بررسی اثر برنامه چوب خشک‌کنی بر میزان اعوجاج و ترک‌های سطحی گونه راش به ضخامت 5 سانتی‌متر منطقه ساری *

وحید تذکر رضایی[۱]، یدالله حسین پور[۲]، حبیب الله خادمی اسلام[۳]

چکیده

دراین تحقیق، چوب راش[1] ازطرح جنگلداری شرکت نکاچوب واقع در حوزه اداره کل منابع طبیعی منطقه ساری به‌صورت تصادفی انتخاب شد و با برش تجاری به ضخامت5 سانتی‌متر، طی سه مرحله با سه برنامه T5-C3 و T5-C4و T6-C4 ، به‌منظور ارزیابی اثر برنامه چوب خشک‌کنی بر میزان اعوجاج و ترک‌های سطحی ، تارطوبت 8 درصد خشک گردید. دمای خشک اولیه در هرسه برنامه 49 و دمای خشک نهایی به‌ترتیب 71و71 و82 درجه سانتی‌گراد منظور شد. جرم‌ویژه بحرانی 0/52 وجرم‌ویژه خشک 0/61 و همکشیدگی طولی، شعاعی، مماسی و حجمی به‌ترتیب 0/46 و 5/8 و10/2 و 16/46 درصد اندازه‌گیری شد. مقادیر معایب انحناء، کمانی، تاب و ترک‌های سطحی تخته‌ها به‌تفکیک هر مرحله اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل نتایج از طریق ترسیم نمودارهای کنترل کیفیت مربوط به معایب مذکور انجام گردید. نتایج نشان داد که با هر سه برنامه، میزان تغییرات معایب ایجاد شده در چوب‌های خشک‌شده در مقایسه با قبل از خشک‌شدن در دامنه قابل قبول مشخصه‌های کمی و کیفی قرار دارد ولی در برنامه T6-C4 در مقایسه با دو برنامه دیگر، پراکنش آنها نسبت به خط میانگین یکنواخت‌تر از دو برنامه دیگر می‌باشد. به‌عبارت دیگر خشک‌کردن چوب راش با برنامه T6-C4 نسبت به دو برنامه دیگراز نظرمطلوب‌بودن کیفیت چوب‌ها و کاهش زمان خشک‌شدن نتایج بهتری در بر داشته‌است.

واژه‌های کلیدی: خشک‌کردن،کوره، راش، برنامه کوره، معایب چوب خشک‌کنی، نمونه کنترل

---

* این تحقیق با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس انجام شده است.

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس E-mail:Tazakor@gmail.com

۲- کارشناس ارشد صنایع چوب و کاغذ سازمان جنگل‌های چالوس

۳- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

1-*Fagus orientalis* Lipsky

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدمه

از ١٦٤ میلیون هکتار عرصه کشور، جنگل‌ها با مساحت حدود ١٢/٤ میلیون هکتار، ٧/٦ درصد از سطح ایران را پوشانده‌اند. براساس تعریف FAO ایران در زمره کشورهای باسطح پوشش کم جنگل محسوب می‌شود. سرانه جنگل۰/۲ هکتاری ایران در مقابل سرانه ۰/۸ هکتاری جهان بیانگر کمبود شدید جنگل در کشور بوده و این در حالیست که فقط جنگل‌های شمال با سطحی معادل ۱/۸ میلیون هکتار و سرانه ۰/۰۳ هکتار به‌عنوان تنها قطب تولید چوب جنگلی در کشور به‌شمار می‌روند. لذا به‌منظور صیانت از این جنگل‌ها که دارای ارزش‌های زیست‌محیطی و اقتصادی بسیار زیادی می‌باشند، اعمال مدیریت جامع بر این جنگل‌ها و تغییر الگوهای تولید و مصرف چوب امری اجتناب ناپذیر است [۱].

به موازات انجام عملیات گسترده مدیریت پایدار جنگل‌ها، جهت افزایش عمر مفید مصرف چوب و کاهش دور ریزها با در نظر گرفتن ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی هرگونه چوبی، می‌بایست با اقدامات فنی و مهندسی برنامه‌های کارآمدی را جهت صیانت از جنگل‌های محدود صنعتی کشور لحاظ نمود .

با توجه به ساختار بیولوژیک چوب، عوامل متعددی از جمله شرایط اکولوژیک، نوع گونه و تغییرات رویشگاهی موجب تغییر خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی آن می‌گردند. علاوه بر موارد مذکور، چوب ماده‌ای ناهمگن و هیگروسکپ (جذب و دفع کننده رطوبت) است که این موضوع یعنی تبادل رطوبت چوب با هوای محیط پایه و اساس تئوری‌های فرایند چوب خشک‌کنی می‌باشد. بدیهی است این تغییرات رطوبتی چوب، تغییرحجم آن را نیز به‌همراه خواهد داشت که منجر به تغییرات ظاهری، اعوجاج و در نتیجه کاهش کیفیت و ارزش چوب می‌شود [۲]. تحقیقات زیادی درزمینه ارایه راهکارهای عملی جهت کاهش اعوجاج تخته‌ها در حین خشک‌شدن در کوره انجام شده که به‌عنوان نمونه می‌توان به اصلاح الگوی برش گرده‌بینه، پیش تیمارهای مختلف، استفاده از چوبدستک‌های مخصوص، اصلاح برنامه‌های چوب خشک‌کنی، به‌کارگیری سربارهای مختلف و خشک کردن تحت فشار بین صفحات گرم را اشاره کرد.

کوچ[1] و پریس[2] (۱۹۸۰) یافتند که خشک‌کردن تخته‌های کاج جنوبی به‌ضخامت ۵cm در دمای$^{\circ}$c ۸۲ تا ۱۳۲$^{\circ}$c اثر محسوسی بر اعوجاج ندارد [۹].

رومبال[3] و ماکای[4] (۱۹۸۲) اثرات پیش بخاردهی (٤ ساعت در ۹۸$^{\circ}$c) و میزان سر بار (۱۰۲۵kg/m^2-۵۳۷) را روی اعوجاج کاج رادیاتا با ضخامت۵ cm و با برنامه شدید۱۱۵$^{\circ}$c مورد مطالعه قرار دادند. تصور بر این بود که نرم‌کردن چوب با پیش بخاردهی، فرم چوب را در زیر سربار و در طول خشک‌شدن آن ثابت نگه می‌دارد. آنها چوب آلات را قبل از گرفتن سربار خنک کردند و بهترین نتیجه را در سطوح بالای دما و میزان بار سربار به‌دست آوردند [۵].

1 Koch
2 price
3 Rumball
4 Mackay

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

آرگانبرایت و همکاران[1](۱۹۸۸) اثرات سربار و روش خشک‌کردن چوب (در هوای آزاد و در کوره با دمای معمولی و دمای بالا) را روی اعوجاج تخته‌های کاج پاندرسا با ضخامت ۵cm مورد مطالعه قراردادند. آنها پی‌بردند که تخته‌ها در حین خشک‌شدن به‌شدت دچار اعوجاج می‌شوند به‌طوری‌که این اعوجاج می‌تواند درجه‌کیفی چوب را از ۳٤% تا ۵۱% کاهش دهد و علت عمده این کاهش را تاب معرفی کردند [۲]. به‌نظر می‌رسد که میزان سربار kg/m^2 ۹۷٦ در خشک‌کردن چوب با دمای معمولی موثر بوده (به‌خصوص در مورد تاب) ولی در مورد برنامه‌های با دمای بالا این طور نبود. با این وجود چوب آلات خشک‌شده در دمای بالا، بیشتر خشک شده بودند که اعوجاج را هم افزایش می‌داد (باسلت)[2] [۳].

گویوق[3] (۱۹۸٤) اثرات برنامه چوب خشک‌کنی و سربار را روی اعوجاج تخته‌های حاصل از کاج اسلاش با قطرهای ۱٦تا ۲۲ سانتی‌متر را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که ترکیب بیشترین دما با میزان سربار حد اکثر، در بهبود اعوجاج تاثیر گذار بود [٤].

اسمیت و سیایو[4] (۱۹۸۹) اثر برنامه چوب خشک‌کنی و میزان سربار kg/m^2 ۹۷٦ را در اعوجاج گونه کاج قرمز[5] به‌ضخامت cm ۵ مورد بررسی قرار دادند و اعلام داشتند که میزان سربار در کاهش میزان تاب برداشتن، کمانی و انحناشدن بین ٤۰ تا ۷۰ درصد موثر بوده و بیشترین کاهش در برنامه‌های با دمای زیاد بوده‌است [۱۰].

مگلین و بون[6] (۱۹۹۲) اثرات الگوی برش و برنامه چوب خشک‌کنی را روی کاهش کیفیت تخته‌های حاصل از درختان کاج پاندرسا با قطر کم (cm ۸ تا ۱٦) مورد بررسی قرار دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که افزایش سربار و الگوی برش SDR می‌تواند سبب کاهش از ۱۱تا ۱٦ درصدی اعوجاج شود [٦].

میلوتا[7] (۱۹۹۲) رابطه‌ای بین برنامه کوره و میزان اعوجاج تخته‌های گونه دوگلاس با ضخامت cm ۵ نیافت. تخته‌ها از گرده‌بینه‌های با قطر کم (cm ۲۵) تا قطر زیاد (cm ۵۰) و از چهار برنامه مختلف چوب خشک‌کنی در این تحقیق استفاده شد. او همچنین اثر برنامه چوب خشک‌کنی را روی اعوجاج تخته‌های هملوک با ابعاد تجاری و به‌ضخامت cm ۵ را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفت که خشک‌کردن این گونه در دمای بالا (۱۱٦ تا $121^{\circ}c$) میزان کمانی‌شدن و انحنای کمتری نسبت به تخته‌های خشک شده در برنامه معمولی ($82^{\circ}c$) داشت هر چند که این اختلاف معنی‌دار نبود [۸, ۷] .

تیلور[8] (۱۹۹۳) گزارش داد که اختلافی بین مقدار اعوجاج در کاج جنوبی با ضخامت cm ۵ خشک شده در $118^{\circ}c$ و تخته‌های خشک‌شده در دمای $151^{\circ}c$ درجه وجود ندارد [۱۳].

1 Arganbright et al.
2 Basselt
3 Gough
4 Smith & Siau
5 red pin
6 Maeglin - Boon
7 Milota
8 Taylor

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وو و اسمیت[1] (۱۹۹۸) اثر دما و زمان را روی اعوجاج تخته‌های کاج تدا به‌ضخامت cm ۵ مورد مقایسه قرار دادند و گزارش نمودند که میزان انحنا، کمانی‌شدن و تاب‌برداشتن در برنامه زمان پایه صعودی از ۸۲°c تا ۱۱۰°c در ۱۸ ساعت به‌ترتیب ۱۸/٦، ٦%و ٤/۷% کاهش می‌یابد [١٤].

سیمپسون و گرین[2] (۲۰۰۱) نشان دادند که خشک‌کردن چوب با دمای زیاد در کوره می‌تواند باعث کاهش اعوجاج در تخته‌های حاصل از در ختان کم‌قطر کاج پاندرسا شود [۱۲].

سیمپسون[3](۲۰۰٤) اثر دمای خشک‌کردن را روی اعوجاج کاج پاندرسا به‌ضخامت cm ۵ را مورد ارزیابی قرار داد و به این نتیجه رسید که میزان انحنا، تاب و کمانی تخته‌ها بعد از این‌که به رطوبت تعادل ١٤% رسیدند به میزان۱۲، ۲۹ و ۲۰ درصد به‌ترتیب کاهش می‌یابد و با شدید شدن برنامه و افزایش دمای خشک از °c ۷۱ به °c۱۳۸، رطوبت تخته‌ها به ٤تا٥% می‌رسد و اعوجاج تخته‌ها نیز به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند [۱۱].

این تحقیق با هدف مطالعه اثر سه نوع برنامه خشک‌کنی روی اعوجاج و ترک‌های سطحی چوب راش به ضخامت ۵۰ میلی‌متر در کوره به‌صورت یک طرح شاخص و راهنما جهت کاربرد در مقیاس صنعتی و تجاری بوده‌است. لازم به ذکر است که مطالعه کاربردی فوق جهت کاربرد بهتر چوب گونه راش منطقه نکا که از پرمصرف‌ترین گونه‌های چوبی صنعتی کشور می‌باشد صورت گرفته تا بتوان علاوه بر افزایش راندمان کوره‌ها، کیفیت چوب‌های خشک‌شده در کوره را نیز به استانداردهای بین المللی نزدیک نمود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تعداد ۲۱ اصله گرده‌بینه راش[4] با قطر متوسط cm ۵۵ از طرح جنگلداری شرکت نکاچوب (منطقه ظالمرود) درحوزه اداره کل منابع‌طبیعی استان مازندران انتخاب شد. از این گرده‌بینه‌ها تعداد ٤٦۰ تخته با ابعاد ۲٦٦ * ١٤/٦ * ۵ سانتی‌متر و مطابق با نیاز بازار مصرف چوب کشور تهیه گردید.

تهیه نمونه‌های کنترل و تعیین رطوبت اولیه چوب‌های بار کوره

در این آزمون، تعداد ۱۲ اصله تخته با معیار ۵ تخته مماسی و ۷ تخته شعاعی انتخاب و به‌منظور تهیه نمونه‌های کنترل، ابتدا جهت اجتناب از خشکی مقاطع از یک سمت تخته cm ۷۰ برش زده و از محل برش جدید، نمونه کنترل به طول cm ۷۵ سانتی‌متر جدا گردید. از دو انتهای نمونه کنترل، آزمونه‌های تعیین رطوبت به طول cm ۲/۵ سانتی‌متر جدا و پس از شماره‌گذاری، مقاطع آنها به‌منظور جلوگیری از تبادل رطوبتی در حین فرایند، با رنگ اندود و آنگاه توزین گردیدند. آزمونه‌های تعیین رطوبت بعد از تهیه، جهت جلوگیری از تبادل رطوبتی با محیط، در کیسه‌های پلاستیکی نگهداری شده و سپس با ترازویی با دقت ۰/۰۱± گرم توزین شده تا وزن تر آنها به‌دست آید، آنگاه در اتو با حرارت۲ ± ۱۰۲ درجه سانتی‌گراد خشک

1 Wu & smith
2 Simpson &Green
3 Simpson
4 Fagus orientalis Lipsky

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

گردیدند. بعد از خشک‌شدن آزمونه‌ها، رطوبت هر یک از نمونه‌های کنترل محاسبه گردید. میانگین رطوبت دو آزمونه به‌عنوان متوسط رطوبت هر نمونه کنترل و میانگین رطوبت همه نمونه‌های کنترل به‌عنوان متوسط رطوبت کل بار کوره محسوب شد. با توجه به رطوبت و وزن‌تر نمونه‌های کنترل، وزن خشک آنها نیز محاسبه گردید. براساس وزن خشک و وزن مراحل بعدی نمونه‌ها در هنگام خشک‌شدن، رطوبت جاری چوب‌های بار کوره در حین خشک‌شدن نیز به‌دست آمد و در نهایت نرخ خشک‌شدن چوب‌های بارکوره در هر مرحله و برای هر روز، از معادله زیر برآورد گردید .

$$E = \frac{(M_2-M_e)}{(M_1-M_e)} \times ۱۰۰$$

E = مقداررطوبت قابل تبخیر

M_2 = رطوبت جاری

M_1 = رطوبت اولیه

M_e = رطوبت تعادل هوای داخل کوره

اندازه‌گیری ابعاد چوب‌های بار کوره

جهت اطلاع از نحوه پراکنش اندازه ابعاد چوب‌های بارکوره، ابعاد آنها اندازه‌گیری شد. برای این‌کار هنگام دسته‌بندی چوب‌های هر بار کوره، ابعاد چوب‌های مورد آزمون که در طبقات زوج قرار می‌گرفتند، پس از اندازه‌گیری و شماره‌گذاری در دسته‌بندی بار کوره قرار گرفتند. تعداد تخته‌های مورد آزمون (که از میان کل تخته‌های یک بار و به‌طور تصادفی انتخاب شده‌بودند) در هر ردیف زوج ٦ اصله و جمعاً ٣٦ اصله در هر بار بودند.

اندازه‌گیری معایب تخته‌ها

دراین مطالعه، از میان انواع معایب، سه نوع عیب اعوجاج کمانی، انحناء و تاب در قبل و بعد از خشک‌شدن بررسی گردیدند و همچنین از میان کلاسه‌بندی گسیختگی بافت چوب، فقط به اندازه‌گیری ترک سطحی اکتفا گردید، زیرا این عیب در اکثر مطالعات تحقیقاتی جهت تعیین شدت فرآیند خشک‌شدن مورد توجه واقع شده است. بدین‌ترتیب قبل از خشک‌کردن چوب‌ها، برروی هر تخته مورد آزمایش، طول ۳ عدد از بلندترین ترک‌های سطحی با دقت میلی‌متری اندازه‌گیری و دو طرف طول ترک علامت‌گذاری شد تا پس از خشک‌شدن نیز وضعیت توسعه ترک برسی گردد. از منظور کردن ترک‌های سطحی ناشی از گره، باختگی و پوسیدگی صرفنظرگردید. پس از تعیین مقدار انحناء، کمانی‌شدن و تاب‌برداشتن، تخته‌های هر ردیف در بار کوره به‌عنوان یک واحد نمونه‌گیری فرض شد و با استفاده از قوانین آماری مشخصه کمی کنترل کیفیت، حد بالا (UCL)[1] و حد پایین (LCL)[2] و میانگین معایب مذکور مشخص گردید. جهت

1 UCL: Upper Control Limit
2 LCL: Lower Control Limit

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مشخص نمودن روند تغییرات از نمودار x که یکی از نمودارهای بازرسی مشخصه‌کمی کنترل کیفیت می-باشد استفاده گردید. حد بالا و حد پایین نیز با رابطه زیر محاسبه گردید.

$$UCL=X+A_2\bar{R}$$
$$LCL=X-A_2\bar{R}$$

X= متوسط میانگین نمونه‌ها

R= میانگین دامنه‌ها

A_2= فاکتور نمودار

فاکتور نمودار در این رابطه (برای تعداد نمونه‌های برابر با ٦) با توجه به جدول‌های مربوط برابر ۰/٤۸ می‌باشد.

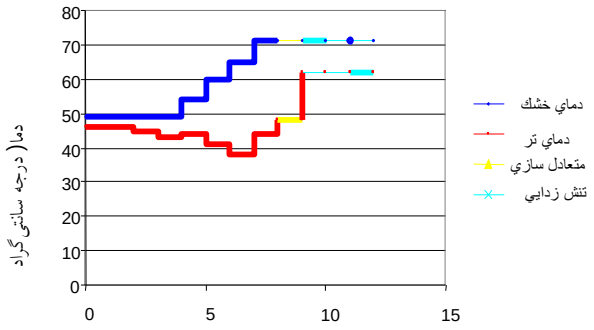
توزین تخته‌های آزمایشی

به‌منظورکسب اطلاع از نحوی پراکنش رطوبت نهایی تخته‌های خشک‌شده در کوره، وزن همه تخته‌های مورد آزمون (۳٦ تخته) قبل و بعد از خشک‌شدن با دقت ۵ گرم با ترازو توزین و مقدار رطوبت نهایی آنها تعیین گردید. چوبدستک‌ها از چوب‌های خشک‌شده گونه راش به ابعاد ۱٤۰×۳/۵× ۲/۵ سانتی-متر تهیه شده بودند. در این مطالعه، برای دسته‌بندی چوب‌ها به‌دلیل یکسان نبودن طول تخته‌ها، به‌طریق جعبه‌ای (Box pilling) انجام شد. دسته‌بندی چوب‌ها تا ارتفاع ۱۳۰سانتی‌متری (بالای ریل) صورت گرفت که با توجه به ابعاد چوب‌ها، حجم مفید چوب تقریباً ۳ مترمکعب و فضای کل بار بالای ریل، تقریباً ۵ متر مکعب محاسبه گردید. از آنجایی‌که ردیف‌های بالای واحد دسته‌بندی در معرض خطر اعوجاج قرار داشتند برای پیشگیری از این خطر، در واحدهای صنعتی از مهاربند و در این تحقیق از سربار با فشار ۹۰/۸۳ kg/m^2 استفاده گردید.

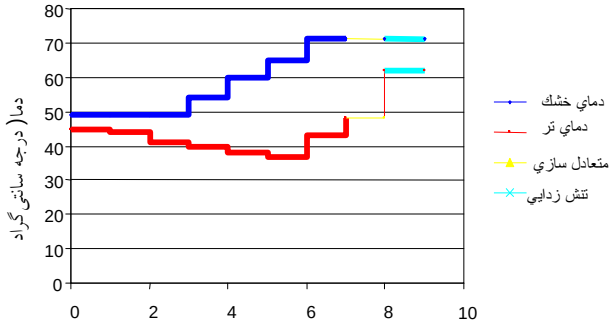
برنامه‌های مورد آزمون و اجرای آنها

نظر به این‌که قبل از این مطالعه در خصوص ویژگی‌های خشک‌شدن چوب گونه راش در منطقه نوشهر، دو طرح مطالعاتی بر اساس برنامه‌های پیشنهادی موسسه تحقیقات فرآورده‌های جنگلی امریکا صورت گرفته بود، لذا بر اساس برنامه‌های تدوین شده قبلی و اهداف تحقیق، ابتدا برنامه T5-C3 با دمای خشک ٤۹°c و دمای خشک نهایی۷۱°c به‌عنوان برنامه مبناء در نظر گرفته شد و بر روی چوب‌های بار اول اجرا گردید. آنگاه پس از تحلیل نتایج مرحله اول، چوب‌های بار دوم با برنامه T5-C4 با دمای خشک ٤۹ °c و دمای نهایی۷۱°c و پس از آن در مرحله سوم، چوب‌ها با برنامه T6-C4 خشک شدند که منحنی-های تغییرات دما بر اساس زمان هر بار کوره و در هر مرحله در شکل‌های ۱ تا ۳ آمده‌است.

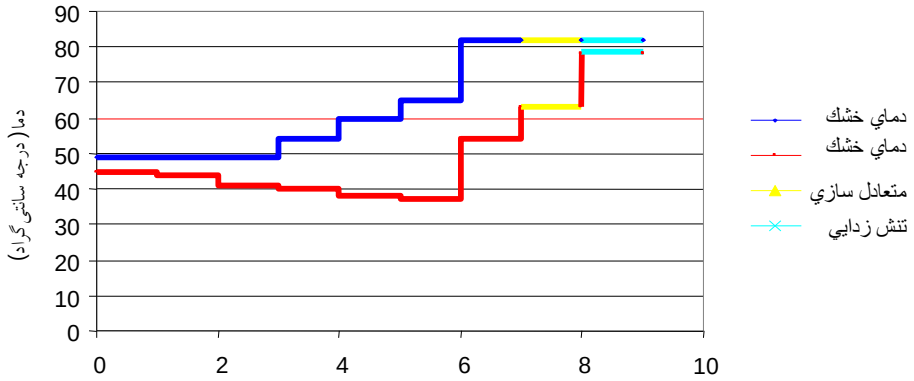
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل۱- تغییرات دمای برنامه کوره طی زمان (روز) درمرحله اول



شکل۲- تغییرات دمای برنامه کوره طی زمان (روز) درمرحله دوم

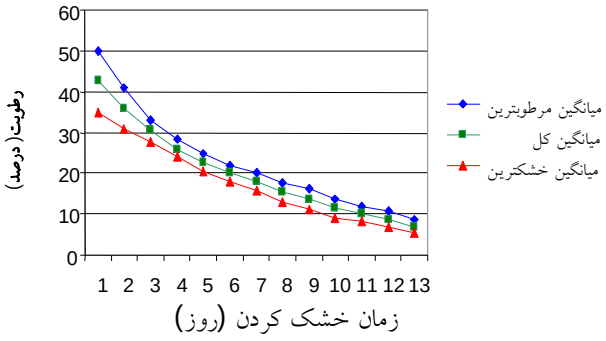


شکل۳- تغییرات دمای برنامه کوره طی زمان (روز) در مرحله سوم

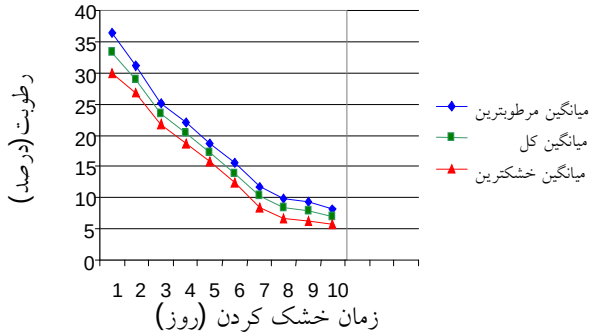
نتایج

تغییرات رطوبت جاری چوب‌های بار کوره:

روند کاهش رطوبت چوب در هر بار کوره و در هر روز در شکل‌های ٤ تا ٦ ترسیم گردیده‌است.

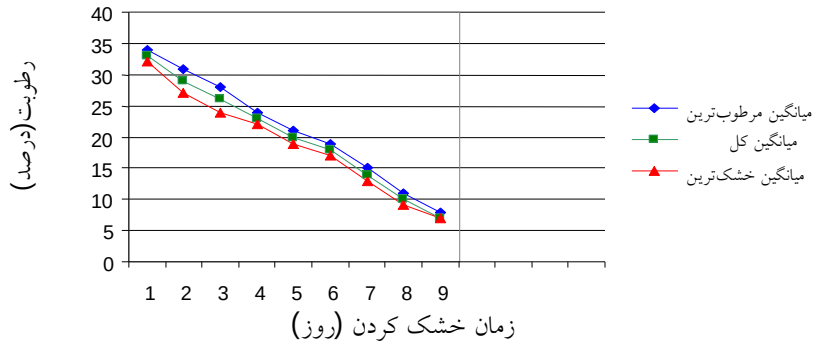


شکل٤- کاهش رطوبت چوب‌های بارکوره طی زمان در مرحله اول



شکل٥- کاهش رطوبت چوب‌های بارکوره طی زمان در مرحله دوم

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل٦- کاهش رطوبت چوب‌های بارکوره طی زمان درمرحله سوم

پراکنش رطوبت نهایی درکل بارکوره

چگونگی پراکنش رطوبت نهایی در مراحل سه گانه بارگذاری نیز در جدول ۱ ترسیم شده‌است.

جدول ۱– درصد کل چوب‌های هر بار در محدوده رطوبت نهایی موردنظر

محدوده رطوبتی (درصد)		باراول	باردوم	بارسوم
۸±۲		۷۲	۵۸	۷۵
کمتراز ٦		٦	٦	۳
بیشتراز۱۰	۱۰-۱۲	۲۲	۲۸	۱٦
	۱۲-۱٤	-	۸	٦

باتوجه به جدول ۱ ملاحظه می‌گردد که ۷۲ درصد تخته‌ها در بار اول و ۵۸ درصد تخته‌ها در بار دوم و ۷۵ درصد تخته‌ها در بار سوم درمحدوده رطوبت ۲±۸ درصد قرار دارند.

وضعیت تغییرات اعوجاج و ترک‌های سطحی

شدت تغییرات مقدار انحنا، کمانی و تاب در هر مرحله به‌ترتیب در جداول۲ تا٤ آمده‌است. با ملاحظه جدول‌های مذکور می‌توان دریافت که کلیه اعوجاج ایجاد شده در هر مرحله در محدوده بالا و پایین (حد قابل قبول) قرار دارند ولی میانگین هریک از اعوجاج‌ها نسبت به خط میانگین در بار سوم در مقایسه با دو بار دیگر از پراکنش یکنواخت‌تری برخوردار است.

با ملاحظه جدول ۵، مشخص می‌شود که تغییرات ترک‌های سطحی در هر یک از مراحل سه گانه در محدوده قابل قبولی قرار دارند ولی تغییرات ترک‌های سطحی در بار دوم درمقایسه با تغییرات ترک‌های سطحی دو بار دیگر نسبت به خط میانگین از یکنواختی بیشتری برخوردار است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ۲- شدت تغییرات کمانی چوب‌ها درهربار کوره

شماره طبقات	بار اول		باردوم		بار سوم	
	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه
۱	۰/۱۲۷	۰/۲۰۱	۰/۱٦٤	۰/۳۷	۰/۲۱	۰/٦۷
۲	۰/۱٦۰	۰/۲۵۱	۰/۱۳۵	۰/۱۸٤	۰/۰٤	۰/۰۸٤
۳	۰/۱٦۳	۰/۳۲٦	۰/۱۰۵	۰/٤۳٤	۰/۲۰	۰/۳۸
٤	۰/۱۲٦	۰/۳۹۷	۰/۰۲۰	۰/۰۳۸	۰/۱٤	۰/۳۳
۵	۰/۲۳٦	۰/٤۲۹	۰/۱۸۵	۰/۳۸۵	۰/۱۵	۰/۳۱
٦	۰/۰۹۳	۰/۲٦۵	۰/۰۹۸	۰/۳۷٤	۰/۱۷	۰/۵۲
میانگین نمونه	۰/۱۵۱		۰/۱۱۸		۰/۱۵	
میانگین دامنه	۰/۳۱۲		۰/۲۹۸		۰/۳۸	
حدبالا	۰/۳۰۱		۰/۲٦۱		۰/۳۳	
حدپایین	۰/۰۰۱		-۰/۰۲۵		-۰/۰۳۲	

جدول ۳- شدت تغییرات تاب چوب‌ها در هر بار کوره

شماره طبقات	بار اول		باردوم		بار سوم	
	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه
۱	۱/۲۳	۱٤/۷۳	۰/۵۳۵	۰/۷۳	۱/۱۰	۳/۵۵
۲	۱/۸۱۱	۱/۳۸	۰/۵۵۰	۱/۷۲	۰/۵٦	۱/۰۳
۳	۱/۵۲	۳/۳۲	۱/٤۲	۲/۰۲	۰/٤۸	۰/۹۵
٤	۰/۵۳۷	۱/۷۷	۰/۲۸۷	۰/۸۵۵	۰/۳۵	۱/۱٦
۵	۰/٦۲۲	۲/۳۹	۰/۵۵٤	۰/۸۳٦	۰/۳۸	۰/۷۵
٦	۰/۷٤۵	۲/۲۷	۰/۷٤۷	۱/۸۵	۰/۵۳	۱/٤٦
میانگین نمونه	۰/۹۱۱		۰/٦۸۲		۰/۵۷	
میانگین دامنه	۲/۱٤		۱/۳٤		۱/٤۸	
حدبالا	۱/۹٤		۱/۳۳		۱/۲۸	
حدپایین	-۰/۱۱٦		۰/۰۳۹		-۰/۱٤	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ٤ - شدت تغییرات انحناء چوب‌ها در هر بار کوره

شماره طبقات	بار اول		باردوم		بار سوم	
	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه
١	٠/٤١٨	٠/٦١٠	٠/٠٩٦	٠/١٤	٠/٢٣	٠/٢٢
٢	٠/٢٧٠	٠/٦٣١	٠/٢٨٣	٠/٤٨	٠/١٢	٠/٢٣
٣	٠/٤٣٧	٠/٢٨٥	٠/٢٠٣	٠/٧٣	٠/١٩	٠/٤٤
٤	٠/٢٨٧	٠/٧٤٦	٠/٠٧٥	٠/٢٣	٠/٢٣	٠/٥٢
٥	٠/٣٦٩	٠/٨٦٥	٠/١٥٦	٠/٢٥	٠/٢١	٠/٧٦
٦	٠/٤٧٢	٠/٧٧٨	٠/٢٠٢	٠/٥٤	٠/١٣	٠/٣١
میانگین نمونه	٠/٣٧٦		٠/١٦٩		٠/١٨	
میانگین دامنه	٠/٨١٩		٠/٤٠		٠/٤١	
حدبالا	٠/٧٦٩		٠/٣٦١		٠/٣٨	
حدپایین	-٠/٠١٧		-٠/٠٢٣		-٠/٠١٧	

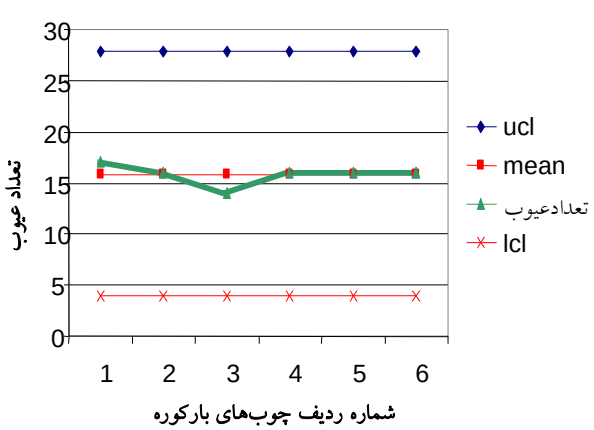
جدول ٥- شدت تغییرات ترک‌های سطحی چوب‌ها در هر بار کوره

شماره طبقات	بار اول		باردوم		بار سوم	
	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه
١	٠	٠	١١/١	٤٤/٧	١/٣٢	٧/٩
٢	٠	٠	٢/٦	١٥/٦	٠	٠
٣	٠	٠	١٢/٣	٧٣/٧	٠/٦٣	٣/٧٧
٤	١/١٨	٧/٠٧	٠	٠	٠	٠
٥	٤/٧	١٤/٩	٠	٠	٤/٥	١٦/٥٤
٦	٢/٤	١٤/٥	١/٨	١٠/٨	١/٨	٧/٢٧
میانگین نمونه	١/٣٨		٤/٦		١/٣٧	
میانگین دامنه	٦/١		٢٤/١		٥/٩	
حدبالا	٤/٣٨		١٦/٢		٤/٢	
حدپایین	-١/٥٥		-٦/٩		-١/٤٦	

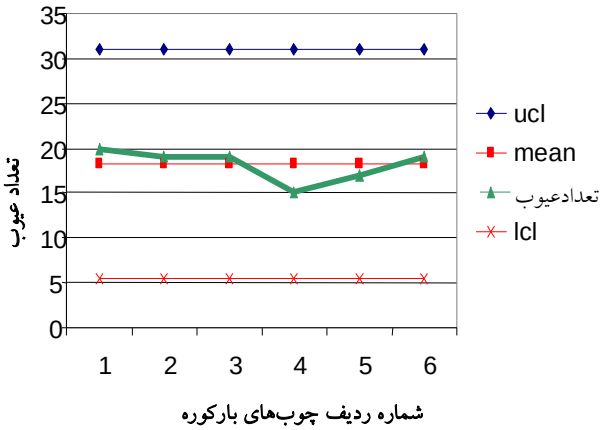
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وضعیت کل معایب ایجادشده

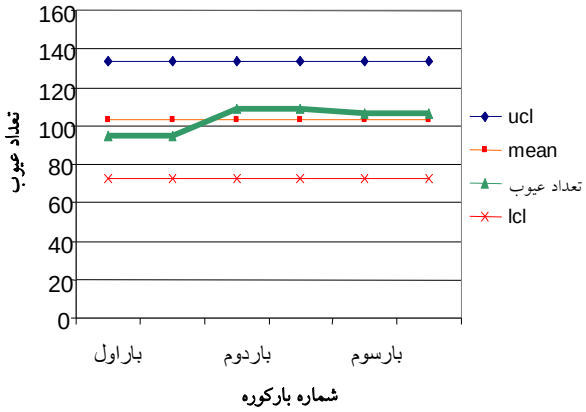
نمودار تعداد عیوب (انحنا، تاب برداشن، کمانی‌شدن و ترک‌های سطحی) در واحدهای بازرسی نیز در شکل‌های۷ تا ۱۰ ترسیم شده است. با ملاحظه این چهار نمودار مشخص می‌شود که تعداد عیوب ایجاد شده در هر سه مرحله بار خشک شده در محدوده قابل قبول قرار دارد لیکن شدت تغییرات آن در بار اول نسبت به دو بار دیگر از پراکنش یکنواخت‌تری نسبت به خط میانگین برخوردار بوده و همچنین تعداد کل عیوب ایجادشده در این مرحله نیز کمتر از دو مرحله دیگر می‌باشد.



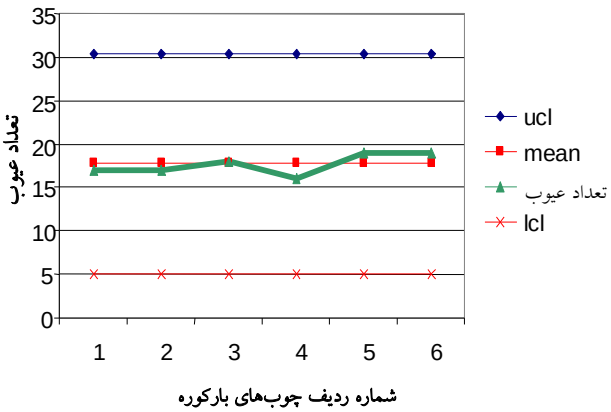
شکل۷- نمودارC برای تعداد عیوب ایجادشده در مرحله اول



شکل ۸- نمودارC برای تعداد عیوب ایجادشده در مرحله دوم



شکل۹- نمودارC برای تعدادعیوب ایجاد شده درمرحله سوم

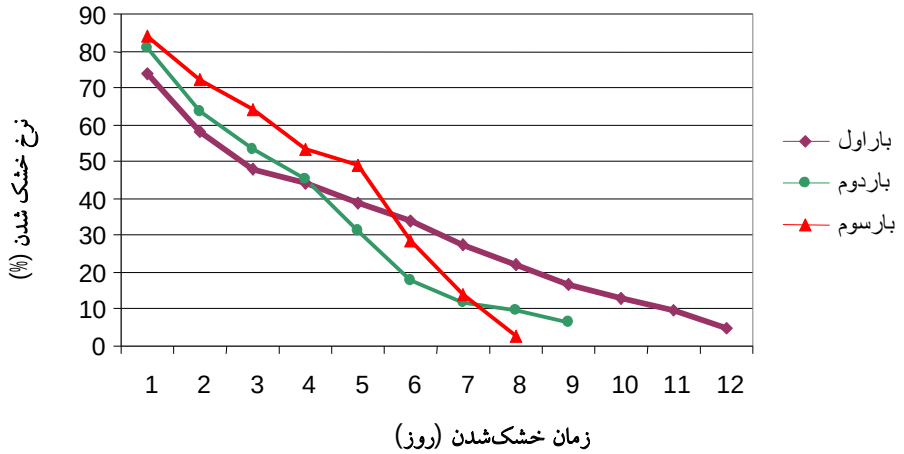


شکل۱۰- نمودارC برای‌کل تعداد عیوب ایجاد شده درسه بارکوره

وضعیت نرخ خشک‌شدن چوب‌ها در هر یک از مراحل

نمودار نرخ خشک‌شدن چوب‌های بار کوره نیز به تفکیک هر مرحله در شکل ۱۱ ترسیم شده‌است. با ملاحظه این مقادیر مشخص می‌گردد که درصد میزان خشک‌شدن چوب طی روزهای متوالی به‌تدریج کاهش می‌یابد. در مرحله سوم که در گام نهایی دمای خشک نسبت به مراحل دیگر مطابق برنامه افزایش داده‌شده میزان کاهش درصد رطوبت طی روز نیز به دو برابر افزایش یافته‌است.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شکل۱۱- نمودارنرخ خشک‌شدن چوب‌ها در هر بار(رطوبت در روز)

بحث و نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج حاصل ازخشک‌شدن چوب راش به ضخامت ۵ سانتی‌متر با ۳ برنامه T5-C3 و-T5 C4وT6-C4 که شرایط برنامه‌ها از نظر دمای خشک و تر به‌تدریج شدیدتر می‌گردد، مشخص گردید که گونه راش قابلیت خشک‌شدن با هر سه برنامه مذکور را در حد معایب قابل قبول و متعارف دارد.

با مقایسه برنامه‌های T5-C3 و T5-C4 از نظر اهداف تحقیق می‌توان دریافت که شدت میانگین تغییرات انحنای کمانی و تاب در مراحل اول و دوم در برنامه اول (T5-C3) نسبت به خط میانگین دارای پراکنش یکنواخت‌تری می‌باشد ولی شدت تغییرات ترک‌های سطحی در برنامه دوم (T5-C4) نسبت به برنامه اول دارای پراکنش یکنواخت‌تری نسبت به خط میانگین می‌باشد و در ارتباط با کل معایب ایجاد شده نیز با مقایسه نمودارهای C مراحل اول و دوم مشخص می‌گردد که میانگین تغییرات کل معایب ایجاد شده درمرحله اول نسبت به خط میانگین دارای پراکنش یکنواخت‌تری است. در نهایت با توجه به این‌که هر دو برنامه از نظر ایجاد معایب، درحد قابل قبول و متعارف می‌باشند و با توجه به شدت برنامه دوم (T5- C4) معایب ایجاد شده در این برنامه کمی بیشتر از حد میانگین است لیکن باتوجه به هدف دوم این تحقیق یعنی کاهش مدت زمان خشک‌کردن، برنامه دوم (T5-C4) نسبت به برنامه اول (T5-C3) مطلوب‌ترتشخیص داده می‌شود.

مقایسه برنامه‌هایT5-C4 و T6-C4 نیز نشان می‌دهد که میانگین تغییرات انحنا، کمانی‌شدن، تاب برداشتن، ترک‌های سطحی و تعداد کل عیوب ایجادشده با دو برنامه مذکور در برنامه T6-C4 نسبت به خط میانگین از پراکنش یکنواخت‌تری برخوردار است .بنابراین با افزایش شدت برنامه، میزان معایب نیز بیشتر شده ولی تغییرات آنها در حد قابل قبول قرار گرفته که نتایج تحقیقات Simpson نیز موید همین نکته است و با توجه به کاهش زمان خشک‌شدن در برنامه‌های شدیدتر، این موضوع می‌تواند برای صاحبان صنایع از نظر اقتصادی بسیار حایز اهمیت باشد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

منابع

۱- حسین پور، ی. تدوین برنامه خشک کنی چوب راش به ضخامت mc ۵ در کوره، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد چالوس سال ۸۵

2- Arganbright, D.G.; Venturino, J.A.; Gorvad, M. 1988.Warp reduction in young-growth ponderosa pine studs dried by different methods with top-load restraint. Forest Products

Journal. 28(8): 47.52.

3 - Bassett, K.A. 1983. A look at redry. In: Proceedings of Western Dry Kiln Clubs, 24th annual meeting; 1983 May 10–11; Vancouver, BC. Corvallis, OR: Western Dry Kiln Clubs.

4 - Gough, D.K. 1984. High temperature drying on 24 hours. Australian Forest Industries Journal. 40(10): 9–11.

5-Mackay, J.F.G.; Rumball, B.L. 1972. Plasticizing distortion-prone softwood studs prior to high temperature seasoning.Forest Products Journal. 22(6): 27–28.

6 - Maeglin, R.R.; Boone, R.S. 1992. An evaluation of Saw.Dry.Rip (SDR) for the manufacture of studs from small ponderosa pine logs. Res. Pap. FPL.RP.435. Madison, WI:

U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 8 p.

7-Milota, M.R. 2000. Warp and shrinkage of hem-fir stud lumber dried at conventional and high temperature. Forest Products Journal. 50(11/12): 79.84.

8-Milota, M.R. 1992. Effect of kiln schedule on warp in Douglas-fir lumber. Forest Products Journal. 42(2): 57–60.

9-Price, E.W.; Koch, P. 1980. Kiln time and temperature affect shrinkage, warp, and mechanical properties of Southern Pine lumber. Forest Products Journal.30(8): 41.47.

10-Smith, W .B. and J. F. Siau. 1979. High-temperature drying of red pine. J. Inst. of W ood

Sci. 8(3):23-24.

11-Simpson, William T. 2004. Effect of drying temperature on warp and downgrade of 2 by 4.s from small-diameter ponderosa pine. Res. Pap.FPL-RP-624. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service,Forest Products Laboratory. 8 p.

12-Simpson, W.T.; Green, D.W. 2001. Effect of drying methods on warp and grade of 2 by 4.s from small diameter ponderosa pine. Res. Pap. FPL.RP.601. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 17 p.

13-Taylor, F.W. 1993. Warp threat unaffected by higher drying temps. Wood Technology. May/June: 36.37.

14-Wu, Q.; Smith, W.R. 1998. Effects of elevated and high temperature schedules on warp in southern yellow pine lumber. Forest Products Journal. 48(2): 52.56.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com