تاثیر مواد و روش‌های حفاظتی بر روی خواص مکانیکی چوب Eucalyptus camaldulensis

• **علی بیات کشکولی**، عضو هیات علمی دانشگاه زابل
• **داود پارساپژوه**، استاد رشته علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تهران
• **عبدالرحمن حسین زاده**، عضو هیات علمی موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع

تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۸۲ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۸۳

Email: rbayat Kashkoli @ yahoo.com

چکیده

در این مطالعه گرده بینه‌ها از توده دست کاشت اکالیپتوس در نورآباد ممسنی تهیه شدند و به قطعات ۱۰۰×۷×۷ سانتی متر تبدیل شدند و تا رطوبت زیر ۲۰ درصد خشک شدند. جهت تحقیق طرح آزمایشی کرتهای خرد شده انتخاب شد. سه روش اشباع شامل بتل، روپینگ و روپینگ مضاعف و سه ماده حفاظتی همراه با نمونه‌های شاهد بکار گرفته شد. یک ماده حفاظتی کرئوزوت بود و دو ماده دیگر محلول در آب بودند که براساس استاندارد AWPA و pH مناسب ساخته شد. نتایج به دست آمده حاکی از اینست که آغشته کردن چوب باعث عکس‌العمل درونی چوب و عناصر چوبی می‌شود. مقاومت مکانیکی نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه‌های شاهد افت پیدا می‌کند. افت مقاومت مکانیکی از جذب ماده حفاظتی، خسارتهای وارده بر ساختمان چوب، گرمای احتمالی در زمان اشباع، فرار بودن بعضی از مواد حفاظتی و خشک کردن مجدد ناشی شده است. به نظر می‌رسد کاهش مقاومت با هیدرولیز اسیدی واحدهای سلولز متناسب است. روش روپینگ و مواد با فراریت کم مانند کرم مس ارسنیک به سایرین ترجیح داده می‌شوند.

کلمات کلیدی: مقاومت مکانیکی، مواد حفاظتی، روش حفاظتی، ترکیب مواد حفاظتی، خشک کردن مجدد، *Eucalyptus Camaldulensis*.

Pajouhesh & Sazandegi No 66 pp: 39-48

The effects of preser vative materiols and impregnation processes on mechanical properties of *Aucalyptus camaldulensis*

By: Ali Bayat Kashkoli, Vniversity of Zabool., Davood Parsapajouh, University of Tehran
Abdolrahman Hosinzadeah, Research Institute of Forest and Rangelands(RIFAR)

In this investigation the effects of preservative materials and impregnation processes on mechanical properties of: *Eucalyptus camaldulensis* has been studied. Trees have been cut from Norabad Mamasani. For impregnation of wood the following methods have been used; (1) Bethell method, (2) Ruping method and (3) Double Ruping method Regarding the preservatives, creosote, FCAP and CCA type A, have been chosen and 2 W.B have shown good results (NaF 24%, CrO_3 35%, As_3O_5 24% , $2,6(OH)C_6H_3(NO_2)_2$ 17%) and ($K_2Cr_2O_7$ 23.8 % , H_2O 12.5 % , CrO_3 28.7 % , H3AsO4 17% , CuCo3 18%). Regardless the kind of preservative, it has been found out that the mechanical

Archive of SID

www.SID.ir

properties have been highly decreased in the samples treated total. The reasons of reduced mechanical strength are as following: Double drying, the crack of wood, dry stress, acid hydrolysis of cellulose unit preservatives absorption, thermal treatment, volatility of preservatives.

Key words: Mechanical properties, Preservative, Impregnation Processes, preservative combination, Double drying, *Eucalyptus camaldulensis*.

مقدمه

این آزمایشها برروی جامعه اکالیپتوس در اطراف شهرستان نورآباد ممسنی استان فارس انجام شد. *Eucalyptus camaldulensis* در دو منطقه نزدیک نورآباد کاشته شده است، اینگونه نسبت به گونه‌های دیگر هم از نظر قطری و هم از نظر ارتفاع بسیار مناسب می‌باشد و از نظر سازش‌پذیری خوب می‌باشد(۵). این گونه با وجود مشکل خشک کردن می‌تواند کمبود چوب صنعتی این مناطق را به سرعت برطرف سازد. به‌نظر می‌رسد مقایسه مواد حفاظتی و روش‌های حفاظتی در شرایط صنعت اشباع ایران بسیار ضروری است. هدف اصلی، انتخاب ماده حفاظتی مناسب با بهترین روش اشباعی بود. گونه *E. camaldulensis* یک گونه سریع‌الرشد می‌باشد و عکس‌العمل آن در برابر مواد و روش‌های متفاوت باید مشخص شود تا در زمان مصرف احتمالی به صورت تراورس و غیره این عکس‌العمل‌ها در نظر گرفته شود.

اثر متقابل بین ماده حفاظتی و چوب و ارگانیسم‌های مخرب چوب تا حدود سال ۱۹۴۸ ناشناخته بود و در حال حاضر اطلاعاتی در این زمینه به دست آمده است(۹).

علی اکبری و پارساپژوه (۱۳۵۷) تحقیقی را تحت عنوان بررسی اثر مواد و روش‌های حفاظتی برروی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب راش انجام داده‌اند و نمک‌های بازیلیت و ولمانیت را برای اشباع استفاده نموده‌اند و مقاومت فیزیکی و مکانیکی را در این دو حالت بررسی نموده‌اند و نتیجه‌گیری کرده‌اند که چوب اشباع شده با نمک بازیلیت مدول الاستیسیته بیشتر و مقاومت فشاری موازی الیاف و مقاومت کششی بیشتری در مقایسه با نمونه‌های اشباع شده با نمک و لمانیت دارند (۶).

سازمان تحقیقات علمی و صنعتی استرالیا و مرکز تحقیقات نیروی دریایی استرالیا برروی این گونه‌ها تحقیقات انجام داده‌اند و بهترین روش را اشباع فشاری معرفی کرده‌اند (۴).

تحقیقاتی که در استرالیا توسط جمعی از محققان برروی *E. camaldulensis* انجام شده است نشان می‌دهد که بین منشاءهایی از *E. camaldulensis* تفاوت زیادی در خواص چوب گزارش شده است(۱۶).

Barry در کتاب حفاظت چوب مشکل جدی تیره‌ای اکالیپتوس را قارچهای پوسیدگی نرم در محل یقه تیرها ذکر کرده است و گفته است که باید با ماده حفاظتی مس- کروم- ارسنیک- اشباع شوند و تا با این قارچها مقابله شود و در صورتیکه این ماده حفاظتی نفوذ کاملی بداخل چوب ندارد و فشار بالاتر از ۱۲/۵ اتمسفر باعث لاپس شدن در سوزنی برگان می‌شود اما فشار خیلی بیشتر از ۵۰ تا ۷۰ اتمسفر برای تیمار گونه‌های اکالیپتوس نفوذ ناپذیر در استرالیا به کار برده می‌شود (۹).

در کتاب تخریب چوب و حفاظت آن توسط تیمارهای حفاظتی بیان می‌کند که سیستم‌های تیمار فشار قوی بطور اقتصادی در استرالیا برای تیمار چوبها اکالیپتوس به کار برده می‌شود (۱۱).

در یک بررسی روی خصوصیات مقاومتی توسط ویناندی مشخص شد که تسریع خشک کردن چوب تیمار شده با مواد حفاظتی حلال آلی چند اثر زیان‌آور دارد، اما جذب زیاد مواد حفاظتی محلول در آب (۱۶ کیلوگرم بر متر مکعب) کاهش مقاومت چوب آلات تیمار شده را نشان می‌دهد. مدول گسیختگی کاهش می‌یابد، مثلاً اگر درجه حرارت تثبیت از ۲۷ درجه سانتیگراد به ۱۰۰ درجه سانتیگراد افزایش یابد و جذب ماده حفاظتی از صفر به ۴۰ کیلوگرم بر متر مکعب افزایش یابد. وود و همکاران (۱۹۸۰) نشان دادند که در فرآیند MSV[1] کاهش ۱۰ درصد قابل قبول در سختی با جذب ۱۶ کیلوگرم بر متر مکعب می‌توان به دست آورد، اما با جذب ۴۰ کیلوگرم بر متر مکعب این کاهش به پایین‌تر از ۳۲ درصد می‌رسد. کاهش مقاومت از خسارت هیدرولیتیکی به پلی‌ساکاریدها حاصل می‌شود و مقاومت نهایی مهم است که اگر چوب در تماس با زمین باشد، خسارت عمده‌تر و زیادتر می‌شود (۱۲).

در سال ۱۹۵۸ پروژه‌های تعاونی کرئوزت[2] مطالعه‌ای در زمینه مصرف دریایی، با دو کرئوزت قطران زغال سنگ محلول انجام داد. بقای کرئوزتها زیاد بود و اختلاف دو کرئوزت بکار برده شده کمتر مورد توجه بود. پیش تیمار با محتویات مسی مواد حفاظتی محلول در آب اثر محافظتی بیشتری به کرئوزت می‌دهد (۱۱).

Tascioglu و همکاران اثرات سیستم‌های حفاظت چوب متفاوت و فرآیندهای تیماری را بر روی یک چوب و چوب با یک نوع مواد مرکب دیگر تعیین کردند و دوام اتصال و مقاومت برشی آنها را مشخص کردند. تیمار لامینه‌ها با مواد محلول در روغن (نفتنات مس و پنتا کلروفنل و کرئوزت) و مواد محلول در آب (CcA & CDdC) بود. CcA اثر منفی روی دوام اتصالات در هر دو حالت داشت (۱۸).

Homan و همکاران چوب را با دو روش اصلاح شیمیایی استیله کردن و بخار گرم Plato اصلاح نمودند. خصوصیاتی مثل سختی بهبود داشت. خصوصیات مکانیکی تحت تاثیر تیمار اصلاحی بود. در طول تیمار حرارتی اجزای چوب که بطور شیمیایی ساختمان پلیمری به هم چسبیده دارند از همدیگر جدا می‌شوند و گروه هیدروکسیل توسط گروه‌های آب گریز جایگزین می‌شود. خصوصیات مکانیکی تغییر می‌کند. در مقایسه با چوب تیمار نشده اصلاح حرارتی چوب باعث می‌شود که میزان مقاومت میانگین کاهش یابد و در صورتی که مد شکست کششی و خمشی خیلی کاهش می‌یابد (۱۳).

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

مدل آماری و محاسبات آماری

تیمارهـای مورد نیاز را در قالب طرح کرتهای خرد شـده و بر اسـاس بلوک‌بنـدی تصادفـی انجام شـد. چهار بلـوک که هر کـدام یک درخت اکالیپتوس بودند در نظر گرفته شـد و تیمارهای مشـابهی بر روی هر کدام از درختان انجام شـد. این تیمارها شـامل دو فاکتور بودند که فاکتور اصلی آن روش‌هـای اشـباع و فاکتور فرعی آن مـواد حفاظتی بودنـد، با اجرای این طرح تاثیر روش‌ها و مواد حفاظتی معین شـده اسـت. سـطوح فاکتور روش‌هـا عبارتنـد از: روپینگ[۳]، روپینگ مضاعف[۴] و بتل[۵] و سـطوح فاکتور مـواد حفاظتی عبارتند از کرئوزت[۶]، ترکیباتی از کرم[۷]، ارسـنیک[۸] فلوئور[۹] و ترکیباتی از کرم ارسـنیک مس، بدون ماده حفاظتی اسـت و در نتیجه هر یـک از این تیمارها شـامل یکی از این مواد و یکـی از این روش‌ها خواهد بود. هـر یک از آزمایشـهای مکانیکی در قالب طرح اسـپلیت بلوک انجام شـد. داده‌های به دسـت آمده از هر یک از آزمایشهای خواص مکانیکی به صورت روش اشباع/ ماده حفاظتی با هم مقایسه خواهند شد. در این صورت می‌توان بیشترین یا کمترین اثر تیمار را به دست آورد و یا بهترین تیمار را برای یک هدف مورد نظر به دسـت آورد. با استفاده از نرم افزار کامپیوتری آمـاری MSTAT-C فایلی از داده‌های آماری تجزیه واریانس و محاسـبات آماری شدند.

طریقه نمونه‌برداری و تبدیل

چهار درخت اکالیپتوس قطع شدند و از هر کدام یک گرده بینه انتخاب شـدند و چوب‌هایی به ابعاد ۱۰۰×۷×۷ سـانتیمتر از آنها به دست آمد. نمونه‌ها به طریق استاندارد در هوای آزاد سایبان خشک شدند و به رطوبت مناسـب اشباع (۱۸ درصد) رسیدند. سـپس به تعداد مورد نیاز در دستگاه اشـباع دانشکده و کارخانه اشباع تراورس قزوین اشباع شدند. بعد از تثبیت مواد حفاظتی با خشـک کردن در هـوای آزاد نمونه‌های آزمایش مکانیکی تیمارهای هر بلوک با اسـتفاده از اسـتانداردهای ASTM و ISO به دسـت آمدند. این نمونه‌ها به رطوبت تقریبی ۱۲ درصد رسیدند.

تهیه مواد حفاظتی محلول در آب

ترکیبات حفاظتی بر اساس استاندارد AWPA تهیه شدند. غلظت کلی آنها ۵ درصد منظور شـد. جهت به دست آوردن pH استاندارد تغییراتی در درصد مواد بخاطر ناخالصی آنها داده شد که در جداول ۱ و ۲ قابل مشاهده است.

روش‌های اشباع

سـه روش اشباعی شامل تبل (سـلول پر)، روپینگ و روپینگ مضاعف (سلول خالی) که در ایران استعمال می‌شوند بکار برده شد. گونه اکالیپتوس به سـختی اشـباع می‌شـود که به خاطر پراکنـده آوندی، بافـت متراکم، پیچیدگی الیاف، درون چوب گسـترده و کمی آوند، ردیف‌های سـلولهای اشـعه و منافذ دیوار آوندی کوچک اسـت. از حداکثر توان اعمال فشار (۱۰ اتمسـفر در دانشکده، ۱۲ اتمسـفر کارخانه) وخلاء (۰/۸- اتسمفر) استفاده شـد. شرایط و مراحل اشـباع همانند شرایط و مراحل اشـباع در دانشکده منابع طبیعی و کارخانه اشباع تراورس قزوین برای هر سه روش بود.

اندازه‌گیری خواص مکانیکی

سـختی بر اساس استاندارد (ASTM (۱۴۳-D با ماشین آمسلر بر روی سـطح شعاعی نمونه‌های به ابعاد ۱۵×۵×۵ سـانتیمتر انجام شد (۸). فشار موازی الیاف بر اسـاس آئین نامه شـماره ۳۱۳۲ اسـتاندارد ISO در روی نمونه‌های به ابعاد ۲۸×۲×۲ سـانتیمتر در رطوبت تقریبی ۱۲ درصد انجام شـد (۱۴). چون دستگاه آمسلر دسـتگاه ثبات نمودار نداشت فقط نیروی حداکثر مشـخص شد و تنش حداکثر از طریق فرمول (سطح مقطع نمونه) A/ (نیروی حداکثر) Pu = δu به دسـت آمد. خمش اسـتاتیک بر اسـاس آیین‌نامه شـماره ۳۱۳۳ استاندارد ISO بر روی نمونه‌های به ابعاد ۲۸×۲×۲ سانتیمتر انجام شد. فرمول محاسبه مدول گسیختگی بشرح زیر است(۱)؛

[(ارتفـاع نمونه) h ۲ × (عرض نمونـه) b ×۲]/ [(طول نمونه ها) L(× نیروی حداکثر) pu ۳)= MOR]

مقاومت به ضربه بر اسـاس اسـتاندارد شـماره (D-۱۴۳) ASTM بر روی نمونه‌هـای به ابعاد ۲۸×۲×۲ سـانتیمتر با روش شـاله مودن آزمایش شـد. کشـش موازی الیاف بر اساس اسـتاندارد ASTM شماره D-۱۴۳ بر روی نمونه‌های ۴۵/۳×۲/۵×۲/۵ سـانتیمتر انجام شد (فرمول محاسبه pu/ A =δu). کشش عمود بر الیاف طبق آیین نامه شماره ۳۳۴۶ استاندارد ISO بر روی نمونه‌های ۷۲۲ سـانتیمتر انجام شد (فرمول محاسبه pu/A =δu). شـکاف خوری بر اسـاس آئیننامه شـماره ۳۳۴۶ اسـتاندارد ISO بر روی نمونه‌های ۴۲۲/۵ سانتیمتر انجام شد (فرمول محاسبه pu/A =δu).

نتایج

جـدول میانگین و تجزیه واریانس و همچنیـن نتایج آزمون دانکن در جداول ۳، ۴ و ۵ قابل مشاهده است.

خشک کردن چوب و تهیه مواد حفاظتی محلول در آب

با توجه به رعایت مسـائل مربوط به چوب خشـک کنی معایب بسـیار زیادی آشـکار شد مانند ترک مقطعی، ترک سطوح جانبی، چین خوردگی، شان عسلی، خمیدگی، کمانی شدن، تاب خوردگی (پیچش) و الماس گونی (مکعبی).

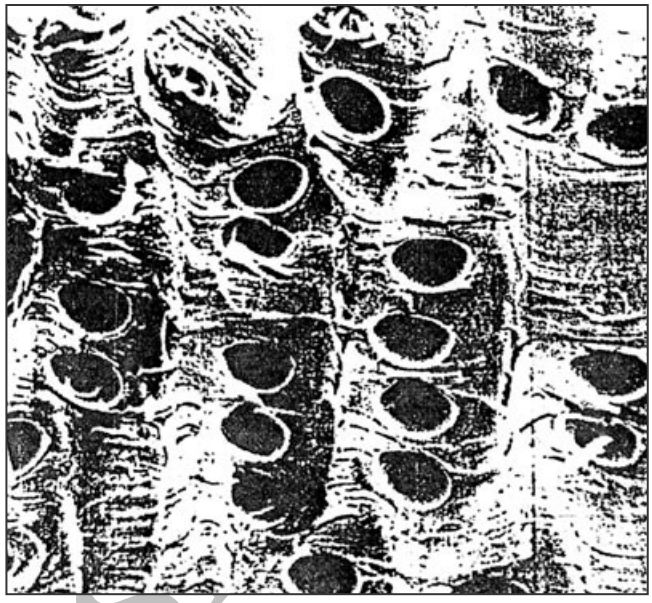
تهیه نمونه‌های سالم خیلی مشکل بود و نمونه‌های زیادی از بین رفتند. تصاویر ۱ و ۲ گویای این معایب می‌باشند.

محلول FCAP (جدول ۱) به رنگ زرد قهوه‌ای بود و بینایی و دسـتگاه تنفسی نسبت به آن حساس بود و باعث خارش پوست بدن می‌شد. محلول CcA نوع A (نمک آزاد) (جدول ۲) در هنگام اضافه کردن آب حباب بسیار زیادی تولید کرد و به رنگ سبز بود و به همین خاطر به نمک سبز معروف است و سوزش آور بوده و دستگاه تنفسی نسبت به آن حساس بود.

خصوصیات مکانیکی

نتایج تجزیه واریانس نشـان می‌دهد که اثر فاکتور روش‌های اشـباعی برای تمام خواص (مقاومت به ضربه، سـختی، فشـار موازی الیاف، شـکاف خوری، کشـش مـوازی الیاف، کشـش عمود بـر الیاف) به غیـر از مدول گسـیختگی تا ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشـد. اثر فاکتور مواد اشباعی تا ۹۹ درصد برای تمام خصوصیات معنی‌دار می‌باشد. اثرات متقابل برای مقاومت

Archive of SID
www.SID.ir



تصویر ۱- نمایی از شکست لایه میانی، جداشدگی لایه‌های متفاوت دیواره سلولی و شکاف ساختمانی لایه‌ای در داخل فیبریل‌ها و میکروفیبریل‌ها. اقتباس از رفرانس ۲ و ۱۵

به ضربه، مدول گسیختگی، شکاف خوری، کشش عمود بر الیاف تا ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد ولی برای بقیه معنی‌دار نمی‌باشد.

آزمون دانکن نشان می‌دهد که برای تمام خصوصیات به غیر از سختی و فشار موازی الیاف بین روش‌های روپینگ مضاعف با سایر روش‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد و برای فشار موازی الیاف بین روش‌های روپینگ مضاعف با روپینگ تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نمونه‌های شاهد با سایر نمونه‌های تیمار شده برای تمام خصوصیات به غیر از مقاومت به ضربه و شکاف خوری تفاوت معنی‌داری دارند و برای مقاومت به ضربه نمونه‌های شاهد با سایر نمونه‌ها به غیر از کرم مس ارسنیک تفاوت معنی‌داری دارند. برای شکاف خوری نمونه‌های شاهد و نمونه‌های کرئوزت با هم و با سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری دارند. اثرات متقابل خصوصیات مورد آزمون به شرح ذیل است:

مقاومت به ضربه؛ اثرات متقابل نمونه‌های شاهد با سایر نمونه‌های تیمار شده تفاوت معنی‌داری دارد و تیمار «روپینگ مضاعف کرئوزت» با سایرین تفاوت معنی‌داری دارند. نمونه‌های شاهد با «روپینگ و روپینگ مضاعف و بتل»، با «کرم فلوئورارسنیک» «روپینگ مضاعف کرم مس ارسنیک» تفاوت معنی‌داری دارد.

سختی؛ اثرات متقابل نمونه‌های شاهد فقط با «روپینگ مضاعف کرئوزت، کرم فلوئور ارسنیک» «روپینگ کرم فلوئور ارسنیک» و «بتل کرئوزت» تفاوت معنی‌داری دارد.

مدول گسیختگی؛ اثرات متقابل نمونه‌های شاهد با سایر نمونه‌ها به غیر از «کرئوزت روپینگ و بتل» تفاوت معنی‌داری دارد. نمونه‌های تیمار شده با این دو روش ذکر شده دارای اثرات متقابلی نسبت به نمونه‌های تیمار شده با «روپینگ مضاعف کرئوزت، کرم فلوئور ارسنیک» است.

فشار موازی الیاف؛ اثرات متقابل نمونه‌های شاهد با نمونه‌های «روپینگ مضاعف هر سه ماده»، «بتل کرئوزت» تفاوت معنی‌داری دارد.

شکاف خوری؛ اثرات متقابل نمونه‌های تیمار شده «روپینگ مضاعف کرئوزت» با سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری دارد و نمونه‌های شاهد با نمونه‌های تیمار شده «کرئوزت بتل و روپینگ مضاعف» تفاوت معنی‌داری دارد.

کشش موازی الیاف؛ اثرات متقابل نمونه‌های شاهد با سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری دارد و نمونه‌های تیمار شده با بتل کرئوزت با نمونه‌های تیمار شده با «روپینگ مضاعف هر سه روش» تفاوت معنی‌داری دارد.

کشش عمود بر الیاف؛ اثرات متقابل نمونه‌های شاهد با سایر نمونه‌ها به غیر از «کرم مس ارسنیک روپینگ، بتل» و «بتل کرم فلوئور ارسنیک» تفاوت معنی‌داری دارد و این سه روش با «بتل کرئوزت» «روپینگ مضاعف کرم مس ارسنیک و کرم فلوئور ارسنیک» تفاوت معنی‌داری دارد.

بحث

واکنش‌های همزمان تنش‌های مکانیکی و تغییرات رطوبتی می‌تواند باعث یک سطوح زیاد خزش استثنایی شوند. تیمارهای شیمیایی متفاوت MOE و MOR را افزایش یا کاهش می‌دهند. مثلاً تیمار WPC (ترکیبات پلیمر چوب) هر دو را افزایش می‌دهد و تیمار PEG۱ (اشباع یا پلی اتیلن گلیکول) هر دو را کاهش می‌دهد و یا حتی در بعضی تیمارها یکی را افزایش و دیگری را کاهش می‌دهد و برعکس. برای بهبود سختی یا مقاومت به سائیدگی نیازمند به حداقل پر شدن بخشی از حفره‌هاست (۱۷). فرآیند سلول خالی هوا را در داخل چوب فشرده می‌کند. انبساط

تصویر ۲- معایب چوب خشک‌کنی چوباکالیپتوس کاملدونسیس (کمانی‌شدن و تاب‌خوردگی و...)

www.SID.ir

جدول شماره ۱: اولین ترکیب استاندارد مورد استفاده براساس فرمول زیر است (FCAP) . فرمول اولیه از منبع شماره ۱۲ است.

ماده شیمیایی	فرمول شیمیایی	مقدار از ۱۰۰ درصد	
		درصد تغیر یافته ماده شیمیایی	درصد ماده شیمیایی فرمول
فلوئورید سدیم	NaF دارای ۵ درصد آب	٪۲۴	٪۲۲
اکسید کرم	CrO_3 شش ظرفیتی	٪۳۵	٪۳۷
ارسنیک پنتا اکسید	As_2O_5 دارای ۷۵ درصد آب	٪۲۴	٪۲۵
۶-۲ دی نیترو فنل	$C_6H_3(NO_2)_2$و(OH) 2,6 دارای ۵ درصد آب	٪۱۷	٪۱۶

pH = ۳/۶۶۹ اولیه **pH = ۵/۵ – ۷/۸ استاندارد** **pH = ۵/۷۶۸ نهایی**

جدول شماره ۲ : دومین ترکیب استاندارد مورد استفاده براساس فرمول زیرمی باشد(CCA نوع A).فرمول اولیه از رفرنس۱۲ است.

ماده شیمیایی	فرمول شیمیایی	مقدار از ۱۰۰ درصد	
		درصد تغیر یافته ماده شیمیایی	درصد ماده شیمیایی فرمول
بی کرومات پتاسیم	$K_2Cr_2O_7$ دارای ۶۹ درصد آب	٪ ۲۳/۸	٪ ۲۳/۸
آب	H۲O	٪ ۱۲/۵	٪ ۱۲/۵
اکسید کرم	CrO_3	٪ ۲۸/۷	٪ ۲۸/۷
اسید ارسنیک	H_2AsO4 دارای ۷۵ درصد آب	٪۱۷	٪ ۱۸/۳
کربنات مس	$CuCo_3$ دارای ۵۵ درصد آب	٪۱۸	٪ ۱۶/۷

pH = ۱/۵۴ اولیه **pH = ۱/۶ – ۳/۲ استاندارد** **pH = ۲/۷۵۳ نهایی**

جدول ۳ : میانگین داده‌های آزمون‌های خصوصیات مکانیکی تیمارها

تیمارها×	کشش عمود بر الیاف (N/cm^2)	کشش موازی الیاف(N/cm^2)	شکاف خوری (N/cm^2)	فشار موازی الیاف(N/cm^2)	مدول سیختگی (N/cm^2)	سختی (N)	مقاومت به ضربه (Kg.m)
۱	۲۱۲/۳	۱۴۷۸۸	۱۲۱/۴	۴۳۹۹	۹۰۸۸	۴۴۶۳	۲/۵۵
۲	۱۸۶/۱۲۵	۹۲۲۹	۱۰۴/۱	۳۹۲۹	۷۸۳۴	۳۶۹۱	۲/۲۶۳
۳	۱۵۵/۷	۱۱۶۶۸	۱۰۸/۰۵	۳۹۰۳	۸۲۴۸	۳۳۳۲	۲/۲۴۳
۴	۱۸۷/۵۷۵	۱۱۱۲۹	۱۱۲/۶۵	۳۹۷۵	۷۵۰۵	۳۸۴۴	۲/۰۲۵
۵	۱۹۳/۴	۱۱۴۷۶	۱۱۶/۷۲۵	۴۲۱۹	۷۷۵۸	۴۱۰۸	۲/۱۴۵
۶	۱۷۹/۲	۱۱۵۷۴	۱۰۱/۴۵	۴۲۸۳	۸۴۱۵	۳۹۱۱	۲/۱۵۳
۷	۱۸۱/۱	۱۰۵۱۲	۱۱۴/۹	۴۰۰۰	۷۸۵۴	۳۵۸۹	۲/۰۴۷
۸	۱۴۸/۵۲۵	۷۴۵۸	۱۱۰/۶	۳۸۵۵	۷۹۷۶	۳۷۸۶	۱/۸۹۲
۹	۱۶۵/۲۷۵	۸۴۱۴	۸۸/۸۷۸	۳۶۷۵	۶۶۵۸	۳۵۸۱	۱/۳۳۸
۱۰	۱۱۹/۱۵	۷۷۳۶	۱۰۲/۰۲۵	۳۹۰۴	۷۲۱۱	۳۲۹۲	۱/۸۹۵

× تیمارها به ترتیب شماره عبارتند از؛
۱ – شـاهد ۲- بتل، کرم، مس، ارسـنیک ۳- بتل، کرئوزوت ۴- بتل، کرم، فلوئور، ارسـنیک ۵- روپینگ، کرم، مس، ارسنیک ۶- روپینگ، کرئوزوت ۷- روپینگ، کرم، فلوئور، ارسنیک ۸- روپینگ مضاعف، کرم، مس، ارسنیک ۹- روپینگ مضاعف، کرئوزوت ۱۰- روپینگ مضاعف، کرم، فلوئور، ارسنیک .

Archive of SID

www.SID.ir

هوا، فشـار زیادی را به طرف بیرون چوب وارد می‌کنـد. هوای باقیمانده در چوب بعـد از خـلاء فرآیند سـلول خالی نیروی زیـادی به چوب یا مـواد حفاظتی وارد می‌کنـد (۱۱). حتـی برخی از مواد محلول در آب خـود ایجاد حباب می‌کنند. در یک بررسـی بر روی خصوصیات مقاومتی Winandy بیان کرد که تسـریع خشک کردن چوب تیمار شده با مواد حفاظتی حلال آلی چند اثر زیان‌آور دارد، اما جذب زیـاد مواد حفاظتی محلـول در آب (۱۶ کیلوگرم بر مترمکعـب) کاهش مقاومت چوب آلات تیمار شـده را نشان می‌دهد، کاهش مقاومت از خسارت هیدرولیتیکی به پلی‌سـاکاریدها حاصل می‌شـود و مقاومت نهایی مهم می‌باشد که اگر چوب در تماس با زمین باشـد خسارت عمده‌تر و زیادتر می‌شود (۱۲). Human و همکاران بیان کردند که در طول تیمار حرارتی اجزای چوب که بطور شـیمیایی سـاختمان پلیمری بهم چسبیده دارند از همدیگر جدا می‌شوند (۱۳).

Tascioglu مقاومت برشی کاج زرد جنوبی تیمار شده با CcA را به شرح تابلو ۱ اندازه‌گیری کرد (۱۸):

در حفاظت چوب با انتخاب تیمارهای مناسب باید از کاهش زیادتر مقاومت

تابلو - ۱

	تیمار نشده	CCA ۱ درصد	CCA ۲/۵ درصد	CCA ۵ درصد	CCA ۱۰ درصد
میزان بقاء (kg/m^3)	۰	۵/۹۳	۱۴/۹	۲۸/۵	۶۶/۶
مقاومت برشی (MPa)	۱۰/۱۰	۸/۰۳	۱۰/۶۶	۱۰/۶۱	۱۲/۵۹

جلوگیری شود. تیمار چوب با کلرید سدیم و قلیاها نشان می‌دهد که بطور عمده‌ای نفوذپذیری چوب بهبود بخشیده می‌شود. ولی نتایج این تیمارها، کاهش شدید مقاومت را نشان می‌دهد و بنابراین نامطلوب است (۱۰). مباحث بالا دلایل تغییر خصوصیات مکانیکی را در سایر تحقیقات نشان میداد.

از ایـن رو علل دیگر آن می تواند تورم چـوب و واکنش عناصر چوب با قلیاها دانسـت و یا احتمالاً کاهش مقاومت با هیدرولیز اسیدی واحدهای سلولز متناسب اسـت. بنابراین در نظر گرفتن فاکتور اصلاحی برای مقاومت مکانیکی چوب تیمار شده کار صحیحی می‌باشد.

مقاومت به ضربه

اسـتحکام بافت چوب با اتصال و فشـردگی اجزاء بافت چوب و یا میزان تراکم بافت و یا به اصطلاح پوکی و سفتی و یا میزان تردی، تعیین کننده مقاومت چوب در برابر ضربه ناگهانی وارد شـده به چوب می‌باشـد. شرایط نفوذ و وضعیت نفوذ و شـدت مراحل انجام شده برای نفوذ سیال حفاظتی و اثری که در روی بافت چوب میگذارد باعث کاهش مقاومت به ضربه در روش روپینگ مضاعف شده است. ورود و خروج شـدید ماده حفاظتی با فشـار و یا با گرمای احتمالی که اعمال می‌شـود و یا کلاً نفوذ دادن سـیال حفاظتی باعث کاهش اسـتحکام بافت چوب یا کاهش فشـردگی اجزاء بافت چوب می‌شود. روش روپینگ مضاعف در کنار ماده حفاظتی کرئوزت این اثر را شدیدتر نمایان می‌کند. چوب‌هایی که گره‌دار بودند و اشباع شده بودند بعد از اشـباع و در هنگام تبدیل به نمونه‌ها به راحتی از این منطقه شکاف و جدا می‌شدند و اثر بسیار منفی روی چوب داشتند و اطراف گره حتی پیوسته عامل بی ثباتی چوب بود و با کوچکترین نیرو از هم گسـیخته می‌شـد. این عامل مهمی است که در چوب‌های اشباعی باید گره حذف شود.

سختی

خشـک شـدن یکی از عواملی اسـت که در چوب ترکهای متفاوت کوچک و بزرگ ایجاد می‌کنند. این عامل زمانی تشدید می‌شود که چوب را بعد از خشـک کردن اول اشباع نماییم و برای مرتبه دوم آن را خشک نماییم. بعد از اینکه نمونه‌ها کاملاً از سـیال حفاظتی اشـباع شد، دیواره سـلولی از مواد حفاظتی آغشته می‌شـود و سپس این سیال حفاظتی را از چوب خارج می‌کنیم و یا با خشـک شـدن تبخیر می‌شود و چوب به صورت آغشته از مواد باقی می‌ماند. سستی چوب تیمار شده و خشک شده سـختی را کاهش می‌دهد. Wood و همکاران نشان دادند که در فرآیند MSU کاهش ۱۰ درصد قابل قبول در سـختی با جذب ۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب می‌توان به دست آورد اما جذب ۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب این کاهش به پایین‌تر از ۳۲ درصد می‌رسد (۱۲).

مدول گسیختگی

اثر خشـک شـدن متوالی و تیمار حفاظتی بر روی چوب در این آزمایش براحتی مشـخص اسـت. نیرویی که به چوب وارد می‌شود به صورت کششـی فشاری قیچی شدن و لغزشی بر چوب ظاهر می‌شود (۷). در حالت کلی بخاطر تردی چوب اشـباع شـده و خشک شده و همچنین سستی اتصال الیاف بخاطر آغشتگی چوب با ماده حفاظتی،

تصویر ۳- معایب چوب خشک‌کنی چوب اکالیپتوس کاملدونسیس و الماس‌گونی و شان عسلی و...)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۴- نتایج دسته بندی شده آزمون دانکن.

عنوان	کشش عمود بر الیاف	کشش موازی الیاف	شکاف خوری	فشار موازی الیاف	مدول گسیختگی	سختی	مقاومت به ضربه
سطح احتمال	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
بتل	الف ۲	الف ۲	الف ۲	الف ۲	الف ۲	الف ۲	الف ۱
روپینگ	الف ۱	الف ۱	الف ۱	ب الف ۱	الف ۱	الف ۱	الف ۲
روپینگ مضاعف	ب ۳	ب ۳	ب ۳	ب ۳	ب ۳	الف ۳	ب ۳
سطح احتمال	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
کرم، مس، ارسنیک	الف ۴	الف ۴	الف ۴	الف ۴	الف ۴	الف ۴	الف ۴
کرئوزوت	ب ۱	ب ۲	ب ۱	ب ۱	ب ۱	ب ۱	ب ۱
کرم، فلوئور، ارسنیک	ب ۳	ب ۳	ب ۳	ب ۳	ب ۲	ب ۲	ب ۳
شاهد	ب ۲	ب ۱	ب ۲	ب ۲	ب ۳	ب ۳	ب ۲
سطح احتمال	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
بتل، کرم، مس، ارسنیک	الف ۴	الف ۴	الف ۴	الف ۴	الف ۴	الف ۴	الف ۴
بتل، کرئوزوت	الف ۸	الف ۸	الف ۸	الف ۸	الف ۸	الف ۸	الف ۸
بتل، کرم، فلوئور، ارسنیک	الف ۱۲	الف ۱۲	الف ۱۲	الف ۱۲	الف ۱۲	الف ۱۲	الف ۱۲
شاهد	ب الف ۵	ب ۲	ب الف ۵	ب الف ۶	ب الف ۶	ب الف ۵	ب الف ۱
روپینگ، کرم، مس، ارسنیک	ب الف ۳	پ ب ۶	پ ب الف ۷	ب الف ۵	ب الف ۲	پ ب الف ۶	ب الف ۲
روپینگ، کرئوزوت	ب الف ۱	پ ب ۵	پ ب الف ۳	پ ب الف ۷	پ ب ۹	پ ب الف ۳	ب الف ۶
روپینگ، کرم، فلوئور، ارسنیک	پ ب ۷	پ ب ۳	پ ب الف ۹	پ ب الف ۳	پ ب ۷	پ ب الف ۹	ب الف ۵
شاهد	پ ب ۶	ت پ ب ۷	ت پ ب ۲	پ ب الف ۱	پ ب ۱	پ ب الف ۱	ب ۷
روپینگ مضاعف، کرم، مس، ارسنیک	ت پ ب ۱۰	ت پ ب ۱	ت ب ۱	پ ب ۱۱	پ ب ۵	پ ب ۷	ب ۳
روپینگ مضاعف، کرئوزوت	ت ب ۲	ت ب ۱۰	ت ۱۱	پ ب ۲	ت پ ب ۳	پ ب ۱۰	ب ۱۱
روپینگ مضاعف، کرم، فلوئور، ارسنیک	ت۹	ت۱۱	ت۶	پ ب ۹	ت پ ب ۱۱	پ ب ۲	ب ۹
شاهد	ت ۱۱	ت ۹	ت ۱۰	پ ۱۰	ت ۱۰	پ ۱۱	پ ۱۰

حروف مشابه بیانگر عدم معنی‌دار بودن میانگین‌هاست

Archive of SID

www.SID.ir

نیروی کششی و فشاری کمتری لازم دارد تا با لغزش الیاف، چوب از هم گسیخته شود. مواد حفاظتی که در هنگام شکست چوب اشباع شده با مواد حفاظتی محلول در آب، از آن به صورت غبار خارج می‌شود، گواهی بر این موضوع می‌باشد که این مواد حفاظتی به صورت چسب عمل نمی‌کند بلکه فقط نقش حفاظتی دارد و باعث تقلیل نیروی گسیختگی می‌شود و یا شکست ناگهانی که در چوب‌های اشباع شده با کرئوزت دیده می‌شود نشان دهنده تردی این نوع چوب‌ها و کاهش نیروی گسیختگی آنهاست. این اثر در روش روپینگ مضاعف کرئوزت شدیدتر است. اگر درجه حرارت تثبیت از ۲۷ درجه سانتیگراد به ۱۰۰ درجه سانتیگراد افزایش یابد و جذب ماده حفاظتی از صفر به ۴۰ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یابد، مدول گسیختگی کار انجام شده کاهش می‌یابد (۱۲).

فشار موازی الیاف

نیروی وارد شده در جهت موازی الیاف باعث گسیختگی در نقاط ضعیف مانند سوراخ‌های ریز، ترک و محل روزنه‌های دیواره سلولها (پونکتواسیون) می‌گردد (۷). این سوراخ‌های ریز و ترک‌ها در چوب‌های آغشته شده به مواد حفاظتی به علت خشک شدن متوالی و اعمال مراحل نفوذ سیال حفاظتی فراوان است. تصویر ۳ نمایی از شکست لایه میانی، جداشدگی لایه‌های متفاوت دیواره سلولی، شکاف ساختمانی لایهای در داخل فیبریل‌ها و میکروفیبریل‌ها که با استفاده از میکروسکوپ الکترونی تصویربرداری شده است را نشان می‌دهد و چگونگی رفتار ساختاری تحت تنش را آشکار کرده است (۱۵،۲). وجود انواع گسیختگی در نمونه‌های آزمایش شده نشان دهنده گسترش نقاط ضعیف در چوب اشباع شده می‌باشد و همچنین فراوانی نقاط ضعیف در نمونه اشباع شده می‌تواند دلیلی باشد که فشار موازی الیاف را کاهش دهد. با توجه به اینکه امکان آغشتگی مواد حفاظتی در نقاط خاص وجود دارد و یک ناهمگنی در نمونه‌های اشباع شده بوجود می آورد، عاملی در کاهش این فشار بیان می‌شود و گسیختگیها می‌تواند از این مراکز همانند گره‌ها شروع شود.

شکاف خوری و کشش عمود بر الیاف

با تعیین این کیفیت می‌توان کیفیت چوب را در برابر شکاف‌پذیری و با تحمل به میخ با پیچ تعیین کرد و چسبندگی جانبی الیاف را نشان می‌دهد (۳). میزان نفوذ ماده حفاظتی بدرون دیواره سلولی با میزان اتصال مواد حفاظتی با گروه‌های هیدروکسیل یا اثرات گرمای احتمالی مواد حفاظتی برروی چوب می‌تواند باعث تقلیل تحمل چوب در ناحیه تجمع نیرو و گسیختگی الیاف شود. مواد حفاظتی مخصوصاً کرئوزت اثر شدیدی روی چوب دارد. اصولاً فراریت کرئوزت باعث دوام خوبی می‌شود، اما اگر مقدار اندکی از آن بخار شود، نسبتاً خسارت زیادی به چوب میزند (۱۱).

کشش موازی الیاف؛ در روش‌های مختلف

اعمال فشار و خلاء متوالی باعث ایجاد معایبی در دیواره سلولی و یا بافت چوب می‌شود، مرحله اعمال فشار با حبس حباب‌های هوا در داخل بافت چوب همراه است و حباب‌های هوا در هنگام خلاء به بافت چوب فشار وارد می‌کنند. وجود گرمای احتمالی در برخی روش‌ها و یا حباب ایجاد شده از مواد حفاظتی محلول در آب (همراه با فشار) عواملی هستند که به بافت چوب خسارت وارد می‌کنند. وجود اتصالات مواد حفاظتی با زنجیره سلولزی با ایجاد فاصله در بین زنجیره‌های سلولزی همراه می‌باشد. گرمای ۹۶ درجه سانتیگراد کرئوزت عاملی است که بافت چوب را ترد می‌کند. دوبار متوالی خشک کردن در هوا می‌تواند ترکهایی در دیواره‌ها ایجاد کند و کشش موازی الیاف کاهش یابد.

در کل می‌توان گفت که میزان تاثیرات مواد و روش‌های حفاظتی بر روی چوب *E. camaldulensis* به راحتی مشخص است. خصوصیات مکانیکی آن از خوب تا بد تغییر می‌کند و عدم کنترل خشک شدن آن به کاهش خصوصیات مکانیکی کمک می‌کند.

نتیجتاً پیشنهاد می‌شود

۱ـ برای جلوگیری از کاهش شدید مقاومت مکانیکی می‌توان از روش‌های ملایم مانند روپینگ یا بتل و یا از مواد حفاظتی با فراریت کم مثل (کرم مس ارسنیک) استفاده نمود.

۲ـ تیمارهای روپینگ کرئوزت و روپینگ کرم مس ارسنیک به عنوان تیمارهای ارجح هستند. برای مصارفی مانند تراورس می‌توان از روش‌های روپینگ و بتل و مواد کرئوزت و کرم مس ارسنیک استفاده کرد و برای مصارفی مانند تیر معادن روش روپینگ با مواد کرئوزت و کرم مس ارسنیک مناسب است و برای مصارفی مانند تیر برق و تیر سقف روش روپینگ و ماده کرم مس ارسنیک مناسب است.

سپاسگزاری

با تشکر وافر از همه عزیزانی که اینجانب را در این تحقیق یاری فرمودند. مخصوصاً اساتید محترم و برادرانی که در کارگاه مجتمع تحقیقات البرز و دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران و کارخانه اشباع قزوین زحمات زیادی کشیدند.

پاورقی‌ها

1- Mississipi state University

(این فرآیند در مرکز دانشگاهی می سی سی پی توسعه یافته است).

2 - Cooperative Creosote projects

3 - Ruping

4 - Double ruping

5 - Bethell

6 - Creosote

7 - Chromium

8 - Arsenic

9 - Floure

منابع مورد استفاده

۱ - ابراهیمی . قنبر، ۱۳۶۸، مکانیک چوب و فراورده های مرکب آن، انتشارات دانشگاه تهران.

۲ - بیات کشکولی . راه علی، ۱۳۷۴، روش‌های مطالعه چوب بوسیله الکترو میکروسکوپی، سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۳ - پارساپژوه . داود، ۱۳۶۳، تکنولوژی چوب، انتشارات دانشگاه تهران.

۴ - جوانشیر . کریم و احمد مصدق، ۱۳۵۱، اکالیپتوس، انتشارات دانشگاه تهران.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵ : تجزیه واریانس

منابع تغییر مقاومت به ضربه	احتمال	میزان F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجات آزادی
تکرار	۰/۰۰۲	۱۷/۵۳۴	۱/۲۵۷	۳/۷۷۱	۳
فاکتور A	۰/۰۱۹	۸/۱۲۸	/۵۸۳	۱/۱۶۶	۲
اشتباه	–	–	/۰۷۲	/۴۳	۶
فاکتور B	۰	۱۵/۵۷۹	/۹۸	۲/۹۳۹	۳
AB	۰/۰۱۹	۳/۰۸۲	/۱۹۴	۱/۱۶۳	۶
اشتباه	–	–	/۰۶۳	۱/۶۹۸	۲۷
ضریب تغیرات	۱۱/۷۳		جمع کل	۱۱/۱۶۷	۴۷
منابع تغیر سختی	**احتمال**	**میزان F**	**میانگین مربعات**	**مجموع مربعات**	**درجات آزادی**
تکرار	۰/۰۰۱	۲۷/۹۲	۱۳۳۹۴۷۳	۴۰۱۸۴۲۰	۳
فاکتور A	۰/۰۴۹۲	۵/۱۸	۲۴۸۸۷۹	۴۹۷۷۵۲	۲
اشتباه	–	–	۴۷۹۸۰	۲۸۷۸۸۲	۶
فاکتور B	۰	۸/۷۱۵	۲۰۳۱۱۲۹	۶۰۹۳۳۸۸	۳
AB	–	/۸۳۶	۱۹۴۸۸۴	۱۱۶۹۳۰۴	۶
اشتباه	–	–	۲۳۳۰۸۰	۶۲۹۲۹۰۵	۲۷
ضریب تغیرات	۱۲/۴۵		جمع کل	۱۸۳۵۹۶۵۳	۴۷
منابع تغیر مدول گسیختگی	**احتمال**	**میزان F**	**میانگین مربعات**	**مجموع مربعات**	**درجات آزادی**
تکرار	۰	۵۳/۲۴۹	۲۲۸۹۸۲۵۰	۶۸۶۹۴۷۵۰	۳
فاکتور A	/۱۱۹	۳/۰۹۹	۱۳۳۲۹۶۸	۲۶۶۵۹۳۶	۲
اشتباه	–	–	۴۳۰۰۱۷	۲۵۸۰۱۰۳	۶
فاکتور B	۰	۱۶/۹۴۴	۵۸۷۳۴۵۴	۱۷۶۲۰۳۶۳	۳
AB	/۰۳۱	۲/۷۸۳	۹۶۴۷۶۰	۵۷۸۸۵۶۳	۶
اشتباه	–	–	۳۴۶۶۳۲	۹۳۵۹۰۶۴	۲۷
ضریب تغیرات	۷/۳۰		جمع کل	۱۰۶۷۰۸۷۸۱	۴۷
منابع تغیر فشار موازی الیاف	**احتمال**	**میزان F**	**میانگین مربعات**	**مجموع مربعات**	**درجات آزادی**
تکرار	۰	۴۰	۱۲۱۲۰۸۱	۳۶۳۶۲۴۳	۳
فاکتور A	۰/۰۱۳	۹/۶۹۳	۲۹۳۷۱۶	۵۸۷۴۳۲	۲
اشتباه	–	–	۳۰۳۰۰	۱۸۱۸۰۴	۶
فاکتور B	۰/۰۰۱	۶/۹۶۶	۵۵۴۶۰۳	۱۶۶۳۸۱۰	۳
AB	/۴۳۷	۱/۰۱۴	۸۰۶۸۹	۴۸۴۱۳۹	۶
اشتباه	–	–	۷۹۶۱۷	۲۱۴۹۶۷۷	۲۷
ضریب تغیرات	۶/۲		جمع کل	۸۷۰۳۱۰۸	۴۷
منابع تغیر شکاف خوری	**احتمال**	**میزان F**	**میانگین مربعات**	**مجموع مربعات**	**درجات آزادی**
تکرار	۰/۰۰۱	۲۵/۰۹۲	۷۳۲	۲۱۹۶	۳
فاکتور A	۰/۰۱۵	۹/۱۸۷	۲۶۸	۵۳۶	۲
اشتباه	–	–	۲۹/۱۷۳	۱۷۵	۶
فاکتور B	۰	۱۶/۳۳۵	۹۶۳	۲۸۹۱	۳
AB	۰/۰۴۱	۲/۵۹۹	۱۵۳/۳۴۹	۹۲۰/۰۹۳	۶
اشتباه	–	–	۵۹/۰۰۵	۱۵۹۳	۲۷

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۵

ضریب تغیرات	۶/۹۶		جمع کل	۸۳۱۱	۴۷
منابع تغیر کشش موازی الیاف	**احتمال**	**میزان F**	**میانگین مربعات**	**مجموع مربعات**	**درجات آزادی**
تکرار	۰/۰۰۸	۱۰/۷۷۲	۳۷۶۸۴۸۴۵	۱۱۳۰۵۴۵۳۷	۳
فاکتور A	۰/۰۱۹	۸/۲۰۴	۲۸۷۰۲۴۳۲	۵۷۴۰۴۸۶۴	۲
اشتباه	-	-	۳۴۹۸۴۳۹	۲۰۹۹۰۶۳۴	۶
فاکتور B	۰	۱۹/۲۴۵	۷۴۱۶۸۶۸۳	۲۲۲۵۰۶۰۵۰	۳
AB	۰/۳۱۹	۱/۲۳۶	۴۷۶۲۲۷۹	۲۸۵۷۳۶۷۵	۶
اشتباه	-	-	۳۸۵۴۰۱۹	۱۰۴۰۵۸۵۲۱	۲۷
ضریب تغیرات	۱۷/۶۴		جمع کل	۵۴۶۵۸۸۲۸۳	۴۷
منابع تغیر کشش عمود بر الیاف	**احتمال**	**میزان F**	**میانگین مربعات**	**مجموع مربعات**	**درجات آزادی**
تکرار	۰/۰۱۶	۸/۱	۲۳۸۴	۷۱۵۳	۳
فاکتور A	۰/۰۱۴	۹/۳۹	۲۷۶۴	۵۵۲۸	۲
اشتباه	-	-	۲۹۴	۱۷۶۶	۶
فاکتور B	۰	۱۶/۲۹۳	۵۳۸۲	۱۶۱۴۸	۳
AB	۰/۰۲۶	۲/۹۰۵	۹۵۹	۵۷۵۸	۶
اشتباه	-	-	۳۳۰	۸۹۲۰	۲۷
ضریب تغیرات	۱۰/۰۴		جمع کل	۴۵۲۷۶	۴۷

Archive of SID

۵ - جهرمی . سید مرتضی، ۱۳۶۸، بررسی سازگاری مختلف اکالیپتوس در مناطق شرق استان فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۶ - علی اکبری . جاسم، ۱۳۵۷، بررسی اثر مواد و روش‌های حفاظتی بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب راش، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۷ - کاظمی . محمود، ۱۳۶۶؛ بررسی دوام طبیعی چهار گونه چوبی توسکا، راش، گردو، بلوط در برابر حمله قارچ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

8. American Society for Testing Materials. A.S.T.M. 1994 Philadelphia,.

9. Barry.R.A. 1993; Wood preservation. Second Edition, Chapman and Hall.

10. Cartwight.K.ST.G.,M.T.(Oxon), W.P.K.Findlay and D.Se. (lond), 1958; Decay of timber and its preservation her majesty's stationery office. Forest products research laboratory.

11. Darred.N.D, 1973; Wood deterioration and its prevention by preservation treatments, Syracuse University Press, Syracuse New York.

12. Eaton.R. and M.D.C.Halisted, 1993, Wood; decay, pests, and protection, Chapman and Hall.

13. Homan.W. Tjeerdsma.B. Beckers.E. Jorissen.A, 2003, Structural and Other properties of modified wood, SHR timber research, Wageningen USA.

14. International organization for Standardization ISO, 1975.

15. Kessel.F.G. and et.al, 1976; Scaning electron microscopy in biology part 11 (wood). Berlin Heidelberg New York.

16. Midyley.S.J. and K.G.Eldrige and J.Doran, 1980, Genetic resources of *E.camaldulensis*, CSIR division of forestry and forest product Canberra Act, Australia.

17. Nobuo.S. and Kajito.H. and Norimoto.M, 1993, Recent researches on wood and wood – based materials the society of material science, Japan current Japanese material research.Vol.11.

18. Tascioglu.C.Goodell.B.Lopez-Anido.R, 2003; Bond durability characterization of preservative treated wood and E-glass/phenolic composite interfaces, Composites science and technology, Vol.63.979-991.

www.SID.ir