

# ویژگی‌های بیومتری، فیزیکی و شیمیایی چوب تنه و شاخه بلوط ایرانی

(*Quercus brantii* Lindl.)

صدیقه سعیدی<sup>۱</sup>، محسن بهمنی<sup>۲\*</sup>، یعقوب ایرانمنش<sup>۳</sup>، مژگان عباسی<sup>۴</sup>

## چکیده

در این مطالعه ویژگی‌های بیومتری، فیزیکی و شیمیایی چوب تنه و شاخه بلوط ایرانی جنگل‌های زاگرس مرکزی مورد مطالعه قرار گرفت. گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) از خانواده *Fagaceae* مهم‌ترین گونه چوبی جنگل‌های زاگرس مرکزی می‌باشد. برای تعیین ویژگی‌های بیومتری، فیزیکی و شیمیایی ۳ اصله درخت سالم از جنگل‌های شهرستان لردگان استان چهارمحال و بختیاری انتخاب و قطع گردید. ویژگی‌های بیومتری شامل طول الیاف، قطر کلی، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی‌های فیزیکی شامل دانسیته خشک و بحرانی و همکشیدگی و واکشیدگی حجمی اندازه‌گیری شد. همچنین، ویژگی‌های شیمیایی شامل مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که چوب تنه در مقایسه با چوب شاخه از دانسیته (خشک و پایه) و همکشیدگی و واکشیدگی حجمی بیشتری برخوردار است. نتایج مطالعات بیومتری نشان داد طول الیاف، قطر کلی الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف تنه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با ابعاد الیاف شاخه است. بررسی مقادیر ترکیبات شیمیایی نشان داد که مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر چوب تنه درخت بلوط ایرانی به ترتیب برابر با ۴۵/۱۵، ۲۴/۱۲، ۱/۹۰، ۳/۳۴ و برای شاخه به ترتیب برابر با ۲۵/۱۲، ۲۵/۶۸، ۱/۵۲ و ۲/۵۸ درصد می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** بلوط ایرانی، ویژگی‌های بیومتری، خواص فیزیکی، ترکیبات شیمیایی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، ایران

۲- نویسنده مسئول، استادیار گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، ایران،

پست الکترونیک: bahmani\_mohsen\_j@yahoo.com

۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد

۴- استادیار گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

## مقدمه

بلوط ایرانی (*Quercus Brantii*) گونه غالب جنگل‌های زاگرس می‌باشد که با واریته‌های مختلف در سطح این جنگل‌ها پراکنش دارد (ثابتی، ۱۳۵۵). این گونه درختی مهم‌ترین و فراوان‌ترین گونه موجود در غرب کشور می‌باشد که ویژگی‌های چوب‌شناسی آن تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. جنگل‌های زاگرس محدوده گسترده‌ای را در غرب ایران به وسعت ۶ میلیون هکتار تشکیل می‌دهند که در حال حاضر از حساس‌ترین و مهم‌ترین اکوسیستم‌های جنگلی ایران بشمار می‌روند. جنگل‌های غرب ایران، در طول سلسله جبال زاگرس با طول متوسط ۱۱۵۰ کیلومتر و عرض متوسط ۷۵ کیلومتر، از جنوب پیرانشهر (واقع در آذربایجان غربی) با طول جغرافیایی ۴۵ درجه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه در جنوب و جنوب شرقی (حوالی میان جنگل در جنوب شیراز) با حد پایینی ۵۲ درجه و ۳۰ دقیقه طول جغرافیایی و ۲۹ درجه عرض جغرافیایی پایان می‌یابد. بلوط ایرانی درختی بزرگ که ارتفاع آن به ۲۰ متر نیز می‌رسد ولی در وضعیت موجود ارتفاع متوسط این درختان در جنگل‌های حوزه رویشی زاگرس حدود ۸ متر است. برگ‌های آن عموماً یکنواخت و تخم‌مرغی شکل با حاشیه‌ای دندانه‌دار می‌باشد، کرک‌های ستاره‌ای شکل و انبوه روی برگ و کرک‌های نرم و خزی زرد رنگ پشت آن را فرا گرفته است (Jazirei & Rastaghi, 2003). گونه

بلوط ایرانی عموماً بر روی خاک‌های با منشأ تشکیلات آهکی و PH قلیایی فاقد آبشویی، آهک و رس استقرار یافته است. اختصاصات هرگونه چوبی با توجه به شرایط اقلیمی، ارتفاع از سطح دریا و حتی روش‌های جنگلداری می‌تواند دستخوش تغییر گردد. کاربرد اصولی و مصرف بهینه مواد اولیه چوبی و حتی نگهداری درست آن با شناخت ویژگی‌های آناتومی، بیومتری و سایر ویژگی‌های مهندسی آن ممکن و میسر می‌باشد (Parsapajouh, 2005). چوب بلوط از زمان‌های گذشته به دلیل کیفیت بسیار خوب همواره مورد توجه صنایع چوب کشور به خصوص صنعت مبلمان و مصارف روستائی بوده و هست. جنگل‌های زاگرس از نظر تولید چوب ارزش اقتصادی کمی دارند، با این وجود شناخت و بررسی ویژگی‌های چوب‌شناسی گونه‌های چوبی این منطقه می‌تواند بر روی غنای بانک چوب‌شناسی کشور اضافه کند. در ایران عمده مطالعات بر روی گونه‌های چوبی جنگل‌های شمال کشور مانند راش، ممزر و بلوط (Hemmasi et al, 2006; Varshoietabrizie et al., ) (2006) و گونه‌های سریع‌ارشدی مانند صنوبر و اکالیپتوس صورت گرفته است (Efhami sisi & Saraeyan, 2009; Dehmardehghalen, 2011 & Ramazani et al., 2013). با وجود گستردگی پراکنش بلوط ایرانی در ناحیه زاگرس مرکزی تاکنون تحقیقی بر روی خواص بیومتری الیاف و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در

۲-۳ سانتی متری و ضخامت ۳-۱ میلی متر تهیه شدند. سپس تراشه‌ها در محلول اسید استیک و آب اکسیژنه به نسبت یک به یک مطابق با روش فرانکلین، در لوله آزمایش ریخته و محتوی تراشه و محلول به مدت ۴۸ ساعت در آن با دمای  $50 \pm 60$  درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس از آن لوله‌های آزمایشی محتوی تراشه چوب و محلول از آن خارج و با آب مقطر شستشو داده شدند. نمونه‌های شسته‌شده را در آب مقطر غوطه‌ور نموده و با تکان دادن آن الیاف جداسازی شدند. پس از جدا سازی کامل یک قطره محلول سفرانین درون لوله آزمایش ریخته تا رنگ‌آمیزی الیاف صورت گیرد. الیاف آماده، برای اندازه‌گیری طول الیاف، قطرالیاف و ضخامت دیواره سلولی، با استفاده از میکروسکوپ نوری اندازه‌گیری شدند (برای طول الیاف از بزرگنمایی  $10\times$  و برای قطر الیاف، ضخامت دیواره سلولی و قطر حفره سلولی از بزرگنمایی  $40\times$  استفاده شد).

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی (دانسیته پایه، هم‌کشیدگی و واکشیدگی حجمی): برای اندازه‌گیری دانسیته از استاندارد ISO-3131 استفاده شد. برای این منظور نمونه‌هایی در ابعاد  $2 \times 2 \times 2$  سانتی متر مربع تهیه و سپس نمونه‌ها جهت رسیدن به رطوبت صفر به مدت ۲۴ ساعت درون آن در دمای  $103$  درجه سانتی گراد قرار گرفته و وزن نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال ( $0.001$  گرم) اندازه‌گیری و ابعاد در

رویشگاه‌های زاگرس مرکزی انجام نشده است. لذا در این تحقیق برخی از ویژگی‌های بیومتری الیاف، خواص فیزیکی و ویژگی‌های شیمیایی در قسمت‌های مختلف تنه درخت و شاخه مورد بررسی و ارزیابی قرار خواهد گرفت.

### مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه: این پژوهش در جنگل‌های روستای آتشگاه در ۵۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان لردگان انجام شد. شهرستان لردگان یکی از مهم‌ترین رویشگاه‌های جنگلی استان چهار محال و بختیاری است. تیپ غالب منطقه بلوط ایرانی است، البته گونه‌های همراه مانند بنه، بادام کوهی، کیکم، داغداغان، محلب نیز در بیشتر تیپ‌های مختلف حضور دارند. منطقه مورد بررسی با وسعت  $90$  هکتار در محدوده  $50^{\circ} 59' 00''$  تا  $14' 54''$  و  $50^{\circ}$  و  $31^{\circ} 14' 20''$  تا  $31^{\circ} 15' 31''$  عرض شمالی واقع شده است.

روش اجرا: برای اندازه‌گیری ضرایب بیومتری الیاف و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی چوب درخت بلوط ایرانی، به طور تصادفی تعداد ۳ اصله درخت سالم و بدون عیب با متوسط قطر ۳۵ سانتی متر انتخاب و قطع گردید. سپس دیسک‌هایی به ضخامت ۵ سانتی متر از ارتفاع برابر سینه و شاخه اصلی تهیه و نمونه‌های آزمونی تهیه گردید.

اندازه‌گیری ویژگی‌های بیومتری: برای تهیه نمونه‌های بیومتری تراشه‌هایی به طول

گردید. تجزیه و تحلیل آماری نتایج به دست آمده به وسیله نرم افزار SPSS انجام گردید.

## نتایج

### ابعاد الیاف

جدول ۱ متوسط ابعاد الیاف تنه و شاخه چوب بلوط ایرانی را نشان می‌دهد. بررسی و اندازه‌گیری صفات تشریحی تنه و شاخه بلوط ایرانی نشان داد که میانگین طول الیاف تنه ۹۲۶/۶۶ میکرون و میانگین قطر کلی الیاف ۱۷/۱۴ میکرون و میانگین قطر حفره سلولی الیاف ۳/۶۷ میکرون و میانگین ضخامت دیواره سلولی الیاف ۶/۴۱ میکرون می‌باشد و برای شاخه آن دارای میانگین طول الیاف ۹۰۷/۰۱ میکرون؛ میانگین قطر کلی الیاف ۱۸/۰۵ میکرون و میانگین ضخامت دیواره سلولی الیاف ۶/۰۹ میکرون که تفاوت معنی‌داری با تنه دارند. میانگین قطر حفره سلولی الیاف شاخه ۳/۶۷ میکرون است که تفاوت معنی‌داری با تنه ندارد.

سه جهت طولی، شعاعی و مماسی با کولیس دیجیتال (۰/۰۰۱ میلی‌متر) تعیین گردید. در مرحله دوم نمونه‌ها را در آب به مدت ۱۰ روز قرار داده به طوری که در آب کاملاً غوطه‌ور و اشباع شدند. سپس وزن و ابعاد نمونه‌ها مجدداً اندازه‌گیری و تعیین گردید. پس از اندازه‌گیری، ابعاد اشباع، وزن و ابعاد خشک با استفاده از روابط ۱، ۲ و ۳ به ترتیب دانسیته پایه، هم‌کشیدگی حجمی و واکشیدگی حجمی محاسبه شد ( $D_B$  دانسیته پایه،  $m_{o.d}$  وزن خشک،  $V_s$  حجم کاملاً اشباع شده،  $\beta$  درصد هم‌کشیدگی،  $D_s$  ابعاد اشباع شده،  $D_{o.d}$  ابعاد خشک شده).

$$D_B = \frac{m_{o.d}}{V_s} \quad \text{فرمول (۱)}$$

$$\% \beta = \frac{D_s - D_{o.d}}{D_s} \quad \text{فرمول (۲)}$$

$$\% \alpha = \frac{D_s - D_{o.d}}{D_{o.d}} \quad \text{فرمول (۳)}$$

اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی: میزان ترکیبات شیمیایی دیواره سلولی شامل سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر این گونه در هر درخت به صورت جداگانه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری میزان سلولز موجود در چوب بر اساس درصد ماده خشک چوبی و مطابق با استاندارد T264-om-88 آیین‌نامه TAPPI، لیگنین بر اساس استاندارد T-222-6m-88 آیین‌نامه TAPPI و مواد استخراجی بر اساس استاندارد ASTM شماره D1107-84 انجام

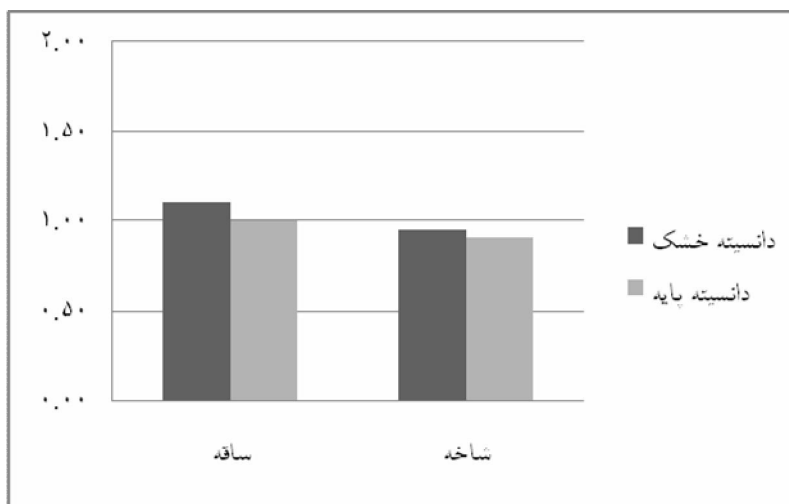
جدول ۱ - مقایسه طول، قطر، قطر حفره و ضخامت دیواره سلولی الیاف تنه و شاخه بلوط ایرانی

ویژگی	تنه (میکرون)	شاخه (میکرون)	مقدار t
طول الیاف	۹۲۶/۳۳(۲/۳۴)	۹۰۷/۰۱(۱۹/۸۶)	*۱۷۵/۱۴
قطر کلی الیاف	۱۷/۱۴(۰/۷۰)	۱۸/۰۵(۱/۲۶)	*۷۴/۹۸
قطر حفره سلولی	۳/۶۷(۰/۲۱)	۳/۵۸(۰/۴۳)	*-۱۷/۸۹
ضخامت دیواره سلولی	۶/۴۱(۰/۰۹)	۶/۰۹(۰/۲۳)	*۱۵۹

## خواص فیزیکی

### دانسیته خشک و پایه

متوسط دانسیته خشک و بحرانی چوب بلوط ایرانی در شکل ۲ آورده شده است.



شکل ۲- میزان دانسیته خشک و بحرانی چوب تنه و شاخه بلوط ایرانی

شاخه برابر با ۰/۹۱ سانتی‌متر مکعب به دست آمد که تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. نتایج این تحقیق با مطالعات مطابقت دارد.

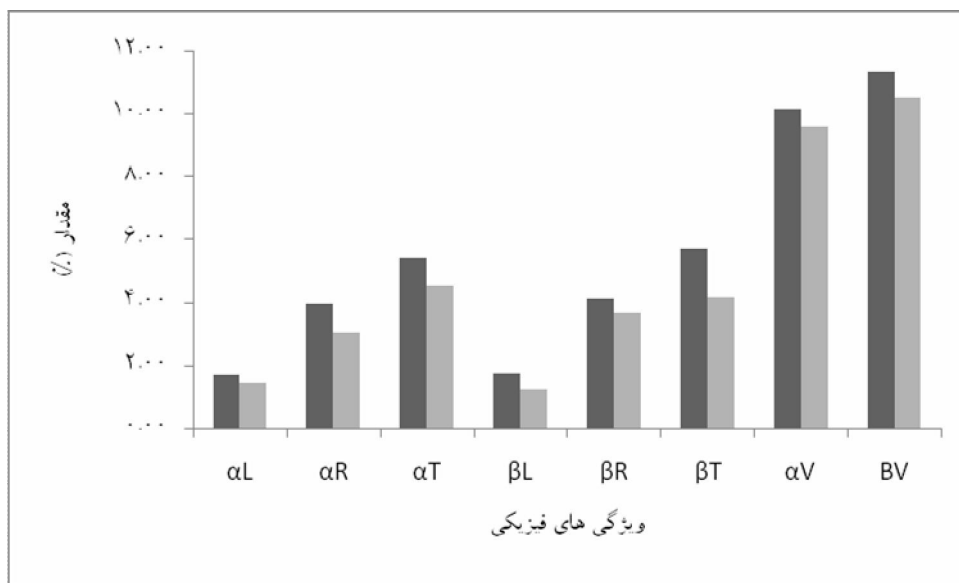
### هم‌کشیدگی و واکنشیدگی حجمی

مقادیر مربوط به هم‌کشیدگی و واکنشیدگی طولی، مماسی، شعاعی و حجمی تنه و شاخه چوب بلوط ایرانی در شکل ۳ آورده شده

نتایج نشان می‌دهد که چوب تنه در مقایسه با چوب شاخه از دانسیته خشک و بحرانی بیشتری برخوردار است. دانسیته خشک چوب تنه و شاخه به ترتیب برابر با ۱/۱۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب و ۰/۹۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد که تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد دارند. مقدار میانگین دانسیته پایه چوب تنه برابر با ۱/۰۰ سانتی‌متر مکعب و چوب

سطح ۵ درصد می‌باشند. این مقادیر برای واکشیدگی به ترتیب ۱۱/۳۲ و ۱۰/۵۲ درصد بدست آمد. همانند سایر چوب‌های پهن‌برگان تجاری میزان همکشیدگی عرصی بیشتر از میزان همکشیدگی طولی می‌باشد.

است. به طور کلی مقدار همکشیدگی و واکشیدگی طولی، مماسی و شعاعی تنه بیشتر از شاخه می‌باشد. مقدار همکشیدگی حجمی ساقه و شاخه به ترتیب ۱۰/۱۲ و ۹/۵۷ درصد اندازه‌گیری شد که دارای تفاوت معنی‌داری در



شکل ۳- میزان واکشیدگی و همکشیدگی حجمی: طولی: شعاعی و مماسی چوب تنه و شاخه بلوط ایرانی ویژگی های شیمیایی

نتایج ترکیبات شیمیایی چوب بلوط ایرانی در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی ترکیبات شیمیایی بلوط ایرانی منطقه لردگان مشاهده می‌شود بین مقدار سلولز: مواد استخراجی و خاکستر چوب تنه بیشتر از شاخه می‌باشد و از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند. مقدار لیگنین چوب شاخه بیشتر از شاخه اندازه‌گیری شد و تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد با هم دارند که با مطالعه Janan و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد.

جدول ۲- مقایسه مقادیر ترکیبات شیمیایی تنه و شاخه بلوط ایرانی

مقدار t	شاخه (%)	تنه (%)	ویژگی
*-۷۷۱/۶۰	۲۵/۱۲	۴۵/۱۵	سلولز
*۶۷۱/۷۵	۲۸/۶۸	۲۴/۱۲	لیگنین
*-۴۸/۴۹	۱/۵۲	۱/۹۰	مواد استخراجی
*-۱۹/۲۷	۲/۹۸	۳/۳۴	خاکستر

## بحث

(۱۹۷۲) و Dunham و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. همچنین قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف تنه بیشتر از الیاف شاخه اندازه‌گیری شد که با نتایج Manwiller (۱۹۷۲) مطابقت دارد. ابعاد الیاف بزرگتر تنه نسبت به شاخه در مورد گونه‌های ممرز، افرا و توس نیز گزارش شده است (Pouryazdian *et al.*, 2014). نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که دانسیته خشک چوب تنه بیشتر دانسیته چوب شاخه می‌باشد (جدول ۲).

دانسیته چوب از فاکتورهای مهم اکولوژیکی و اقتصادی می‌باشد. دانسیته بالای چوب باعث افزایش مقاومت در برابر صدمات فیزیکی و حمله عوامل مخرب زنده می‌شود (Niklas, 1992; Hillis, 1987; Augspurger & Kelly, 1984). مطالعاتی متعددی نشان داد که دانسیته چوب در بسیاری از گونه‌های چوبی تا حدودی زیادی به ضخامت دیواره سلولی و اندازه حفره سلولی بستگی دارد (Zobel & Van Buijtenen, 2012). نتایج این مطالعه نشان داد که دانسیته چوب تنه بیشتر از شاخه می‌باشد. با توجه به اندازه‌گیری ابعاد الیاف، به نظر می‌رسد که دانسیته بیشتر چوب تنه به ضخامت بیشتر دیواره سلولی

با توجه به طبقه‌بندی صورت گرفته از سوی انجمن بین‌المللی چوب، الیاف گونه‌های چوبی از نظر طولی در سه سطح الیاف کوتاه (با طول کمتر از ۰/۹ میلی‌متر)، الیاف متوسط (با طول بین ۰/۹ تا ۱/۹ میلی‌متر و الیاف بلند (با طول بیشتر از ۱/۹ میلی‌متر) قرار می‌گیرند. مقایسه میانگین کلی طول فیبرگونه بلوط ایرانی در منطقه لردگان (۰/۹۲ میلی‌متر) بیانگر این است که این گونه جز پهن برگان با الیاف متوسط قرار می‌گیرد (IAWA, 1989) و نسبت به بلوط بلندمازوی دارای طول الیاف (۱/۱۵ میلی‌متر) کوتاه‌تری می‌باشد (Backshi, 2012). مهدوی و حبیبی در مطالعه‌ای به بررسی ابعاد الیاف چوب تنه و شاخه گونه ممرز (*Carpinus betulus* L.) رویشگاه شصت کلاته گرگان پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بلوط ایرانی در مقایسه با گونه چوبی ممرز که دارای میانگین کلی طول فیبر تنه (۱/۷۶ میلی‌متر) و شاخه (۱/۴۲ میلی‌متر) ابعاد کوتاه‌تری دارد. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که بین طول الیاف چوب تنه و شاخه اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به طوری‌که طول فیبر تنه بزرگتر از طول فیبر شاخه می‌باشد که با نتایج Manwiller

باشد (جدول ۳). مقدار سلولز برای تنه و شاخه بلوط ایرانی به ترتیب برابر با ۲۴ و ۲۸ درصد اندازه‌گیری شد که کمتر از مقادیر آن برای تنه (۵۱٪) و شاخه (۴۸٪) گونه ممرز اندازه‌گیری شده بوسیله پوریزدیان محمدآباد و همکاران (۱۳۹۳) می‌باشد. با این وجود، تنه و شاخه بلوط ایرانی دارای مقدار خاکستر بیشتری در مقایسه با چوب تنه (۰/۶) و شاخه (۱/۲) ممرز می‌باشد. به طور کلی مقدار مواد استخراجی چوب بلوط ایرانی در مقایسه با بلوط اروپا (۰/۶) کمتر می‌باشد (Humar et al. 2008). از سوی دیگر مقدار خاکستر اندازه‌گیری شده بلوط ایرانی در این بررسی در مقایسه سایر مطالعات از جمله Fengel & Wegener (۱۹۸۹) بیشتر می‌باشد. با بودن میزان مواد استخراجی و خاکستر چوب باعث کند شدن ایزارآلات برش می‌شود. پیشنهاد می‌شود برای شناخت بهتر ویژگی‌های چوب بلوط ایرانی سایر ویژگی‌ها از جمله ویژگی‌های آناتومی و مکانیکی و همچنین میزان مقاومت و دوام طبیعی این چوب در مطالعات بعدی مورد توجه قرار گیرد.

الیاف آن آن مربوط باشد. وزن مخصوص خشک و بحرانی چوب بلوط ایرانی به ترتیب ۱/۰۱ و ۰/۹۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد که جزء چوب‌های سنگین محسوب می‌شود (۱۷). وزن مخصوص بلوط بلندمازوی جنگل‌های شمال ۰/۵۸ کیلوگرم بر سانتی‌متر گزارش شده است (۸) که در مقایسه با چوب بلوط جنگل‌های زاگرس دارای وزن مخصوص کمتری می‌باشد. همچنین بلوط اروپا با دانسیته ۰/۶۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب در مقایسه با بلوط ایرانی دارای دانسیته کمتری می‌باشد (Wagenführ, 1996) از نظر هم‌کشیدگی و واکشیدگی، با توجه به نتایج به دست آمده، بلوط ایرانی جزء چوب‌های با هم‌کشیدگی متوسط (۷) محسوب می‌شود و از گونه‌هایی است که پس از خشک شدن ترک‌های کوچک بر می‌دارد.

مقایسه مقدار ترکیبات شیمیایی تنه و شاخه بلوط ایرانی نشان می‌دهد که میزان سلولز چوب تنه بیشتر از چوب شاخه می‌باشد. همچنین بین میزان لیگنین چوب تنه و شاخه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد به طوری‌که میزان لیگنین چوب تنه بیشتر از چوب تنه می‌باشد. به طور کلی چوب شاخه‌های پهن‌برگان دارای مقداری چوب واکنشی از نوع چوب کششی است (Horn 1978). چوب کششی در مقایسه با چوب نرمال دارای لایه ژلاتینی (G) غنی از سلولز و لیگنین کمتر نسبت به چوب تنه نرمال می‌باشد (فوریا و همکاران ۱۹۷۰). بنابراین، انتظار می‌رود که میزان لیگنین چوب شاخه نسبت به چوب تنه بیشتر و میزان سلولز چوب شاخه نسبت به تنه کمتر



## منابع

- Augsburger C, Kelly CK., 1984. Pathogen mortality of tropical tree seedlings: experimental studies of the effects of dispersal distance, seedling density, and light conditions. *Oecologia* 61:211-217.
- Bakhshi, R. Kiaei, M. Mousavi, S.M.S., 2012. Wood Properties Variation along Radial Position in *Quercus castaneaefolia*, Middle-East Journal of Scientific Research. 11:4. 511-516.
- Dehmardeghaleno, M., 2011. Investigation on Physical, Mechanical, Chemical and Biometrical properties of *E. Camaldulensis* wood from Sistan region, J. of Wood and Forest Science and Technology. 18:3.157-170. (in Persian)
- Efhami sisi, 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. (In Persian)
- Fengel, D., Wegener, G., 1989. Wood Chemistry Ultrastructure Reactions. Berlin, New York, Walter de Gruyter 58-258.
- Franklin, G.L. 1954. A rapid method for softening wood for microtome sectioning, *Tropical woods*. 88:35-36.
- Hemmasi, A.H. Soodmand, R. Varshoie, A. and Bazvar, B. 2006. Study of Height Effect on oven dry specific gravity and biometrical ratios in Iranian Beech tree wood from Siahkal Forest, *Journal of Agricultural Sciences*. 12:4.913-922. (In Persian)
- Hillis, W., 1987. Heartwood and tree exudates, Berlin.
- Horn, R. A. 1978. Morphology of pulp fiber from hardwoods and influence on paper strength. United States department of agriculture. Forest Product Laboratory. Research paper Fpl 312.
- Humar, M., Fabcic, B., Zupancic, M., Pohleven, F., Oven, P., 2008. Influence of xylem growth ring width and wood density on durability of oak heartwood, *International biodeterioration & biodegradation* 62:4. 368-371.
- IAWA Committee., 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification by an IAWA Committee. E. A. Wheeler, P. Baas & P. E. Gasson (eds.) *IAWA Bull.* n.s. 10:3.219-332.
- Janan, M.S, Chowdhury, N.; Ni, Y., 2010. Effect of different locations on the morphological, chemical, Pulping and papermaking properties of *Trema orientalis* (Nalita). *Bioresource Technology*, 10: 1892-1898.
- Jazirei, M., Rastaghi, M.E., 2003. *Silviculture of Zagros*. University of Tehran, Tehran, 560 pp.
- Lashkarbolouki, E. and Parsapajouh, D., 2005. A Study of Anatomical characteristics, fiber biometry and some other physical properties of one of the most important clones of Poplar (*Populus deltoides* 77.51) in Gilan. *Iranian J. Natural Res.* 58:1.195-207. (In Persian)
- Manwiller, F., 1972. Tracheid dimensions in rootwood of southern pine. *Wood Science* 5:2. 122-124.
- Niklas, KJ., 1992. *Plant biomechanics: an engineering approach to plant form and function*. University of Chicago Press, Chicago
- Parsapajouh, D., 1994. *Wood technology*. Tehran Univ. Press, 404p. (in Persian)
- Pouryazdian, E. Saraeian, A.R. Dehghani Firouzabadi, M.R. 2014. The Comparison of Kraft Pulp Properties from Stem and Branchwood of Hornbeam. 5:1. 139-152.
- Ramazani, sh. Talaeipour, M. Aliabadi. M. Taabee. A. and Bazvar. B. 2013. Investigation of the anatomical, biometry and chemical characteristics of juvenile and mature poplar (*Populus alba*) wood, *Iranian Journal of wood and Paper Science Research*. 28:1.182-193. (In Persian)
- TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry), 1994. *Tappi Test Methods 1994*. Tappi press, Atlanta.
- Varshoietabrizie, A. Parsapajouh, D. and Shekholeslami, A. 2006. The effects of site conditions on wood biometric coefficients in Iranian beech (*Fagus orientalis*. Lipsky), *Journal of Agricultural Sciences*. 12:3.677-684. (in Persian)
- Wagenführ, R., 1996: *Holzatlas*. Leipzig. Fachbuchverlag. 688 pp.
- Zobel, B., and Van Buijtenen, J.P., 1989. *Wood variation: Its causes and control*. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 363 pp.

