تعیین خواص مهندسی چوب بلوط بلندمازو از رویشگاه گلبند نوشهر
۲ – در حالت خشک

امیرهومن حمصی *

نادر حسین زاده دوگلسر**

چکیده

در این مطالعه، خواص مهندسی چوب گونه بلوط در رطوبت ۱۲ درصد، از رویشگاه گلبند نوشهر اندازه‌گیری شد. نتایج آزمون براساس استاندارد ASTM حاکی از آن است که میانگین مهمترین خواص مکانیکی چوب بلوط بلندمازو در حالت خشک عبارت است از مدول گسیختگی ۱۱۰۱ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، مدول‌الاسیتیسیته (ظاهری) ۹۰۴۷۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، انرژی کار حداکثر ۷۱ کیلو ژول بر متر مکعب، تنش حداکثر مقاومت فشار موازی الیاف ۶۱۹ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، تنش حد تناسب درفشار عمود بر الیاف ۱۴۰ کیلو گرم بر سانتیمتر مربع، تنش حداکثر برش موازی الیاف ۱۴۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، تنش حداکثر کشش عمود بر الیاف ۵۶ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، کار استاندارد مقاومت به ضربه ۳/۵۳ کیلوگرم متر، مقاومت به شکاف خوری ۶۶ کیلو گرم بر سانتیمتر. همچنین مقدار سختی سطوح مماسی، شعاعی و سطح مقطع به ترتیب ۶۹۳، ۶۷۲ و ۸۳۳ کیلوگرم و ظرفیت نگهداری میخ در سطوح فوق‌الذکر به ترتیب ۴۶، ۵۶ و ۳۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع اندازه‌گیری شد. در نهایت علاوه بر بررسی چگونگی تأثیر ارتفاع درخت و جهات جغرافیایی رویشگاه بر مشخصه‌های مهندسی چوب بلوط بلندمازو، مقاومت‌های مکانیکی در دو حالت تر و خشک شده در هوای آزاد مقایسه و براساس تغییرات رطوبت تنظیم گردید.

واژه‌های کلیدی: بلوط (بلندمازو)، نمونه‌های خشک، خواص مکانیکی (مهندسی)

---

*– استادیار گروه مهندسی صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی (تهران)

**– کارشناس ارشد دفتر بهره‌برداری و صنایع چوب اداره کل منابع طبیعی استان گیلان

تاریخ دریافت مقاله ۸۱/۱۲/۱۰ تاریخ دریافت نسخه نهایی ۸۲/۱۰/۶

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

هدف از تعیین خواص مهندسی چوب، عمدتاً امکان پیش‌بینی مقاومت‌های مجاز و حصول اطمینان از عملکرد سازه‌ها و محصولات چوبی، هم از جنبه ایمنی و هم از دیدگاه صرفه‌های اقتصادی تلقی می‌گردد. در ضمن، از این اطلاعات می‌توان به‌منظور بهینه‌سازی روش‌های فرآوری و تبدیل چوب در مقاصد کاربردی استفاده نمود. لازم به یادآوری است که علاوه بر وجود تغییرات ذاتی در خصوصیات فیزیکی و مکانیکی چوب به لحاظ ماهیت بیولوژیک آن که حتی در داخل تنه یک درخت نیز مشاهده می‌شود، خواص مهندسی چوب تحت تأثیر عوامل محیطی از قبیل دما، رطوبت و عوامل مخرب نیز در تغییر می‌باشد. در این میان به علت طبیعت هیگروسکوپیک (نم‌پذیر) چوب، رطوبت اثر قابل ملاحظه‌ای روی خواص این ماده اولیه مهندسی اعمال می‌کند، به طوری‌که عمده خواص مکانیکی چوب، تحت تأثیر تغییرات رطوبت در زیر نقطه اشباع الیاف قرار دارد.

مقایسه خواص مهندسی چوب در دو حالت تر و خشک، امکان شناخت چگونگی تأثیر رطوبت بر مقاومت‌های مکانیکی (۱۵) و تدوین توابع ریاضی به‌منظور انجام پیش‌بینی‌های لازم در شرایط رطوبتی مختلف را مهیا کرده (۱۶) و تأییدی بر اهمیت خشک شدن صحیح چوب در راستای افزایش مقاومت سازه‌ها و در نتیجه حصول صرفه‌جویی تلقی می‌گردد.

به‌منظور فراهم نمودن معلومات مربوط به خواص مکانیکی گونه‌های چوبی برای مصارف مختلف، پژوهشگران سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، در قالب طرح تعیین خواص مهندسی چوب‌های جنگلی رویشگاه‌های مختلف شمال ایران، خواص مهندسی گونه‌های راش، توسکا ییلاقی و افرا شیردار از رویشگاه گلبند نوشهر و گونه‌های ممرز و توسکا ییلاقی از رویشگاه سنگده ساری را تعیین کردند (۵، ۶، ۷، ۸ و ۹). همچنین حمصی و حسین‌پور، خواص مهندسی بلوط بلندمازو از منطقه لاروچال گلبند نوشهر در حالت تر (رطوبت سبز) را مشخص نمودند(۶). در ادامه و طی تحقیق حاضر، خواص مهندسی بلندمازو در حالت خشک (رطوبت ۱۲ درصد) از همان رویشگاه مطالعه گردید.

چوب بلوط بلندمازو دارای برون چوب نازک و به رنگ سفید مایل به خاکستری و چوب درون قرمز مایل به قهوه‌ای تا قهوه‌ای شکلاتی مایل به خاکستری بوده که به تدریج در معرض هوا تیره می‌شود. این چوب بدون بو و طعم بوده و دارای حلقه تخلخل است. دوایر سالانه نمایان و مشخص بوده و آوندهای چوب بهاره بزرگ و قابل رؤیت به‌وسیله چشم غیرمسلح است. آوندهای چوب تابستانه دارای دیواره‌های قطور و اغلب به صورت گروه‌های شعله‌ای شکل است. آوندها، گرد تا کمی بیضی بوده و در چوب بهاره تا ۶ عدد در میلیمتر مربع و در چوب تابستانه تا ۱۰ عدد در میلیمتر مربع است. پارانشیم فراوان به صورت رشته‌های گسیخته مماسی یا مایل در اطراف آوندهای درشت بهاره و آوندهای کوچک تابستانه متمرکز می‌باشد. بلندمازو برای تهیه چوب‌های تونلی و معادن، تخته بشکه، تراورس راه‌آهن، اعضای سازه‌های چوبی و جعبه‌سازی به‌کار می‌رود. همچنین به‌عنوان تخته لت به‌منظور روکوب و پوشش ساختمان‌های چوبی و نیز درسازه‌های بنادر و سواحل مورد استعمال دارد (۱۲).

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

کلیه مراحل تحقیق، شامل انتخاب رویشگاه‌های مورد نمونه‌برداری، تهیه شناسنامه برای نمونه‌های سالم، روش آزمون، ثبت مشاهدات و غیره، براساس آیین‌نامه شماره ۸۳ – ۱۴۳ استانداردASTM انجام شد. در واقع به منظور تعیین خواص مهندسی چوب بلوط بلندمازو در حالت خشک، روش نمونه‌برداری، تهیه شناسنامه و انجام آزمایشات، همان است که در خصوص نمونه‌های تر عمل گردید (۶). با این توضیح که پس از تبدیل بینه های استحصالی در کارخانه، نیمی از قطعات تا حصول رطوبت تقریبی ۱۲ درصد در محل مناسب دپو و داراب‌بندی شده و سپس تعداد کافی نمونه آزمونی تهیه و نمونه‌های کاملا سالم[1] بر اساس استاندارد از میان آنها انتخاب شد. با نمونه‌برداری از بینه‌های مختلف و جهات جغرافیایی متفاوت در هر درخت، امکان بررسی تغییرات خواص مهندسی در محور طولی درخت و نیز با توجه به جهت گیری شیب رویشگاه میسر گردید. بدین ترتیب، آزمون‌های استاندارد خمش استاتیک، فشار موازی الیاف، برش موازی الیاف، کشش عمود بر الیاف، مقاومت به ضربه، شکاف خوری، سختی چوب و همچنین قابلیت نگهداری میخ روی نمونه‌های دارای رطوبت تقریبی ۱۲ درصد، انجام شد.

درخصوص تنظیم خواص مهندسی چوب با توجه به تغییرات رطوبت، از تبدیل لگاریتمی استفاده شد(۱۴ و ۱۶).

تغییرات رطوبت در بالای نقطه اشباع فیبر، تأثیر ناچیزی بر روی خواص مکانیکی چوب اعمال می کند، درحالی که در پایین FSP، تغییرات قابل توجهی مشاهده می شود که در دمای ۲۱ درجه سانتیگراد، از طریق معادله زیر برآورد می گردد:

$$\log P = \log P_{12} + \frac{(M-12)}{(M_P-12)} \times \log\left(\frac{P_g}{P_{12}}\right) \qquad (۱)$$

که در آن:

P - مقاومت مکانیکی در رطوبت مورد نظر (مجهول)

P_{12} - مقدار مقاومت در رطوبت ۱۲ درصد

P_g - مقدار مقاومت در حالت تر (مقدار رطوبت بیش از M_P)

M - درصد رطوبت مورد نظر

M_P - رصد رطوبتی که در زیر آن، تغییر درخواص مکانیکی چوب آغاز می‌شود

لازم به توضیح است که M_P همواره مقداری از FSP کمتر بوده و معمولا رطوبتی در حدود ۲۵ الی ۲۷ درصد می باشد (۱۶)، درحالی که FSP معمولاً در حدود ۲۸ الی ۳۰ درصد فرض می گردد. رابطه ۱، به شکل زیر قابل تغییر است:

1- Clear Straight – Grained Wood

www.SID.ir

Archive of SID

$$P = P_{12}\left(\frac{P_{12}}{P_g}\right)^{\left(\frac{12-M}{M_p-12}\right)} \qquad (۲)$$

نتایج

در جـــدول ۱ به‌عنوان نمونه، مقادیر میانگین مدول گسیختگی نمونه‌های خشک آزمایش خمش اســـاتیک به تفکیک شماره درخت و بینه‌های مختلف، نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریـــانس مقادیر حاصله حاکی از آن است که بین مقادیر مدول گسیختگی نمونه‌های خشک در بینه‌های مختلف (ارتفاع‌های مختلف درخت) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول۲).

جدول ۱ – مقادیر میانگین مدول گسیختگی نمونه‌های خشک آزمایش خمش استاتیک در بینه‌های مختلف درختان

شماره بینه	مدول گسیختگی (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)			
	درخت اول	درخت دوم	درخت سوم	میانگین مجموع
۱	۱۰٤۸	۱۰۳۵	۱۰۲۱	۱۰۳۸
۲	۱۰۳۲	۱۲۵۳	۱۱۱۹	۱۱۳۸
۳	۱۱۱۹	۱۱۹۳	۹۹۱	۱۰۸۸
٤	۱۱۰٦	۱۱۸۵	۱۰۳٦	۱۱۱۳
۵	۱۰۸۰	۱۲٦۰	۹۷۰	۱۱٤۸
٦	۱۰۸۷	۱۱٤۲	۹۹۸	۱۰۷۸
۷	۱۱۱٦	۱۰۸٤	۱۲۰۵	۱۱۲۸
۸	۱۰۷۲	۱۱۵٦	۱۰۸۰	۱۱۰٤
۹	۱۰۲۸	۱۲۸۹	۹۵۹	۱۰۵۳
میانگین	۱۰۷٦	۱۱۷۰	۱۰٤۵	۱۱۰۱

جدول ۲ – آنالیز واریانس یک طرفه مدول گسیختگی نمونه‌های خشک آزمایش خمش استاتیک در بینه‌های مختلف درختان

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح احتمال
بین گروه‌ها	۸	۱۹۷۱۱۱/۷۷	۲٤٦۳۸/۹۷	۰/۹٤۲۸	۰/٤۸۳۱
درون گروه‌ها	۱۵۷	٤۱۰۲۸۷۳/۹۸	۲٦۱۳۲/۹٦		
مجموع	۱٦۵	٤۲۹۹۹۸۵/۷٦	ــــ		

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر میانگین مدول گسیختگی نمونه های خشک آزمایش خمش استاتیک در جهات مختلف درختان مورد آزمایش در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقادیر حاصله، وجود اختلاف معنی‌دار ما بین مقادیر مدول گسیختگی در جهات مختلف درخت در سطح اطمینان یک درصد را تأیید می‌نماید (جدول ۴).

جدول ۳ – مقادیر میانگین مدول گسیختگی نمونه‌های خشک آزمایش خمش استاتیک در جهت‌های مختلف درختان

	مدول گسیختگی (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)			
جهت جغرافیایی	درخت اول	درخت دوم	درخت سوم	میانگین مجموع
شرق	۹۷۳	۱۰۵٤	۹٤۳	۹۹۰
شمال	۱۱۷٦	۱۱۷۲	۱۱۱۲	۱۱۵۷
جنوب	۱۰۹٦	۱۲۰۰	۱۲۰۵	۱۱٦۲
غرب	۱۰۵۷	۱۲۵٤	۹۷۰	۱۱۰۷
میانگین	۱۰۷٦	۱۱۷۰	۱۰٤۵	۱۱۰۱

جدول ٤ – آنالیز واریانس مدول گسیختگی نمونه‌های خشک آزمایش خمش استاتیک در بینه‌های مختلف درختان

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح احتمال
بین گروه‌ها	۳	۸۳۵۰٤۱/۹	۲۷۸۳٤۷/۳	۱۳/۰۱	۰/۰۰۰۰
درون گروه‌ها	۱٦۲	۳٤٦٤۹٤۳/۸۵	۲۱۳۸۸/۵٤		
مجموع	۱٦۵	٤۲۹۹۹۸۵/۷٦	—		

لازم به ذکر است مقایسه نمونه های خشک و تر، ۳۲ درصد کاهش مدول گسیختگی نمـــونه های تر را نشان می دهد (جدول ۵). نتیجه آزمون t، حاکی از اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (جدول ۶).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ – مقایسه مدول گسیختگی نمونه‌های خشک و تر

نمونه	رطوبت (٪)	حداقل (kg/cm^2)	حداکثر (kg/cm^2)	ضریب تغییرات (٪)	میانگین (kg/cm^2)	میانگین کاهش (٪)
خشک	۱۲	۷٤۵	۱٤۷۸	۱۵	۱۱۰۱	۰
تر	٦۲	۵۱٤	۹٤٤	۱۳	۷٤٤	۳۲

جدول ٦ – آزمون t برای مقادیر میانگین مدول گسیختگی نمونه‌های خشک و تر

نوع نمونه	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد
خشک	۱٦٦	۱۱۰۱/۰٤	۱٦۱/٤۳	۱۲/۵۳
تر	۲۷۳	۷٤٤/۰۸	۹۳/۹۸	۵/٦۹

برآورد مشترک واریانس			برآورد مجزای واریانس		
مقدار t	درجه آزادی	احتمال دو طرفه	مقدار t	درجه‌آزادی	احتمال‌دو طرفه
۲۹/۲۹	٤۳۷	۰/۰۰۰	۲۵/۹٤	۲۳۳/۹۸	۰/۰۰۰

در جدول ۷، مقادیر میانگین مدول‌الاسیتیسیته ظاهری نمونه‌های خشک آزمایش خمش استاتیک به تفکیک شماره درخت و بینه های مختلف درختان مورد آزمایش درج شده است. همانطور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، بین مقادیر مدول‌الاسیتیسیته ظاهری در بینه‌های مختلف در سطح احتمال یک درصد، اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

جدول ۷ – مقادیر میانگین مدول‌الاسیتیسیته ظاهری نمونه‌های خشک آزمایش خمش استاتیک در بینه‌های مختلف درختان

مدول الاستیسیته ظاهری (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)				
شماره بینه	درخت اول	درخت دوم	درخت سوم	میانگین مجموع
۱	۸٦۷٤٦	۸۷۷٤۱	۷۹۳٦۵	۸۵۱۱۸
۲	۸۳٤٤٦	۱۰۱۵۷۲	۹۹۰۵۰	۹۵٦٤۸
۳	۹۰٦۳۸	۱۰٦۲۷۱	۷۹٦۹۷	۸۹٦۲۳
٤	۹٦۸۰۷	۱۰۰۰۵۹	۷۵۸۱٦	۹۰۷۷۸
۵	۱۰۳۸۵۲	۱۰۳۰۸۹	۹۲٤۳۵	۱۰۱۱۲۷
٦	۱۰۱۲۵٦	۹٤٦۸٤	۹۰٦۹۱	۹۵۲۳۱
۷	۱۰۹۸۳٤	۸۵۲۱۷	۷۵۷۰٤	۸۷۹۰۷
۸	۹۲۸۰۹	۸۲٦۳۲	۷۹۰۷۵	۸٤۸۳۹
۹	۷۹۲۷۸	۷۸۵۰۹	۷٦۲۰٤	۷۷۷٤۱
میانگین	۹٤۲٤٤	۹٤۸۳۷	۸۱۹۹۵	۹۰٤۷٤

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸ – آنالیز واریانس یک طرفه مدول‌الاسیتیسیته نمونه‌های خشک آزمایش خمش استاتیک در بینه‌های مختلف درختان

منبع تغیرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح احتمال
بین گروه‌ها	۸	٦۰٤٦٤۰۸۷۰۲	۷٥٥۸۰۰۹۷٥	۱/٥۳۲۹	۰/۱٤۹۸
درون گروه‌ها	۱٥۷	۷۷٤۰۹٦۹۹۷۰٦	٤۹۳۰٥٥٤۱۲		
مجموع	۱٦٥	۸۳٤٥٦۱۰۷٥۰۸	—		

جدول ۹، مقادیر میانگین مدول‌الاسیتیسیته ظاهری نمونه‌های خشک آزمایش خمش استاتیک در جهت‌های مختلف درختان را نشان می‌دهد. همان‌طور که جدول آنالیز واریانس نشان می‌دهد (جدول ۱۰)، مابین مقادیر مدول‌الاسیتیسیته ظاهری نمونه‌های خشک در جهات مختلف، در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

جدول ۹ – مقادیر میانگین مدول‌الاسیتیسیته ظاهری نمونه‌های خشک آزمایش خمش استاتیک در بینه‌های مختلف درختان

	مدول الاسیتیسیته ظاهری (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)			
جهت جغرافیایی	درخت اول	درخت دوم	درخت سوم	میانگین مجموع
شرق	۷۰۷۸٦	۹٤۷۷۹	۹٤۸۸۳	۸۸۸۱۹
شمال	۱۰۸٦٤۲	۸٤۳۸۹	۷۱٤۸۷	۸۹۳۳۰
جنوب	۱۰٦۲٥۳	۱۰٦٦۳۷	۸۲۸٤۳	۹۸۹۳٥
غرب	۸۲۹۲۷	۹۳٥٤۲	۷٥٥۹٦	۸٤۲۷٥
میانگین	۹٤۲٤٤	۹٤۸۳۷	۸۱۹۹٥	۹۰٤۷٤

جدول ۱۰ – آنالیز واریانس مدول‌الاسیتیسیته ظاهری نمونه‌های خشک آزمایش خمش استاتیک در بینه‌های مختلف درختان

منبع تغیرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح احتمال
بین گروه‌ها	۳	٤۹۲٦۱٥٥٦۳۲	۱٦٤۲۰٥۱۸۷۷	۳/۳۸۷٤	۰/۰۱۹٦
درون‌گروه‌ها	۱٦۲	۷۸٥۲۹۹٥۱۸۷٦	٤۸٤۷٥۲۷۸۹		
مجموع	۱٦٥	۸۳٤٥٦۱۰۷٥۰۸	—		

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه نمونه‌های خشک و تر، به طور متوسط ۹ درصد کاهش مدول‌الاسیتیسیته نمونه‌های تر را نشان می‌دهد (جدول ۱۱). نتیجه آزمون t ، حاکی از اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (جدول ۱۲).

جدول ۱۱ – مقایسه مدول‌الاسیتیسیته ظاهری نمونه‌های خشک و تر

نمونه	رطوبت (٪)	حداقل (kg/cm^2)	حداکثر (kg/cm^2)	ضریب تغیرات (٪)	میانگین (kg/cm^2)	میانگین کاهش (٪)
خشک	۱۲	٤١٦٥٢	۱۳۹۲۰۹	۲۵	۹۰٤۷٤	۰
تر	٦۲	٤١٧٥٤	۲٥١٥٨٥	٤۳	۸۲٥٥٦	۹

جدول ۱۲ – آزمون t برای مقادیر میانگین مدول‌الاسیتیسیته ظاهری نمونه‌های خشک و تر

نوع نمونه	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد
خشک	١٦٦	۹۰٤۷۳/۸	۲۲٤۸۹/۹	۱۷٤٥/٦
تر	۲۸۰	۸۲٥٥٦/۲	۳٥۳٤٦/۸	۲۱۱۲/٤

برآورد مشترک واریانس			برآورد مجزای واریانس		
مقدار t	درجه آزادی	احتمال دو طرفه	مقدار t	درجه‌آزادی	احتمال دو طرفه
۲/٥۹	٤٤٤	۰/۰۱	۲/۸۹	٤٤۱/۷۹	۰/۰۰۱

آنالیز واریانس مقادیر میانگین تنش حداکثر نمونه های خشک آزمایش فشار موازی الیاف حاکی از آن است که ما بین مقدار مقاومت فشار موازی الیاف درختان در بینه های مختلف و بین جهات مختلف جغرافیایی، در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. مقایسه نمونه‌های خشک و تر، به طور متوسط ۴۸ درصد کاهش مدول‌الاسیتیسیته نمونه‌های تر را نشان می‌دهد که با توجه به نتیجه آزمون t، در سطح یک درصد معنی‌دار تلقی می گردد.

تجزیه واریانس مقادیر تنش حد تناسب نمونه‌های خشک آزمایش فشار عمود بر الیاف درختان حاکی از آن است که مابین مقادیر مقاومت فشار عمود بر الیاف در بینه‌های مختلف در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی دار است، درحالی که در جهات مختلف، در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. مقایسه نمونه‌های خشک و تر، به‌طور متوسط ۲۱ درصد کاهش تنش حد تناسب فشار عمود بر الیاف نمونه‌های تر را نشان می‌دهد که با توجه به نتیجه آزمون t، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار تلقی می گردد.

درخصوص مقادیر میانگین تنش حداکثر نمونه های خشک آزمایش برش موازی الیاف در بینه‌های مختلف درختان، در سطح پنج درصد، اختلاف معنی‌دار وجود دارد، درحالی که بین مقاومت

www.SID.ir

Archive of SID

برش موازی الیاف در جهات مختلف، اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود ندارد. مقایسه نمونه‌های خشک و تر، به طور متوسط ۲۴ درصد کاهش تنش حداکثر برش موازی الیاف نمونه‌های تر نسبت به نمونه‌های خشک را نشان می‌دهد که با توجه به نتیجه آزمون t، در سطح یک درصد معنی‌دار تلقی می‌گردد.

تجزیه واریانس مشاهدات مربوط به مقادیر میانگین تنش حداکثر نمونه های خشک آزمایش کشش عمود بر الیاف در بینه های مختلف درختان بیانگر آن است که مقاومت کششی عمود بر الیاف نمونه‌های تر در بینه‌های مختلف در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار است، درحالی‌که درخصوص جهات جغرافیایی مختلف، اختلاف در سطح یک درصد معنی دار است. کاهش ۱۰ درصدی مقاومت کششی عمود بر الیاف نمونه‌های خشک نسبت به نمونه‌های تر، با توجه به آزمون t در سطح یک درصد معنی‌دار است.

مقادیر میانگین کار استاندارد نمونه‌های خشک آزمایش مقاومت به ضربه حاکی از آن است که بین کار استاندارد مقاومت به ضربه نمونه‌های خشک، در بینه‌های مختلف در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همین وضعیت درخصوص جهات جغرافیایی مختلف مشاهده می‌شود. کاهش ۵ درصدی مقاومت به ضربه نمونه های تر نسبت به نمونه های خشک، با توجه به نتیجه آزمون t در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار نیست.

در رابطه با مقاومت به شکاف‌خوری، در بینه‌های مختلف در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار دیده می‌شود، درحالی‌که در جهات جغرافیایی مختلف، اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد مشاهده می‌شود. کاهش ۲۶ درصدی مقاومت به شکاف‌خوری نمونه های خشک نسبت به نمونه های تر، با توجه به آزمون t در سطح یک درصد، معنی‌دار است.

تجزیه واریانس مشاهدات مربوط به سختی سطح مماسی و شعاعی، اختلاف معنی‌داری را ما بین بینه های مختلف درختان در سطح پنج درصد نشان می‌دهد. درحالی‌که چنین اختلافی برای جهات جغرافیایی در سطح یک درصد مشاهده شد. مقایسه نمونه های خشک و تر حاکی از آن است که تفاوت سختی مماسی نمونه‌های تر با ۷ درصد کاهش نسبت به نمونه‌های خشک با توجه به آزمون t در سطح یک درصد معنی‌دار است، درحالی‌که کاهش ۲ درصدی نمونه‌های تر سطح شعاعی در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار تلقی نمی‌گردد. درخصوص میانگین سختی سطح مقطع نمونه‌های خشک درختان مورد آزمون در بینه‌ها (ارتفاع‌ها)ی مختلف، اختلاف در سطح یک درصد معنی‌دار است، درحالی‌که در جهات مختلف، اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود ندارد. از مقایسه نمونه‌های خشک و تر مشخص می‌گردد که کاهش ۲۰ درصدی سختی سطح مقطع نمونه‌های تر نسبت به خشک، با توجه به آزمون t در سطح یک درصد معنی‌دار است.

مقادیر میانگین ظرفیت نگهداری میخ در سطح مماسی نمونه‌های تر درختان در بینه‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان نمی‌دهد، درحالی‌که در جهات جغرافیایی مختلف، تجزیه واریانس مشاهدات مذکور، حاکی از اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد. همچنین با توجه به آزمون t ، کاهش ۱۵ درصدی ظرفیت نگهداری میخ سطح مماسی نمونه‌های خشک نسبت به

www.SID.ir

Archive of SID

تر، در سطح یک درصد معنی‌دار است.

مقادیر میانگین ظرفیت نگهداری میخ در سطح شعاعی نمونه های خشک درختان در بینه های مختلف، اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان نمی‌دهد، درحالی که در جهت‌های مختلف جغرافیایی، در سطح پنج درصد، اختلاف معنی است. کاهش ۱۰ درصدی ظرفیت نگهداری میخ سطح شعاعی نمونه‌های خشک نسبت به تر، در سطح یک درصد معنی‌دار است.

درخصوص مقادیر میانگین ظرفیت نگهداری میخ در سطح مقطع نمونه های خشک درختان در بینه های مختلف، در سطح پنج درصد اختلاف معنی دار مشاهده می شود، درحالی که در جهات جغرافیایی مختلف، اختلاف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. با توجه به آزمون t ، کاهش ۲۱ درصدی ظرفیت نگهداری میخ سطح مقطع نمونه های خشک نسبت به تر، در سطح یک درصد معنی‌دار است.

در جدول ۱۳ خلاصه نتایج حاصل از انجام آزمون‌های نمونه‌های خشک گونه بلوط از رویشگاه گلبند نوشهر به همراه ضرایب تغییرات محاسبه شده، میانگین ضرایب تغییرات مندرج در کتابچه راهنمای چوب و نسبت مقادیر مقاومت نمونه های سالم در حالت خشک به تر مشاهده می‌شود.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج ارائه شده، خواص مهندسی چوب بلندمازو در حالت خشک نه تنها در راستای محور طولی، بلکه در جهات جغرافیایی مختلف نیز دارای تغییراتی می باشد که با توجه به ماهیت طبیعی این ماده اولیه موجه تلقی می گردد(۱۶).

لازم به ذکر است که مقایسه میانگین ضریب تغییرات خواص مهندسی بلندمازو در حالت خشک (۲۳/۴۸) و تر (۲۲/۲۲٪)، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان نداده و به‌عبارت دیگر رطوبت باعث افزایش تغییرپذیری خواص مهندسی نمی گردد.

نتایج تحقیق حاکی از آن است که تقریبا در کلیه موارد (غیر از مقاومت به ضربه و سختی شعاعی)، کاهش رطوبت چوب از حالت تر به رطوبت ۱۲ درصد، باعث بروز تفاوت معنی‌دار در خواص مهندسی آن گردیده است (جدول ۱۳). در واقع، طبق انتظار، کاهش رطوبت چوب در اکثر موارد به افزایش مقاومت های مکانیکی چوب منجر گردیده است. لازم به ذکر است درخصوص کرنش حداکثر فشار موازی الیاف، تنش حداکثر کشش عمود بر الیاف، مقاومت به شکاف‌خوری و ظرفیت نگهداری میخ در سطوح مختلف، با کاهش رطوبت چوب، کاهش معنی‌دار خواص مکانیکی مشاهده می گردد. در این میان بیشترین افزایش خواص مهندسی همگام با کاهش رطوبت، درخصوص تنش حداکثر فشار موازی الیاف (حدود ۹۵ درصد) و بیشترین کاهش درخصوص مقاومت به شکاف‌خوری (حدود ۲۷ درصد) می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۳ – خلاصه نتایج حاصل از آزمون‌های تعیین خواص مهندسی نمونه‌های خشک بلوط بلندمازو از رویشگاه گلبند نوشهر و مقایسه آن با نمونه‌های تر

مشخصه	میانگین	درصد ضریب تغییرات		نسبت
		مشاهده شده	کتابچه راهنما	خشک به تر
خمش استاتیک				
تنش حد تناسب	۸٤٥ kg/cm^2	۲۲	—	۱/٤۹
مدول گسیختگی	۱۱۰۱ kg/cm^2	۱٥	۱٦	۱/٤۸
مدول الاستیسیته ظاهری	۹۰٤۷٤ kg/cm^2	۲٥	۲۲	۱/۱۰
مدول الاستیسیته واقعی	۱۱۱٤۲۱ kg/cm^2	۱۷	—	۱/۲۹
انرژی حد تناسب	۳٤ kJ/m^3	٤۳	—	۱/۷۰
انرژی حداکثر	۷۱ kJ/m^3	۲۱	۳٤	۱/۲۷
فشار موازی الیاف				
تنش حد تناسب	٥۰۳ kg/cm^2	۱۷	—	۱/۹۱
تنش حداکثر	٦۱۹ kg/cm^2	۱۲	۱۸	۱/۹٥
کرنش حداکثر	۰/۰۱٦ mm/mm	۲٤	—	۰/۸۹
مدول الاسیتیسیته طولی	٥٥٤۹۳ kg/cm^2	۲۹	—	۲/۰٤
انرژی حد تناسب	۳٥۷٥ kgmm	۲۳	—	۱/۸۹
انرژی حداکثر	٦٥۰۲ kgmm	۲۸	—	۱/۳۹
فشار عمود بر الیاف				
تنش حد تناسب	۱٤۰ kg/cm^2	۱۸	۲۸	۱/۲٥
انرژی حد تناسب	۱۸۷۲ kgmm	۳۰	—	۱/۱٦
انرژی حداکثر	۸۰۱۳ kgmm	۱۷	—	۱/۱۸
برش موازی الیاف				
تنش حداکثر	۱٤۲ kg/cm^2	۱٦	۱٤	۱/۳
انرژی حد تناسب	۳۱٦٤ kgmm	۳۱	—	۰/۹۹
انرژی حداکثر	۳٦٦٤ kgmm	۲۷	—	۱/۰٤
کشش عمود بر الیاف				
تنش حداکثر	٥٦ kg/cm^2	۳٦	—	۰/۸۹
کار استاندارد مقاومت به ضربه	۳/٥۳ kfm	۳٥	۳٤	۱/۰٦
مقاومت به شکافخوری	٦٦ kg/cm	۳۰	—	۰/۷۳
سختی				
مماسی	٦۹۳ kg	۱۱	۲۰	۱/۰۸
شعاعی	٦۷۲ kg	۱۲	۲۰	۱/۰۲
مقطع	۸۳۳ kg	۱۰	۲۰	۱/۲٥
ظرفیت نگهداری میخ				
مماسی	٤٦ kg/cm	۲۹	—	۰/۸٥
شعاعی	٥٦ kg/cm	۲۳	—	۰/۹۰
مقطع	۳۲ kg/cm	۳۳	—	۰/۸۰

www.SID.ir

Archive of SID

در نمودار ۱، تنظیم برخی از خواص مهندسی بلندمازو در دامنه رطوبتی FSP تا رطوبت ۱۲ درصد، که با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردیده، مشاهده می‌شود. با توجه به این نمودار در هر رطوبت دلخواه، درصد کاهش یا افزایش خواص مکانیکی بلندمازو نسبت به مقاومت در رطوبت ۱۲ درصد، برآورد می‌گردد. در این نمودار مقادیر FSP و M_P به ترتیب ۳۰ و ۲۵ درصد رطوبت در نظر گرفته شده‌اند. برای مثال در رطوبت ۲۰ درصد، مقاومت فشار موازی الیاف در حدود ۶۶/۲ درصد مقاومت در رطوبت ۱۲ درصد و در حدود ۴۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بوده و مقاومت به شکاف خوری در حدود ۱۲۱ درصد مقاومت در رطوبت ۱۲ درصد و در حدود ۸۰ کیلوگرم بر سانتیمتر است. لازم به ذکر است با اینکه اکثر خواص مهندسی چوب همگام با خشک شدن چوب تا درصد رطوبت‌های خیلی پایین افزایش می‌یابد، ولی برای بسیاری از گونه‌ها در اثر کاهش رطوبت، برخی از خواص تا مقدار مشخصی افزایش یافته و پس از حصول به یک مقدار حداکثر، با ادامه روند خشک شدن، کاهش می‌یابند (۱۶).

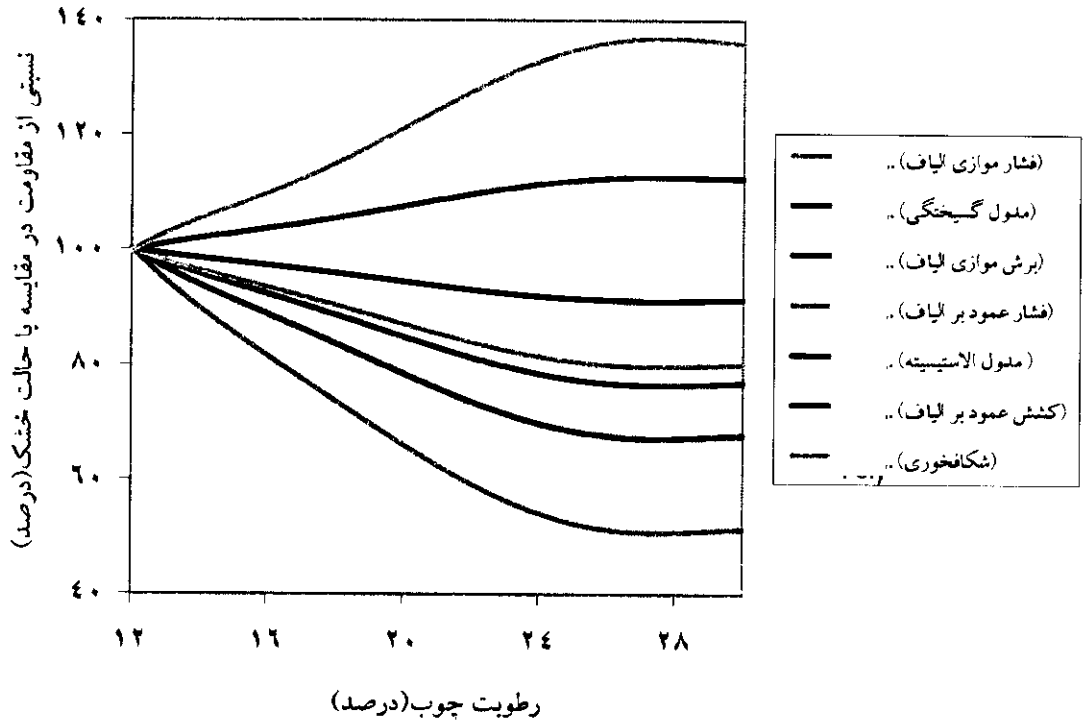
در جدول ۱۴، خواص مهندسی چوب بلوط بلندمازو در سیستم متریک با رطوبت ۱۲ درصد در مقایسه با گونه‌های مختلف جنس بلوط بومی ایالات متحده امریکا، درج شده است (۱۴ و ۱۶). در این جدول شاخص انحراف به‌منظور تعیین قرابت خواص مکانیکی بلندمازو با گونه‌های بومی ایالات متحده از طریق جذرگیری از میانگین مجموع مربعات اختلاف مقادیر بی‌مقیاس شده، محاسبه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با لحاظ نمودن کلیه ۸ خصوصیت مندرج در کتابچه راهنمای چوب، گونه Post oak در مجموع کمترین شاخص انحراف و در نتیجه بیشترین شباهت با بلندمازوی ایران را دارا می‌باشد. در این میان کشش عمود بر الیاف، برش موازی الیاف و سختی به ترتیب کمترین تفاوت (بیشترین قرابت) و فشار عمود بر الیاف بیشترین تفاوت موجود بین خواص مهندسی این دو گونه را نشان می‌دهد. پس از آن، بیشترین شباهت خواص مکانیکی با بلندمازو را به ترتیب گونه‌های Bur Oak, Swamp Chestnut Oak و White (White) Oak دارا می‌باشند. باید توجه داشت در صورت در نظر داشتن یک خصوصیات منفرد به‌منظور کاربردی معین، ممکن است هر یک از مشخصات مکانیکی بلندمازو به یکی از گونه‌های مندرج در جدول شباهت بیشتری داشته باشد. به‌عنوان نمونه درخصوص سختی، بلند مازو بیشترین شباهت را با Pin Oak و در مورد کشش عمود بر الیاف بیشترین قرابت را با Northern Red Oak و White (White)Oak دارا می‌باشد.

در نهایت با توجه به نتایج حاصل از آزمون خواص مهندسی بلند مازو در هر دو حالت تر (۶) و رطوبت ۱۲ درصد، به نظر می‌رسد در مجموع این گونه بیشترین قرابت را با Post White Oak دارا می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

نمودار۱ - تنظیم برخی از خواص مهندسی چوب بلند مازو در دامنه رطوبتی مورد نظر



www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱٤ – خواص مهندسی چوب بلوط بلند مازو در مقایسه با نمونه‌های بلوط بومی ایالات متحده امریکا (رطوبت ۱۲ درصد)

		وزن مخصوص *	مدول گسیختگی (kpa)	مدول الاستیسیته (Mpa)	کار حداکثر (kJ/m^3)	فشار موازی الیاف (kpa)	فشار عمود بر الیاف (kpa)	برش موازی الیاف (kpa)	کشش عمود بر الیاف (kpa)	سختی (N)	شاخص انحراف
Q.Castaneaefolia		ـــــ	۱۰۷۹٤۱	۸۸۷۰	۷۱	٦۰٦۸٦	۱۳۷۲۵	۱۳۹۲۲	٥٤۹۰	٦٦۹۱	ـــــ
Red Oak	Black	۰/٦۱	۹٦۰۰۰	۱۱۳۰۰	۹٤	٤٥۰۰۰	٦٤۰۰	۱۳۲۰۰	ـــــ	٥٤۰۰	۰/۰۲۳۱
	Cherry	۰/٦۸	۱۲٥۰۰۰	۱٥۷۰۰	۱۲٦	٦۰۳۰۰	۸٦۰۰	۱۳۸۰۰	٥۸۰۰	٦٦۰۰	۰/۰۲
	Laurel	۰/٦۳	۸۷۰۰۰	۱۱۷۰۰	۸۱	٤۸۱۰۰	۷۳۰۰	۱۲٦۰۰	٥٤۰۰	٥٤۰۰	۰/۰۱۷۸
	Northern Pin	۰/٦۳	۹۹۰۰۰	۱۲٥۰۰	۱۰۰	٤٦٦۰۰	۷۰۰۰	۱۳۳۰۰	٥٥۰۰	٥۷۰۰	۰/۰۱۹۲
	Scarlet	۰/٦۳	۹۷۰۰۰	۱۱۹۰۰	۱۰۲	٤۷۰۰۰	۷۰۰۰	۱٤۳۰۰	۷۲۰۰	٦۷۰۰	۰/۰۲
	Southern Water	۰/٦۷	۱۲۰۰۰۰	۱۳۲۰۰	۱٤۱	٥۷٤۰۰	۷۷۰۰	۱۳۰۰۰	٦۰۰۰	٦۲۰۰	۰/۰۲۱۳
	Willow	۰/٥۹	۷٥۰۰۰	۱۰۳۰۰	٦٥	٤۲۰۰۰	٦۰۰۰	٦۹۰۰	۳٥۰۰	٤۷۰۰	۰/۰۲٥۹
		۰/٦۳	۱۰٦۰۰۰	۱۳۹۰۰	۱٤۸	٤٦۷۰۰	۷۰۰۰	۱۳۹۰۰	٦۳۰۰	٥۳۰۰	۰/۰۲٤۷
		۰/٦۹	۱۰۰۰۰۰	۱۳۱۰۰	۱۰۱	٤۸٥۰۰	۷۸۰۰	۱۱٤۰۰	ـــــ	٦٥۰۰	۰/۰۱۹
White Oak	Bur	۰/٦٤	۷۱۰۰۰	۷۱۰۰	٦۸	٤۱۸۰۰	۸۳۰۰	۱۲٥۰۰	٤۷۰۰	٦۱۰۰	۰/۰۱۷٦
	Chestnut	۰/٦٦	۹۲۰۰۰	۱۱۰۰۰	۷٦	٤۷۱۰۰	٥۸۰۰	۱۰۳۰۰	ـــــ	٥۰۰۰	۰/۰۲۳۰
	Live Overcup	۰/۸۸	۱۲۷۰۰۰	۱۳۷۰۰	۱۳۰	٦۱٤۰۰	۱۹٦۰۰	۱۸۳۰۰	ـــــ	ـــــ	۰/۰۲٤۳
	Post	۰/٦۳	۸۷۰۰۰	۹۸۰۰	۱۰۸	٤۲۷۰۰	٥٦۰۰	۱۳۸۰۰	٦٥۰۰	٥۳۰۰	۰/۰۲۳
	Swamp Chestnut	۰/٦۷	۹۱۰۰۰	۱۰٤۰۰	۹۱	٤٥۳۰۰	۹۹۰۰	۱۲۷۰۰	٥٤۰۰	٦۰۰۰	۰/۰۱۲٦
	Swamp White	۰/٦۷	۹٦۰۰۰	۱۲۲۰۰	۸۳	٥۰۱۰۰	۷۷۰۰	۱۳۷۰۰	٤۸۰۰	٥٥۰۰	۰/۰۱٦۹
	White	۰/۷۲	۱۲۲۰۰۰	۱٤۱۰۰	۱۳۲	٥۹۳۰۰	۸۲۰۰	۱۳۸۰۰	٥۷۰۰	۷۲۰۰	۰/۰۱۹۹
	White	۰/٦۸	۱۰٥۰۰۰	۱۲۳۰۰	۱۰۲	٥۱۳۰۰	۷٤۰۰	۱۳۸۰۰	٥٥۰۰	٦۰۰۰	۰/۰۱۷٥

* براساس وزن خشک و حجم در رطوبت ۱۲ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

منابع و مآخذ:

۱ – ابراهیمی، قنبر. ۱۳۶۷. مقاومت‌های مکانیکی چوب و عناصر آن در تحلیل تاب اوراق مرکب چوب، دانشگاه تهران

۲ – ابراهیمی، قنبر. ۱۳۶۸. مکانیک چوب و فرآورده‌های مرکب آن، دانشگاه تهران

۳ – ابراهیمی، قنبر. ۱۳۷۸. تنش‌ها و کرنش‌های رشد در درختان، دانشگاه تهران

۴ – پارساپژوه، داود. ۱۳۶۷. تکنولوژی چوب. دانشگاه تهران

۵ – پارساپژوه، داود و شواین گروبر، ف.ح. ۱۳۶۶. اطلس چوب‌های شمال ایران، تشریح و تشخیص میکروسکوپی گونه‌های مهم. انتشارات دانشگاه تهران

۶ – حمصی، امیرهومن و حسین پور، نادر. ۱۳۸۲. تعیین خواص مهندسی چوب بلوط بلند مازو از رویشگاه گلبند نوشهر در حالت تر. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. سال نهم، شماره (۳).

۷ – شفیعی‌فر، سعید و همکاران، ۱۳۷۴. طرح تعیین خواص مهندسی کاربردی چوب‌های جنگلی ایران، گونه راش منطقه گلبند نوشهر. دفتر فنی صنایع چوب، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور. وزارت جهاد کشاورزی

۸ – شفیعی‌فر، سعید و همکاران، ۱۳۷۵. طرح تعیین خواص مهندسی کاربردی چوب‌های جنگلی ایران، گونه توسکا ییلاقی منطقه نوشهر. دفتر فنی صنایع چوب، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور. وزارت جهاد کشاورزی

۹ – شفیعی‌فر، سعید و همکاران، ۱۳۷۶. طرح تعیین خواص مهندسی کاربردی چوب‌های جنگلی ایران، گونه افرا شیردار منطقه گلبند نوشهر. دفتر فنی صنایع چوب، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور. وزارت جهاد کشاورزی

۱۰ – مختومی، عبدالناصر و همکاران، ۱۳۸۰. طرح تعیین خواص مهندسی کاربردی چوب‌های جنگلی ایران، گونه توسکا ییلاقی منطقه سنگده ساری. سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور. وزارت جهاد کشاورزی

۱۱ – نخعی، مجید ناصر و همکاران، ۱۳۷۶. طرح تعیین خواص مهندسی کاربردی چوب‌های جنگلی ایران، گونه ممرز منطقه سنگده ساری. دفتر فنی صنایع چوب، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور. وزارت جهاد کشاورزی

۱۲ – نیلوفری، پرویز. ۱۳۶۴. چوب‌شناسی "چوب‌های ایران". کتابفروشی دهخدا

13- ASTM. [Current edition], Standard methods for testing small clear specimens of timber. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Materials.

14- Bodig, J.; Jayne, B.A. 1982. Mechanics of wood and wood composites. New York, Van Nostrand Reinhold Company.

15- Dahlblom, O.; Ormarsson, S.; Petersson, H. 1996. Simulation of wood deformation processes in drying and other types of environmental loading. Ann Sci for. 53, 857-866.

16- Forest product laboratory. 1999. Wood handbook – Wood as an engineering material. Gen. Tech, Rep, FPL-GTR-113. Madison, WI: U.S.Department of Agriculture, Forest Service.

17- Gerhards, C. C. 1968. Effects of type of testing equipment and specimen size on toughness of wood. Res. Pap. FPL-RP-97. Madison, WI: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products laboratory.

18- Gerhards, C. C. 1982. Effect of moisture content and temperature on the mechanical

www.SID.ir

Archive of SID

properties of wood: and analysis of immediate effects. Wood and fiber. 14 (1): 4-36.
19- Kretschmann, D. E.; Green, D. W. 1996. Modeling Moisture content - mechanical property relationships for clear Southern Pine. Wood and fiber Science. 28(3): 320-337.
20- Kollmann, F. F. P; Cote, W. A. 1984. Principles of wood Science and Technology. Springer-Verlag.

www.SID.ir