Archive of SID

جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۲، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۸
ص ۱۳۵-۱۴۵
DOI: 10.22059/jfwp.2019.271104.982

ارزیابی جامع جمعیت‌های بومی شاهدانه به‌منظور ظرفیت‌سنجی تولید الیاف با بررسی ویژگی‌های آناتومی چوب و بیومتری الیاف ساقه

سکینه مهرانی[۱]، حسین آذرنیوند[۲]، کامبیز پورطهماسی[۳]، سید علیرضا سلامی[۴*]

۱. دانشجوی دکتری بیوتکنولوژی کشاورزی و منابع طبیعی، گروه بیوتکنولوژی، دانشکدهٔ علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج
۲. استاد گروه مهندسی احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
۳. دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
۴. دانشیار گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکدهٔ علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۱۸، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۶

چکیده

به‌منظور استفاده از منابع فیبری جایگزین همچون شاهدانهٔ فیبری (*Cannabis sativa* L.) برای تأمین الیاف مورد نیاز صنایع چوب و کاغذ، شناسایی و بهره‌برداری از تنوع حداکثری این گیاه بومی در زمینه‌های مختلف صنایع سلولزی ضروری به نظر می‌رسد. از این‌رو در این بررسی برخی از جمعیت‌های شاهدانهٔ ایرانی از نظر ویژگی‌های آوندی ساقه و بیومتری الیاف با هدف شناسایی جمعیت‌های دارای بیشترین مقدار فیبر چوبی و نیز جمعیت‌های دارای ویژگی‌های فیبری مطلوب برای صنایع چوب و کاغذ ارزیابی شدند. ویژگی‌های آوندی مورد بررسی شامل میانگین سطح عناصر آوندی، تراکم آوندی و تخلخل بود که با استفاده از مقاطع عرضی ساقه بررسی و مقایسه شدند. ویژگی‌های بیومتری الیاف شامل طول فیبر، پهنای فیبر، پهنای دیوارهٔ فیبر و پهنای حفرهٔ فیبر نیز به تفکیک الیاف چوبی و پوستی وابری‌شده ارزیابی شدند. برمبنای ویژگی‌های آوندی، جمعیت‌های فارس، سنندج ۰۲، مهاباد، زاهدان و ملایر، به‌علت دارا بودن حداقل میانگین برای ویژگی‌های تراکم آوندی و تخلخل که به محتوای فیبر بیشتر منجر می‌شود، به‌عنوان جمعیت‌های دارای ظرفیت زیاد فیبر چوبی گزینش شدند. جمعیت‌های بانه، بشرویه و فارس و سه جمعیت کاشان، بشرویه و نهاوند به‌ترتیب از نظر طول الیاف پوستی و چوبی میانگین بیشتری در مقایسه با جمعیت‌های دیگر از خود نشان دادند. بنابراین انتظار می‌رود این جمعیت‌ها در ویژگی‌های مرتبط با طول فیبر مانند استحکام و دوام کاغذ و پارچه بهتر باشند و با موفقیت در صنایع سلولزی و برنامه‌های اصلاحی به‌کار گرفته شوند.

واژه‌های کلیدی: آناتومی چوب، الیاف پوستی، الیاف چوبی، بیومتری الیاف، شاهدانه.

مقدمه [۱]

مصرف چوب در جهان به‌واسطهٔ افزایش تقاضا برای کاغذ، پنل‌های ساختاری و غیرساختاری و محصولات دیگر به‌منظور پاسخ به رشد جمعیت و اقتصاد، در حال افزایش است. از این‌رو برای رویارویی با تقاضاهای در حال رشد جمعیت جهان، منابع الیاف پایدار و تجدیدشونده باید ایجاد شود [۱]. منابع جنگلی جزو منابع تجدیدشوندهٔ جهان به شمار می‌آیند، اما این منابع نیز به‌علت استفادهٔ بیش از حد در حال کاهش و نابودی‌اند. بر این اساس، در نتیجهٔ نگرانی از کافی نبودن منابع آتی فیبرهای چوبی، تمایل به منابع جایگزین فیبری رو به رشد

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۵۴۲۳۸۱۶
Email: asalami@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

است. در این بین گونه‌های علفی تندرشد یکساله همچون شاهدانهٔ فیبری با محتوای THC[1] (مادهٔ شیمیایی روان‌گردان و مادهٔ دارویی اصلی گیاه شاهدانه) کمتر از ۰/۳ درصد نیز می‌تواند مقادیر زیادی زی‌توده در مدت کوتاهی ایجاد کند [۲]. شاهدانهٔ فیبری، نوعی محصول صنعتی پایدار و پرعملکرد است که می‌تواند پاسخگوی تقاضای جهانی برای فیبر باشد [۳]. ساقهٔ شاهدانهٔ فیبری هر دو فیبر پوستی و چوبی را تولید می‌کند. فیبر پوستی به دو نوع فیبر پوستی اولیه و ثانویه متمایز می‌شود. امروزه بیشترین الیاف پوستی تولیدشده در شاهدانه برای تولید خمیر و کاغذ به‌کار می‌رود و تولید مواد عایق و کامپوزیت به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند [۴]. استحکام فیبر شاهدانه آن را برای استفاده در دامنهٔ وسیعی از کامپوزیت‌ها در مصارفی همچون قطعات خودرو و تخته فیبر مطلوب ساخته است [۵]. بخش چوبی شاهدانه[2] از الیاف فیبری کوتاه تشکیل شده است و در حدود ۷۵ درصد ساقهٔ شاهدانه را شامل می‌شود [۵]. این الیاف اسفنجی و جاذب بوده و برای کاربردهایی همچون بستر حیوانات و جاذب‌های صنعتی مطلوب‌اند [۶]. به‌تازگی از بخش چوبی شاهدانه برای تولید مواد شبه‌بتونی در ساختمان‌سازی [۷] و نیز برای تولید مواد عایق و تخته فیبر [۵] استفاده شده است. ویژگی‌های آناتومی چوب و مورفولوژی الیاف از مشخصه‌های مهم تعیین‌کنندهٔ کیفیت چوب محسوب می‌شوند. از این‌رو پژوهش‌های متعددی در زمینهٔ ویژگی‌های آناتومی و مورفولوژی الیاف در شاهدانه صورت گرفته است [۸–۱۰]. ویژگی‌های مورفولوژی الیاف برخی جمعیت‌های بومی شاهدانه نیز بررسی شده است [۱۱]. هدف این پژوهش هم بررسی ویژگی‌های آوندی و بیومتری الیاف پوستی و چوبی ۳۴ جمعیت شاهدانهٔ ایرانی برای شناسایی جمعیت‌هایی با بیشترین مقدار فیبر چوبی و نیز جمعیت‌هایی با ویژگی‌های فیبری مطلوب در صنایع چوب و کاغذ بود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری بذور شاهدانهٔ بومی ایران: بذور استفاده‌شده در این آزمایش از جمعیت‌های وحشی شاهدانه در نقاط مختلف ایران جمع‌آوری شد. جدول ۱ جمعیت‌های استفاده‌شده به‌همراه محل جمع‌آوری آنها را نشان می‌دهد.

جدول ۱. جمعیت‌های ایرانی شاهدانه [1]

شماره جمعیت	کد جمعیت	منطقه جمع آوری	شماره جمعیت	کد جمعیت	منطقه جمع آوری	شماره جمعیت	کد جمعیت	منطقه جمع آوری
۱	Abh	ابهر	۱۳	Dshm	دشت مغان	۲۵	Kash	کاشان
۲	Ark-01	اراک	۱۴	Rmhz	رامهرمز	۲۶	Krmn	کرمان
۳	Ark-02	اراک	۱۵	Zah	زاهدان	۲۷	Krsh	کرمانشاه
۴	Urm	ارومیه	۱۶	Sav	ساوه	۲۸	Gonb	گنبد
۵	Esf	اصفهان	۱۷	San-01	سنندج	۲۹	Gahv	گهواره گرمانشاه
۶	Ban	بانه	۱۸	San-02	سنندج	۳۰	Gil	گیلان
۷	Bsh	بشرویه	۱۹	Sir	سیرجان	۳۱	Mahl	محلات
۸	Bam	بم	۲۰	Saad	سعادت شهر شیراز	۳۲	Mal	ملایر
۹	Sam-01	سامن	۲۱	Frs	فارس	۳۳	Mahb	مهاباد
۱۰	Sam-02	سامن	۲۲	Qzv-01	قزوین	۳۴	Nhv	نهاوند
۱۱	Dez-01	دزفول	۲۳	Qzv-02	قزوین			
۱۲	Dez-02	دزفول	۲۴	Qom	قم			

1. Tetrahydrocannabinol
2. Woody core (Shives, Hurd)

www.SID.ir

Archive of SID

مکان کشت و نمونه‌برداری: بذور استفاده‌شده شاهدانهٔ در مزرعهٔ ایستگاه تحقیقات گروه مهندسی علوم باغبانی دانشگاه تهران در چارچوب طرح کاملاً تصادفی و در اردیبهشت‌ماه کشت شدند. پس از گذشت پنج ماه از رشد گیاهان در شرایط مزرعه، نمونه‌برداری به‌منظور بررسی ویژگی‌های آناتومی ساقه و بیومتری الیاف از پنج گیاه هر جمعیت صورت گرفت. نمونه‌ها از ارتفاع ۴۰-۳۰ درصدی ساقه گرفته شدند.

برش‌گیری نمونه‌های ساقه برای بررسی میکروسکوپی: تهیهٔ برش‌های ۳۰-۱۵ میکرومتری از نمونه‌های ساقه با استفاده از دستگاه میکروتوم GSL1 صورت گرفت. برای خارج کردن مواد فنولی غیرساختاری، برش‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در آب ژاول قرار داده شدند. رنگ‌آمیزی بخش چوبی نمونه‌ها با استفاده از رنگ سبز ید صورت گرفت و پس از چند بار شست‌وشو، برای رنگ‌آمیزی بخش‌های پوستی و سلولزی از رنگ کارمن استفاده شد. پس از شست‌وشوی نمونه‌ها، برش‌ها برای بررسی‌های میکروسکوپی استفاده شدند.

وابری الیاف: وابری الیاف با بهره‌گیری از روش فرانکلین [۱۲] انجام شد. در ابتدا قسمت چوبی و پوستی نمونه‌های ساقه به‌روش مکانیکی و به‌وسیلهٔ چاقو از هم جدا شدند. با توجه به طول زیاد الیاف پوستی، تکه‌های باریک به طول تقریبی ۵ سانتی‌متر از پوست ساقه تهیه شد و برای وابری الیاف چوبی نیز تکه‌هایی کوچک از بخش چوبی ساقه تهیه شد. تکه‌های پوستی و چوبی به‌دست‌آمده به‌صورت جداگانه در لوله‌های آزمایش قرار داده شدند و به اندازهٔ مساوی اسید استیک و پروکسید هیدروژن به لوله‌های آزمایش افزوده شد، به‌گونه‌ای که تکه‌های پوستی و چوبی در محلول وابری غوطه‌ور شدند. لوله‌های آزمایش به‌مدت ۲۴ ساعت در داخل آون با دمای ۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد گذاشته شدند. پس از سپری شدن این مدت و شست‌وشوی نمونه‌ها، الیاف چوبی با تکان دادن لولهٔ آزمایش وابری شدند و الیاف پوستی نیز به شیشهٔ ساعت انتقال یافتند و با انتهای یک قطره‌چکان به‌آرامی وابری شدند. در ادامه الیاف وابری‌شده با استفاده از رنگ سافرانین رنگ‌آمیزی شده و برای مشاهدات میکروسکوپی روی لام قرار داده شدند.

بررسی‌های میکروسکوپی و اندازه‌گیری‌ها: در این پژوهش به‌منظور مشاهدات میکروسکوپی از میکروسکوپ YS 100 Nikon و استریومیکروسکوپ استفاده شد. برای عکس‌برداری از لام‌های آماده‌شده، از دوربین دیجیتال (Canon IXUS 155) استفاده شد. ویژگی‌های بیومتری الیاف پوستی و چوبی شامل طول فیبر[1] (FL)، پهنای فیبر[2] (FW)، پهنای (ضخامت) دیوارG فیبر[3] (WT)، پهنای حفرG فیبر[4] (LW) و نسبت طول به پهنای فیبر (L/D) اندازه‌گیری شد. برای هر ویژگی دست‌کم ۵۰ فیبر از سه تا پنج لام متفاوت اندازه‌گیری شد.

ویژگی‌های آوندی شامل میانگین سطح عناصر آوندی[5] (AVLA)، تراکم آوندی[6] (VD)، و تخلخل[7] (P) با استفاده از نرم‌افزار J 1.46r Image اندازه‌گیری و ارزیابی شدند (رابطه‌های ۱ تا ۳).

$$\text{میانگین سطح عناصر آوندی} = \frac{\text{مجموع سطح آوندها}}{\text{تعداد آوندها}} \quad (۱)$$

$$\text{تراکم آوندی} = \frac{\text{تعداد آوندها}}{\text{سطح تحت بررسی}} \quad (۲)$$

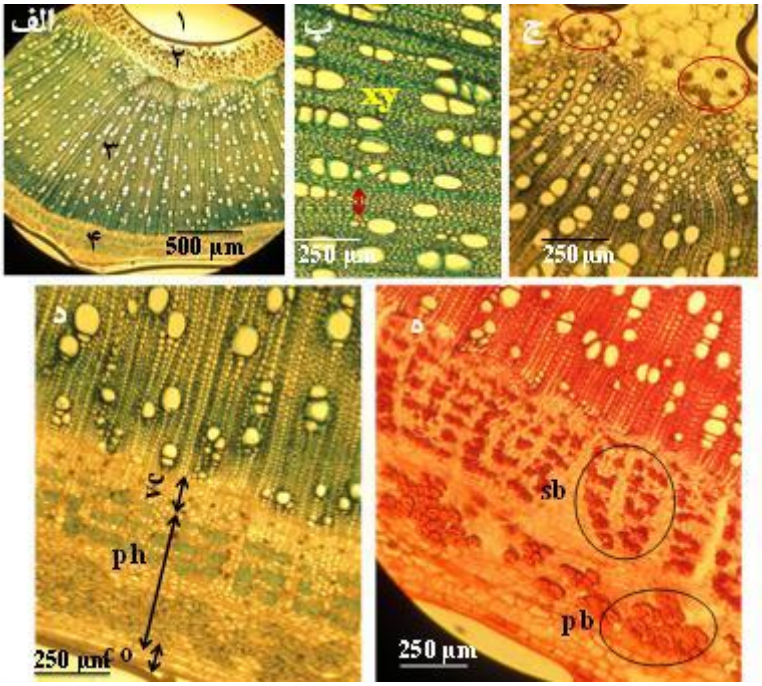
$$\text{تخلخل} = \frac{\text{مجموع سطح آوندی}}{\text{سطح تحت بررسی}} \quad (۳)$$

روش آماری: با بهره‌گیری از نرم‌افزار SAS آزمون تجزیهٔ واریانس یکطرفه در چارچوب طرح کاملاً تصادفی برای داده‌ها انجام شد. با بهره‌مندی از آزمون آماری دانکن میانگین داده‌ها سنجش و گروه‌بندی انجام گرفت.

1. Fiber Length
2. Fiber Width
3. Fiber Cell Wall Thickness
4. Lumen Width
5. Average Vessel Lumen Area
6. Vessel Density
7. Porosity

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. مقطع عرضی ساقهٔ شاهدانه. الف) مقطع عرضی ساقهٔ شاهدانه در زیر میکروسکوپ شامل حفرهٔ مرکزی (۱)، لایهٔ مغز (۲)، بافت چوبی (۳) و پوست (۴)؛ ب) بافت چوبی شامل آوندها، فیبرها و پارانشیم اشعه؛ ج) بلورهای ستاره‌ای در پارانشیم مغز؛ د) کورتکس (co)، بافت آبکشی (ph)، کامبیوم آوندی (VC)؛ ه) فیبر پوستی اولیه (pb)، فیبر پوستی ثانویه (sb).

نتایج و بحث

آناتومی ساقه: شکل ۱، آناتومی ساقهٔ گیاه شاهدانه را نشان می‌دهد. در شاهدانه، مرکز ساقه در میانگره‌ها توخالی است. پارانشیم مغز[1] داخلی‌ترین لایه بوده و شامل سلول‌های پارانشیمی بزرگ با دیوارهٔ نازک و نیز بلور ستاره‌ای است. قسمت چوب دارای حفره‌های پراکنده و شامل فیبر چوبی، آوند و پارانشیم اشعه است. قسمت پوست شامل بافت آبکشی و پریدرم است و فیبرهای آبکشی اولیه و ثانویه در ساقهٔ شاهدانهٔ بالغ دیده می‌شود.

ویژگی‌های آوندی جمعیت‌های شاهدانه: جدول ۲ برآیند آماری ویژگی‌های آوندی در جمعیت‌های شاهدانه شامل کمینه، بیشینه، میانگین و ... را نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج بررسی، جمعیت‌های گهوارهٔ کرمانشاه، ساوه، سنندج ۰۲، دزفول ۰۱، گنبد و اراک ۰۱ میانگین بیشتری را برای ویژگی میانگین سطح عناصر آوندی نشان دادند که بیانگر بزرگ‌تر بودن آوندها در این جمعیت‌هاست (شکل ۲). جمعیت‌های بانه، نهاوند، کرمان، گیلان و سنندج ۰۱، دارای بیشترین تراکم آوندی بودند که نسبت و سهم بیشتر آوند به فیبر را در این جمعیت‌ها نشان می‌دهد. در مقابل جمعیت‌های سنندج ۰۲، مهاباد، فارس، زاهدان و ملایر، کمترین تراکم آوندی را دارند که نشان‌دهندهٔ نسبت بیشتر فیبر به آوند در این جمعیت‌هاست. براساس شکل ۳، جمعیت‌های فارس، مهاباد، سنندج ۰۲، زاهدان و ملایر کمترین تخلخل و جمعیت‌های دزفول ۰۱، کرمان، نهاوند، گهوارهٔ کرمانشاه و ساوه، بیشترین تخلخل را دارند. در حقیقت هم تراکم بیشتر آوندها و هم اندازهٔ بزرگ‌تر آوندها ممکن است به تخلخل بیشتر منجر شده باشد. به‌صورت کلی در جمعیت‌هایی با مقادیر بیشتر دو ویژگی تراکم آوندی و تخلخل، محتوای فیبر کمتری مورد انتظار است. در مقابل، در جمعیت‌هایی با مقادیر اندک تراکم آوندی و تخلخل همچون فارس، مهاباد، سنندج ۰۲، زاهدان و ملایر، فیبر بیشتری مورد انتظار است و جمعیت‌های ذکرشده را

1. Pith

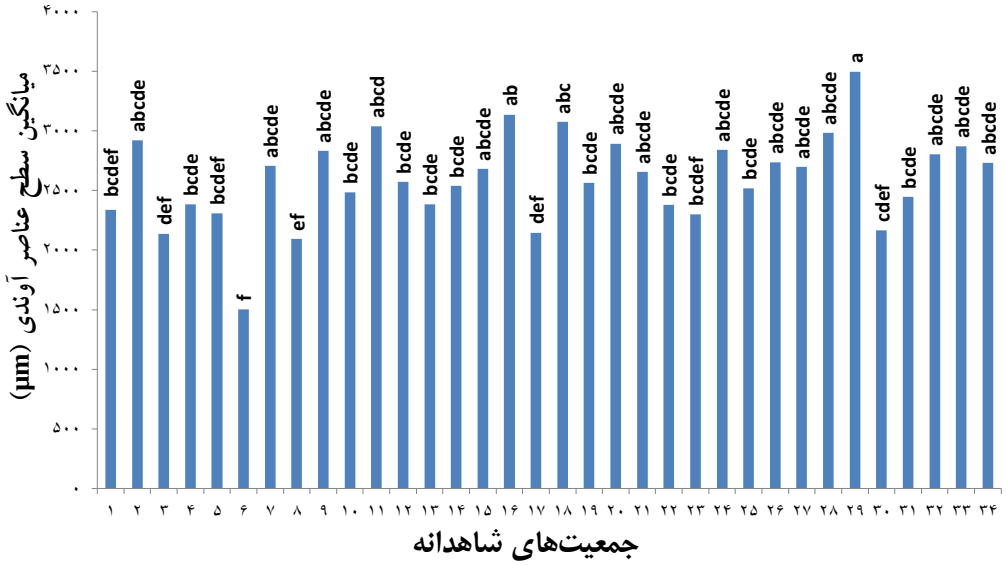
www.SID.ir

Archive of SID

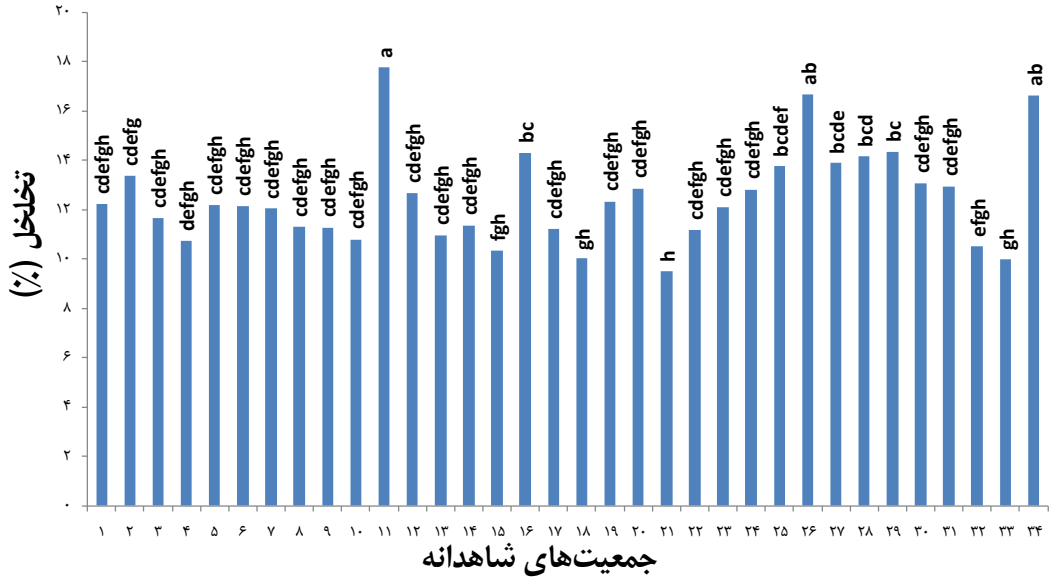
می‌توان به‌عنوان جمعیت فیبری احتمالی برای بررسی‌های بعدی معرفی کرد. اگرچه توجه به این نکته نیز ضروری است که ویژگی‌های آوندی بر نرخ رشد و حجم کلی زی‌تودهٔ حاصل تأثیرگذارند و ممکن است کوچک و کم بودن آوندها رشد گیاه را کاهش دهد و در نتیجه زی‌تودهٔ کلی کاهش یابد.

جدول ۲. برایند آماری ویژگی‌های آوندی اندازه‌گیری‌شدهٔ ساقه جمعیت‌های شاهدانه

ویژگی	واحد	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف از معیار	ضریب تغییرات
AVLA	میکرومتر مربع	۱۰۶۵/۸۲	۵۲۰۹/۸۱	۲۶۰۴/۷۹	۶۴۵	۲۲/۶۴
VD	تعداد در میلی‌متر مربع	۱۸/۲۰	۱۱۳/۶۲	۵۱/۱۲	۱۵۰۹۴	۲۷/۷۶
P	درصد	۶/۳	۲۱/۲	۱۲/۵۴	۲/۷۸	۱۸/۰۲



شکل ۲. میانگین سطح عناصر آوندی جمعیت‌های شاهدانه



شکل ۳. تخلخل جمعیت‌های شاهدانه

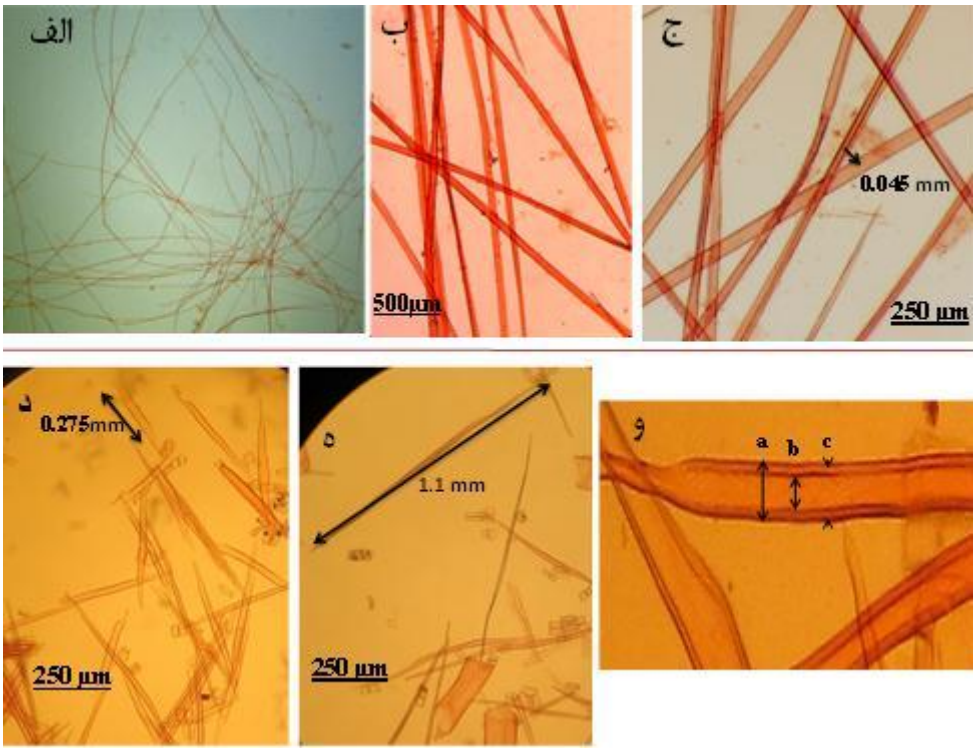
www.SID.ir

Archive of SID

مورفولوژی الیاف پوستی و چوبی شاهدانه: شکل ۴ نمونه‌هایی از الیاف پوستی و چوبی وابری شده در جمعیت‌های شاهدانه را نشان می‌دهد.

مقایسهٔ ویژگی‌های بیومتری الیاف

جدول ۳ برایند آماری ویژگی‌های بیومتری الیاف شامل کمینه، بیشینه، میانگین و ضریب تغییرات را نشان می‌دهد.



شکل ۴. الیاف پوستی و چوبی وابری‌شده. الف) الیاف پوستی شاهدانهٔ مشاهده‌شده با استریومیکروسکوپ؛ ب) الیاف پوستی شاهدانه با بزرگنمایی 40x میکروسکوپ نوری؛ ج) الیاف پوستی شاهدانه با بزرگنمایی 100x میکروسکوپ نوری؛ د) الیاف چوبی شاهدانه و نمونه‌ای از طول یک فیبر چوبی کوتاه با بزرگنمایی 100x میکروسکوپ نوری؛ ه) نمونه‌ای از طول یک فیبر چوبی بلند؛ و) یک فیبر چوبی که در آن پهنای فیبر (a)، پهنای حفرهٔ فیبر (b) و پهنای دیوارهٔ فیبر (c) نشان داده شده است (بزرگ کردن تصویر برای درک بهتر اجزای فیبر صورت گرفته است).

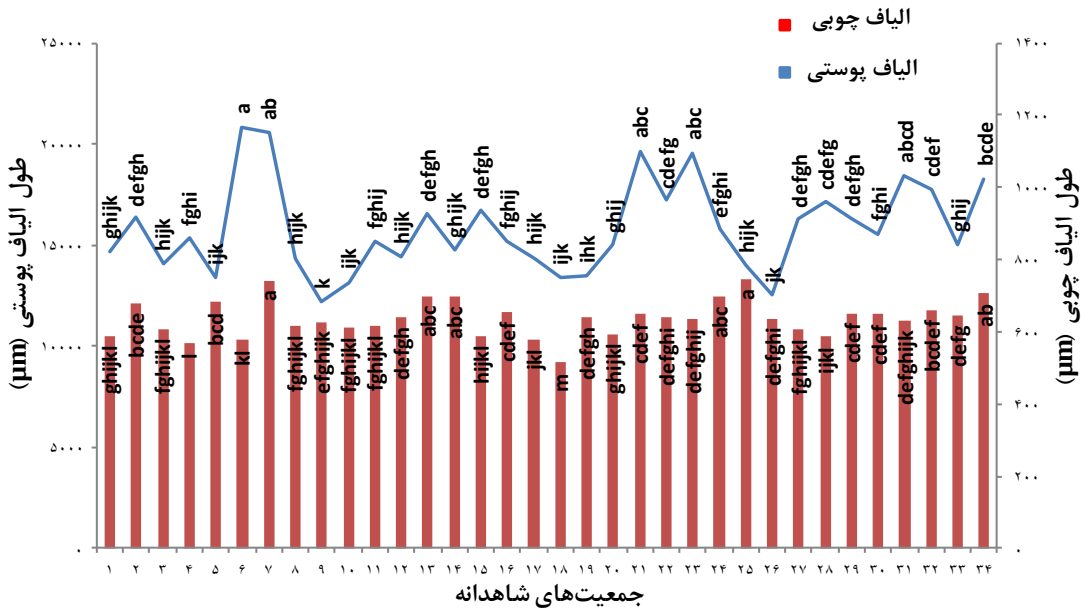
جدول ۳. برایند آماری ویژگی‌های بیومتری الیاف پوستی و چوبی اندازه‌گیری‌شدهٔ جمعیت‌های شاهدانه

ویژگی	واحد	نوع فیبر	کمینه	بیشینه	میانگین	ضریب تغییرات
FL	میکرومتر	پوستی	۶۵۶۱	۳۷۸۹۳	۱۵۸۰۳/۸۰	۱۱/۱۷
		چوبی	۲۷۱	۱۱۰۰	۶۳۷/۸۷	۷/۷۶
FW	میکرومتر	پوستی	۱۰	۶۲	۳۰/۰۳	۱۲/۴۸
		چوبی	۹	۴۵	۲۱/۳۳	۹/۲۵
WT	میکرومتر	پوستی	۲	۱۰	۴/۷۲	۱۲/۶۲
		چوبی	۱	۷	۳/۳۹	۱۱/۷
LW	میکرومتر	پوستی	۳	۵۵	۲۰/۸۹	۱۶/۳۶
		چوبی	۳	۴۱	۱۳/۸۰	۱۴/۲۷
L/D	-	پوستی	۱۷۴/۷۴	۲۱۰۵/۱۷	۵۷۱/۷۲	۱۸/۶۹
		چوبی	۸/۴۷	۹۵/۸۹	۳۱/۷۹	۱۳/۰۴

www.SID.ir

Archive of SID

طول الیاف: براساس نتایج این بررسی، میانگین طول الیاف پوستی و چوبی جمعیت‌های شاهدانه به‌ترتیب ۱۵/۸ و ۰/۶ میلی‌متر بود. سعادتی و همکاران (۱۳۹۴)، میانگین ۱۰/۵ میلی‌متر برای طول الیاف پوستی و میانگین ۰/۶ میلی‌متر برای طول الیاف چوبی را گزارش کرده‌اند. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری‌ها نشان داد که الیاف پوستی بین ۶/۵ تا ۳۷/۸ میلی‌متر و الیاف چوبی بین ۰/۲ تا ۱/۱ میلی‌متر طول دارند. با توجه به شکل ۵ که سنجش طول الیاف پوستی و چوبی را در جمعیت‌های مختلف نشان می‌دهد، جمعیت‌های بانه، بشرویه و فارس بیشترین میانگین طول الیاف پوستی و جمعیت‌های کاشان، بشرویه و نهاوند بیشترین میانگین طول الیاف چوبی را در بین جمعیت‌ها دارند. طول الیاف از جمله ویژگی‌هایی است که به‌عنوان معیار برای تعیین کیفیت فیبر در نظر گرفته می‌شود و نیز یک فاکتور توصیفی کیفیت خمیر بوده و ویژگی‌های دوام و استحکام کاغذ به طول فیبر مربوط است [۱۳]. نشان داده شده است که با به‌کارگیری الیاف بلندتر، تخته فیبر و کاغذ تولیدشده ویژگی مقاومت کششی بهتری را نشان می‌دهد. از این‌رو انتظار می‌رود جمعیت‌های ذکرشده در ویژگی‌های مرتبط با طول الیاف نظیر دوام و استحکام کاغذ، پارچه و تخته فیبر بهتر عمل کنند و با موفقیت در صنایع کاغذسازی و تخته فیبر استفاده شوند. افزون‌بر این، می‌توان این جمعیت‌ها را به‌عنوان گزینهٔ مناسب گزینش در برنامه‌های اصلاحی معرفی کرد.



شکل ۵. میانگین طول الیاف پوستی و چوبی

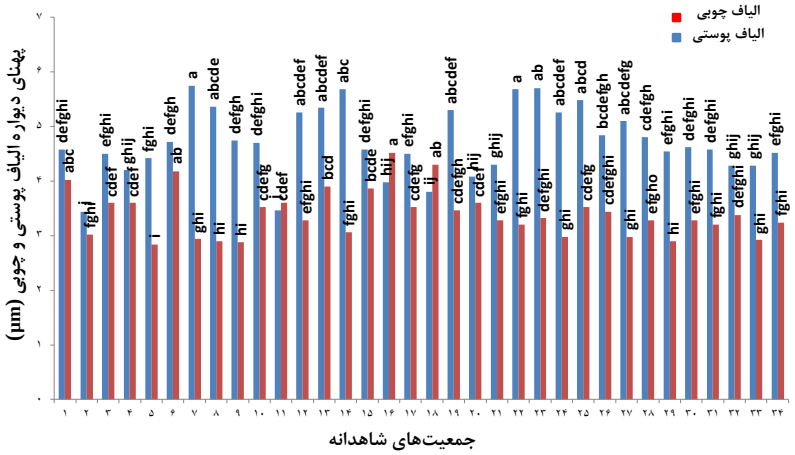
پهنای الیاف پوستی و چوبی: براساس نتایج اندازه‌گیری‌ها، میانگین پهنای الیاف پوستی و چوبی جمعیت‌های شاهدانه به‌ترتیب ۳۰/۰۳ و ۲۱/۳۳ میکرومتر، پهنای الیاف پوستی بین ۱۰ تا ۶۲ میکرومتر و پهنای الیاف چوبی بین ۹ تا ۴۵ میکرومتر بود. سعادتی و همکاران (۱۳۹۴) نیز میانگین ۲۰/۴ میکرومتر برای پهنای الیاف پوستی و میانگین ۲۶/۶ میکرومتر برای پهنای الیاف چوبی را گزارش کرده‌اند. پهنای الیاف، دیگر ویژگی فیبری مهم برای استفادهٔ تکنیکی از فیبرهای شاهدانه است. در پژوهشی با هدف بررسی تأثیر پهنای متفاوت الیاف شاهدانه بر ویژگی‌های کششی، نشان داده شد که ویژگی‌های کششی به پهنای الیاف وابسته‌اند و با افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

پهنای الیاف به‌تدریج کاهش می‌یابند [۱۴]. به این ترتیب، جمعیت‌های سنندج ۰۲، دزفول ۰۱، ملایر و سامن ۰۲ با کمترین میانگین پهنای الیاف پوستی و جمعیت‌های سنندج ۰۱، محلات، بشرویه و اراک ۰۱ با کمترین میانگین پهنای الیاف چوبی می‌توانند عملکرد بهتری از نظر ویژگی‌های کششی محصول نهایی داشته باشند.

پهنای دیوارهٔ الیاف پوستی و چوبی: براساس نتایج اندازه‌گیری‌ها، میانگین پهنای دیوارهٔ الیاف پوستی و چوبی جمعیت‌های شاهدانه به‌ترتیب ۴/۷۲ و ۳/۳۹ میکرومتر بود. پهنای دیوارهٔ الیاف پوستی بین ۲ تا ۱۰ میکرومتر و پهنای الیاف چوبی بین ۱ تا ۷ میکرومتر بود. همچنین جمعیت‌های قزوین ۰۱، قزوین ۰۲ و رامهرمز، بیشترین میانگین پهنای دیوارهٔ الیاف پوستی و جمعیت‌های ساوه، سنندج ۰۲ و بانه، بیشترین میانگین پهنای دیوارهٔ الیاف چوبی را در بین جمعیت‌ها داشتند. پهنای دیواره بیشترین تأثیر را بر چگالی فیبر دارد و با افزایش پهنای دیواره، چگالی فیبر نیز افزایش می‌یابد. در پهن‌برگان با تراکم و چگالی زیاد، فیبرهایی با پهنای دیوارهٔ ضخیم‌تر، بخش زیادی از بافت چوبی را تشکیل می‌دهند و موجب تولید کاغذهایی با فشردگی بیشتر و قابلیت چاپ بهتر می‌شوند [۱۵، ۱۶]. به‌صورت کلی الیاف با پهنای دیوارهٔ بیشتر، دوام و سفتی فراوردهٔ نهایی را افزایش می‌دهند.



شکل ۶. میانگین پهنای (ضخامت) دیوارهٔ الیاف پوستی و چوبی

پهنای حفرهٔ الیاف پوستی و چوبی: براساس نتایج اندازه‌گیری‌ها، میانگین پهنای حفرهٔ الیاف پوستی و چوبی در جمعیت‌های شاهدانه به‌ترتیب ۲۰/۸۹ و ۱۳/۸۰ میکرومتر بود. پهنای حفرهٔ الیاف پوستی بین ۳ تا ۵۵ میکرومتر و پهنای الیاف چوبی بین ۳ تا ۴۱ میکرومتر بود. همچنین با توجه به شکل ۶، جمعیت‌های زاهدان، مهاباد، فارس، ارومیه و سامن ۰۱ بیشترین میانگین پهنای حفرهٔ الیاف پوستی، و جمعیت‌های فارس، سیرجان، بم، قزوین ۰۲ و گنبد، بیشترین میانگین پهنای حفرهٔ الیاف چوبی را در بین جمعیت‌ها داشتند. پهنای حفرهٔ فیبر، دیگر ویژگی آن است که بر چگالی و تراکم فیبر تأثیر می‌گذارد، اما برخلاف پهنای دیوارهٔ فیبر، افزایش پهنای حفرهٔ فیبر سبب کاهش چگالی فیبر می‌شود.

نسبت طول به پهنای الیاف پوستی و چوبی: جمعیت‌های محلات، ملایر، بانه، دزفول ۱۰ و قزوین ۰۲ بیشترین نسبت طول به پهنا را در الیاف پوستی و جمعیت‌های بشرویه، کاشان، اراک ۰۱، محلات و نهاوند بیشترین نسبت طول به پهنا را در الیاف چوبی دارا بودند. نسبت طول به پهنا نیز از ویژگی‌های مهم الیاف محسوب می‌شود و از آن نظر اهمیت دارد که نشان‌دهندهٔ استحکام

www.SID.ir

Archive of SID

الیاف و در نتیجه قابلیت آنها برای کاربردهای گوناگون است [۱۷]. در این پژوهش، میانگین نسبت طول به پهنای الیاف در جمعیت‌ها، ۵۷۱/۷۲ در الیاف پوستی و ۳۱/۷۹ در الیاف چوبی به‌دست آمد (جدول ۳). شهزاد (۲۰۱۱)، مقدار ۵۴۹ برای نسبت طول به پهنای الیاف پوستی در شاهدانه را گزارش کرده است. زیاد بودن این نسبت به‌همراه چگالی کمتر موجب می‌شود که الیاف شاهدانه، ماده‌ای مناسب به‌عنوان تقویت‌کننده در تولید مواد کامپوزیتی محسوب شود [۱۸]. در پژوهش دیگری با هدف بررسی تأثیر مورفولوژی الیاف، نسبت L/D و ترکیبات مخلوط با فیبر بر ویژگی‌های پنل، نشان داده شد که ویژگی‌های خم‌شدگی و کششی با افزایش نسبت L/D افزایش یافت [۱۹]. به‌صورت کلی برای گزینش جمعیت‌های شاهدانه براساس مقاومت الیاف، ویژگی نسبت طول به پهنا را نیز می‌توان به‌همراه ویژگی طول الیاف بررسی کرد.

نتیجه‌گیری

ویژگی‌های آوندی همچون میانگین سطح عناصر آوندی، تراکم آوندی و تخلخل، معیارهایی برای تعیین جمعیت‌های فیبری براساس بخش چوبی به شمار می‌روند. همچنین ویژگی‌های آوندی با تأثیر بر ویژگی‌هایی نظیر تراکم، دوام و استحکام چوب، معیارهایی برای بهبود کیفیت محصول نهایی خواهند بود. از این‌رو بر اساس کاربرد، جمعیت‌هایی با تراکم آوندی و نیز تخلخل متفاوت را می‌توان برای استفاده در برنامه‌های بهبود فرایند کاغذسازی و تولید کاغذهایی با ویژگی‌هایی متفاوت و با درجات متفاوتی از کیفیت به‌کار گرفت. از سوی دیگر به‌دلیل تنوع زیاد مشاهده‌شده در ویژگی‌های بیومتری الیاف جمعیت‌های شاهدانهٔ بررسی‌شده، می‌توان از برنامه‌های گزینشی به‌منظور بهبود ویژگی‌های فیبری مطلوب و نیز بهبود کیفیت فیبر برای تولید محصولی خاص استفاده کرد. مقدار زیاد میانگین طول الیاف پوستی (۱۵ میلی‌متر) در جمعیت‌های بررسی‌شدهٔ شاهدانه، امکان استفادهٔ موفقیت‌آمیز آنها را در صنایع کاغذ، تخته فیبر و کامپوزیت فراهم می‌کند. درحالی که براساس آخرین تحقیقات، طول فیبر چوبی ۰/۵۱ تا ۰/۵۷ میلی‌متر [۲۰] گزارش شده است، مقدار چشمگیر میانگین طول الیاف چوبی (۰/۶ میلی‌متر) جمعیت‌های شاهدانه، سبب موفقیت در کاربردهای گوناگون آنها می‌شود.

References

[1]. Van den Broeck, H. C., Maliepaard, C., Ebskamp, .J. M., Toonen , M. A. J., and Andries J. Koops. (2008). Differential expression of genes involved in C1 metabolism and lignin biosynthesis in wooden core and bast tissues of fiber hemp (*Cannabis sativa* L.). Plant Science, 174(2): 205–220.

[2]. Weiblen, G. D., Wenger, J. P., Craft, K. J., ElSohly, M. A., Mehmedic, Z., and Treiber, E. L. (2015). Gene duplication and divergence affecting drug content in *Cannabis sativa*. New Phytologist, 208(4): 1241–1250.

[3]. Salentijn, E. M., Zhang, Q., Amaducci, S., Yang, M., and Trindade, L. M. (2015). New developments in fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) breeding. Industrial Crops and Products, 68: 32-41.

[4]. Carus, M., Karst, S., Kauffmann, A., Hobson, J., and Bertucelli, S. (2016). The European Hemp Industry: Cultivation, processing and applications for fibers, shivs, seeds and flowers. European Industrial Hemp Association (EIHA), 65: 1-9.

[5]. Brook, G., Liljefors, K., Brook, D., and Stewart, A. (2008). National industrial hemp strategy. Prepared for: Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiative, 358 p.

[6]. Gonzales-Garcia, S., Hospido, A., Feijoo, G., and Moreira, M. T. (2010). Life cycle assessment of raw materials for non-wood pulp mills: Hemp and flax. Resources, Conservation and Recycling, 54(11): 923-930.

[7]. Collet, F., and Pretot, S. (2012). Experimental investigation of moisture buffering capacity of sprayed hemp concrete. Construction and Building Materials, 36: 58-65.

www.SID.ir

Archive of SID

[8]. Hernandez, A., Westerhuis, W., and van Dam, J. E. G. (2007). Microscopic study on Hemp bast fibre formation. Natural Fibers, 3(4): 1-12.

[9]. Blake, A. W., Marcus, S. E., Copel, J. E., Blackburn, R. S., and Knox J. P. (2008). In situ analysis of cell wall polymers associated with phloem fibre cells in stems of hemp, *Cannabis sativa* L. . Planta, 228(1): 1–13.

[10]. Snegireva, A., Chernova, T., Ageeva, M., Lev-Yadun, S., and Gorshkova, T. (2015). Intrusive growth of primary and secondary phloem fibres in hemp stem determines fiber-bundle formation and structure. AoB PLANTS 7: plv061.

[11]. Saadati, A., pourtahmasi, K., Salami, S. A., and oladi, R. (2015). Xylem and bast fiber properties of six Iranian hemp populations. Journal of Forest and Wood Products. 68(1): 121-132.

[12]. Franklin, G. L. (1945). Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites and a new macerating method for wood. Nature,155: 3924-3951.

[13]. Ek, M., Gellerstedt, G., and Henriksson, G. (2009). Pulp and paper chemistry and technology.Vol. 2. Pulping chemistry and technology. GmbH & Co. KG, Berlin, 484 pp.

[14]. Prasad, B. M., and Sain, M. M. (2003). Mechanical properties of thermally treated hemp fibers in inert atmosphere for potential composite reinforcement. Materials Research Innovations, 7(4), 231–238.

[15]. Downes, G. M., Hudson, I. L., Raymond, C. A., Dean, G. H., Michell, A. J, Schimleck L. R., Evans, R., and Muneri, A. (1997). Sampling plantation eucalypts for wood and fiber properties. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia.

[16]. Raymond, C. A., and Muneri, A. (2001). Non destructive sampling of *Eucalytpus globulus* and E. nitens for wood properties. I. Basic density. Wood Science and Technology, 35: 27–39.

[17]. Rowell, R. M., Sanadi, A. R., Caulfield, D. F., and Jacobson, R. E. (1997). Utilization of natural fibers in plastic composites: Problems and Opportunities. Online Referencing, www.fpl.fs.fed.us/documnets/pdf1997/rowel97d.ppf..

[18]. Shahzad, A. (2012). Hemp fiber and its composites – a review. Composite Materials, 46(8): 973-986

[19]. Lee, S., Shupe, T. F., and Hse, C. Y. (2006). Mechanical and physical properties of agro-based fiberboard. HolzalsRoh-und Werkstoff, 64(1), 74-79.

[20]. Li, X., Wang, S., Du, G., Wu, Z., and Meng, Y. (2013). Variation in physical and mechanical properties of hemp stalk fibers along height of stem. Industrial Crops and Products, 42: 344–348.

www.SID.ir

Archive of SID

Comprehensive evaluation of native hemp populations using wood anatomy and stem fiber biometry characteristics towards producing fibers

S. Mehrani; Ph.D. Student of Agricultural Biotechnology, Department of Biotechnology, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

H. Azarnivand; Prof., Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

K. Pourtahmasi; Assoc. Prof., Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

S. A. Salami*; Assoc. Prof., Department of Horticultural Sciences and Landscape Engineering, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

(Received: 09 December 2018, Accepted: 05 February 2019)

ABSTRACT

In order to use alternative sources of fiber such as hemp to supply the paper and wood fiber, the exploration and utilization of abundant hemp variations seems to be necessary. In this study, some hemp populations collected from different part of Iran were evaluated with reference to wood anatomy and fiber biometry characteristics. Vessel characteristics of stems including average vessel lumen area, vessel density and porosity were measured using cross-sectioned tissues of stems. Fiber biometry characteristics of fibers including fiber length, fiber width, fiber cell wall thickness and fiber lumen width were measured and compared using macerated bast and core fibers. In conclusion based on vessel characteristics, Frs, San 02, Mahb, Zah and Mahl, populations, are expected to be putative high potential fiber populations, due to hav the least vessel density and porosity leading to more woody core fiber content. Regarding The fiber length, populations of Ban, Bsh, Frs and Kash, Bsh and Nhv, showed higher average for bast and woody cores, respectively. Hence these populations are expected to perform better in properties related to fiber length such as textile and paper strength and can be successfully used in paper making, fiberboard and textile industries as well as being used in selective breeding programs. In addition, all populations were evaluated based on their bast and wood fiber width, fiber cell wall thickness and fiber lumen width as effective factors on final product properties.

Keywords: Bast, Fiber biometry, Hemp, Wood anatomy, Woody core fiber.

* Corresponding Author, Email: asalami@ut.ac.ir, Tel: 09125423816

www.SID.ir