اثر ارتفاع از سطح دریا بر خواص بیومتری، فیزیکی و مکانیکی گونه توسکا ییلاقی (مطالعه موردی در منطقه سوادکوه)

چکیده

بررسی ویژگی‌های چوب یک‌گونه در ارتفاعات مختلف همیشه موردتوجه محققین این رشته قرارگرفته است، زیرا ارتفاع از سطح دریا یکی از گزینه‌های مهم و تأثیرگذار بر عوامل اقلیمی (دما، بارندگی، نور خورشید و رطوبت نسبی) در یک منطقه است. هدف این پژوهش دستیابی به شناخت دقیق از تغییرات خواص بیومتری، فیزیکی و مکانیکی گونه توسکا ییلاقی در ارتفاعات مختلف شمال ایران است. در این تحقیق سه ارتفاع رویشگاهی از سطح دریا در منطقه سوادکوه، حوزه تلار استان مازندران بانام‌های سری شلیمک(ارتفاع ۱۴۰۰ متری)، سری میانا (ارتفاع ۱۰۰۰ متری) و سری میان دره (ارتفاع ۵۰۰ متری) انتخاب گردید. از هر ارتفاع سه درخت و در کل نه درخت قطع و از هر درخت یک دیسک به ضخامت ۱۰cm سانتی‌متر و یک گرده‌بینه به طول ۱۵۰cm از قطر برابرسینه به سمت بالا تهیه گردید. پس از آماده‌سازی اولیه، نمونه‌هاجهت بررسی خواص مختلف طبق استاندارد اندازه بری شد و مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا یکی از عوامل مؤثر در تغییرات خواص موردمطالعه است، به‌طوریکه با افزایش ارتفاع از سطح دریا، میانگین طول الیاف، قطر الیاف، ضخامت حفره و ضخامت دو دیواره کاهش و میانگین جرم ویژه و هم کشیدگی حجمی، مدول الاستیسیته، مدول گسیختگی، فشار موازی الیاف، شکاف خوری، میخ کشی در سطح مقطع و سختی مماسی، شعاعی و سطح مقطع افزایش یافت. خواص موردمطالعه چوب توسکا ییلاقی در هر سه ارتفاع موردبررسی در محدوده متوسط قرار دارد.

واژگان کلیدی: توسکا ییلاقی، خواص بیومتری، خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، ارتفاع از سطح دریا.

رضا بخشی

استادیارگروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، چالوس، ایران

مسئول مکاتبات:
reza_bakhshi1340@yahoo.co

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۲

مقدمه

منطقه رویشی هیرکانی در دامنه‌های شمالی البرز، یکی از پنج ناحیه رویشی ایران است، که رویشگاه درختان باارزشی چون توسکا ییلاقی است. این درخت از خانواده *Betulaceae*حدود ۶/۷ درصد از حجم سرپای جنگل‌های شمال ایران، و پس از راش، ممرز، بلوط بلندمازو چهارمین درخت تجاری کشور است[۱]. این‌گونه نورپسند، بومی ایران و قفقاز و طالب خاک‌های مرطوب و شنی-رسی است، به همین دلیل در کنار رودخانه‌ها و قعر دره ها‌از جلگه تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری از سطح دریا می‌روید[۲]. به‌صورت خالص و آمیخته به همراه گونه‌های راش، افرا، ممرز، انجیلی و لرگ یافت می‌شود[۳]. توسکاییلاقی یکی

از گونه‌های سریع الرشدجنگل‌های شمال ایران،دارای رشد قطری سالیانه بیش از یک سانتیمتر[۴]، و رشد طولی سالیانه بیش از یک متر [۵] می‌تواندتأمین‌کننده مواد چوبی صنایع سلولزی کشور [۴] باشد. این‌گونه به علت نیازهای اکولوژیکی اندک در خاک‌های فقیر زیر رو شده ناشی از جاده‌سازی و رانش زمین به‌خوبی توسعه و گسترش می‌یابد، زیرا ریشه آن با باکتری اکتینومیست فرانکیا همزیستی داشته که باعث تثبیت نیتروژن هوا و تأمین نیازمندی‌های خود می‌شود [۶]. برگ‌های این‌گونه کشیده،نوک‌تیز و در قاعده قلبی شکل است، مخروط میوه کمی درشت‌تر از مخروط میوه توسکا قشلاقی است، ارتفاع درخت حدود ۳۵ متر، دیر زیستی آن ۶۰ سال وازنظر گل یک‌پایه است، گل‌های نر به‌صورت شاتون در اواخر زمستان و گل‌های ماده مخروطی شکل و از فلس‌های متعددی تشکیل یافته است. پوست آن در جوانی صاف، ولی در سنین بالا شکاف‌های مستطیلی شکل عمیق پیدا می‌کند، زادآوری آن توسط بذر، پاجوش و ریشه جوش صورت می‌گیرد[۲]. درون‌چوب مشخصی ندارد و چوب آن به رنگ کرم مایل به صورتی است، در برابر حمله حشرات و قارچ‌هاکم‌دوام است [۷]. این‌گونه دارای میخ خوری خوبی است درنتیجه در جعبه سازی، قایق‌سازی، صندلی‌سازی، مبل‌سازی و روکش و تخته لایه، همچنین در صنایع تخته خرده چوب، MDF، و کاغذسازی مورداستفاده قرار می‌گیرد[۸]. در اروپا و امریکا توسکا در صنایع‌دستی مانند پشت برس، دسته جارو، دستگیره، اسباب‌بازی و کفش‌های پاشنه‌بلند زنانه کاربرد دارد[۷]. اهمیت اقتصادی چوب، استفاده گسترده آن و محدودیت منابع طبیعی نیازمند تعیین کیفیت چوب جهت کاربرد تخصصی آن است، این ویژگی مستلزم بررسی خواص فیزیکی، آناتومی و مکانیکی چوب می‌باشد [۹]. فاکتورهای اقلیمی (حرارت محیط، شدت روشنایی، رطوبت هوا، باد و بارندگی)، فاکتورهای فیزیکوگرافیکی (شیب دامنه، ارتفاع از سطح دریا)، فاکتورهای ادافیکی (خواص خاک) و فاکتورهای بیوتیک(انسان‌ها، گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها) عوامل اصلی تغییر ساختمان و خواص چوب می‌باشند [۱۰]. نرخ رویش ممکن است با افزایش ارتفاع از سطح دریا به دلیل فقر خاک، کاهش حرارت محیط، افزایش وزش باد و کوتاهی فصل رویش کاهش یابد، این شرایط خشن در زمان طولانی باعث کاهش طول الیاف و تغییر خواص مکانیکی می‌گردد[۱۱]. Topaloglu و همکاران (۲۰۱۶) با تحقیقی بر روی گونه راش (*Fagus orientalis L.*) در چهار ارتفاع (۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ متر) به این نتیجه رسیدند که طول الیاف با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش می‌یابد، قطر الیاف، قطر حفره و ضخامت دیواره سلولی با افزایش ارتفاع از سطح دریا به‌طورنامنظم افزایش می‌یابد، جرم ویژه، مقاومت فشاری و مقاومت برشی افزایش، مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته و سختی سطح مقطع نیز به‌طور نامنظم افزایش می‌یابد[۱۲]. Kiaei و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی خواص بیومتری چوب ممرز (*Carpinus betulusL.*) در ۶ منطقه ارتفاعی از سطح دریا (۳۰۰، ۵۰۰، ۷۰۰، ۹۰۰، ۱۱۰۰ و ۱۳۰۰ متر) بیان کردند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا طول الیاف و قطر الیاف کاهش و ضخامت دیواره سلولی افزایش می‌یابد[۱۳]. Gorosin(۲۰۰۳) گزارش نمود که دانسیته راش اروپا (*Fagus sylvatica L.*) با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش می‌یابد[۱۴]. Kiaei و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی چوب گونه انجیلی (*Parrotia persicaCAMeyer*) در سه ارتفاع (۱۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰) نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع از سطح دریا جرم ویژه به‌طور نامنظم افزایش می‌یابد [۱۵]. Barij و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی چوب گونه (*Quercus pubescenswilld*) دریافتند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا مقاومت خمشی این‌گونه افزایش می‌یابد[۱۶]. Kahvci(۲۰۱۲) با تحقیق بر روی گونه *Alnus glutinosa subsp.barbata (C.A.Mey)Yalt* به‌این نتیجه رسید که با افزایش ارتفاع از سطح دریا خمش استاتیک، مدول الاستیسیته و فشار موازی الیاف کاهش می‌یابد [۱۷]. Golbabaei و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی چوب ممرز (*Carpinus betulus L.*) در دو ارتفاع از سطح دریا (۷۰۰ و ۱۲۰۰ متر) در منطقه گلستان گزارش نموده اندکه با افزایش ارتفاع از سطح دریا جرم ویژه افزایش می‌یابد، ولی خمش استاتیک، مدول الاستیسیته، فشار موازی الیاف، فشار عمود بر الیاف، کشش موازی الیاف، خروج میخ در جهت جانبی، خروج میخ در جهت انتهایی، برش موازی

الیاف، شکاف خوری، سختی در سطح جانبی، سختی در جهت انتهایی کاهش می‌یابد [۱۸]. Golbabaeiو همکاران (۲۰۰۷) با بررسی چوب گونه بلوط بلندمازو (*Quercus castaneafoliaC.A.Mey*) در دو ارتفاع از سطح دریا (۴۵۰ و ۸۵۰) در جنگل‌های شفا رودد‌یافتند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا جرم ویژه و مقاومت به فشار عمود بر الیاف کاهش می‌یابد ولی مدول الاستیسیته، خمش استاتیک، مقاومت به فشار موازی الیاف، کشش عمود بر الیاف، مقاومت به برش موازی الیاف، شکاف خوری، مقاومت به خروج میخ در جهت جانبی و انتهایی افزایش می‌یابد [۱۹]. این پژوهش باهدف شناخت دقیق تغییرات خواص بیومتری، فیزیکی و مکانیکی گونه توسکا ییلاقی در ارتفاعات مختلف شمال ایران پایه‌گذاری گردید، تا یکی از گونه‌های مهم و بااهمیت این منطقه که سطح وسیعی از پوشش جنگلی منطقه شمال ایران را دربردارد و تاکنون تحقیق کاملی در خصوص خواص آن صورت نگرفته، مورد ارزیابی و کنکاش قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۹ اصله درخت از گونه توسکا ییلاقی (*Alnus subcordata*) از سه ارتفاع رویشگاهی (از هر ارتفاع سه درخت) از جنگل‌های شهرستان سوادکوه و از حوزه تلار و از طرح جنگلداری جنگل‌های چوب و کاغذ مازندران در سه سری به نام‌های شلیمک، میان دره و میانا با مشخصات جدول ۱ انتخاب گردید. سپس از هر درخت یک گرده‌بینه از ارتفاع برابرسینه به طول ۱۵۰ سانتیمتر برای خواص مکانیکی و یک دیسک به ضخامت ۱۰ سانتیمتر برای خواص فیزیکی و بیومتری تهیه گردید، نمونه‌های آزمونی از چوب نزدیک پوست بر اساس استاندارد معین تهیه شد.

جدول ۱-مشخصات رویشگاه و پایه‌های موردبررسی گونه توسکا ییلاقی در سه منطقه رویشگاهی

سری	شلیمک	میانا	میان دره
پارسل	۲۴	۱۸	۱۵
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۱۴۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰
جهت شیب دامنه	شمالی	شمالی	شمال-شمال غربی
سن درختان (سال)	۴۸	۴۴	۴۵
قطر درختان (سانتیمتر)	۳۰	۳۲	۳۶
ارتفاع درختان (متر)	۲۷	۲۸	۳۲
پهنای دوایر رویش سالیانه (میلیمتر)*	۲/۴۸	۴/۵	۵/۹

*اندازه‌گیری پهنای دوایر رویش با استفاده از بینوکولار توسط نویسنده صورت گرفت.

خواص بیومتری

در این بررسی ۹دیسک (از قطر برابرسینه) از سه ارتفاع رویشگاهی (از هر ارتفاع سه دیسک) به کارگاه صنایع چوب منتقل شد، از هر دیسک ۴ نمونه (به ابعاد ۱×۱×۱ سانتیمتر) در چهار جهت جغرافیایی (شمال، جنوب، شرق و غرب) نمونه‌برداری شد، ودرمجموع ۳۶ نمونه به آزمایشگاه آناتومی منتقل گردید، به ازای هر نمونه، پس از آماده‌سازی به روش فرانکلین [۲۰] ۲۰ فیبر جهت اندازه‌گیری ابعاد الیاف انتخاب شد. در این روش محلولی از اسید استیک و آب‌اکسیژنه با غلظت ۱۰۰ درصد و با نسبت ۵۰ به ۵۰ استفاده‌شده است. نمونه‌های چوبی به شکل خلال‌های باریکو به ابعاد (cm^3) ۱ × ۰/۲ × ۰/۲ تهیه شد و در داخل لوله‌های آزمایش درب دار (میکرو کوانت) قرار گرفت،

سپس محلول اسید استیک و آب‌اکسیژنه توسط پیپت به‌اندازه دو برابر حجم نمونه‌هابر روی آن ریخته شد،نمونه‌ها در داخل اتو با دمای ۱± ۶۴درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت،پس‌ازآننمونه‌ها با آب مقطر کاملاً شستشو داده شد و برای مشاهده و بررسی ابعاد الیاف (طول، قطر، قطر حفره و ضخامت دو دیواره الیاف)

در زیر میکروسکوپ‌نوری Nikon microscopic, Elipse (50i, Japan)آماده گردید.

خواص فیزیکی

ازهر پایه درختی یک دیسک (قطر برابرسینه)، ۲۴ نمونه به ابعاد ۲×۲×۲سانتیمتر در چهار جهت جغرافیایی (شمال، جنوب، مشرق و مغرب) به‌صورتصلیبی (بر اساس استاندارد3131-ISO) از نزدیک مغز تا نزدیک پوست تهیه شد، در این تحقیق ۲۱۶ نمونه از ۹ پایه درختی جهت بررسی خواص فیزیکی آماده گردید. به علت فاصله زمانی بین قطع درخت و بررسی خواص فیزیکی نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آب غوطه‌ور شدند، سپس وزن و حجم اشباع نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال (۰/۰۰۱ گرم) و کولیس (۰/۰۰۱ میلی‌متر) تعیین شد. در مرحله بعد نمونه‌ها در داخل اتوو به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۲±۱۰۳درجه‌سانتی‌گراد قرار داده شد تا نمونه‌ها کاملاً خشک شوند، میزان حجم و وزن نمونه‌هادر حالت خشک نیزمحاسبه شد.دانسیته خشک از تقسیم وزن خشک به حجم خشک ودانسیته بحرانی ازتقسیم وزن خشک به حجم اشباع محاسبه شدند. هم کشیدگی حجمی، مماسی و شعاعی نمونه‌ها (براساس استاندارد ۴۸۵۸-ISO و ۴۴۶۹-ISO) نیز از طریق فرمول موردمحاسبه قرارگرفت [۲۱].

خواص مکانیکی

از هر پایه درختی یک گرده‌بینه به طول ۱۵۰ سانتیمتر از قطر برابرسینه تهیه و برای برش برداری به کارگاه صنایع چوب منتقل گردید، از هر پایه ۳ نمونه و درمجموع ۲۷نمونه مکانیکی (از ۹ پایه درختی) جهت هر آزمون مکانیکی موردبررسی و پژوهش قرار گرفت، نمونه‌ها قبل از انجام آزمون مکانیکی به‌منظور رسیدن به رطوبت تعادل در اتاق کلیماتیزه (حرارت ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۶۰درصد) قرار داده شدند. تمام آزمون‌ها (جدول ۲) بر اساس استاندارد D143-94-ASTMتهیه و اندازه بری گردید [۲۲]، در این تحقیق روش اندازه‌گیری آزمون بر اساس روش سه‌نقطه‌ای تنظیم و ارائه‌شده است.

جدول ۲- مشخصات آزمون‌های مکانیکی بر اساس استاندارد ASTM

آزمون	تعداد نمونه‌ها	ابعاد نمونه‌ها (سانتی‌متر)	سرعت بارگذاری (میلی‌متر بر دقیقه)
خمش استاتیک	۲۷	۲/۵×۲/۵×۴۱	۱/۳
فشار موازی الیاف	۲۷	۲/۵×۲/۵×۱۰	۴
فشار عمود بر الیاف	۲۷	۵×۵×۱۵	۰/۳
کشش عمود بر الیاف	۲۷	۵×۵×۶/۳	۲/۵
برش موازی الیاف	۲۷	۵×۵×۶/۳	۰/۶
شکاف خوری	۲۷	۵×۵×۹/۶	۲/۵
میخ کشی	۲۷	۵×۵×۱۵	۲
سختی	۲۷	۵×۵×۱۵	۶

روش تجزیه و تحلیل آماری

مقادیر میانگین حاصل از اندازه‌گیری صفات فیزیکی، بیومتری و مکانیکی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۱۹در قالب طرح آنالیز واریانس دوطرفه و درنهایت مقایسه و گروه‌بندی میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

خواص فیزیکی: نتایج آزمون تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر خواص فیزیکی چوب توسکاییلاقی (جرم ویژه خشک، جرم ویژه بحرانی و هم کشیدگی حجمی، هم کشیدگی شعاعی و مماسی) در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار است.به‌طورکلی تغییرات دانسیته در گونه‌های چوبی

پهن‌برگباضخامت دیواره سلول و درصد آن، تعداد آوندها، فیبرها و اشعه چوبی ارتباط نزدیکی دارد [۲۳]، و همواره این تغییرات در درون گونه‌های یک‌پایه از الگوی معینی پیروی نمی‌کند، ولی عموماً رویشگاه غنی سبب افزایش دانسیته در گونه بخش روزنه‌ای می‌گردد و در گونه‌های پراکنده آوند درختان با سنین برابر و رویشگاه‌های مشابه دارای تغییرات دانسیته اندک می‌باشند [۱۶]. در این بررسی با افزایش ارتفاع از سطح دریا جرم ویژه چوب توسکا ییلاقی افزایش می‌یابد، که علت آن را می‌توان به تغییرات ساختاری (آناتومی) چوب نسبت داد. به‌طوری‌که با افزایش تعداد آوندها در واحد سطح [۲۴]، افزایش تعداد فیبرها و ضخامت دیواره سلولی میزان دانسیته چوب افزایش می‌یابد [۲۳]. نتایج به‌دست‌آمده از ضخامت دیواره سلولی (جدول ۳) تغییرات دانسیته را تائیدمی‌نماید. این تغییرات در اثر ارتفاع از سطح دریا در تحقیقات Tapaloglu و همکاران (۲۰۱۶) در مورد گونه راش و Kiaei و همکاران (۲۰۱۵) در مورد گونه انجیلی مطابقت دارد. نوسانات هم کشیدگی در نمونه‌های چوبی مختلف یک درخت تحت تأثیر اندازه و شکل نمونه‌ها، دانسیته، سرعت خشک شدن و میزان ترکیبات شیمیایی آنها قرار می‌گیرد، در چوب بالغ پهن برگان مقدار هم کشیدگی با دانسیته، زاویه میکروفیبریل‌ها و راستای الیاف ارتباط مستقیم دارد [۲۵]. با افزایش ارتفاع از سطح دریا هم کشیدگی حجمی چوب درختان گونه توسکا ییلاقی افزایش می‌یابد، که علت آن را می‌توان به تغییرات جرم ویژه نسبت داد [۲۸-۲۶].

جدول ۳-اثر ارتفاع از سطح دریا بر خواص فیزیکی چوب گونه توسکا ییلاقی در سه رویشگاه

خواص	سری شلیمک (ارتفاع ۱۴۰۰ متر)	سری میانا (ارتفاع ۱۰۰۰ متر)	سری میان دره (ارتفاع ۵۰۰ متر)	F	Sig
جرم ویژه خشک (gr/cm^3)	۰/۰±۰۵/۵۱	۰/۰±۰۴/۴۸	۰/۰±۰۵/۴۶	۸/۰۴	۰/۰۰۱
جرم ویژه بحرانی(gr/cm^3)	۰/۰±۰۴/۴۶	۰/۰±۰۳/۴۱	۰/۰±۰۴/۴۰	۲۲/۵۶	۰/۰۰۱
درصد هم کشیدگی حجمی	۱/۱۲±۲۹/۴۸	۱/۱۱±۳۳/۸۱	۱/۱۰±۱۲/۲۹	۴/۵۹	۰/۰۱
درصد هم کشیدگی مماسی	۰/۷±۴۸/۴۱	۰/۷±۴۴/۱۲	۰/۶±۴۶/۸۸	۳/۴۳	۰/۰۳
درصد هم کشیدگی شعاعی	۰/۵±۳۶/۱۲	۰/۵±۳۲/۰۸	۰/۴±۲۸/۷۶	۳/۸۷	۰/۰۲

خواص بیومتری

به عقیده بیشتر دانشمندان و محققان علوم چوب عوامل خارجی یا رویشگاهی (ارتفاع از سطح دریا، جهت و شیب زمین، خاک، دما، رطوبت نسبی، نور، باد و غیره) وعوامل درونی (ژنتیکی) باعث تغییر خواص آناتومی چوب می‌گردد که شناخت این تغییرات از حذف آنها مهم‌تراست [۲۹].نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد،که طول و قطر الیاف، قطر حفره و ضخامت دو دیواره الیاف (۲P)در گونه توسکا ییلاقی با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش می‌یابد، که در سطح اعتماد ۹۵٪ اختلاف معنی دار مشاهده می‌شود. این تغییرات در ابعاد الیاف را می‌توان به شرایط رویشگاهی منطقه سوادکوه (دما، بارندگی، خاک منطقه، نور و غیره) نسبت داد. این روند تغییرات در اثر ارتفاع از سطح دریا در تحقیقات Kiaei و همکاران (۲۰۱۹) در مورد گونه ممرز گزارش‌شده است.

جدول ۴- اثر ارتفاع از سطح دریا برخواصبیومتری چوب گونه توسکا ییلاقی در سه رویشگاه

خواص	سری شلیمک (ارتفاع ۱۴۰۰ متر)	سری میانا (ارتفاع ۱۰۰۰ متر)	سری میان دره (ارتفاع ۵۰۰ متر)	F	Sig
طول الیاف (میکرون)	۱۱۳۰±۸۷	۱۱۹۰±۷۶	۱۳۵۰±۸۹	۴۳/۶	۰/۰۰۰۱
قطر الیاف (میکرون)	۱/۱۴±۷/۸	۱/۱۵±۹/۹	۲/۱۹±۱/۱۹	۱۶/۷	۰/۰۱
قطر حفره الیاف (میکرون)	۰/۵±۶/۰۱	۰/۶±۸/۶	۰/۷±۹/۹	۱۳/۲۵	۰/۰۰۱
ضخامت دو دیواره الیاف (میکرون)	۰/۹±۷/۷۵	۰/۱۰±۶/۳	۰/۱۱±۸/۶	۱۲/۵	۰/۰۰۱

طول الیاف چوب با مقاومت مکانیکی و قطر الیاف با کلیه ویژگی‌های کیفی چوب ارتباط مستقیم دارد ولی ازآنجایی‌که این دو ویژگی به‌شدت با وزن مخصوص چوب مرتبط است معمولاً تفسیر آن روی کیفیت چوب از طریق وزن مخصوص بیان می‌گردد [۲۳]. گونه‌های چوبی ازنظر طول الیاف در سه گروه کوتاه (کمتر از ۰/۹ میلی‌متر)، متوسط (۰/۹ تا ۱/۹ میلی‌متر) و بلند (طول بیش از ۱/۹ میلی‌متر) طبقه‌بندی می‌شوند [۲۱]. با توجه به نتایج استخراج‌شده الیاف چوبی گونه توسکا ییلاقی در گروه الیاف متوسط قرار می‌گیرد.

خواص مکانیکی: با توجه به نتایج آنالیز واریانس به‌دست‌آمده مدول الاستیسیته، مدول گسیختگی، فشار موازی الیاف، شکاف خوری، سختی در سطح مقطع و میخ کشی در سطح مقطع در بین سه ارتفاع در سطح اعتماد ٪۹۵ دارای اختلاف معنی دار می‌باشد. با افزایش ارتفاع از سطح دریا، کلیه خواص مکانیکی چوب افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. همچنین نتایج مقاومت به خروج میخ در سطوح مختلف نشان می‌دهد که سطح مقطع دارای کمترین مقاومت به خروج میخ می‌باشد، درصورتی‌که سطوح جانبی از مقاومت بالاتری برخوردار هستند. این تغییرات ناشی از افزایش جرم ویژه در ارتفاع ۱۴۰۰ متری (۰/۵۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) نسبت به ارتفاع ۱۰۰۰ متری (۰/۴۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و ۵۰۰متری (۰/۴۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب) است، زیرا خواص مکانیکی ارتباط مستقیمی با جرم ویژه چوب دارد [۳۰]، این روند تغییرات در اثر ارتفاع از سطح دریا توسط Golbabaei و همکاران (۲۰۰۷) در مورد گونه ممرز و بلوط مطابقت دارد [۱۹].مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی گونه توسکا ییلاقی (جدول ۵) نسبت به گونه توسکا قشلاقی ایران به ترتیب ۶/۲۵Gpa و ۴۸/۴Mpa[۳۱]، توسکا قشلاقی ترکیه۸/Gpa61 و ۷۷/۵۳Mpa[۳۲] و توسکا قرمز آمریکا ۹/۵۱Gpa و ۶۷/۵۷Mpa[۳۳] از ویژگی‌های مقاومتی بهتر و مرغوب‌تری برخوردار است. همچنین فشار موازی الیاف گونه توسکا ییلاقی (جدول ۴) نسبت به گونه توسکا قرمز آمریکا ۴۰/۱۲Mpa[۳۳] و Alnus acuminate کاستاریکا ۲۹Mpa[۲۸] در جایگاه بهتری قرار دارد. فشار عمود بر الیاف و برش موازی الیاف، گونه توسکا ییلاقی نسبت به گونه توسکا قرمز آمریکا به ترتیب ۳/۰۳Mpa و ۷/۴۴۷Mpa[۳۳] از تحمل بار بیشتری برخوردار است.

نتیجه‌گیری

تأثیر مستقل ارتفاع از سطح دریا بر فشار موازی الیاف، کشش عمود بر الیاف، برش موازی الیاف، میخ کشی در جهت مماسی و شعاعی چوب گونه توسکا ییلاقی غیر معنی دار است. تأثیر مستقل ارتفاع از سطح دریا بر جرم ویژه خشک و بحرانی، درصد هم کشیدگی حجمی، درصد هم کشیدگی مماسی و شعاعی، طول و قطر الیاف، قطر حفره و ضخامت دو دیواره الیاف، مدول الاستیسیته، مدول گسیختگی، فشار موازی الیاف، میخ کشی در سطح مقطع، شکاف خوری، سختی در سطح مقطع، سختی در سطح شعاعی و مماسی معنی دار بود. روند تغییرات جرم ویژه خشک و بحرانی، درصد هم کشیدگی حجمی، مماسی و شعاعی، مدول الاستیسیته، مدول گسیختگی، فشار موازی الیاف، شکاف خوری، میخ کشی در سطح مقطع، سختی سطح مقطع، سختی سطح مماسی و شعاعی با افزایش ارتفاع از سطح دریاافزایش می‌یابد، ولی روند تغییرات طول

و قطر الیاف، قطر حفره و ضخامت دو دیواره الیاف با افزایش ارتفاع از سطح دریا نزولی می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که افزایش جرم ویژه در ارتفاع ۱۴۰۰ متری باعث بهبود خواص مکانیکی شده و مقاومت‌ها را نسبت به ارتفاعات پایین‌بند افزایش می‌دهد، بنابراین کیفیت مکانیکی و فیزیکی چوب توسکا ییلاقی با افزایش ارتفاع از سطح دریا بهبود می‌یابد.

جدول ۵- اثر ارتفاع از سطح دریا بر خواص مکانیکی گونه توسکا ییلاقی در سه رویشگاه

خواص		سری شلیمک (ارتفاع ۱۴۰۰ متر)	سری میانا (ارتفاع ۱۰۰۰ متر)	سری میان دره (ارتفاع ۵۰۰ متر)	F	Sig
مدول الاستیسیته (Gpa)		۱/۱۱±۲/۳	۱/۱۰±۶/۲	۱/۹±۲/۸	۱۲/۲۵	۰/۰۰۱
مدول گسیختگی (Mpa)		۶/۸۸±۴	۷/۷۸±۹/۲	۶/۷۴±۲/۸	۱۴/۸	۰/۰۰۱
فشار موازی الیاف (Mpa)		۴/۴۳±۶/۱	۵/۳۸±۹/۹	۳/۳۵±۲/۱	۹/۲	۰/۰۱
فشار عمود بر الیاف (Mpa)		۰/۵±۹/۸	۰/۵±۹/۷	۰/۶±۹/۴	۱/۰۲	۰/۴۵
کشش عمود بر الیاف (Mpa)		۰/۳±۳۹/۸	۰/۳±۲۷/۶	۰/۳±۲۸/۴	۱/۲۷	۰/۵۵
برش موازی بر الیاف (Mpa)		۱/۱۱±۱/۶	۱/۱۱±۲/۲	۱/۱۰±۸/۸	۱/۹۲	۰/۶۲
شکاف خوری (N.cm)		۵۱/۵۷۰±۲	۴۸/۵۵۲±۲	۴۲/۵۱۰±۸	۷/۴	۰/۰۱
میخ کشی (N.m)	مماسی	۱۸/۲۳۵±۲	۲۳/۲۳۷±۲	۲۴/۲۴۱±۱	۰/۹۵	۰/۵۷
	شعاعی	۱۹/۲۲۹±۸	۲۲/۲۳۳±۲	۲۷/۲۳۸±۸	۰/۸۳	۰/۳۶
	سطح مقطع	۲۲/۲۰۱±۹	۱۸/۱۹۸±۲	۱۷/۱۸۲±۶	۱۷/۸	۰/۰۰۱
سختی (KN)	مماسی	۰/۴±۴۸/۱۷	۰/۴±۳۹/۱	۰/۳±۳۱/۴۶	۳/۷۲	۰/۰۳
	شعاعی	۰/۴±۴۱/۲۶	۰/۳±۳۷/۹۶	۰/۳±۲۹/۵۷	۳/۲۶	۰/۰۲
	سطح مقطع	۰/۶±۳۲/۳۲	۰/۵±۲۷/۹	۰/۵±۴۲/۱۲	۱۳/۱۷	۰/۰۰۱

منابع

[1] GorjiBahri,Y., 2004.Result of loblolly pine(pinusteada L)andCaucasianalder(Alnussubcordata.C.A.Mey) silviculture operations in the Caspian low land regions of Iran. Pajouhesh-va-sazandegi,17(2):2-9

[2] Sabeti,H., 2007.Forests,Trees and shrubs of Iran, Yazd university press, Iran

[3] Kiaei,M., 2013. Effect of cultivation methods on wood static Bending properties in Alnusglutinosa. Original scientific paper, 64(4).265-271

[4] Zare,H and Habashi,H.,1999.Alder species ecological north forest of Iran.

[5] Femmessy,J., 2004. Common alder (Alnusglutinosa) a.s a forest tree in Ireland.Reproduction material,8:80-84

[6] Kahneh,E.Lakzian,A. Astaraii,A. Khavazi,K., 2017. The effect of frankia inoculation on growth, mineral nutrition,and N2-fixation of Alnusglutinosa. Forest and wood products,volume 70,No.1,p:61-

[7] Karimi,A. Talaei,A. Toutounjanian,A., 2008.Atlas of world commercial woods. Aiajh publication. First time. P:49

[8] Trebula, P.,1986.Drying and Hyrothermal Treatment of wood technical university in zvolen: zvolen, Slovakia:P.613

[9] Doosthosseini, K., Parsapajouh, D., 1996.Physical properties and fiber length Variations of Beech (Fagusorientalis) in Radial and longitudinal Directions of Tree. Iranian Journal of Natural Resources,48,33-46

[10] Zoghi, Z., Azadfar, D., Khazaeian,A., 2013. Study of altitude and selection on fiber Biometry properties of FagusorientalisLipsky. Nusantara Bioscience,5(1):30-34

[11] Coomes, D., Allen,R.B., 2007. Effects of sizemcompetition and Altitude on Tree Growth. Journal of Ecology,95(5),1084-1097

[12] Topaloglu, E., Ay.N., Altun, L., Serdar,B., 2016. Effect of altitude and aspect on various wood properties of Oriental beech (Fagusorientalislipsky)wood. Turkish Journal of Agriculture and forestry.40:397-406

[13] Kiaei, M., Moosavi, V., Ebadi,S.E., 2019.Effects of Altitude on Density and Biometric properties of Hornbeam wood(Carpinusbetulus).Forest Systems,28(2),e011

[14] Govorein, S., sinkovic, T., Trajkovic,J., 2003. Some physical and Mechanical properties of Beech wood Grown in Croatia.Wood Research,48,39-52

[15] Kiaei, M., Kord, B., Chehalmardian, A., Moya, R., Farsi,M., 2015.Mineral content in Relation of Radial Position,Altitude,Chemical Properties and Density of Persian Ironwood,Moderas,ciencia y Bosques,24(1):e241964

[16] Barij, N., Stokes, A., Bogaard,T,VanBeek,R., 2007.Does growing on a slope affect tree xylem structure and water relation? Tree physical 27:757-764

[17] Kahveci, E., 2012.Farkhyetismeortamikosullarninsakalhkizilagac(Alnusglutinosasubspbarbata, C.A.Mey)odununubazifizikselvemekanikozellikleriuzerineetkileri. MSc, Karadeniz Technical University,Trabzon,Turkey(in Turkish)

[18] Golbabaei, F., Nourbakhsh, A., Fakhryan, A., falahdosst,Sh., 2004.Variation in engineering characteristics of Hornbean(Carpinusbetulus L.)wood of altitude two Forests Golestan province. . Iranian Journal of wood and paper Science Research vol.19(2):259-286

[19] Golbabaei, F., Ebrahimi, G., Kargarfard,A. and fakhryan,A., 2007.Variation in Mechanical properties of Oak(QuercuscastaneafoliaC.A.Mey)wood growth of Shafarod Forests(Gilan),Iran.Iranian Journal of wood and paper Science Research vol.22No. (1)

[20] franklin,c. l., 1964. Aeapid method of softening wood for microime sectioning, batone rouge

[21] Bektas,I., Guler,C. and Busturk, M., 2002. Principal Mechanical Properties of eastern Beech wood (FagusorientalisLipsky) naturally growth in Andirin Northeastern Mediterranean Region of Turkey. Turkish Agriculture and forestry 26:147-154

[22] ASTM Standard Test Methods., 2000.American society for Testing Materials,Standard Test methods for Testing small clear specimens of timber:ASTM D143-94

[23] Zobel,B.J.andBuijtenen, P., 1989.Wood variation, Its causes and control, spring-verlag. Berlin, Heidelberg.NewYork

[24] Oladi,R.Nasiriani,S.Danekar,A, and Pourtahmasi,K., 2015. Inter-relations between tree-ring width and vessel features in black alder (Alnusglutinosa). Iranian journal of wood and paper science Research vol.30, No. (2)

[25] Panshin,A.J,de Zeeuw,C.,1980.Textbook of wood technology.Ed.4. McGrawltill book company, NewYork

[26] Kord, B., Kialashaki,A and Kord,B.,2010.The within-tree variation in wood density and shrinkage,and their relationship in Populuseuramericana. Turkish Agriculture and Forestry, 34:121-126

[27] Ors,Y. Ay,N.,1999. Physical properties of Alder [Alnusglutinosasubsps. Barbata(C.A.Mey)Yalt] wood obtained from Rize-ayeli region. Turkish agriculture and forestry 23,803-808

[28] Moya,R and Munoz,F., 2010. Physical and mechanical properties of eight fast-growing plantation species in Casta Rica. Journal of Tropical forest science 22(3):317-328

[29] Kollman, F.P. and W.Jr.1968. Pirnciples of wood science and technology, vol: 1, Newyork

[30] Zhang, S.Y., 1997.Wood specific gravity-mechanical property relationship at species level. Wood Sei Tech 31:181-191

[31] Kiaei,M., 2013. Effect of cultivation methods on wood static Bending properties in Alnusglutinosa. Original scientific paper, 64(4).265-271

[32] Guller, B. Ay, N.2001.Some mechanical properties of Alder [Alnusglutinosasubsps. Barbata (C.A.Mey)Yalt] wood obtained from Artvin region. Tubitak Turkish Journal of Agriculture and forestry 25,129-138

[33] Alden, Harry, A., 1995.Hardwood of North American Agriculture forest sevice, P.136

Effect of altitude on biometric, physical and mechanical properties of Caucasian alder species (Case study: Savadkuh region)

Abstract

The study of wood characteristics of a plant species at different altitudes has always been considered by researchers in this field, since altitude is one of the most important and influential variables affecting climatic factors (temperature, rainfall, sunlight and relative humidity) in an area. The aim of this study is to obtain accurate knowledge of changes in biometric, physical and mechanical properties of Caucasian alder (*Alnussubcordata*) species in different altitudes of northern Iran. In this study, three habitats with different altitudes above sea level in Savadkuh region, Talar basin in Mazandaran province, i.e. Shalimak (1400 m.a.s.l), Miyana (1000 m.a.s.l) and MiyanDarreh (500 m.a.s.l) were selected. From each elevation, three trees and a total of nine trees were cut and from each tree, a disk with a thickness of 10 cm and a log with a length of 150 cm at breast height were prepared. After initial preparation, the properties of samples were measured according to the standards to evaluate different properties and were evaluated and analyzed. The results showed that altitude is one of the effective factors in changing the properties of the studied properties; so that with increasing altitude, the average fiber length, fiber diameter, lumen diameter and double thickness of cell walls decrease and the average specific gravity and volume shrinkage, modulus of elasticity, modulus of rupture, compression strength parallel to the grain, cleavage, nail withdrawal resistance in cross-section and tangential, radial and cross-sectional hardness increase. Case study properties of Caucasian alder wood in all three elevations was in the middle range.

Keywords: Caucasian alder, Biometric properties, Physical properties, Mechanical properties, altitude.

Reza Bakhshi

Assistant Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran

Corresponding author:
Reza_Bakhshi1340@Yahoo.com

Received: 2022/03/06
Accepted: 2022/07/13