# اندازه‌گيري ويژگی‌های مكانيكي و فيزيكي سپيدار(كبوده) ايران (*Populus alba*) و تدوين مقاومت‌هاي مجاز آن

**محمد شمسيان*[۱]، قنبر ابراهيمي[۲]، مهدي تجويدي [۳] و عباس قلندرزاده[۳]**

[۱]استاديار دانشگاه زابل، دانشكده منابع طبيعی، گروه علوم و صنايع چوب وكاغذ، ايران

[۲] استاد گروه علوم و صنايع چوب و كاغذ، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران

[۳] استاديار گروه علوم و صنايع چوب و كاغذ، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران

[۴] استاديار دانشكده فني و مهندسی(عمران)، گروه ژئوتكنيک، دانشگاه تهران، ايران

(تاريخ دريافت: ۸۶/۸/۲۶، تاريخ تصويب: ۸۷/۴/۴)

## چكيده

با تبعيت از آيين نامه D ۱۴۳-۰۶ استاندارد) ASTM ۴ (آزمايش‌هاي مكانيكي لازم برای تعيين ويژگی‌های مكانيكي چوب گونه تند رشد سپيدار (كبوده) روي نمونه‌هاي جور آماري اين گونه‌ها در دو حالت تر و خشك انجام شد. آزمايش‌ها براي اندازه‌گيري مدول گسيختگي ،مدول كشسانی خمشي، بيشينه تنش فشاري در برای موازي الياف ، تنش فشاري در راستاي عمود بر الياف، سختي جانبي، ظرفيت نگهداري ميخ و شكاف خوري انجام شدند. شاخص‌هاي فيزيكي مهم اين گونه شامل چگالی و هم كشيدگي(شعاعي، مماسي ،طولي و حجمي) نيز اندازه‌گيري شدند. هدف از اين اندازه‌گيري ها تعيين حدود مقاومت‌هاي مجاز چوب گونه يادشده براي كاربردهاي مهندسي شده به ويژه در سازه‌هاي مسكوني با قاب سبك در مناطق روستايي بوده است. با انجام آزمايش های مختلف مكانيكي و فيزيكي در حالت تر(FSP) و نيز خشك (رطوبت ۱۲%) ميانگين ويژگی‌های مكانيكي و فيزيكي به اين شرح به دست آمد : ۱) در حالت تر : خمش ايستايی شامل مدول گسيختگي (MPa) ۳۸/۱ و نيز مدول كشسانی ظاهري (MPa) ۶۲۹۷، بيشينه تنش (لهيدگي) در فشار موازي الياف (MPa) ۲۰/۱، حد تناسب در فشار عمود بر الياف (MPa)۲/۰ و نيز تنش در حد تغيير شكل ۱mm در فشار عمود بر الياف (MPa)۳/۵، بيشينه مقاومت در تنش كششي موازي الياف (MPa)۶۴/۶، بيشينه مقاومت در تنش كششي عمود بر الياف (MPa)۱/۹، بيشينه برش موازي الياف (MPa) ۴/۰ ، بيشينه مقاومت به ضربه (Kg . m)۲/۶،سختي جانبي (KN) ۱/۵ و سختي در مقطع عرضي (KN)۲/۳، ميخ كشي (KN)۰/۵۶، بيشينه مقاومت به شكاف خوري (N/mm) ۲۷/۵ و ۲) در حالت خشك : خمش ايستايی شامل مدول گسيختگي (MPa)۶۵ و مدول كشسانی ظاهري (خمشي) (MPa)۸۰۹۷، مقاومت به لهيدگي در فشار موازي الياف (MPa)۳۴/۸ ، حد تناسب در فشار عمود بر الياف (MPa) ۴/۳ ، بيشينه مقاومت در تنش كششي موازي الياف (MPa)۷۳/۳ ، حد اكثر مقاومت در تنش كششي عمود بر الياف (MPa) ۳/۲ ، بيشينه برش موازي الياف (MPa) ۴/۹ ،حد اكثر مقاومت به ضربه (Kg. m ۲/۱) ، سختي جانبي (KN) ۱/۹، ميخ كشي (KN)۰/۴۳و ويژگی‌های فيزيكي شامل: ۱) چگالی جرم در حالت خشك: ($gr/cm^3$) ۰/۳۸ و نيز ۲) هم كشيدگي: شعاعي ۳/۲ %، مماسي ۵/۲ %، طولي۰/۲۷ % و حجمي۸/۴% به دست آمد.

واژه‌هاي كليدي: ويژگی‌های فيزيكي و مكانيكي، مقاومت‌هاي مجاز، ويژگی‌های مهندسي، خمش، فشار، برش، كشش، ميخ كشي، چگالی ، سپيدار

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۲۳۳۲۷۸۰۵ فاكس: ۰۲۳۲-۴۵۴۳۶۳۱ E-mail: mohammadshamsian@yahoo.com

## مقدمه

گونه‌هاي صنوبر از جمله سپيدار (کبوده: *Populus alba*) از نظر تند رشد بودن اهميت دارند. به ويژه که با کاهش سطح جنگل‌هاي طبيعي و نيز افزايش روز افزون نياز به فرآورده‌هاي چوبي روز به روز نمود بيشتري مي‌يابد. جنبه مهم ديگرگونه سپيدار قابليت کشت آن در مناطق مختلف کشور مي‌باشد. زراعت اين گونه به شرط فراهم بودن آب، در بيشتر مناطق خشك و نيمه خشك ايران توانمندی خوبي دارد و فرآورده های چوب توليدی از آن‌ها در ساخت قاب سازه‌هاي مسکوني قابل توصيه مي‌باشد. توجه به ساخت سازه‌هاي چوبي با هدف پيش گيري از خسارت‌هاي جاني در نواحي زلزله خيز کشور موثر واقع خواهد شد و اين را تجربه‌هاي ميداني سازه‌هاي چوبي در همه نقاط روي کره زمين به اثبات رسانده است. افزون بر اين ديگر کاربرد چوب اين گونه‌ها با توجه به توزيع نسبي فراوان آن بر حسب وضعيت جغرافيايي در کشور که در قيمت چوب تاثير بارزي دارد از نظر اقتصادي مهم است. بنابراين فر آوري و کاربری درست برش های توليدی از گونه‌هاي تند رشد مورد اشاره در اقتصاد پايه جامعه تاثير چشم گيری خواهد داشت. بنابراين نياز به بهره گيری از داده‌هاي ويژگی های مکانيکي برای مقاصد مختلف بسيار به طور مستمر وجود دارد . از نظر تاريخي براي تعيين چنين ويژگی۱هايی از نمونه‌هاي کوچك سالم و برابر استانداردهاي جهاني موجود بهره گيری می شده است. به اين منظور از روش هاي آزمون ASTM D 143 (روش‌هاي آزمون نمونه‌هاي کوچك سالم) (۴) بهره گيری شد تا يك مجموعه قابل اطمينان از ميزان مقاومت چوب سالم براي گونه سپيدار به دست آيد و نيز برای گسترش ايمنی و کار آيي تنش‌هاي عملي ( working stress) براي فرآورده‌هاي مختلف چوبي اين گونه ازآيين نامه D2555 استاندارد ASTM (روش‌هاي آزمون استاندارد براي ايجاد ميزان مقاومت چوب سالم) (۴) بهره گيری شد تا اطلاعات لازم را براي عامل هايي که برای در نظر گرفتن تنظيم مقادير چوب سالم براي سطوح تنش‌هاي عملي در طراحي نياز است آماده شود.

در منابع جرم ويژه چوب اين گونه در حالت خشك شده در آون ۰/۴۶ و در حالت خشك شده در هواي آزاد (رطوبت ۱۲%) ۰/۵۰ گزارش شده است (۲) ونيز مقاومت فشاري موازي الياف آن (MPa) ۳۴ و هم کشيدگي آن در برای جهت طولي ۰/۴ در برای جهت شعاعي ۴/۱ در برای جهت مماسي ۹/۸ و برای حجمي۱۴/۵ درصد گزارش شده است (پارسا پژوه۱۳۶۷ ) (۱). روشن است که اين داده‌هاي کم برای تعيين و طراحي روش های توليد انبوه کافي نبوده و نياز به اندازه‌گيري ويژگی های مکانيکي برابر روش هاي استاندارد يادشده مي‌باشد تا نيازهاي لازم را برآورده نمايد. بدين منظور اين بررسی انجام شده است .

## مواد و روش‌ها

گونه سپيدار (کبوده) (*Populus alba*) از شاخه لوسه(Leuce Duby) زير شاخه (Albidae) از جنس صنوبر و از خانواده بيد مي‌باشد (۳). اين گونه داراي درختاني تندرشد خزان کننده و داراي تنه‌هاي بزرگ به نسبت تنومند و منفرد مي‌باشد. دست کاشت اين گونه ظرف يکي دو دهه، درختاني با قطر برابر سينه بالاي ۲۵ سانتي‌متر توليد مي‌کنند. صاحبان عرصه‌هاي زراعت چوب، اين درختان را قطع و گرده‌هاي بدست آمده را به بازار تبديل و مصرف چوب‌هاي برش شده عرضه مي‌نمايند. کار اره کشی و برش درختان در اين عرصه‌ها را بيشتر پيمانکاراني انجام مي‌دهند که اغلب کارگاه تبديل گرده را به فرآورده های چوب با اندازه استاندارد دارند. براي تهيه مواد آزموني مورد نياز به کارگاه‌هاي چوب بري تبديل اين گرده‌ها در اطراف کرج مراجعه شد. پس از شناسايي گونه و رويشگاه آن‌ها (منطقه طالقان، نظر آباد، کردان و مرد آباد) ۲۰ اصله گرده بينه درجه يك با قطر انتهايي بيش از ۲۵ سانتي‌متر به طور تصادفي گزينش و براي تبديل با طرح برش‌هاي قريب به صفحه های ارتو تروپيك چوب و رعايت اصول آيين نامه استاندارد متبوع ، به کارگاه گروه علوم و صنايع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبيعي دانشگاه تهران حمل شدند. از انتهاي باريك هر يك از آنها يك گرده به طول ۱mبرش زده شده و روي هر گرده (bolt) مشخصات

آن شامل نام گونه، شماره درخت مشخص شده و بلافاصله مقاطع گرده‌بینه‌ها برای جلوگیری از خشك‌شدن سریع و ترك برداشتن با پارافین مایع اندود شد. برش گرده‌ها با روش دوم آیین نامه ۰۶-۱۴۳ D استاندارد ASTM (۴) صورت گرفت تا از شیب الیاف با قطر کم گرده‌ها در آزمونه‌هاي انجام آزمایش های مکانیکي پرهیز شود. از هر گرده یك مجموعه آزمونه تر تهیه و براي انجام آزمایش روي آن در حالت تر نگهداري شدند. برش های جور این نمونه‌ها براي خشك شدن در هواي آزاد با اندود مقاطع در کارگاه دسته بندي شدند و پس از خشك شدن از آن‌ها آزمونه‌هاي خشك تهیه شد. به این منظور گرده‌هاي نمونه برپایه برای متعامد(به طور صلیبي) به تخته‌هاي با ضخامت ۱۱۵mm اسمي برابر آیین نامه D5536استاندارد ASTM (روش استاندارد براي نمونه‌برداري درختان جنگلي برای تعیین ویژگی های چوب سالم) (۴) برش زده شدند سپس هر تخته برای تهیه آزمونه‌هاي تر و خشك از ضخامت برش زده شدند تا به دو تخته به ضخامت اسمي ۵۵mm تبدیل شود پس از مشخص کردن تخته‌ها براي آزمون‌هاي تر و خشك باردیگر تخته‌هایي به پهناي ۵۵mm از سمت مغز جدا شد و به این ترتیب تخته‌هاي با ابعاد مقطع اسمي ۵۵mm*۵۵ و طول ۱/۰m بدست آمد تا از آنها قطعه های مواد آزموني به دست آید. نکته قابل توجه آن که نمونه‌ها طوري تهیه شدند که محورهاي تقارن ساختماني آن بر محورهاي هندسي منطبق باشد . سپس از تخته‌هاي با ابعاد اسمي۵۵mm×۵۵ قطعه های نمونه‌هاي آزموني برش زده شد.برای جلوگیري از خشك‌شدن و در نتیجه ترك‌ها و از شکل‌افتادگي نمونه‌هاي آزموني حالت تر، بلافاصله پس از تهیه آن‌ها را در کیسه‌هاي پلاستیکي و یا در زیر پوشش های پلاستیکي قرارداده و در همین حالت مرطوب مورد آزمون واقع شدند. برای رساندن رطوبت نمونه‌هاي آزمون حالت خشك به حد رطوبت ۱۲% درآغاز مدتي آن‌ها را در کارگاه قرارداده و پس از کاهش نسبي رطوبت آن‌ها، نمونه‌ها به مدت دست کم ۶۰ روز در اتاق باشرایط ثابت کلیما در دماي $^{o}c$ ۱±۲۳ و رطوبت نسبي ۲% ±۶۵ قرار داده شدند در این مدت نمونه‌ها به رطوبت اسمي مورد نظر درحالت خشك (۱۲%) رسیده وبرای آزمون به تدریج به آزمایشگاه حمل مي‌شدند.

کارهای اجرایي آزمون ها برابر آئین‌نامه D143-83 استاندارد ASTM (۲۰۰۰) (۴) با ماشین آزمایش INSTRON سري IX مدل ۴۴۸۶ (ویرایش۸/۲۵/۰۰) مجهز به کنترل رایانه ای انجام شد. آزمون ضربه نیز با دستگاه آمسلر انجام شد. سپس داده‌هاي بدست آمده از آزمون‌هاي ویژگی های مکانیکي و فیزیکي با بهره گیری از بسته نرم‌افزاري SPSS ویرایش تحت Windows مورد تجزیه و تحلیل آماري قرار گرفتند تا آماره‌هاي میانگین و انحراف معیار برای تعیین میزان مقاومت مجاز طراحي به دست آید و نیز آزمون‌هاي خوبي برازش و توزیع نرمال و نگاره ها مانند نمودار و... تهیه شد.

## نتایج

مشاهده های به دست آمده از گونه آزمایش شده دامنه تغییرات ذاتي نزدیك هم داشته‌اند و به همین علت میانگین هر مقاومت اندازه‌گیري شده را می‌توان براي گونه تعمیم داد. میانگین مشاهده های، انحراف معیار و شمار آزمونه‌هاي هر آزمون در جدول (۱) خلاصه شده اند. پس از آن که میانگین ویژگی های فیزیکي و مکانیکي به دست آمد با داشتن انحراف معیار مي‌توان اقدام به تعیین میزان طراحي اسمي مجاز نمود. حال با داشتن میانگین ویژگی‌های ( $\overline{X}$ ) و نیز انحراف معیار (S) مي‌توان حد تولرانس پارامتري را از رابطه $PTL = \overline{X} - KS$ بدست آورد. که PTL حد تولرانس مشخصه ي، $\overline{X}$ میانگین ویژگی های وK ضریب مربوط به حد استثناء پائین مي‌باشد که این ضریب براي حد استثناء ۵% برابر ۱/۶۴۵ مي‌باشد.

اما نظر به آنکه بررسی‌های جامعي روي میزان جرم ویژه این گونه در ایران انجام نشده است باید انحراف معیار را از معادله (۱) به دست آورد.

معادله (۱) $S = C\bar{\bar{Y}}$

کـــه در آن: S : انحـــراف معيـــار ويژگـــی مـــوردنظر، $\bar{Y}$: ميـانگين ويژگـی مـوردنظر و C: ميـانگين ضـريب تغييرات چـوب سـالم مربـوط بـه ويژگـی‌هـای مـورد نظـر مي‌باشد که از ميانگين ۵۰گونـه در حالـت سـبز بـه دسـت آمده و در جدول (۲) ارائه شده است.

با توجه به جدول (۱) ملاحظه مي‌شود که حد استثناء به دست آمده بر مبناي ضريب تغييرات ميانگين ۵۰ گونـه در حالت سبز رقمي‌محافظه کارانه‌تر از اعداد به دست آمده از نتايج خود آزمون مي‌باشد بنابراين براي اين ويژگـی‌هـای جهت ايمني بيشتر و نيز نبود قطعيت جرم ويـژه بـه دليـل نبود بررسی گسترده روي جرم ويژه پيشنهاد مي‌شود که اعداد به دست آمده از محاسبه‌ها بر مبناي انحراف معيار محاسبه شده از معادله (۱) مورد بهره‌گيـری قـرار گيـرد. نکته دارای اهميت ديگر در مورد کـشش مـوازي اليـاف و کشش عمود بر اليـاف آن اسـت کـه آيـين نامـه D245 استاندارد ASTM (۴) پيشنهاد مي‌نمايد که مي‌توان اين آزمون‌ها را انجام نداد و در عوض به جاي مقاومـت کـشش موازي الياف از۵۵% مدول گسيختگي و براي کشش عمـود بر الياف از۰/۳۳مقاومت برشـي بهـره‌گيـری نمـو د . بـدين ترتيب مقدار تنش کششي موازي الياف MPa ۱۵/۴۲۶ = ۰/۵۵*۲۸/۰۴۸ و بـراي کـشش عمـود بـر اليـاف MPa ۰/۳۳*۲/۷۹۷=۰/۹۲۳ به دست مـي‌آيـد . از مقايـسه ايـن اعداد با اعداد جدول (۱) ملاحظه مـي‌شـود کـه در مـورد کشش مـوازي اليـاف ۴۵% کمتـر بـرآورد شـده و در مـورد کشش عمود بر الياف ۰/۹ بيشتر برآورد مي‌شود. بنابراين با نظر گرفتن رعايت احتياط پيشنهاد مي‌شـود کـه در مـورد کشش موازي الياف از ۵۵% مدول گـسيختگي بهـره‌گيـری شود و در مورد کشش عمود بر الياف از نتايج خـود آزمـون بهره‌گيری شود.

با توجه به بحث بالا ميزان پايـه مقاومـت طراحـي اسـمي مجاز به اين شرح بيان می‌شود.

خمش ايستا: مدول گسيختگي (MOR): ۲۸/۰۴۸ MPa

مدول کشسانی (MOE): ۶۲۹۷/۶ MPa

فشار مـوازي اليـاف (بيـشينه مقاومـت لهيـدگي): MPa ۱۴/۱۴

کشش موازي الياف (بيشينه مقاومت): ۱۵/۴۲۶ MPa

کشش عمود بر الياف (بيشينه مقاومت): ۰/۸۴۶ MPa

برش موازي الياف: ۲/۷۹۷ MPa

فـشار عمـود بـر اليـاف: (تـنش در حـد تناسـب): MPa ۱/۹۹۸ ، (تنش درحد تغيير شکل ۱mm): ۳/۴۶۷ MPa

(تنش درحد تغيير شکل ۰/۵mm): ۲/۵۷۰ MPa

ميخ‌کشي انفصالي جـانبي: ۰/۴۱۴ KN (بـراي درآوردن ميخ به قطر۲/۸mm که ۳۲mm در عضو اصلي نفوذ نموده باشد).

چگالی جرم خشك شده در اتو: $gr/cm^3$ ۰/۳۸

هم کشيدگي: شعاعي ۳/۲ %، مماسي ۵/۲ %، طولي۰/۲۷ % و حجمي۸/۴%

جدول ۱- ويژگی‌های مقاومتي سپيدار (كبوده ) ايران(***Populus alba***) ( اعداد درون پرانتز ميزان استثناء ۵% برحسب معادله۱ مي‌باشد.)

| ويژگی‌های | حالت خشك (۱۲%) | | | حالت تر | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | تعداد | ميانگين آزمون | انحراف معيار آزمون | تعداد | ميانگين آزمون | انحراف معيار آزمون | انحراف معيار از معادله(۱)و ضرائب جدول(۳) | مقاومت مجاز طراحي اسمي پايه | |
| | | | | | | | | ميانگين | حد ۵% استثناء |
| خمش ايستايی (MPa) | ۷۴ | ۸۰۹۷ | ۷۳۱ | ۹۸ | ۶۲۹۷/۶۲۶ | ۸۷۹/۱۹۴ | ۱۳۸۵/۵ | ۶۲۹۷/۶ | - |
| MOE | ۷۴ | ۶۵ | ۶/۱ | ۹۸ | ۳۸/۰۶۸ | ۴/۹۱۳ | ۶/۰۹۱ | - | ۲۹/۹۸۶(۲۸/۰۴۸) |
| MOR | | | | | | | | | |
| فشار موازي الياف(MPa) | ۹۶ | ۳۴/۸ | ۳/۱۶ | ۱۰۲ | ۲۰/۰۹۴ | ۲/۵۱۲ | ۳/۶۱۷ | - | ۱۵/۹۶۲( ۱۴/۱۴۴) |
| بيشينه مقاومت به لهيدگي | | | | | | | | | |
| فشار عمود بر الياف (MPa) تنش درحد تناسب | ۴۷ | ۴/۳ | ۰/۴۹ | ۳۵ | ۱/۹۹۸ | ۰/۱۵۵ | ۰/۵۵۹ | ۱/۹۹۸ | - |
| تنش در تغيير شكل ۱mm | - | - | - | - | - | - | - | ۳/۴۶۷ | - |
| تنش در تغيير شكل ۰/۵mm | - | - | - | - | - | - | - | ۲/۵۶۹ | - |
| كشش موازي الياف (MPa) (بيشينه مقاومت) | ۴۷ | ۷۳/۳ | ۱۴/۷ | ۳۹ | ۶۴/۵۸۸ | ۲۱/۱۴۹ | - | - | ۲۹/۷۹۸(۴۷ /۵۸۹) |
| كشش عمود بر الياف (MPa) (بيشينه مقاومت) | ۷۱ | ۲/۳ | ۱/۱ | ۵۰ | ۱/۸۶۹ | ۰/۶۲۲ | ۰/۲۶۲ | - | ۰/۸۴۶(۱/۴۳۸) |
| برش موازي الياف (MPa) (بيشينه مقاومت) | ۷۲ | ۴/۹ | ۰/۸ | ۵۲ | ۴/۰ | ۰/۷۳۱ | ۰/۵۶۰ | - | ۲/۷۹۷(۳/۰۷۹) |
| شكف خوري(N/mm) | ۵۳ | ۴۲/۳ | ۷/۲ | ۵۳ | ۲۷/۴۷۶ | ۶/۷۲۳ | - | - | - |
| سختي جانبي (KN) | ۱۷۴ | ۱/۹ | ۰/۳۷ | ۱۳۳ | ۱/۵۲۲ | ۰/۲۶۲ | ۰/۳۰۴ | - | - |
| ميخ‌كشي انفصالي(KN) | ۱۸۱ | ۰/۴۳ | ۰/۱۱ | ۱۲۹ | ۰/۵۶۸ | ۰/۰۹ | - | - | ۰/۴۲ |
| ضربه (Kg.m) | ۵۲ | ۲/۱ | ۰/۸۴ | ۴۴ | ۲/۵۵۷ | ۰/۴۹۳ | ۰/۸۶۹ | - | ۱/۱۳ |
| چگالی خشك | ۶۱ | ۰/۳۹۵ | ۰/۰۲۷ | ۶۱ | ۰/۳۷۵ | ۰/۰۲۷ | ۰/۰۳۷ | ۰/۳۷ | - |
| هم كشيدگي (درصد) | - | - | - | ۲۳ | ۳/۲ | ۱/۰۵۳ | - | ۳/۲ | - |
| شعاعي | - | - | - | ۵۷ | ۵/۲ | ۱/۵۴۹ | - | ۵/۲ | - |
| مماسي | - | - | - | ۵۶ | ۰/۲۷ | ۰/۲۰۷ | - | ۰/۲۷ | - |
| طولي | - | - | - | ۴۲ | ۸/۴ | ۱/۹۰۹ | - | ۸/۴ | - |
| حجمي | | | | | | | | | |

## بحث

اندازه گیری و محاسبه ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی سپیدار (کبوده) ایران به منظور تعیین حدود مقاومت‌های مجاز فرآورده‌های چوبی این گونه یکی از اهداف اصلی این پژوهش بوده است که برابر آیین نامه ۲۵۵۵ D استاندارد ASTM (۴) انجام شد . پس از تعیین حد ۵% استثناء براي مقاومت‌هاي خمشي، كشش موازي الياف، مقاومت فشاري موازي الياف و مقاومت برشي و نيز ميانگين مدول كشسانی و مقاومت حد تناسب در فشار عمود بر الياف ونيز تنش در حد تغییر شکل ۱mm در فشار عمود بر الياف براي چوب سالم راست تار در شرايط سبز بايد برابر آيين نامه ASTM استاندارد D 2555 (۴) اعداد به دست آمده را بر اعداد جدول(۲) كه ضريب تنظيم لازم براي اعمال مدت بار نرمال و نيز ضريب ايمني مي‌باشد تقسيم نموده تا ويژگی‌های مجاز طراحي براي چوب سالم راست تار بدست آيد كه در جدول (۳) ارائه گرديده است. ویژگی‌های به دست آمده در بالا باز هم بايستي برابر ويژگی‌های مجاز در هر درجه تنش تنظيم شوند كه از راه ضرب نمودن ويژگی های طراحي مجاز جدول(۳) در نسبت مقاومت مناسب كه به صورت اعشاري بيان مي‌شود انجام شده و سپس اعداد را بايد گرد نمود. نظر به اينكه در ايران استاندارد درجه‌بندي چوب‌هاي ساختماني وجود ندارد، بنابراين نسبت مقاومتي نيز بر آن تنظيم نشده ولي براي پركردن اين خلاء مي‌توان از استاندارد درجه‌بندي چوب‌هاي كشورهای آمریکای شمالی برابر آيين نامه ۲۵۵۵ D استاندارد ASTM (۴) بهره‌گیری نمود كه هم‌گستردگي و پذيرش جهاني دارد و هم از پشتوانه فنی و تجربی برخوردار است. بنابراين برای برآورده ساختن اين نياز در اينجا بر مبناي نسبت مقاومت چوب‌هاي استاندارد آمریکا عمل شده و ميزان ويژگی‌های مجاز طراحي براي درجات مصرف تعيين مي‌شود كه در جدول (۴) ارائه مي‌شود. اصلاحات ديگر به عهده مهندس طراح بوده و اغلب موضوع نيازمندي‌هاي آئين‌نامه‌هاي ساختماني مي‌باشد كه بايستي انجام شده تا ويژگی‌های مجاز مناسب مصارف ويژه به دست آيد.

جدول ۲- ميانگين ضريب تغييرات چوب سالم در حالت سبز از آزمون‌هاي روي ۵۰ گونه (از اين ضريب‌های براي رطوبت تنظيم شده در ۱۲% نيز مي‌توان بهره گيری نمود)

| ويژگی‌ها | نسبت | ويژگی های | نسبت |
|---|---|---|---|
| خمش ايستايی | | فشار عمود بر الياف | |
| تنش در حد تناسب | ۰/۲۲ | تنش در حد تناسب | ۰/۲۸ |
| MOE | ۰/۲۲ | جرم ويژه | ۰/۱۰ |
| MOR | ۰/۱۶ | سختي جانبي | ۰/۲۰ |
| كار در حد تناسب | ۰/۳۴ | ضربه | ۰/۳۴ |
| خمش آني | ۰/۲۵ | برش موازي الياف | |
| فشار موازي الياف | | بيشينه مقاومت برشي | ۰/۱۴ |
| تنش در حد تناسب | ۰/۲۴ | كشش عمود بر الياف | |
| بيشينه لهيدگي | ۰/۱۸ | بيشينه مقاومت كششي | ۰/۲۵ |

جدول ۳- ويژگی‌های طراحي مجاز چوب سالم راست تار گونه سپيدار(كبوده) (***Populus alba***)
براي حالت سبز و مدت اعمال بار نرمال (۱۰ ساله) و اعمال ضريب ايمني

| ويژگی | ميزان پايه طراحي مجاز | ضريب تنظيم پهن برگان | ميزان طراحي مجاز |
|---|---|---|---|
| مقاومت خمشي(MOR) | ۲۸/۰۴۸ | ۲/۳ | ۱۲/۱۹۵ |
| مدول كشسانی خمشي (MOE) | ۶۲۹۷/۶ | ۰/۹۴ | ۶۷۰۰ |
| مقاومت كششي موازي الياف | ۱۵/۴۲۶ | ۲/۳ | ۶/۷۰۷ |
| مقاومت فشاري موازي الياف | ۱۴/۱۴۴ | ۲/۱ | ۶/۷۳۵ |
| مقاومت برشي افقي | ۴/۰ | ۲/۳ | ۱/۲۱۶ |
| مقاومت فشاري عمود بر الياف: | | | |
| تنش در حد تناسب | ۱/۹۹۸ | ۱/۶۷ | ۱/۱۹۶ |
| تنش در حد تغيير شكل ۱mm | ۳/۴۶۷ | ۱/۶۷ | ۲/۰۷۶ |

جدول ۴- ميزان طراحي مجاز گونه سپيدار(كبوده) (***Populus alba***) بر پايه درجات مصرف در حالت سبز و مدت اعمال بار نرمال **(MPa)**

| درجه چوب از نظر مصرف | خمش ايستايی | | فشار موازي الياف (بيشينه مقاومت لهيدگي) | فشار عمود بر الياف | | كشش موازي الياف (بيشينه مقاومت) | كشش عمود بر الياف (بيشينه مقاومت) | برش موازي الياف | چكالی خشك شده در هواي آزاد **$gr/cm^3$** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **MOR** | **MOE** | | تنش درحد تناسب | تنش در تغييرشكل ۱**mm** | | | | |
| درجه منتخب (ss) | ۶/۲۵ | ۷۷۵۰ | ۶/۷۵ | ۱/۲ | ۲/۰ | ۳/۷۵ | ۰/۱۲ | ۰/۳۵ | ۰/۳۹ |
| درجه ۱ | ۴/۵۰ | ۷۵۰۰ | ۵/۵۰ | ۱/۲ | ۲/۰ | ۲/۷۵ | ۰/۱۲ | ۰/۳۵ | ۰/۳۹ |
| درجه ۲ | ۴/۲۵ | ۷۰۰۰ | ۴/۲۵ | ۱/۲ | ۲/۰ | ۲/۵۰ | ۰/۱۲ | ۰/۳۵ | ۰/۳۹ |
| درجه ۳ | ۲/۵۰ | ۶۲۵۰ | ۲/۵۰ | ۱/۲ | ۲/۰ | ۱/۵۰ | ۰/۱۲ | ۰/۳۵ | ۰/۳۹ |
| كلاف قائم (Stud) | ۳/۵۰ | ۶۵۰۰ | ۲/۷۵ | ۱/۲ | ۲/۰ | ۲/۰۰ | ۰/۱۲ | ۰/۳۵ | ۰/۳۹ |
| درجه ساختماني | ۵/۰۰ | ۶۷۵۰ | ۵/۷۵ | ۱/۲ | ۲/۰ | ۳/۰۰ | ۰/۱۲ | ۰/۳۵ | ۰/۳۹ |
| درجه استاندارد | ۳/۰۰ | ۵۷۵۰ | ۴/۵۰ | ۱/۲ | ۲/۰ | ۱/۷۵ | ۰/۱۲ | ۰/۳۵ | ۰/۳۹ |
| درجه بهره‌وري | ۱/۲۵ | ۵۵۰۰ | ۲/۷۵ | ۱/۲ | ۲/۰ | ۰/۷۵ | ۰/۱۲ | ۰/۳۵ | ۰/۳۹ |

## منابع

۱- پارساپژوه، داود، ۱۳۶۷. تكنولوژي چوب، دانشگاه تهران.

۲- حسين زاده، عبدالرحمن، منوچهر شيخ الا سلامي، ۱۳۶۴. بررسي كيفيت چوب كلن هاي موفق صنوبر در آذربايجان، موسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع.

۳- قاسمي، رفعت ا ...، ۱۳۷۵. اصلاح نژاد صنوبر، موسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع.

4- American Society for Testing and Materials، Annual Book of ASTM Standard، Vol. 4-10، 2000:

5- 143-83 Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber.

6- 245 Practice for Establishing Structural Grades and Related Allowable Properties for Visually Graded Lumber.

7- 5536 Standard Practice for Sampling of Forest Trees for Evaluating Allowable Properties for Establishing Clear Wood Strength Values.

8- 2555 Test Methods for Establishing Clear Wood Strength Values.

Abstract

# Measurement of mechanical and physical properties of Aspen (*Populus alba*) for establishing its allowable design values

**M. Shamsian[*1], Gh. Ebrahimi[2], M. Tajvidi[3] and A. Ghalandar Zadeh[4]**
[1] Ph. D. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[2] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[3] Assistant Prof, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[4] Assistant Prof, Faculty of Engineering, University of Tehran, I. R. Iran
(Received: 17 November 2007, Accepted: 24 June 2008)

## Abstract

Mechanical tests were conducted on matched small clear specimens of populus wood, which is a fast growing piece. The tests were made by adopting D143-06 specification of ASTM standard. modulus of rupture and modulus or elasticity, tension parallel to grain and tension perpendicular to grain, compression parallel to grain and compression perpendicular to grain, shear parallel to grain, cleavage, hardness, nail withdrawal and toughness of this species were measured. Density and shrinkage rate of this species were also measured as well. The target for measuring mechanical properties of populus was to determine its clear wood strength for establishing corresponding design value. In the case of green state these values were obtained: modulus of rupture 38.1 ($N/mm^2$) and modulus of elasticity 6297 ($N/mm^2$), tension parallel to grain 64.6 ($N/mm^2$) and tension perpendicular to grain 1.9 ($N/mm^2$), compression parallel to grain 20.1 ($N/mm^2$) and compression perpendicular to grain at limit point 2.0 ($N/mm^2$) and in the 1 mm deformation 3.5 ($N/mm^2$)و shear parallel to grain 4.0 ($N/mm^2$), cleavage 27.5 ($N/mm^2$), side hardness 1.5 (KN), nail withdrawal 0.56 (KN) and toughness 2.6 (Kg. m). In the case of air dried state these values are obtained: modulus of rupture 65 ($N/mm^2$) and modulus of elasticity 8097 ($N/mm^2$), tension parallel to grain 73.3 ($N/mm^2$) and tension perpendicular to grain 3.2 ($N/mm^2$), compression parallel to grain 34.8 ($N/mm^2$) and compression perpendicular to grain at limit point 4.3 ($N/mm^2$), shear parallel to grain 4.9 ($N/mm^2$), cleavage 42.3 ($N/mm^2$), nail withdrawal 0.43 (KN). The average physical properties are density (apparent) 0.38 $gr/cm^3$ and shrinkage: (radial) %3.2, (tangential) %5.2 and (volumetric) %8.4.

**Keywords:** Mechanical and physical properties, Bending, Compression, Shear, Tension, Nail withdrawal, Density

* Corresponding author: Tel: +98 232 4543631 , Fax: +98 232 4543631 E-mail: mohammadshamsian@yahoo.com