

بررسی پهنای دواير رویش، خواص فیزیکی و بیومتری چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت (مطالعه موردی در جنگل‌های زیر آب)

مجیدکیائی^{1*}، رضا بخشی²، فریرز علی‌نژاد³

تاریخ دریافت: 91/6/5 تاریخ پذیرش: 92/3/27

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی پهنای دواير رویش، خواص فیزیکی و بیومتری چوب توسکا طبیعی و دست کاشت صورت پذیرفت. برای این منظور تعداد شش اصله چوب توسکا دست کاشت و طبیعی از طرح جنگلداری زیر آب واقع در شهرستان سوادکوه انتخاب شد. از هر درخت یک دیسک 15 سانتی‌متری از ارتفاع برابر سینه قطع شد. برای اندازه‌گیری پهنای دواير- رویش در محور شعاعی از مغز به پوست به ازای هر حلقه از بینوکولار استفاده شد. سه نمونه آزمون برای محاسبه خواص- فیزیکی (براساس استاندارد ISO) و بیومتری (جداسازی الیاف از روش فرانکلین) در محور شعاعی درخت از مغز به سمت پوست تهیه و سپس داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان- داد که تاثیر شرایط کاشت بر طول الیاف و ضریب درهم‌فتگی معنی‌دار و بر میزان پهنای دواير رویش، دانسیته خشک، بحرانی، همکشیدگی حجمی، واکشیدگی حجمی، قطر الیاف، ضخامت دیواره سلولی، قطر حفره سلولی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل غیرمعنی‌دار بوده است به طوری که میزان طول الیاف و ضریب درهم‌فتگی در گونه دست کاشت به مقدار نسبت به گونه طبیعی بیشتر بوده است. ارتباط بین دانسیته خشک و همکشیدگی نشان داد که ارتباط مثبت بین این صفات در توسکا طبیعی و دست کاشت وجود دارد ولی شدت ضریب همبستگی در توسکا طبیعی به میزان 50 درصد بیشتر از توسکا دست کاشت است.

واژه‌های کلیدی: توسکا قشلاقی، دست کاشت، طبیعی، خواص فیزیکی، خواص بیومتری، پهنای دواير رویش

1 و 2، اعضای هیات علمی گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، چالوس، ایران * نویسنده مسوول

3- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، چالوس، ایران

مقدمه

سلولی، تغییرات در ضخامت دیواره سلولی، قطر سلول‌ها و نسبت عناصر سلولی وابسته است [17]. الیاف چوب درختان از عوامل مهم و تاثیرگذار در صنایع خمیر و کاغذ و سایر صنایع سلولزی محسوب می‌شود. با مطالعه بر روی ویژگی‌های مذکور می‌توان مناسب‌بودن گونه‌های چوبی و غیرچوبی را برای صنایع خمیر و کاغذ پیش‌بینی نمود. ویژگی‌های مقاومتی کاغذ تولیدی حاصل از چوب یک درخت در نواحی مختلف ممکن است با یکدیگر به سبب تنوع آناتومیکی متفاوت باشد. الیافی که دیواره ضخیم دارند از زبری بیشتری برخوردارند و در نتیجه فضای خالی بین آنها بیشتر خواهد بود، اما برعکس الیافی که حفره فیبر پهن و دیواره نازک دارند، در هنگام کوبیده شدن تمایل به نواری شدن داشته، در نتیجه اتصالات بین الیاف و طبعاً مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیبگی کاغذهای حاصل از آنها بهبود خواهد یافت [19-20].

لنگبور و همکاران (2011)¹ در تحقیقی تحت عنوان مقایسه خواص چوب ماهگونی دست-کاشت در ایسلند (در دو گروه سنی پایین‌تر از 40 سال و بالاتر از 40 سال) با ماهگونی طبیعی رویش یافته از برزیل، مکزیک، و پرو اظهار داشتند که میزان همکشیدگی مماسی درختان دست‌کاشت کمتر از 40 سال به طور معنی‌داری بیشتر از درختان دست‌کاشت بالاتر از 40 سال بوده است که این مقدار از میزان همکشیدگی مماسی درختان طبیعی بیشتر بوده است. مقدار همکشیدگی شعاعی درختان دست‌کاشت جوان

جنس توسکا درختی است از خانواده Betulaceae که بر طبق آمار سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور در حدود 9 درصد حجم چوب جنگل‌های شمال را تشکیل می‌دهد. این درخت تند رشد، نورپسند و رطوبت‌پسند در جنگل‌های ایران در دو گونه توسکا بیلاقی (*Alnus subcordata*) و قشلاقی (*Alnus glutinosa*) دیده می‌شود. توسکا در مقایسه با دیگر درختان جنگل‌های خزری، دیرزیستی کوتاهی دارد و بیش از 100 سال عمر نمی‌کند. اولین درخت جنگل‌های شمال ایران است که در فصل رویش، برگ دار می‌شود و آخرین گونه‌ای است که خزان می‌کند [1].

کیفیت چوب را می‌توان به طور مستقیم به وسیله تکنیک‌های فنی مختلفی اندازه‌گیری نمود. بسیاری از خصوصیات چوب مانند استحکام و خاصیت ارتجاعی به دانسیته مربوط می‌شود. این پارامتر به طور گسترده به عنوان شاخص مناسبی برای پیش‌بینی کیفیت چوب محسوب می‌شود [13]. دانسیته چوب در بین درختان از یک گونه مشخص به دلیل اختلاف‌های ژنتیکی و اکولوژیکی بسیار متغیر است [17]. ارتباط بین دانسیته و رویشگاه به اختلاف در شرایط سرعت رویش وابسته است که بحث بسیار پیچیده‌ای محسوب می‌گردد [15]. دانسیته چوب حتی در درون درختان یعنی در محور طولی و شعاعی درخت در حال تغییر است [18]. تغییرات در این صفت به طور مستقیم به تغییرات درصد دیواره-

¹ - Langbour et al. (2011)

همکشیدگی مماسی به شعاعی $1/92$ و مقدار فشار موازی الیاف 29 مگاپاسگال محاسبه نمودند [11].

کرد و همکاران (2010) در تحقیقی تحت عنوان خواص فیزیکی چوب دست کاشت صنوبر بیان داشتند که روند تغییرات دانسیته و همکشیدگی حجمی در محور طولی درخت از پایین به بالای درخت نزولی و در محور شعاعی درخت از مغز به سمت پوست نزولی است. همچنین ارتباط مثبت بین دانسیته و همکشیدگی در چوب صنوبر مشاهده شده است [8].

در ایران هیچ گونه تحقیقی درباره خصوصیات چوب توسکا قشلاقی وجود ندارد بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی پهنای دواير رویش، خواص فیزیکی و بیومتری در چوب توسکا قشلاقی دست کاشت و طبیعی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، تعداد 6 اصله درخت سالم توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت از جنگل-های زیرآب واقع در شهرستان سوادکوه مازندران انتخاب و از هر درخت یک بینه 15 سانتی‌متری تهیه شد. این منطقه در شرق استان مازندران قرار دارد. دمای متوسط آن $11/2$ درجه سانتی‌گراد، بارندگی 386 میلی‌متر در سال، حداقل دما $2/6$ درجه سانتی‌گراد، حداکثر دما 20 درجه سانتی-گراد و رطوبت متوسط 64 درصد می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا برای توسکا دست کاشت 120 متر و برای طبیعی 350 متر از سطح دریا بود. خاک منطقه برای هر یک از درختان دست کاشت و

پائین‌تر از 40 سال و بالغ بالاتر از 40 سال نسبت به درختان طبیعی بیشتر است. اگرچه میزان دانسیته چوب ماه‌گونی طبیعی بیشتر از دست-کاشت بود ولی میزان مدول الاستیسیته در گونه دست کاشت و طبیعی غیرمعنی‌دار است. میزان مدول خمشی (MOR) درختان دست کاشت در دو گروه سنی یادشده نسبت به گونه طبیعی کمتر است. میزان مقاومت فشار موازی الیاف در درختان دست کاشت نسبت به درختان طبیعی کمتر است [9].

گولر و آی (2001) و ارس و آی (1999)¹ در تحقیقی تحت عنوان خواص فیزیکی چوب توسکا قشلاقی، میزان پهنای دواير رویشی را $2/61$ میلی‌متر، دانسیته خشک $0/502$ گرم بر سانتی‌متر مکعب، دانسیته بحرانی $0/434$ گرم بر سانتی‌متر مکعب، همکشیدگی طولی $0/5$ درصد، همکشیدگی مماسی $7/49$ درصد، همکشیدگی شعاعی $5/27$ درصد، همکشیدگی حجمی $13/24$ درصد، رطوبت حداکثر $163/74$ درصد و نقطه اشباع الیاف را $30/5$ درصد محاسبه نمودند [6] و [12].

مویا و مانوز (2010)²، خواص فیزیکی و مکانیکی هشت گونه سریع‌الرشد دست کاشت در کاستاریکا مورد بررسی قرار دادند. آنان میزان جرم ویژه چوب *Alnus acuminata*، $0/34$ گرم بر سانتی‌متر مکعب، همکشیدگی شعاعی $3/52$ درصد، همکشیدگی مماسی $6/79$ درصد و همکشیدگی حجمی $11/19$ درصد و نسبت

1- Guller and Ay (2001), Ors and Ay (1999)

2- Moya and Munoz (2010)

و وزن نمونه‌ها در حالت خشک محاسبه شد. تعداد نمونه سالم در توسکا دست‌کاشت و طبیعی به- ترتیب 50 و 69 نمونه بوده است. از تقسیم وزن- خشک به حجم خشک، مقدار دانسیته خشک به- دست می‌آید. دانسیته بحرانی که از مهمترین خواص ذاتی چوب محسوب می‌شود از تقسیم وزن خشک به حجم اشباع به دست می‌آید. همکشیدگی و واکشیدگی عبارت است از تغییر ابعاد چوب که تحت تاثیر تغییرات رطوبتی چوب در بین دو حد نقطه اشباع فیبرها و حالت خشک چوب اتفاق می- افتد از طریق روابط ذیل محاسبه گردید.

درصد همکشیدگی حجمی = حجم اشباع - حجم خشک / حجم اشباع $\times 100$

درصد واکشیدگی حجمی = حجم اشباع - حجم خشک / حجم خشک $\times 100$

خواص بیومتری

تعداد سه نمونه آزمونی در محور شعاعی درخت از مغز به سمت پوست به ازای هر درخت قطع شده، برای محاسبه ابعاد الیاف بریده شد، که از روش فرانکلین برای جداسازی الیاف استفاده گردید. از هر نمونه، خلال‌های کبریت شکل در مخلوطی از اسید استیک و آب اکیسژنه به مدت 48 ساعت در دمای 63 درجه سانتی‌گراد در اتوکلاو قرار داده و سپس نمونه‌ها با استفاده از آب مقطر شستشو شد. در نهایت ابعاد الیاف (طول، قطر الیاف، ضخامت دیواره سلولی و قطر حفره سلول) با استفاده از آنالیز تصویری (ساخت ژاپن) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. ضریب رانکل از تقسیم ضخامت دیواره سلولی بر قطر حفره سلولی، ضریب درهم‌رفتگی از تقسیم طول الیاف و قطر الیاف و

طبیعی یکسان است. سن درختان توسکا طبیعی 20 تا 22 سال و برای دست‌کاشت 20 سال است. قطر درختان برای توسکا دست‌کاشت 26 سانتی- متر و برای درختان طبیعی 32 سانتی‌متر بود. شایان ذکر است که سه دیسک 5 سانتی‌متری از گرده‌بینه 15 سانتی‌متری برای محاسبه پهنای دواير رویش، خواص فیزیکی و بیومتری جداسازی شد.

پهنای دواير رویش

سطوح دیسک تهیه شده از هر درخت با استفاده از سنباده نرم صاف و صیقل شد. سپس میزان این صفت در چهار جهت جغرافیایی (شمال، جنوب، شرق و غرب) با استفاده از بینوکولار (ساخت آلمان) مورد محاسبه قرار گرفت.

خواص فیزیکی

سه نمونه آزمونی بر اساس استاندارد ISO- 3131 در محور شعاعی درخت از مغز به سمت پوست از چهار جهت جغرافیایی به ازای هر دیسک، تهیه گردید. سپس آزمایشات مربوطه که شامل توزین و اندازه‌گیری ابعاد بود صورت گرفت. در مرحله اول میزان حجم و وزن نمونه‌ها (پس از برش نمونه) اندازه‌گیری شد. در مرحله دوم نمونه‌ها در آب به مدت 48 ساعت قرار داده شد. به طوری که تمام نمونه‌ها به زیر آب بروند و یا به اصطلاح از آب اشباع شوند. سپس وزن و حجم اشباع نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال و کولیس تعیین گردید و در مرحله سوم نمونه‌ها در داخل اتوو به مدت 48 ساعت و در دمای 103 ± 2 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا نمونه‌ها کاملاً خشک شوند، میزان حجم

پهنای دواير رویش: میانگین پهنای حلقه-رویشی چوب توسکا دست‌کاشت و طبیعی در شکل 1 نشان داده شده‌است. آزمون آماری نشان داد که اختلاف غیرمعنی‌دار بین گونه‌های یاد شده از نظر پهنای حلقه رویشی وجود دارد. میانگین پهنای دواير رویش برای چوب توسکا طبیعی 6/86 و برای چوب توسکا دست‌کاشت 6/95 میلی‌متر محاسبه گردید که میزان این صفت در توسکا دست‌کاشت کمی پهن‌تر از توسکا طبیعی بوده‌است.

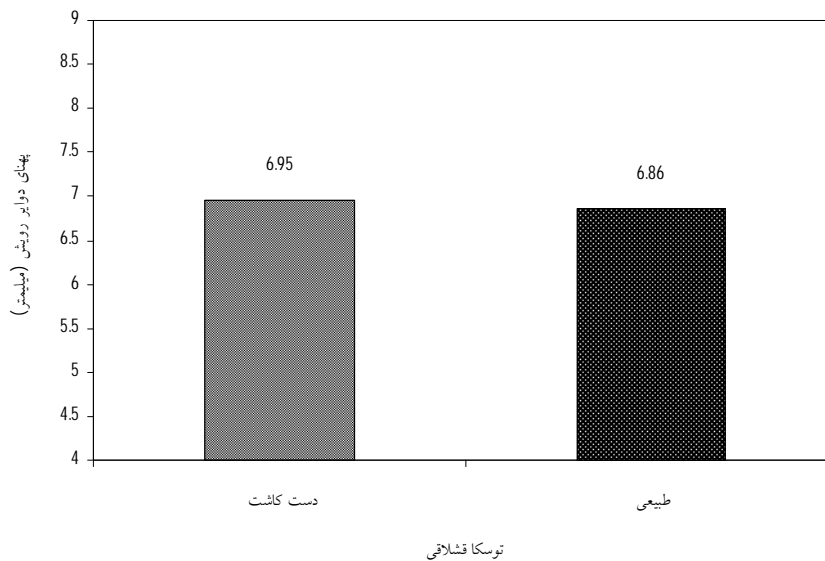
درصد ضریب انعطاف‌پذیری از تقسیم قطر حفره سلولی بر قطر الیاف به دست آمدند.

روش تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق، تاثیر شرایط کاشت (دست-کاشت و طبیعی) بر پهنای دواير رویش، خواص فیزیکی و بیومتری مورد بررسی قرار گرفت که از آزمون تجزیه واریانس استفاده گردید. برای تعیین ارتباط بین خواص مختلف چوب از رگرسیون خطی و همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج

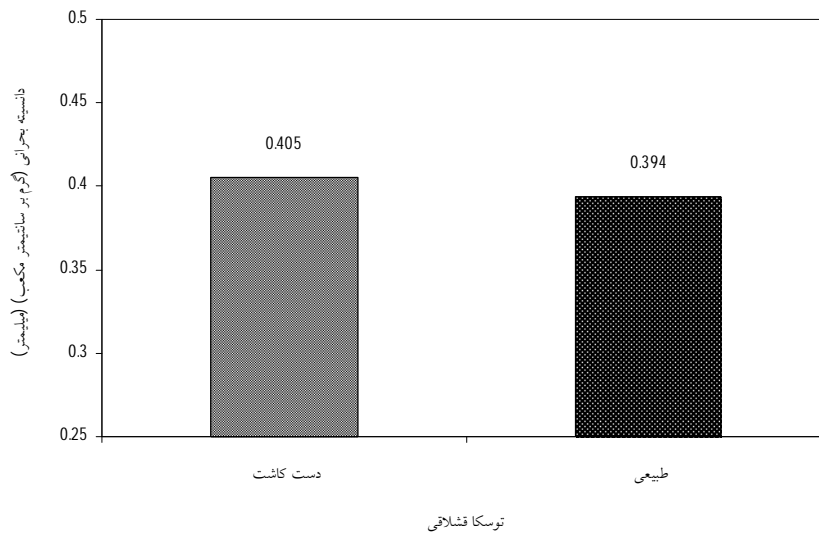
خواص فیزیکی



شکل 1- میزان پهنای دواير رویش در چوب دست‌کاشت و طبیعی توسکا قشلاقی

برای چوب دست‌کاشت 0/405 گرم بر سانتی‌متر مکعب محاسبه شده که مشاهده گردید که میزان این حدود در گونه دست‌کاشت به مقدار ناچیزی افزایش نشان می‌دهد.

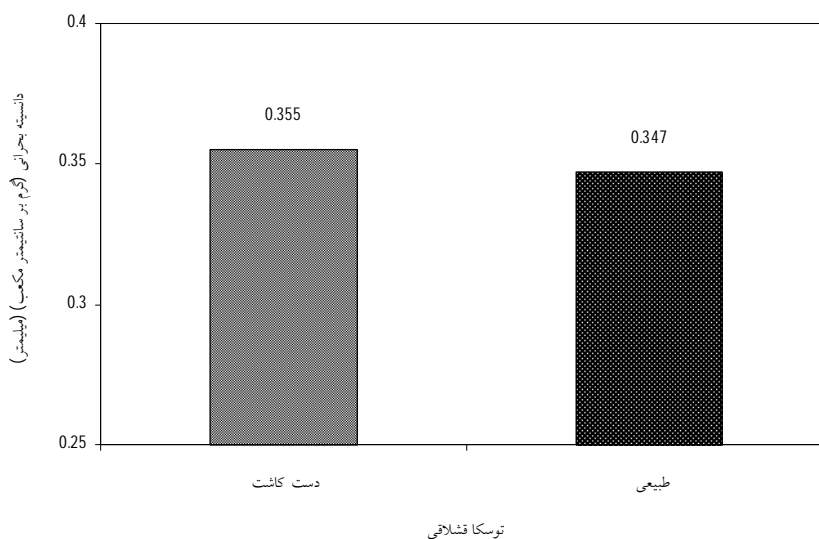
دانسیته خشک: میانگین دانسیته خشک چوب توسکا دست‌کاشت و طبیعی در شکل 2 نشان داده شده‌است. آزمون آماری نشان داد که اختلاف غیرمعنی‌دار بین دانسیته خشک و گونه‌چوبی وجود دارد. میانگین دانسیته‌خشک برای چوب توسکا طبیعی 0/394 گرم بر سانتی‌متر مکعب و



شکل 2- میزان پهنای دانسیته خشک در چوب دست کاشت و طبیعی توسکا قشلاقی

چوب توسکا طبیعی 0/347 گرم بر سانتی متر مکعب و برای چوب دست کاشت 0/355 گرم بر سانتی متر مکعب محاسبه شده که میزان این صفت در گونه دست کاشت به مقدار ناچیزی افزایش نشان می دهد.

دانسیته بحرانی: میانگین دانسیته بحرانی چوب توسکا دست کاشت و طبیعی در شکل 3 نشان داده شده است. آزمون آماری نشان داد که اختلاف غیرمعنی دار بین دانسیته بحرانی و گونه چوبی وجود ندارد. میانگین دانسیته بحرانی برای



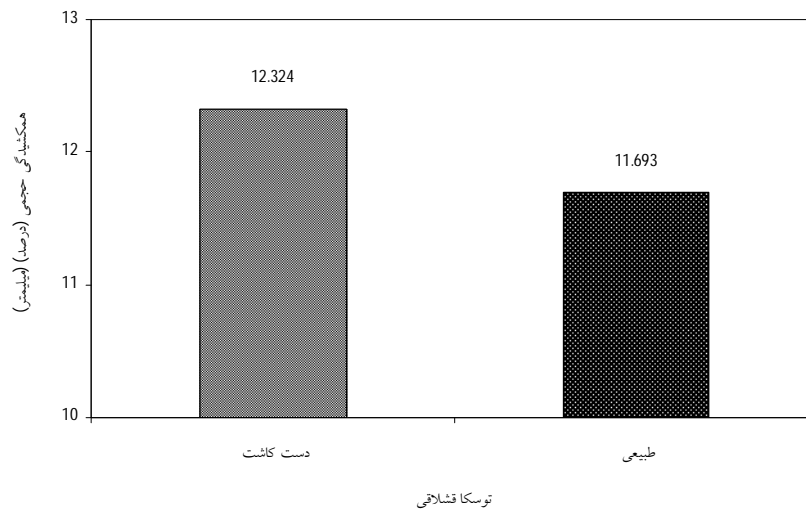
شکل 3- میزان دانسیته بحرانی در چوب دست کاشت و طبیعی توسکا قشلاقی

شکل 4 نشان داده شده است. آزمون آماری نشان داد که اختلاف غیرمعنی دار بین همکشیدگی

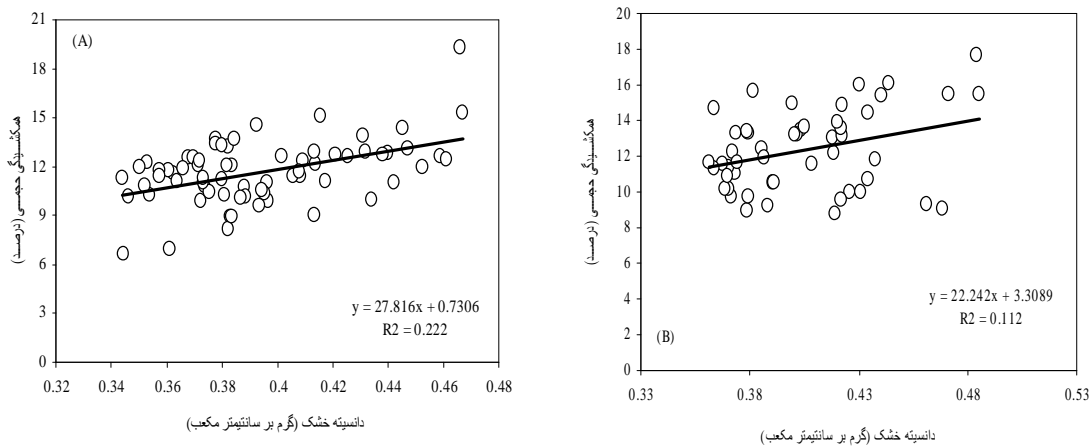
همکشیدگی حجمی: میانگین همکشیدگی حجمی چوب توسکا دست کاشت و طبیعی در

دست کاشت و طبیعی در شکل 5 نشان داده شده است. نتایج نشان داد که ارتباط مثبت بین این صفات در چوب توسکا دست کاشت و طبیعی وجود دارد، به طوری که شدت همبستگی بین این صفات در توسکا طبیعی بیشتر از توسکا دست کاشت است.

حجمی و گونه چوبی وجود ندارد. میانگین همکشیدگی حجمی برای چوب توسکا طبیعی 11/693 درصد و برای چوب دست کاشت 12/324 درصد محاسبه شده که مشاهده گردید که میزان این حدود در گونه دست کاشت به مقدار ناچیزی افزایش نشان می دهد. ارتباط بین دانسیته خشک و همکشیدگی حجمی در چوب توسکا



شکل 4- میزان همکشیدگی حجمی در چوب دست کاشت و طبیعی توسکا قشلاقی



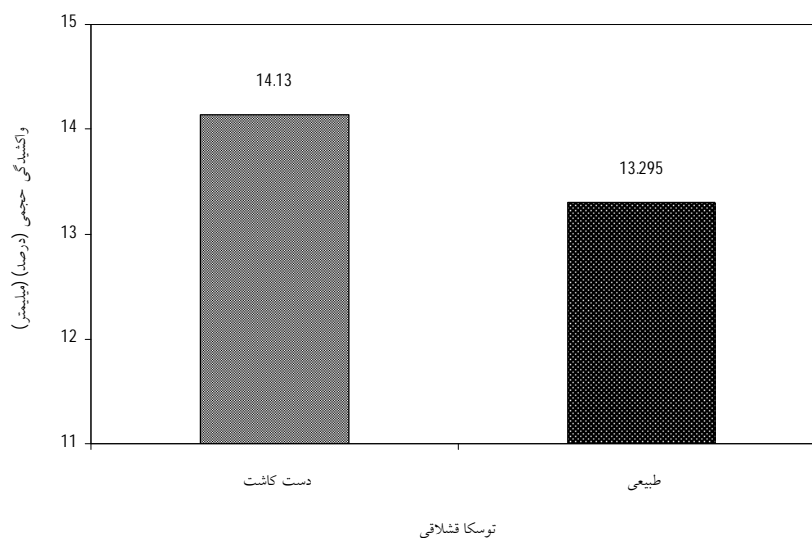
شکل 5- ارتباط بین دانسیته خشک و همکشیدگی حجمی در چوب توسکای طبیعی (A) و دست کاشت (B)

شکل 6 نشان داده شده است. آزمون آماری نشان داد که اختلاف غیرمعنی دار بین واکنشیدگی

واکنشیدگی حجمی: میانگین واکنشیدگی حجمی چوب توسکا دست کاشت و طبیعی در

محاسبه شده که مشاهده گردید که میزان این حدود در گونه دست کاشت به تعداد ناچیزی افزایش نشان می دهد.

حجمی و گونه چوبی وجود ندارد میانگین واكشیدگی حجمی برای چوب توسکا طبیعی 13/295 گرم بر سانتی متر مکعب و برای چوب دست کاشت 14/130 گرم بر سانتی متر مکعب

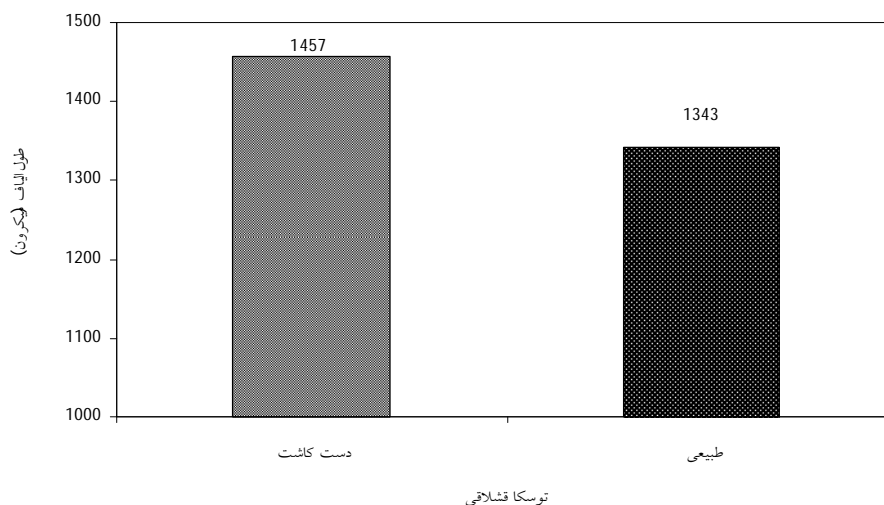


شکل 6- میزان واكشیدگی حجمی در چوب دست کاشت و طبیعی توسکا قشلاقی

از نظر طول الیاف معنی دار بوده به طوری که میانگین این صفت در چوب توسکا دست کاشت بیشتر از چوب طبیعی است. میانگین طول الیاف در چوب دست کاشت و طبیعی به ترتیب 1457 و 1343 میکرون اندازه گیری شده است.

خواص بیومتری

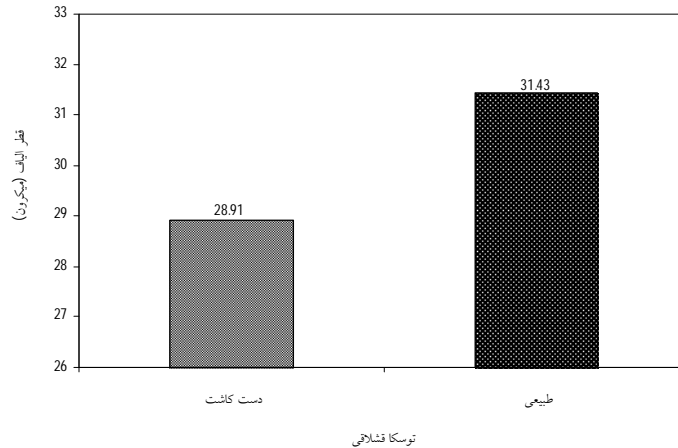
طول الیاف: میانگین طول الیاف چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت در شکل 7 نشان داده شده است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بین چوب دست کاشت و طبیعی



شکل 7- میانگین طول الیاف چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت

که میانگین این صفت در چوب توسکا دست- کاشت کمتر از چوب طبیعی است. میانگین قطر الیاف در چوب دست کاشت و طبیعی به ترتیب 28/91 و 31/43 میکرون محاسبه شده است.

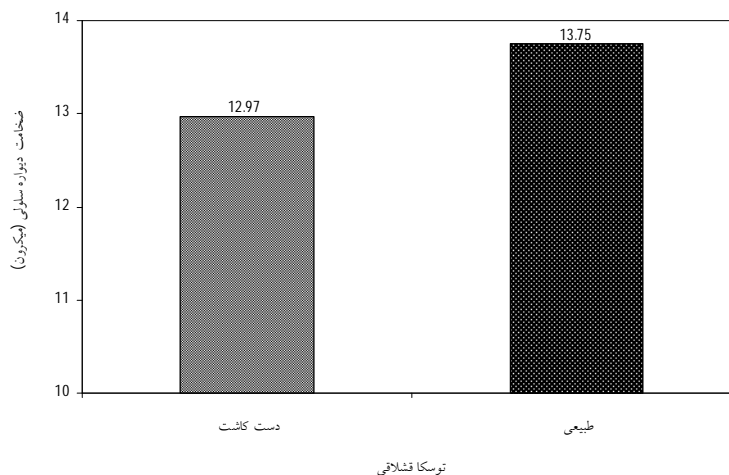
قطر الیاف: میانگین قطر الیاف چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت در شکل 8 نشان داده شده است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بین چوب دست کاشت و طبیعی از نظر قطر الیاف معنی دار نیست. در حالی-



شکل 8- میانگین قطر الیاف چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت

معنی دار نیست. در حالی که میانگین این صفت در چوب توسکا طبیعی بیشتر از چوب دست کاشت است. میانگین ضخامت دیواره سلولی در چوب دست کاشت و طبیعی به ترتیب 12/97 و 13/75 میکرون محاسبه شده است.

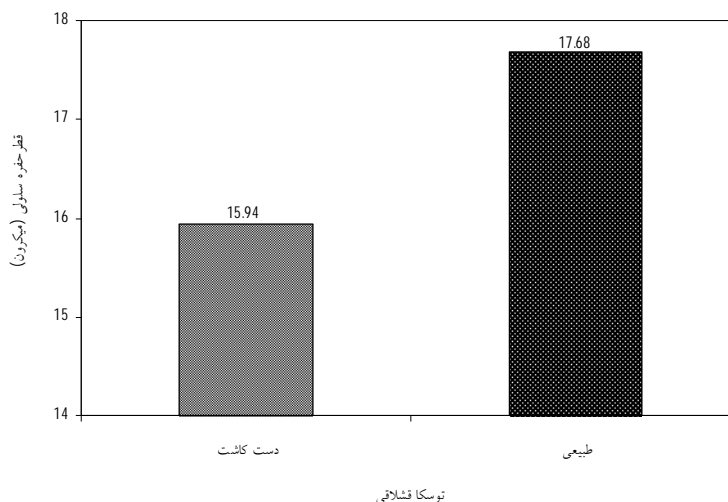
ضخامت دیواره سلولی: میانگین ضخامت دیواره سلولی چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت در شکل 9 نشان داده شده است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بین چوب دست کاشت و طبیعی از نظر قطر الیاف



شکل 9- میانگین ضخامت دیواره سلولی چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت

در حالی که میانگین این صفت در چوب توسکا دست کاشت کمتر از چوب طبیعی است. میانگین قطر حفره در چوب دست کاشت و طبیعی به ترتیب 15/94 و 17/68 میکرون محاسبه شده است.

قطر حفره سلولی: میانگین قطر حفره چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت در شکل 10 نشان داده شده است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بین چوب دست کاشت و طبیعی از نظر قطر الیاف معنی دار نیست.



شکل 10- میانگین قطر حفره سلولی چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت

و انعطاف پذیری وجود ندارد، در حالی که این اختلاف از نظر ضریب درهم رفتگی معنی دار بود است. میانگین ضرایب درهم رفتگی و ضریب انعطاف پذیری در چوب دست کاشت بیشتر است، در حالی که مقدار ضریب رانکل در چوب توسکا قشلاقی دست کاشت کمتر از چوب طبیعی است.

ضرایب موفولوژیک

میانگین ضرایب انعطاف پذیری، درهم رفتگی و رانکل چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت در جدول 1 نشان داده شده است. نتایج آزمون آماری نشان داد که اختلاف معنی دار بین چوب دست کاشت و طبیعی از لحاظ ضریب رانکل

جدول 1- میانگین ضرایب بیومتری چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت

خواص چوب	ضریب انعطاف پذیری	ضریب درهم رفتگی	ضریب رانکل
توسکا دست کاشت	57/26	53/67	0/897
توسکا طبیعی	56/89	44/83	0/911

(مجموع توسکا دست کاشت و طبیعی) با استفاده از همبستگی پیرسون در شکل 10 نمایش داده شده است. ارتباط بین پهنای دوایر رویش با خواص فیزیکی نشان داد که ارتباط منفی و معنی-

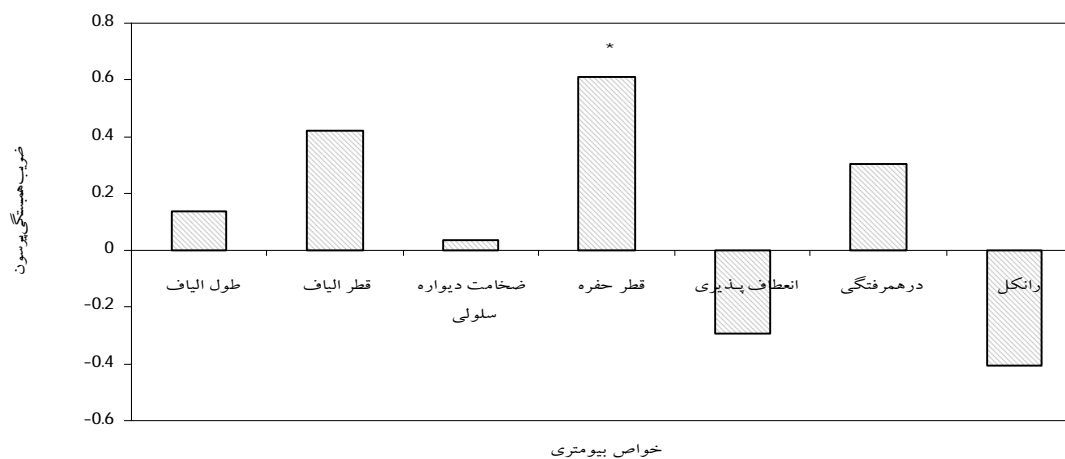
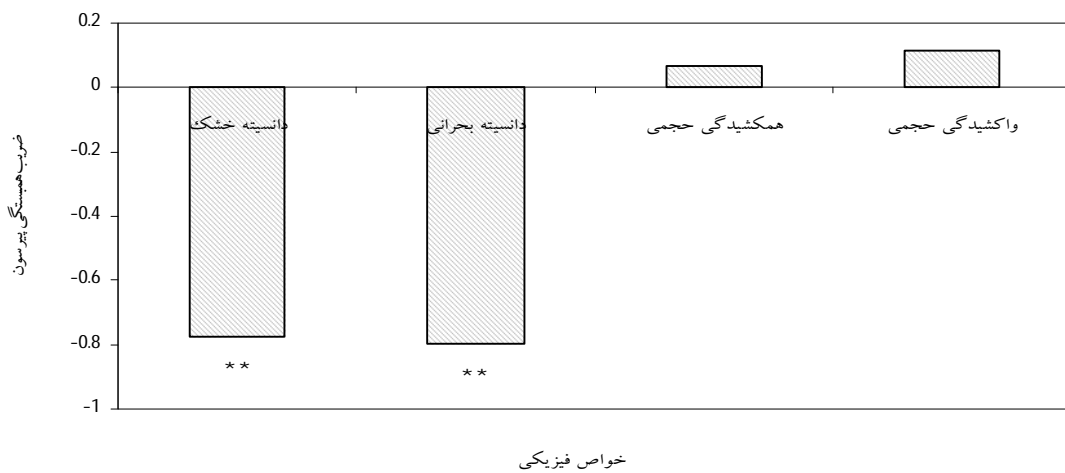
ارتباط بین خواص مختلف در چوب توسکا قشلاقی

همبستگی بین پهنای دوایر رویش با خواص فیزیکی و بیومتری در چوب توسکا قشلاقی

قشلاقی در جدول 2 نشان داده شده است. نتایج نشان داد که ارتباط منفی و معنی دار بین قطر حفره سلولی با دانسیته خشک و بحرانی وجود دارد. همچنین ارتباط بین سایر خواص بیومتری با خواص فیزیکی معنی دار نیست. به طور کلی دانسیته چوب توسکای قشلاقی به وسیله دو خصوصیت پهنای دایر رویش و قطر حفره-سلولی تاثیر پذیرفته است.

داری بین پهنای دایر رویش با دانسیته خشک و بحرانی چوب توسکا قشلاقی وجود دارد، در حالی که ارتباط بین رویش با همکشیدگی و واکشیدگی غیر معنی دار بوده است. همچنین ارتباط بین رویش با خواص بیومتری نشان داد که ارتباط منفی و معنی دار بین پهنای دایر رویش با قطر حفره سلولی وجود دارد، در حالی که ارتباط با سایر خواص بیومتری معنی دار نیست.

همبستگی پیرسون بین خواص فیزیکی و بیومتری در چوب طبیعی و دست کاشت توسکا



شکل 10- همبستگی پیرسون بین پهنای دایر رویش با خواص فیزیکی و بیومتری در چوب توسکا قشلاقی * معنی داری در سطح 5 درصد و ** در سطح یک درصد

جدول 2- ارتباط بین خواص فیزیکی و بیومتری در چوب توسکا قشلاقی

خواص	دانسیتة خشک	دانسیتة بحرانی	همکشیدگی	واکشیدگی حجمی
طول الیاف	-0/432	-0/403	-0/321	-0/266
قطر الیاف	-0/435	-0/471	0/254	0/281
قطر حفره سلولی	-0/595	-0/615	0/106	0/099
ضخامت سلولی	-0/084	-0/123	0/316	0/370
ضریب درهمرفتگی	-0/350	-0/322	-0/199	-0/247
انعطاف پذیری	0/105	0/157	-0/439	-0/439
رانکل	0/333	0/313	0/235	0/258

بحث و نتیجه گیری

کاشت و عدم معنی داری قطر الیاف بین چوب دست کاشت و طبیعی نسبت داد. زیرا هر چه مقدار طول الیاف افزایش یابد مقدار ضریب درهمرفتگی افزایش می یابد. با افزایش ضریب درهمرفتگی کیفیت و مرغوبیت کاغذ بهبود می یابد [19]. اما اختلاف بین چوب دست کاشت و طبیعی از نظر ضرایب انعطاف پذیری و رانکل معنی دار نیست.

بسیاری از محققان عقیده دارند که درختان رشد یافته در شرایط رویشگاهی دست کاشت، چوبی با کیفیت پایین مانند دانسیته و سایر خصوصیات چوب تولید می کنند [19 و 20]. به عنوان مثال، لنگبور و همکاران (2011) گزارش نمود که تفاوت معنی دار در میزان جرم ویژه و سایر خصوصیات چوب در گونه ماهگونی طبیعی و دست کاشت وجود داشته و کیفیت چوب در گونه طبیعی بسیار بالاتر از گونه دست کاشت بوده است [9]، یا در درختان طبیعی *Terminalia amazoniz* در پاناما [10]، نیکاراگوئه [4]، بولیوی، ونزوئلا و کلمبیا [7] و هندوراس [14] دارای خصوصیات چوب پایین تری نسبت به گونه یادشده به صورت دست کاشت در کاستاریکا [11] داشته است. همچنین، میزان دانسیته چوب

به طور کلی، دانسیته چوب تحت تاثیر ضخامت دیواره سلولی و درصد چوب پایان قرار دارد، زیرا بین این صفات ارتباط مستقیمی وجود دارد. تعداد و قطر آوندها تاثیر معکوس بر دانسیته چوب دارد [13]. نتایج نشان داد که اختلاف معنی دار در خواص فیزیکی و ابعاد الیاف به غیر از طول الیاف در توسکا طبیعی و دست کاشت وجود ندارد. افزایش طول الیاف در چوب دست کاشت را می توان به شرایط رویشگاهی مطلوب تر و بهتر این گونه نسبت به چوب طبیعی نسبت داد. زیرا درختان دست کاشت در ارتفاع پایین تر (منطقه جلگه) نسبت به گونه طبیعی قرار داشتند. همچنین فواصل کاشت کم سبب ایجاد رقابت نوری شدید می شود که این امر افزایش طول ارتفاع درختان و افزایش طول الیاف را به همراه دارد.

اختلاف معنی دار بین چوب دست کاشت و طبیعی از نظر ضریب درهمرفتگی وجود دارد به طوری که این ضریب در چوب دست کاشت بیشتر از چوب طبیعی است که علت آن را می توان در افزایش طول الیاف در چوب دست-

طبقه‌بندی، میزان ضریب انعطاف‌پذیری در چوب توسکا قشلاقی طبیعی و دست کاشت در گروه دوم قرار می‌گیرد که بسیار مناسب برای تولید کاغذ می‌باشد. به‌طورکلی، فیبرهای سخت و سفت با ضریب انعطاف‌پذیری بین 50 تا 30، مناسب برای تولیدات کاغذ نیستند و بیشتر در تولیدات مقوا استفاده می‌شود [2]. مقدار قابل قبول ضریب درهم‌رفتگی برای صنایع کاغذسازی بیش از 33 درصد است [16]، که از این نظر مقدار این ضریب در چوب دست‌کاشت و طبیعی مطلوب صنعت کاغذ است.

زمانی که مقدار ضریب رانکل بیش از یک باشد فیبرهای آن دارای دیواره سلولی ضخیم هستند و سلولز به‌دست آمده از این نوع فیبر کمتر در صنعت کاغذ استفاده می‌شود و زمانی که این مقدار برابر یک باشد فیبرهای آن دارای دیواره سلولی متوسطی هستند و سلولز به‌دست آمده از این نوع فیبر مناسب برای تولید کاغذ است. هنگامی که مقدار این ضریب کمتر از یک باشد فیبرهای آن دارای دیواره سلولی نازک هستند و سلولز به‌دست آمده از این نوع فیبر بیشتر در صنعت کاغذ استفاده می‌شود [16]. مطابق با این نکته، مقدار ضریب رانکل در چوب دست کاشت و طبیعی دارای دیواره سلولی نازک و برای تولید کاغذ مناسب هستند.

توسکای قشلاقی طبیعی در ترکیه [6 و 12] از مقدار دانسیته چوب توسکای طبیعی و دست-کاشت مورد مطالعه بیشتر و کیفیت چوب آن بهتر و بالاتر است. این نتایج متفاوت ناشی از تاثیر رویشگاه، اقلیم و شرایط محیطی بر کیفیت چوب نشات می‌گیرد.

ارتباط مستقیم بین دانسیته خشک با همکشیدگی حجمی در چوب توسکا دست‌کاشت و طبیعی وجود دارد، شدت همبستگی بین این صفات در چوب طبیعی به میزان 50 درصد بیشتر از چوب دست‌کاشت است. به عبارت دیگر تغییرات همکشیدگی چوب با دانسیته چوب هم خوانی دارد. بکتاس و گولر (2001) بیان کردند که همکشیدگی و واکشیدگی حجمی به وسیله عواملی مانند نسبت چوب درون به برون چوب، زاویه میکروفیبریل در لایه ثانویه و غیره تاثیر می‌پذیرد [3]. اما پارامتر مهمی که بر همکشیدگی و واکشیدگی حجمی چوب موثر است، دانسیته می‌باشد [5].

چهار گروه برای طبقه‌بندی فیبر از نظر ضریب انعطاف‌پذیری وجود دارد 1- فیبرهای خیلی الاستیک که مقدار ضریب انعطاف‌پذیری آن بیش از 75 باشد، 2- فیبرهای الاستیک با ضریب بین 50 تا 75، 3- فیبرهای سخت و سفت بانسبت بین 30 تا 50، و 4- فیبرهای با سفتی بالا که میزان ضریب آن کمتر از 30 باشد [2]. مطابق با این

منابع

2. Bektas, I., Tutus, A., and Eroglu, H., 1999. A study of the suitability of Calabrian pine (*Pinus Brutiaten.*) for pulp and paper manufacture. *Turk J Agric For* 23: 589-599.
 3. Bektas, I., and Guler, C., (2001). Determination of some physical properties of beech wood (*Fagus orientalis Lipsky*) from Andirin region. *Turkish Agric For J* 25: 209-215.
 4. González G, Wiessel C and Chavarri G. 1973. *Propiedades y Usos de Quince Especies Maderables del Nordeste de Nicaragua*. FO: SF/NIC 9. Informe Técnico 9. Gobierno de Nicaragua, Managua.
 5. Guler, C., Copur, Y., Akgul, M., Buyukasari, U., 2007. Some chemical, physical and mechanical properties of juvenile wood from black pine (*Pinus nigra Arnold*) plantations. *Journal of Applied Science* 7(5):755-758.
 6. Guller, B., Ay, N., 2001. Some mechanical properties of alder [*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.] wood obtained from Artvin region. *Tubitak Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 25, 129-138.
 7. Keenan FJ and Tejada M. 1987. *Maderas Tropicales Como Material de Construcción en los Países del Grupo Andino de América del Sur*. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa.
 8. Kord B, Kialashkai A, Kord B. 2010. The within-tree variation in wood density and shrinkage, and their relationship in *Populus euramericana*. *Turkish Agriculture and Forestry* 34: 121-126
1. ثابتی، ح. 1384. درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد.

9. Langboar R, Gerard G, Roda GM, Ahmad Fauzi P, Guibal D. Comparison of wood properties of planted big-leaf mahogany (*switetenia macrophglla*) in Martinia Island with naturally grown mahogany from Barazil, Mexico, and Peru. *Journal of Tropical Forest Science* 23(3):252-259
10. Llach L. 1971. *Propiedades físicas y mecánicas de ciento trece especies maderables de Panamá*. Parte 3. Universidad de Costa Rica, Curridabat, Costa Rica.
11. Moya R and Muñoz F. 2010. Physical and mechanical properties of eight fast-growing plantation species in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science* 22(3): 317–328 (2010).
12. Ors Y, Ay N (1999). Physical Properties of Alder [*Alnus glutinose* subsps. *barbata* (C.A.Mey.) Yalt.] Wood Obtained From Rize-.ayeli Region. *Turkish agriculture and forestry* 23:803-808.
13. Panshin, A J. and C. de Zeeuw, 1980. Textbook of wood technology. Ed.4. McGrawHill Book Company, New York.
14. Shupe TF, Aguilar RT, Vlosky RT, Belisle M and Chavez A. 2005. Wood properties of selected lesser-used Honduran wood species. *Journal of Tropical Forest Science* 17: 438–446.
15. Taylor, F.W. and T.E. Wooten. 1973. Wood property variation of Mississippi delta hardwoods. *Wood & Fiber* 5: 2-13.
16. Xu, F., Zhong, X.C., Sun, R. C., and Lu, Q. 2006. Anatomy, ultra structure, and lignin distribution in cell wall of *Caragana Korshinskii*. *Industrial Crops and Production* 24: 186-193.
17. Zahner, R. 1968. Site quality and wood quality in upland hardwoods: theoretical considerations of wood density. In: C.T. Youngberg & C.B. Davey, *Tree growth and forest soils*: 472-497.
18. Zhang, S.-Y. and Y. Zhong. 1990. Effect of growth rate on specific gravity of East-Liaoning oak (*Quercus liaotungensis*) wood. *Can. J. For. Res.* 21: 255 -260.
19. Zobel B and Sprague J. 1998. *Juvenile wood in trees*. Springer-Verlag, New York.
20. Zobel B and Van Buijtenen B. 1989. *Wood Variation: Its Causes and Control*. Springer Verlag, New York

