تاثير مواد و روش‌های حفاظتی بر روی خواص فیزیکی چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس (*Eucalyptus camaldulensis*) [۱]

راه علی بیات کشکولی [۲] داود پارسا پژوه [۳]

چکیده

گرده بینه‌ها از توده دست کاشت اکالیپتوس در نورآباد ممسني تهيه شدند و به قطعات ۱۰۰×۷×۷ سانتيمتر تبديل شدند و تا رطوبت زير ۲۰ درصد خشك شدند. براي تحقيق طرح آزمايشي كرت‌هاي خرد شده انتخاب شد. سه روش اشباع شامل بتل، رويينگ و رويينگ مضاعف و سه ماده حفاظتي همراه با نمونه‌هاي شاهد به‌كار گرفته شد. يك ماده حفاظتي كرئوزت و دو ماده ديگر محلول در آب بودند كه براساس استاندارد **AWPA** و **pH** مناسب ساخته شد. نتايج به‌دست آمده حاكی از اين است كه آغشته كردن چوب باعث عكس‌العمل دروني چوب و عناصر چوبي مي‌شود. هم‌كشيدگي كلي نمونه‌هاي تيمار شده كاهش پيدا نموده است. روش بتل كرئوزت اين اثر را بيشتر موجب شده است. اين به معني تثبيت ابعاد چوب بر اثر اشباع با مواد مختلف است. اتصالات عرضي مواد حفاظتي با عناصر چوبي و توالي دو مرحله‌اي خشك كردن و بسته شدن منحني هيسترس و حجيم كنندگي غيرقابل برگشت از علل آن است. وزن مخصوص نمونه‌هاي تيمار شده با مواد حفاظتي در مقايسه با نمونه‌هاي شاهد پايين‌تر است، بخصوص در مورد تيمار رويينگ مضاعف، كرم، فلوئور، ارسنيك، اين كاهش بارزتر است. علل آن مي‌تواند وجود ترك‌هاي جزيي در روي چوب، ترك‌هاي ميكروسپكي (شكست لايه مياني، جداشدگي لايه‌هاي ديواره...) افزايش بعد غيرقابل برگشت و تورم عناصر چوبي، تنش خشك كردن دو مرحله‌اي، شستشوي غيرمنتظره باشد. روش‌هاي ملايم‌تر مانند رويينگ و مواد با فراريت كمتر نظير كرم، مس و ارسنيك نسبت به ساير مواد ارجح است.

واژه‌هاي كليدي: *خصوصيات فيزيكي چوب، مواد حفاظتي، روش حفاظتي، تركيب مواد حفاظتي، خشك‌كـردن مجـدد، وزن مخصوص، همكشيدگی، اكاليپتوس كاملدولنسيس.*

Archive of SID

---

[۱]- تاريخ دريافت: ۸۱/۱۲/۱۷، تاريخ پذيرش: ۸۲/۷/۲۹

[۲] - دانشجوي دكتري علوم و صنايع چوب و كاغذ دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران**(Email: rbayatkashkoli@yahoo.com)**

[۳] - استاد دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران

www.SID.ir

مقدمه

این تحقیق بر روي جامعه اکالیپتوس در اطراف شهرستان نورآباد ممسني استان فارس انجام شد. اکالیپتوس کاملدولنسیس *(Eucalyptus camaldulensis)* در دو منطقه نزدیك نورآباد کاشته شده است، این گونه نسبت به گونه‌هاي دیگر هم از نظر قطري و هم از نظر ارتفاع بسیار عالي مي‌باشد و از نظر سازش‌پذیري خوب مي‌باشد(۵). اکالیپتوس با وجود مشکل خشك کردن مي‌تواند کمبود چوب صنعتي این مناطق را به سرعت برطرف سازد. مقایسه مواد حفاظتي و روش‌هاي حفاظتي در شرایط صنعت اشباع ایران بسیار ضروري است. هدف اصلي، انتخاب ماده حفاظتي مناسب با بهترین روش اشباع بود. گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس یک گونه سریع الرشد است و عکس العمل آن در برابر مواد و روش‌های متفاوت باید مشخص شود تا در زمان مصرف احتمالی به‌صورت 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 به‌دست آمده است(۱۵).

علي اکبري و پارساپژوه (۱۳۵۷) تحقیقي را با عنوان بررسي اثر مواد و روش‌هاي حفاظتي بر روي خواص فیزیکي و مکانیکي چوب راش انجام داده‌اند و نمك‌هاي بازیلیت و ولمانیت را براي اشباع استفاده نموده‌اند و مقاومت فیزیکي و مکانیکي را در این دو حالت بررسي نموده‌اند و نتیجه‌گیري کرده‌اند که چوب اشباع شده با نمك بازیلیت مدول الاستیسیته بیشتر و مقاومت فشاري موازي الیاف و مقاومت کششي بیشتري در مقایسه با نمونه‌هاي اشباع شده با نمك و لمانیت دارند(۶).

سازمان تحقیقات علمي و صنعتي استرالیا و مرکز تحقیقات نیروي دریایي استرالیا با تحقیق بر روي گونه‌های اکالیپتوس بهترین روش را اشباع فشاري معرفي کرده‌اند(٤). تحقیقاتي که در استرالیا توسط جمعي از محققان بر روي اکالیپتوس کاملدولنسیس انجام شده است نشان مي‌دهد که بین منشاءهایي از E.C تفاوت زیادي در خواص چوب گزارش شده است (۱۵).

باری (۱۹۹۳) در کتاب حفاظت چوب مشکل جدي تیرهاي اکالیپتوس را قارچ‌هاي پوسیدگي نرم در محل یقه تیرها ذکر کرده است و نتیجه گرفته است که این تیرها باید با ماده حفاظتي مس – کرم[۱]- ارسنیك[۲] اشباع شوند، تا با این قارچ‌ها مقابله شود. چون اکالیپتوس از گونه‌های سخت اشباع است، برای نفوذ مناسب مواد حفاظتی از فشار بسیار زیاد (۵۰ تا ۷۰ اتمسفر) در کشور استرالیا به‌کار برده مي‌شود. در بعضی از گونه‌های سوزنی‌برگان در صورتي‌که ماده حفاظتي نفوذ کاملي به‌داخل چوب نداشته باشد از فشار بالاتر از ۱۲/۵ اتمسفر استفاده مي‌شود که باعث لایس شدن آنها مي‌شود(۸).

دارد[۳] (۱۹۷۳) در کتاب تخریب چوب و حفاظت آن توسط تیمارهاي حفاظتي بیان مي‌کند که سیستم‌هاي تیمار فشار قوي به‌طور اقتصادي در استرالیا براي تیمار چوب‌هاي اکالیپتوس به‌کار برده مي‌شود. در سال ۱۹۵۸ پروژه‌های تعاوني کرئوزت[٤] (Cooperative Creosote Projects) مطالعه‌اي در زمینه مصرف دریایي، با دو کرئوزت قطران زغال سنگ محلول انجام داد. بقاي کرئوزت‌ها زیاد بود و اختلاف دو کرئوزت‌هاي به‌کار برده شده کمتر مورد توجه بود. پیش تیمار با محتویات مسي مواد حفاظتي محلول در آب اثر حفاظتي بیشتري به کرئوزت مي‌دهد (۱۰).

هومن[۵] و همکاران (۲۰۰۳) چوب را با دو روش (اصلاح شیمیایی استیله کردن و بخارگرم Plato) اصلاح

۱-Chromium
۲-Arsenic
۳-Darred
۴- Creosote
۵-Homan

Archive of SID

www.SID.ir

نمودند. ویژگي‌هايي مثل تثبيت ابعاد و ممانعت از جذب بهبود داشت. با افزايش دوام، هم‌كشيدگی و واكشيدگی كاهش داشت. در طول تيمار حرارتی اجزاي چوب كه به‌طور شيميايی ساختمان پليمری به‌هم چسبيده دارند از همديگر جدا مي‌شوند و گروه هيدروكسيل توسط گروه‌های آب گريز جايگزين می‌شود(۱۲).

مواد و روش‌ها

مدل آماري و محاسبات آماري

تيمارهاي مورد نياز، در قالب طرح كرت‌هاي خرد شده و بر اساس بلوك‌بندي تصادفي انجام شد. چهار بلوك كه هر كدام يك درخت اكاليپتوس بودند در نظر گرفته شد و تيمارهاي مشابهي بر روي هر كدام از درختان انجام شد. اين تيمارها شامل دو فاكتور بودند كه فاكتور اصلي آن روش‌هاي اشباع و فاكتور فرعي آن مواد حفاظتي بودند با اجراي اين طرح تاثير روش‌ها و مواد حفاظتي معين شده است. سطوح فاكتور روش‌ها عبارتند از روپينگ[۱]، روپينگ مضاعف[۲] و بتل[۳] و سطوح فاكتور مواد حفاظتي عبارتند از كرئوزت، تركيباتي از كرم، ارسنيك، فلوئور[۴] و تركيباتي از كرم ارسنيك مس، بدون ماده حفاظتي است و در نتيجه هر يك از اين تيمارها شامل يكي از اين مواد و يكي از اين روش‌ها خواهد بود. هر يك از آزمايش‌های فيزيكي در قالب طرح اسپليت بلوك (شكل ۱) انجام شد. داده‌هاي به‌دست آمده از هر يك از آزمايش‌هاي خواص فيزيكي به‌صورت (روش اشباع/ ماده حفاظتي) با هم مقايسه شدند. در اين صورت مي‌توان بيشترين يا كمترين اثر تيمار را به‌دست آورد و يا بهترين تيمار را براي يك هدف مورد نظر به‌دست آورد. با استفاده از نرم‌افزار كامپيوتري آماري MSTAT-C فايلي از داده‌هاي آماري تجزيه واريانس و محاسبات آماري شدند.

نمونه‌برداري

چهار درخت اكاليپتوس قطع شدند و از هر كدام يك گرده بينه انتخاب شد. نمونه‌هايی به ابعاد ۱۰۰*۷*۷ سانتيمتر از آنها به‌دست آمد. نمونه‌ها به‌طريق استاندارد در هواي آزاد هانگار خشك شدند و به رطوبت مناسب اشباع (۱۸ درصد) رسيدند. سپس به تعداد مورد نياز در دستگاه اشباع دانشكده و كارخانه اشباع تراورس قزوين اشباع شدند. بعد از تثبيت مواد حفاظتي با خشك كردن در هواي آزاد نمونه‌هاي آزمايش فيزيكي تيمارهاي هر بلوك با استفاده از استانداردهاي ASTM و ISO به‌دست آمدند (۷،۱۳). اين نمونه‌ها به رطوبت تقريبي ۱۲ درصد رسيدند.

تهيه مواد حفاظتي محلول در آب

تركيبات حفاظتي براساس استاندارد AWPA تهيه شدند. غلظت كلي آنها ۵ درصد منظور شد. براي به‌دست آوردن pH استاندارد تغييراتي در درصد مواد به‌خاطر ناخالصي آنها داده شد كه در جدول (۱ و ۲) قابل مشاهده است.

روش‌های اشباع

سه روش اشباعي شامل بتل (سلول پر)، روپينگ و روپينگ مضاعف (سلول خالي) كه در ايران استعمال مي‌شوند به‌كار برده شد. گونه اكاليپتوس به سختي اشباع مي‌شود كه علت‌های آن؛ پراكنده آوندي، بافت متراكم،پيچيدگي الياف، درون چوب گسترده و كمي آوند، رديف‌هاي سلول‌هاي اشعه و منافذ ديوار آوندي كوچك است. از حداكثر توان اعمال فشار (۱۰ اتمسفر در دانشكده، ۱۲ اتمسفر كارخانه) و خلاء (۰/۸- اتمسفر) استفاده شد. شرايط و مراحل اشباع همانند شرايط و مراحل اشباع در دانشكده منابع طبيعي و كارخانه اشباع تراورس قزوين براي هر سه روش بود.

اندازه‌گيري خواص فيزيكي

براي تعيين وزن مخصوص (خشك،نسبي، تر، پايه يا

---

[۱]- Ruping

[۲]- Double ruping

[۳]- Bethell

[۴]- Floure

Archive of SID

www.SID.ir

بحراني) برطبق آيين‌نامه شماره ۳۱۳۱ استاندارد ISO و براي تعيين هم‌كشيدگي برطبق آيين‌نامه شماره۴۸۵۸ استاندارد ISO عمل شد و نمونه‌هايي به ابعاد ۲*۲*۲ سانتيمتر تهيه و اندازه‌گيري شد (۱۳). با استفاده از فرمول‌هاي مربوطه محاسبه شدند(۳).

جدول۱- اولين تركيب استاندارد مورد استفاده براساس فرمول زير است (FCAP)(فرمول اوليه از رفرنس ۱۱است.)

ماده شيميايي	فرمول شيميايي	مقدار از ۱۰۰ درصد	
		درصدتغيير يافته	درصد فرمول
فلوئورید سديم	NaF دارای ۵ درصد آب	۲۴درصد	۲۲ درصد
اكسيد كرم	CrO_3 شش ظرفيتی	۳۵درصد	۳۷ درصد
ارسنيک پنتااكسيد	AS_2O_5 دارای ۷۵ درصد آب	۲۴درصد	۲۵ درصد
۲-۶ دی نيتروفنل	$(OH)C_6H_3(NO_2)_2$ ۶ و ۲ دارای ۵ درصد آب	۱۷درصد	۱۶ درصد

pH=۳/۶۶۹ اوليه pH = ۵/۵ – ۷/۸ استاندارد pH =۵/۷۶۸نهايی

جدول ۲ -دومين تركيب استاندارد مورد استفاده براساس فرمول زير است (CCA نوع A) (فرمول اوليه از رفرنس ۱۱است.)

ماده شيميايي	فرمول شيميايي	مقدار از ۱۰۰ درصد	
		درصدتغيير يافته	درصد فرمول
بی كرومات پتاسيم	$K_2Cr_2O_7$ دارای ۶۹ درصد آب		۲۳/۸ درصد
آب	H_2O		۱۲/۵ درصد
اكسيد كرم	CrO_3		۲۸/۷ درصد
اسيد ارسنيک	H_3ASO_4 دارای ۷۵ درصد آب	۱۷درصد	۱۸/۳ درصد
كربنات مس	$CuCo_3$ دارای ۵۵ درصد آب	۱۸درصد	۱۶/۷ درصد

pH = ۱/۵٤ اوليه، pH = ۱/۶-۳/۲ استاندارد، pH = ۲/۷۵۳ نهايی

نتايج

جدول ميانگين و تجزيه واريانس و همچنين نتايج آزمون دانكن در جداول (۳، ٤ و۵) مشاهده می‌شود.

خشک كردن چوب و تهيه مواد حفاظتی: باتوجه به رعايت مسائل مربوط به چوب خشك كني معايب بسيار زيادي آشكار شد مانند ترك مقطعي، ترك سطوح جانبي، چين‌خوردگي، شان عسلي، خميدگي، كماني شدن، تاب خوردگي (پيچش)، الماس گوني (مكعبي).تهيه نمونه‌هاي سالم خيلي مشكل بود و نمونه‌هاي زيادي از بين رفتند. اشكال (۲ و ۳) گوياي اين معايب مي‌باشد.

هم‌كشيدگي كلي: نتايج جدول تجزيه واريانس نشان مي‌دهد كه اثر روش‌هاي اشباع و تاثيرات متقابل معني‌دار نشده است، ولي اثر مواد اشباع معني‌دار شده است كه حد معني‌داري آن ۹۹ درصد است.

نتايج آزمون دانكن در مورد روش‌هاي اشباع نشان مي‌دهد كه هيچ‌كدام از روش‌ها تفاوت معني‌داري با هم ندارند، ولي در مورد مواد حفاظتي نتايج حاكي از آن است

Archive of SID

www.SID.ir

که نمونه‌هاي شاهد با ديگر نمونه‌ها تفاوت دارد. نتايج آزمون دانکن در مورد آثار متقابل همچنين نشان مي‌دهد که تيمارهاي شاهد با تيمارهاي (روپينگ مضاعف کرم فلوئور ارسنيك)، (روپينگ مضاعف کرم مس ارسنيك) (روپينگ کرم مس ارسنيك) و (بتل کرئوزت) اختلاف دارد و با ساير تيمارها اختلافي مشاهده نمي‌شود.

وزن مخصوص:نتايج جدول تجزيه واريانس نشان مي‌دهد که اثر فاکتور روش‌ها (A) براى وزن مخصوص نسبى و تر تا ۹۹درصد و براى وزن مخصوص خشک تا ۹۵ درصد معنى‌دار مى‌باشد اما براى وزن مخصوص پايه يا بحرانى معنى‌دار نيست. اثر فاکتور مواد اشباعي تا ۹۹ درصد براى تمام وزن مخصوص‌ها معنى‌دار مى‌باشد. آثار متقابل براى تمام وزن مخصوص‌ها به غير از وزن مخصوص نسبى معنى‌دار نمى‌باشد و براى وزن مخصوص نسبى تا ۹۵ درصد معنى‌دار مى‌باشد.

نتايج آزمون دانکن در مورد روش‌هاي حفاظتي براى وزن مخصوص خشک و تر نشان مي‌دهد که روش روپينگ با روش روپينگ مضاعف تفاوت معني‌داري دارد اما در مورد وزن مخصوص پايه معنى دار نبود. در مورد وزن مخصوص نسبى روش روپينگ با ساير روش‌ها تفاوت معني‌داري دارد. در مورد مواد حفاظتي براى تمام وزن مخصوص‌ها به غير از وزن مخصوص تر تفاوت معني‌داري بين نمونه‌هاي شاهد با ديگر نمونه‌هاي اشباع شده وجود داشت، ولى براى وزن مخصوص تر فقط با نمونه‌هاى (کرئوزت، کرم فلوئورارسنيك) تفاوت معني‌داري داشت. نتايج آزمون دانکن در مورد تاثيرات متقابل به‌شرح زير است:

وزن مخصوص پايه يا بحرانى: نمونه‌هاي شاهد با نمونه‌هاي ديگر به غير از نمونه‌هاي (روپينگ کرئوزت) تفاوت معني‌داري داشت و همچنين نمونه‌هاي تيمار (روپينگ کرم فلوئورارسنيك) (روپينگ مضاعف کرم فلوئورارسنيك) با نمونه‌هاي شاهد (روپينگ کرئوزت) تفاوت معني‌داري داشت.

وزن مخصوص خشک: نمونه‌هاي شاهد با نمونه‌هاي تيمار (روپينگ مضاعف کرم مس ارسنيك) (روپينگ مضاعف کرئوزت) (بتل کرئوزت) (بتل کرم مس ارسنيك) (روپينگ مضاعف کرم فلوئورارسنيك) تفاوت معني‌داري داشت و نمونه‌هاي تيمار روپينگ مضاعف کرم فلوئورارسنيك با نمونه‌هاي شاهد و (روپينگ کرم مس ارسنيك) (روپينگ کرئوزت) (بتل کرم فلوئورارسنيك) (روپينگ کرم فلوئورارسنيك) تفاوت معني‌داري داشت.

وزن مخصوص نسبى: نمونه‌هاي شاهد با نمونه‌هاي ديگر به غير از (روپينگ کرئوزت) (روپينگ کرم مس ارسنيك) تفاوت معني‌داري داشت و آثار متقابل نمونه‌هاي (روپينگ کرئوزت) با ساير نمونه‌ها به غير از (روپينگ کرم مس ارسنيك) (بتل کرم فلوئورارسنيك) تفاوت معني‌داري داشت. نمونه‌هاي (روپينگ کرم مس ارسنيك) با نمونه‌هاي (روپينگ مضاعف کرئوزت) و (روپينگ مضاعف کرم فلوئورارسنيك) تفاوت معني‌داري داشت، و نمونه‌هاي (بتل کرم فلوئورارسنيك) با نمونه‌هاي (روپينگ مضاعف کرم فلوئورارسنيك) تفاوت معني‌داري داشت.

وزن مخصوص تر: نمونه‌هاي شاهد با نمونه‌هاي (بتل کرئوزت) (روپينگ مضاعف کرئوزت) (روپينگ مضاعف کرم فلوئورارسنيك) تفاوت معني‌داري داشت. نمونه‌هاي (روپينگ کرم مس ارسنيك) با نمونه‌هاي (روپينگ مضاعف کرئوزت) (روپينگ مضاعف کرم فلوئور ارسنيك) تفاوت معني‌داري داشت. نمونه‌هاي روپينگ مضاعف با نمونه‌هاي (روپينگ مضاعف کرم فلوئورارسنيك) تفاوت معني‌داري داشت.

بحث و نتيجه گيرى

يك تيمار شيميايي ممكن است بعضي معايب مرتبط با استعمال چوب را كاهش دهد و مصارف يا كاربرد جديدي

Archive of SID

www.SID.ir

را به‌وجود آورد تيمار شيميايي مي‌توانند به‌طور موثري ناپايداري ابعاد چوب را در برابر رطوبت كاهش دهد(١٦).

شرايطی كه مواد به‌داخل چوب نفوذ مي‌كند بسته به روش‌ها و مواد بسيار متغيراست. عوامل مهم تاثيرگذار بر روی خواص فيزيكی چوب به‌شرح زير است : ١- عامل OH عناصر چوبي٢- استعداد چوب و عناصر چوبي به قابليت واكنش با قليا و تجزيه با اسيد و خاصيت تورم چوب و اجزاء آن بخاطر اين مواد ٣- كنش و واكنش در اين حالت‌ها يعنی عكس العمل نوع چوب دربرابر اين مواد ٤- نفوذ و خروج مواد (شستشوي غير منتظره) و هوا ٥- كاهش و افزايش حرارت در زمان اشباع ٦- توالي خشك كردن چوب‌هاي اشباعي (دو مرحله) و ٧- خاصيت مواد (فراريت، روغني و....). شرايط اشباع برخي روش‌ها، واكنش‌ها و تاثير اين عوامل را به شدت تقويت مي‌كند. چوب اكاليپتوس چوب بدبوم و انعكاسي و به سختي اشباع مي‌شود و همچنين به عنوان چوبي است كه رفتار غيرطبيعي دارد. اين مقاله تجربه خوبي را نشان مي‌دهد كه اين گونه چوب‌ها در مقابل شرايط حاكم عكس‌العمل مناسبي را نشان مي‌دهد.

تثبيت ابعاد و هم‌كشيدگي كلي

نتايج نشان مي‌دهد كه از هر نوع روشي كه استفاده شود و بعد از اينكه نمونه‌هاي اشباع شده تثبيت و خشك شوند و آنها در معرض تغييرات رطوبتي قرار گيرند از نظر عكس‌العمل احتمالي (از نظر نوع روش به‌كار برده شده) با همديگر تفاوتی ندارند و مستقل از روش‌ها مي‌باشند و يا ميتوان گفت فرايند نفوذ مواد حفاظتي به‌داخل چوب نمي‌تواند تاثيري در روي تغيير ابعاد زياد يا كم چوب و يا در جلوگيري از آن در هنگام مصرف يا مواجه شدن با تغيير رطوبت داشته باشد، در مقابل همان‌طوري كه مشخص است نفوذ ماده حفاظتي به‌داخل چوب از تغيير ابعاد زياد جلوگيري مي‌كند و مواد مورد استفاده تاثير مثبتي داشته‌اند. تيمارهاي مناسب كه باعث كاهش هم‌كشيدگي شده‌اند عبارتند از (روپينگ مضاعف با كرم فلوئورارسنيك و كرم مس ارسنيك) و (روپينگ كرم مس ارسنيك) (بتل كرئوزت) و بنابراين باعث تثبيت ابعاد شده‌اند. اصلاحات شيميايي اثر افزايشي در تثبيت ابعاد، هنگامي‌كه چوب با رطوبت در تماس است دارد(٩). وجود سطح روغني يا غير روغني در روي چوب و همچنين وجود اتصالات اين مواد حفاظتي با گروه‌هاي هيدروكسيل از عوامل مهمي هستند كه از نفوذ آب به‌داخل چوب و يا از ايجاد اتصالات با آب جلوگيري كنند. توالي خشك‌كردن چوب‌هاي اشباعي به‌صورت دو مرحله‌اي (قبل از ا شباع و بعد از اشباع) باعث كاهش جذب و دفع آب خواهد شد. وقتي چوب سبز نخستين بار خشك مي‌شود خاصيت جذب و دفع آب يا هيگروسكپيك آن در بالاتر از رطوبت نسبي ٥٠درصد نقصان غيرقابل برگشت پيدا مي‌كند. دفع در يك مرحله جذب و دفع آب زيادتر از چند مرحله آن در چوب است. تحت شرايط جذب و دفع رطوبت رفتار منحني هيسترس طوري است كه ضريب زاويه يا شيب موثر كاهش مي‌يابد(١). اين موضوع نشان مي‌دهد كه چوب به‌تدريج در طي اين مراحل تمايلي به جذب و دفع از خود نشان نمي‌دهد. بنابراين فرايند دو مرحله‌اي خشك كردن چوب‌هاي اشباعي يكي از عوامل تثبيت چوب است. هومن و همكاران (٢٠٠٣) كاهش هم‌كشيدگی را به‌خاطر تيمار اصلاحی تائيد می‌كند و تيمار حرارتی ساختمان پليمری به‌هم چسبيده اجزائ چوب را از همديگر جدا مي‌كند و گروه هيدروكسيل توسط گروه‌های آب گريز جايگزين مي‌شود (تيمار اول). علل تثبيت ابعاد چوب و كاهش خاصيت نم‌پذيری نمونه‌هاي اشباعي فوق را مي‌توان از چند نظر بررسي نمود، استام اين نظرات را تاييد مي‌كند(٢):

-اندود كردن سطوح داخلي سلول‌هاي چوب با مواد اشباعي سمي فوق براي عقيم ساختن سطوح داخل حفرات سلولي با يك يا چند لايه از اين مواد

Archive of SID

www.SID.ir

مقاوم به آب است. مواد سمي محلول در حلال‌هاي كم و بيش تصعيد شونده جزو اين دسته از مواد هستند و نفوذ آب مايع و تغيير هيگروسكپي چوب را كاهش مي‌دهند.

-تيمار حرارتي چوب (مشرف كردن به دماي بالا) خاصيت نم‌پذيری چوب را كاهش مي‌دهد و اين نوع تثبيت ابعاد دايمي است.

-تيمار شيميايي باعث ايجاد اتصال عرضي در مواد تشكيل دهنده چوب مي‌شود و از واكشيدگي چوب خشك در تماس با آب جلوگيري مي‌كند. اگر اتصال عرضي زياد باشد تعداد مكان‌هاي جذبش كاهش مي‌يابد و در نتيجه مقاومت به واكشيدگي آن فزوني مي‌يابد و تغيير نم‌پذيری جدار سلول پايين مي‌آيد. تيمار شيميايی باعث كاهش تعامل سلول‌هاي چوبی با آب می‌شود.

-تيمار شيميايي با مواد حجيم كننده براي كاهش هم‌كشيدگي است. چوب در حالت واكشيده خود خواهد ماند. مواد شيميايي به‌كار رفته نقش حجيم كننده دارند. مثلاً قلياها نقش حجيم كنندگي دارند.

دو سري مواد به‌كار مي‌برند: مواد قابل حل و غيرقابل حل در آب. مواد قابل حل در آب واكنش شيميايي با چوب ندارد و فقط جايگزين آب جدار سلول مي‌شود. چون فعاليت آب باقي مانده نزول مي‌كند و اثر حجيم نگه داشتن مواد شيميايي به‌كار رفته نيز وجود دارد، چوب در رطوبت نسبي پايين‌تر محيط، تقريبا در وضعيت اشباع كامل خود باقي خواهند ماند. مواد غيرقابل حل در آب با چوب واكنش شيميايي خواهند داشت.

مواد شيميايي از نوع ديگري هم براي تثبيت ابعاد چوب به‌كار مي‌رود. ولي موادي كه در اين آزمون مورد استفاده قرار گرفته‌اند چنين مكانيسم عمل دارند و باعث تثبيت ابعاد چوب مي‌شوند.

اشكال (٤ و ٥) تثبيت چوب‌هاي تيمار شده را در مقايسه با چوب‌هاي تيمار نشده را نشان مي‌دهد. در كل تثبيت ابعاد به اشباع‌پذيري چوب بستگي دارد و اشباع چوب نيز به خصوصيات مواد (داشتن مواد ذره‌اي (رسوب)، گاز غيرمحلول (حباب و واكنش‌هاي ايجاد شده) و خصوصيات چوب (درون چوب، منافذ چوب، خصوصيات آناتومي) و ايجاد زنجيره عرضي پايدار بستگي دارد. اكالیپتوس سخت اشباع است اما به‌خاطر معايب چوب خشك كني شديد (ترکها)، كنترل رطوبت، طولاني كردن فرايند تا حد قابل قبول اشباع مي‌شود و با خشك كردن تثبيت مي‌شود.

وزن مخصوص

نفوذ ماده حفاظتي باعث كاهش وزن مخصوص‌ها شده است، ولي روش‌ها آثار متفاوتي از خود نشان مي‌دهند. نفوذ ماده حفاظتي باعث افزايش ابعاد نمونه‌هاي چوب مي‌شود (كه حد معين غيرقابل برگشت دارد) علل كاهش وزن مخصوص را به‌شرح ذيل مي‌توان جستجو نمود:

وجود ترك‌هاي جزيي دروني در چوب اشباع شده و تغييرات همي سلولزها و پلي‌ساكاريدها و مواد استخراجي و معدني و يا جانشيني آنها با مواد حفاظتي و افزايش حجم ايجاد شده به‌دليل اتصالات بوجود آمده و ترك‌هاي ميكروسكپي به‌وجود آمده از عواملي هستند كه نسبت وزن به حجم را در چوب اشباع شده كاهش ميدهند. چوبيكه با روش‌هاي مكانيكي و روش‌هاي شيميايي اصلاح شده و در رابطه با كنترل رطوبت و درجه حرارت و يا چوب‌هايي‌كه به آنها تنش وارد شده در SEM (ميكروسكوپ الكتروني اسكنينگ) بررسي شده و شكست ميكروسكپي كه در اين صورت در آنها به‌وجود آمده آشكار شده است. شكست لايه مياني، جداشدگي لايه‌ها متفاوت ديواره سلولي شكاف ساختماني لايه‌اي در داخل فيبريل‌ها و ميكروفيبريل‌ها كه با استفاده از SEM تصويربرداري شده

Archive of SID

www.SID.ir

چگونگي رفتار ساختاری را تحت تنش آشکار کـرده اسـت (١٤ و ٢).

شکل (۶) نمـایی از شکسـت لایـه میـانی، جداشـدگی لایه‌های متفاوت دیواره سلولی، شکاف سـاختاری لایـه‌ای در داخل ِفیبریل‌ها و میکروفیبریـل هـا کـه بـا اسـتفاده از میکروسکوپ الکترونی تصویر برداری شده اسـت را نشـان مي‌دهد و چگونگی رفتار ساختاری تحـت تـنش را آشـکار کـرده اسـت(۱۴ و ۲). بنـابراین چنـین شکسـت‌هـایي (فیبریلي، لایه‌اي، ساختاری) تحت تنش (خشـك کـردن، نفوذ ماده حفاظتي و....) همراه با افزایش حجم بـه‌خـاطر اتصالات مواد حفاظتي با عناصر چـوبي یـك افـزایش بعـد غیرقابل برگشت دارند و نسبت به افزایش وزن (اگر وجـود داشته باشد درحالي‌که معتقـدیم کـه عمـل اشـباع چـوب همانند عمل آبکش کردن است یعني آغشته شدن اسـت) بسـیار بیشـتر اسـت و همـین امـر باعـث کـاهش وزن مخصـوص‌هـا شـده اسـت. تنشـي کـه خشـك کـردن دو مرحلـه‌اي (قبـل از اشـباع بعـد از اشـباع) بـه چـوب وارد مي‌کند و نفوذ و خروج مـواد در سـیر مراحـل اشـباع کـه همانند شستشو کـردن اسـت، در کـاهش وزن مخصـوص بسیار موثر است. فراریت برخي مواد موجود در کرئـوزت و یا فلوئور و حـرارت کرئـوزت مـي‌توانـد در ایجـاد تـنش و همان‌طوري‌که مشـخص اسـت در کـاهش وزن مخصـوص نقش داشته باشد. گروه عاملي (OH) عناصر چـوبي همـراه با pH برخي مواد مثل کـرم فلوئورارسـنیك یکـي دیگـر از عوامل مهم است. نفوذ ایـن مـواد بـه‌داخـل چـوب باعـث می‌شود که با گروه‌هاي هیدروکسیلي واکنش نشان داده و شبکه کریستالي سلولز را عـوض مـي‌کنـد و همچنـین در pHهاي پایین‌تر تجزیه صورت مي‌گیـرد .بنـابراین فراینـد اشباع و بعد از آن تثبیت، همانند یـک حالـت شستشـوی چوب است و میزانی از واکشیدگی به‌وجود آمده بـه‌خـاطر اشباع، بعد از خشک کردن مجدد چوب اشباع شـده بـاقی می‌ماند .پس این بیان که چوب همانند ژل عمل مي‌کند و نتیجتا نم‌پذیر و منبسط شونده هستند تایید مي‌شود.

پیشنهادها

۱- براي تثبیت ابعاد چوب علاوه بر خشك کردن مي‌تـوان از اشباع مواد حفاظتي استفاده نمود.

۲- روش‌هاي ملایم مانند روپینگ یا بتل و مواد حفـاظتي با فراریت کم مثل (کرم مس ا رسنیك) قابل توسعه است.

۳- در زراعت گونه‌هاي سازش‌پذیر و یا جنگل‌کاري باید از گونه‌هاي مهار شدني(گونه‌هایی کـه بـه آسـانی خشـک و اشباع می‌شوند وکارکردن با آنها راحت اسـت) و مفیـد در صنایع چوب و کاغذ استفاده نمود. در غیر این صورت باید سیستم‌هاي مناسب فن‌آوري شود.

٤-حفاظت استاندارد فراورده‌هاي چوبي باید تدوین شود و در برخي مصارف لازم اجرا شود.

شکل ۱-طرح آزمایشي مورد استفاده (اسپلیت بلوك)

روش / ماده	روپینگ مضاعف	روپینگ	بتل
کرم مس ارسنیك			
کرئوزت			
کرم فلوئورارسنیك			
شاهد			

بلوك ۴..... بلوك ۳ ..... بلوك ۲..... بلوك ۱

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- میانگین داده‌ها

تیمارها	وزن مخصوص‌تر	وزن مخصوص نسبی	وزن مخصوص خشک	وزن مخصوص پایه	میانگین همکشیدگی کلی
شاهد	۰/۹۲۹	۰/۸۵۱	۰/۹۰۳	۰/۸۰۹	۱۳/۱۳۷
بتل کرم مس ارسنیك	۰/۸۷۱	۰/۷۱٦	۰/۷٦۸	۰/٦۹۹	۱۱/٦۳۹
بتل کرئوزت	۰/۸۲۸	۰/۷٤	۰/۷۹	۰/٦۸٦	۱۰/۷۳۲
بتل کرم فلوئورارسنیك	۰/۸٦۹	۰/۷٦۳	۰/۸۲۲	۰/۷۰۳	۱۱/٦۵۸
رویینگ کرم مس ارسنیك	۰/۹۰۸	۰/۷۸۵	۰/۸۵۲	۰/۷۱۱	۱۱/۱۳۷
رویینگ کرئوزت	۰/۸۸۲	۰/۸۲۲	۰/۸٤۲	۰/۷۵۹	۱۱/۵٦٦
رویینگ کرم فلوئورارسنیك	۰/۸٤۳	۰/۷٤۹	۰/۸۱٤	۰/٦٦٤	۱۱/٦۰٤
رویینگ مضاعف کرم مس ارسنیك	۰/۸۵٤	۰/۷۵۱	۰/۷۹۵	۰/٦۹۱	۱۱/۱۹۲
رویینگ مضاعف کرئوزت	۰/۸۰۹	۰/۷	۰/۷۹۲	۰/٦۸	۱۱/۷۳۱
رویینگ‌مضاعف‌کرم فلوئورارسنیك	۰/۷۸۳	۰/٦۷۹	۰/۷۲۲	۰/٦۳۷	۱۱/٤٤۱

شکل ۲- معایب خشک کردن (ترک‌ها-خمیدگي-تاب خوردگي)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- نتايج دسته‌بندي شده آزمون دانكن

عنوان	وزن مخصوص‌تر	وزن مخصوص نسبي	وزن مخصوص خشك	وزن مخصوص پايه	ميانگين همكشيدگي‌كلي
سطح احتمال	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
بتل	الف ۲	الف ۲	الف ۲	الف ۲	الف ۳
رويينگ	ب الف ۱	ب ۱	ب الف ۱	الف ۱	الف ۲
ذويينگ مضاعف	ب ۳	ب ۳	ب ۳	الف ۳	الف ۱
سطح احتمال	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
كرم مس ارسنيك	الف ٤	الف ٤	الف ٤	الف ٤	الف ٤
كرئوزت	ب الف ۱	ب ۲	ب ۲	ب ۲	ب ۳
كرم فلوئورارسنيك	ب ۲	ب ۱	ب ۱	ب ۱	ب ۲
شاهد	ب ۳	ب ۳	ب ۳	ب ۳	ب ۱
سطح احتمال	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
بتل كرم مس ارسنيك	الف ٤	الف ٤	الف ٤	الف ٤	الف ٤
بتل كرئوزت	الف ۸	الف ۸	الف ۸	الف ۸	الف ۸
بتل كرم فلوئورارسنيك	الف ۱۲	الف ۱۲	الف ۱۲	الف ۱۲	الف ۱۲
شاهد	ب الف ۵	ب الف ٦	ب الف ۵	ب الف ٦	ب الف ۱۰
رويينگ كرم مس ارسنيك	پ ب الف ٦	پ ب الف ۵	ب الف ٦	پ ب ۵	ب الف ۳
رويينگ كرئوزت	پ ب الف ۱	ت پ ب ۳	ب الف۳	پ ب ۳	ب الف۱
رويينگ كرم فلوئورارسنيك	پ ب الف ۳	ث ت پ ۹	ب الف۷	پ ب ۱	ب الف۷
شاهد	پ ب الف ۹	ث ت پ ۷	پ ب ۹	پ ب ۹	ب الف٦
رويينگ‌مضاعف‌كرم‌مس‌ارسنيك	پ ب الف ۷	ث ت پ ۳	پ ب ۱۰	پ ب ۲	ب ۱۱
رويينگ مضاعف كرئوزت	ت پ ب ۲	ث ت پ ۱	پ ب ۲	پ ب ۱۰	ب ۹
رويينگ‌مضاعف‌كرم‌فلوئورارسنيك	ت پ ۱۰	ث ت ۱۰	پ ب ۱	پ ۷	ب ۵
شاهد	ت ۱۱	ث ۱۱	پ ۱۱	پ ۱۱	ب ۲

حروف مشابه بيانگر عدم معنى دار بودن ميانگين ها مى باشد

شكل ۳- معايب خشک كردن (چين‌خوردگي – شان عسلي)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- تجزیه واریانس

منابع تغییر هم‌کشیدگی کلی	احتمال	میزان F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجات آزادی
تکرار	۰/۲۴۱	۱/۸۳۹	۱/۹۵۶	۵/۸۶۸	۳
فاکتور A	–	۰/۰۲۹	۰/۰۳۱	۰/۰۶۳	۲
اشتباه	–	–	۱/۰۶۳	۶/۳۸	۶
فاکتور B	۰/۰۰۰	۹/۷۴۸	۹/۰۹۶	۲۷/۲۸۸	۳
AB	–	۰/۵۲۹	۰/۴۹۳	۲/۹۶۱	۶
اشتباه	–	–	۰/۹۳۳	۲۵/۱۹۳	۲۷
ضریب تغییرات ۸/۱۶			جمع	۶۷/۷۵۲	۴۷
منابع تغییر وزن مخصوص پایه	**احتمال**	**میزان F**	**میانگین مربعات**	**مجموع مربعات**	**درجات آزادی**
تکرار	۰/۰۴۴	۵/۰۸۶	۰/۰۳۱	۰/۰۹۴	۳
فاکتور A	–	۰/۶۵۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	۲
اشتباه	–	–	۰/۰۰۶	۰/۰۳۷	۶
فاکتور B	۰/۰۰۰	۱۵/۶۰۹	۰/۰۴۵	۰/۱۳۴	۳
AB	–	۰/۹۸۴	۰/۰۰۳	۰/۰۱۷	۶
اشتباه	–	–	۰/۰۰۳	۰/۰۷۷	۲۷
ضریب تغییرات		۷/۴۱	جمع	۰/۳۶۷	۴۷
منابع تغییر وزن مخصوص خشک	**احتمال**	**میزان F**	**میانگین مربعات**	**مجموع مربعات**	**درجات آزادی**
تکرار	۰/۰۰۰	۴۱/۶۲۹	۰/۰۴۲	۰/۱۲۵	۳
فاکتور A	۰/۰۱۲۲	۱۰/۰۲۷	۰/۰۱	۰/۰۲	۲
اشتباه	–	–	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۶
فاکتور B	۰/۰۰۰	۱۲/۳۹۳	۰/۰۳۳	۰/۰۹۹	۳
AB	۰/۱۷۹	۱/۶۲۱	۰/۰۰۴	۰/۰۲۶	۶
اشتباه	–	–	۰/۰۰۳	۰/۰۷۲	۲۷
ضریب تغییرات		۶/۲۴	جمع	۰/۳۴۷	۴۷
منابع تغییر وزن مخصوص نسبی	**احتمال**	**میزان F**	**میانگین مربعات**	**مجموع مربعات**	**درجات آزادی**
تکرار	۰/۰۰۰	۴۹/۴۲۳	۰/۰۳۴	۰/۱۰۱	۳
فاکتور A	۰/۰۰۳	۱۸/۸۸۵	۰/۰۱۳	۰/۰۲۶	۲
اشتباه	–	–	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۶
فاکتور B	۰/۰۰۰	۱۷/۵۳۴	۰/۰۳۵	۰/۱۰۵	۳
AB	۰/۰۴۱	۲/۵۹۲	۰/۰۰۵	۰/۰۳۱	۶
اشتباه	–	–	۰/۰۰۲	۰/۰۵۴	۲۷
ضریب تغییرات		۵/۷۸	جمع کل	۰/۳۲۰	۴۷
میانگین تغییر وزن مخصوص تر	**احتمال**	**میزان F**	**میانگین مربعات**	**مجموع مربعات**	**درجات آزادی**
تکرار	۰/۰۰۰	۱۲۶/۰۹۹	۰/۰۴۸	۰/۱۴۳	۳
فاکتور A	۰/۰۰۱	۲۳/۵۱۳	۰/۰۰۹	۰/۰۱۸	۲
اشتباه	–	–	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۶
فاکتور B	۰/۰۰۰	۸/۷۳۷	۰/۰۲۴	۰/۰۷۲	۳
AB	–	۰/۹۲	۰/۰۰۳	۰/۰۱۵	۶
اشتباه	–	–	۰/۰۰۳	۰/۰۲۴	۲۷
ضریب تغییرات		۶/۰۱	جمع کل	۰/۳۲۴	۴۷

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۴- چوب‌هاي اشباع نشده بعد از خشک‌کردن

شکل ۵- چوبهاي اشباع شده بعد از خشک کردن

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۶- شکست‌هاي ميكروسكپي كه در بافت‌هاي چوبي تحت تنش ايجاد شده است

منابع

۱- ابراهیمی، قنبر، ۱۳۷۹. رابطه آب و چوب، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- بیات کشکولی، راه علی، ۱۳۷۴. روش‌های مطالعه چوب بوسیله الکترومیکروسکپی، سمینار کارشناسی ارشد.

۳- پارسا پژوه، داود، ۱۳۶۳. تکنولوژی چوب، دانشگاه تهران.

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

۵- جهرمی، سید مرتضی، ۱۳۶۸. بررسی سازگاری مختلف اکالیپتوس در مناطق شرق استان فارس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

۶- علی اکبری، جاسم، ۱۳۵۷. بررسی اثر مواد و روش‌های حفاظتی بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب راش، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

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

8- Barry.R. A.,1993. Wood Preservation Second Edition, Chapman and hall.

9- Cartwright, K. ST. G., M.t. (oxon.), W.P.K. Findlay and D. Se. (lond), 1958. Decay of Timber and it’s Prevention Her Majesty’s Stationery Office, Forest Products Research Laborotory.

www.SID.ir

10-Darred.N. D., 1973. Wood Deterioration and its Prevention by Preservation Treatments, Sgracuse University Press. Syracuse. Newyork.
11-Eaton, R. Aand M. D.C. Halisted. 1993. Wood; Decay, Pests, and Protection, Chapman and Hall.
12-Homan,W, Tjeerdsma.B, Beckers.E, Jorissen.A., 2003. Structural and Other Properties of Modified Wood, SHR Timber Research, Wageningen,USA.
13-International Organization for Standardization, ISO, 1975.
14-Kessel. F.G. and etal., 1976. Seanning Electron Microscopy in Biology part 11 (Wood), Berlin Heidelbery Newyork.
15-Midyley, S.J. and . K.G. Eldridge and J. Doran, 1980. Genetic Resources of *E. Camaldulensis*, CSIR Division of Forestry and Forest Product Canberra Act, Australia.
16-Nobuo.S and H. Kajito and M. Norimoto, 1993. Recent Research on Wood and Wood- Based Materials the Society of Materials Science, Japan Current Japancese Material Research Vol.,11.

Archive of SID

www.SID.ir

The Effects of Preservative Materials and Impregnation Processes on Physical Properties of : *Eucalyptus camaldulensis*

R. Bayat Kashkooli[1] **D. Parsapajouh**[2]

Abstract

Wood logs were supplied from Mamasani, Fars Province, from a population of planted eucalyptus trees. They were cut into 7×7×100 cm samples, and dried to below 20% moisture content. A split plot design was used for the experiment. Three impregnation methods namely Bethel, Rupping and Double rupping along with three preservatives as against control samples were employed. A creosote and two other water soluble preservatives were prepared with proper pH using AWPA standard. Results are indicative of reactions of wood as well as internal wood elements to impregnation.

A decrease was observed in the overall shrinkage in the treated samples. This was more pronounced in the Bethel creosote method. This indicates the stabilization of wood dimentions as a result of impregnation. Some reasons for this phenomenon could be cited as trans attachment of wood elements, subsequent drying in double drying process, and irreversible swelling. The specific gravity is less in treated samples as compared to control, this being more pronounced in the case of double rupping, and treated samples with preservatives; chromium, flourine and arsenic. This could be due to minor cracks on wood, microscopic cracks (inner layer fracture, cell wall ruptures, etc), increase in dimentions (of irreversible nature), inflation of wood elements, double drying stresses and unexpectable leaching. Milder treatment methods such as rupping and use of less volatile elements of chromium, copper and arsenic (CCA) are preferred over others.

Keyword: Wood physical properties, Preservatives and preservation methods, Redrying, Specific gravity, Shrinkage, *Eucalyptus camaldulensis*.

Archive of SID

[1] ***-Ph. D Student of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran , (E-mail: rbayat kashkoli@yahoo.com)***

[2] ***-Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran***

www.SID.ir