Research Article

Iranian Journal of Wood and Paper Science Research
Vol. 39, No. 4, Page 327-335 (2024) DOI: 10.22092/ijwpr.2024.367526.1785

Investigation on anatomical properties of *Lagerstroemia* spp. bush in Tonkabon County

Meysam Mehdinia[1*], Mehrdad Ahmadi[2], Edris Moazeni[2] and Zahra Elahi Fard[3]

1*-Corresponding author, Assistant Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, Email: Meysammehdinia@gmail.com
2- Specialist, Wood and Paper Industries from Saei Higher Education Institute, Gorgan, Iran
3- Specialist, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: August 2024 Revised: September 2024 Accepted: December 2024

Abstract

Background and objectives: One of the most serious challenges in the world and our country in cellulosic industries is raw material shortage. Therefore, the need to find alternatives material to forest wood and resulting lower wood harvesting is necessary. *Lagerstroemia* spp. is a decorative bush that has many species and after pruning has a large amount of residues that can be used in the production of particle board, etc. In this respect, the morphological and chemical properties of *Lagerstroemia* spp. wood were measured.

Methodology: This study was done according to ASTM and TAPPI standards test procedures. The biometric and chemical properties of the fibers in the longitudinal axis and at intervals of 5, 50 and 75% of the height of the stem after peeling have been determined. Chemical characteristics including the percentage of cellulose, hemicellulose, lignin, extractive materials and ash, as well as anatomical parameters including fiber length, fiber diameter, lumen diameter and fiber wall thickness were measured and based on them, entanglement, Runkle and the flexibility index was calculated.

Results: The results obtained for fiber length, diameter, lumen diameter, and cell wall thickness of the *Lagerstroemia* spp. fibers were 0.66 mm, 16.64, 7.76 and 8.78 microns, respectively. The averages of slenderness, flexibility and Runkel ratios were calculated as 40.1, 46.67, and 226.3, respectively. Also, holocellulose content (81.3%), cellulose content (53.15%), lignin content (21.28%), extractives soluble in acetone and water content, (5.87% and 2.47%) respectively and ash content 1.54% were determined.

Conclusion: According to the results, *Lagerstroemia* spp. fibers in comparison with other species are a good raw material for manufacturing of cellulosic products.

Keywords: *Lagerstroemia* spp., raw material shortage, cellulosic Industries, biometric and chemical properties of fibers.

بررسی ویژگی‌های بیومتری و شیمیایی الیاف درختچه توری (*Lagerstroemia* spp.)، مطالعه موردی در شهرستان تنکابن

میثم مهدی‌نیا[۱*]، مهرداد احمدی،[۲] ادریس موذنی[۲] و زهرا الهی‌فرد[۳]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران،پست‌الکترونیک: Meysammehdinia@gmail.com

۲- دانش‌آموخته کارشناسی صنایع چوب و کاغذ، مؤسسه آموزش عالی ساعی، گرگان، ایران

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۴۰۳ تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۳

چکیده

سابقه و هدف: یکی از جدی‌ترین چالش‌های حال حاضر دنیا و ازجمله ایران در بخش صنایع سلولزی، کمبود مواد اولیه است. بنابراین، لزوم یافتن منابع جایگزین با توجه به کاهش سطح جنگل‌ها و کاهش سطح برداشت چوب بیش‌ازپیش احساس می‌شود. گونه توری (*Lagerstroemia* spp.) یک درختچه زینتی است که دارای واریته‌های زیادی بوده و پس از هرس دارای مقدار زیادی پسماند و سرشاخه است که می‌توان قابلیت استفاده از آن را در تولید تخته خرده چوب و ... را بررسی کرد. بنابراین شناخت بیومتری و شیمیایی الیاف این گونه، برای بررسی امکان استفاده از آن، بسیار ضروری می‌باشد

مواد و روش‌ها: در این تحقیق ویژگی‌های بیومتری و شیمیایی الیاف در محور طولی و به فواصل ۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ارتفاع ساقه پس از پوست‌کنی انجام شده است. ویژگی‌های شیمیایی شامل درصد سلولز، همی سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر و شاخص‌های آناتومیکی شامل طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره الیاف اندازه‌گیری شد و براساس آنها شاخص های درهم‌رفتگی، رانکل و شاخص انعطاف‌پذیری نیز محاسبه گردید.

نتایج: میانگین طول الیاف ۰/۶۶ میلی‌متر، قطر (۱۶/۶۴ میکرون)، قطر حفره سلولی (۷/۷۶ میکرون) و ضخامت دیواره سلولی الیاف (۸/۷۸ میکرون)، شاخص درهم‌رفتگی (۴۰/۱)، شاخص انعطاف‌پذیری (۴۶/۶۸) و شاخص رانکل (۲۲۶/۳) برای گونه توری (*Lagerstroemia* spp.) اندازه‌گیری شد. میزان هولوسلولز ۸۱/۳٪، سلولز ۵۳/۱۵٪، لیگنین ۲۱/۲۸٪، همی‌سلولز ۱۷/۷۵٪، مواد استخراجی محلول در استون و آب گرم به ترتیب ۵/۸۷٪ و ۲/۴۷٪ و خاکستر ۱/۵۴٪ اندازه‌گیری شد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل، الیاف گونه‌های چوبی و غیرچوبی توری در مقایسه با سایر گونه‌ها می‌تواند منبع خوبی برای فروورده‌های سلولزی توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: گونه توری (*Lagerstroemia* spp.)، کمبود مواد اولیه، صنایع سلولزی، ویژگی‌های بیومتری و شیمیایی الیاف.

مقدمه

جنگل متکامل‌ترین، با ارزش‌ترین و متنوع‌ترین پوشش گیاهی زمین را تشکیل می‌دهد که در پی میلیون‌ها سال تکامل جوامع گیاهی شکل گرفته است. این عرصه‌ها در طول قرون متمادی زیست بشری مأمن و زیستگاه جوامع انسانی بوده و انسان‌ها به فراخور نیازهای خود از آن بهره‌مند شده‌اند. افزایش جمعیت انسانی، متنوع شدن نیازها و آزمندی انسان‌ها، به‌ویژه در دوران پس از انقلاب صنعتی، تعادل و تناسب حضور انسان و بهره‌برداری وی از این عرصه‌ها را دچار مخاطره نموده و فشار بسیاری را بر این عرصه‌ها وارد کرده است. نگاه آدمی در این دوران به جنگل‌ها بدون در نظر گرفتن نقش‌های بی‌بدیل جنگل، فقط نگاه سودمندانه به‌عنوان یک معدن چوب بوده است که سبب شده است تا سطوح جنگل در مناطق مختلف دنیا به‌شدت در معرض تخریب قرار گرفته و بهره‌برداری و نابودی بی‌حد و حصری جایگزین هم‌زیستی مسالمت‌آمیز انسان و جنگل در کنار همدیگر شود (Bureau of Statistics and Information Technology Barzegar, 2008; Ministry of Agriculture, 2005).

ایران در منطقه‌ای قرار گرفته است که سهم اراضی جنگلی آن ناچیز است و در کل، بیشتر کشورهای این منطقه، جزو کشورهای کم برخوردار از جنگل محسوب می‌شوند. مساحت جنگل‌های ایران در حدود ۱۴/۲ میلیون هکتار برآورد شده است. این در حالی است که در گذشته‌ای نه‌چندان دور مساحت این سطوح ۱۸ میلیون هکتار بوده است که در طی چند دهه اخیر به دلایل متعددی مانند بهره‌برداری بی‌رویه، توسعه شهرها و تأسیسات شهری، صنعتی و تخریب و تجاوز با کاهش جدی سطح مواجه شده بوده است (Faezipour *et al.*, 2002; Izanlou *et al.*, 2006).

یکی از این منابع تأمین ماده چوبی مورد نیاز صنعت چوب، استفاده از ضایعات هرس گونه‌های غیر جنگلی است. با نگاهی به وضعیت جنگل‌های شمال کشور که اصلی‌ترین منبع داخلی تأمین چوب‌آلات و مواد اولیه مصنوعات چوبی و کاغذی است، حساسیت و آسیب‌پذیری آن را به‌وضوح نمایان می‌سازد و لزوم یافتن و اتکا به مواد اولیه جایگزین برای صنعت چوب و کاغذ و صنایع سلولزی را به‌خوبی نشان می‌دهد.

Mehdinia و همکاران (۲۰۱۵)، آنالیز شیمیایی گونه باغی مورد استفاده در صنایع چوب و کاغذ را مورد بررسی قرار دادند. مقادیر به‌دست‌آمده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- اجزای شیمیایی گونه‌های باغی مورد استفاده در صنایع چوب و کاغذ

Table 1- Chemical components of garden species used in wood and paper industries

Species	Cellulose (%)	Lignin (%)	Extractives (%)	Hemicellulose (%)
Plum	43.95	25	4.75	26.3
Pomegranate	47.45	23.6	5.12	23.83
Fig	50.2	24.5	1.5	23.8
Almond	43.85	25.26	10.3	20.65
Orange	48.25	20.6	3.5	27.65
Mulberry	48.5	21.3	9.88	20.32
Apricot	47.75	23.4	2.9	25.95
Seedless	50.85	25	4.08	19.57
Apple	42	28.3	6	23.7
Nectarine	48.4	23.4	4.46	23.74
Candlestick	51.3	24	3.1	21
Walnut	45.45	24.1	2.14	28.31
Pear	43.8	25	3.78	24.31
Cherry	43.55	20.5	8.07	27.88
Saffron Peach	49.2	23.7	4.83	22.27

Hasanpour tichi و همکاران (۲۰۲۱) میانگین طول، قطر کلی، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره الیاف را برای درخت توت به ترتیب برابر ۱/۵۱ میلی‌متر، ۲۷/۲۵ میکرون، ۱۸/۷۴ میکرون و ۸/۵ میکرون اندازه‌گیری کردند.

Kool و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی درخت بادام کوهی پرداختند، به‌طوری‌که مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر آن را به ترتیب ۵۲/۸۳، ۱۰/۸۹، ۵/۱ و ۱۰/۴ درصد اعلام کردند.

Oladi و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه خواص آناتومی، فیزیکی و شیمیایی چوب گز شاهی، به این نتیجه رسیدند که میانگین طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره الیاف به ترتیب ۸۲۶/۳، ۲۱/۳، ۱۰/۱ و ۶/۱ میکرون است. همچنین میانگین مقادیر سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر به ترتیب ۳۹/۱، ۲۶/۸، ۱/۰۱ و ۴/۶ درصد اندازه‌گیری شد.

Gorgij و همکاران (۲۰۱۴) میانگین طول، قطر کلی، قطر حفره و ضخامت دیواره الیاف چوب مسواک را به ترتیب ۱۸۹۸/۲، ۱۹/۴۲، ۸/۲ و ۵/۶ میکرون گزارش کرده‌اند. علاوه بر این، میانگین خصوصیات شیمیایی شامل سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در استون و خاکستر به ترتیب ۳۳/۵، ۲۱/۵، ۶/۸۳ و ۷/۵ درصد اندازه‌گیری شد.

Nosrati و همکاران (۲۰۱۵) پس از مطالعه ویژگی‌های آناتومیکی، فیزیکی و شیمیایی چوب درخت سپستان، میانگین طول، قطر کلی، قطر حفره و ضخامت دیواره الیاف چوب مسواک را به ترتیب ۱۳۲۹، ۳۳/۵، ۲۱/۷ و ۵/۹ میکرون و میانگین سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در استون و خاکستر را به ترتیب ۳۴/۷۵، ۲۰/۶، ۷/۸۸ و ۸/۹ درصد گزارش کرده‌اند.

درختچه توری (*Lagerstroemia* spp.) دارای واریته های زیادی است که برخی از آنها برگ‌ریز و عده‌ای هم همیشه‌سبز هستند. بهترین رشد را در نواحی گرم و خشک دارد و در تابش مستقیم خورشید رشد کرده ولی مناسب شرایط ساحلی و مرطوب نیست. درختچه توری جزء درختانی محسوب می‌شود که دوره شکوفه‌دهی بسیار طولانی دارد و تقریباً دوره ماندگاری شکوفه‌هایش بین ۲ تا ۴ ماه است. این درخت در طول رشد خود از ارتفاع ۴۶ سانتی‌متر تا ارتفاع ۱۲ متر می‌تواند رشد کند. این‌گونه پس از هرس دارای مقدار زیادی پسماند و سرشاخه است که می‌توان قابلیت استفاده از آن را در تولید تخته خرده چوب و ... مورد بررسی قرار داد. ازاین‌رو، در این تحقیق به مطالعه ویژگی‌های بیومتری و شیمیایی گونه توری می‌پردازیم.

مواد و روش‌ها

مواد

تهیه سرشاخه گونه توری

تعداد ۵۰ عدد سرشاخه گونه توری (*Lagerstroemia* spp.) با متوسط طول ۸۰ سانتیمتر و قطر حدود ۲ تا ۴ سانتیمتر از گلخانه‌های شهر تنکابن، استان مازندران به‌طور تصادفی بریده و نمونه‌برداری شد. تمامی سرشاخه‌ها به آزمایشگاه منتقل و برای انجام مطالعات مربوط به بیومتری، تعداد ۱۰ سرشاخه پوست‌کنی شد و تعداد ۴۰ سرشاخه پوست‌کنی شده باقیمانده برای مطالعات شیمیایی به آرد چوب تبدیل شدند.

روش‌ها

اندازه‌گیری ابعاد الیاف و ضرایب بیومتری

در این تحقیق نمونه‌های آزمونی از گلخانه‌های استان مازندران، شهر تنکابن تهیه و به آزمایشگاه شیمی منتقل گردید. برای ارزیابی مشخصات مربوط به طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره الیاف گونه توری، اندازه‌گیری در ۳ ارتفاع ساقه (۵ درصد، ۵۰ و ۷۵ درصد) انجام شد. بدین منظور و به‌منظور اندازه‌گیری بهتر موارد ذکرشده، تراشه‌هایی به‌اندازه چوب کبریت در جهت طولی شعاعی بخش مجاور مغز تا مجاور پوست در ۳ تکرار (۳ سرشاخه جداگانه) و در ۳ ارتفاع (۵ درصد، ۵۰ و ۷۵ درصد) درمجموع ۹ قطعه چوبی فراهم و مطابق با روش فرانکلین تهیه الیاف انجام شد. به ازای هر ارتفاع و در هر تکرار تعداد ۵۰ فیبر و درمجموع ۴۵۰ عدد فیبر اندازه‌گیری

گردید. شاخص‌های درهم‌رفتگی، رانکل و شاخص انعطاف‌پذیری با استفاده از روابط ۱ تا ۳ محاسبه شد.

رابطه (۱) $\text{شاخص در هم رفتگی} = {}^{L}/_{d}$

رابطه (۲) $\text{شاخص انعطاف پذیری یا نرمی} = {}^{C}/_{d}$

رابطه (۳) $\text{شاخص رانکل} = {}^{2w}/_{c}$

که در آنها L طول فیبر، d قطر فیبر، C قطر حفره فیبر و W ضخامت دیواره فیبر است.

بررسی ویژگی‌های شیمیایی

اندازه‌گیری میزان ترکیبات شیمیایی سرشاخه‌های توری در ۹ تکرار انجام شد. اندازه‌گیری هولوسلولز مطابق با استاندارد ۵۶-۱۱۰۴ D، سلولز مطابق با استاندارد ۵۵- m T۲۱۷، لیگنین مطابق با استاندارد ۸۸-om T۲۲۲، مواد استخراجی مطابق با استاندارد ۸۸- om T۲۰۴ و خاکستر مطابق با استاندارد ۸۵- om T۲۱۱ آیین‌نامه TAPPI انجام شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری

داده‌های مربوط به ویژگی‌های بیومتری (طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره، ضخامت دیواره الیاف و ضرایب حاصل از آنها شامل شاخص درهم‌رفتگی، شاخص انعطاف‌پذیری و شاخص رانکل) و شیمیایی در ۳ ارتفاع سرشاخه و در ۳ تکرار از طریق طرح آماری کاملاً تصادفی تجزیه‌وتحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید.

نتایج

براساس نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های بیومتری سرشاخه‌های گونه توری در ارتفاع‌های مختلف، فقط اختلاف بین طول الیاف و ضخامت دیواره سلولی معنادار بوده و در دیگر موارد این اختلاف معنادار نیست (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین خواص بیومتری الیاف گونه توری

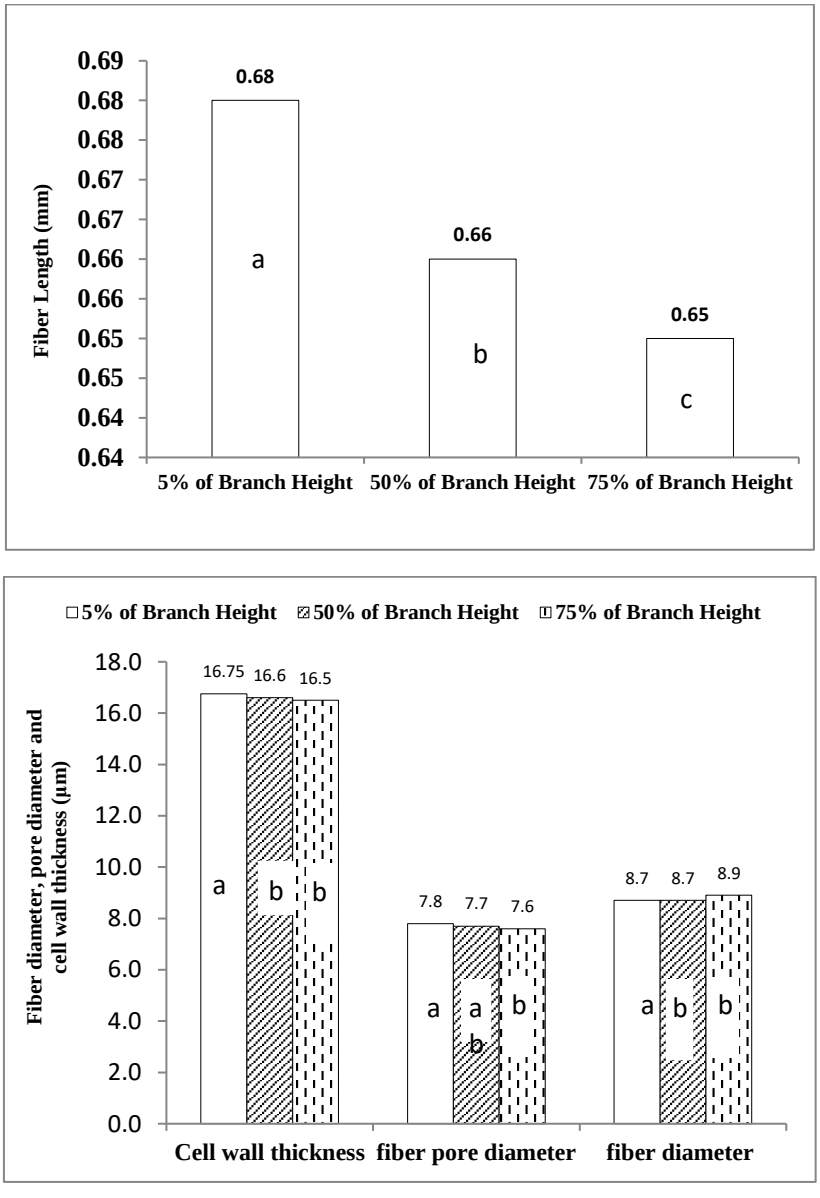
Table 2- Average biometric properties of *Lagerstroemia* spp. fibers

Source of Variation	Degree of Freedom	Fiber Length (mm)	Fiber Diameter (µm)	Cell Cavity Diameter (µm)	Cell Wall Thickness (µm)	Entanglement Index	Flexibility Index	Rankle Index
Treatment	2	0.001**	0.062ns	0.060ns	0.047*	0.079ns	0.635ns	158.274ns
Error	6	0.00	0.012	0.120	0.023	0.008	5.040	128.277
Standard Deviation	-	0.0057	0.043	0.14	0.061	0.037	0.91	4.37

ns: not significant *: significant at 5% **: significant at 1%

براساس آنچه در شکل ۱ مشاهده می‌شود، با افزایش ارتفاع از قسمت پایین سرشاخه به سمت نوک سرشاخه، ابعاد الیاف دچار تغییر می‌شود. به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع، طول، قطر و قطر حفره سلولی الیاف کاهش یافته و ضخامت دیواره سلولی افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش ارتفاع، ضرایب بیومتری شامل شاخص درهم‌رفتگی، شاخص انعطاف‌پذیری و شاخص رانکل کاهش می‌یابد. به‌طورکلی براساس نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که الیاف سرشاخه گونه توری از

لحاظ طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی، شاخص درهم‌رفتگی و شاخص انعطاف‌پذیری در ارتفاع ۵ درصد و در ضخامت دیواره سلولی در ارتفاع ۷۵ درصد دارای بیشترین مقادیر بوده است.



شکل ۱- مشخصات بیومتری الیاف سرشاخه توری شامل طول، قطر، قطر حفره و ضخامت دیواره سلولی

Figure 1. Biometric characteristics of *Lagerstroemia* spp. fibers including length, diameter, pore diameter and cell wall thickness

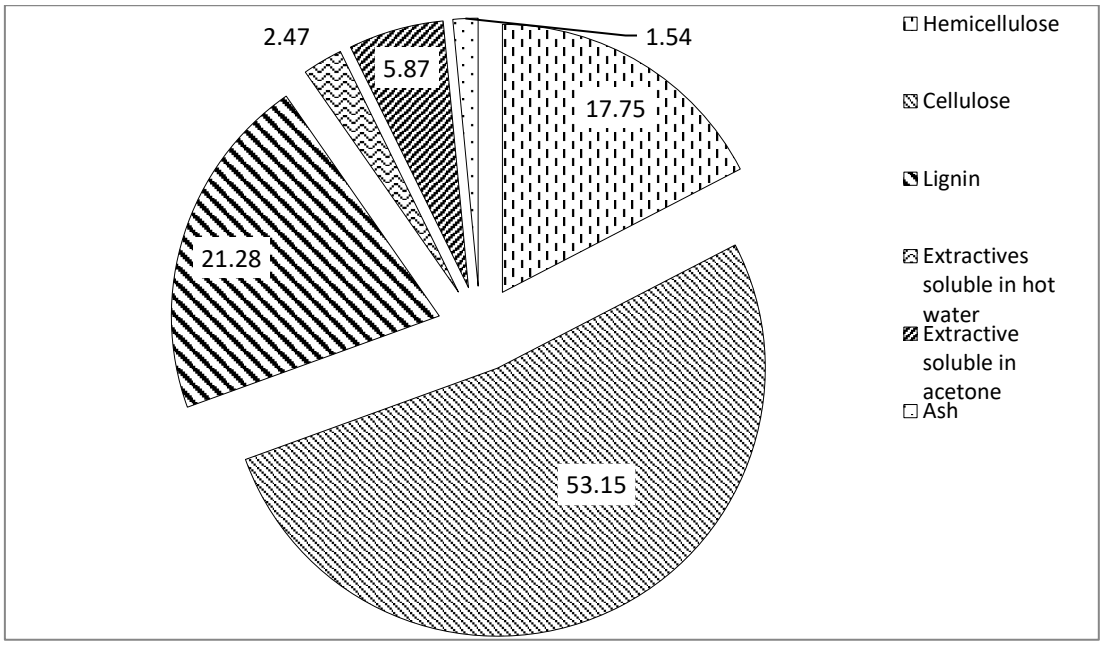
ترکیبات شیمیایی

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، مقادیر مختلف ترکیبات شیمیایی سرشاخه گونه توری شامل هولوسلولز، آلفاسلولز، سلولز، همی‌سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در آب گرم، مواد استخراجی محلول در استون و خاکستر اندازه‌گیری شد.

جدول ۳- مشخصات بیومتری الیاف سرشاخه توری شامل شاخص درهم‌رفتگی، شاخص انعطاف‌پذیری و شاخص رانکل

Table 3 - Biometric characteristics of *Lagerstroemia* spp. fibers including entanglement index, flexibility index and rankle index

Sampling Height	Entanglement Index	Flexibility Index	Rank Index
5% of Branch Height	41.29	0.46	2.32
50% of Branch Height	39.92	0.47	2.25
75% of Branch Height	39.10	0.47	2.22



شکل ۲- ترکیبات شیمیایی الیاف گونه توری

Figure 2. Chemical compounds of *Lagerstroemia* spp. fibers

بحث

همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، گونه توری، درختچه بوده و در گلخانه‌ها به مقدار زیادی پرورش داده می‌شود. این‌گونه پس از هرس دارای مقدار زیادی پسماند و سرشاخه است که می‌توان قابلیت استفاده از آن را در تولید تخته خرده چوب و ... مورد بررسی قرار داد. ازاین‌رو، قبل از بررسی قابلیت استفاده از سرشاخه هرس این درختچه در صنایع چوب، نیاز به بررسی بیومتری و شیمیایی این‌گونه است.

همان‌طور که می‌دانیم بالا بودن میزان همی‌سلولز و سلولز باعث بهبود و بازدهی بالاتر خمیرکاغذ شده و کاهش آن اثر منفی بر آنها دارد. از سوی دیگر، بالا بودن میزان لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر نیز در طی فرایند کاغذسازی، اثرهای مخرب فنی، اقتصادی و حتی زیست‌محیطی دارد (Ebrahimpour *et al.*, 2011). میانگین میزان سلولز گونه توری ۵۳/۱۵٪ اندازه‌گیری شد و در مقایسه با مقدار سلولز بعضی از گونه‌های چوبی مانند بادام کوهی ۵۲/۸۳٪، گزشاهی ۳۹/۱٪، چوب مسواک ۳۳/۵٪، چوب سپستان ۳۴/۷۵٪، ممرز ۴۷/۰۷٪، آلو ۴۳/۹۵٪، زردآلو ۴۷/۷۵٪، سیب ۴۲٪ و گلابی ۴۳/۸ از مقدار سلولز بیشتری برخوردار است (Kool *et al.*,2017; Oladi *et al.*, 2021; Gorgij *et al.*, 2014; Nosrati *et al.*, 2015; Aliabadi *et al.*, 2011; Mehdinia & Aghakhani, 2015). در کل، می‌توان گفت که سه ترکیب

اصلی و مؤثر سرشاخه گونه توری در صنایع لیگنوسلولزی در مقایسه با دیگر منابع قابل قبول بوده و در مقایسه با چوب درختان میوه، موقعیت بهتری نیز دارد.

میانگین خاکستر سرشاخه توری در این تحقیق، ۱/۵۴ درصد به‌دست آمد که در مقایسه با دیگر گونه‌ها مانند بادام کوهی ۱۰/۴٪، گزشاهی ۴/۶٪، چوب مسواک ۷/۵٪ و چوب سپستان ۸/۹٪ (Kool *et al.*, 2017, Oladi *et al.*, 2021, Gorgij *et al.*, 2014, Nosrati *et al.*, 2015) عدد نسبتاً پایین تری است و به نظر نمی‌رسد مشکلات قابل‌توجهی به‌ویژه در فرایندهای مکانیکی ایجاد کند.

میانگین مواد استخراجی محلول در استون و آب گرم سرشاخه گونه توری نزدیک به گیاهان چوبی بوده و از برخی درختان میوه مانند توت ۹/۸۸٪، بادام ۱۰/۳٪ و گیلاس ۸/۷۷٪ پایین‌تر (Mehdinia & Aghakhani, 2015) و در مقایسه با بادام کوهی ۵/۱٪، گزشاهی ۱/۰۱٪، چوب مسواک ۶/۸۳٪ و چوب سپستان ۷/۸۸٪ (Kool *et al.*, 2017; Oladi *et al.*, 2021; Gorgij *et al.*, 2014; Nosrati *et al.*, 2015) از مقدار بالاتری برخوردار است.

متوسط طول الیاف سرشاخه توری در سه ارتفاع ۰/۶۶ میلی‌متر بوده که مقدار آن کمتر از میانگین طول الیاف توت ۱/۵۱ میلی‌متر، گز شاهی ۰/۸۲ میلی‌متر، مسواک ۱/۸۹ میلی‌متر، سپستان ۱/۳۳ میلی‌متر، ممرز ۱/۵۰۹ میلی‌متر، اکالیپتوس ۰/۸۸۱ میلی‌متر و صنوبر ۰/۷۷۶ میلی‌متر است (Hasanpour & Rezanejad, 2020, Oladi *et al.*, 2021, Gorgij *et al.*, 2014, Nosrati *et al.*, 2015).

قبلاً تصور بر این بود که طول فیبر عامل بسیار مهمی در مقاومت کاغذ و تولید فراورده‌های لیگنوسلولزی است، اما بعدها محققان دریافتند که شاخص درهم‌رفتگی و سایر ضرایب مربوط اثرهای بیشتری بر روی مقاومت‌ها دارند (Kellogg & Thykeson, 1975, Dinwoodie, 1965). ازاین‌رو، میانگین شاخص درهم‌رفتگی، انعطاف‌پذیری و رانکل سرشاخه گونه توری با چند گونه دیگر مقایسه شد.

میانگین شاخص درهم‌رفتگی گونه توری ۴۰/۱ به‌دست آمد که در مقایسه با چوب توت ۵۵/۴۱ و مسواک ۹۷/۷۵ از مقدار کمتر و در مقایسه با گز شاهی ۳۸/۷۹ و سپستان ۳۹/۶۷ از مقدار بیشتری برخوردار است. میانگین شاخص انعطاف‌پذیری گونه مورد مطالعه ۰/۴۷ تعیین شد که نسبت به چوب توت (۰/۶۸) و سپستان (۰/۶۵) کمتر است. از سوی دیگر، این مقدار برابر با شاخص انعطاف‌پذیری چوب گز شاهی (۰/۴۷) می‌باشد و بالاتر از شاخص انعطاف‌پذیری چوب مسواک (۰/۴۲) است.

میانگین شاخص رانکل برای الیاف سرشاخه گونه توری ۲/۲۶ به‌دست آمد. این مقدار در مقایسه با شاخص رانکل چوب توت (۰/۹)، گز شاهی (۱/۲)، مسواک (۱/۳۶) و سپستان (۰/۵۴) بیشتر است (Hasanpour & Rezanejad, 2020; Oladi *et al.*, 2021; Gorgij *et al.*, 2014; Nosrati *et al.*, 2015).

نتیجه‌گیری

در زمینه استفاده از پسماند هرس گونه‌های چوبی و غیرچوبی در صنایع چوب و کاغذ کشور، تاکنون فعالیت‌هایی انجام شده است، ولی برای استفاده از تمامی ظرفیت‌های موجود برای رسیدن به حد مطلوب راه زیادی باقی‌مانده است. استفاده صنعتی از الیاف پسماند هرس گونه‌های چوبی و غیرچوبی در این صنعت از یکسو نیازمند تدوین روش‌های جدیدی در زمینه پرورش، برداشت، جمع‌آوری، تفکیک، انبار و حمل و نقل این مواد است و از سوی دیگر به طراحی، ایجاد و گسترش سیستم‌ها و فرایندهای تولید وابسته است و آنچه به نظر می‌رسد این است که در شرایط فعلی، برای بقای این صنایع در کشور یکی از بهترین راهکارهای قابل پیشنهاد، استفاده از پسماند هرس گونه‌های غیر صنعتی به‌عنوان مواد اولیه است. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل شیمیایی و تشریحی الیاف گونه توری، این ماده به‌عنوان یک ماده لیگنوسلولزی، می‌تواند به‌عنوان ماده اولیه در صنایع چوب و کاغذ مورد استفاده قرار گیرد.

References

-Aliabadi, M., Akbarpour, I., Saraeian, A.R. and Roushenasan, J., 2011. Biometrical properties of hornbeam fibers from Astara. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 26(3): 535-544

-Barzegar, M., 2008. Cereals and crops Wastes for the production of composites. First National Conference of supply of raw materials and development of wood and paper industries. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources: 55-66

-Bureau of Statistics and Information Technology Ministry of Agriculture. 2005. Agriculture crop year stats Letter 2007-2008. Planning and Economic Affairs, Office of Statistics and Information Technology of Tehran.

-Dinwoodie, J.M., 1965. The relationship between fiber morphology and paper properties. A review of literature, Tappi (48): 440–447.

-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.

-Gorgij, R., Tarmian, A., Nasirian, S. and Oladi, R., 2014. Some anatomical, physical and chemical properties of toothbrush wood (Salvadora persicaL.) grown in Zabol region. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 29(1): 132-142

-Hasanpour tichi, A., and Rezanejad divkolaei, M., 2020. Changes of Biometric, Physical and Anatomical Properties of juvenile wood and mature wood of Morus alba tree in Longitudinal and Transverse Direction. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 11(2):305-316

-Izanlou, A., KHanghah, H., Hosseinzade, A., Majnoun Hosseini, N. and Sabokdast, A., 2006. Evaluation of commercial soybean cultivars for reaction to stress in late reproductive stages. Journal of Agricultural Sciences, Iran, 36(4): 1011-1023.

-Kellogg, R.M. and Thykeson, E., 1975. Predicting Kraft mill paper strength from fiber roperties. Tappi 58 (4):131-135.

-Kool, F., Kiani, S. and Bahmani, M., 2017. Physical and chemical properties of bark and wood of Amygdalus scoparia. National Conference on Knowledge and Innovation in Wood and Paper Industry with Environmental Approach, university of Tehran

-Mehdinbia, M. and Aghakhani, M., 2015. Chemical analysis of garden species used in wood and paper industries. First national conference on wood and lignocellulosic products. Gonbad Kavoos University.

-Nosrati, B., Masoudifar, M. and Hagh Panah, M., 2015. Anatomical, physical and chemical properties of Sepestan wood (Cordia myxa L.) in Iranshahr region. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 30(1): 110-118

-Oladi, R., Gorgij, R., Emaminasab, M., and Nasiriani, S., 2017. Wood anatomy and physical and chemical properties of fast growing Athel tamarisk (Tamarix aphylla L.). Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 7(4): 511-525