# ویژگی‌های آناتومی، بیومتری، فیزیکی و شیمیایی چوب درخت بارانک (مطالعه‌ی موردی: جنگل‌های سنگده مازندران)

**حامد آقاجانی**[۱]
**محسن بهمنی**[۲*]
**مینا رئیسی گهروئی**[۳]
**داود افهامی سیسی**[۴]
**فرهاد کول**[۵]

[۱] دانش آموخته دکتری گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

[۲] استادیار گروه علوم جنگل دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم جنگل، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

[۴] استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

[۵] مربی گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه زابل، زابل، ایران

مسئول مکاتبات:
bahmani_mohsen_j@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۲۰

## چکیده

مطالعات بنیادی بر روی چوب درختان و درختچه‌های جنگلی می‌تواند امکان استفاده از آنها را در مصارف مختلف آشکار سازد، یا منجر به ایجاد بانک اطلاعاتی گونه‌های مختلف چوبی کشور شود. بارانک (*Sorbus tominalis* L.) از گونه‌های درختی کمیاب و با ارزش جنگل‌های هیرکانی و ارسباران است. در این مطالعه برخی ویژگی‌های آناتومی، بیومتری، فیزیکی و شیمیایی چوب درخت بارانک مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه‌های مورد استفاده در این تحقیق از دیسک درختان قطع شده در جنگل‌های سنگده استان مازندران تهیه شدند. بررسی‌ها نشان داد درخت بارانک دارای چوبی بسیار فشرده و متراکم (با دانسیته $832\ kg\ m^{-3}$) و همکشیدگی بالایی (۱۵/۸۳ درصد) است. چوب بارانک به علت نبود مرز مشخص بین حلقه‌های سالانه به طور ظاهری نقوش برجسته‌ای ندارد. این چوب از نظر آناتومی کاملاً پراکنده آوند بوده و عناصر آوندی آن اغلب منفرد می‌باشند. آوندها بلند و باریک بوده و اثری از آنها با چشم غیر مسلح در برش عرضی چوب دیده نمی‌شود. مرز حلقه‌های رویشی در این چوب تنها با دو تا سه ردیف فیبر فشرده‌ی چوب پایان قابل تمایز است. پره-های چوبی ناهمگن و اغلب دو ردیفه و گاهی تک ردیفه هستند و نقش خاصی در برش‌های مختلف چوب ندارند. الیاف این گونه از نوع فیبر تراکئید بوده و میانگین طول و ضخامت دیواره آنها به ترتیب ۱۵۷۵ و ۹/۳۳ میکرون اندازه‌گیری شد. میانگین مقادیر سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر این چوب نیز به ترتیب ۴۹/۸، ۱۸/۹، ۲/۳ و ۰/۸درصد بود. حفظ گونه‌های با ارزش جنگل‌های شمال از جمله بارانک، باید در دستور کار متولیان منابع طبیعی قرار بگیرد.

**واژگان کلیدی**: آناتومی، بارانک، بیومتری الیاف، جنگل‌های هیرکانی، مازندران.

## مقدمه

یکی از گونه‌های درختی با ارزش و کمیاب جنگل‌های شمال کشور درخت بارانک می‌باشد که معروف به خاویار جنگل‌های شمال ایران است. بارانک با نام علمی *Sorbus torminalis* Crantz درختی از جنس پستانک (*Sorbus*) و به تیره گلسرخیان (*Rosaceae*) تعلق دارد و در جنگل-های هیرکانی (گیلان، مازندران ،گرگان) و ارسباران (آذربایجان شرقی) پراکنده است [۱، ۲]. این گونه بصورت انفرادی و در راشستان‌های میان بند و بالابند حضور دارد. دیر زیستی آن اغلب ۱۰۰ تا ۲۰۰ سال است؛ میانگین قطر و ارتفاع آن نیز به ترتیب ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتر و ۲۵-۱۵ متر می‌باشد [۳]. البته در مطالعات داخل کشور ارتفاع ۳۴

متر و قطر برابر سینه بیش از ۱۰۰سانتیمتر نیز برای پایه-هایی از بارانک گزارش شده است [۴]. رویشگاه طبیعی بارانک در بسیاری از نواحی شمالی اروپا، بعضی از مناطق بریتانیا (انگلستان و ولز) ، غرب روسیه تا شمال ایران و همچنین از کوه‌های آفریقای شمالی تا دریای بالتیک (شرق دانمارک، لهستان) و در آلمان، سوئیس، فرانسه، اتریش و جمهوری چک یافت می‌شوند [۵]. پایین ترین ارتفاع پراکنش آن در ۱۷۰ متر بالاتر از سطح دریا در جنگل صلاح الدین‌کلا نوشهر و بالاترین نقطه استقرار آن ۲۷۰۰ متر بالاتر از سطح دریا در جنگل کلاردشت می-باشد و اغلب در جنگل‌های میان‌بند و بالابند در ارتفاع ۸۰۰ تا ۲۱۰۰ متر از سطح دریا در جنگل‌های شمال ایران دیده می‌شوند [۶]. چوب بارانک بافت ریز و فشرده‌ای دارد، از این رو اغلب در ساخت اشیاء هنری و یا ابزار موسیقی استفاده می‌شود. میزان استحصال سالانه درختان بارانک در کل اتحادیه اروپا بیش از چند هزار مترمکعب نیست و همین مقدار نیز اغلب در تهیه روکش‌های چوبی تزئینی کاربرد دارد [۷].

در داخل کشور، مطالعات انجام شده بر روی درختان بارانک اغلب مربوط به فیزیولوژی و فنولوژی درخت و همچنین بوم‌شناسی آن بوده است. مطالعات چوب‌شناسی بر روی درخت بارانک در ایران بسیار محدود است و حتی در کتب قدیمی چوب‌شناسی نیز اشاره‌ای به آن نشده است. تنها مطالعه گزارش شده بر روی چوب درخت بارانک مربوط به Golbabaei و همکاران (۲۰۱۴) است [۸]. ایشان ویژگی‌های مکانیکی چوب بارانک در سه رویشگاه متفاوت (اسالم، سنگده و گلستان) را مورد مطالعه قرار دادند که نتایج آن در جدول ۱ خلاصه شده است.

**جدول ۱- مقاومت‌های مکانیکی چوب درخت بارانک در رویشگاه‌های مختلف** [۸].

| رویشگاه | دانسیته | ویژگی‌های مکانیکی | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | خمش استاتیک N/mm2 | فشار موازی الیاف N/mm2 | خمش آنی Nm | برش موازی الیاف N/mm2 |
| اسالم | ۵۹۰ | ۸۴/۲۵ | ۴۱/۴۱ | ۲/۷۵ | ۱۰/۳۷ |
| سنگده | ۶۰۰ | ۹۲/۲۱ | ۴۱/۷۵ | ۲/۴۶ | ۹/۸۹ |
| گلستان | ۵۸۰ | ۹۱/۲۲ | ۳۸/۲۵ | ۲/۱۸ | ۹/۵۹ |

درخت بارانک در کشور ترکیه نیز به عنوان یک گونه تند رشد مورد توجه بوده و امکان ساخت چوب‌لایه‌ای با آن بررسی شده است. Kol و همکاران (۲۰۰۹) اعلام کردند چوب‌لایه‌ای تولید شده از گونه *Sorbus aucuparia* کیفیت کافی برای رقابت با چوب‌های لایه‌ای ساخته شده از سایر گونه‌های چوبی تجاری را دارد. البته این گونه درختی کاملاً متفاوت از گونه *S. torminalis* است [۹]. در اروپا علاوه بر گونه *S. torminalis* گونه درختی *Sorbus domestica* نیز وجود دارد. اگرچه هر دو از یک خانواده هستند اما ویژگی‌های درخت شناسی و کیفیت چوب آنها کاملاً متفاوت است [۱۰]. Schoch و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند *S. torminalis* گونه‌ای پراکنده آوند با حلقه‌های سالانه نامشخص است که پارانشیم‌های طولی در آن آوندگریز هستند [۱۱]. Ďurkovič و همکاران (۲۰۱۱) ویژگی‌های آناتومی و شیمیایی چوب تعدادی از گونه‌های جنس *Sorbus* را به استثنای *S. torminalis* مورد مطالعه قرار دادند. چوب اغلب گونه‌های مورد مطالعه نیمه بخش روزنه‌ای بوده و به استثنای گونه *S. aria* همه آنها دارای آوندهایی با دریچه ساده بودند [۱۲].

این درخت بسیار ارزشمند بوده و با توجه به تحمل آن به دوره‌های کوتاه مدت خشکی (دو ماهه و حتی بیشتر) و تابش مستقیم نور آفتاب، برای جنگل‌کاری در مناطق گرم و خشک توصیه می‌شود [۷]. با توجه به آنچه گفته شد تحقیقات زیادی به ویژه در داخل کشور بر روی چوب درخت بارانک انجام نشده است. با توجه به جایگاه با ارزش بارانک در جنگل‌های شمال ایران، هدف از این مطالعه بررسی دقیق آناتومی چوب و مورفولوژی الیاف و ویژگی-های فیزیکی-شیمیایی چوب درختان بارانک است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در جنگل‌های سنگده از طرح جنگلداری پاردوکلا در زیر حوزه شیرین رود از حوزه آبخیز شماره ۶۶ الف جنگل‌های شمال کشور انجام شد. طرح فوق با مساحتی حدود ۲۳۴۷ هکتار در حدود ۶۰ کیلومتری شهرستان ساری واقع شده است.

### اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی (دانسیته و هم‌کشیدگی)

برای اندازه‌گیری دانسیته از استاندارد ISO 13061-2 (۲۰۱۴) و برای همکشیدگی از استاندارد ISO 13061-14 (۲۰۱۶) استفاده شد [۱۳، ۱۴]. تعداد ۳۰ نمونه از بخش‌های مختلف دیسک‌ها (۱۰ نمونه از هر دیسک) با ابعاد (مماسی × شعاعی × طول) ۲۰ × ۲۰ × ۳۰ $mm^3$ تهیه شد. نمونه‌ها پس از برش در داخل آون ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت، خشک شده و پس از آن ابعاد ($d_0$) و وزن خشک اجاقی ($m_0$) آنها اندازه گیری شد. وزن خشک اجاقی زمانی تعیین شد که کاهش وزن دو اندازه‌گیری متوالی در فاصله زمانی ۴ ساعت کمتر از ۰/۰۵ گرم بود. برای اندازه‌گیری ابعاد نمونه‌ها از کولیس ۰/۰۱ میلیمتر و برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتالی ۰/۰۱ گرم استفاده شد. در مرحله بعد نمونه‌ها در آب غوطه‌ور شده و پس از اشباع با آب (یک هفته غوطه‌وری) در حالت خیس مورد اندازه‌گیری مجدد وزن و ابعاد ($d_s$) قرار گرفتند. در پایان دانسیته خشک ($D_o$) و بحرانی نمونه‌ها ($D_B$) و همچنین درصد همکشیدگی ($\beta$) آنها با استفاده از روابط ۱ تا ۳ اندازه‌گیری شد.

رابطه
$$D_B = \frac{m_o}{v_s} \quad (۱)$$

رابطه
$$D_{o.d} = \frac{m_o}{v_o} \quad (۲)$$

رابطه
$$\beta = \frac{d_s - d_o}{d_s} \times 100 \quad (۳)$$

### بررسی ویژگی‌های آناتومی چوب

تعدادی نمونه کوچک از دیسک‌ها تهیه شده و برای بررسی‌های آناتومی استفاده شدند. نمونه‌ها قبل از مقطع‌گیری به مدت یک هفته در محلول ۱۰ به ۱ آب مقطر/گلیسیرین غوطه‌ور شده و در آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس با یک میکروتم لغزشی مقاطع شعاعی، مماسی و عرضی به ضخامت تقریبی ۱۰ میکرومتر تهیه شد. مقاطع پس از رنگبری با محلول رقیق‌شده آب آکسیژنه (محلول آبی ۳۳ درصد)، با تکنیک رنگ آمیزی دوگانه در سافرانین/آسترابلو (محلول آبی ۰/۵ درصد) رنگ‌آمیزی شدند. سپس تهیه لام‌های دائمی آب‌گیری و تثبیت نمونه‌ها طبق روش گفته شده توسط Gärtner و Schweingruber (۲۰۱۳) و چسب کانادابالزام انجام شد [۱۵]. لام‌های تهیه شده با میکروسکوپ نوری در بزرگ‌نمایی‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفتند و تصاویر میکروسکوپی تهیه شد. ویژگی‌های آناتومی چوب نمونه‌ها بر اساس فهرست ویژگی‌های میکروسکوپی برای شناسایی پهن‌برگان که توسط انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های چوب جهان (IAWA) منتشر شده است بررسی شد [۱۶].

### اندازه‌گیری ویژگی‌های بیومتری الیاف و آوندها

برای اندازه‌گیری خصوصیات بیومتری الیاف و آوندها، تراشه‌های چوب کبریتی با ابعاد ۱۵×۱۰ میلیمتر در جهات مماسی و ضخامت ۲ میلیمتر از بخش‌های مختلف دیسک‌ها تهیه شد. سپس نمونه‌ها در داخل لوله آزمایش سرپیچ‌دار با محلول فرانکلین (پراکسید هیدروژن ۳۰٪ و اسید استیک ۷۰ ٪ به نسبت ۱ به ۱) غوطه‌ور شدند [۱۷]. در ادامه برای وابری الیاف لوله‌ها در آون ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. در پایان نمونه‌ها شستشو و رنگ‌آمیزی شدند. برای اندازه‌گیری ابعاد فیبر (طول، قطر کلی، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی) و آوند (طول و قطر مماسی) از یک میکروسکوپ نوری مجهز به چشمی مدرج استفاده شد. از هر دیسک حداقل ۵۰ فیبر و آوند برای اندازه‌گیری‌ها استفاده شد. برای طول فیبر و آوند از بزرگنمایی ۴۰ برابر و برای اندازه‌گیری ابعاد مقطع آنها از بزرگنمایی ۴۰۰ برابر استفاده شد. در پایان با استفاده از لام مدرج ضرایب مربوط به هر بزرگ‌نمایی محاسبه شد. اندازه‌گیری‌ها به طور مستقیم و بدون تصویر برداری انجام شد.

### اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی چوب

ترکیبات شیمیایی (سلولز، لیگنین، مواد استخراجی) و خاکستر چوب در سه تکرار اندازه‌گیری شد. طبق استاندارد T 257 om-85 [۱۸] از بقایای دیسک‌های تهیه شده آرد چوب به مقداری کافی آماده شد. سپس مطابق جدول ۲ و روش‌های مربوطه ترکیبات شیمیایی و مقدار خاکستر چوب اندازه‌گیری شد.

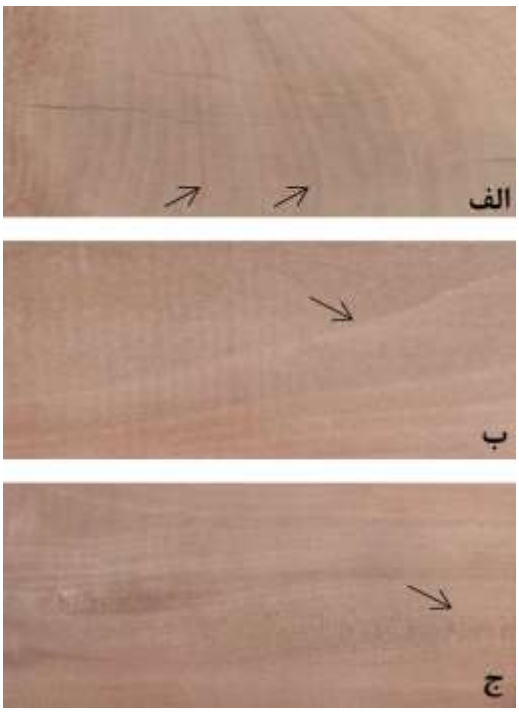
**جدول ۲- روش‌های مربوط به اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی و خاکستر چوب**

| شرح | استاندارد | توصیف |
|---|---|---|
| سلولز | Pettersen (۱۹۸۴) [ ۱۹] | با استفاده از اسید نیتریک غلیظ |
| لیگنین | T 222 om-98 [۲۰] | با استفاده از اسید سولفوریک ۷۲ درصد |
| مواد استخراجی | T 204 om-88 [۲۱] | با استفاده از الکل/استون |
| خاکستر | T 211 om-93 [۲۲] | احتراق کامل چوب در کوره $^{\circ}C$ ۵۲۵ درجه |

## نتایج

### ویژگی‌های ظاهری چوب

در شکل ۱ مقاطع مختلف چوب بارانک نمایش داده شده است. چوب به رنگ قهوه‌ای کم رنگ متمایل به حنایی بوده و بافت فشرده و بسیار ریزی دارد. در برش عرضی مرز حلقه‌های سالانه به سختی قابل مشاهده بوده و آوندها با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شوند (شکل ۱ الف). در مقاطع طولی شیارهای آوندی قابل لمس نمی‌باشند. نقوش پارابلوئیدی حاصل از حلقه‌های سالانه بسیار جزئی بوده و خیلی محسوس نیستند (شکل ۱ ب). در مقطع مماسی اثر پره‌های چوبی به صورت پر مگس‌های بسیار کوچک و به رنگ حنایی قابل تشخیص هستند (شکل ۱ ج). Safdari و همکاران (۲۰۰۸) نیز در مطالعه‌ای بر روی شناسایی ماکروسکوپی چوب‌های صنعتی ایران، گزارش کردند آوندهای این گونه حتی با بزرگ‌نمایی ۳۰ برابر نیز به سختی قابل مشاهده است [ ۲۳].




**شکل ۱- تصاویر ماکروسکوپی تهیه شده از مقاطع مختلف چوب بارانک، الف: مقطع عرضی، مکان‌نماها نشان‌دهنده مرز حلقه‌های سالانه هستند که به سختی قابل مشاهده‌اند. ب: مقطع مماسی، مکان‌نما نشان‌دهنده نقوش پاربلوئیدی بسیار ظریف حاصل از دوایر سالانه است. ج: مقطع شعاعی، مکان‌نما نشان‌دهنده اثر پره‌های چوبی به شکل پرمگسی‌های بسیار ریز است.**

### ویژگی‌های فیزیکی چوب

نتایج مربوط به اندازه‌گیری دانسیته و همکشیدگی چوب بارانک در جدول ۳ آمده است. چوب بارانک جزء چوب‌های سنگین وزن بوده و جرم ویژه خشک و پایه آن به ترتیب $kg\ m^{-3}$ ۸۳۲ و ۶۸۸ اندازه‌گیری شد. دانسیته بدست آمده برای چوب بارانک بسیار بیشتر از مقادیر گزارش شده توسط Gholbabei و همکاران (۲۰۱۴) است [۸]. ایشان در مطالعه خود به روش اندازه‌گیری دانسیته اشاره نکرده‌اند اما به نظر می‌رسد دانسیته سبز یا احتمالاً دانسیته بحرانی چوب گزارش شده است. در پایگاه اطلاعاتی بانک چوب (http://www.wood-database.com) دانسیته چوب بارانک در حالت خشک ۷۷۰ کیلوگرم بر مترمکعب بیان شده است که با مقادیر بدست آمده در این مطالعه قابل مقایسه است. دانسیته چوب بارانک مطالعه شده، از مقادیر گزارش شده برای چوب درخت انجیلی ($kg\ m^{-3}$ ۸۲۰) و یا درخت ممرز ( $kg\ m^{-3}$ ۸۰۰) بیشتر است [۲۴، ۲۵]. مقادیر همکشیدگی چوب بارانک نسبت به دانسیته آن منطقی بوده و با مقادیر گزارش شده برای چوب ممرز (۱۵/۲ درصد واکشیدگی حجمی) قابل مقایسه است [۲۵]. چوب بارانک را می‌توان در گروه چوب‌هایی با درصد همکشیدگی زیاد طبقه‌بندی نمود. Korkut و همکاران (۲۰۰۹) دانسیته خشک و پایه گونه *Sorbus aucuparia L.* را به ترتیب $kg\ m^{-3}$ ۷۳۷ و $kg\ m^{-3}$ ۶۳۵ گزارش نمودند [۲۶].

**جدول ۳- میانگین مقادیر خواص فیزیکی چوب بارانک**

| ویژگی مورد اندازه گیری | میانگین | انحراف معیار |
|---|---|---|
| دانسیته خشک | ۸۳۲ | ۴۵ |
| دانسیته بحرانی | ۶۸۸ | ۵۸ |
| درصد همکشیدگی شعاعی | ۵/۸ | ۱/۵ |
| درصد همکشیدگی مماسی | ۹/۳ | ۲/۲ |
| درصد همکشیدگی حجمی | ۱۵/۸ | ۷۲ |

### آناتومی چوب

در جدول ۴ ویژگیهای آناتومی چوب گونه بارانک بر اساس فهرست ویژگی‌های میکروسکوپی انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های چوب جهان تنظیم شده است [۱۶]. شماره‌های هر ویژگی بر اساس این فهرست تنظیم شده است.

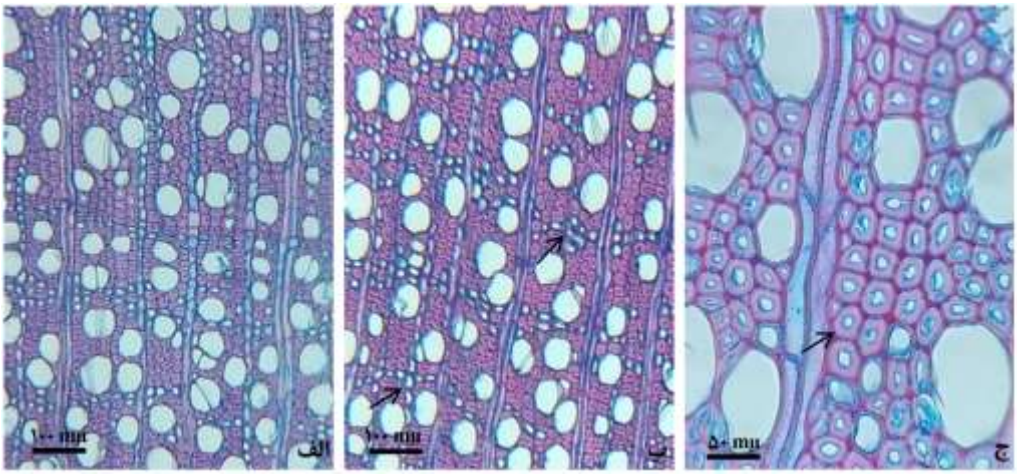
**جدول۴- فهرست ویژگی‌های آناتومی چوب بارانک براساس فهرست انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های چوب جهان**

| **حلقه رشد** | **میانگین طول آوند** |
|---|---|
| ۱- حلقه رشد سالانه مشخص | ۵۴- میانگین طول آوند ≥ ۸۰۰ میکرون |
| **تخلخل** | ۵۵- میانگین طول آوند ۷۸/۶۱ ± ۹۹۹; دامنه تغییرات از ۵۸۲/۹ تا ۱۳۰۶/۲ میکرون; تعداد اندازه‌گیری ۱۵۰ آوند |
| ۵- پراکنده آوند | **فیبرهای بافت زمینه** |
| **چیدمان آوند** | ۶۲- فیبرها با منافذ هاله‌ای مشخص |
| ۷- با الگوی اریب/ یا شعاعی | **فیبرهای تقسیم‌شده و نوارهای فیبری شبیه پارانشیم** |
| **گروه‌بندی آوندها** | ۶۶-فیبرهای تقسیم‌نشده( معمولی) |
| ۹- آوندها غالباً منفرد (۹۰ ٪ یا بیشتر) | **ضخامت دیواره فیبر** |
| **پیرامون آوندهای منفرد** | ۶۹ - فیبرها با دیواره نازک تا ضخیم |
| ۱۰- پیرامون آوندهای منفرد به شکل گوشه‌دار | **میانگین طول فیبر** |
| **دریچه آوندی** | ۷۲- طول الیاف از ۱۶۰۰-۹۰۰ میکرون |
| ۱۶- دریچه بین‌آوندی نردبانی با تعداد ۲۰ -۱۰ نرده | ۷۴- میانگین طول فیبر ۱۸۴/۴ ± ۱۵۷۴ میکرون; دامنه تغییرات از ۱۰۳۴ تا ۱۹۵۳ میکرون; تعداد اندازه‌گیری ۱۵۰ فیبر. |

| منافذ بین آوندی =چیدمان و اندازه | پارانشیم‌های طولی آوندگریز |
|---|---|
| ۲۱- منافذ بین آوندی متقابل | ۷۷- پارانشیم طولی پراکنده تا گروهی |
| ۲۴- کوچکتر از ۴ میکرون | **پارانشیم‌های طولی نواری** |
| **منافذ بین آوندها و پره‌های چوبی** | ۸۶- پارانشیم طولی در نوارهای باریک تا حداکثر سه سلول |
| ۳۰- منافذ بین آوند و پره با هاله مشخص؛ مشابه منافذ بین آوندی | **نوع سلول‌های پارانشیم‌های طولی/طول رشته پارانشیم** |
| **ضخامت مارپیچی** | ۹۲- چهار (۳-۴) سلول در هر رشته پارانشیم |
| ۳- ضخامت مارپیچی در عناصر آوندی موجود است | **پهنای پره چوبی** |
| ۳۹- ضخامت مارپیچی فقط در عناصر آوندی باریک‌تر | ۹۷- پهنای پره‌های چوبی ۱ تا ۳ سلول |
| **میانگین قطر مماسی حفرات آوندی** | **ارتفاع پره‌های چوبی** |
| ۴۱- ۱۰۰-۵۰ میکرون | ۱۰۲- بیش از ۱ میلیمتر |
| ۴۴- میانگین قطر مماسی آوند ۱۲/۱ ± ۵۵/۴؛ دامنه تغییرات از ۲۶/۳ تا ۸۴/۲ میکرون؛ تعداد اندازه‌گیری ۱۵۰ آوند | **ترکیب سلولی پره** |
| **تعداد آوند در هر میلیمتر مربع** | ۱۰۷- سلول‌های بدنه پره از نوع خوابیده با ۴-۲ ردیف سلول‌های ایستاده در حاشیه پره |
| ۴۹- ۴۰ تا ۱۰۰ آوند در هر میلیمتر مربع | **تعداد پره در هر میلیمتر** |
| ۵۱- میانگین آوند در هر میلیمتر مربع ۱۸ ± ۸۱ عدد؛ دامنه تغییرات از ۶۵ تا ۹۸ عدد در هر میلیمتر مربع؛ تعداد سطح مورد اندازه‌گیری ۳۰ عدد | ۱۱۵- بین ۱۲-۴ پره در هر میلیمتر |

**مقطع عرضی**

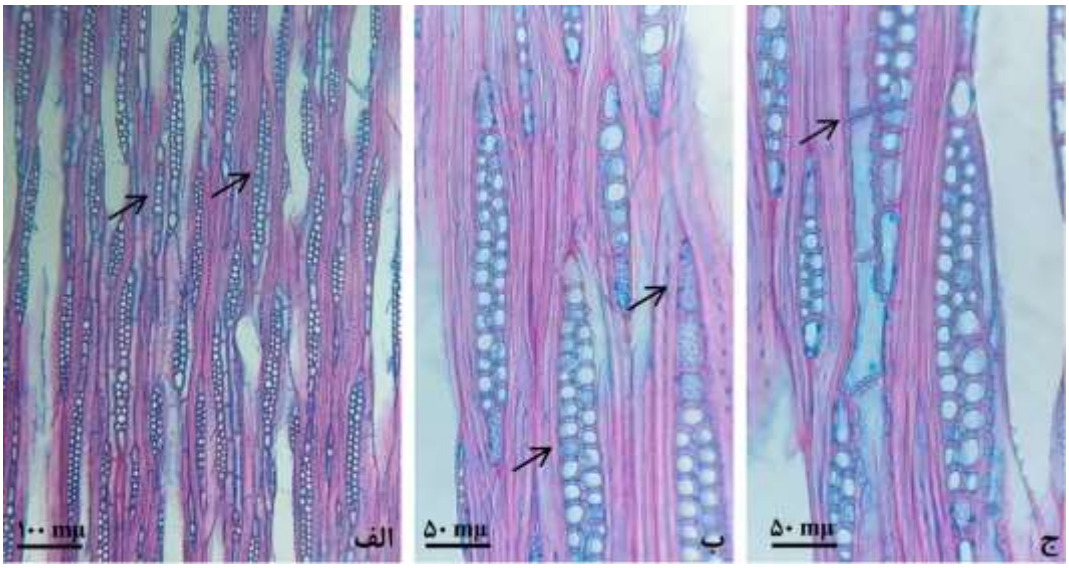
چوب بارانک پراکنده آوند بوده و مرز حلقه‌های سالانه با دو تا سه ردیف فیبر فشرده و اندکی کاهش در فراوانی و ابعاد آوندها به سختی قابل تمایز است. آوندها اغلب منفرد بودند و به ندرت به صورت دوتایی (و گاهی سه تایی) در جهت مماسی یا شعاعی دیده می‌شوند (شکل ۲ الف). پارانشیم‌های طولی آوندگریز بود و حالت پراکنده تا گروهی داشتند. آرایش آنها اغلب مماسی بود، ولی گاهی اوقات در نوارهای شعاعی نیز دیده شدند (شکل ۲ ب). الیاف دارای دیواره ضخیم بودند ولی حفره سلولی آنها به آسانی قابل مشاهده است (شکل ۲ ج). محیط آوندها بر اثر فشار الیاف اغلب گوشه‌دار بود. ابعاد مقطع عرضی پارانشیم‌های طولی مشابه الیاف بود و فقط از طریق جدار نازک‌تر و حفره سلولی بزرگ‌تر قابل تمایز هستند (شکل ۳ ج).




**شکل ۲- مقطع عرضی چوب بارانک در بزرگ‌نمایی‌های مختلف، الف: مرز حلقه‌های سالانه با چندین ردیف فیبر فشرده به سختی مشخص هستند، ب: مکان‌نماها نشان‌دهنده آرایش آوندگریز پارانشیم‌های طولی به صورت شعاعی و مماسی است، ج: فیبر با دیواره ضخیم و بیشتر از قطر حفره سلولی آنها (مکان‌نما).**

**مقطع مماسی**

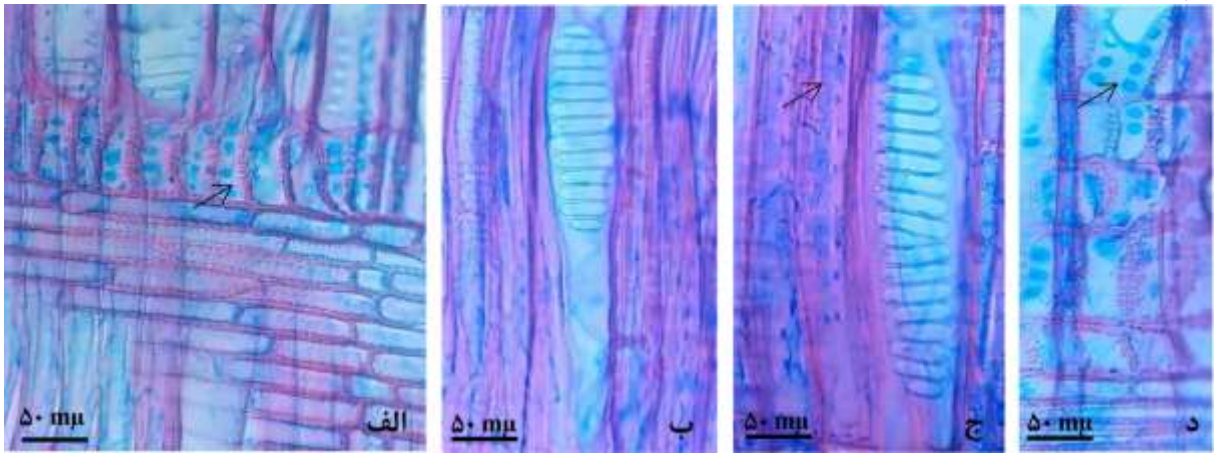
پره‌های چوبی اغلب دو ردیفه و یا گاهی تک ردیفه هستند ( شکل ۳ الف و ب). پارانشیم‌های طولی بلند و از مجموع سه تا حداکثر پنج سلول تشکیل یافته‌اند (شکل ۳ ج).




**شکل ۳- مقطع مماسی چوب بارانک در بزرگ‌نمایی‌های مختلف، الف: پره‌های چوبی دو ردیفه و گاهی تک ردیفه (مکان‌نماها)، ب: پره-های چوبی از سلول‌های خوابیده تشکیل شده‌اند که یک تا سه ردیف سلول پارانشیم ایستاده در انتهای آنها وجود دارد (مکان‌نماها)، ج: پارانشیم‌های طولی بلند و سه تا پنج سلولی (مکان‌نما).**

**مقطع شعاعی**

پره‌های چوبی ناهمگن بودند. بدنه اصلی آنها از سلول-های خوابیده تشکیل یافته است اما یک تا سه ردیف سلول‌های پارانشیمی ایستاده در دو انتها دیده می‌شود (شکل ۴ الف). پره‌های چوبی فاقد کریستال بودند. الیاف از نوع فیبر تراکئیدی بوده و منافذ روی آنها هاله‌ای است (شکل ۴ ب). دریچه‌های بین آوندها از نوع نردبانی با حداقل ۱۰ نرده بود (شکل ۵ ب). منافذ موجود در میدان برخورد پره‌های چوبی و آوندها بزرگ بوده و به صورت منافذ گرد دیده می‌شوند (شکل ۴ د). منافذ بین آوندها هاله‌ای و متقابل بودند و اندازه آنها تفاوت چندانی با سلول‌های میدان برخورد پره‌های چوبی با آوندها نداشت، همچنین در برخی آوندها ضخامت‌های مارپیچی بسیار ظریف دیده می‌شد (شکل ۵). انتهای آوندها اغلب دم نسبتاً بلند داشت (شکل ۵). اغلب ویژگی‌های آناتومی چوب بارانک با آنچه قبلاً توسط Richter و Dallwitz (۲۰۰۰) و همچنین Schoch و همکاران (۲۰۰۴) گزارش شده است به استثنای یک مورد هم خوانی دارد [۲۷، ۱۱]. در این تحقیق دریچه‌های بین‌آوندی، در درختان مطالعه شده کاملاً از نوع نردبانی بود و هیچ دریچه ساده‌ای مشاهده نشد، در حالیکه Schoch و همکاران (۲۰۰۴) منافذ بین آوندی گونه بارانک را ساده و Richter و Dallwitz(۲۰۰۰) ساده و به ندرت نردبانی گزارش کرده-اند.




**شکل ۴- مقاطع شعاعی چوب بارانک، الف: سلول‌های پارنشیمی ایستاده در انتهای پره چوبی (مکان‌نما)، ب: آوند با دریچه نردبانی، ج: منافذ هاله‌ای در دیواره شعاعی الیاف تراکئیدی (مکان‌نما)، منافذ درشت و گرد در میدان برخورد پره‌های چوبی و آوندها (مکان‌نما).**

**شکل ۵- آوند و فیبر جداسازی شده چوب بارانک: دم در هر دو انتهای آوند و ضخامت‌های مارپیچی ظریف قابل مشاهده است.**

## بیومتری الیاف و آوندها

ویژگی‌های مربوط به بیومتری الیاف و آوندهای چوب بارانک در جـدول ۴ خلاصه شده است. میانگین طول الیاف بارانک بالاتر از مقادیر گزارش شده برای اغلب پهن‌برگان (۱۲۵۰ میکرون) است [۲۵]. براساس طبقه‌بندی موجود در فهرست ویژگی‌های میکروسکوپی برای شناسایی چوب پهن‌برگان (IAWA) طول الیاف بارانک در طبقه الیاف متوسط (۹۰۰ تا ۱۶۰۰ میکرون) قرار می‌گیرد [۱۶]. ضخامت دیواره الیاف گونه بارانک نیز در بین گونه‌های ایرانی بالا است برای مثال میانگین ضخامت دیواره سلولی در اغلب صنوبرها کمتر از ۵ میکرون و در بلوط ایرانی کمتر از ۹ میکرون است[ ۲۸,۲۹,۳۰ ]. میانگین طول آوندها نیز در گونه بارانک بسیار بلندتر از متوسط گزارش شده برای سایر پهن‌برگان است.. به طور مثال بلند بودن طول آوندهای توسکای قشلاقی بسیار معروف است و در حدود ۸۲۰ میکرون گزارش شده است [۲۵].

**جدول ۵- میانگین ابعاد الیاف و آوندها در چوب بارانک**

| شرح | میانگین (میکرون) | انحراف معیار |
|---|---|---|
| طول الیاف | ۱۵۷۵ | ۱۸۴/۴ |
| قطر کلی الیاف | ۲۴/۲ | ۲/۹ |
| قطر حفره سلولی | ۵/۶ | ۲/۲ |
| ضخامت دیواره سلولی | ۹/۳ | ۱/۶۷ |
| طول آوندها | ۹۹۹ | ۷۸/۶ |
| قطر آوندها | ۵۵/۴ | ۱۲/۱ |

## ویژگی های شیمیایی

درصد ترکیبات شیمیایی چوب بارانک در جدول ۵ ارائه شده است. در گونه‌های پهن‌برگ میزان متوسط سلولز ۴۰-۴۵ درصد و مقدار لیگنین ۲۵-۱۷ درصد است، همچنین مقدار مواد استخراجی در آنها کمتر از ۱۰ درصد است [۲۸]. در گونه‌های جنس *Sorbus* شامل *S. aria*، *S. zuzanae*، *S. montisalpae*، *S. haljamova*، *S. chamaemmespilus* و *S. aucuparia* مقدار لیکنین ۱۹-۱۶ درصد، سلولز ۳۰-۲۸ درصد و مواد استخراجی ۵-۳ درصد اعلام شده است که در مقایسه با گونه بارانک جنکل‌های شمال دارای مقادیر سلولز کمتر، مواد استخراجی بیشتر و لیکنین تقریبا برابری است [۱۲]. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از عواملی مانند کیفیت رویشگاه شرایط محیطی و مدیریت و پرورش جنکل باشد [۳۱]. به طور کلی مقدار لیگنین بدست آمده برای چوب بارانک نسبت به میانگین اغلب پهن‌برگان پایین‌تر است اما درصد سلولز آن تفاوت زیادی ندارد [۳۲].

**جدول ۶- میانگین درصد ترکیبات شیمیایی چوب بارانک**

| ویژگی | سلولز | لیگنین | مواد استخراجی | خاکستر |
|---|---|---|---|---|
| بارانک | ۴۹/۳±۹/۶ | ۱۸/۱±۸/۵ | ۲/۰±۳/۶ | ۰/۰±۸/۲ |
| راش* | ۴۹ | ۲۲ | ۲ | ۰/۴ |
| نوئل* | ۴۳ | ۲۹ | ۲ | ۰/۳ |

* [۲۱]

## نتیجه‌گیری

چوب بارانک پراکنده آوند بوده و دارای دانسیته بسیار بالا است که می‌تواند در کاربردهای صنعتی و نیمه صنعتی مختلفی مورد استفاده قرار گیرد. تفاوت زیادی در آناتومی چوب درختان بارانک مطالعه شده در این تحقیق با آنچه بر روی گونه‌های مشابه در خارج از کشور انجام شده مشاهده نشد. تنها مورد استثناء دریچه بین آوندی بوده که برای چوب مطالعه شده در این تحقیق از نوع نردبانی بود در حالیکه بر پایه منابع این نوع از دریچه به طور اتفاقی و نادر در گونه بارانک دیده می‌شود. میزان سلولز چوب بارانک در دامنه مقادیر سایر پهن‌برگان ولی دارای لیگنین کمتری است. پیشنهاد می‌شود برای شناخت بهتر و بیشتر چوب بارانک سایر ویژگی‌ها مانند میزان مقاومت و دوام طبیعی این چوب نسبت به عوامل مخربی مانند قارچ‌ها و حشرات، در مطالعات بعدی مورد توجه قرار گیرد.

## تقدیر و تشکر

از شرکت چوب و کاغذ فریم (مهندس سلیمانی و مهندس رضایی) بابت در اختیار قرار دادن نمونه های دیسک جهت مطالعه کمال تشکر و قدردانی را داریم.

## منابع

[1] Marvie Mohajer, M.R., 2010. Silviculture. University of Tehran Press. 418p.(In Persian).

[2] Aghajani, H., Shirvany, A. and Khadiv, E., 2017. Importance of *Sorbus* speceis in Arasbaran forests. The first national conference on the protection and conservation of Arasbaran forests, Tabriz, 5-6 September: 1-2. (In Persian).

[3] Welk, E., de Rigo, D.and Caudullo, G., 2016. *Sorbus torminalis* in Europe: distribution, habitat,usage and threats. In: San-Miguel- Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e01090d.

[4] Espahbodi, K., Amani, M., Mohammadnejad Kiasari, S., Zare, H., Jafari-Gorzin, B., Chabok, A. and Ehteshamzadeh, M., 2007. Distribution of wild service tree based on some ecological factors in Sangdeh forests, north of Iran, Iranian Journal of Forest and Poplar Research 15(3): 207-216. (In Persian).

[5] Savill, P.S., 1998. The silviculture of trees used in British forestry. CAB International, Oxford, 234p.

[6] Pourmajidian, M.R., 2000. Investigation on the germination and propagation of Service tree (*Sorbus torminalis* (L).crantz) in the Western part of Hyrcanian forests of Iran. Iranian journal of natural resource, 53(2):131-139. (In Persian).

[7] Paganová, V., 2008. Ecological requirements of wild service tree (*Sorbus torminalis* [L.] Crantz.) and service tree (*Sorbus domestica* L.) in relation with their utilization in forestry and landscape. Journal of Forest Science, 54(5): 216-226.

[8] Golbabaei, F., Hosseinkhani, H., Euring., M. and Kharazipour, A., 2014. Principle of mechanical properties of wild service tree (*Sorbus torminalis* L.) at different regions of northern part of Iran. Holztechnologie, 55(3): 27-31.

[9] Kol, H.S., Keskin, H., Korkut, S. and Akbulut, T., 2009. Laminated veneer lumber from Rowan (SorbusaucupariaLipsky). *African journal of agricultural research*,4(10):1101-1105.

[10] Pyttel, P., Kunz, J. and Bauhus, J., 2013. Growth, regeneration and shade tolerance of the wild service tree (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz) in aged oak coppice forests. Trees, 27:(6): 1609-1619.

[11] Schoch,W., Heller,I., Schweingruber,F.H. and Kienast,F., 2004: Wood anatomy of central European Species. Online version :www.woodanatomy.ch

[12] Ďurkovič, J., M. Kardošová, F. Kačík .and M. Masaryková., 2011. "Wood traits in parental and hybrid species of sorbus." Botany, 89(8): 559-572.

[13] ISO 13061-2., 2014. “Physical and mechanical properties of wood. Test methods for small clear wood specimens. Determination of density for physical and mechanical tests,” International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

[14] ISO 13061-14., 2016. “Physical and mechanical properties of wood – Test methods for small clear wood specimens – Part 14: Determination of volumetric shrinkage,” International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

[15] Gärtner, H. and Schweingruber, F.H., 2013. Microscopic preparation techniques for plant stem analysis. Verlag Dr. Kessel, Remagen-Oberwinter, 78 p.

[16] Wheeler, E.A., Baas, P. and Gasson, P.E., 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Jornal, 10:219–332.

[17] 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. 51.

[18] Standard test methods for sampling and preparing wood for analysis. Tappi Test Method T 257 cm-85. 1988.

[19] 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.

[20] Standard test methods for Acid-insoluble lignin in wood and pulp. Tappi Test Method T 222 om-98. 1998.

[21] Standard test methods for Solvent extractives of wood and pulp. Tappi Test Method T 204 om-88. 1988.

[22] Standard test methods for ash in wood, pulp, paper, and paperboard. Tappi Test Method T 211 om 02. 2002.

[23] Safdari, V., Moinuddin, A., Jonathan, P. and Baig, M.B., 2008. Identification of Iranian commercial wood with hand lens. Pakistan Journal of Botany, 40(5): 1851-1864.

[24] Enayati., A.A., 2010. Wood Physics, University of Tehran Press, Tehran, 317p. (In Persian).

[25] Khalkhali., M.B., 2013. A comparative study on wood density and pH of Oak, Maple and Iron trees in the North of Iran. Technical journal of engineering and applied sciences, 3 (22): 3098-3101.

[26] Korkut, S., Guller,B., Aytin, A. and Kök. M.S., 2009. "Turkey's native wood species: Physical and mechanical characterization and surface roughness of Rowan (Sorbus Aucuparia L.)." Wood Research, 54(2): 19-30.

[27] Richter, H. G. and M. J. Dallwitz., 2000. Commercial timbers: Descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. http://delta-intkey.com. Accessed December 2010.

[28] Efhamisisi, 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, 24(1): 134-147.

[29] Saeedi, S., Bahmani, M., Kool, F., Iranmanesh, Y. and Abbasi, M., 2017. Investigation on physical, chemical and biometrical properties of Persian oak (Quercus brantii Lindl.) (Case study: Lordegan Township). Journal of Wood & Forest Science and Technology, 24(3): 171-182.

[30] Bahmani, M., Saeidi, S., Humar, M., Kool F., 2018. Effect of tree diameter classes on the properties of Persian oak (*Quercus brantii* lindl.) wood. *Wood Research 63 (5): 755-762.*

[31] Zobel, B. and Van Buijtenen, J.P., 1989. Wood variation: Its causes and control. Springer- Verlag, Berlin, Germany, 363p.

[32] Sharifi, S., Rooshenasan, J. and Hosseini, S.Z., 2008. Comparative Investigation on the Anatomical, Chemical characteristics of E. camaldulensis From region jiroft, 23 (1): 83-89.

# Anatomical, biometrical, physical and chemical properties of wild service (Sorbus torminalis L.) wood (case study: Sangdeh forests of Mazandaran)

## Abstract

Fundamental studies in wood of trees and shrubs can reveal the possibility of their utilization in various applications or lead to create a database of different wood species. Wild service tree (*Sorbus torminalis* L.) is a rare and valuable tree species in Hyrcanian and Arasbaran forests. This study investigated some anatomical, biometrical, physical and chemical properties of wild service wood. Wood samples were cut from Sangdeh forests of Mazandaran. Studies showed that wild service tree is extremely compact and dense; its average density is 832 kg $m^{-3}$ and its shrinkage is about 16%. Growth rings boundaries are indistinct. From anatomical view, it is a diffuse-porosity wood and its vessels are exclusively solitary, long (999 microns), narrow (55 microns) and are not visible with naked eye in transverse section. Growth ring boundaries can be distinguished by only two to three compact fiber layers. Rays parenchyma is heterogeneous, and exclusively 2-seriate (partially uniseriate**)**. The fibers are of vascular tracheid type with an average length and cell wall thickness of 1575 and 9.33 micron, respectively. The content of cellulose, lignin, extractives and ash were 49.8, 18.9, and 2.3 percent, respectively. Preservation of valuable tree species of the northern forests such as wild service tree should be on the agenda of natural resource custodians.

**Keywords:** wild service tree, Mazandaran, anatomy, fiber biometry, hyrcanian forests.

**H. Aghajani[1*]**
**M. Bahmani[2]**
**M. Raeisi Gahrouei[3]**
**D. Efhamisisi[4]**
**F. Kool[5]**

[1] Ph.D., Department of forestry, Sari agriculture science and natural resources university, Sari, Iran

[2] Assistant Prof., Faculty of forest science, Department of natural resources and earth sciences, Shahrekord university, Shahrekord, Iran

[3] M.Sc. student of forest science, Shahrekord university, Shahrekord, Iran

[4] Assistant Prof., Department of wood science & technology, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

[5] Lecturer of department of wood and paper science and technology, University of Zabol, Zabol, Iran

Corresponding author:
bahmani_mohsen_j@yahoo.com

Received: 2018/05/02
Accepted: 2018/08/11