نشریه جنگل و فراورده‌های چوب. مجله منابع طبیعی ایران
دوره ٦٦، شماره ١، بهار ١٣٩٢
٥٥

تاریخ دریافت: ١٣٩٠/٢/٢٦
تاریخ پذیرش: ١٣٩١/٦/٢١

ارزیابی آثار تیمارهای S کوبی و پارافین در اندازهٔ ترک مقاطع گرده‌بینهٔ گونه‌های راش، توسکا و ممرز

❖ **رامین نقدی** *؛ دانشیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
❖ **امیرحسین فیروزان؛** عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران
❖ **جواد ترکمن؛** استادیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
❖ **جابر حسینی؛** کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران
❖ **اسماعیل قجر؛** دانش‌آموختهٔ دکتری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور
❖ **عقیل مرادمند جلالی؛** کارشناس ارشد دانشگاه مازندران، ساری، ایران

چکیـده:

در این تحقیق تأثیر دپوی گرده‌بینه در افزایش طول و عرض ترک‌های مقطع گرده‌بینه و تأثیر تیمارهای S کوبی و پارافین در جلوگیری از افزایش طول و عرض ترک‌های مقطع گرده‌بینهٔ گونه‌های راش[1]، ممرز[2] و توسکا[3] بررسی شده است. بدین‌منظور، به‌طور تصادفی، از هر گونه، ۷۵ گرده‌بینه انتخاب شد، که ۲۵ گرده‌بینه به تیمار S کوبی، ۲۵ گرده‌بینه به تیمار پارافین، و ۲۵ گرده‌بینهٔ برجامانده به تیمار شاهد اختصاص داده شد. طول و عرض ترک‌های اصلی مقاطع گرده‌بینه در دو مرحله با فاصلهٔ زمانی ۲۰ روز به کمک کولیس اندازه‌گیری شد. برای آنالیز نتایج از طرح تصادفی و آزمون t جفتی، و برای مقایسهٔ میانگین‌ها در سطح ۵ درصد از آزمون دانت T۳، استفاده شده است. نتایج نشان داد، که در بین سه گونه، حساسیت راش به افزایش طول و عرض ترک از همه بیشتر، و گونهٔ توسکا از همه کمتر، و تأثیر S کوبی در جلوگیری از افزایش طول و عرض ترک از تیمار پارافین بیشتر است و در اکثر موارد تفاوت معنی‌داری بین دو مرحلهٔ برداشت در طول و عرض ترک‌ها مشاهده نشده است.

واژگان کلیدی: تیمار S، پارافین، طول ترک، عرض ترک، دپو، گرده‌بینه.

* نویسنده مسئول تلفن: ۰۱۸۲۳۲۲۲۳۰۳ فاکس: ۰۲۱۳۲۲۳۶۰۰
E. mail: rnaghdi@guilan.ac.ir

1. Fagus Orientalis, Lipsky
2. Carpinus Betulus
3. Alnus Subcordata

مقدمه

جنگل‌های شمال ایران از کم‌نظیرترین جنگل‌های طبیعی جهان است که قدمت زیادی دارد و براساس آمار، وسعت آن ۱/۹ میلیون هکتار است که ۱/۳ میلیون هکتار آن قابلیت بهره‌برداری دارد و جنگل‌های تجاری ما را تشکیل می‌دهد. حفاظت، احیا، توسعه، و بهره‌برداری صحیح از این جنگل‌ها سرلوحهٔ برنامهٔ سازمان جنگل‌ها، مراتع، و آبخیزداری کشور است و بنابراین، باید براساس موازین فنی، قانونی، علمی، و زیست‌محیطی از جنگل، بهره‌برداری شود؛ به تعبیر دیگر، بهره‌برداری از جنگل عبارت است از انداختنِ درختانِ نشانه‌گذاری‌شده و تبدیل و انتقالِ فراورده‌های چوبی به محل‌های دپو به‌منظور عرضه به خریداران. امروزه، همهٔ پژوهشگران و دست‌اندرکاران بخش جنگل و صنعت چوب بر این باورند که با قطع درخت و برش آن، چوب ممکن است ترک بخورد و ارزش کیفی و کمّی خود را از دست بدهد که منشأ اصلی این ترک‌ها، تنش‌ها و کرنش‌های حاصل از عملکرد لایه‌های زایندهٔ ساقهٔ چوبی است، که با قطع درخت، تنش‌های رشد آزاد می‌شود و درنهایت به ایجاد شکاف در طول درخت منتهی می‌شود. درواقع، مراحل تبدیل و برش‌های ثانویهٔ چوب، که عمدتاً در جنگل یا کارخانه‌های صنایع چوب صورت می‌گیرد، به آزادسازی تنش‌های برجامانده کمک می‌کند [۱].

مشاهدهٔ مشخصات چوب در مقاطع برش از روش‌های ارزیابی کیفیت فراورده‌های چوبی (گرده‌بینه) جنگل است. مقاطع بن‌بری به‌سبب وجود امتداد ریشه‌ها و داشتن شکل مقطع نامرتب و بالابودن غیر استاندارد قطر مقطع، اطلاعات صحیح و ارزشمندی از نظر کیفیت در اختیار نمی‌گذارد. بنابراین، در مقاطع نازک دیگر می‌توان درخصوص داشتن یا نداشتن گردگسیختگی و درون‌گسیختگی و گسیختگی طولی و وضعیت دوایر سالیانه و نامتقارن‌بودن مغز نسبت به پیرامون با دقت بیشتری اظهار نظر کرد. ترک‌های موجود در مقطع بن‌بری اغلب در محل ابتدای ادامهٔ ریشه‌ها پایان می‌یابد، اما شکاف‌هایی هم وجود دارد که از ابتدا تا انتهای بینه ادامه پیدا می‌کند که بر مرغوبیت و کیفیت چوب تأثیر می‌گذارد.

وجود شکاف‌های گوناگون، اعم از شکاف یخ‌زدگی، گردگسیختگی، شکاف مرکزی، شکاف حاشیه‌ای، و اخترگسیختگی، بر کاهش کیفیت گرده‌بینهٔ درختان تأثیر می‌گذارد و درصورتی‌که ماندگاری درخت در محل دپو بیشتر باشد موجب افت درجهٔ گرده‌بینه می‌شود که درنتیجه خسارت هنگفتی به واحد تولیدی جنگل می‌زند. با توجه به اینکه عملیات بهره‌برداری بیشترین هزینه را به مجریان طرح‌های جنگلداری می‌زند، هر گونه سهل‌انگاری در بخش بهره‌برداری و حفاظت یقیناً ضررهایی را برای مجریان طرح‌های جنگلداری به همراه خواهد داشت که درنهایت مشکلات ایجادشده از نظر اقتصادی در این بخش به سایر بخش‌ها نیز تسری می‌یابد. چه‌بسا به‌سبب بی‌اطلاعی و حفاظت‌نکردن از فراورده‌های تولیدشده در جنگل، مجری طرح، متحمل خسارت‌های مالی شود و برای جبران این خسارت‌ها در سایر بخش‌ها، اعم از احیا و غنی‌سازی عرصه‌های بهره‌برداری‌شده یا انجام‌دادن سایر تعهدات، ناخودآگاه کم‌کاری کند. درحالی‌که با هزینهٔ اندک درخصوص نگه‌داری و حفاظت ممکن است محصولات با همان کیفیت اولیه و بدون تغییر به بازار مصرف عرضه شود. مطالعهٔ عامل‌های مهم تأثیرگذار در انواع ترک‌ها در علوم فنّاوری چوب سابقه‌ای طولانی دارد. تأکید اساسی در روش‌های مختلف خشک‌کردن چوب بر عواملی چون رطوبت اولیهٔ چوب [۲، ۳، ٤]، رطوبت نسبی هوا، تراکم چوب [۵] و میزان نفوذپذیری درون‌چوب و برون‌چوب، و نیز سرعت و تغییر جهت جریان هوای اطراف محصولات چوبی [٦، ۷] است. اما مسئلهٔ مهم در ارتباط با افت چوب در دپو، که مجریان و پیمانکاران طرح‌های جنگلداری عموماً به آن‌ها بی‌توجه‌اند، ماندن بینه‌ها در هوای مرطوب و تقریباً ساکن جنگل و حساسیت متفاوت گونه‌ها به انواع ترک‌ها و شکاف‌های ناشی از خشک‌شدن تدریجی آن‌هاست.

عمادی [۸] مقدار ضایعات کمّی چوب را در هنگام

قطع (ارتفاع بیش‌ازحد کنده، شکاف و پارگی طولی، مغزکش‌شدن، و شاخه‌زنی) در حدود ۱٤/۸ درصد، و هنگام خروج تنه‌ها (بینه‌بری، کشیدن چوب، و مازاد مقطوعات برجامانده در جنگل) در حدود ۷۳/٤ درصد، و در محل دپو (برش تنه‌ها و روی‌هم‌انباشتن) در حدود ۲۱ درصد برآورد کرده است.

خادمی اسلام [۹] به چگونگی تغییرات ترک‌های شعاعی در مقطع عرضی گرده‌بینهٔ ۳۰ اصله درخت از گونهٔ راش پس از مراحل قطع، نگه‌داری، و بخاردهی، که تأثیر چشمگیری بر بازده روکش تولیدی دارند، پرداخت و ارتباط ترک‌های مقاطع و قطر مغزی حاصل از عمل لوله‌بری را نیز در هر مرحله ارزیابی کرد. طبق بررسی انجام‌شده مشخص شد درخت راش حساسیت زیادی به توسعهٔ ترک‌های مقطعی گرده‌بینه پس از قطع، نگهداری، و تیمار بخاردهی دارد و کنترل آن‌ها در هر یک از مراحل یادشده می‌تواند به مقدار چشمگیری موجب کاهش تعداد و اندازهٔ ترک‌ها و درنهایت افزایش بازده تولید شود. ضمن اینکه افزایش تعداد ترک‌های مقطعی و گسترش آن‌ها پس از تیمار بخاردهی تأثیر کاملاً مشخصی بر افزایش قطر مغزی گرده‌بینه‌ها داشته و میزان افت محصول را موجب شده است.

ناصری [۱۰] در مورد میزان درصد حجمی افت چوب در گرده‌بینه‌بری گونهٔ راش مطالعه کرد که از حجم کل درختان مطالعه‌شده، ٦۷/٦۸ درصد گرده‌بینه، ۱۹/٦۰ درصد گردهٔ کاتین، و ۱۲/۷۳ درصد مازاد مقطوعات (افت حجمی چوب) به‌دست آمد که از میزان مازاد مقطوعات، ٦/٤۲ درصد حجم کنده، ۰/۳٤ درصد حجم تنهٔ متلاشی‌شده، و ۵/۹٦ درصد شاخه‌های با قطر کمتر از ۷ سانتی‌متر بوده است. اکثر مطالعات در زمینهٔ تغییرات فیزیکی چوب در سال‌های اخیر معطوف به شبیه‌سازی انتشار ترک‌های مقاطع مختلف چوب [۱۱]، برآورد شدت فشار بحرانی و انرژی ویژهٔ گسیختگی [۱۲] و بررسی مکانیک گسیختگی در چوب [۱۱، ۱۳، ۱٤، ۱۵] بوده است. بوخن و تیبوت (۱۹۹٦) در تحقیقات خود بر روی دو گونهٔ راش و اکالیپتوس نشان دادند که ظهور و توسعهٔ ترک‌ها بر روی مقاطع گرده‌بینهٔ درختان یادشده پس از قطع درخت شروع می‌شود و بسته به موقعیت محیطی، زمان قطع و غیره، گسترش طولی و عمقی شکاف‌ها ادامه می‌یابد [۱]. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که روش‌های نامناسب قطع درخت و رعایت‌نکردن بهره‌برداری صحیح و غیره می‌تواند دامنهٔ شکاف‌های مقاطع درختان را گسترش دهد. با توجه به ویژگی‌های متفاوت چوب و جهت‌های متفاوت آوندها و فیبرها در گونه‌های مختلف به بررسی‌های بیشتری درمورد نحوهٔ ایجاد و گسترش انواع شکاف در فراورده‌های چوبی جنگل نیاز است. گونه‌های نرم چوب، مانند پیسه‌آ[1]، شامل بیش از ۹۵ درصد تراکئید موازی با ساقهٔ اصلی و تنها ۵ درصد بافت آن در جهت شعاعی است؛ درحالی‌که ساختار سخت چوب‌ها، «که فراورده‌های اصلی جنگل‌های شمال ایران‌اند و سه گونهٔ مهم آن‌ها موضوع این تحقیق»، شامل انواع بافت‌های مختلف، مانند آوندها، فیبرهای تراکئید، فیبرهای لیفی، و به‌خصوص، اشعه‌ها هستند [۱۲]. به‌علت وجود بافت‌های شعاعی بزرگ‌تر در گونه‌های سخت چوب، حجم شکاف و گسیختگی نیز در این گونه‌ها بیش از سوزنی‌برگان است. کنترل آماری فرایند[2] از بهترین روش‌ها برای آنالیز چوب در عملیات خشک‌کردن است که با نمونه‌برداری از مجموعهٔ مقطوعات، بازخورد موردی مناسبی از وضعیت رطوبت و ترک‌ها و شکاف‌های احتمالی را به‌دست می‌دهد [۱٦].

در تحقیق حاضر، برای برآورد میزان افت یا خسارت ناشی از بروز ترک در مقاطع عرضی گرده‌بینه براثر نقل و انتقال و ماندن بیش‌ازحد گرده‌بینه در محل دپو، سه گونهٔ راش، ممرز، و توسکا بررسی شدند و تأثیر عامل‌های بازدارندهٔ بروز ترک‌مانند S کوبی و آغشته‌نمودن مقاطع عرضی گرده‌بینه‌ها به پارافین در اندازهٔ ترک‌ها به کمک مقایسهٔ نمونه‌های تحت تیمار با گرده‌بینه‌های شاهد بررسی شده است.

1. Picea Abies
2. Statistical process control

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مطالعه‌شده

منطقهٔ مطالعه‌شده سری ۱۱ شفارود در حوزهٔ ۹ آبخیز استان گیلان در جنوب شهرستان تالش قرار دارد. این سری غالباً به‌صورت ارتفاعات بلند با شیب توپوگرافی زیاد و از جنگل‌های نیمه‌انبوه پوشیده شده که از نظر مختصات جغرافیایی در قسمت جنوبی حوزهٔ آبخیز شفارود در حوزهٔ ۹ آبخیز و در فاصلهٔ ۲۰ کیلومتری پونل قرار دارد و از ارتفاع ۵۰۰ متر در قطعهٔ ۷ شروع می‌شود و تا ارتفاع ۱۶۵۰ متر در قطعه ۴۲ و ۴۳ ادامه می‌یابد. محدودهٔ طرح در عرض جغرافیایی ″۳۲ ′۳۷°۳۷ تا ″۸۲ ′۳۷°۳۷ و طول جغرافیایی ″۵۷ ′۴۵°۴۵ تا ″۵۴ ′۴۸°۴۸ واقع شده است. مساحت کل سری ۲۲۰۲/۹ هکتار است که ۱۸۸۷/۱ هکتار آن قابل بهره‌برداری، ۹۸/۵ هکتار حفاظتی و حمایتی، ۱۴۳/۸ هکتار فضای خالی، ۰/۸ هکتار زراعی و مسکونی، و ۷۲/۷ هکتار سطح جاده‌های موجود است. قطعات بررسی‌شده در این تحقیق دارای ارتفاع حداقل ۸۰۰ و حداکثر ۱۶۵۰ متر و جهت عمومی قطعات شرقی است. تیپ راش‌ـممرز از گسترده‌ترین تیپ‌های سری ۱۱ شفارود است.

خلاصه‌ای از آمار هواشناسی ایستگاه پیلمبرا ـ نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه ـ به شرح زیر است:

متوسط بارندگی ۱۲۱۱/۴ میلی‌متر بوده که حداقل آن در تیرماه به میزان ۴۰/۵ میلی‌متر و حداکثر در مهرماه به میزان ۱۹۵/۷ میلی‌متر بوده است. متوسط مجموع تعداد روزهای بارانی ۱۳۸ روز بوده که حداقل در تیرماه ۵/۵ روز و حداکثر در اردیبهشت‌ماه ۱۴/۳ روز بوده است. متوسط حداقل درجهٔ حرارت سالیانه ۱۵/۷۷ درجه بوده که حداقل آن ۶/۱ در بهمن‌ماه و حداکثر ۲۴/۹ در تیرماه بوده است. متوسط حداکثر درجهٔ حرارت ۲۶/۶۸ درجه بوده که حداقل آن در بهمن‌ماه به میزان ۱۷/۶۸ و حداکثر در تیر و مردادماه به میزان ۳۳/۵ درجه بوده است. حداکثر مطلق درجهٔ حرارت ۶/۱۴ بوده که حداقل آن در بهمن‌ماه ۱/۴ و حداکثر به میزان ۱۵ درجه مربوط به مردادماه بوده است؛ متوسط رطوبت نسبی سالیانه ۸۴/۶ درصد بوده که حداکثر در آبان‌ماه به مقدار ۸۸/۸ درصد و حداقل در خردادماه ۸۰/۵ درصد بوده است. حداکثر مطلق رطوبت ۹۴ درصد و حداقل ۷۱ درصد بوده و تعداد روزهای خشک و کم‌باران براساس منحنی آمبروتیک ترسیم‌شده حدود ۱۵ روز در ماه خرداد و تیر بوده است.

روش مطالعه

عملیات قطع درختان بررسی‌شده در مدت زمان یک‌ماهه از ۸۷/۱۲/۱۵ تا ۸۸/۱/۱۴ انجام شد. کلیهٔ بینه‌های بررسی‌شده تا ۸۸/۳/۲۰ در پای کنده ماندند و از این تاریخ تا حدود سه ماه در دپو نگه‌داری شدند، اما به محض ورود به دپو اندازه‌گیری‌های اولیه انجام شد و سپس تیمارهای S کوبی و پارافین اعمال شدند. فاصلهٔ زمانی بین قطع درخت و انجام هر دو تیمار سه ماه بود. در پژوهش حاضر براساس استاندارد تعاریف و ابعاد مقطوعات جنگلی و دست‌کاشت [۱۷] درصد گرده‌بینه‌های درجهٔ ۱ و ۲ و خارج از درجه در برداشت اول و دوم در تیمارهای مختلف محاسبه و مشخص شد. جدول ۱ میزان مجاز معایب غیرطبیعی ناشی از بهره‌برداری در درجه‌های مختلف گرده‌بینه‌ها را نشان می‌دهد.

از گرده‌بینه‌های هر یک از سه گونهٔ توسکا و راش و ممرز به‌طور تصادفی ۷۵ گرده‌بینه انتخاب شد که ۲۵ گرده بینه به تیمار S کوبی (شکل ۱)، ۲۵ گرده‌بینه به تیمار پارافین، و ۲۵ گرده‌بینه به تیمار شاهد اختصاص داده شد. طول و عرض ترک‌های اصلی نمونه‌های شاهد و تیمارشده در دو مرحله توسط کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. عمق ترک در جهت طول گرده‌بینه در این تحقیق بررسی نشد. فاصلهٔ زمانی بین دو مرحلهٔ برداشت ۲۰ روز بوده است. کلیهٔ آمارها پس از دسته‌بندی و جمع‌بندی‌های لازم به‌صورت جدول‌های ضمیمه برای مطالعه تدوین شده است. درجه‌های گرده‌بینه‌ها براساس استاندارد تعاریف و ابعاد مقطوعات جنگلی و دست‌کاشت [۱۷] تعیین شد. طبق استاندارد

جدول ۱. میزان مجاز معایب غیرطبیعی ناشی از بهره‌برداری در درجه‌های مختلف گرده‌بینه‌ها

گرده‌بینهٔ درجهٔ ۱	گرده‌بینهٔ درجهٔ ۲	گرده‌بینهٔ درجهٔ ۳	خارج از درجه
- بدون اخترگسیختگی - حداکثر دو شکاف در دو سر مقطع در یک امتداد و مجموعاً به طول حداکثر ۲۰ سانتی‌متر - شکاف و ترک‌های جزئی که از ۰/۱ قطر تجاوز نکند. - شکاف یخزدگی: غیرمجاز - شکاف‌های مایل: غیرمجاز گردگسیختگی نزدیک	- بدون اخترگسیختگی - حداکثر دو شکاف در دو سر مقطع در یک امتداد و مجموعاً به طول حداکثر ۵۰ سانتی‌متر - شکاف و ترک‌های جزئی که از ۱/۵(یک‌پنجم) قطر تجاوز نکند. - شکاف یخزدگی: غیرمجاز - شکاف‌های مایل: غیرمجاز گردگسیختگی نزدیک مغز و پوست: مجاز	- اخترگسیختگی و شکاف در دو سر گرده‌بینه حداکثر به اندازهٔ قطر در طول گرده‌بینه: مجاز - شکاف و ترک‌های جزئی: مجاز - شکاف یخزدگی: مجاز - شکاف‌های مایل: مجاز - گردگسیختگی: مجاز	گرده‌بینه‌هایی که بیشتر از گرده‌بینهٔ درجهٔ ۳ معایب دارند و تا ۳۵ درصد چوب صنعتی دارند.

شکل ۱. نمایی از عملیات S کوبی روی مقطع گرده‌بینهٔ راش

ذکرشده، اگر نسبت طول ترک به قطر گرده‌بینه کمتر از ۰/۱ باشد، گرده‌بینه درجهٔ ۱، و اگر این نسبت بین ۰/۱ تا۰/۲ باشد، گرده‌بینه درجهٔ ۲، و اگر بیش از ۰/۲ باشد، گرده‌بینه درجهٔ ۳ و حتی خارج از درجه خواهد بود. بعد از آماربرداری و جمع‌آوری داده‌ها، گونه‌ها، تیمارها و برداشت‌ها کدبندی و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۱۶ تحلیل و بررسی شدند. برای مقایسهٔ طول و عرض ترک‌ها در سه گونه و سه تیمار S کوبی

و پارافین و شاهد، از طرح کاملاً تصادفی و آزمون‌های همگنی واریانس «Levene» و مقایسهٔ چندگانهٔ «دانت T۳» استفاده شده است. برای بررسی اثر تیمار در طول و عرض ترک‌ها، با توجه به وابسته‌بودن گروه‌ها در دو برداشت، از آزمون «t جفتی» استفاده شد. برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

تغییرات در تیمار شاهد

چنانکه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در ۲۵ نمونهٔ شاهد بدون استفاده از هیچ تیماری طول و عرض شکاف در اکثر نمونه‌ها در برداشت دوم زیاد شده است. براساس

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین طول و عرض شکاف در نمونه‌های شاهد در دو برداشت در گونه‌های بررسی‌شدهٔ آزمون t

منابع	گونه	میانگین	انحراف از معیار	آمارهٔ t	درجهٔ آزادی	معنی‌داری
تغییرات طول (cm)	توسکا	-۴.۰۴۴	۰.۰۷۱۱	-۲.۸۴۲	۲۴	۰/۰۰۲**
	راش	-۸.۷۴	۰.۰۶۶	-۶.۶۳۳	۲۴	۰/۰۰۰**
	ممرز	-۸.۴۱۸	۰.۰۷۵۷	-۵.۵۶۲	۲۴	۰/۰۰۰**
تغییرات عرض (mm)	توسکا	-۷.۹۶	۰.۰۰۱۱	-۳.۵۴۵	۲۴	۰/۰۰۹**
	راش	-۱.۷۰	۰.۰۰۱۱	-۸.۰۶۷	۲۴	۰/۰۰۰**
	ممرز	-۱.۵۰۸	۰.۰۰۱	-۷.۴۸۷	۲۴	۰/۰۰۰**

** نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد خطا بین دو نمونه‌برداری است.

جدول ۳. مقایسه بین میانگین طول و عرض ترک‌های مقاطع گونه‌های بررسی‌شده پیش و پس از تیمار S

منابع	گونه	میانگین پیش از تیمار	میانگین پس از تیمار	آمارهٔ t	درجهٔ آزادی	معنی‌داری
تغییرات طول (cm)	توسکا	۱۰۵	۱۰۵	۰/۶۴۶	۲۴	۰/۵۲۴ns
	راش	۲۴۲	۲۵۷	-۵/۳۱۸	۲۴	۰/۰۰۰**
	ممرز	۱۲۵	۱۲۷	-۱/۸۱۹	۲۴	۰/۰۸۱ns
تغییرات عرض (mm)	توسکا	۰/۸۱	۰/۸۳	۰/۳۰۸	۲۴	۰/۷۶۱ns
	راش	۲/۸۴	۲/۶۶	۱/۰۴۴	۲۴	۰/۳۰۷ns
	ممرز	۱/۹۴	۱/۶۱	۳/۲۴۵	۲۴	۰/۰۰۳**

** نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد خطا، و ns نشان‌دهندهٔ وجود عدم اختلاف معنی‌دار بین دو نمونه‌برداری است.

آزمون t جفتی، اختلاف بین برداشت اول و دوم در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

تأثیر تیمار S کوبی بر نمونه‌ها

با توجه به نتایج آزمون t (جدول ۳) در سطح ۵ درصد، اختلاف بین دو برداشت اول و دوم معنی‌دار نیست. این

نتیجه نشان‌دهندۀ این است که تیمار S کوبی در دو گونۀ توسکا و ممرز باعث جلوگیری از افزایش طول شکاف در مقاطع عرضی شده و تغییرات معنی‌داری در طول ترک بینه‌ها در تیمار Sکوبی در برداشت دوم نسبت به برداشت اول رخ نداده، اما در مورد نتایج، آزمون t–test در سطح ۵ درصد نشان داد اختلاف بین برداشت اول و دوم معنی‌دار است. بر این اساس، هر چند تیمار S در برخی نمونه‌های گونۀ راش تأثیر مثبت داشته، اما باعث جلوگیری از افزایش طول ترک نشده است (جدول ۳).

جدول ۳ تأثیر تیمار Sکوبی بر روی عرض ترک‌های موجود در گرده‌بینه‌های سه گونه را نیز نشان می‌دهد. با توجه به میانگین عرض ترک‌ها پیش و پس از تیمار، ملاحظه می‌شود در گونۀ راش عرض شکاف در تیمار S کوبی، در برداشت دوم در نمونه‌ها کمتر شده است. تیمار S کوبی در گونۀ راش و در برخی نمونه‌های ممرز نه فقط باعث جلوگیری افزایش عرض شکاف در مقطع عرضی شد، بلکه به سبب فشار وارده باعث کاهـــش عرض شـــکاف نیز شد. نتیجۀ دیگر آنکه تغییرات عرض ترک در بینه‌های توسکا و راش در برداشت دوم نسبت به برداشت اول اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد نداشت. درمورد گونۀ ممرز نیز این تیمار تأثیر چندانی نداشت (جدول ۳).

تأثیر تیمار پارافین بر نمونه‌ها

همان‌طور که از جدول ٤ برمی‌آید، براساس آزمون t اختلاف بین برداشت اول و دوم در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. بنابراین، تیمار پارافین در اندازۀ طول و عرض ترکِ هیچ یک از گونه‌های بررسی‌شده مؤثر نبود و میانگین طول شکاف در برداشت دوم در همۀ گونه‌ها افزایش یافت.

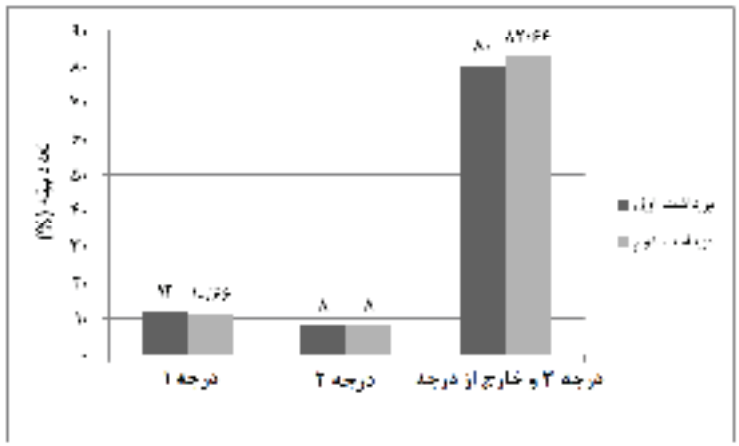
با استفاده از حدّ مجاز استاندارد طول ترک درگرده‌بینه‌های درجۀ ۱ و ۲ (جدول ۱)، شکل ۲ تأثیر تیمار S کوبی را در حفظ درجۀ گرده‌بینه نشان می‌دهد؛ به‌طوری‌که از مجموع ۲۵ نمونۀ S کوبی‌شده در دو برداشت متوالی تغییرات زیادی در درجه‌های گرده‌بینه‌ها رخ نداده است. نیزگرده‌بینۀ درجۀ ۱ در برداشت اول ۱۲ درصد بوده و در برداشت دوم با ۱/۳٤ درصد کاهش به ۱۰/٦٦ درصد رسیده است. این نتیجه نشان‌دهندۀ تأثیر مثبت تیمار S کوبی در حفظ درجه و کیفیت گرده‌بینه است.

برخلاف تیمار S کوبی، تیمار پارافین، تأثیر کمتری در جلوگیری از کاهش درجۀ گرده‌بینه داشته و از مجموع ۲۵ نمونۀ تحت تیمار پارافین در برداشت اول، ۹/۳۳ درصد گرده‌بینه‌ها درجۀ ۱ بودند که در برداشت

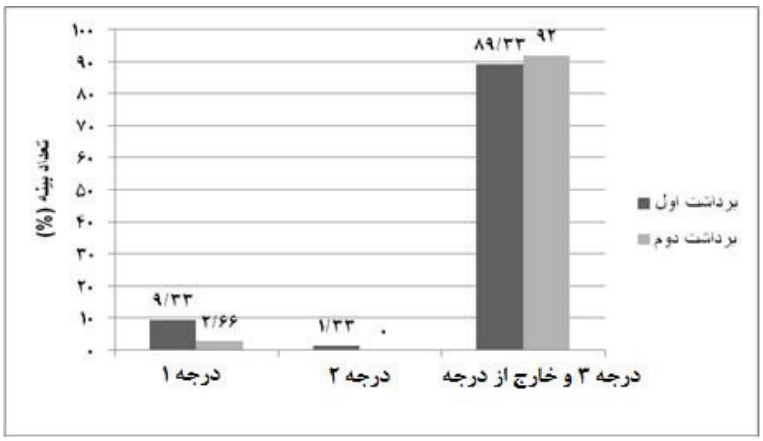
جدول ٤. مقایسه بین میانگین طول و عرض ترک‌های مقاطع گونه‌های بررسی‌شده پیش و پس از تیمار پارافین

منابع	گونه	میانگین پیش از تیمار	میانگین پس از تیمار	آمارۀ t	درجۀ آزادی	معنی‌داری
تغییرات طول (cm)	توسکا	۱۵۷	۱۸۹	-۳/۵۸۷	۲۴	۰/۰۰۱**
	راش	۱۹۵	۲۳۷	-۴/۴۳۶	۲۴	۰/۰۰۰**
	ممرز	۱۷۷	۲۰۶	۱۳/۳۶۶	۲۴	۰/۰۰۰**
تغییرات عرض (mm)	توسکا	۱/۱۳	۱/۷۴	-۱۰/۸۰۱	۲۴	۰/۰۰۰**
	راش	۱/۹۱	۲/۹۷	-۶/۸۴۹	۲۴	۰/۰۰۰**
	ممرز	۱/۳۳	۲/۰۴	-۷/۱۴۲	۲۴	۰/۰۰۰**

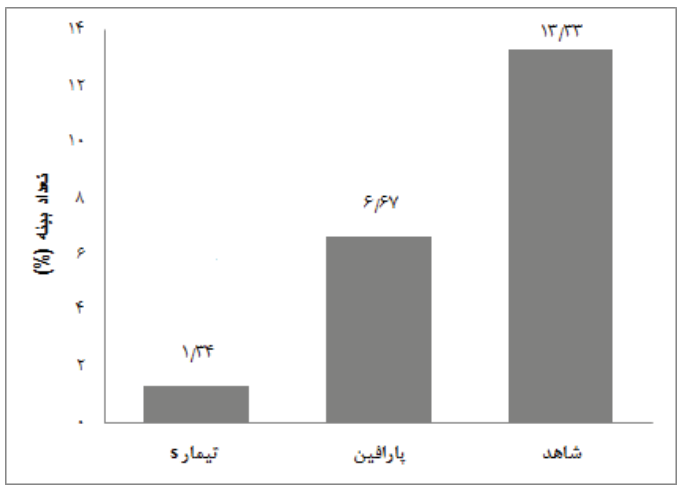
** نشان‌دهندۀ تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد خطا بین دو نمونه‌برداری است.



شکل ۲. تأثیر تیمار S کوبی در جلوگیری از تغییر درجهٔ گرده‌بینه در سه گونه



شکل ۳. تأثیر تیمار پارافین در جلوگیری از تغییر درجهٔ گرده‌بینه در سه گونه



شکل ٤. مقایسهٔ درصد تبدیل گرده‌بینه‌های درجهٔ ۱ به گرده‌بینهٔ سایر درجه‌ها در تیمارهای بررسی‌شده

دوم با ٦/٦٧ درصد کاهش به ٢/٦٦ درصد رسیده‌اند (شکل ٣). در مقایسه با نمونهٔ شاهد، هر دو تیمار تأثیر مثبت داشته ولی تأثیر تیمار S کوبی بیشتر بوده است.

شکل ٤ نشان می‌دهد که براثر تیمار S کوبی، ١/٣٤ درصد گرده‌بینه‌ها از درجهٔ ١ به درجه‌های دیگر تبدیل شده‌اند که این مقدار در تیمار پارافین ٦/٦٧ درصد و در تیمار شاهد ١٣/٣٣ درصد بوده است. بنابراین، درصد تبدیل گرده‌بینهٔ درجهٔ ١ به ٢ در تیمار S کوبی، در دو برداشت متوالی به‌مراتب کمتر از تیمار پارافین و شاهد بوده که نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت تیمار S کوبی در جلوگیری از افزایش ابعاد ترک است.

مقایسهٔ میانگین و درصد تغییرات در ابعاد ترک‌ها

مقایسهٔ میانگین ابعاد ترک بین سه گونهٔ مطالعه‌شده پس از تیمار S کوبی نشان داد که بیشترین عرض ترک مربوط به راش و کمترین آن مربوط به گونهٔ توسکاست و اختلاف معنی‌داری از این نظر بین هر سه گونه وجود دارد (جدول ٥). این ترتیب درمورد طول ترک گونه‌ها نیز رعایت شد. اندازهٔ طول ترک گونهٔ راش با گونه‌های ممرز و توسکا پس از تیمار S کوبی اختلاف معنی‌دار داشت، اما بین ممرز و توسکا اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

نتایج مقایسهٔ اندازهٔ عرض ترک‌های مقاطع بینه‌های گونه‌های مختلف پس از تیمار پارافین نشان داد که عرض ترک‌ها در گونهٔ راش از دو گونهٔ دیگر بیشتر بود و با آن‌ها اختلاف معنی‌دار داشت، اما طول ترک‌ها در سه گونه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشت.

جدول ٥. مقایسهٔ میانگین طول و عرض ترک‌های مقطع بینه‌ها (میانگین ± اشتباه معیار) در گونه‌های مختلف پس از تیمار S

	راش	ممرز	توسکا
عرض ترک (mm)	٢.٦٣ ± ٠.١٤ (a)	١.٥٧ ± ٠.٢٥ (b)	٠.٧٨ ± ٠.١٨ ©
طول ترک (cm)	٢٥٧.٣١ ± ٢٢.١٧ (a)	١٢٦.٥٤ ± ١١.١٣ (b)	١٠٢.٤٢ ± ١٣.٩٩ (bc)

حروف متفاوت لاتین نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار بین گونه‌های مختلف است ($p< 0.05$).

جدول ٦. مقایسهٔ میانگین طول و عرض ترک‌های مقطع بینه‌ها (میانگین ± اشتباه معیار) در گونه‌های مختلف پس از تیمار پارافین

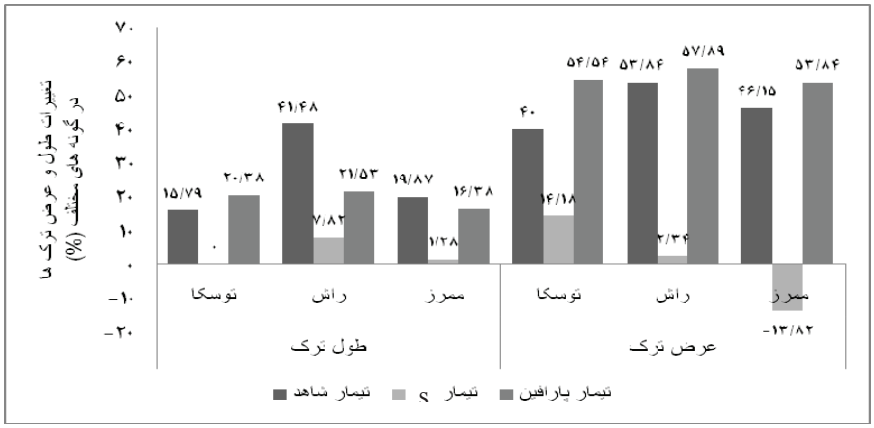
	راش	ممرز	توسکا
عرض ترک (mm)	٢.٩٧ ± ٠.٢٤ (a)	٢.٠٤ ± ٠.١٥ (b)	١.٧٨ ± ٠.١٦ (bc)
طول ترک (cm)	١٨٩.٢٤ ± ٢٠.٤٣ (a)	٢٠٦.٠٨ ± ١٨.٠٩ (a)	١٠٢.٤٢ ± ١٣.٩٩ (a)

حروف متفاوت لاتین نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار بین گونه‌های مختلف است ($p< 0.05$).

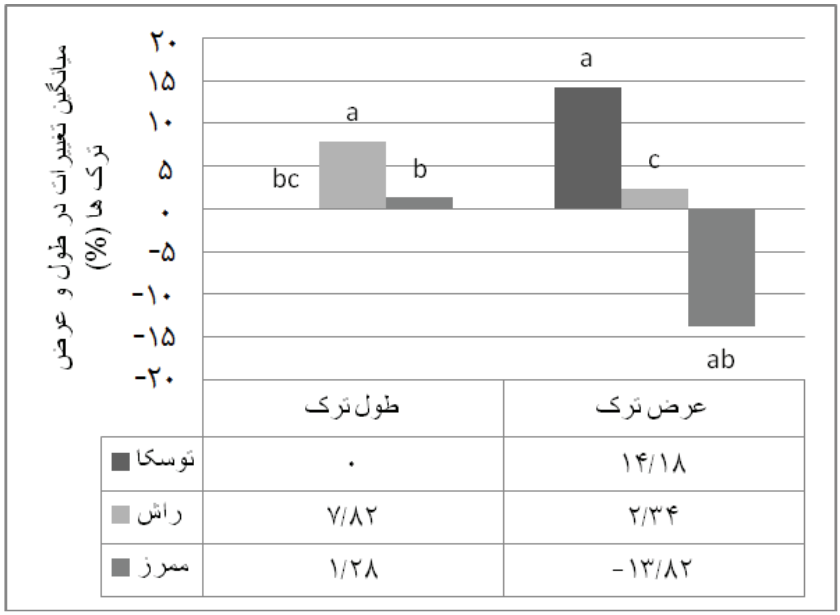
شکل ٤ نشان می‌دهد که درصد افزایش عرض ترک گونهٔ توسکا براثر تیمار S کوبی، در دو برداشت متوالی عرض شکاف به‌طور میانگین ٤٠ درصد نسبت به نمونهٔ شاهد کمتر بوده و در گونهٔ راش و ممرز نیز تیمار S کوبی توانسته به‌ترتیب به میزان تقریبی ٥٥ درصد و ٦١ درصد نسبت به تیمار شاهد جلوی افزایش عرض ترک را بگیرد. درمورد درصد افزایش طول ترک در گونه‌های بررسی‌شده براثر تیمار S کوبی، در دو برداشت به‌طور میانگین در ترک‌های موجود افزایش طول کمتر بوده و تیمار S کوبی توانسته در گونه‌های توسکا و راش و ممرز به‌ترتیب ١٥ درصد، ٣٤ درصد، و ١٨ درصد از افزایش طول شکاف جلوگیری کند (شکل ٥). مقایسهٔ درصد تغییرات طول و عرض ترک‌های مقاطع بینه‌های گونه‌های بررسی‌شده پس از تیمار S کوبی نشان داد که تغییر در طول ترک‌ها در گونهٔ راش از دو گونهٔ دیگر بیشتر، و برعکس، تغییر در عرض ترک‌ها در راش از

دو گونهٔ دیگر کمتر بوده و در هر دو مورد با گونه‌های ممرز و توسکا اختلاف معنی‌دار داشته است. نتایج نشان داد میانگین درصد تغییرات عرض ترک‌ها در گونهٔ ممرز در حدود ١٤ درصد کاهش یافت (شکل ٦).

این در حالی است که تیمار پارافین در مقایسه با تیمار S کوبی توانایی کمتری در جلوگیری از افزایش طول ترک دارد. مقایسهٔ میانگین درصد تغییرات در طول و عرض ترک در گونه‌های بررسی‌شدهٔ زیر تیمار پارافین نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین گونه‌ها از نظر اندازهٔ تغییرات وجود ندارد (شکل ٥).



شکل ٥. مقایسهٔ درصد افزایش طول و عرض ترک در تیمارهای بررسی‌شده



شکل ٦. مقایسهٔ میانگین درصد تغییرات در طول و عرض ترک در گونه‌های بررسی‌شده زیر تیمار S کوبی

نتیجه‌گیری

پس از بیست روز نگه‌داری مقطوعات جنگلی در دپوی چوب‌آلات، که در این مطالعه به‌عنوان یک دورهٔ زمانی معمول انتظار در جنگل‌های شمال برای خروج از دپو در نظر گرفته شده بود، طول و عرض ترک‌های مقاطع عرضی در کلیهٔ نمونه‌ها با یک افزایش معنی‌دار همراه بود؛ هرچند بینه‌ها حدود دو ماه نیز پیش از ورود به دپو در پای کنده نگه داشته شده بودند. نتایج پژوهش بوخن و تیبوت بر روی دو گونهٔ راش و اکالیپتوس بیانگر این مسئله است که ظهور و توسعهٔ ترک‌ها بر روی مقاطع گرده‌بینهٔ درختان یادشده پس از قطع درخت شروع شده و روش‌های نامناسب قطع درخت و رعایت‌نکردن بهره‌برداری صحیح و غیره، به گسترش دامنهٔ شکاف‌های مقاطع درختان کمک می‌کند [۱]. پژوهش حاضر نشان داد که تیمار S کوبی در هر سه گونه تأثیر زیادی در جلوگیری از افزایش عرض ترک نسبت به تیمار شاهد دارد، اما این تأثیر مثبت (عدم وجود اختلاف بین دو نمونه‌برداری) درمورد بینه‌های راش و توسکا معنی‌دار بود و در نمونه‌های ممرز تغییر مثبت معنی‌داری در عرض ترک‌ها مشاهده نشد. تیمار S کوبی نسبت به نمونه‌های شاهد در جلوگیری از افزایش طول ترک در گونه‌های بررسی‌شده تأثیر داشت، ولی تغییر طول ترک فقط در مورد گونهٔ راش در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. به بیان دیگر، تیمار S کوبی تأثیر کمتری در جلوگیری از شکاف طولی در گونهٔ راش دارد که نشان‌دهندهٔ حساسیت راش نسبت به ترک‌های طولی است. به‌طور خلاصه، تیمار S کوبی در جلوگیری از عرض ترک گونهٔ ممرز و طول ترک در گونهٔ راش تأثیر نداشت، اما در سایر موارد تأثیر به‌سزایی داشت. مقایسهٔ تیمار پارافین و تیمار شاهد نتایج مثبتی را از نظر توانایی تیمار پارافین در جلوگیری از افزایش طول و عرض شکاف نسبت به تیمار شاهد نشان نداد. علت این نتیجه را باید در سایر معایب یا مدت زمان ماندگاری حدود دوماههٔ گرده‌بینه‌ها در پای کنده پیش از ورود به دپو جست‌وجو کرد و اینکه اعمال تیمار پارافین پس از ایجاد ترک در مقاطع گرده‌بینه‌ها تأثیر کمتری دارد.

بررسی‌ها به‌صورت مجزا در گونه‌ها نشان می‌دهد که عمل S کوبی در گونهٔ توسکا در جلوگیری از بروز ترک‌های جدید یا افزایش طول و عرض ترک‌ها مؤثر بود و عرض ترک‌ها نیز افزایش چشمگیری نداشت. در مقایسهٔ تیمار S کوبی و پارافین با تیمار شاهد نیز ملاحظه شد که کمترین تغییرات طول و عرض ترک در گونهٔ توسکا، در تیمار S کوبی اتفاق افتاد (شکل ٤). محاسبهٔ درصد تغییرات نسبت به برداشت اول نشان می‌دهد که در تیمار S کوبی طول ترک در برداشت دوم نسبت به برداشت اول هیچ افزایشی نداشت؛ حال آنکه این میزان برای تیمار پارافین برابر ۲۰/۳۸ درصد بود. تیمار S کوبی در گونهٔ توسکا ۱۵ درصد بیشتر نسبت به تیمار شاهد در جلوگیری از افزایش طول ترک مؤثر بود و درمورد عرض ترک نیز میزان تأثیر تیمار S کوبی در جلوگیری از افزایش عرض ترک ٤۰ درصد برآورد شد؛ درحالی‌که میانگین درصد افزایش عرض ترک در نمونه‌های توسکا زیر تیمار پارافین حدود ٥٤ درصد بود که نشان از ناکارایی تیمار پارافین نسبت به تیمار S کوبی در ارتباط با گونهٔ توسکاست (شکل ٤).

نتایج درصد تغییرات طول و عرض ترک در گونهٔ راش (جدول ۳) نشان‌دهندهٔ حساسیت راش نسبت به ترک‌های ایجادشده در مقطع عرضی است. نتایج پژوهش خادمی اسلام [۹] نیز مؤید این نتیجه است. او بیان می‌کند که درخت راش حساسیت زیادی به توسعهٔ ترک‌های مقطعی گرده‌بینه پس از قطع، نگه‌داری، و تیمار بخاردهی دارد و کنترل آن‌ها در هر یک از مراحل یادشده به میزان چشمگیری به ایجاد ترک‌ها منجر و درنهایت موجب افزایش بازده تولید می‌شود. درصد تغییرات عرض ترک بینه‌های راش در تیمار S کوبی در دو برداشت متوالی ۲/۳٤ درصد بود که نسبت به تیمار شاهد ٥٤ درصد عرض کمتری داشت. تیمار پارافین حدود ۵۸ درصد افزایش را در اندازهٔ عرض ترک‌های راش نشان می‌داد؛ به گفتهٔ دیگر، افزایشی ۵۵ درصدی را نسبت به تیمار S کوبی و حتی افزایشی ٤ درصدی را

نسبت به تیمار شاهد به‌دست داد.

نتایج درصد تغییرات طول ترک گونهٔ ممرز در تیمار S کوبی در دو برداشت متوالی نشان‌دهندهٔ کاهش عرض ترک در برداشت دوم به‌سبب خاصیت ارتجاعی و جمع‌کنندگی S بود. همچنین نتایج درصد تغییرات (افزایش) طول و عرض ترک در دو برداشت متوالی در گونهٔ ممرز در تیمار پارافین نشان‌دهندهٔ تأثیر بهتر S کوبی بود. مقایسهٔ تیمار S کوبی و تیمار پارافین در جلوگیری از افزایش طول و عرض ترک در گونهٔ ممرز، با نمونه‌های شاهد نشان داد که تیمار S کوبی در ممرز در جلوگیری از طول و عرض ترک به‌ترتیب حدود ۱۸ و ٦٨ درصد نسبت به تیمار شاهد تأثیر بیشتری داشت. آزمون t در سطح ۵ درصد نشان داد که میزان تغییر طول ترک در دو برداشت متوالی در تیمارS کوبی معنی‌دار نبود که به معنای تأثیر مثبت و معنی‌دار این تیمار در جلوگیری از افزایش طول ترک است. اما تأثیر تیمار S کوبی در جلوگیری از افزایش عرض ترک مؤثرتر بود و حتی باعث جمع‌شدن و کم‌شدن عرض ترک‌ها شد. درمورد اخیر، اختلاف معنی‌دار در عرض ترک‌های ممرز در دو برداشت متوالی به‌عنوان پدیده‌ای مطلوب تلقی می‌شود، زیرا کاهش معنی‌دار عرض ترک‌ها را موجب می‌شود و از جنس اختلاف‌های معنی‌دار در موارد دیگر نیست که افزایش در میزان طول و عرض ترک‌ها وجود داشت.

درصد تبدیل گرده‌بینهٔ درجهٔ یک به درجه‌های دو و سه در تیمار شاهد نشان‌دهندهٔ افت کیفیت گرده‌بینه‌ها در کل نمونه‌برداری است (شکل ۳). این افتِ کیفیت علاوه‌بر افت حجمیِ چوبی است که در حین و پس از عملیات قطع گریبانگیر واحد تولیدی در جنگل می‌شود. ناصری [۱۰] در تحقیق خود به این نتیجه رسید که بعد از عملیات قطع ۱۲/۷۳ درصد از حجم کل برداشت‌شده به‌صورت مازاد مقطوعات (افت حجمی چوب) بر جا ماند. عمادی [۸] مقدار ضایعات کمّی چوب را در هنگام قطع (ارتفاع بیش‌ازحد کنده، شکاف و پارگی طولی، مغزکش‌شدن، و شاخه‌زنی) در حدود ١٤/٨ درصد برآورد کرد. در مطالعهٔ حاضر، با به‌کارگیری تیمار S کوبی و پارافین، این درصد افت به‌ترتیب به ١/٣٤ و ٦/٦٧ درصد رسید که کاهش چشمگیری به‌ویژه در به‌کارگیری تیمار S کوبی مشاهده می‌شود.

مقایسهٔ درصد تغییر در گونه‌های مختلف بیانگر میزان واکنش مقطوعات گونه‌های مختلف به تیمارهای استفاده‌شده است. براساس آزمون چنددامنهٔ دانت T۳، گونه‌ها از نظر میانگین عرض و طول شکاف‌ها پس از S کوبی در سه گروه مختلف قرار گرفتند که کمترین عرض شکاف مربوط به توسکا، و بیشترین آن مربوط به راش است. کمترین طول شکاف در مقطع عرضی نیز مربوط به توسکا، و بیشترین آن مربوط به گونهٔ راش بود که این امر نشان‌دهندهٔ حساسیت راش به ترک‌های عرضی، به‌ویژه طولی، با وجود تیمار S کوبی، بود. مقایسهٔ میانگین طول و عرض ترک‌ها پس از تیمار پارافین نیز نشان داد بیشترین عرض ترک مربوط به گونهٔ راش، و کمترین آن مربوط به گونهٔ توسکا بود که در این باره عرض ترک‌ها در گونهٔ راش با گونه‌های ممرز و توسکا اختلاف معنی‌دار داشت. همچنین، میانگین طول ترک‌ها پس از تیمار پارافین در سه گونه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشت. از مجموعهٔ نتایج می‌توان چنین استنباط کرد که تیمار S کوبی بهتر از تیمار پارافین قادر به جلوگیری از افزایش طول و عرض ترک‌ها در گونه‌های بررسی‌شده و در موقعیت حاکم بر این بررسی بود و گونهٔ راش کمترین واکنش را به مجموعهٔ تیمارها از خود بروز داد. رطوبت نسبی پایین و جریان هوای بالا از دلایل اساسی خشک‌شدن سریع و ترک‌خوردن چوب است [٤]. اما آنچه باعث تفاوت در واکنش بینه‌های انواع گونه‌ها می‌شود، تفاوت در تراکم چوب و تنش‌های رویشی درختان پیش از قطع است. به‌همین‌سبب، ترک‌های انتهایی، به‌خصوص در بینه‌های سخت چوب‌های متراکم‌تر، بیشتر اتفاق می‌افتد [۱۸] که نتایج مطالعهٔ حاضر درمورد گونهٔ راش این موضوع را تأیید می‌کند. شکاف‌های عمیقی که در انتهای بینه‌ها رخ می‌دهد گاهی نتیجهٔ باقیماندهٔ تنش‌های رویشی درختان

است که پس از مرحلهٔ تبدیل، به صورت نامتعادل درمی‌آیند و با اقدامات حفاظتی، نظیر S کوبی و تیمار پارافین، متوقف نمی‌شوند و فقط با نگه‌داری بینه در مکان خنک و مرطوب و سایه، به حداقل می‌رسند [۱۸]. با توجه به اینکه بهره‌برداری حلقهٔ اتصال بین سیستم تولید بیولوژیکی جنگل و مصرف‌کنندگان و صنایع چوب است باید کلیهٔ مراحل بهره‌برداری در قالب برنامهٔ زمان‌بندی‌شده انجام شود و کارها پیوسته و بدون اتلاف وقت انجام گیرد تا خسارت کمتری به محصولات جنگل وارد شود و افت چوب به حداقل برسد. نتایج نشان دادند که میزان ماندگاری گرده‌بینه در پای کنده و کنار جاده‌های جنگلی و یارد با میزان ایجاد شکاف در مقاطع عرضی گرده‌بینه‌ها یا افزایش طول و عرض شکاف‌ها ارتباط مستقیم دارد. شایان ذکر است که با شتاب‌بخشیدن در عملیات خروج مقطوعات و بازاریابی و فروش به‌موقع محصولات چوبی، افت کیفیت گرده‌بینه‌ها به حداقل خواهد رسید. چنانچه خروج به‌موقع میسر نشود، برای حفاظت بهینه و جلوگیری از افت کیفی گرده‌بینه‌ها، می‌توان به اقدامات کنترلی، مانند S کوبی، اقدام کرد.

References

[1]. Beauchen, J., and Thibaut, B. (1996). Influence de la temperature sur le comportement mecanique du bois vert application a l etuvage d essences guyanaises en vue du deroulage. 4eme Colloque Sciences et Industries du bois. Nancy, ARBOLOR.

[2]. Walker, J.C.F., Butterfield, B.G., Langrish, T.A.G., Harris, J.M., and Uprichard, J.M. (1993). Primary Wood Processing. Chapman and Hall, London. 595p.

[3]. Desch, H.E., and Dinwoodie, J.M. (1996). Timber: Structure, Properties, Conversion and Use. 7th ed. Macmillan Press Ltd., London. 306 pp.

[4]. Keey, R.B., Langrish, T.A.G., and Walker, J.C.F. (2000). Kiln-Drying of Lumber. Springer, Berlin. 326 pp.

[5]. Viana, L. C., Trugilho, P. F., Hein, P. R. G., Lima, J. T., and Silva, J. R. M. (2009). da. Predicting the morphological characteristics and basic density of Eucalyptus wood using the NIRS technique. Cerne, Lavras, 15(4): 421-429.

[6]. Ashworth, J.A. (1977). The Mathematical Simulation of the Batch Drying of Softwood Timber. Ph.D. Thesis, University of Canterbury, New Zealand, 225 pp.

[7]. Pang, S., Keey, R.B. Walker, J.C.F., and Langarish, T.A.G. (1994). Airflow reversals in high-temperature kiln drying of Pinus radiata boards: 2. Drying of a stack of boards. New Zealand Journal of Forestry Science, 24(1): 104-119.

[8]. Emadi, S.S. (1997). Estimatonation of wood wastes and downfalls at different harvesting stages. MS.c thesis, Faculty of Natural resources and marne sciences, Tarbiat Modarres University, 80 pp.

[9]. Khademi Islam, H. (2003). Assessment of the check diametric changes in logs of Fagus Orientalis and its effect on veneer production process. Scientific and Research Journal of Agriculture, 12: 69-80.

[10]. Naseri, M. (2003). Investigation of wood volume downfall rate in logs harvesting method for Fagus Orientalis in Shafaroud forests district, M.Sc. thesis, 75 pp.

[11]. de Moura, M.F.S.F., Morais, J., and Dourado, N. (2008). A new data reduction scheme for mode I wood fracture characterization using the double cantilever beam test. Engineering Fracture Mechanics, 75: 3852–3865.

[12]. Reiterer, A. Sinn, G., and Stanzl-Tschegg, S.E. (2002). Fracture characteristics of different wood species under mode I loading perpendicular to the grain. Material Science and Engineerng A., 332: 29-36.

[13]. Stanzl-Tschegg, S.E., Tan, D.M., and Tschegg, E.K. (1995). New splitting method for wood fracture characterization. Wood Science of Technology, 29: 31–50.

[14]. Morel, S., Dourado, N., Valentin, G., and Morais, J. (2005). Wood: a quasibrittle material. R-curve behavior and peak load evaluation. International Journal of Fracture, 131: 385–400.

[15]. Dourado, N., Morel, S., de Moura, M.F.S.F., Valentin, G., and Morais, J. (2008). Comparison of fracture properties of two wood species through cohesive crack simulations. Composites Part A., 39: 415–427.

[16]. Denig, J., Wengert E.M., and Simpson, W.T. (2000). Drying Hardwood Lumber. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–118. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 138 pp.

[17]. Iran Institute of Standard and Industrial Research. (1972). Standard, Definitions and Dimensions of Forest and Forestry Cut off. Vol. 1275.

[18]. Simpson, W.T. (1991). Dry kiln Operator's manual. United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin. 274 pp.