در
منابع طبیعی شماره ۷۸، بهار ۱۳۸۷
پژوهش و سازندگی

ناهمگنی خواص فیزیکی چوب در درختان نوئل (*Picea abies*) حاوی چوب فشاری

• **اصغر طارمیان**
دانشجوی دکتری رشته علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی،پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران،
• **مهدی فائزی پور**
استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
• **علی نقی کریمی**
دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
• **داوود پارساپژوه**
استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: مرداد ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۸۵
Email:tarmian@ut.ac.ir

چکیده

در این تحقیق، خواص فیزیکی چوب فشاری، چوب نرمال و چوب مقابل نوئل(*Picae abies*) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که از لحاظ رطوبت سرپا تفاوت معنی داری بین چوب فشاری و چوب نرمال وجود نداشته ولی چوب مقابل با این دو چوب تفاوت معنی داری دارد. کمترین و بیشترین رطوبت سرپا به ترتیب در چوب فشاری (۴۵٪~) و چوب مقابل (۱۱۸٪~) مشاهده شد. مقادیر دانسیته سبز و خشک در چوب فشاری بیشتر از دو نوع چوب دیگر بود. اختلاف معنی داری در مقدار جذب آب چوب نرمال(۱۰۹٪) و چوب مقابل (۱۲۲/۵٪) مشاهده نشد ولی چوب فشاری نسبت به دو چوب دیگر جذب آب کمتری داشت (۵۳/۲٪). نتایج همچنین نشان داد که همکشیدگی و واکشیدگی حداکثر چوب فشاری نوئل در جهت طولی (۳٪~) بیشتر از چوب‌های نرمال و مقابل آن است (نزدیک به صفر). در مقابل، همکشیدگی و واکشیدگی مماسی و شعاعی حداکثر چوب‌های نرمال و مقابل بیشتر از چوب فشاری بود. چوب فشاری همکشیدگی و واکشیدگی حجمی حداکثر کمتری را نسبت به دو چوب دیگر نشان داد. طبق نتایج بدست آمده در این مطالعه، در شرایط رطوبت نسبی و دمای یکسان، چوب فشاری در مقایسه با چوبهای نرمال و مقابل دیرتر به رطوبت تعادل محیط می رسد و رطوبت تعادل کمتری دارد.

کلمات کلیدی: چوب فشاری، چوب نرمال، چوب مقابل، خواص فیزیکی، نوئل

www.SID.ir

Pajouhesh & Sazandegi No:78 pp: 158-166

The heterogeneity in physical properties of wood in spruce trees (*Picea abies*) containing compression wood

By: A. Tarmian., Ph.D. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.,M. Faezipour., Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.,A.N. Karimi., Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.,D. Parsapajouh., Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

This paper was conducted to investigate the physical properties of compression wood, normal wood, and opposite wood of spruce (*Picae abies*).In the case of stand moisture content, there was no significant difference between the normal wood and compression wood, whereas the opposite wood was significantly different from the woods. The highest and the least stand moisture content values were observed in the compression wood (~45%) and opposite wood (~118%), respectively.The green and dry densities of the compression wood were higher than those of the other woods. There was no significant difference in the water absorption content of the normal wood (109%) and opposite wood (112.5%), whereas water absorption content of the compression wood (53.2%) was lower than that of the woods. The results also indicated that the maximum longitudinal shrinkage and swelling values of the compression wood (~3%) were higher than those of the normal and opposite woods (about 0%). In contrast, maximum radial and tangential swelling and shrinkage values of the normal wood and opposite wood were higher than those of the compression wood. Compression wood had lower maximum volumetric shrinkage and swelling compared to the other woods. Based on the findings of this study, in the same relative humidity and temperature conditions, compression wood had lower equilibrium moisture content in comparison with the normal and opposite woods.

Keywords: Compression wood, Normal wood, Opposite wood, Physical properties, Spruce

مقدمه

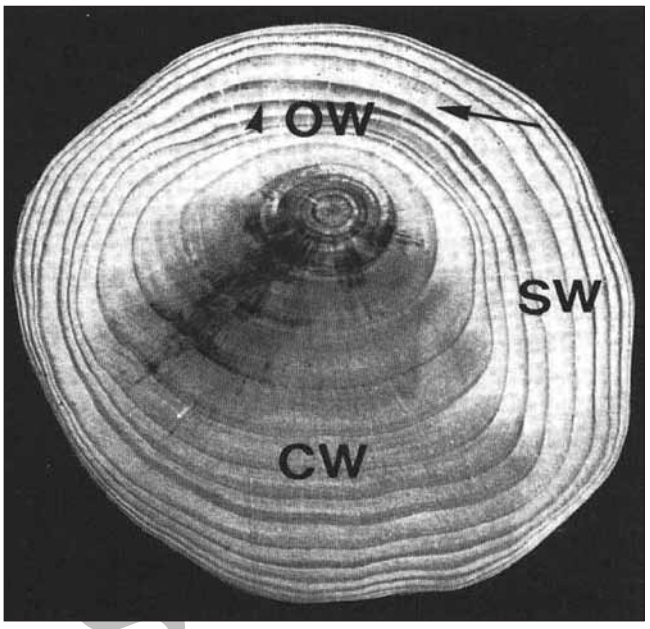
در بعضی از رویشگاه‌ها که درختان در زمین‌های شیب‌دار یا در معرض بادهای غالب و برف قرار می‌گیرند، احتمال خمیدگی و بروز چوب واکنشی[1] در آنها وجود دارد(۱۰). چوب واکنشی، چوب غیرنرمالی است که در درختان پهن برگ تحت عنوان چوب کششی[2] معمولاً در قسمت فوقانی تنه یا شاخه خمیده و در درختان سوزنی برگ تحت عنوان چوب فشاری[3] معمولاً در قسمت تحتانی تنه یا شاخه خمیده تشکیل می شود(۱۰، ۱۸). در یک دیسک بریده شده از یگ گرده بینه نوئل حاوی چوب فشاری (شکل ۱) می‌توان سه ناحیه را از هم تمیز داد، ناحیه (۱): چوب مقابل[4] که در قسمت فوقانی مغز (قسمت فوقانی تنه خمیده) قرار دارد، ناحیه (۲): چوب نرمال[5] که بین مغز و چوب فشاری تشکیل می شود و ناحیه (۳): چوب فشاری که در قسمت تحتانی مغز قرار دارد(۱۹). در بعضی از درختان سوزنی برگ حاوی چوب فشاری فقط چوب فشاری و چوب مقابل تشکیل می شود. نمونه ای از این حالت در مقطع عرضی گونه *Pinus resinosa* مشاهده شده است (شکل۲)،Timell (۱۷). چوبی را که در سمت مقابل چوب فشاری تشکیل می شود، نمی توان جزء چوب نرمال به حساب آورد(۵).

تحقیقات نشان می دهد که تفاوت قابل توجهی بین خواص آناتومی، شیمیائی، فیزیکی و مکانیکی چوب فشاری و چوب مقابل آن وجود دارد(۱۸،۱۶،۹،۳).

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که چوب مقابل کاج رادیاتا با چوب نرمال آن تفاوتی ندارد و فقط دانسیته آن اندکی کمتر از چوب نرمال آن است(۴،۱۱). مطالعات همچنین نشان می دهد که دانسیته سبز چوب

شکل ۱- چوب فشاری، چوب نرمال و چوب مقابل در یک دیسک بریده شده از گرده بینه نوئل (*Picae abies*) مورد مطالعه

www.SID.ir
Archive of SID



شکل ۲- دیسک بریده شده گونه *Pinus resinosa* حاوی چوب فشاری و چوب مقابل، بدون تشکیل چوب نرمال، OW: چوب مقابل، CW: چوب فشاری، SW: چوب جانبی Timell) و(۱۷).

مقابل کمتر از چوب نرمال ولی رطوبت سرپای آن بیشتر از آن است(۴). مطالعات Jonson وZingg (۶) بر روی اندازه گیری رطوبت سرپا در چوب فشاری و چوب نرمال گونه *Abies amabilis* نشان می‌دهد که رطوبت سرپا در چوب فشاری این گونه (۱۲۰٪) کمتر از چوب نرمال آن (۱۶۲٪) است.

مطالعات انجام شده بر روی چندین گونه سوزنی برگ آمریکا نشان می دهد که دانسیته چوب فشاری حدود ۴۰٪ بیشتر از چوب نرمال است(۶).

طبق اظهارنظر Hartig(۴) میزان همکشیدگی شعاعی و مماسی چوب نرمال ممکن است حداکثر دوبرابر مقدار آن در چوب فشاری باشد. چوب فشاری در جهت طولی بیشتر از چوب نرمال دچار همکشیدگی می‌شود(۱۴). تحقیقات نشان می دهد که در اثر خشک کردن چوب فشاری کاج جنوبی از رطوبت سبز تا رطوبت صفر، در جهت طولی ۲٪ دچار همکشیدگی می شود(۱۲). بر اساس تحقیقات انجام شده بر روی گونه *Araucaria angustifolia* ، حداکثر همکشیدگی طولی چوب نرمال و چوب فشاری آن به ترتیب ۰/۲۷٪ و ۱/۳۴٪ اندازه‌گیری شد(۱۵).

همچنین نتایج بررسی‌ها، حداکثر همکشیدگی حجمی چوب نرمال و چوب فشاری گونه نراد بالزام(*Abies balsmea*) را به ترتیب ۱۳/۹ و ۸/۹٪ نشان داد(۱۳). متوسط همکشیدگی حداکثر طولی چوب نرمال و چوب فشاری این گونه به ترتیب ۰/۱۹ و ۱/۱۴٪ بدست آمد(۱۳).

در اکثر تحقیقات انجام شده، خواص فیزیکی چوب فشاری با چوب مقابل و چوب نرمال به صورت مجزا مورد مقایسه و مطالعه قرار گرفته است و خواص فیزیکی این سه نوع چوب کمتر به صورت همزمان در یک گونه مشخص مطالعه شده است. از طرفی، بسیاری از محققین فقط به مطالعه دانسیته، رطوبت سرپا و همکشیدگی این سه نوع چوب پرداخته‌اند و به بعضی از خواص فیزیکی آنها مانند: جذب آب، واکشیدگی حداکثر و مقدار رطوبت تعادل کمتر توجه شده است. در ایران، تحقیقات اندکی در ارتباط با خواص چوب فشاری انجام شده است. در یکی از این معدود تحقیقات، اولادی(۲) به مطالعه روند تغییرات و رابطه بین طول تراکئید و زاویه میکروفیبریل لایه S2 در چوب فشاری و چوب نرمال گونه سرو سیمین پرداخته است. نتایج تحقیقات وی نشان می دهد که متوسط طول تراکئید و زاویه میکروفیبریل در چوب فشاری بیشتر بوده و در هردو نوع چوب با دور شدن از مغز طول تراکئید افزایش و زاویه میکروفیبریل کاهش می یابد.

با توجه به اهمیت خواص فیزیکی چوب مانند دانسیته، رطوبت سرپا و پایداری ابعاد آن در بسیاری از کاربردهای چوب، در این تحقیق، خواص فیزیکی مهم چوب نرمال، چوب فشاری و چوب مقابل نوئل (*Picae abies*)به صورت همزمان در یک دیسک گرده بینه مورد مطالعه و مقایسه قرار گرفت. خواص فیزیکی مورد مطالعه عبارت بودند از: مقادیر رطوبت سرپا، دانسیته سبز و دانسیته خشک، جذب آب، واکشیدگی و همکشیدگی حداکثر حجمی، واکشیدگی و همکشیدگی حداکثر در سه جهت طولی، شعاعی و مماسی و رطوبت تعادل.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و محل نمونه برداری

محل نمونه برداری، جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود کنار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، بخش پاتم، پارسل ۱۱۴ بود. ارتفاع رویشگاه مورد مطالعه، ۶۱۰-۷۹۰ متر و شیب آن ۳۰-۴۰٪ بود. در این منطقه، در سال ۱۳۶۰ به مساحت ۱/۲ هکتار در تیپ راشستان، درختان نوئل (*Picae abies*) جنگلکاری شده‌اند. اکثر درختان نوئل این منطقه تحت تاثیر بادهای غالب خمیده شده و حاوی چوب فشاری بودند.

روش نمونه برداری و خواص مورد مطالعه

در فروردین ماه ۱۳۸۵، از منطقه مذکور، چهار درخت نوئل دست کاشت که در اثر وزش باد غالب و وزن برف دچار خمیدگی شده و به شدت حاوی چوب فشاری بودند، قطع شد. پس از قطع، در محل خمیدگی، گرده بینه‌های کوتاه به طول حدود ۱۲۰ سانتی‌متر با قطر میانگین حدود ۵/۱۲ سانتی‌متر بریده شد. برای جلوگیری از کاهش رطوبت گرده بینه‌ها، مقاطع آنها با پارافین آغشته شد. قبل از تهیه نمونه‌های چوبی مورد آزمایش، برای حذف خطای ناشی از دفع طولی رطوبت از مقاطع گرده بینه‌ها، از دو طرف مقطع گرده بینه‌ها، قطعاتی به‌طول حدود ۲۵ سانتی‌متر به‌عنوان دورریز بریده شد. خواص ظاهری هر یک از گرده بینه‌ها (درصد برون مرکزی و نامنظمی سطح مقطع) اندازه‌گیری شد.

سپس از هرگرده بینه باقیمانده، پس از شناسائی چوب فشاری (چوب فشاری به رنگ قهوه ای روشن تا تیره است و براحتی در مقطع گرده بینه به صورت ماکروسکوپی قابل شناسائی است)، از هر سه ناحیه یعنی ناحیه چوب فشاری، چوب نرمال و چوب مقابل، نمونه‌های آزمونی به ابعاد ۲ ×۲سانتی‌متر برای مطالعه دانسیته سبز، دانسیته خشک، رطوبت سرپا، جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه وری، مقادیر واکشیدگی

Archive of SID

پژوهش و سازندگی
www.SID.ir

و همکشـیدگی حداکثر (تغییر ابعاد چوب در دامنه رطوبت صفر تا رطوبت FSP[۶] در سه جهت شـعاعی، مماسی و طولی)، همکشیدگی و واکشیدگی حجمی حداکثر (تغییر حجم چوب در دامنه رطوبت صفر تا رطوبت FSP) و رطوبت تعادل تهیه شـد. رطوبت تعادل نمونه‌ها پس از ۴، ۸، ۲۰ساعت و یک هفته در شـرایط رطوبت نسـبی ثابت ۷۰٪ و دمای ثابت ۲۶ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شد.

طرح آماری و روش تجزیه و تحلیل نتایج

طـرح آمـاری مـورد مطالعه، طـرح کاملاً تصادفی مشـتمل بر سـه تیمار(چوب فشاری، چوب نرمال و چوب مقابل) و چهار تکرار (چهار درخت) بود. با اسـتفاده از نرم افزار SAS، جدول تجزیه واریانس برای معنی‌دار بودن یا معنی‌دار نبودن اختلاف بین تیمارها تهیه شده و برای مقایسه میانگین‌ها به صورت دو به دو از آزمون چند دامنه دانکن در سـطح ۵ درصد اسـتفاده می‌شود. بر روی هریک از نمودارها انحراف معیار نتایج نیز ارائه شد.

نتایج و مشاهدات

خواص ظاهری گرده بینه‌ها

ابعـاد گرده بینه‌های مورد مطالعه و خـواص ظاهری آنها در جدول ۱ ارائه شـده است. برای اندازه گیری نامنظمی سطح مقطع(بیضوی) و برون مرکزی از روابط ۱ و ۲ استفاده شد(۷):

رابطه ۱-
$$GE = \frac{R1 - R2}{D2} \times 100$$

رابطه ۲-
$$RD = \frac{|D2 - D1|}{D2} \times 100$$

RD[۷]: نامنظمـی سـطح مقطع (بیضوی)، GE[۸]: بـرون مرکزی، D۱: قطر کوچک گرده بینه، D۲: قطر بزرگ گرده بینه، R۱: شعاع بزرگ گرده بینه، R۲: شعاع کوچک گرده بینه

نتایج نشـان می‌داد که گرده بینه‌های مورد مطالعه به علت تشـکیل چوب فشـاری و پهنای بیشـتر دوایر سـالیانه در این ناحیه، دارای برون مرکزی نسبتاً بالائی (۲۴/۵٪~) بودند.

رطوبت سرپا(رطوبت سبز)

رطوبت سـرپا در بیـن گونه‌های مختلف از ۳۰ تا ۴۰۰٪ متغیر اسـت. اطلاع از مقدار رطوبت سرپای چوب از جنبه‌های طراحی تجهیزات برداشت و حمـل و نقل گرده بینه‌ها و خرید چوب بـه صورت وزنی (به‌عنوان مثال چوب گرد کاغذ سـازی) یا در مواقعی که حمل و نقل چوب سـبز ضروری باشـد، حائز اهمیت اسـت. از طرفی، با توجه به تاثیر رطوبت سبز چوب در سـرعت خشک شـدن آن، اطلاع از مقادیر رطوبت سبز چوب آلات قبل از خشک کردن ضروری است.

شکل ۳ مقادیر رطوبت سرپا (به عبارت بهتر، رطوبت سبز) را در چوب فشـاری، چوب نرمال و چوب مقابل نوئل اروپا(نوئل نروژ) نشـان می دهد. نتایج آزمون دانکن نشـان می دهد که چوب مقابل از لحاظ مقدار رطوبت سـرپا اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ با چوب فشاری و چوب نرمال دارد. اختـلاف معنـی داری بین رطوبت سـرپا در چوب نرمال و چوب فشـاری درختان نوئل مورد مطالعه مشاهده نشد.

رطوبت سبز در درختان نوئل مورد مطالعه در دامنه ۱۱۸ تا ۴۵ ٪ بود. بیشترین مقدار رطوبت سبز در چوب مقابل (حدود ۱۱۸٪) و کمترین مقدار آن در چوب فشاری (حدود ۴۵٪) مشاهده شد. رطوبت سرپا در چوب مقابل به ترتیب حدود ۱۶۲٪ و ۹۰٪ بیشتر از چوب فشاری و چوب نرمال بود.

دانسیته

دانسـیته چوب را می توان مهمترین خاصیت فیزیکی چوب بر شمرد، به‌دلیل اینکه بسـیاری از خواص مهم چوب ماننـد مقاومت‌های مکانیکی، سـرعت خشـک شـدن و خواص کاربردی آن در تهیه فرآورده‌های مرکب چـوب مانند تختـه خرده چوب تحت تاثیر دانسـیته قرار دارنـد. اطلاع از دانسـیته چوب در محاسـبه وزن چوب‌ها و تعیین موارد استعمال آن حائز اهمیت است.

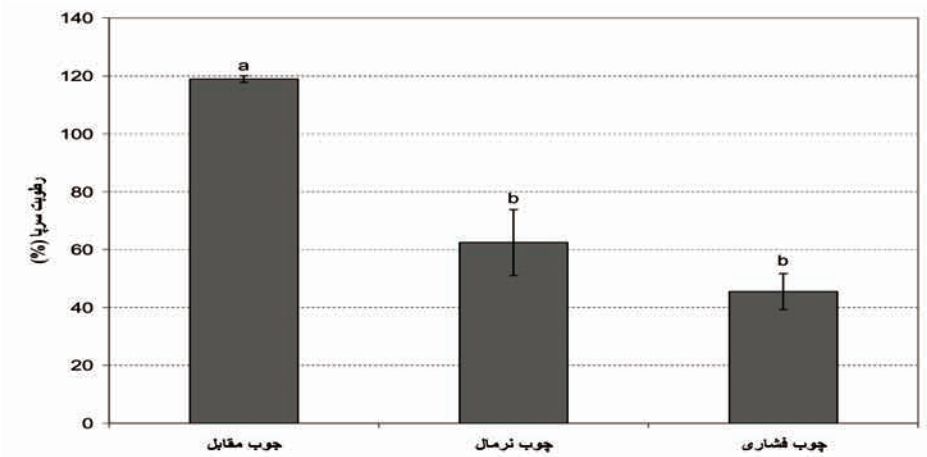
همانطور که در شـکل ۴ نشان داده شده است، در مقطع عرضی گرده بینه‌های درختان نوئل حاوی چوب فشـاری، نوسانات دانسیته قابل توجهی وجود دارد.

نتایج آزمون دانکن و مقایسه میانگین‌ها نشان می دهد که بین مقادیر دانسـیته سبز و دانسیته خشـک چوب نرمال و چوب مقابل درختان نوئل مورد مطالعه، در سـطح ۵٪ تفاوت معنی داری وجود ندارد ولی دانسـیته چوب فشـاری با دانسیته چوبهای مذکور در سـطح ۵٪ تفاوت معنی داری

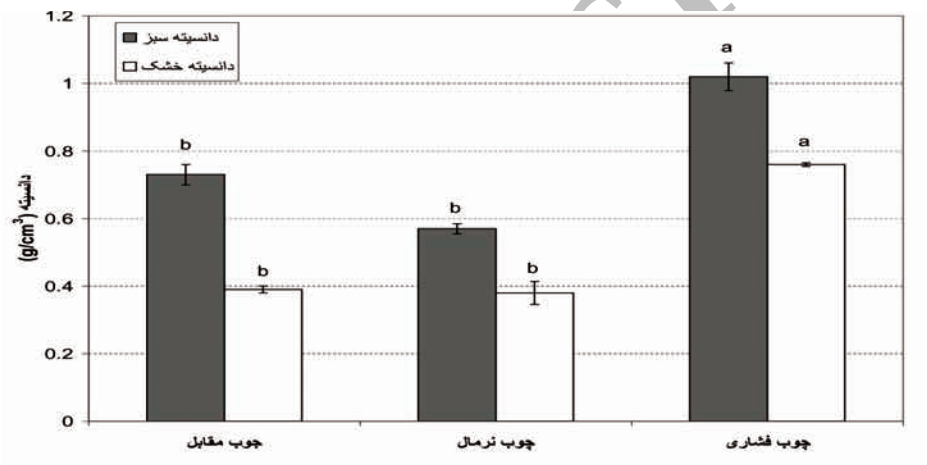
جدول۱- ابعاد و خواص ظاهری گرده بینه‌های مورد مطالعه

بیضوی (٪)	برون مرکزی (٪)	قطر کوچک (cm)	قطر بزرگ (cm)	تکرار
۲۵	۲۸/۵۷	۱۰/۵	۱۴	۱
۲۳/۰۷	۲۳/۰۷	۱۰	۱۳	۲
۱۷/۸۵	۲۱/۴۲	۱۱/۵	۱۴	۳
۱۰/۷۱	۲۵	۱۲/۵	۱۴	۴
۱۹/۱۵	۲۴/۵۱	۱۱/۱۲	۱۳/۷۵	میانگین
۶/۳۹	۳/۰۷	۱/۱۰	۰/۵	انحراف معیار

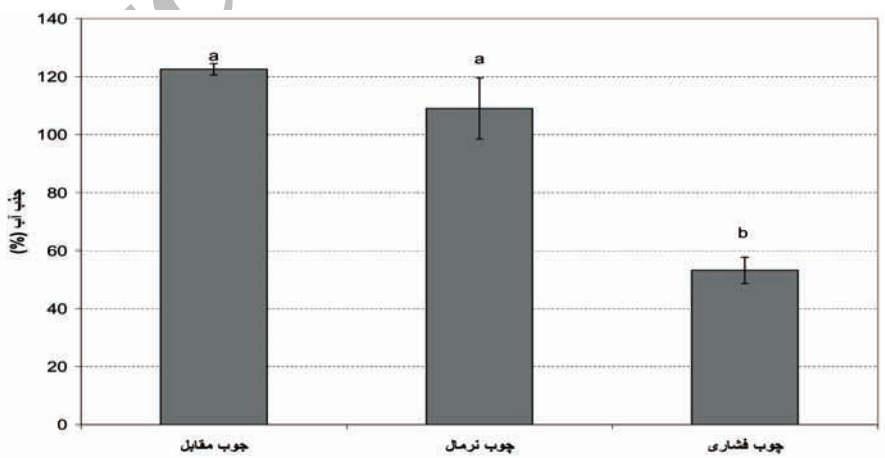
Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۳- مقادیر رطوبت سرپا در چوب فشاری، چوب نرمال و چوب مقابل نوئل(*Picae abies*)

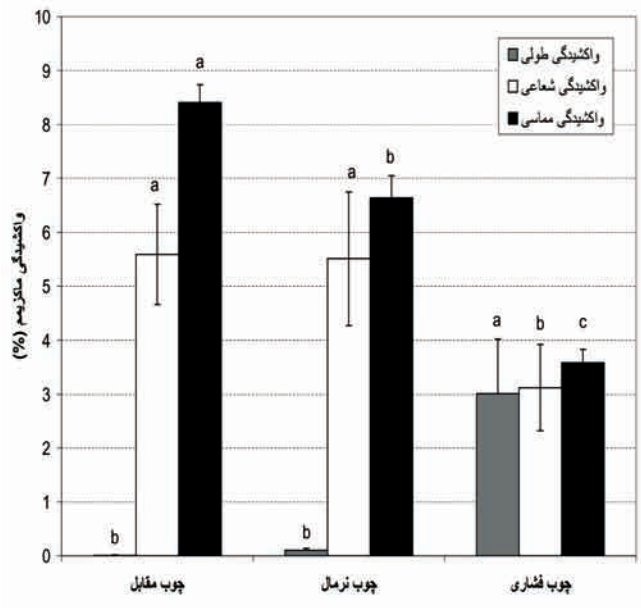


شکل ۴- مقادیر دانسیته سبز و دانسیته خشک چوب مقابل، چوب نرمال و چوب فشاری نوئل (*Picae abies*)



شکل ۵- مقادیر جذب آب چوب مقابل، چوب نرمال و چوب فشاری نوئل(*Picae abies*) پس از ۲۴ ساعت غوطه وری در آب

پژوهش و سازندگی
www.SID.ir



شکل ۶- مقادیر واکشیدگی حداکثر چوب مقابل، چوب نرمال و چوب فشاری نوئل(*Picae abies*) در سه جهت طولی، شعاعی و مماسی

دارد. مقدار دانسیته سبز و دانسیته خشک در مقطع عرضی این درختان بترتیب در دامنه ۰/۷۳تا g/cm^3 ۱/ ۰۲ و ۰/۳۸ تا g/cm^3 ۰/۷۶ در نوسان بود. بیشترین مقدار دانسیته سبزو دانسیته خشک در چوب فشاری به ترتیب برابر با g/cm^3 ۱/۰۲ و g/cm^3 ۰/۷۶ مشاهده شد. دانسیته سبز و دانسیته خشک چوب فشاری به ترتیب حدود ۷۸/۹ و ۱۰۰٪ بیشتر از دانسیته سبز و دانسیته خشک چوب نرمال اندازه گیری شد. همچنین مقادیر دانسیته سبز و دانسیته خشک چوب فشاری به ترتیب حدود ۳۹/۷ و ۹۴/۸٪ بیشتر از چوب مقابل بود.

جذب آب

اطلاع از مقادیر جذب آب چوبها به ویژه از لحاظ کاربرد آنها در شرایط خارج از ساختمان و تحت تاثیر شرایط محیط بسیار حائز اهمیت است. شکل ۵ مقدار جذب آب چوب فشاری، نرمال و مقابل نوئل را پس از ۲۴ ساعت غوطه وری در آب نشان می دهد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از لحاظ مقدار جذب آب بین چوب مقابل و چوب نرمال نوئل تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ وجود ندارد. مقدار جذب آب چوب فشاری با مقادیر جذب آب چوب نرمال و چوب مقابل تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ نشان داد. مقدار جذب آب چوب فشاری(۵۳/۲٪) در مقایسه با چوب نرمال(۱۰۹٪) و چوب مقابل (۱۲۲/۵٪) بسیار کمتر بود.

واکشیدگی حداکثر

مقادیر واکشیدگی چوب همانند جذب آب از اهمیت ویژه ای برای مصارف خارج از ساختمان چوب و در شرایط مرطوب برخوردار است. شکل ۶ مقادیر واکشیدگی حداکثر (مقدار واکشیدگی از رطوبت صفر تا رطوبت FSP) چوبهای نرمال، فشاری و مقابل نوئل را در سه جهت طولی، شعاعی و مماسی نشان می دهد. نتایج آزمون دانکن نشان می دهد که واکشیدگی حداکثر چوب فشاری در هر سه جهت طولی، شعاعی و مماسی با واکشیدگی حداکثر چوب مقابل و چوب نرمال اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ دارد. واکشیدگی طولی و شعاعی چوب نرمال و چوب مقابل اختلاف معنی داری را نشان نداد ولی مقادیر واکشیدگی مماسی این دو نوع چوب در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری داشتند. واکشیدگی مماسی چوب مقابل (۸/۴٪) بیشتر از واکشیدگی مماسی چوب نرمال (۶/۶۴٪) بود. واکشیدگی طولی چوب فشاری (۳/۰۱٪) در حدود ۳ برابر واکشیدگی طولی چوبهای نرمال و مقابل (نزدیک به صفر) بود.

نتایج همچنین نشان می دهد که واکشیدگی مماسی و شعاعی چوب فشاری کمتر از واکشیدگی مماسی و شعاعی چوبهای نرمال و مقابل است. مقدار واکشیدگی مماسی چوب مقابل نوئل بیش از دوبرابر واکشیدگی مماسی چوب فشاری آن اندازه گیری شد. نتایج همچنین حاکی از آن است که روابط واکشیدگی مماسی، طولی و شعاعی در چوب فشاری متفاوت از چوبهای نرمال و مقابل است. در چوب نرمال و چوب مقابل مقدار واکشیدگی طولی بسیار کمتر از واکشیدگی مماسی و شعاعی است درحالیکه در چوب فشاری، تفاوت چندانی بین واکشیدگی در سه جهت اصلی چوب دیده نمی شود.

نتایج آزمون دانکن نشان می دهد که اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ بین واکشیدگی حجمی حداکثر چوب فشاری با چوب نرمال و چوب مقابل وجود دارد. واکشیدگی حجمی حداکثر چوب فشاری (۹/۷٪) کمتر از واکشیدگی حجمی چوب نرمال و چوب مقابل (به ترتیب: ۱۲/۲و ۱۴٪) اندازه‌گیری شد.

همکشیدگی حداکثر

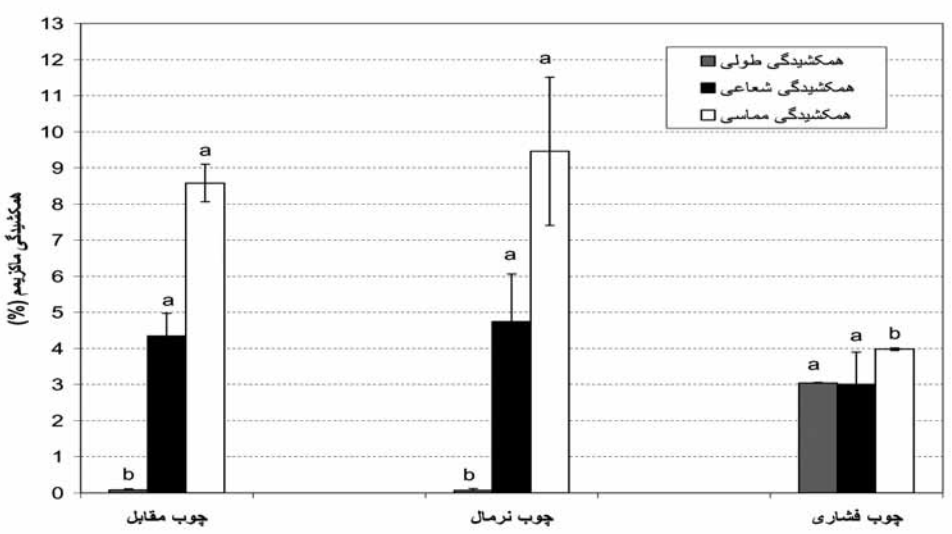
مطالعه همکشیدگی چوب از این جهت که منجر به بروز معایبی مانند تاب خوردگی و شکاف و ترک خوردگی در چوب می شود، حائز اهمیت است. همچنین اطلاع از میزان همکشیدگی چوب‌ها، در هنگام تبدیل گرده بینه به الوار جهت دستیابی به ابعاد دقیق ضروری است. شکل ۷ مقادیر همکشیدگی حداکثر (کاهش ابعاد چوب از رطوبت FSP به رطوبت صفر) چوب‌های فشاری، مقابل و نرمال نوئل را در سه جهت طولی، شعاعی و مماسی نشان می دهد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می دهد که از لحاظ همکشیدگی طولی و مماسی بین چوب فشاری و چوب‌های نرمال و مقابل تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد. نتایج حاکی از آن است که میزان همکشیدگی طولی چوب فشاری (۳/۰۴٪) بسیار بیشتر از همکشیدگی طولی چوب نرمال و چوب مقابل (نزدیک به صفر) است. برخلاف همکشیدگی طولی، همکشیدگی مماسی چوب فشاری (۳/۹۸٪) کمتر از همکشیدگی مماسی چوب نرمال (۹/۴۶٪) و چوب مقابل (۸/۵۸) بود.

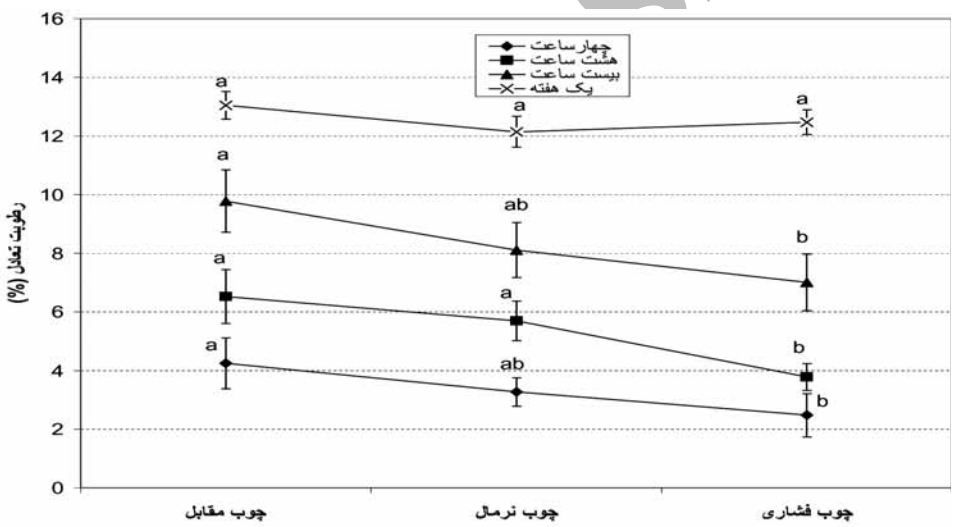
مقادیر همکشیدگی شعاعی چوبهای فشاری، نرمال و مقابل نوئل تفاوت معنی داری را در سطح ۵٪ نشان ندادند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷- همکشیدگی حداکثر چوب مقابل، چوب نرمال و چوب فشاری نوئل(*Picae abies*) در سه جهت طولی، شعاعی و مماسی



شکل ۸- مقادیر رطوبت تعادل چوب فشاری، چوب نرمال و چوب مقابل نوئل (*Picae abies*)پس از ۴، ۸، ۲۰ ساعت و یک هفته

نتایج همچنین حاکی از آن است که از لحاظ همکشیدگی طولی، شعاعی و مماسی، بین چوب نرمال و چوب مقابل نوئل تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ وجود ندارد. همانند واکشیدگی حداکثر، روابط همکشیدگی در سه جهت اصلی، در چوب فشاری با چوبهای نرمال و مقابل بسیار متفاوت است.

برخلاف چوب نرمال و چوب مقابل که میزان همکشیدگی مماسی در آنها اختلاف نسبتاً زیادی با مقادیر همکشیدگی طولی و شعاعی دارد، بین مقادیر همکشیدگی شعاعی، مماسی و طولی چوب فشاری تفاوت چندانی مشاهده نشد. نتایج مشاهدات همچنین حاکی از آن است که حداکثر همکشیدگی حجمی چوب فشاری نوئل (۱۰٪) کمتر از حداکثر همکشیدگی حجمی چوبهای نرمال و مقابل آن (به ترتیب: ۱۴/۲، ۱۳٪) است.

رطوبت تعادل

برای کاربرد چوب در شرایط سرویس و داخل ساختمان‌ها با رطوبت نسبی و دمای مشخص، لازم است چوب متناسب با رطوبت تعادل محیط مصرف خشک شود. شکل ۸ مقادیر رطوبت تعادل چوب فشاری، چوب نرمال و چوب مقابل نوئل را پس از ۴، ۸، ۲۰ ساعت و یک هفته در شرایط ثابت دمای ۲۶ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۰٪ نشان می دهد. نتایج آزمون دانکن نشان می دهد که بین رطوبت تعادل چوب نرمال و چوب مقابل در همه فواصل زمانی مورد مطالعه در سطح ۵٪ اختلاف معنی وجود ندارد. در حالیکه بین چوب فشاری و چوب نرمال در همه فواصل زمانی مورد مطالعه به استثنای فاصله زمانی یک هفته تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ مشاهده شد. مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بین رطوبت تعادل

www.SID.ir

چوب فشـاری و چوب مقابل فقط در فاصله زمانی ۸ سـاعت در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری وجود دارد.

افزایش مقادیر رطوبت تعادل در سه نوع چوب در فواصل زمانی مختلف به شرح زیر اندازه گیری شد:

	۴تا ۸ ساعت	۸تا۲۰ ساعت	۲۰ساعت تا یک هفته
چوب فشاری:	٪۱/۳	٪۳/۲۳	٪۵/۴۷
چوب نرمال:	٪۲/۴۳	٪۲/۴۱	٪۴/۰۴
چوب مقابل:	٪۲/۲۸	٪۳/۲۵	٪۳/۲۷

همانطور که نتایج نشـان می دهد در هر سه نوع چوب، رطوبت تعادل در فواصل زمانی اولیه با سـرعت بیشـتری افزایش یافته و سپس با گذشت زمان از سرعت آن کاهش می یابد.

نتایج همچنین حاکی از آن اسـت که رطوبت تعادل چوب فشـاری در فواصل زمانی اولیه با سـرعت کمتری در مقایسـه با چوب مقابل و به ویژه چوب نرمال افزایش یافته ولی با گذشـت زمان، رطوبت تعادل آن نسبت به دو چوب دیگر با سرعت بیشتری افزایش می یابد.

طبق نتایج بدسـت آمده، در شـرایط یکسان، چوب فشـاری نوئل در مقایسه با چوب نرمال و چوب مقابل آن دیرتر به رطوبت تعادل محیط می رسد و در فواصل زمانی مشابه، رطوبت تعادل کمتری دارد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشـان داد که تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ بیـن رطوبت سـرپا در چوب مقابل نوئل نـروژ (*Picae abies*) با چوب فشـاری و چوب نرمال آن وجود دارد. کمترین و بیشـترین رطوبت سرپا به ترتیب در چوب فشـاری (۴۵٪) و چوب مقابل (۱۱۸٪) مشـاهده شـد. در رطوبت سرپا، دیواره‌های سلولی و حفرات سلولی کاملاً اشباع از آب هستند. وزن مخصوص چوب معیاری از میزان رطوبت سـرپا در آن است. با افزایش وزن مخصوص چوب، میزان حفرات سـلولی(لومن) کاهش یافته، در نتیجه با کاهش میزان آب آزاد، میزان رطوبت سرپا نیز کاهش می یابد. بنابراین به نظر می رسد که کمتر بودن رطوبت سرپا در چوب فشاری ناشی از دانسیته سـبز بالای این چوب (g/cm^3 ۱/۰۲) در مقایسـه با چوب نرمال (g/cm^3 ۰/۵۷) و چوب مقابل (g/cm^3 ۷۳/۰) باشـد. دانسـیته سـبز و دانسـیته خشـک چوب مقابل و چوب نرمال تفاوت معنی داری نشـان نداد. دانسیته بالاتر چوب فشـاری در مقایسـه با چوب مقابل آن ناشـی از پهنای بیشتر دوایر سـالیانه و درصد چوب پائیزه بالاتر و ضخامت بیشتر دیواره تراکئیدها درچوب فشاری است(۱۹).

نتایـج همچنیـن نشـان داد که چـوب فشـاری مقاومت بـه جذب آب مطلوبتـری (۵۳/۲٪) نسـبت به چـوب نرمـال (۱۰۹٪) و چوب مقابل (۱۲۲/۵٪) دارد. به نظر می رسد که جذب آب کم چوب فشاری در مقایسه با چوب نرمال و چوب مقابل ناشـی از دانسیته بالا و تخلخل کم آن نسبت به چوبهای مذکور باشد. برای مقاصدی که مقاومت به جذب آب چوب حائز اهمیت باشد، کاربرد چوب فشاری بجای چوب نرمال و به ویژه چوب مقابل مطلوب‌تر به نظر می‌رسد.

نتایـج ایـن مطالعه حاکی از آن بود که چوب فشـاری، همکشـیدگی و واکشـیدگی حداکثـر طولی (۳٪ ~) غیر نرمالـی دارد. از لحاظ پایداری ابعاد، اختلاف معنی داری بین چوب نرمال و چوب مقابل مشـاهده نشـد.

همکشـیدگی طولی بیشتر چوب فشاری در مقایسه با چوب مقابل و چوب نرمال، ناشـی از بزرگ بودن زاویه میکروفیبریل‌ها در لایه S2 دیواره ثانویه تراکئیدهای طولی است.

توصیه می شـود با توجه به همکشـیدگی نسـبتاً بالای چوب فشاری، در هنگام تبدیل گرده بینه‌های سـبز حاوی چوب فشـاری، برای دستیابی به ابعاد دقیق در چوب آلات بریده شـده، ضریب بالای همکشیدگی طولی چوب فشاری در نظر گرفته شود.

چوب فشـاری همکشیدگی مماسی و شـعاعی کمتری را در مقایسه با چوب نرمال و چوب مقابل نشـان داد. همچنین با وجود دانسـیته بیشـتر چوب فشـاری، مقادیر همکشیدگی و واکشـیدگی حجمی حداکثر در این چوب کمتر از دو نوع چوب دیگر بود. بنابراین به نظر می رسد که اظهارنظر Kollmann و Cote(۸) در ارتباط با وجود همبستگی مستقیم بین دانسیته چوب و همکشیدگی حجمی آن، فقط در مورد چوبهای نرمال صادق باشد.

روابط موجود بین همکشیدگی و واکشیدگی چوب در سه جهت اصلی چوب، در چوب فشاری متفاوت از چوب مقابل و نرمال بود. در چوب نرمال و چوب مقابل تغییر ابعاد چوب در جهت مماسـی بیشـتر از جهت شعاعی و به ویژه جهت طولی اندازه‌گیری شـد، در حالیکه در چوب فشاری تفاوت چندانی بین تغییر ابعاد چوب در سه جهت ارتوتروپیک آن مشاهده نشد.

پیشـنهاد می شود برای مقاصدی که ضریب تغییر ابعاد چوب آلات در اثر جذب و دفع رطوبت حائز اهمیت است، به‌عنوان مثال در ساخت و نصب پارکت‌های چوبی، چوب فشـاری در کنـار چوب نرمال و چوب مقابل مورد استفاده قرار نگیرد تا ضرائب همکشیدگی و واکشیدگی متفاوت این چوب‌ها باعث بروز تاب خوردگی و ترک خوردگی چوب در شرایط سرویس نشود.

نتایج همچنین حاکی از آن بود که چوب فشـاری نوئل در مقایسـه با چوبهای مقابل و نرمال آن در شـرایط یکسـان، رطوبت تعادل کمتری دارد و دیرتر به رطوبت تعادل می رسـد. به نظر می رسد علت کم بودن رطوبت تعادل چوب فشـاری نسبت به چوب نرمال و چوب مقابل ناشی از دانسیته بیشتر این چوب است.

با توجه به اینکه چوب آلات می‌بایسـتی متناسـب بـا رطوبت تعادل محیط مصرف خشـک شوند، در نتیجه در هنگام خشک کردن چوب آلات حاوی چوب فشاری به این مسئله باید توجه شود.

بطور کلـی، از لحاظ خواص فیزیکی، بین چـوب نرمال و چوب مقابل درختان نوئل مورد مطالعه تفاوت چندانی مشاهده نشد ولی خواص فیزیکی چوب فشاری با این دو نوع چوب تفاوت فاحشی داشت.

تقدیر و تشکر

منابع مالی این تحقیق، از محل اعتبارات معاونت پژوهشـی دانشـکده منابع طبیعی دانشگاه تهران تأمین گردیده است.

پاورقی‌ها

1 - Reaction wood
2 - Tension wood
3 -Compression wood
4 -Opposite wood
5 -Normal wood

Archive of SID
www.SID.ir

6 - Fiber saturation point
7 -Roundness deviation
8 - Growth eccentricity

منابع مورد استفاده

۱ - امیری، س. ۱۳۸۰؛ جزوه درسی استاندارد و درجه بندی چوب، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲ - اولادی، ر. ۱۳۸۳؛ بررسی روند تغییرات و رابطه بین طول تراکئید و زاویه میکروفیبریل لایه S۲ در چوب فشاری و نرمال سرو سیمین، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع چوب وکاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۹۴ صفحه.

3- Gindl, W., 2002; Comparing mechanical properties of normal and compression wood in Norway spruce: The role of lignin in compression parallel to the grain. Holzforshung, 56: 395-401.

4- Hartig, R., 1901;Holzuntersuchungen. Altes und Neues. Springer, Berlin, 99pp.

5- Haygeen, J.G. and Bowyer, J.L., 1982; Forest products and wood science, Iowa State University Press, 495p.

6- Jonson, N.E. and Zingg, JG., 1968; The balsam woolly aphid on young Pacific silver fir in Washington. Weyerhaeuser For Res Center For Pap 13, 10pp.

7- Kang W. and Lee, N.H., 2004; Relationship between radial variations in shrinkage and drying defects of tree disks. J Wood Sci 50: 209-216.

8- Kollmann, F.F.P. and Cote, W.A., 1968;Principles of Wood Science and Technology, I. Berlin, New York, Springer Verlag, 529p.

9-Nicholls, J.P.W., 1982; Wind action, leaning trees and compression wood in *Pinus radiata* D Don. Aust. For. Res., 12: 75-91.

10- Onnerud, H., 2003; Lignin structures in normal and compression wood. Evaluation by thioacidolysis using ethanethiol and methanethiol, Holzforshung 57: 377-384.

11-Paul, B.H., 1938; Reducing bowing and crooking of lumber cut from second-growth southern yellow pine, south lumberm 156: 48-50

12- Perem, E., 1965; The structure and properties of reaction wood formed in trees infested by balsam woolly aphid. Can For Serv OP-X-3, 28pp.

13- Pillow, M.Y., 1951; Some characteristics of Brasilian parana pine affecting its use for millwork. For Prod Res Soc 5: 297-302.

14. Rikala, J., 2003; Spruce and pine on drained peatlands-wood quality and suitability for the sawmill industry. Doctoral thesis, University of Helsinki, Department of Forest Resource Management, 147 pp.

15- Sedighi-Gilani, M., Sunderland, H. and Navi, P., 2005; Microfibril angle non-uniformities within normal and compression wood tracheids. Wood Science and Technology 39: 419-430.

16- Singh, AP. and Donaldson, LA., 1999; Ultrastructure of tracheid cell walls in radiata pine (*Pinus radiata*) mild compression wood. Can. J. Bot, 77: 32-40.

17- Timell, T.E., 1986; Compression wood in gymnosperms. Springer-Verlag, Berlin, Vol.3, 1340-2150.

18- Tsoumis, G., 1968; Wood as raw material. Aristotelian University, Pergamon Press Inc., Greece. 276p.

19- Warensjo, M., 2003; Compression wood in scots pine and Norway spruce –Distribution in relation to external geometry and the impact on dimensional stability in sawn wood. Doctoral thesis, department of forest products and markets, Swedish University of Agriculture Science.

Archive of SID

www.SID.ir