

بررسی ویژگی‌های آناتومی، فیزیکی و شیمیایی چوب گونه تند رشد گز شاهی (*Tamarix aphylla* L.)

چکیده

گز شاهی (*Tamarix aphylla*) درختی تند رشد و همیشه‌سبز بوده که در بیشتر خاک‌ها رشد کرده و شرایط شوری را تحمل می‌کند. علیرغم اهمیت زیست-محیطی و پراکنش خوب آن در مناطق مرکزی و جنوبی ایران، ویژگی‌های چوب این گونه کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با این حال، به تازگی استفاده از این گونه برای صنایع سلولزی در مناطق خشک کشورهای خاورمیانه مورد توجه قرار گرفته است. از این رو، به منظور تعیین ویژگی‌های آناتومی، فیزیکی و شیمیایی چوب گز شاهی، سه اصله درخت سالم واقع در منطقه زابل (استان سیستان و بلوچستان) به طور تصادفی انتخاب و قطع شدند. ویژگی‌های آناتومی چوب این گونه بطور دقیق و براساس فهرست ویژگی‌های میکروسکوپی برای شناسایی پهن‌برگان انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های چوب جهان، تعیین شد. همچنین توزیع لیگنین در عناصر بافت چوبی با استفاده از میکروسکوپ فلوروسنس مورد بررسی قرار گرفت. محاسبه نسبت‌های بیومتری الیاف نشان داد که گرچه الیاف این گونه، کیفیت عالی ندارند ولی درمقایسه با دیگر پهن‌برگان مورد استفاده در صنایع کاغذسازی، دارای استانداردهای لازم می‌باشند. در بررسی ویژگی‌های شیمیایی، مشخص شد که چوب گز، نسبتاً سلولز کمی دارد (۳۹٪) که این مساله ممکن است ناشی از وجود حجم زیادی از سلول‌های پارانشیمی دیواره نازک در بافت چوبی باشد. لیگنین این گونه در مقایسه با میانگین پهن‌برگان اندکی بیشتر بوده و تمرکز آن در آوندها و فیبرها است. ویژگی‌های فیزیکی چوب نمونه‌های مورد بررسی (جرم حجمی و ضرایب همکشیدگی) در دامنه دیگر گونه‌های پهن‌برگ سبک و تندرشد قرار گرفت و از این رو انتظار می‌رود کیفیتی مانند این چوب‌ها داشته باشد.

واژگان کلیدی: گز، آناتومی چوب، میکروسکوپ فلوروسنس، الیاف، لیگنین.

رضا اولادی^{۱*}

رحمت‌اله گرگیج^۲

محمد امامی نسب^۳

سعیده نصیریانی^۴

^۱ استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۲ دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۳ دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۴ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

مسئول مکاتبات:

oladi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۲۵

مقدمه

گز، جنسی از خانواده Tamaricaceae با ۵۴ گونه بوده که بومی مناطق خشک‌تر اوراسیا و آفریقا است [۱]. یکی از معروف‌ترین و بلندترین گونه‌های این جنس یعنی گز شاهی (*Tamarix aphylla* L.)، به‌طور گسترده‌ای در کل

اروپا، آمریکای شمالی و مرکز آسیا پراکنده است [۲]. گز شاهی، یک‌گونه تند رشد، همیشه‌سبز، دارای تنه صاف و عمودی بوده که ارتفاعش تا ۱۸ متر نیز می‌رسد. چوبش تقریباً زبر، دارای رنگی روشن، پر الیاف، نسبتاً سفت، بادوام طبیعی بالا است. همچنین با ابزار برش، به‌راحتی برش می‌خورد و قابلیت پرداخت خوبی دارد [۲]. در یونان

سطحی خاک شده و بقای گونه‌های بومی را با تهدید جدی مواجه می‌کند [۱۰]، به طوری که ممکن است زیستگاه را ملزم به تشکیل جوامع تک‌گونه‌ای کرده و باعث کاهش تنوع گونه‌ای شود [۷].

در ایران، در مناطق خشک و بادخیز کشور نظیر یزد از گونه‌های درختی گز به‌عنوان بادشکن زنده برای کاهش فرسایش بادی استفاده می‌شود. در منطقه دشت یزد- اردکان، بیشتر مزارع و باغات به‌وسیله درختان گز شاهی محصور شده‌اند. این گونه و به‌طور کلی جنس گز از منظر بوم‌شناسی، گیاه‌شناسی و چوب‌شناسی در ایران کمتر مورد بررسی قرار گرفته و اطلاعات چندانی از نظر میزان پراکنش این گونه و ویژگی‌های چوب آن وجود ندارد.

با توجه به کمبود منابع چوبی در ایران و کاهش میزان هرروزه منابع جنگلی، شناسایی و بررسی منابع چوبی تند رشد از ضروریات است. گونه گز شاهی همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، سرعت رشد خوبی داشته و قابلیت سازگاری با شرایط آب‌وهوایی نامناسب و خشک و شرایط شوری خاک بالا را نیز دارد. به‌تازگی قابلیت ضد فرسایشی بافت چوبی درختان گز [۱۱] و همچنین استفاده صنعتی از این چوب برای تولید کاغذ در مناطقی با اقلیم خشک مانند عربستان [۱۲] مورد توجه قرار گرفته است؛ بنابراین، هدف این پژوهش اولاً تعیین و گزارش دقیق ویژگی‌های آناتومی چوب این گونه و دوماً بررسی مرفولوژی الیاف و برخی ویژگی‌های مهم شیمیایی و فیزیکی چوب آن به منظور بررسی مقدماتی امکان استفاده از این گونه در صنایع چوبی (بخصوص صنایع سلولزی) است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری

از منطقه زابل استان سیستان و بلوچستان (۶۰ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۵۰ دقیقه طول جغرافیایی شرقی و ۳۰ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی، ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا، متوسط حداکثر و حداقل دمای سالیانه به ترتیب ۳۶ و ۹ درجه سانتی‌گراد و مجموع بارندگی سالیانه ۵۰/۶ میلی‌متر) سه درخت سالم از گونه گز شاهی (*Tamarix aphylla*) با سن تقریبی ۱۵-۱۰ سال، تنه

و ترکیه، این گونه عمدتاً به‌صورت درختچه در کنار مناطق ساحلی و جزایر وجود دارد [۳].

مصارف نهایی چوب این گونه متنوع است. در آمریکا، چوب آن به‌عنوان سوخت استفاده می‌شود. همچنین قابلیت صیقل و پرداخت بالایی دارد و به‌عنوان پرچین و حصار نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد [۴]. علاوه بر این، به‌عنوان یک ماده خام مناسب برای ساخت تخته خرده چوب بوده [۵] و حتی از آن به‌عنوان منبعی برای تولید مواد قندی می‌توان استفاده کرد [۶]. چوب این گونه همچنین به‌عنوان زغال و هیزم کاربرد دارد [۷]. این چوب می‌تواند برای ساخت دسته ابزار، زیورآلات، خراطی و جعبه میوه مناسب باشد. شاخه‌های کوچک آن برای ساخت سبد به‌کاررفته درحالی که پوستش به‌عنوان منبع غنی از تانن بوده و به‌عنوان ماده ثابت‌کننده در رنگرزی استفاده می‌شود [۲].

گز از نظر زیست‌بوم نیز گونه مهمی به شمار می‌آید. گز، سازگاری وسیعی را نسبت به شرایط مختلف نشان داده و بردباری بالایی نسبت به تنش‌های محیطی دارد. گز قادر است در خاک‌های شنی و شور رشد کرده و خشکی و درجه حرارت بالای محیط را تحمل کند [۷]. این گونه توسط ریشه‌های گسترده خود مانع از جابه‌جایی ماسه‌ها شده و از این طریق جلوی فرسایش خاک و حرکت ماسه‌های روان را می‌گیرد. به خاطر تاج پوشش گسترده، سایبان بسیار مناسبی است و به خاطر داشتن شاخه‌های باریک و گل‌های زیبا درخت تزئینی جذابی نیز محسوب می‌شود [۲]. با آنکه برگ‌ها و شاخه‌های فراوانش به خاطر ایجاد سایه باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در ماسه‌ها می‌شوند ولی به خاطر تعرق بالا ممکن است باعث افزایش شوری خاک و مصرف آب نیز شود [۸].

گونه‌های گز به‌واسطه داشتن ریشه‌های عمیق، یون‌های نمک را از اعماق خاک جذب کرده و به‌واسطه برگ‌ها به سطح خاک انتقال می‌دهند. این ویژگی باعث سازگاری این گونه‌ها در مناطقی با شوری بالا شده است به طوری که به‌عنوان موفق‌ترین گونه از گروه گیاهان مهاجم می‌باشند [۹] و به‌عنوان گونه غالب در مناطق خشک و نیمه‌خشک تلقی می‌گردد [۷]. از طرف دیگر، این گونه با دفع نمک از طریق برگ باعث تشکیل پوسته سخت نمکی در قشر

خودفلتورسنسی دارد؛ زیر نور UV، دیواره‌های با لیگنین بالا درخشان‌تر از دیواره‌های کمتر لیگنینه شده دیده می‌شوند. برای ویژگی‌های کمی چون طول آوندها، میانگین قطر مماسی حفرات آوندی و اندازه منافذ بین آوندی، دستکم ۳۰ نمونه به‌طور تصادفی مورداندازه‌گیری قرار گرفتند.

وابری الیاف

برای وابری الیاف، تراشه‌های چوبی در ابعاد چوب‌کبریت به‌طور تصادفی از دو مکعب باقیمانده (بخش پیشین) تهیه‌شده و وابری به روش فرانکلین [۱۵] انجام گرفت. پس از رنگ‌آمیزی الیاف وابری شده با سافرانین، به‌اندازه خیلی کم و تکرار ۵ بار، از محلول الیاف وابری شده بر روی لام ریخته شد و پس از گذاشتن لام بر روی آن بلافاصله در زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی‌های ۴۰، ۱۰۰، ۴۰۰ و ۱۰۰۰ برابر مشاهده و عکس‌برداری شدند. استخراج داده‌های کمی موجود در لیست شناسایی پهن برگان، مثل طول، قطر آوند و فیبر و مانند آن‌ها توسط نرم‌افزار Image J انجام شد و نسبت‌های کاغذسازی (لاغری، نرمش و رانکل) بر اساس معادله‌های زیر محاسبه شدند [۱۶].

$$(۱) \quad \frac{L}{D} = \text{نسبت لاغری}$$

$$(۲) \quad \frac{C}{D} \times 100 = \text{نسبت نرمش}$$

$$(۳) \quad \frac{2P}{C} = \text{نسبت رانکل}$$

که در آن:

L = طول فیبر = D = قطر فیبر = C = قطر حفره سلولی = P = ضخامت یک طرف دیواره

تعداد الیاف بررسی‌شده، ۱۵ فیبر از هر مکعب کوچک و در مجموع ۹۰ فیبر بود.

اندازه‌گیری وزن مخصوص بحرانی و هم کشیدگی

نمونه‌ها

برای اندازه‌گیری روند تغییرات دانسیته و هم کشیدگی از روش نمونه‌گیری صلیبی استفاده شد [۱۷]. ابعاد اسمی هر مکعب، طبق استاندارد ISO ۱۳۰۶۱-۲ (۲۰۱۴) [۱۸] برش داده شدند؛ محورهای ارتوتروپیک و هندسی در

استوانه‌ای با میانگین قطر ۳۰ سانتی‌متر، بدون هیچ صدمه مکانیکی، حمله حشرات و قارچ‌ها بریده شدند. لازم به ذکر است که به دلیل عدم وجود حلقه‌های سالیانه، تعیین دقیق سن درختان ممکن نشد. از ارتفاع برابرسینه این درختان دیسک‌هایی به ضخامت تقریبی ۱۲ سانتی‌متر تهیه شد. سه مکعب متوالی به ابعاد ۴ سانتی‌متر مکعب از بیرونی‌ترین قسمت چوب (نزدیک لایه کامبیومی) تهیه شدند. یکی از مکعب‌های چوبی برای آزمون تعیین ترکیبات شیمیایی، دیگری برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و آخرین مکعب برای بررسی‌های آناتومی چوب و مرفولوژی الیاف مورد استفاده قرار گرفتند.

بررسی ویژگی‌های آناتومی چوب بر روی مقاطع

میکروسکوپی

تعداد ۴ مکعب کوچک از نمونه‌ها در ابعاد ۱×۱×۱ سانتی‌متر جدا شدند. دو عدد از این مکعب‌های کوچک برای مقطع برداری و دو عدد دیگر برای وابری الیاف (بخش بعدی) مورد استفاده قرار گرفتند. مکعب‌های کوچک به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر غوطه‌ور شدند. پس از نرم شدن بافت چوبی، به‌وسیله میکروتم لغزشی از مکعب‌های کوچک، مقاطع شعاعی، مماسی و عرضی به ضخامت تقریبی ۱۰ میکرومتر تهیه شد و پس از انجام مراحل شستشو در آب‌ژاول، رنگ‌آمیزی دوگانه با سافرانین/آسترابلو ۰/۵ درصد محلول در آب، سایر مراحل نیز طبق روش Schweingruber و Gärtner (۲۰۱۳) انجام شدند [۱۳]. لام‌های تهیه‌شده برای تثبیت کامل چسب به مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند و سپس عکس‌برداری و مطالعات میکروسکوپی بر روی آن‌ها انجام شد. در آخر، با نرم‌افزار Image J مقیاس‌گذاری عکس‌ها و اندازه‌گیری‌های کمی انجام گرفت. ویژگی‌های میکروسکوپی نمونه‌ها بر اساس فهرست ویژگی‌های میکروسکوپی برای شناسایی پهن برگان انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های چوب جهان (IAWA) بررسی شدند [۱۴]. علاوه بر این، برای بررسی توزیع لیگنین در سلول‌های مختلف بافت چوبی، تعدادی از مقاطع عرضی زیر میکروسکوپ اپی فلوتورسنت BEL تحت تابش نور برانگیزاننده UV (ماورابنفش) مورد بررسی قرار گرفتند. از آنجاکه لیگنین تنها جزء دیواره سلولی است که خاصیت

اعداد گزارش شده برای هر ویژگی میانگینی از سه درخت است.

تعیین ترکیبات شیمیایی

آرد چوب طبق استاندارد TAPPI T 257 cm-85 تهیه شد [۲۰]. سپس مقدار مواد استخراجی، لیگنین و خاکستر، به ترتیب طبق استانداردهای T 204 cm-07 [۲۱]، T 222 om-83 [۲۲] و T 211 om-02 [۲۳] آیین‌نامه TAPPI محاسبه شدند. میزان سلولز چوب با استفاده از مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اتانول [۲۴] اندازه‌گیری شد. اعداد گزارش شده برای هر ویژگی میانگینی از سه درخت است.

نتایج و بحث

در جدول ۱ ویژگی‌های آناتومی چوب گونه گز شاهی لیست شده است و برخی از این ویژگی‌ها در شکل‌های ۱ تا ۳ نشان داده شده‌اند. اطلاعات مربوط به مرفولوژی الیاف گونه گز شاهی و نسبت‌های کاغذسازی در جدول ۲ و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی این گونه در جدول ۳ آورده شده است.

نمونه‌ها کاملاً بر هم منطبق بودند. برای اندازه‌گیری دانسیته و مقادیر هم‌کشیدگی چوب، ابتدا نمونه‌ها پس از کدگذاری به مدت یک هفته داخل آب غوطه‌ور شدند تا تحت اشباع کامل از آب قرار گیرند، سپس با یک ترازوی دیجیتالی با دقت ± 0.01 میلی‌متر وزن شده و ابعادشان در سه جهت طولی، مماسی و شعاعی با کولیس دیجیتالی با دقت ± 0.01 اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها سپس در داخل آون (2 ± 103 درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند و پس از آن، وزن و ابعاد ثانویه آن‌ها اندازه‌گیری شد. با توجه به روابط ۱ و ۲، مقادیر دانسیته پایه و هم‌کشیدگی در سه جهت اندازه‌گیری شد [۱۹].

$$D_b = \frac{M_{o.d}}{V_s} \quad (4)$$

$$\% \beta = \frac{D_s - D_{o.d}}{D_s} \quad (5)$$

طبق معادله ۴: D_b دانسیته پایه (بحرانی) $M_{o.d}$ وزن خشک اجاقی V_s حجم کاملاً واکنشیده
طبق معادله ۵: β درصد هم‌کشیدگی D_s ابعاد اشباع با آب $D_{o.d}$ ابعاد کاملاً خشک شده در آون

جدول ۱- ویژگی‌های آناتومی چوب گونه گز شاهی. شماره هر ویژگی بر اساس فهرست ویژگی‌های میکروسکوپی برای شناسایی پهن برگان انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های چوب جهان تنظیم شده است

حلقه رشد	ضخامت دیواره فیبر
۲- حلقه رشد سالیانه نامشخص یا وجود ندارد	۶۹- فیبرها با دیواره نازک تا ضخیم
تخلخل	میانگین طول فیبر
۵- چوب پراکنده آوند	۷۱- کمتر از ۹۰۰ میکرون
چیدمان آوند	پارانشیم‌های محوری دور آوندی
۸- آوندها به صورت الگوی شعله‌ای	۷۹- پارانشیم‌های محوری گردآوندی
گروه‌بندی آوندها	پارانشیم‌های محوری پیوسته
۹- آوندها غالباً منفرد (۹۰٪ یا بیشتر)	۸۳- پارانشیم‌های محوری پیوسته
دریچه آوند	نوع سلول‌های پارانشیم‌های طولی / طول رشته پارانشیم
۱۳- ساده	۹۰- سلول‌های پارانشیمی دوکی شکل
	۹۱- دو سلول در هر رشته پارانشیم
منافذ بین آوندی = چیدمان و اندازه	پهنای اشعه
۲۲- منافذ بین آوندی متناوب	۹۲- چهار (۳-۴) سلول در هر رشته پارانشیم
۲۳- شکل منافذ بین آوندی چندضلعی است	۹۹- اشعه‌های بزرگ معمولاً بیش از ۱۰ ردیفه
منافذ بین آوند و اشعه	ارتفاع اشعه
۲۴- کوچک‌تر از ۴ میکرون	۱۰۲- بیش از ۱ میلی‌متر

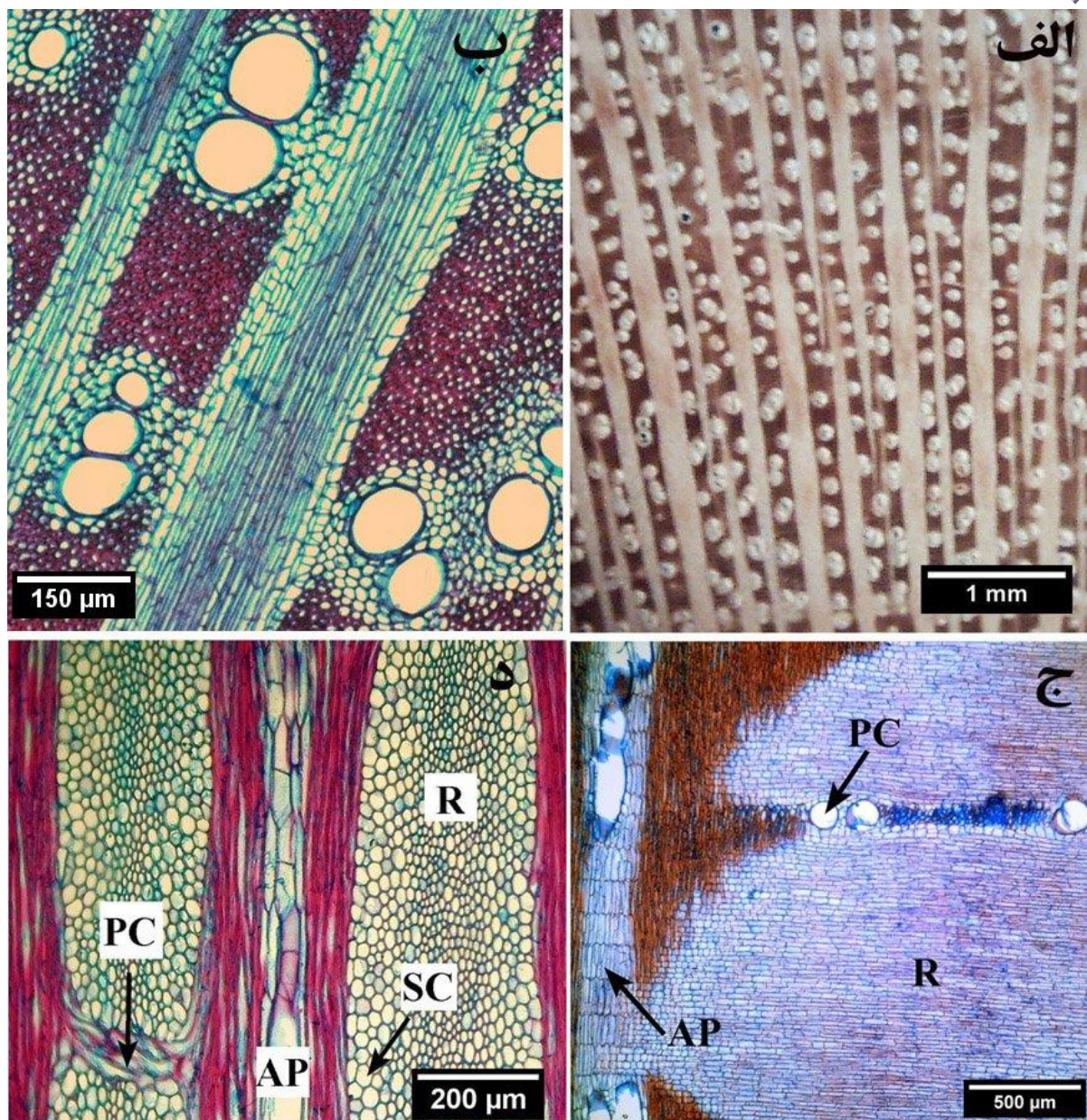
۳۰- منافذ بین آوند و اشعه با هاله مشخص؛ مشابه منافذ بین آوندی	ترکیب سلولی اشعه
میانگین قطر مماسی حفرات آوندی	۱۰۷- سلول‌های بدنه اشعه از نوع خوابیده با ۴-۲ ردیف سلول‌های مربعی/ایستاده در حاشیه اشعه
۴۰- کمتر از ۵۰ میکرون	۱۰۸- سلول‌های بدنه اشعه از نوع خوابیده با بیش از ۴ ردیف سلول‌های مربعی/ایستاده در حاشیه اشعه
۴۱- بین ۵۰ تا ۱۰۰ میکرون	۱۰۹- سلول‌های خوابیده، ایستاده و مربعی به صورت ترکیبی
۴۲- بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکرون	سلول‌های پوششی اشعه
۴۵- آوندها در دو اندازه کاملاً متفاوت؛ چوب غیر بخش روزنه‌ای	۱۱۰- سلول‌های پوششی اشعه
عناصر آوندی در هر میلی‌متر مربع	تعداد اشعه در هر میلی‌متر
۴۷- ۵ تا ۲۰ آوند	۱۱۴- کمتر یا مساوی ۴ عدد
۴۷- ۵ تا ۲۰ آوند	۱۱۵- بین ۴ تا ۱۲ عدد
میانگین طول آوند	ساختار مطبق
۵۲- کمتر از ۳۵۰ میکرون	۱۲۰- پارانشیم‌های محوری و/یا آوندها مطبق
فیبرهای بافت زمینه	کریستال‌های منشوری
۶۱- فیبرها با منافذ ساده تا هاله‌ای کوچک	۱۳۶- کریستال‌های منشوری در چوب حضور دارند
فیبرهای تقسیم‌شده و نوارهای فیبری شبیه پارانشیم	۱۳۷- کریستال‌های منشوری در سلول‌های ایستاده/مکعبی اشعه
۶۶- حضور فیبرهای تقسیم‌نشده (معمولی)	۱۳۸- کریستال‌های منشوری در سلول‌های خوابیده اشعه

جدول ۲- میانگین ابعاد الیاف و نسبت‌های بیومتری الیاف گز شاهی

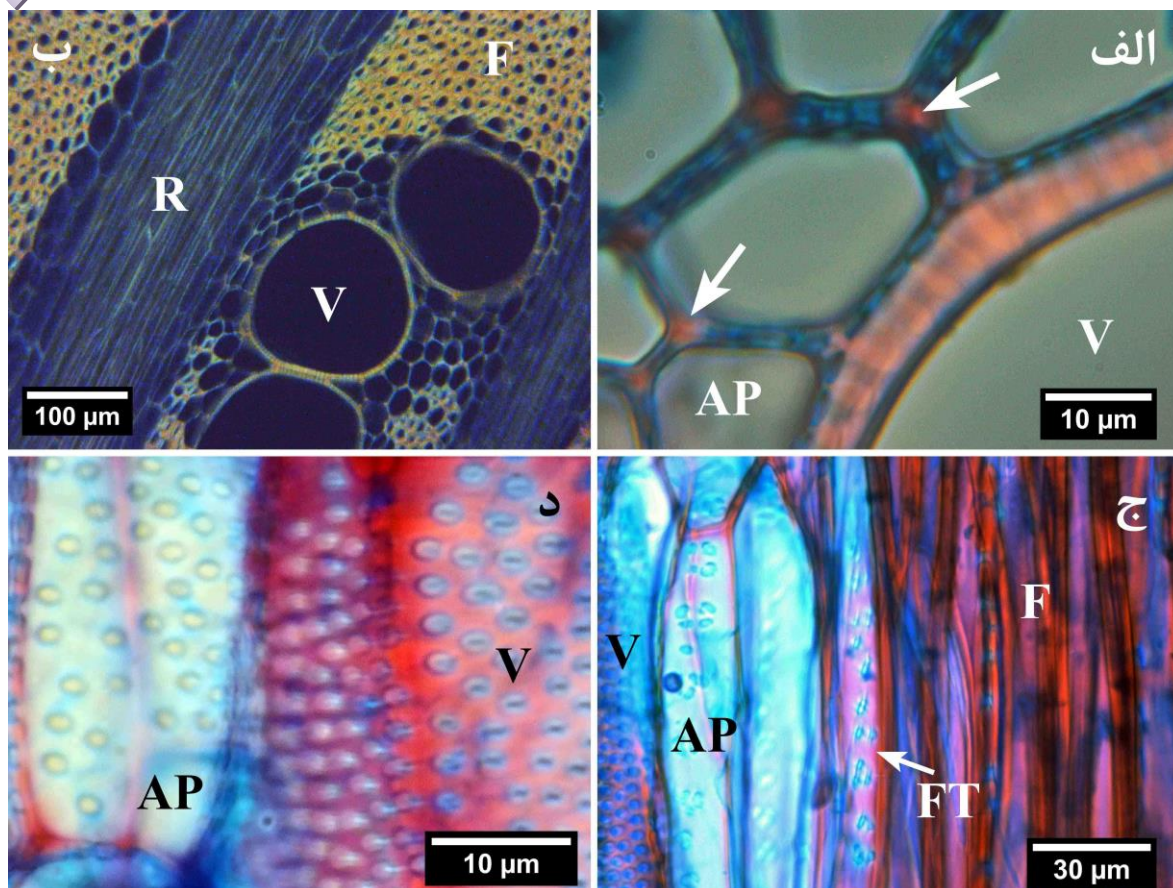
ویژگی	میانگین	انحراف معیار
طول الیاف L (میکرون)	۸۲۶/۳	۱۶۲/۵۲
قطر کلی الیاف D (میکرون)	۲۱/۲	۲/۹
قطر حفره سلولی C (میکرون)	۱۰/۱	۲/۸
ضخامت دیواره الیاف P (میکرون)	۶/۱	۱
نسبت لاغری L/D	۳۹	۹/۶
نسبت نرمش $C/D \times 100$	۴۷/۷	۹
نسبت رانکل 2P/C	۱/۲	۰/۲۶

جدول ۳- میانگین درصد ترکیبات شیمیایی و خواص فیزیکی چوب گز شاهی

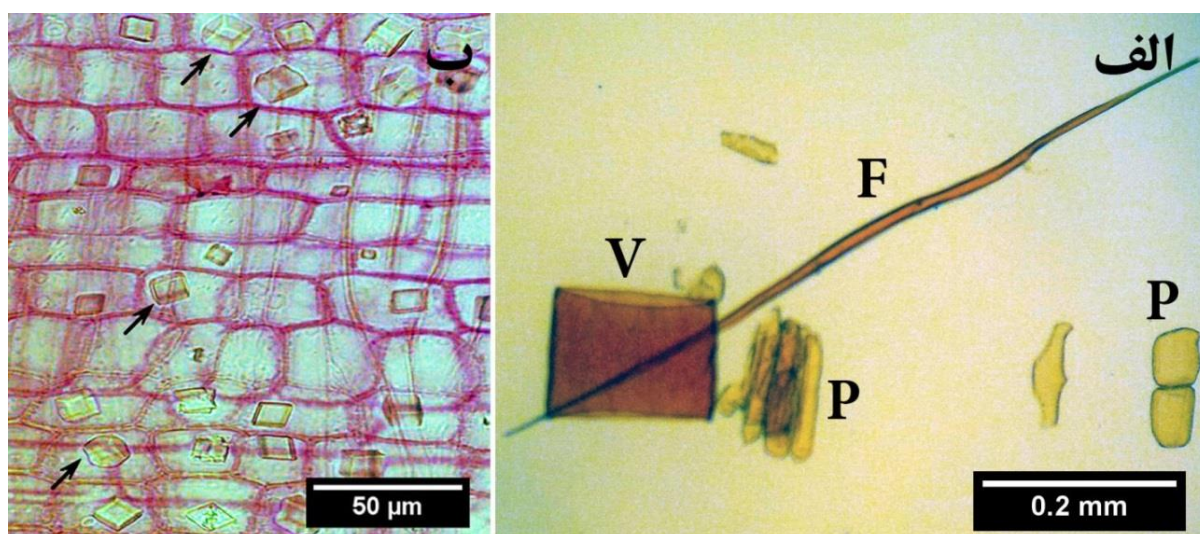
ویژگی	میانگین	انحراف معیار
دانسیته بحرانی (Kg/m^3)	۴۰۱	۱۳
هم کشیدگی مماسی (/.)	۸/۱	۰/۶
هم کشیدگی شعاعی (/.)	۲/۲	۰/۴
هم کشیدگی طولی (/.)	۰/۹۱	۰/۵
سلولز (/.)	۳۹/۱	۳/۵
لیگنین (/.)	۲۶/۸	۳/۷
مواد استخراجی (/.)	۱/۰۱	۰/۰۴
خاکستر (/.)	۴/۶	۰/۳



شکل ۱- ویژگی‌های آناتومی چوب گز شاهی. الف: عدم وجود حلقه‌های رویشی سالیانه در نمونه ماکروسکوپی سنباده خورده (عرضی) زیر استریومیکروسکوپ. ب: مقطع میکروسکوپی عرضی. ج: اشعه چوبی (R)، پارانشیم‌های طولی مطبق (AP) و حفرات شبیه سلول‌های دریچه‌دار اشعه (PC) در مقطع شعاعی. د: در مقطع مماسی، مشخص است که حفرات شبیه سلول‌های دریچه‌دار اشعه در واقع ناشی از رشد موضعی فیبرها بین دو اشعه بزرگ هستند؛ SC: سلول‌های پوششی اشعه



شکل ۲- ویژگی‌های آناتومی چوب گز شاهی. الف: مقطع عرضی چوب زیر میکروسکوپ نوری زمینه روشن؛ دیواره آوند (V) به‌طور کامل قرمز دیده می‌شود که نشان‌دهنده لیگنینی شدن کامل آن است درحالی‌که پارانشیم‌های محوری کنار آن (AP) تنها در گوشه‌ها لیگنینی شده‌اند (فلش). ب: مقطع عرضی چوب زیر میکروسکوپ فلئورسنس؛ دیواره آوندها و فیبرها (F) درخشان دیده شد درحالی‌که پارانشیم‌های اشعه (R) به دلیل لیگنین کمتر تیره‌تراند. ج: مقطع مماسی چوب که در آن، یک فیبر تراکتید (FT) با منافذ هاله‌ای بین فیبرهای لیبری فرم و پارانشیم‌های محوری دیده می‌شود. د: در مقطع مماسی با بزرگنمایی بیشتر، استقرار متناوب منافذ آوندی و ساده بودن منافذ دیواره پارانشیم‌های محوری قابل تشخیص است



شکل ۳- ویژگی‌های الیاف و چوب گز شاهی. الف: سلول‌های مختلف چوبی در الیاف و ابری شده؛ فیبر (F)، آوند (V) و پارانشیم (P). ب: کریستال‌های منشوری (فلش‌ها) در سلول‌های پارانشیم اشعه

می‌توان برای برآورد میزان مقاومت‌هایی چون مقاومت کششی و مقاومت به پارگی بهره برد [۲۹]. الیاف مورد استفاده در کاغذسازی باید نسبت لاغری بیش از ۳۳ داشته باشند [۳۰] که با توجه به بیشتر بودن نسبت لاغری نمونه‌های مورد بررسی از این منظر مورد پذیرش‌اند. آخرین ویژگی مرفولوژی الیاف مورد بررسی، نسبت نرمش یا انعطاف‌پذیری است که میزان این شاخص ۴۷/۷ برآورد شد. بر اساس دسته‌بندی Istas و همکاران (۱۹۵۴) اگر این شاخص بین ۵۰ تا ۷۰ باشد، الیاف به راحتی پخ شده و کاغذی با ویژگی‌های مقاومتی بالا حاصل خواهد آمد و اگر بین ۳۰-۵۰ باشد، الیاف کم انعطاف محسوب می‌شوند [۳۱]. با توجه به این دسته‌بندی، الیاف گونه گز شاهی در دسته دوم قرار می‌گیرند. باین‌حال، به‌طور کلی، نسبت نرمش الیاف پهن برگان بالا نبوده (بین ۴۰ تا ۵۰) [۳۲] و در مقام مقایسه، این ویژگی الیاف گز شاهی مشابه دیگر پهن برگان است. به‌طور کلی می‌توان گفت گونه گز شاهی با آنکه کیفیت الیاف فوق‌العاده‌ای ندارد ولی در مجموع از نظر مرفولوژی الیاف گونه قابل‌پذیرشی برای کاغذسازی محسوب می‌شود.

در بررسی ویژگی شیمیایی چوب گز شاهی میزان سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در استن و خاکستر آن به ترتیب برابر با ۳۹/۱، ۲۶/۹، ۱/۰ و ۴/۶ درصد اندازه‌گیری شد. با آنکه میزان همی‌سلولزهای چوب در این پژوهش به‌طور مستقیم اندازه‌گیری نشد ولی با توجه به داده‌های دیگر مواد شیمیایی چوب می‌توان میزان همی‌سلولزهای چوب گز را در حدود ۲۸ درصد برآورد کرد. میزان لیگنین و سلولز ماده لیگنوسلولزی در بازده خمیرکاغذ حاصله نقش داشته و از این‌رو برای صنایع مرتبط مهم است. لیگنین باعث تقویت اتصال بین الیاف شده درحالی‌که همی‌سلولزها الیاف را مستحکم می‌کنند [۱۲]. میزان کم سلولز این‌گونه ممکن است ناشی از وجود حجم زیادی از سلول‌های پارانشیمی (اشعه) دیواره نازک در بافت چوبی باشد. گرچه میزان سلولز و لیگنین گز شاهی مورد بررسی به ترتیب کمی کمتر و بیشتر از مقادیر متناظر در چوب‌های رایج مورد استفاده در صنایع خمیر و کاغذ [۳۳] است ولی با توجه به کمبود منابع چوبی و مهم‌تر از آن نیاز آبی کم این‌گونه برای رشد، می‌توان از آن

ابعاد الیاف، ترکیب شیمیایی و وزن مخصوص از خصوصیات مهم مواد لیگنوسلولزی محسوب می‌شوند. از نظر ویژگی‌های آناتومی چوب، گونه مورد بررسی با تشریح چوب گزارش شده درباره این‌گونه [۱۲ و ۲۵] شباهت زیادی داشت باین‌حال اختلاف‌هایی نیز دیده شد که می‌توان به نامشخص بودن مرز حلقه‌های رویش سالیانه، عدم وجود حالت نیمه بخش روزنه‌ای، کوچک‌تر بودن اندازه منافذ بین آوندی و عدم وجود صمغ و سایر رسوبات معدنی در داخل عناصر آوندی در نمونه مورد بررسی در این پژوهش اشاره کرد. علاوه بر این، با آنکه اکثر فیبرهای زمینه بافت چوبی از نوع فیبر لیبری فرم بودند ولی معدودی فیبر تراکتید نیز در بافت این چوب مشاهده شد (شکل ۲-ج) که تاکنون در مورد این‌گونه گزارش نشده بود. این اختلاف‌ها معمولاً ناشی از شرایط متفاوت رویشگاهی است. نکته جالب توجه در مورد آناتومی چوب این‌گونه این است که در مقطع شعاعی در نگاه نخست، به نظر می‌رسد این‌گونه دارای سلول‌های دریچه‌دار اشعه باشد (شکل ۱-ج) درحالی‌که با بررسی مقطع مماسی، مشخص شد که این حفرات ناشی از رشد موضعی الیاف در بین دو اشعه پهن مجاور است. با بررسی دقیق‌تر بافت چوبی گز، مشخص شد که دیواره آوندها و فیبرها کاملاً لیگنینی هستند (شکل ۲-الف و ب) درحالی‌که در پارانشیم‌های محوری تنها گوشه‌های سلول لیگنینی می‌شود (شکل ۲-الف). تصاویر میکروسکوپ فلوروسنت نشان داد که اشعه‌های چوبی (پارانشیم‌های عرضی) در این‌گونه لیگنین بسیار کمی دارند (شکل ۲-ب).

نسبت‌های بیومتری الیاف (نسبت‌های کاغذسازی) به برآورد نسبی ویژگی‌های مختلف کاغذ حاصله کمک می‌کنند. در پهن برگان، یکی از مهم‌ترین و نخستین ویژگی‌های مورد بررسی، نسبت رانکل است [۲۶]. اگر نسبت رانکل کم‌تر از یک باشد، معمولاً کاغذ حاصله دارای ویژگی‌های مقاومتی مناسبی است [۲۷]. باین‌حال افزایش این نسبت تا عدد ۱/۵ نیز قابل‌قبول است [۲۸]؛ بنابراین، نسبت رانکل که در این پژوهش، عدد ۱/۲ بوده برای گز شاهی در مجموع قابل‌قبول است. دیگر ویژگی مهم مرفولوژی الیاف، نسبت لاغری است. از این شاخص

مورد پژوهش کمی کمتر از نتایج اعلام شده توسط Nourisadegh و همکاران (۲۰۱۲) بود [۳۵]. علاوه بر این، میزان هم کشیدگی شعاعی و طولی به دست آمد نیز اندکی با نتایج این پژوهشگران تفاوت داشت. با توجه به اینکه نمونه‌های مورد بررسی در پژوهش مذکور نیز از منطقه زابل بودند ولی سن بیشتری داشتند، ممکن است این اختلاف‌ها ناشی از تغییرات درون درختی باشد. به هر روی، ویژگی‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده گونه گز شاهی کمابیش مشابه دیگر گونه‌های تند رشد پهن‌برگ مانند صنوبر و اکالیپتوس است.

نتیجه‌گیری

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت چوب این گونه، از منظر ویژگی‌های مورد بررسی، کیفیتی مشابه دیگر پهن برگان سبک بومی ایران دارد. پژوهش‌های بعدی بر روی ویژگی‌های مکانیکی، قابلیت‌های تکنولوژی (ابزار خوری، ماشین‌کاری و ...) و شدت معایب احتمالی خشک شدن می‌تواند قابلیت استفاده چوب این گونه در صنایع را برآورد نماید.

در صنعت کاغذسازی استفاده کرد. در مجموع با توجه به میزان مواد شیمیایی می‌توان نتیجه گرفت که چوب گز با توجه به میزان قابل قبول سلولز (۴۰٪) و همی سلولزها (۲۸٪) برای کاغذسازی مناسب است. در عمل ثابت شده که ویژگی‌های کاغذ تولیدی از این گونه در حد قابل قبولی قرار دارد [۱۲]. درختان گز مورد مطالعه در مقایسه با درختان گز دست کاشت در ریاض عربستان [۱۲]، لیگنین، خاکستر و مواد استخراجی کمتری داشتند. در گونه گز شاهی، میزان لیگنین و خاکستر با افزایش تنش‌های خشکی محیط افزایش می‌یابد ولی میزان سلولز، همی سلولز و مواد استخراجی در شرایط مشابه روند معکوسی می‌یابند [۳۴]؛ بنابراین می‌توان انتظار داشت که در شرایط رویشگاهی بهتر، میزان هولوسلولز و لیگنین گز شاهی نسبت به اعداد گزارش شده در این پژوهش مناسب‌تر (به ترتیب بیشتر و کمتر) گردند.

چگالی چوب یک ویژگی بسیار مهم در گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ و فرآورده‌های حاصل از الیاف آن‌ها بوده و تحت تأثیر ضخامت دیواره، قطر سلول، میزان چوب آغاز و پایان و مواد شیمیایی سازنده دیواره سلولی است [۵]. مقدار دانسیته بحرانی گز شاهی در نمونه‌های

منابع

- [1] Baum, B.R., 1967. Introduced and naturalized tamarisks in the United States and Canada [Tamaricaceae]. *Baileya*, 15:19-25.
- [2] Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. and Anthony, S., 2009. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre, Kenya. <http://www.worldagroforestry.org/resources/databases/agroforestry> [Accessed January, 2014].
- [3] Voulgaridis, E.V., 2009. Commercial European and tropical woods: structure, properties and uses (in Greek). Aristotle University of Thessaloniki, Greece, 92 p.
- [4] Tesky, J.L., 1992. *Tamarix aphylla*. In: Fire effects information system. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison.
- [5] Zheng, Y., Pan, Z., Zhang, R., Jenkins, B.M. and Blunk, S., 2006. Properties of medium-density particleboard from saline Athel wood. *Industrial Crops and Products*, 23:318-326.
- [6] Zheng, Y., Pan, Z., Zhang, R., Labavitch, J., Wang, D., Teter, S. and Jenkins, B., 2007. Evaluation of different biomass materials as feedstock for fermentable sugar production. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 137(1): 423-435.
- [7] Daoyuan, Z., Linke, Y. and Borong, P., 2002. Biological and ecological characteristics of *Tamarix* L. and its effect on the ecological environment. *Science in China*, 45:17-23.
- [8] Wiesenborn, W.D., 1996. Saltcedar impacts on salinity, water, fire frequency, and flooding. In: Proceedings

- of the Saltcedar Management Workshop, Rancho Mirage, California, 9-12.
- [9] Wall, L.C., Child, L.E., Wade, P.M. and Brock, J.H., 1994. Ecology and Management of Invasive Riverside Plants. John Wiley & Sons Ltd, New York, 232 p.
- [10] Ladenburger, C. G., Hild, A.L., Kazmer, L.C. and Munn, L.C., 2005. Soil salinity patterns in *Tamarix* invasions in the Bighornbasin, Wyoming, USA. *Arid Environment*, 65:111- 128.
- [11] Han, Z., Yin, W., Zhang, J., Niu, S. and Ren, L., 2013. Active anti-erosion protection strategy in tamarisk (*Tamarix aphylla*). *Scientific Reports*, 3: 3429.
- [12] Al-Mefarrej, H.A., Abdel-Aal, M. A. and Nasser, R.A., 2014. Influence of the cooking conditions on the properties of pulp and papersheets from Athel wood (*Tamarix aphylla* L.) obtained by the soda-AQ method. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 12(2): 1336-1341.
- [13] Gärtner, H. and Schweingruber, F.H., 2013. Microscopic preparation techniques for plant stem analysis. Verlag Dr. Kessel, Remagen-Oberwinter, 78 p.
- [14] Wheeler, E.A., Baas, P. and Gasson, P.E., 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Journal*, 10:219–332.
- [15] Franklin, G.L., 1945. A rapid method of softening wood for microtome sectioning. *Tropical Wood Journal*, 88:35-36.
- [16] 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.
- [17] Kord, B., 2006. Investigation on variation of physical properties of wood from *Populus deltoides* species in longitudinal and radial axes of tree. *Journal Science and Technology of Natural Resources*, 1:65-77.
- [18] ISO 13061-2, 2014. Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens - Part 2: Determination of density for physical and mechanical tests.
- [19] Efhami, D. and Saraeyan, A.R., 2009. Evaluation of Anatomical and Physical Properties of Juvenile/Mature Wood of *Populus alba* and *Populus × euramericana*. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 1:134-147. (In Persian).
- [20] Standard test methods for sampling and preparing wood for analysis. *Tappi Test Method T 257 cm-85*. 1988.
- [21] Standard test methods for solvent Extractives of wood and pulp. *Tappi Test Method T 204 cm-07*. 2007.
- [22] Standard test methods for acid-insoluble lignin in wood and pulp. *Tappi Test Method T 222 om-83*. 1983.
- [23] Standard test methods for ash in wood, pulp, paper, and paperboard. *Tappi Test Method T 211 om-02*. 2002.
- [24] Pettersen, R., 1984. In: Rowell, R.M. (ed), *The Chemistry of Solid Woods*, *Advances in Chemistry Series* 207, American Chemical Society, Washington D.C., 57-126.
- [25] Fahn, A., Werker, E. and Baas, P., 1986. Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions. *The Israel Academy of Sciences and Humanities*, Jerusalem, 212 p.
- [26] Jusoh, I., Zaharin, F.A. and Adam, N.S., 2014. Wood quality of *Acacia* hybrid and second-generation *Acacia mangium*. *BioResources*, 9(1):150-160
- [27] Bamber, R.K., 1985. The wood anatomy of eucalypts and papermaking. *Appita Journal*, 38:210-216.
- [28] Valkomies, P.J., 1969. Wood raw materials for pulp paper in tropical countries. *Unasylva*, 23(3):94.
- [29] Ona, T., Sonoda, T., Ito, K., Shibata, M., Tamai, Y., Kojima, Y., Ohshima, J., Yokota, S. and Yoshizawa,

- N., 2001. Investigation of relationship between cell and pulp properties in Eucalyptus by examination of within-tree property variations. *Wood Science and Technology*, 35:363-375.
- [30] Xu, F., Zhong, X.C., Sun, R.C. and Lu, Q., 2006. Anatomy, ultrastructure, and lignin distribution in cell wall of *Caragana Korshinskii*. *Industrial Crops and Production*, 24:186-193.
- [31] Istas, J.R., Heremans, R. and Roekelboom, E.L., 1954. Caracteres Generaux De Bois Feuillus Du Congo Belge En Relation Avec Leur Utilization Dans l'industrie Des Pates A Papier: Etude Detaillee De Quelques Essences. Gembloux: INEAC (Serie Technique, No. 43).
- [32] Akgul, M. and Tozluoglu, A., 2009. Some chemical and morphological properties of juvenile woods from beech (*Fagus orientalis* L.) and pine (*Pinus nigra* A.) plantations. *Trends in Applied Science Research*, 4(2):116-125.
- [33] Summit, R. and Sliker, A., 1980. *Handbook of Materials Science, Volume IV: Wood*. CRC Press, Florida, 459 p.
- [34] Al-Mefarrej, H.A., 2013. Growth characteristics and some wood quality of *Tamarix aphylla* seedlings irrigated with primary treated wastewater under drought stress. *Asian Journal of Plant Sciences*, 12(3):109-118.
- [35] Nourisadegh, A., Kiaei, M. and Samariha, A., 2012. Experimental characterization of shrinkage and density of *Tamarix aphylla*. *Cellulose Chemistry and Technology*, 46:369-373.

Wood anatomy and physical and chemical properties of fast growing Athel tamarisk (*Tamarix aphylla* L.)

Abstract

Athel tamarisk (*Tamarix aphylla*) is a fast growing, evergreen tree succeeding in the most soils and can tolerate the saline conditions. Despite its ecological importance and wide distribution in central and southern parts of Iran, wood properties of this species has little been concerned. However, the potential of this species in cellulosic industries of Middle East dry countries has recently been focused. Hence, to study wood anatomy and physical and chemical properties of Athel tamarisk, 3 stands were selected and felled from Zabol region (Sistan and Baluchestan province, Iran). Wood anatomical features of this species were studied and listed according to the IAWA list of microscopic features for hardwood identification. In addition, lignin distribution in xylem was studied using fluorescence microscopy. Calculating fiber biometry features assessed that although fiber quality is not superior but meets the standards of paper production, comparing other commercially-used hardwoods in this industry. According to chemical composition analysis, cellulose content of this wood is rather low (39%) which could be a result of large amount of thin-walled paranchyma cells in xylem. Lignin content is a bit higher than average hardwoods and this component is concentrated in vessels and fibers. Physical properties of studied wood samples (specific gravity and shrinkage values) were in the range of other light-weight and fast-growing hardwoods and thus this wood is expected to have similar end-use quality.

Keywords: Tamarisk, wood anatomy, fluorescence microscope, fibers, lignin.

R. Oladi^{1*}
R. Gorgij²
M. Emami-Nasab³
S. Nasiriani⁴

¹ Assistant Prof., Department of wood and paper science and technology, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

² Ph.D. student, Department of wood and paper science and technology, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

³ Ph.D. student, Department of wood and paper science and technology, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

⁴ M.Sc. Department of wood and paper science and technology, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Corresponding author:
oladi@ut.ac.ir

Received: 2015/12/07
Accepted: 2016/03/15