

## خواص فیزیکی و مکانیکی چوب گونه افرا پلت (*Acer velutinum var. glabrescens*) در رویشگاه‌های شمال کشور

### چکیده

به منظور تعیین ویژگی‌های مهم خواص مکانیکی چوب گونه افرا پلت (*Acer velutinum var. glabrescens*) در جنگل‌های چهار منطقه رویشگاهی شمال کشور (منطقه سفارود گیلان، استان گلستان، سنگده و ویسر) بر اساس استاندارد ASTM آئین‌نامه D143-52 از این گونه ۱۲ درخت انتخاب شد و پس از قطع و تبدیل و انجام آزمایش‌های مختلف، مقاومت‌های مجاز گونه فوق تعیین گردید. این داده‌ها در دو گروه خشک و سبز در رویشگاه‌های مختلف به وسیله تجزیه واریانس و طبقه‌بندی دانکن انجام گردید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که خشک کردن چوب تا حد بسیار زیادی خواص مکانیکی آن را بهبود می‌بخشد. نتایج آزمایش‌ها و تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که خواص مکانیکی چوب افرا پلت تحت تأثیر ارتفاع رویشگاه دچار تغییرات بوده ولی این تغییرات به نوع ویژگی اندازه‌گیری شده وابسته است. اثر جهات جغرافیایی در غالب مقاومت‌ها معنی‌دار نبوده و بیشترین مقاومت‌ها در ارتفاع پایین‌تر درخت مشاهده شد. علاوه بر این، تغییرات مقاومت تابع روند خاصی نبوده و غالباً در ناحیه وسط تنه درخت کاهش و سپس افزایش نشان داده است. در مقایسه مناطق رویشگاهی در کل ملاحظه گردید که گونه افرا پلت منطقه ویسر مازندران بیشترین مقاومت و افرا پلت منطقه سنگده فریم کمترین مقاومت را دارا است.

**واژگان کلیدی:** افرا پلت، (*Acer velutinum var. glabrescens*)، خمش استاتیک، فشار موازی الیاف، فشار عمود بر الیاف.

فرداد گلبابائی<sup>۱\*</sup>  
قنبر ابراهیمی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> مربی پژوهشی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، تهران، ایران.

<sup>۲</sup> استاد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

مسئول مکاتبات:  
[golbabaei.f@gmail.com](mailto:golbabaei.f@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۰۲  
تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۱۵

### مقدمه

به منظور حفاظت از جنگل‌ها و استفاده بهینه از چوب گونه‌های جنگلی در بیشتر کشورهای پیشرفته جهان از جمله امریکا، کانادا، استرالیا و... بر روی خواص مکانیکی گونه‌های مهم جنگلی‌شان آزمایش‌های صورت گرفته و این نتایج به صورت جدولی در انتشارات آن‌ها تحت عنوان مقاومت‌های مجاز ارائه شده است و در اختیار کلیه

مصرف‌کنندگان و متصدیان صنایع چوب قرار گرفته است، با استفاده از این اعداد هرگونه چوبی با مقاومت‌های مناسب در کاربرد خاص خود مصرف خواهد شد که این عمل باعث افزایش طول عمر سازه و حفاظت منابع طبیعی خواهد بود. عدم شناسایی خواص گونه‌های جنگلی و دست‌کشت و به تبع آن موجود نبودن جدول‌های مقاومت مجاز چوب‌های مذکور دلایل این است که چوب پس از

۱۹/۷۸، ۱۹/۰۲، ۱/۳۹، ۹۹/۰۱، ۲۰/۱۲، ۲۲/۳۵ و ۸۷۱/۸۸ میکرون اندازه‌گیری شده است.

Parsapajoh (۱۹۸۸) مقاومت فشار موازی الیاف افرا چناری، کرکف و کرب را به ترتیب ۶۲۰، ۵۸۰ و ۴۹۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع و میزان مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته ظاهری و مقاومت به ضربه چوب افرا چناری و کرکف را به ترتیب ۱۳۷۰، ۱۱۲۰ و ۱۱۳۰۰۰، ۹۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و ۰/۶۵، ۰/۶۵ کیلوگرم در متر در هر سانتی‌مترمربع اعلام نموده است. وی همچنین این مقاومت‌ها را برای گونه *Acer platanoides* به ترتیب ۱۱۲۰، ۹۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و ۰/۶۵ کیلوگرم در متر در هر سانتی‌مترمربع اعلام نموده است وی جرم ویژه نسبی در دو رطوبت صفر و ۱۲٪ رطوبت سه گونه *Acer pseudoplatanoides*، *Acer campestre* و *Acer platanoides* را به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۷۳ و ۰/۵۹ و ۰/۶۳، ۰/۶۲ و ۰/۶۶ اندازه‌گیری نموده است.

Talaeipour و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی بر روی خواص فیزیکی چندسازه‌ها، خواص فیزیکی گونه افرا پلت را به ترتیب برای وزن مخصوص ۰/۴۴ و واکشیدگی طولی ۰/۲۵۷، واکشیدگی شعاعی ۲/۸۸، واکشیدگی مماسی ۵/۱۲ و حجمی را ۸/۴۴ درصد اعلام نموده‌اند.

Tazakor و Parsapajuoh (۲۰۰۴) بررسی دوام چوب افرا (پلت) در حالت طبیعی و تیمار شده با نمک محلول در آب (سلکور) در برابر قارچ رنگین‌کمان انجام داده و مقاومت‌های در حالت طبیعی این گونه را در فشار موازی الیاف و سختی را به ترتیب ۴/۴۱ Kg/m<sup>2</sup> و ۳۷۴/۱۷ کیلوگرم اعلام نموده است.

ALAN BENDTSEN (۱۹۷۵) در بررسی خصوصیات مکانیکی ۲۳ گونه از پهن برگان شرقی، خواص مکانیکی گونه افرا قرمز با جرم مخصوص ۰/۵۱۲ را به ترتیب برای مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته، فشار عمود بر الیاف و برش موازی الیاف به ترتیب ۴۶/۹، ۱۰۶۰۵، ۴/۹ و ۱۰/۵ مگا پاسکال اعلام نموده است.

Mack (۱۹۷۹) جرم ویژه دو گونه افرا *Acer pseudoplatanoides* و *Acer platanoides* را به ترتیب ۰/۶۳ و ۰/۶۶ تعیین نمود. وی سختی برینل را

خروج از جنگل به مصارف اصولی خود نرسیده و با افت زیاد، باعث تسریع در هدر رفتن منابع کاملاً محدود جنگلی ما می‌گردد. یکی از گونه‌های جنگلی مهم ما گونه افرا پلت (*Acer velutinum var. glabrescens*) است درخت افرا در نواحی جنگلی و در خاک‌های اسیدی می‌روید و به خصوص در جنگل‌های شمال ایران فراوان و گونه‌هایی از آن‌ها در باغ‌ها و پارک‌ها برای زینت کاشته می‌شوند (خاک جنگل اسیدی است). در بعضی از گونه‌ها مواد قندی بسیاری وجود دارد از درختان پهن‌برگ با چوب صنعتی و بعضی زینتی هستند و در زمستان خزان می‌کنند. برگ‌ها اکثراً پنجه‌ای متقابل شانه‌ای شامل ۳-۵ برگچه نوک‌دار با دانه‌های نامنظم است. افراها به بیشتر خاک‌ها و شرایط مقاوم هستند؛ که در مورد خواص مکانیکی آن در ایران، به صورت کامل و مدون تحقیقی صورت نگرفته است. در زیر به برخی از تحقیقات انجام شده اشاره می‌شود:

Ebrahimi (۱۹۹۷) در کتاب مکانیک چوب و فرآورده‌های آن در جدول مقاومت‌های مکانیکی برای گونه‌های *acer rubrum* و *Acer accharum* مقاومت به خمش استاتیک و مدول الاستیسیته ۱۳۴۰۰، ۱۵۸۰۰، ۱۶۴۰۰۰ و ۱۸۳۰۰۰۰ پوند بر اینچ مربع اعلام نموده است.

Moradi kshksar (۲۰۰۱) طی بررسی تغییرات خواص فیزیکی و بیومتریکی چوب درخت افرا پلت جنگل‌های منطقه کلپشته تنکابن، به این نتیجه رسید که بین میانگین‌های خواص بیومتریکی و فیزیکی نظیر قطر الیاف، ضخامت دیواره، ضریب درهم‌رفتگی و انعطاف‌پذیری، ضریب رانکل، میزان رطوبت، هم‌کشیدگی و واکشیدگی حجمی، جرم ویژه خشک در سطح اعتماد ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود داشت، اما در سایر موارد تفاوت معنی‌دار یافت نشد.

Naghdi و همکاران (۲۰۰۲) در قسمتی از بررسی مقایسه‌ای خصوصیات تکنولوژیک و کاربردی گونه پلت جهت تهیه خمیر کاغذ به روش حلال آلی با کاتالیزور، چنین گزارش کردند که میانگین طول فیبر، قطر، حفره سلولی، ضخامت دو دیواره سلولی، ضریب درهم‌رفتگی، ضریب نرمش و ضریب رانکل به ترتیب

۱۵-۱۸ متر و قطر آن حتی به ۱/۵ متر نیز می‌رسد. از نظر آناتومی در مقطع عرضی چوب است همگن، پراکنده آوند، بدون چوب درون مشخص، دارای حفرات آوندی متعدد و دایره شکل با قطر متوسط که به‌طور منظم در دوایر سالیانه پراکنده‌اند و به‌ندرت به‌صورت ۳-۴ تایی به هم چسبیده‌اند. پهنای اشعه چوبی متغیر بوده و تعداد آن‌ها چندان زیاد نیست.

روی هم‌رفته چوبی است سبک، نرم، همگن، سفیدرنگ و برای روکش بسیار مناسب است. مصارف آن چوب‌های صنعتی، مبیل‌سازی، روکار، تیر چوبی و به‌ویژه روکش است.

### مواد و روش‌ها

با بررسی‌های انجام‌شده از رویشگاه‌های مختلف در شمال کشور، کلاً چهار منطقه برای نمونه‌برداری در نظر گرفته شد که شامل اسالم در استان گیلان، ویسر در چالوس (حوزه فعالیت سر جنگلداری نوشهر)، سنگده ساری و منطقه جنگلی استان گلستان شدند. نمونه‌برداری از این چهار منطقه جنگل‌های شمال انجام گرفت که در واقع شاخص‌های جنگل‌های شمال هستند. نمونه‌برداری طبق آئین‌نامه D143-92 استاندارد ASTM انجام گرفت که در آن درختان نمونه به‌طور تصادفی انتخاب و با تعیین جهات جغرافیایی بر روی تنه قطع و از هر تنه ۵ گرده‌بینه به طول ۱/۵ متر در ارتفاعات مختلف تنه جدا نموده و به‌منظور جلوگیری از کاهش شدید رطوبت قسمت‌های انتهایی گرده‌بینه‌ها به‌وسیله رنگ‌روغنی پوشیده شدند و سپس به مرکز تحقیقات البرز کرج انتقال یافته و به‌صورت تخته‌هایی با ضخامت ۵/۵ سانتیمتر تبدیل گردیدند. به‌منظور بررسی تأثیر عامل رطوبت در مقاومت‌های مکانیکی تخته‌های تهیه‌شده را به دودسته تحت عنوان تر و خشک تقسیم نموده و نمونه‌های خشک به‌طور اصولی با رعایت نمودن تمام جوانب در خشک شدن در انبار چوب مرکز جهت رسیدن به رطوبت تعادل محیط چیده شد و نمونه‌های تر برای هر آزمایش به ابعاد و اشکال مناسب درآمد و به سردخانه انتقال یافتند تا به‌تدریج مورد آزمایش قرار گیرند. آزمایش‌های فیزیکی شامل درصد رطوبت (ASTM D4444) و جرم مخصوص خشک و تر (ASTM D2395) با استفاده از استاندارد مربوطه انجام

برای افرا  $6/2 \text{ kgf/mm}^2$  و ارزش گرمای چوب در صفر درصد رطوبت را  $4300 \text{ Kcal/kg}$  به دست آورد. نامبرده دوام طبیعی چوب افرا را در هوای آزاد کمتر از ده سال و در پناهگاه بیش از ۵۰۰ سال برآورد کرده است.

BOZKURT and GÖKER (۱۹۸۷) در بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب از دانشگاه استانبول مقاومت به برش موازی الیاف افرا را به‌طور کل  $9 \text{ N/mm}^2$  و شکاف خوری را برابر  $1/6 \text{ N/mm}^2$  اعلام نمودند.

Derya Sevim Korkut و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی اثر تیمار حرارتی بر روی خواص فیزیکی و سختی بر روی گونه افرای قرمز انجام داده است وی اعلام داشته که افرای قرمز با دانسیته  $0/61$  دارای واکنشیدگی شعاعی  $5/168$ ، مماسی  $9/784$  و طولی  $0/175$  درصد بوده است.

Süleyman Korkut la, Ümit Büyüksarı (۲۰۱۱) در تحقیقی برخی از خواص مکانیکی *Acer trautvetteri* را در سه منطقه از ترکیه شامل Trabzon, Düzce, Ordu مورد اندازه‌گیری قرار داده‌اند در بین مقاومت‌ها مقاومت به برش موازی الیاف را در بین انواع گونه‌های افرا مورد مقایسه قرار داده‌اند که *Acer trautvetteri*, *Acer macrophyllum*, *Acer nigrum*, *Acer rubrum*, *Acer saccharinum*, *Acer saccharum*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus* بیشترین مقدار مربوط به افرا قندی (*Acer saccharum*)  $10/1 \text{ N/mm}^2$  بوده است.

گونه افرا پلت *Acer velutinum var. glabrescens* سینونیم *Acer insine* Boiss از جنس *Acer* و از تیره *Aceraceae* در مناطق مختلف شمال ایران به نام‌های گوناگون مشهور است از جمله در منطقه آستارا به نام گندلاش، لاهیجان به نام سیاه پلت، رودسر و تنکابن به نام پلت و در مازندران به نام افرا است. این‌گونه تقریباً در جلگه‌های ساحلی دریای خزر تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری سطح دریا رشد و نمو می‌کند و در سراسر شمال ایران از آستارا تا مینودشت گرگان انتشار یافته است. نمونه‌های جلگه‌ای آن در سواحل آستارا و حد فوقانی آن در ارتفاعات نور دیده شده است این‌گونه در جنگل‌های قفقاز نیز وجود دارد. در بین گونه‌های مختلف افرا در ایران افرا پلت بزرگ‌ترین و مهم‌ترین آن‌ها به شمار می‌رود و ارتفاع آن به بیش از ۲۵ متر می‌رسد. تنه بدون شاخه آن به ارتفاع

### نتایج و بحث

در شکل ۱ رویشگاه‌های مختلف شمال ایران مشخص شده است.

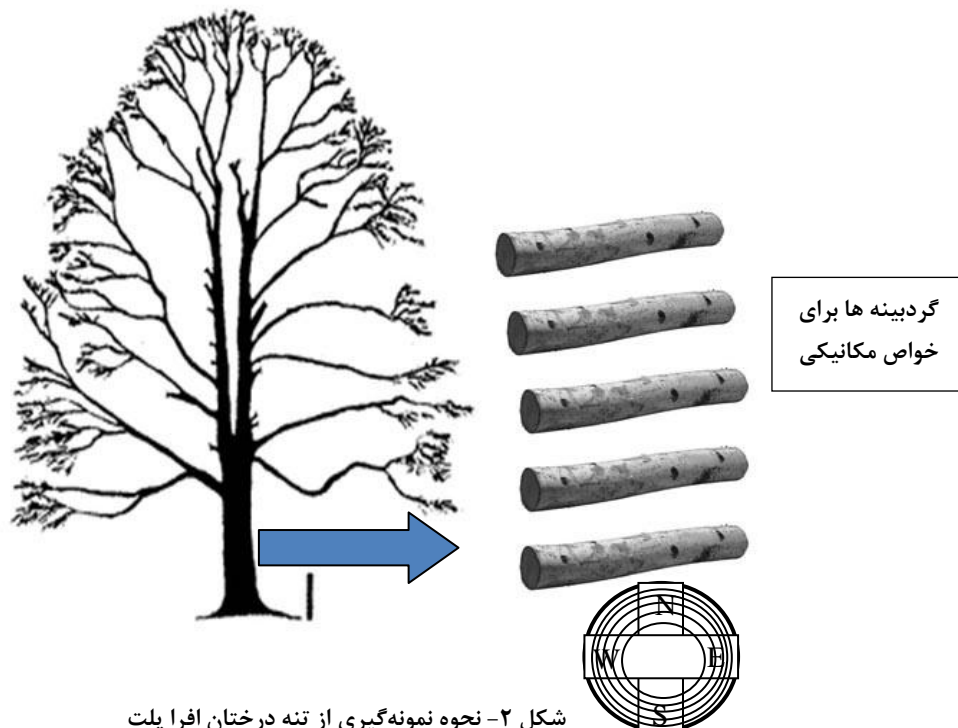
شکل شماره ۲ نحوه شماتیک تهیه نمونه‌های آزمایشی از تنه درخت را نشان می‌دهد.

میانگین جرم ویژه نسبی خشک و تر به دست آمده برای چوب گونه افرا پلت در رویشگاه‌های مختلف شمال ایران در جدول ۱ نشان داده شده است.

گردید در ضمن انجام آزمایش‌های خواص مکانیکی در آزمایشگاه مکانیک چوب و فرآورده‌های آن با استفاده از دستگاه اندازه‌گیر مقاومت مکانیکی اینسترون مدل ۱۱۸۶ و همچنین دستگاه اندازه‌گیر مقاومت به ضربه اینسترون مدل PW5 با استاندارد ASTM D142-92 انجام شد و نمونه‌های خشک نیز بعد از رسیدن به رطوبت مناسب به ابعاد و اشکال نمونه آزمونی تبدیل و مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج آزمایش‌های با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و طرح فاکتوریل مورد آنالیز قرار گرفته و با استفاده از گروه‌بندی دانکن گروه‌بندی شدند.



شکل ۱- نقشه ایران و مناطق رویشگاهی که نمونه‌گیری در این مناطق انجام شده است



شکل ۲- نحوه نمونه‌گیری از تنه درختان افرا پلت

جدول ۱- خواص فیزیکی گونه افرا پلت رویشگاه‌های شمال

رویشگاه	جرم ویژه خشک g/cm <sup>3</sup>	جرم ویژه بحرانی g/cm <sup>3</sup>
اسالم	۰/۵۵۵	۰/۵۲۷
ویسر	۰/۵۵۶	۰/۵۱۲
سنگده	۰/۵۸۷	۰/۵۱۳
گلستان	۰/۵۲۳	۰/۵۱۰
میانگین کل	۰/۵۵۵	۰/۵۱۶

## خواص مکانیکی

آزمایش‌های با استاندارد ASTM آئین‌نامه D143-92 انجام گرفت نتایج مربوط به ویژگی‌های مکانیکی این گونه شامل ۹ آزمایش مختلف است که در جدول‌های ۲ تا ۶ به شرح زیر ارائه شده است:

## آزمایش خمش استاتیک

نمونه‌های آزمایش خمش استاتیک مطابق با استاندارد قیدشده به ابعاد ۲۵×۲۵×۴۰۰ میلی‌متر تهیه و از مهم‌ترین فاکتورهای به‌دست‌آمده در این آزمایش مقاومت به خمش استاتیک، مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته بوده که در دو حالت تر و خشک محاسبه و مورد آنالیز آماری قرار گرفتند که اطلاعات آن‌ها در جدول ۲ آورده شده است.

## آزمایش فشار موازی الیاف

به‌طور کلی نیروی فشار وارده به یک قطعه چوب به سه حالت موازی با الیاف، عمود بر الیاف و جهت زاویه‌دار با الیاف وارد می‌شود که در این بررسی مقاومت به فشار موازی و عمود بر الیاف اندازه‌گیری شده است. ابعاد نمونه آزمایشی در فشار موازی الیاف مطابق با استاندارد ASTM D143 برابر ۲۵×۲۵×۱۰۰ میلی‌متر از بین فاکتورهای اندازه‌گیری شده در آزمایش فشار موازی الیاف، مقاومت به فشار در حد الاستیک، فشار در حداکثر بار و مدول الاستیسیته ظاهری مورد آنالیز آماری قرار گرفتند که جدول ۳ نتایج میانگین این مقاومت‌ها در دو حالت تر و خشک را نشان می‌دهند.

جدول ۲- تغییرات مقاومت به خمش استاتیک گونه افرا پلت با تغییرات رویشگاه

رویشگاه	در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)			در حالت خشک (خشک‌شده در هوای آزاد)		
	مقاومت خمش در حد الاستیک (Mpa)	مقاومت به خمش در حداکثر بار (Mpa)	مدول الاستیسیته (Mpa)	مقاومت به خمش در حد الاستیک (Mpa)	مقاومت به خمش در حداکثر بار (Mpa)	مدول الاستیسیته (Mpa)
شفارود گیلان	۴۰/۵	۶۹/۵۴	۱۰۴۷۵	۷۲/۱۳	۹۷/۴۶	۱۱۶۸۵
ویسر مازندران	۳۱/۵۰	۵۵/۳۷	۸۱۸۵	۶۷/۱۵	۹۴/۳۸	۹۷۴۴
سنگده فریم	۳۰/۵۴	۵۲/۲۴	۷۹۸۷	۳۸/۱۲	۶۸/۴۵	۹۴۵۸
لوه گلستان	۳۸/۴۶	۶۳/۵۳	۹۱۰۳	۴۰/۶۳	۷۳/۷۹	۱۲۱۳۰
میانگین کل	۳۵/۲۵	۶۰/۱۷	۸۹۳۷/۵	۵۴/۵۱	۸۳/۵۲	۱۰۷۵۴/۳
ماکزیمم	۴۰/۵	۶۹/۵۴	۱۰۴۷۵	۷۲/۱۳	۹۷/۴۶	۱۲۱۳۰
مینیمم	۳۰/۵۴	۵۲/۲۴	۷۹۸۷	۳۸/۱۲	۶۸/۴۵	۹۴۵۸



جدول ۳- تغییرات مقاومت به فشار موازی الیاف گونه افرا پلت با تغییرات رویشگاه

رویشگاه	در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)		در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)		مدول الاستیسیته ظاهری (E) (Mpa)
	مقاومت به فشار موازی الیاف در حد الاستیک (Mpa)	مقاومت به فشار موازی الیاف در حداکثر بار (Mpa)	مقاومت به فشار موازی الیاف در حد الاستیک (Mpa)	مقاومت به فشار موازی الیاف در حداکثر بار (Mpa)	
شفاورد گیلان	۲۵/۲۲	۳۵/۳۴	۴۱۳۹	۳۶/۶۴	۴۸۸۴
ویسر مازندران	۱۹/۳۶	۲۷/۵۴	۳۴۵۷	۴۰/۲۹	۵۰۲۷
سنگده فریم	۱۸/۳۵	۲۶/۲۵	۳۳۵۲	۳۸/۲۵	۳۷۶۵
لوه گلستان	۲۰/۱۶	۳۲/۸۴	۴۱۹۴	۳۸/۹۶	۳۸۸۸
میانگین کل	۲۰/۷۷	۳۰/۴۹	۳۷۸۵/۵	۳۸/۵۴	۴۳۹۱
ماکزیمم	۲۵/۲۲	۳۵/۳۴	۴۱۹۴	۴۰/۲۹	۵۰۲۷
مینیمم	۱۸/۳۵	۲۶/۲۵	۳۳۵۲	۳۶/۶۴	۳۷۶۵

### آزمایش کشش موازی الیاف و مقاومت به

#### میخ کشی

نمونه آزمایشی کشش موازی الیاف و مقاومت به خروج میخ مطابق شکل ۳ و استاندارد ASTM D143 آماده می شود و در این آزمایش مقاومت به کشش در حداکثر بار اندازه گیری شده و در مقاومت به خروج میخ در جهات جانبی و انتهایی به ازای خروج واحد طول میخ اندازه گیری و مورد آنالیز آماری قرار گرفته است. نتایج مربوط به آزمایش های کشش موازی الیاف و مقاومت به میخ کشی در دو حالت تر و خشک در جدول ۴ ارائه شده است.

### آزمایش فشار عمود بر الیاف، شکاف خوری و

#### برش موازی الیاف

نمونه های فشار عمود بر الیاف مطابق با استاندارد ASTM D143  $50 \times 50 \times 150$  میلی متر است و در آزمایش فشار عمود بر الیاف، مقاومت به فشار در حد الاستیک اندازه گیری و آنالیز آماری قرار گرفت. اشکال نمونه های آزمایشی شکاف خوری و برش موازی الیاف مطابق با استاندارد ASTM D143 برابر شکل ۴ بوده مقاومت به برش موازی الیاف در حداکثر بار و مقاومت به شکاف خوری اندازه گیری و مورد آنالیز آماری قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۵ در حالت تر و خشک برای رویشگاه های مختلف شمال کشور ارائه شده است.



شکل ۳- نمونه آزمایش کشش موازی الیاف و مقاومت به خروج میخ

جدول ۴- تغییرات مقاومت کشش موازی بر الیاف و مقاومت به میخ کشی گونه افرا پلت با تغییرات رویشگاه

رویشگاه	در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)		در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)		مقاومت به کشش موازی الیاف (Mpa)	مقاومت به میخ در جهت جانبی (KN/cm)	مقاومت به میخ در جهت انتهایی (KN/cm)
	مقاومت به خروج میخ در جهت انتهایی (KN/cm)	مقاومت به خروج میخ در جهت جانبی (KN/cm)	مقاومت به کشش موازی الیاف (Mpa)	مقاومت به خروج میخ در جهت انتهایی (KN/cm)			
شفارود گیلان	۰/۴۰۲	۰/۲۷۵	۴/۱۳۹	۰/۴۹۹	۵/۰۲	۰/۴۲۷	۰/۴۲۷
ویسر مازندران	۰/۸۵۹	۰/۷۸۵	۶/۱۷	۱/۵۴۴	۴/۵۷	۰/۹۸۵	۰/۹۸۵
سنگده فریم	۰/۳۸۹	۰/۴۵۶	۳/۱۲۵	۱/۲۵۴	۴/۲۵	۰/۵۶۸	۰/۵۶۸
لوه گلستان	۰/۴۵۲	۰/۵۲۴	۳/۲	۱/۵۹۲	۴/۶۴۹	۱/۲۸۲	۱/۲۸۲
میانگین کل	۰/۵۲۶	۰/۵۱۰	۴/۱۵۹	۱/۹۷۲	۴/۶۲	۰/۸۱۶	۰/۸۱۶
ماکزیمم	۰/۸۵۹	۰/۷۸۵	۶/۱۷	۱/۵۹۲	۵/۰۲	۱/۲۸۲	۱/۲۸۲
مینیمم	۰/۳۸۹	۰/۲۷۵	۳/۲	۰/۴۹۹	۴/۲۵	۰/۴۲۷	۰/۴۲۷



شکل ۴- نمونه‌های برش موازی الیاف و شکاف خوری

جدول ۵- تغییرات مقاومت به فشار عمود بر الیاف، شکاف خوری و برش موازی الیاف گونه افرا پلت با تغییرات رویشگاه

رویشگاه	در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)		در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)		مقاومت به فشار عمود بر الیاف در حد الاستیک (Mpa)	مقاومت به شکاف خوری (KN.cm)	مقاومت به فشار عمود بر الیاف در حد الاستیک (Mpa)
	مقاومت موازی الیاف (Mpa)	مقاومت موازی الیاف (Mpa)	مقاومت موازی الیاف (Mpa)	مقاومت موازی الیاف (Mpa)			
شفارود گیلان	۸/۱۹	۰/۳۴۰	۱۰/۹۹	۱۱/۸۳	۶/۸۹	۰/۴۷۰	۰/۴۷۰
ویسر مازندران	۷/۸۷	۰/۵۸۰	۱۳/۷۳	۱۰/۴۸	۴/۰۳	۰/۶۶۵	۰/۶۶۵
سنگده فریم	۷/۵۸	۰/۴۲۱	۸/۱۲	۱۰/۱۱	۳/۲۵۸	۰/۵۶۴	۰/۵۶۴
لوه گلستان	۷/۳۳۸	۰/۵۸۱	۸/۴۹۶	۱۱/۴۷۰	۳/۳۳۹	۰/۶۶۶	۰/۶۶۶
میانگین کل	۷/۷۴۵	۰/۴۸۱	۱۰/۳۳	۱۰/۹۷	۴/۳۷۹	۰/۵۹۱	۰/۵۹۱
ماکزیمم	۸/۱۹	۰/۵۸۱	۱۳/۷۳	۱۱/۸۳	۶/۸۹	۰/۶۶۶	۰/۶۶۶
مینیمم	۷/۳۳۸	۰/۳۴۰	۸/۱۲	۱۰/۱۱	۳/۲۵۸	۰/۴۷۰	۰/۴۷۰

**مقاومت به سختی و ضربه**

نمونه آزمایش مقاومت به سختی مطابق با استاندارد ASTM D143 در شکل ۵ آورده شده است. مقاومتی است که چوب در برابر فروبردن اجسام در آن از خود نشان می‌دهد. در این روش میزان مقاومت چوب در برابر نفوذ شعاع یک ساچمه فلزی به قطر ۱۱/۲ میلی‌متر استفاده می‌شود؛ که این مقاومت‌ها در جهات جانبی و انتهایی نمونه اندازه‌گیری و مورد آنالیز آماری قرار گرفته‌اند که نتایج در جدول ۶ آورده شده است آخرین آزمایش

مقاومت به ضربه بوده که طبق استاندارد ASTM D143 ابعاد آن برابر ۲۸۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر است و شکست آن با استفاده از یک دستگاه مقاومت به ضربه پاندولی انجام می‌گیرد و نتایج در حالت خشک و تر در جدول ۶ بیانگر میانگین نتایج حاصل از این آزمایش‌ها است.

با بررسی تغییرات مقاومت خمشی در شکل ۶ در کل افرا پلت ایران نسبت به گونه افرا قندی، سیاه و قرمز مقاومت به خمش کمتر و نسبت به افرا نقره‌ای از مقاومت بیشتری برخوردار است.

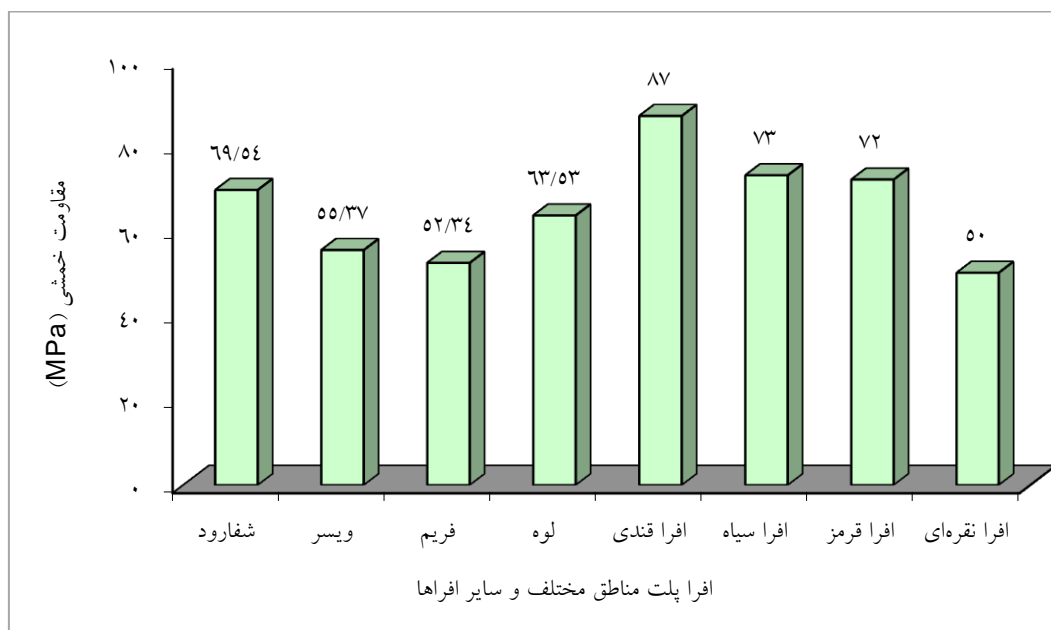


شکل ۵- نمونه مقاومت به ضربه

جدول ۶- تغییرات مقاومت ضربه و مقاومت به سختی گونه افرا پلت با تغییرات روبشگاه

در حالت خشک (خشک‌شده در هوای آزاد)			در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)			رویشگاه
مقاومت به سختی در جهت انتهایی (KN)	مقاومت به سختی در جهت جانبی (KN)	مقاومت به ضربه (Kg.m)	مقاومت به سختی در جهت انتهایی (KN)	مقاومت به سختی در جهت جانبی (KN)	مقاومت به ضربه (Kg.m)	
۵/۳۹۴	۵/۱۷	۱/۴۵۸	۵/۳۹۲	۵/۱۱۵	۱/۴۳	شفارود گیلان
۶/۷۵۶	۴/۳۴۴	۱/۵۱۹	۳/۵۰۶	۲/۵۰۸	۱/۵۰۴	ویسر مازندران
۵/۲۴۵	۴/۲۵۸	۱/۲۱۵	۳/۲۵۶	۲/۲۱۵	۱/۴۵	سنگده فریم
۶/۹۰۴	۴/۲۳۴	۲/۳	۴/۱۸۷	۳/۰۶۵	۲/۵	لوه گلستان
۶/۰۷۵	۴/۵۰۱	۱/۶۲۳	۴/۰۸۵	۳/۲۲۵	۳/۲۲۱	میانگین کل
۶/۹۰۴	۵/۱۷	۲/۳	۵/۳۹۲	۵/۱۱۵	۲/۵	ماکزیمم
۵/۲۴۵	۴/۲۳۴	۱/۲۱۵	۳/۲۵۶	۲/۲۱۵	۱/۴۳	مینیمم





شکل ۶- تغییرات مقاومت خمشی در مناطق مختلف و مقایسه با سایر گونه‌های افرا

با مناطق مورد بررسی افرا پلت در منطقه شفارود گیلان با مقاومت خمشی در حداکثر بار، حد الاستیک و مدول الاستیسیته خشک ۹۷/۴۶، ۷۲/۱۳ و ۱۱۶۸۵ مگا پاسکال و تر برابر ۴۰/۵، ۶۹/۵۴، ۱۰۴۷/۵ و ۱۰۴۷/۵ مگا پاسکال بیشترین مقدار و افرا پلت منطقه فریم سنگده با مقاومت خمشی در حداکثر بار، حد الاستیک و مدول الاستیسیته خشک ۶۸/۴۵، ۳۸/۱۲ و ۹۴۵۸ مگا پاسکال و تر ۵۲/۲۴، ۳۰/۵۴ و ۷۹۸۷ مگا پاسکال کمترین مقاومت‌های خمشی استاتیک را در بین چهار منطقه مورد بررسی داشته است که ارتفاع منطقه رویش و شرایط آب و هوایی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر این مقاومت‌ها است.

میانگین مقاومت به فشار موازی الیاف گونه افرا پلت ایران در حداکثر بار در حالت تر و خشک و میانگین کلی به ترتیب برابر ۳۰/۴۹، ۴۲/۵۵ و ۳۶/۵۲ مگا پاسکال بوده که در مقایسه افرا در مناطق مختلف منطقه شفارود گیلان با میانگین‌های تر و خشک و کل ۳۵/۳۴، ۵۳۸۵۵ و ۴۵/۴۴ مگا پاسکال بیشترین مقاومت و افرا منطقه فریم، سنگده ساری ۲۶/۲۵، ۴۹/۵۹ و ۳۷/۹۲ مگا پاسکال کمترین بوده است تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که عامل ارتفاع تنه درخت در مورد مقاومت به فشار موازی الیاف در حالت تر در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده و از کنده به

### نتیجه‌گیری

همان‌طوری که از جدول ۱ ملاحظه می‌شود در واقع میزان میانگین جرم ویژه نسبی خشک و تر گونه افرا پلت در سطح ۵ و ۱٪ اختلاف معنی‌داری نشان نداده است و میانگین کل جرم ویژه خشک ۰/۵۵۸ و میانگین تر آن ۰/۵۱۶ با انحراف از معیار ۰/۰۲۳ و ۰/۰۲ بوده است. که تأیید کننده تحقیقات صورت گرفته از طرف Talaeipour (۲۰۰۶) Parsapazhoh (۱۹۸۸) است و همچنین از نظر جرم مخصوص با توجه به گزارش Bendtsen (۱۹۷۵) برای افرای قرمز ۰/۵۱۲ افرا پلت ایران دارای جرم مخصوص بیشتری است. مقدار جرم ویژه نسبی در هر دو حالت نشانگر آن است که چوب افرا در مقایسه با سایر پهن‌برگان جزء چوب‌های سبک محسوب می‌شود (Parsapazhoh, 1988).

در مورد خواص مکانیکی در اغلب موارد کاهش رطوبت باعث افزایش قابل توجه مقاومت می‌شود. در آزمایش خمشی استاتیک که مقاومت به خمشی در حداکثر بار و حد الاستیک و مدول الاستیسیته مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد و میانگین کلی آن به ترتیب در رطوبت خشک ۸۳/۵۲، ۵۴/۵۱ و ۱۰۷۵۴/۳ مگا پاسکال و تر برابر ۶۰/۱۷، ۳۵/۲۵ و ۸۹۳۷/۵ مگا پاسکال بوده و در مقایسه

است. در حالت تر و خشک عامل ارتفاع تنه تأثیر معنی‌داری بر روی این‌گونه در این مقاومت نداشته است. در مورد آزمایش مقاومت به ضربه میانگین آن برای افرا پلت در چهار منطقه رویشگاهی به ترتیب در حالت تر و خشک و کل برابر ۳/۲۲۱، ۱/۶۲۳، ۳/۵۲۷ و ۲/۴۲۲ کیلوگرم در متر به دست آمد که در مقایسه مقاومت این‌گونه در مناطق مورد بررسی افرا پلت منطقه لوه گلستان به ترتیب در حالت تر و خشک و کل ۲/۳ و ۲/۴۰ کیلوگرم در متر بیشترین مقدار دارا بوده است. به‌طور کلی نتایج بیانگر این مسئله است که با توجه به اندازه‌گیری‌های مقاومت‌های مکانیکی در رویشگاه‌های مختلف شمال ایران منطقه سفارود گیلان، ویسر مازندران، سنگده ساری و لوه گلستان گونه افرا پلت منطقه سفارود گیلان و ویسر در کل دارای مقاومت‌های مکانیکی بالاتری نسبت به سایر مناطق ایران بوده است و در رده‌بندی جزء چوب‌های پهن‌برگ سبک قرار می‌گیرد. با توجه به تفاوت مقاومت‌ها در رویشگاه‌های مختلف که تحت تأثیر عوامل آب، خاک و هوا بوده بنابراین در کاشت درختان جهت جنگل‌کاری که از طرف سازمان جنگل‌ها صورت می‌گیرد دانستن تأثیر منطقه بر این خواص اهمیت زیادی دارد و در کاربرد اصولی قطعات چوبی مؤثر است؛ و دانستن اینکه گونه افرای قطع‌شده از کدام رویشگاه است در دوام و مقاومت سازه چوبی تأثیر خواهد داشت بهترین کاربرد در صنایع مبلمان و روکش‌کاری پیشنهاد می‌شود

سمت تاج کاهش می‌یابد، درحالی‌که در حالت خشک اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد دیده نمی‌شود. در آزمایش فشار عمود بر الیاف که تنها مقاومت در حد الاستیک مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد مشاهده گردید که میانگین آن در حالت تر و خشک و کل آن به ترتیب برابر ۴/۳۷۹، ۱۰/۳۳ و ۷/۳۵۴ مگا پاسکال بوده که در مقایسه با مناطق مورد اندازه‌گیری افرا پلت ویسر مازندران بدون در نظر گرفتن ارتفاع منطقه در حالت تر، خشک و کل برابر ۴/۰۳، ۱۳/۷۳ و ۸/۸۸ و سفارود گیلان ۶/۸۹، ۱۰/۹۹ و ۷/۴۶ مگا پاسکال بیشترین مقدار را دارا بوده‌اند. در آزمایش کشش عمود بر الیاف که تنها مقاومت در حداکثر بار مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد مشاهده گردید که میانگین آن در حالت تر و خشک و کل به ترتیب برابر ۴/۶۲، ۴/۱۵۹ و ۴/۳۸۹ مگا پاسکال بوده که در مقایسه با مناطق مورد اندازه‌گیری افرا پلت ویسر مازندران بدون در نظر گرفتن ارتفاع منطقه در حالت تر، خشک و کل برابر ۴/۵۷، ۶/۱۷ و ۵/۳۷ و سفارود گیلان ۴/۱۳۹، ۵/۰۲ و ۴/۵۷۹ مگا پاسکال بیشترین مقدار را دارا بوده‌اند. در آزمایش مقاومت به برش موازی الیاف حداکثر مقاومت اندازه‌گیری می‌شود مشاهده گردید که میانگین آن در حالت تر و خشک و کل به ترتیب برابر ۷/۷۴۵، ۱۰/۹۷ و ۹/۳۵۸ مگا پاسکال بوده در مقایسه مناطق مورد اندازه‌گیری افرا پلت سفارود بدون در نظر گرفتن ارتفاع منطقه در حالت تر، خشک و کل برابر ۸/۱۹، ۱۱/۸۳ و ۱۰/۰۱ مگا پاسکال بیشترین مقدار را دارا بوده

## مراجع

- [1] Bendtsen, B. and Robert, L., 1975. Mechanical Properties of 23 species of Eastern hardwoods. U.S. Department of Agriculture. Forest Service Products Laboratory. Medison, WIS.
- [2] Bozkurt, Y. and Goker, Y., 1987. Physical and mechanical wood technology, Istanbul University Publication No: 3445, Faculty of Forestry Publication No: 388, Istanbul.
- [3] Cash, A. and Hosseini, S.z., 1381. Comparison of technological and functional properties of maple in the production of pulp using organic solvents, catalysts, Gorgan University master's thesis, p. 44 to 55.

- [4] Derya Sevim K. and Bilgin G., 2007. The effects of heat treatment on physical properties and surface roughness of red-bud maple (*Acer trautvetteri* Medw.) wood. *Bioresource Technology*, 99: 2846-2851
- [5] Ebrahimi, Gh., 1997. *Mechanical wood and forest products*, Tehran University Press, 677
- [6] Parsapzhv, D., 1988. *Technology of wood*. Publication No. 1851, Tehran University Press. (In Persian).
- [7] Moradi Koshksaray, b., 2001. *And biometrics changes the physical properties of maple wood The radial and longitudinal axes tree*, Master's thesis University of Tehran. (In Persian).
- [8] Mack, J.J., 1979. "Australian methods for mechanically testing small clear specimens of timber", Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Division of Building Research, Technical Paper , 31:1-19.
- [9] *Standard methods for testing small clear specimens of timber*, Annual Book of ASTM Standard, American Society for Testing and Materials, 143-52, 1972.
- [10] Süleyman Korkut, Ü., 2011. *Some mechanical properties of red-bud maple (Acer trautvetteri Medw.) wood grown in different districts*, *Ormancılık Dergisi*.
- [11] Süleyman Korkut, Ü., 2011. *Some mechanical properties of red-bud maple (Acer trautvetteri Medw.) wood grown in different districts*, *Ormancılık Dergisi*.
- [12] Tazkr, R. and Parsapzhvh, D., 2004. *Investigation on durability Maple (palat) in normal and treated with salt dissolved in water (Selcur) from fungus rainbow*. *Journal of Agricultural Sciences*, Tehran University, p. 53-60. (In Persian).
- [13] Talaeipour, S. and Omidvar, A., 2006. *A number of structural and physical properties of wood - polymer species of Paulownia, poplar, maple and hornbeam*, *Journal and construction*, 78:85.

## The mechanical properties of *Acer velutinum* var. *glabrescens* wood growing in different regions of Caspian forests

### Abstract

To determine the important mechanical properties of maple wood (*Acer velutinum* var. *glabrescens*) in four forest habitats in the north of Iran (Shafaroud region of Gilan, Golestan, Sangdeh and Visser) based on the ASTM Standard D143-52, 12 tree species were selected and then cut. Mechanical and physical properties were measured on both green and air-dried samples (12% moisture content). The data in both dry and green in different habitats were classified by analysis of variance and Duncan methods. The results showed that the drying timber enormously improves mechanical properties. Results of statistical analysis showed that the mechanical properties of maple wood were influenced by the altitude, but these changes depended on the measured property. The effect of geographical direction was not significant on the most mechanical strengths and the highest strengths were observed in the bottom of trees. In addition, the measured properties did not follow a specific trend: they decreased in the middle of trunk and then increased. In comparison of studied habitats, Visser and Sangdeh trees showed the highest and the lowest mechanical strengths.

**Keywords:** maple, *Acer velutinum* var. *glabrescens*, static bending, parallel to grain compression, perpendicular to grain compression.

**F. Golbabaei<sup>1\*</sup>**  
**G. Ebrahimi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc., Wood and Wood Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

<sup>2</sup> Professor, Department of Wood and Paper Sciences and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Corresponding author:  
[golbabaei.f@gmail.com](mailto:golbabaei.f@gmail.com)

Received: 2015.04.22  
Accepted: 2015.09.06