت ســـاقه بدون پوســـت به‌ترتیب ۴۰/۸۱، ۲۲/۱۲، ۳/۷۳، ۱/۶۵، ۲/۰۲۳ و ۲/۸۳ درصـــد انـدازه‌گیری شـــد. بدین‌ترتیب، میانگین کل ترکیب‌های شـیمیایی برای ساقه آفتـابگردان مورد مطـالعـه به‌ترتیب ۴۰/۰۶۶، ۲۲/۷۵۸، ۳/۹۵۳، ۱/۸۶، ۲/۱۸۶ و ۳/۲۰۸ درصد تعیین شد.

بررسی ترکیب‌های شیمیایی بین دو حالت ساقه با پوست و بدون پوست

در مقایسه ترکیب‌های شیمیایی ساقه آفتابگردان مورد مطالعه در دو حالت با پوســت و بدون پوست، بر اساس آزمون‌های آماری مشـــخص شـــد که وجود پوســـت اثر معنی‌داری بر میزان ترکیب‌های شـیمیایی ساقه مورد نظر داشـته اسـت. بر اسـاس نتایج آزمون t- اسـتیودنت، بین درصـــد ســـلولز در دو حالت با پوســـت و بدون پوســـت، اختلاف معنی‌داری در سـطح احتمال ۱ درصد وجود دارد (جدول ۳). به‌طوری‌که مقایسه میانگین‌های درصد سلولز نشان می‌دهد که ساقه بدون پوست، درصد سلولز بیشتری نسـبت به سـاقه با پوسـت دارد (جدول ۴). همچنین بین درصـــد لیگنین دو حالت با پوســـت و بدون پوســـت نیز اختلاف معنی‌داری در ســـطح احتمال ۵ درصـــد اطمینان وجود دارد (جـدول ۳)، بـه‌طوری‌که مقایســـه میانگین‌ها حکایت از آن دارد که ســـاقه با پوســـت، درصـــد لیگنین بیشـتری نسـبت به سـاقه بدون پوسـت دارد (جدول ۴). همچنین بر اسـاس آزمون t- اسـتیودنت، بین درصد مواد اسـتخراجی (محلول در استن، الکل و آب داغ) و نیز بین درصـد خاکسـتر دو حالت با پوسـت و بدون پوسـت نیز

www.SID.ir

Archive of SID

اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد (جدول ۳)، به‌طوری‌که مقایسه میانگین‌ها در همه ترکیب‌های شیمیایی ذکر شده، حکایت از درصد بیشتر این ترکیب‌ها در ساقه با پوست نسبت به ساقه بدون پوست دارد (جدول ۴).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های ابعاد و ضرایب کاغذسازی الیاف در ارتفاع‌های نمونه‌برداری ساقه آفتابگردان از طریق آزمون دانکن (میانگین‌ها از بزرگ به کوچک مرتب‌شده‌اند)

ابعاد و ضرایب کاغذسازی	ارتفاع‌های نمونه‌برداری	گروه‌بندی دانکن
طول الیاف (میکرون)	٪۷۵	۶۸۶a
	٪۵	۶۵۳a
	٪۵۰	۶۵۰a
قطر الیاف (میکرون)	٪۵	۳۳/۳۳a
	٪۵۰	۳۱/۱۴۳a
	٪۷۵	۲۵/۰۷۳b
قطر حفره الیاف (میکرون)	٪۵	۲۸/۲۲۳a
	٪۵۰	۲۶/۵۴a
	٪۷۵	۲۰/۷۸۳b
ضخامت دیواره الیاف (میکرون)	٪۵	۲/۵۵۶a
	٪۵۰	۲/۳۰۶a
	٪۷۵	۲/۱۴۶a
ضریب درهم‌رفتگی الیاف	٪۷۵	۲۷/۴۴۳a
	٪۵۰	۲۰/۹۱۶b
	٪۵	۱۹/۶۸۶b
ضریب انعطاف‌پذیری الیاف	٪۵۰	۸۵/۱۸۶a
	٪۵	۸۴/۷۱۶ab
	٪۷۵	۸۲/۸۷۶b
ضریب رانکل الیاف	٪۷۵	۰/۲۰۶a
	٪۵	۰/۱۸۳ab
	٪۵۰	۰/۱۷۶b

*: حروف غیرمشابه به‌منزله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج آزمون t- استیودنت تأثیر وجود پوست بر درصد ترکیبات شیمیایی

ویژگی مورد بررسی	ضریب t و سطح معنی‌داری
درصد سلولز	۵/۲۳ **
درصد لیگنین	۳/۸۷ *
درصد مواد استخراجی محلول در استن	۵/۳۰ **
درصد مواد استخراجی محلول در الکل	۴/۷۸ **
درصد مواد استخراجی محلول در آب داغ	۵/۹۵ **
درصد خاکستر	۷/۹۷ **

*و **: به‌ترتیب به‌منزله وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های ترکیب‌های شیمیایی ساقه آفتابگردان در دو حالت با پوست و بدون پوست از طریق آزمون دانکن (میانگین‌ها از بزرگ به کوچک مرتب شده‌اند)

ترکیب‌های شیمیایی	نوع تیمار	گروه‌بندی دانکن
سلولز (٪)	بدون پوست	۴۰/۸۱a
	با پوست	۳۹/ ۳۲۳b
لیگنین (٪)	با پوست	۲۳/۳۹۶a
	بدون پوست	۲۲/۱۲b
مواد استخراجی محلول در استن (٪)	با پوست	۴/۱۷۶a
	بدون پوست	۳/۷۳b
مواد استخراجی محلول در الکل (٪)	با پوست	۲/۰۷a
	بدون پوست	۱/۶۵b
مواد استخراجی محلول در آب داغ (٪)	با پوست	۲/۳۵ a
	بدون پوست	۲/۰۲۳b
خاکستر (٪)	با پوست	۳/۵۸۶a
	بدون پوست	۲/۸۳b

*: حروف غیرمشابه به‌منزله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

بحث

همان‌گونه که می‌دانیم ویژگی‌های فراورده‌های حاصل از چوب و مواد لیگنوسلولزی به‌ویژه کاغذ، به میزان زیادی تحت تأثیر ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیب‌های شیمیایی الیاف قرار دارد (Jahan Latibari *et al.*, 2009). بنابراین، قبل از فراوری و تبدیل هر ماده چوبی و غیرچوبی دیگر به محصولات موردنظر، بررسی و تعیین ویژگی‌های کاربردی الیاف آنها برای استفاده در صنعت، امری ضروری و مهم به نظر می‌رسد، به‌طوری‌که شناخت اولیه ویژگی‌های الیاف، هم می‌تواند به ما تخمینی از وضعیت و کیفیت محصولی که

www.SID.ir

Archive of SID

می‌خواهد تولید شود، بدهد و هم می‌تواند ما را در تصمیم‌گیری بهتر در مورد استفاده یا عدم استفاده از منبع مورد نظر یاری کند. ازآنجاکه فاکتورهای متعددی مانند عوامل محیطی و ژنتیکی (Jahan Latibari *et al.*, 2009) شامل نوع رویشگاه، واریته و ارتفاع نمونه‌برداری، نحوه نمونه‌برداری و ... می‌توانند بر ویژگی‌های الیاف تأثیرگذار باشند، ازاین‌رو تنها اکتفا کردن به اطلاعاتی که از قبل در مورد برخی گونه‌ها وجود دارد، کافی نیست و باید بر اساس فاکتورهای تأثیرگذار بر روی ویژگی‌های الیاف، تحقیقات مستمر در این مورد انجام شود. همان‌طور که دیدیم، در این پژوهش ساقه گیاه آفتابگردان رقم چرنیانکا ۶۶ کشت شده در منطقه آستارا، برای تعیین ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیب‌های شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت.

در مقایسه ابعاد و ضرایب کاغذسازی الیاف ساقه آفتابگردان مورد مطالعه، مشاهده شد که بین ابعاد و ضرایب کاغذسازی الیاف در ارتفاع‌های نمونه‌برداری تعریف شده، تفاوت‌هایی از نظر مقدار آنها وجود دارد. این تفاوت‌ها در قطر و قطر حفره سلولی و نیز در ضرایب درهم‌رفتگی، انعطاف‌پذیری و رانکل الیاف معنی‌دار بودند که این خود مؤید این مطلب است که حتی ارتفاع نمونه‌برداری نیز می‌تواند بر ویژگی‌های الیاف تأثیرگذار باشد. به‌طوری‌که نتیجه مشابهی با همین نتیجه در بررسی تغییرات بیومتریک الیاف در راستای طول ساقه گندم رقم زاگرس (Kamrani *et al.*, 2012)، در بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی الیاف ساقه آفتابگردان رقم رکورد کشت شده در آستارا (Hashemi & Hashemi., 2013) و نیز در بررسی اثر ارتفاع تنه درخت کاج سیاه اروپایی (*Pinus nigra* Arnold) بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیب‌های شیمیایی الیاف آن گونه به‌دست‌آمده است (Kilic Pekgozlu *et al.*, 2017).

در نحوه نمونه‌برداری به‌صورت دو حالت یا با پوست و یا بدون پوست، به‌منظور بررسی ترکیب‌های شیمیایی الیاف ساقه‌ی مذکور نیز مشاهده شد که بین ترکیب‌های شیمیایی در دو حالت با پوست و بدون پوست اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری‌که درصد سلولز در حالت بدون پوست و درصد سایر ترکیب‌های شیمیایی در حالت با پوست بیشتر بودند که تقریباً نتیجه‌ی مشابهی با همین نتیجه در بررسی ترکیب‌های شیمیایی الیاف ساقه‌های توتون کشت شده در منطقه‌ی آستارا (Safdari *et al.*, 2012)، ترکیب‌های شیمیایی الیاف ساقه‌ی آفتابگردان رقم رکورد کشت شده در منطقه‌ی آستارا (Hashemi & Hashemi., 2013) و نیز در بررسی ترکیب‌های شیمیایی الیاف ساقه‌های ذرت رقم‌های روغنی و ۷۰۴ کشت شده در منطقه‌ی آستارا (Shiyarkar *et al.*, 2013) به‌دست‌آمده است.

در مقایسه‌ی ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیب‌های شیمیایی الیاف ساقه‌ی آفتابگردان مذکور با ساقه‌های آفتابگردان سایر پژوهش‌ها که شامل رقم‌ها و رویشگاه‌های متفاوت هستند (جدولهای ۵ و ۶) و در ادامه‌ی بحث به آنها خواهیم پرداخت، مشاهده شد که هم رقم و هم رویشگاه می‌توانند بر بیشتر ویژگی‌های ذکر شده تأثیرگذار باشند.

در مقایسه‌ی میانگین طول الیاف ساقه‌ی آفتابگردان این پژوهش با طول الیاف سایر مطالعات ذکر شده در جدول ۵، می‌توان نتیجه گرفت که طول الیاف ساقه‌ی آفتابگردان مورد مطالعه کمتر از سوابق تحقیق است و در طبقه‌ی الیاف کوتاه قرار می‌گیرد. درگذشته طول فیبر عامل بسیار مهمی در مقاومت کاغذ تولیدی به‌حساب می‌آمد، اما بعدها محققان دریافتند که ضریب درهم‌رفتگی الیاف و سایر ضرایب کاغذسازی اثرهای بیشتری بر مقاومت کاغذ دارند (Safdari *et al.*, 2012).

در مقایسه‌ی میانگین قطر الیاف ساقه‌ی آفتابگردان این پژوهش با قطر الیاف سایر پژوهش‌های موجود در جدول ۵، می‌توان نتیجه گرفت که قطر الیاف ساقه‌ی موردنظر از رقم رکورد کشت شده در منطقه‌ی آستارا کمتر و از دو مورد دیگر بیشتر می‌باشد که این خود حکایت از تأثیر رقم گیاه و رویشگاه بر قطر الیاف دارد.

بر اساس جدول ۵، با مقایسه‌ی میانگین قطر حفره‌ی سلولی الیاف ساقه‌ی مورد مطالعه در این تحقیق با سایر تحقیق‌ها، مشاهده می‌کنیم که قطر حفره‌ی الیاف ساقه‌ی موردنظر تقریباً نزدیک به‌اندازه‌ی قطر حفره‌ی الیاف رقم رکورد آستارا بوده، ولی بسیار بزرگ‌تر از دو نمونه‌ی دیگر می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- میانگین ابعاد الیاف و ضرایب کاغذسازی ساقه‌های آفتابگردان این مطالعه و سایر مطالعات

ماده‌ی اولیه	رقم	محل کشت	L (µm)	D (µm)	C (µm)	W (µm)	SR (L/D)	FR (C/d)×100	RR (2w/C)	انتشاردهندگان
ساقه‌ی آفتابگردان	چرنیانکا ۶۶	آستارا	۶۳۳	۲۹/۸۴۸	۲۵/۱۸۲	۲/۳۳۶	۲۲/۶۸۱	۸۴/۲۵۹	۰/۱۸۸	این مطالعه
ساقه‌ی آفتابگردان	رکورد	آستارا	۹۹۱	۳۶/۸۹	۲۶/۰۶	۵/۴۲	۲۶/۸۷	۷۰/۶۵	۰/۴۲	Hashemi & Hashemi., 2013
ساقه‌ی آفتابگردان	نامشخص	نکا و بهشهر	۹۵۸	۲۳/۶۰۵	۱۱/۷۵۱	۵/۹۲۷	۴۰/۵۸۴	۴۹/۷۸۱	۱/۰۰۸	Rudi & Resalati., 2006
ساقه‌ی آفتابگردان	نامشخص	اسپانیا	۱۳۷۰	–	–	–	–	–	–	Lopez *et al.*, 2005
ساقه‌ی آفتابگردان	نامشخص	آفریقا	۱۷۰۰	۱۷/۲۲	۳/۶	۶/۸۲	۹۸/۷	۲۰/۹	۳/۷	Khristova *et al.*, 1998
ساقه‌ی آفتابگردان	نامشخص	ترکیه	–	–	–	–	۵۷/۹۰	۷۰/۶۰	۰/۴۲	Tutus *et al.*, 2010

در مقایسه‌ی میانگین ضخامت دیواره‌ی سلولی الیاف ساقه‌ی آفتابگردان این پژوهش با سایر پژوهش‌ها (جدول ۵)، نتیجه می‌گیریم که ضخامت دیواره‌ی الیاف ساقه‌ی آفتابگردان این مطالعه، تقریباً ۲ تا ۳ برابر کمتر از ضخامت دیواره‌ی سایر تحقیق‌ها می‌باشد.

با مقایسه میانگین ضریب درهم‌رفتگی الیاف ساقه‌ی آفتابگردان این تحقیق با تحقیقات ذکر شده در جدول ۵، مشاهده می‌شود که الیاف ساقه‌ی آفتابگردان مورد مطالعه، ضریب درهم‌رفتگی کمتری نسبت به ساقه‌های مورد مطالعه در مناطق دیگر دارد. مقدار قابل‌پذیرش ضریب مذکور برای الیاف مورد استفاده در کاغذسازی بیشتر از ۳۳ می‌باشد (Xu et al., 2006)، بنابراین می‌توان گفت که الیاف ساقه‌ی آفتابگردان رقم چرنیانکا ۶۶ کشت شده در آستارا از این لحاظ الیاف مناسبی برای کاغذسازی نیستند.

با مقایسه‌ی میانگین ضریب انعطاف‌پذیری الیاف ساقه‌ی مورد مطالعه با ضریب انعطاف‌پذیری الیاف سایر پژوهش‌ها (جدول ۵)، نتیجه می‌گیریم که ساقه‌ی آفتابگردان این تحقیق، الیاف انعطاف‌پذیرتری نسبت به سوابق تحقیق گفته‌شده دارد. با توجه به اینکه از نظر دامنه‌ی ضریب انعطاف‌پذیری، الیاف با ضریب انعطاف‌پذیری بالای ۷۵ دارای خاصیت الاستیک بالا می‌باشند (Bektas et al,. 1999)، درنتیجه الیاف ساقه‌ی آفتابگردان مورد مطالعه، در ردیف الیاف با خاصیت کشسانی (الاستیک) بالا قرار می‌گیرد که این نوع الیاف از این نظر الیاف مناسبی برای کاغذسازی هستند.

در مقایسه‌ی شاخص رانکل الیاف ساقه‌ی آفتابگردان مورد مطالعه با سوابق تحقیق (جدول ۵)، مشاهده می‌شود که الیاف ساقه‌ی مذکور، شاخص رانکل کمتری نسبت به سایر پژوهش‌ها دارد. همان‌طورکه می‌دانیم ضریب رانکل، حاصل نسبت دو برابر ضخامت دیواره‌ی سلولی بر قطر حفره‌ی سلولی می‌باشد. البته هرچه این نسبت بزرگ‌تر از یک باشد، حکایت از آن دارد که الیاف ضخامت دیواره‌ی بزرگ‌تری دارند. سلولز به‌دست‌آمده از این نوع الیاف، برای کاغذسازی

www.SID.ir

Archive of SID

کمتر مناسب می‌باشد. اگر این نسبت برابر یک باشد، در این صورت الیاف دارای ضخامت دیواره‌ی با ابعاد متوسط هستند که سلولز به‌دست‌آمده از این نوع الیاف برای کاغذسازی مناسب می‌باشد و اگر این نسبت کوچک‌تر از یک باشد، الیاف دارای ضخامت دیواره‌ی نازک‌تری هستند که سلولز به‌دست‌آمده از این نوع الیاف، برای کاغذسازی بسیار مناسب است (Xu *et al.*, 2006). بنابراین با توجه به شاخص رانکل به‌دست‌آمده برای الیاف ساقه‌ی مورد مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که الیاف این ساقه، دارای ضخامت دیواره‌ی نازک‌تر بوده، ازاین‌رو سلولز به‌دست‌آمده از آن برای کاغذسازی بسیار مناسب است.

جدول ۶- میانگین درصد ترکیبات شیمیایی ساقه‌های آفتابگردان این مطالعه و سایر مطالعات

ماده‌ی اولیه	رقم	محل کشت	سلولز (٪)	لیگنین (٪)	مواد استخراجی (حلال‌های آلی) (٪)	مواد استخراجی (آب داغ) (٪)	خاکستر (٪)	انتشاردهندگان
ساقه‌ی آفتابگردان	چرنیانکا ۶۶	آستارا	۴۰/۰۶۶	۲۲/۷۵۸	۵/۸۱۳	۲/۱۸۶	۳/۲۰۸	این مطالعه
ساقه‌ی آفتابگردان	رکورد	آستارا	۴۰/۶۸	۲۲/۲۰	۶/۰۶	۲/۴۳	۲/۲۶	Hashemi & Hashemi., 2013
ساقه‌ی آفتابگردان	نامشخص	نکا و بهشهر	۴۷/۳۷	۲۱/۲۰	۴/۹۲	–	۷/۵	Rudi & Resalati., 2006
ساقه‌ی آفتابگردان	نامشخص	مرودشت	۴۶/۱۹	۲۱/۳۵	۴/۸۰	–	۶/۲۲	Rangavar *et al.*, 2016
ساقه‌ی آفتابگردان	نامشخص	آفریقا	۴۱/۴۰	۱۸/۳۱	۴/۰۱	–	۸/۹۰	Khristova *et al.*, 1998
ساقه‌ی آفتابگردان	نامشخص	تکیر داغ ترکیه	۴۷/۶۶	۱۴/۴۳	۱۲/۳۴	۲۴/۲۶	۷/۹۹	Ates *et al.*, 2015

در مقایسه‌ی میانگین درصد سلولز ساقه‌ی آفتابگردان این مطالعه با سایر مطالعات ذکر شده در جدول ۶، به این نتیجه می‌رسیم که درصد سلولز نمونه‌ی مورد مطالعه، تقریباً به درصد سلولز نمونه‌ی آفتابگردان رقم رکورد آستارا و نیز آفتابگردان کشت شده در آفریقا نزدیک است و از سایر نمونه‌ها کمتر می‌باشد. با توجه به اینکه مقدار سلولز نمونه‌ی مورد مطالعه در حدود ۴۰٪ می‌باشد، بنابراین می‌توان گفت که این نمونه حداقل درصد سلولزی را که یک‌گونه باید داشته باشد تا برای صنعت کاغذسازی مناسب باشد را دارد، زیرا مقدار سلولز کمتر از ۴۰٪ برای کاغذسازی مناسب نیست. دلیل این موضوع آن است که کاهش مقاومت‌های کاغذ تا حدودی بستگی به مقدار سلولز دارد (Ebrahimpour *et al.*, 2011) و در درصدهای کمتر سلولز، مسلماً مقاومت‌های مناسبی برای کاغذهای تولیدی نخواهیم داشت.

مقایسه‌ی میانگین مقدار لیگنین ساقه‌ی مورد مطالعه با

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین درصد لیگنین سایر مطالعات (جدول ۶) حکایت از آن دارد که نمونه‌ی مورد مطالعه، درصد لیگنین تقریباً نزدیکی با رقم رکورد آستارا، ساقه‌ی آفتابگردان منطقه‌ی نکا و بهشهر و منطقه‌ی مرودشت دارد و درصد لیگنین آن از دو سابقه‌ی تحقیق دیگر بیشتر است. مقدار لیگنین بیشتر از یکسو سبب چسبندگی بیشتر الیاف و افزایش مقاومت کششی و سفتی دیواره‌ی سلولی می‌شود (Saheb., 1999) و از سوی دیگر موجب افزایش مصرف مواد شیمیایی، انرژی و همچنین افزایش زمان پخت در فرایند کاغذسازی می‌شود که این خود مشکلات اقتصادی و زیست‌محیطی را در پی خواهد داشت (Mahdavi *et al.*, 2002 و Parshin., 1980). با توجه به اینکه مقدار لیگنین ساقه‌ی مورد مطالعه در حد پهن‌برگان می‌باشد، ازاین‌رو به نظر می‌رسد که نمونه‌ی مورد مطالعه از این لحاظ در وضعیت نسبتاً مطلوب و قابل قبولی قرار دارد.

مقایسه‌ی میانگین درصد مواد استخراجی محلول در حلال‌های آلی ساقه‌ی آفتابگردان این مطالعه‌ی با مطالعات ذکر شده در جدول ۶، نشان می‌دهد که مقدار مواد استخراجی محلول در حلال‌های آلی رقم مورد مطالعه تقریباً به نتایج بیشتر سوابق تحقیق نزدیک بوده و تنها آفتابگردان کشت شده در تکیرداغ ترکیه، مواد استخراجی بیشتری نسبت به آن دارد.

مقایسه‌ی میانگین درصد مواد استخراجی محلول در آب داغ ساقه‌ی آفتابگردان مورد مطالعه با سایر مطالعات (جدول ۶)، نشان می‌دهد که مواد استخراجی محلول در آب داغ این رقم، تقریباً به نتایج ساقه‌ی آفتابگردان رقم رکورد منطقه‌ی آستارا نزدیک بوده و آفتابگردان کشت شده در منطقه‌ی تکیرداغ ترکیه، مواد استخراجی محلول در آب داغ بسیار بیشتری نسبت به آن دارد. به‌طورکلی درمجموع با احتساب درصد مواد استخراجی محلول در حلال‌های آلی و آب داغ، به نظر می‌رسد این مقدار مواد استخراجی برای گونه‌ی مورد مطالعه در مقایسه با سایر منابع غیرچوبی مقدار چندان زیادی نیست و شاید این موضوع از نظر صنعت کاغذسازی برای گونه‌ی مورد مطالعه، یک مزیت به حساب آید، زیرا بیش از اندازه بودن مقدار مواد استخراجی برای صنعت کاغذسازی مطلوب نبوده و باعث کاهش بازدهی و نیز قیری شدن تجهیزات کاغذسازی می‌شود که از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه نیست (Mahdavi *et al.*, 2002).

مقایسه میانگین درصد خاکستر ساقه‌ی آفتابگردان مورد مطالعه با سایر مطالعات موجود در جدول ۶، نشان می‌دهد که مقدار خاکستر گونه‌ی مورد مطالعه از مقدار خاکستر نمونه‌ی کشت شده در منطقه‌ی آستارا بیشتر و از مقدار خاکستر سایر سوابق تحقیق کمتر می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد این مقدار خاکستر برای گونه‌ی مورد مطالعه در مقایسه با سایر منابع غیرچوبی مقدار چندان بالایی نیست، ازاین‌رو این موضوع از دیدگاه صنعت کاغذسازی یک برتری به‌حساب می‌آید، زیرا بالا بودن مقدار خاکستر نیز عاملی مشکل‌آفرین و دردسرساز برای این صنعت به‌شمار می‌رود (Mahdavi *et al.*, 2002).

به‌طورکلی، در مورد قابلیت استفاده از الیاف ساقه‌ی آفتابگردان مورد مطالعه در این تحقیق برای صنعت کاغذسازی، تنها با در نظر گرفتن ابعاد، ضرایب کاغذسازی و ترکیب‌های شیمیایی الیاف می‌توان گفت ازآنجاکه طول الیاف ساقه‌ی مورد مطالعه، کمتر از یک میلی‌متر می‌باشد، بنابراین الیاف آن در گروه الیاف کوتاه قرار می‌گیرد که این می‌تواند بر مقاومت کاغذهای تولیدی اثر منفی داشته باشد، هر چند که امروزه اعتقاد بر این است که ضرایب کاغذسازی اثر بیشتری بر مقاومت کاغذ دارند. در فاکتورهای مهم کاغذسازی یا همان ضرایب بیومتریک از نظر ضریب درهم‌رفتگی، الیاف ساقه‌ی مورد مطالعه در دامنه‌ی مورد قبول برای کاغذسازی قرار نداشتند، ولی از نظر ضریب انعطاف‌پذیری و شاخص رونکل، الیاف آن در وضعیت مطلوبی قرار داشتند. از نظر درصد ترکیب‌های شیمیایی شاید بتوان گفت که ساقه‌ی آفتابگردان مورد مطالعه در وضعیت متوسط قرار دارد، زیرا میزان سلولز و لیگنین آن در محدوده‌ی قابل قبول بوده و در مقایسه با سایر منابع غیرچوبی درصد مواد استخراجی و خاکستر کمتری دارد؛ بنابراین به نظر می‌رسد داشتن میزان سلولز در محدوده‌ی

www.SID.ir

Archive of SID

قـابل قبول، احتمالاً هم باعث بازده تولید قابل قبول خواهد شـــد و هم منجر بـه تولید کاغذهای با مقاومت قابل‌پذیرش خواهد شـد، هر چند که در مورد مقاومت‌های کاغذ نباید اثر ضـــرایب بیومتریک و به‌ویژه ضـــریب درهم‌رفتگی الیاف را نادیده گرفت. ضمناً داشتن مقدار لیگنین در حد قابل قبول و نیز مواد اسـتخراجی و خاکستر کمتر، موجب صرفه‌جویی در مصرف مواد شیمیایی، انرژی و زمان پخت خواهد شد که این موضـــوع در تولید انبوه، هم از نظر اقتصـــادی و هم از نظر زیسـت‌محیطی دارای اهمیت است. البته لازم به ذکر است که در مورد ارائه‌ی نظر قطعی در مورد مناســـب بودن این نوع منابع برای اسـتفاده در صنعت کاغذ، نیاز به تحقیقات دیگری نیز می‌باشد که با انجام آنها و قرار گرفتن نتایج این تحقیق‌ها در کنار هم می‌توان با قاطعیت در این مورد اعلام نظر کرد.

منابع مورد استفاده

-Afra, E. and Mohammadi, H., 2013. Sorghum bicolor, A New and Valuable Capability of Nonwood lignocellulosic Materials for Pulp and Paper Industry. J. of Wood & Forest Science and Technology, 19 (4): 21-40. (In Persian)

-Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Abdshah, H., Kazemian, A. and Rafiei, M., 2018. Handbook of Agricultural Statistics: Vol, 1 (Crops). Ministry of Agriculture – Jahad, Center of Information and Communication Technology. 116p. (In Persian)

-Ates, S., Deniz, I., Kirci, H., Atik, C. and Okan, O. T., 2015. Comparison of pulping and bleaching behaviors of some agricultural residues. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 39: 144-153.

-Bektas, I., Tutus, A. and Eroglu, H., 1999. A study of the stability of Calabrian pine for pulp & paper manufacture. Turk. J. Agric. For., (23):589- 599.

-Ebrahimpour Kasmani, J., Samariha, A. and Kiaei, M., 2011. Effects of agricultural residues on biometry, chemical and morphological properties and use in paper making industrial. Middle – east Journal of Scientific Research, 7 (6): 844 – 850.

-FAOSTAT. (2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. Available from: http://www.faostat.fao.org/

-Fiber Futures., 2007. Leftover Straw Gets New Life. Available at http://www.sustainablefuture. org/ futurefibers/ solutions.html//Anchor- Leftove-10496 (accessed 12 october 2007)

-Franklin, G.L., 1954. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. Nature (155): 51–59.

-Hashemi, S.P. and Hashemi, S.P., 2013. Morphological characteris and chemical components of sunflower stalk (Helianthus annuus L. Record) cultivated in Astara region. Abstracts of the 2th National Conference of New Technologies in the Wood and Paper Industries. Islamic Azad University, Chaloos Branch, 22-23 October:131. (In Persian)

-Jahan Latibari, A., Golbabaei, F., Ziadzadeh, A., Farzi, M. and Vazirian, A., 2009. Investigation on size distribution and fiber dimensions of corn stalks. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 24(1):1-14. (In Persian).

-Kamrani, S., Saraian, A.R., Resalati, H. and Ghasemian, A., 2012. Study of variation trends of fiber dimensions in longitudinal direction of Zagros wheat straw in Golestan province for papermaking. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 27(3):545-555. (In Persian).

-Khristova, P., Gabir, S., Bentcheva, S. and Dafalla, S., 1998. Soda-anthraquinone pulping of sunflower stalks. Ind. Crop. Prod. 9, 9e17.

-Kilic Pekgozlu, A., Gulsoy, S.K. and Aycicak, y., 2017. Effect of Stem Height on the Fiber Morphology and Chemical Composition of European Black Pine (Pinus nigra Arnold). Journal of bartin faculty of forestry, 19(2):74-81.

-Lopez, F., Eugenio, M.E., Diaz, M.J., Nacimiento, S.A., Garcia, M.M. and Jimenez, L., 2005. Soda pulping of sunflower stalks: Influence of process variables on the resulting pulp. J. Ind. Eng.Chem, 11(3):387-394.

-Mahdavi, S., Hosseinzadeh, A., Familian, H., Habibi, M. and Fakhrian A., 2002. The comparison of fiber biometry and chemical components of Phragmites australis for papermaking. Wood and Paper Journal, (14):71-109. (In Persian)

-Mckean, W.T. and Jacobs, R.S., 1997. Wheat Straw as a Paper Fiber Source. Prepared for Recycling Technology Assistance Partnership. Prepared by The Clean Washington Center. Washington University,p: 55.

-Mousavi, S.M.M., Mahdavi, S., Hosseini, S.Z., Resalati, H. and Yosefi, H., 2009. Investigation on Soda-Anthraquinone Pulping of Rapeseed Straw. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 24(1):69-79 (In Persian)

-Parshin, A. and Dezeeuw, C., 1980. Textbook of Wood Technology. 4th edition. McGraw – Hill, New York

-Rowell, M.R. and Young, A., 1997. Paper and composites from agro – based Resources. Lewis

www.SID.ir

Archive of SID

(In Persian)
-Saheb, N.D. and Jog, J.P., 1999. Natural fiber polymer composites. A review, Adv. Polymer. Tech, (18): 351 – 363.
-Shiyarkar, I., Tabei, A. and Farajpoor Roodsari, A., 2013. Morphological characteristics and chemical components of two corn varities (704 & oilseed) cultivated in Astara. Iranian journal of wood and paper science research, 28(3):561-582. (In Persian)
-Tutus, A., Comlekcioglu, N., Karaman, S. and Hakki Alma, M., 2010. Chemical Composition and Fiber Properties of Crambe orientalisand C. tataria. Int. J. Agric. Biol., 12(2): 286-290.
-Uner, B., Kombeci, K. and Akgul., M., 2016. The utilization of tomato stalk in fiber production: NaOH and CaO pulping process. Wood Research Journal, 61(6): 927-936
-Xu, F., Zhong, X.C., Sun, R.C. and Lu, Q., 2006. Anatomy, ultra structure and lignin distribution in cell wall of Caragana Korshinskii. Industrial Crops and Production, (24):186 – 193.

Publishers/CRC Press, New York.
-Rahmanivasokalaei, Y., Mobasser, H.R., Ghanbari Malidare, A., Andarkhor, A. and Dastan, S., 2010 Determination of the best distance and plant density Lakomka sunflower varieties in Mazandaran. Iranian Journal of Research in Crop Science, 7(2): 29-36.
-Rangavar, H., Kargarfard, A. and Hoseiny Fard, M.S., 2016. Investigation on effect of cement type on the cement hydration and properties of wood-cement composites manufactured using sunflower stalk (Helianthus annuus). Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 31(2): 336-348 (In Persian).
-Rudi, H.R. and Resalati H., 2006. Semi chemical neutral sulphite pulping of sunflower stalk (Helianthus annuus) for making fluting paper. Journal of Agriculture and Natural Resources, 13(2): 173-182. (In Persian)
-Safdar, V.R., Hashemi, S.P., Tabei, A. and Hosseinhashemi, S.Kh., 2012. Anatomical, morphological and chemical properties of Tobacco stalk (Nicotiana tabacum L.). Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 27(3):595-509.

www.SID.ir

Archive of SID

Morphological characteristics and chemical components of sunflower stalk (*Helianthus annus*. cheernianka 66) cultivated in Astara

M. Atarod[1], and A. Tabei[2*],

1-M.Sc., Graduate, Department of Wood and Paper Science and Technology, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran
2*-Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran, Email: Tabei_Asr@yahoo.com

Received: April, 2019 Accepted: Sep., 2019

Abstract

This study was conducted to determine the morphological characteristics and chemical components of sunflower stalks (*Helianthus annus.* Var, cheernianka 66) cultivated in Astara area. After collecting the stalks, 6 stalks of the same size were selected to determine the morphological characteristics and remaining stalks were used to determine the chemical components. Morphological tests were performed to determine fibers dimensions and biometric coefficients by sampling at 3 heights of stalks (5%, 50% and 75%). Maceration of fibers was done by Franklin method. Measurement of chemical components was performed on the basis of TAPPI standard test methods on stalks with and without bark. The total average of fiber length, fiber diameter, lumen diameter and fiber wall thickness were measured for this stalk as 663 µm, 29.8 µm, 25.18 µm and 2.336 µm respectively. The total average of slenderness coefficient, flexibility coefficient and Runkel index of fibers were calculated as 22.68, 84.259 and 0.188 respectively. Average percentage of cellulose, lignin, acetone extractives, alcohol extractives, hot water extractives and ash for this stalk were measured as 40.066, 22.758, 3.953, 1.86, 2.186 and 3.208, respectively. The results showed that fibers length increased with increasing the stalk height, but this increasing was not significant. Fibers diameter, lumen diameter and fibers wall thickness decreased with increasing of stalk height, and this decreasing was significant for fibers diameter and lumen diameter in the height of 75%, but it was not significant for fibers wall thickness. Also, the results showed that bark has significant effect on all of the chemical components, and the stalk with bark has lower cellulose and more lignin, extractives and ash compared with the stalk without bark.

Keywords: Sunflower stalk, fibers dimensions, biometric coefficients, chemical components, agricultural residues.

www.SID.ir