

اثر دراز مدت چوبکشی با اسکیدر چرخ لاستیکی بر رویش درختان سرپای راش حاشیه مسیره‌های چوبکشی

◀ **داود کرتولی نژاد***؛ استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان، ایران

◀ **اکبر نجفی**؛ دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

◀ **کامبیز پورطهماسی**؛ دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۱۸)

چکیده

در این پژوهش اثر عملیات چوبکشی زمینی بر رویش درختان سرپای راش حاشیه مسیره‌های چوبکشی در جنگل‌های هیرکانی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور چهار مسیر چوبکشی متروکه که ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سال از آخرین چوبکشی بر آن‌ها گذشته بود انتخاب شد. هدف از تحقیق حاضر، مقایسه میزان رویش در هر یک از بخش‌های ترددی مسیره‌های چوبکشی، مقایسه رویش درختان زخمی و سالم حاشیه مسیره‌ها و نیز بررسی کاهش و یا افزایش رویش پس از چوبکشی در مقایسه با قبل از آن بوده است. برای این منظور، هر مسیر با توجه به فاصله از دپو و شدت تردد اسکیدر به سه بخش تردد کم، متوسط و شدید تقسیم بندی گردید. تعداد ۷۲ درخت راش در حاشیه کلیه مسیره‌ها با استفاده از مته سال سنج نمونه برداری شده و پهنای دواير سالیانه نیز با استفاده از میز اندازه‌گیری LINTAB 6 با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر محاسبه شد. نتایج مقایسه میانگین رویش درختان قبل و پس از عملیات چوبکشی نشان داد که به‌غیر از مسیر ۵ ساله، میانگین پهنای دواير سالیانه درختان در بقیه مسیره‌ها پس از چوبکشی کاهش معنی‌داری داشته است. مقایسه آماری پهنای دواير سالیانه درختان زخمی کلیه مسیره‌ها در مقایسه با درختان سالم نیز کاهش معنی‌داری را (حدود ۱۸ درصد) نشان داد. از طرف دیگر، درختان سالم واقع در بخش پرتردد مسیره‌ها، کاهش شدید رویش را (حدود ۳۳ درصد) نسبت به درختان واقع بر تردد کم و متوسط داشته است. نتایج این تحقیق، بر تأثیر زیاد کوبیدگی ناشی از تردد اسکیدر و نیز زخم‌های حاصل از برخورد اسکیدر با بار، بر کاهش رویش درختان مجاور دلالت دارد. دلایل ایجاد زخم، روش‌های کاهش آسیب و نیز پتانسیل ایجاد زخم در درختان حاشیه‌ای بحث شد.

واژگان کلیدی: صدمات بهره‌برداری، دواير سالیانه، جنگل‌های هیرکانی، تردد اسکیدر، میز اندازه‌گیری LINTAB.

مقدمه

استفاده از ماشین آلات سنگین در عملیات چوبکشی زمینی و بهره‌برداری در جنگل‌ها موجب صدمه به توده باقیمانده اعم از درختان سرپا و زادآوری، کوبیدگی و به هم خوردگی خاک می‌شود (Hartmann *et al.*, 2009; Ugarković *et al.*, 2012; Tveite & Hanssen, 2013). اگرچه بکارگیری سایر سامانه‌های بهره‌برداری نظیر انواع سامانه کابلی، استفاده از بالگرد و... باعث آسیب‌های کمتری به خاک و توده می‌شوند، اما عموماً پرهزینه‌تر از چوبکشی زمینی هستند و علاوه بر این پیمانکاران جنگل در بکارگیری تجهیزات و کارمندان ماهر و متخصص در قالب این سامانه‌های پیشرفته، تردید دارند. بنابراین به نظر می‌رسد سامانه چوبکشی زمینی با وجود اثرات منفی فراوان، همچنان در آینده مورد استفاده واقع شود (Han & Kellogg, 1997; Pinard *et al.*, 2000). در ایران نیز اسکیدرهای چرخ لاستیکی به دلیل هزینه کمتر نسبت به سایر ماشین آلات و تولید آسان‌تر و سریع‌تر تقریباً از آغاز بهره‌برداری در قالب طرح‌های جنگلداری شمال کشور، به‌عنوان جزء جدایی ناپذیر در خروج چوب، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. وسعت و شدت تخریب خاک و توده در استفاده از اسکیدرها متفاوت بوده و به شیب، بافت خاک، رطوبت و زهکشی خاک، نوع توده، نوع ماشین و... وابسته است (Pinard *et al.*, 2000).

اکثر مطالعه‌های انجام شده در زمینه اثرات بهره‌برداری و چوبکشی در ایران و سایر نقاط دنیا بر جنبه‌های مختلفی مانند تغییر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک (کوبیدگی، رطوبت و حاصلخیزی)، صدمه به زادآوری و نیز مقدار صدمات وارد شده به چوب درختان سرپا و برآورد افت ارزش محصول در اثر این آسیب‌ها استوار بوده است. درحالی که تعداد کمی از این مطالعه‌ها بر اثرات مسیره‌های چوبکشی بر رویش درختان بالغ تمرکز داشته‌اند (Pinard *et al.*, 2000; Froehlich *et al.*, 1981; Tavakar *et al.*, 2009; Ezzati & Najafi, 2012). این درحالی است که کاهش نرخ رویش درختان

جنگلی اغلب با بهره‌برداری و چوبکشی در مسیره‌ها ارتباط دارد (Heninger *et al.*, 2002; Lockaby & Vidrine, 1984; Williamson & Neilsen, 2003). تخریب خاک و زخم‌هایی که منجر به پوسیدگی می‌شوند می‌توانند کاهش رویش را موجب شوند (Wang *et al.*, 2004; Larsson *et al.*, 2004; Ugarković *et al.*, 2012; Tveite & Hanssen, 2013). از طرفی نتایج متفاوت و دو پهلویی نیز در زمینه اثرات بهره‌برداری و چوبکشی بر رویش درختان سرپای توده ارائه شده است. به نظر تعدادی از پژوهشگران، باز شدن توده در هنگام احداث مسیره‌ها، می‌تواند باعث افزایش رویش درختان اطراف شود (Pollmann, 2002; Roberts & Harrington, 2008). برخی دیگر از پژوهشگران نیز، عدم بروز هر نوع اثری را ارائه کردند (Hartmann *et al.*, 2008) و عده‌ای نیز به بروز اثرات منفی بر رویش درختان سرپای مجاور مسیر اشاره کرده‌اند (Thorpe *et al.*, 2008; Yilmaz *et al.*, 2010). چنین اثراتی عموماً در محوطه اطراف مسیره‌های چوبکشی گزارش شده است (Puettmann *et al.*, 2008; Roberts & Harrington, 2008).

تحقیقات نشان داده که افزایش سختی خاک‌دانه‌ها باعث کاهش فضای تنفسی ریشه می‌شود و رشد ریشه را متوقف می‌کند (Heilman, 1981; Ballard, 2000). تردد اسکیدر همچنین موجب آمیختگی افق‌های خاک و حذف افق‌های حاصلخیز O و A شده که کاهش عناصر قابل دسترس و در نتیجه رویش درختان را در پی دارد. تخریب ساختمان خاک، کاهش رویش را تشدید می‌کند و در مواقع شدیدتر، حتی مرگ درختان ممکن است اتفاق بیفتد (Williamson & Neilsen, 2003; Lockaby & Vidrine, 1984). کوبیدگی در مسیره‌های واقع بر خاک‌های رسی باعث کاهش حاصلخیزی جنگل می‌شود اما در خاک‌های ماسه‌ای باعث افزایش آن شده است (Murphy *et al.*, 2009; Whitman *et al.*, 1997). همچنین ثابت شده که گونه

در ترددهای مختلف بررسی شده و نیز درختان سالم و زخمی نیز مورد مقایسه قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، در بخشی از جنگل‌های هیرکانی شمال کشور تحت مدیریت شرکت نکا چوب، واقع در ارتفاعات روستای سیکاء در محدوده جغرافیایی طول شرقی 24° $31' 53''$ تا 33° $15' 53''$ و عرض شمالی 36° $21' 10''$ تا 36° $22' 23''$ انجام شده است. به منظور بررسی طولانی مدت اثرات چوبکشی زمینی با اسکیدر بر رویش درختان حاشیه مسیرهای چوبکشی، پس از جنگل-گردشی و به کمک قرقبانات و اهالی با تجربه روستا و مطالعه طرح جنگلداری و به کمک کارشناسان طرح، چهار مسیر که مدت زمان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سال از زمان بهره‌برداری و عبور اسکیدر چرخ لاستیکی از روی آن‌ها گذشته بود انتخاب شد. این مسیرها دارای شرایط تقریباً یکسان از نظر جهت چوبکشی (رو به پایین) و دامنه جغرافیایی (شمالی و شمال غربی)، شیب عمومی دامنه (بین ۲۰ تا ۳۵ درصد)، نوع خاک، تیپ جنگل (راشستان) و... با داشتن حداقل فاصله جغرافیایی ممکن از یکدیگر (جهت اجتناب از بروز سایر عوامل تأثیرگذار) بودند. روش استخراج چوب در جنگل‌های مزبور چوبکشی زمینی با استفاده از اسکیدرهای چرخ لاستیکی بوده که در گذشته از TAF و سال‌های اخیر Timberjack 450C استفاده شده است (شرکت سهامی نکا چوب، ۱۳۷۶). مشخصات و ویژگی‌های ۴ مسیر نامبرده در جدول (۱) ارائه شده است.

کاج حساسیت کمتری نسبت به گونه نوئل دارد. علاوه بر این، برش‌گزینشی در جنگل‌های استوایی غالباً آسیب‌های سنگینی به درختان سرپا وارد می‌آورد؛ اما در جنگل‌های معتدله عکس این وضعیت صادق است و آسیب کمتری نسبت به سایر شیوه‌ها به توده می‌رساند (Whitman *et al.*, 1997; Murphy *et al.*, 2009). به دلیل توانایی حلقه‌های رویشی درختان در ثبت تاریخچه رخداد‌های یک درخت، استفاده از دواير سالیانه به‌عنوان یک وسیله قابل اعتماد در تشخیص فشارهای زیست محیطی و انسانی رایج شده است (Froehlich *et al.*, 1981; Pollmann, 2002; Grundmann *et al.*, 2008). این مطلب که چوبکشی چقدر بر رویش گونه‌های مختلف درختان تأثیرگذار است و این تغییرات رویش در سراسر حاشیه مسیرهای چوبکشی اثر یکسانی دارد یا خیر بر ما پوشیده است. علاوه بر آن اکثر مطالعه‌های انجام شده در ارتباط با روش‌های قطع یکسره و گونه‌های سوزنی‌برگ بوده است (Roberts & Harrington, 2008; Heninger *et al.*, 2002; Yilmaz *et al.*, 2010). از طرف دیگر اهمیت آگاهی دقیق از اثرات شیوه رایج چوبکشی در جنگل‌های شمال کشور بر درصد کاهش یا افزایش رویش درختان سرپای راش بسیار زیاد است. همچنین نقش آسیب‌های فیزیکی رایج بر درختان مجاور در اثر چوبکشی و تأثیر آن بر تغییر رویش سالیانه درختان سرپا که آینده توده را تشکیل می‌دهند به اندازه کافی روشن نیست. در این تحقیق، به کمک آنالیز حلقه‌های سالیانه درختان، تغییرات ایجاد شده در میانگین رویش درختان سرپای راش حاشیه مسیرهای چوبکشی پس از گذشت ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سال از ایجاد تنش ناشی از چوبکشی زمینی،

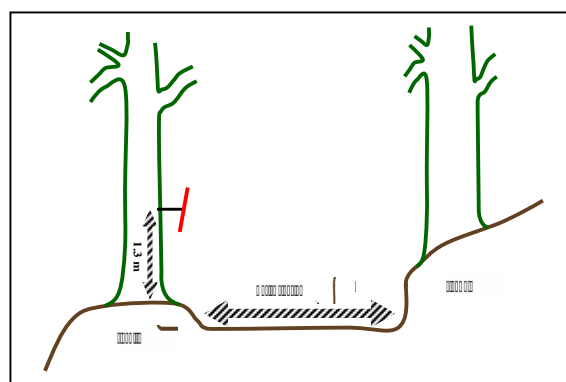
جدول ۱- مشخصات و ویژگی‌های مسیرهای مورد مطالعه

شماره پارسل		نام	نوع اسکیدر	طول مسیر (m)	ارتفاع از سطح دریا	نام مسیر (سن مسیر)
قدیم	جدید					
۹	۹	۲	تیمبرجک	۴۰۴ متر	۱۵۶۷ متر	مسیر ۵ ساله
۶۹	۴	۷	تیمبرجک	۶۶۳ متر	۱۴۱۸ متر	مسیر ۱۰ ساله
۷۳	۹	۷	تاف	۶۴۴ متر	۱۴۰۰ متر	مسیر ۱۵ ساله
۵۱	۴۲	۷	تاف	۴۰۳ متر	۱۱۶۰ متر	مسیر ۲۰ ساله

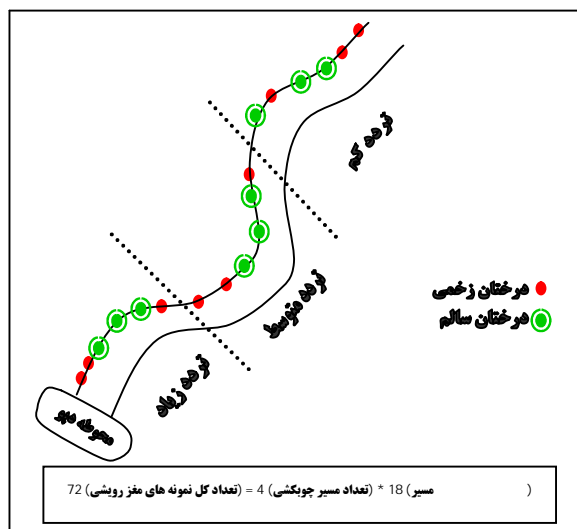
نمونه‌های مغز رویش از درختان راش حاشیه مسیرها در پایان فصل رویش سال ۱۳۸۹ جمع‌آوری شد. مغزهای رویشی از درختان سرپای راش با قطر برابر سینه ۳۰ تا ۴۵ سانتی‌متر، راست قامت و بدون وجود انحراف تنه (به دلیل اجتناب از نمونه‌برداری از درختان با چوب واکنشی) تهیه شدند. با توجه به هدف مطالعه، از هر درخت یک مغز رویشی در ارتفاع ۱/۳ متری و در جهت عمود بر مسیر چوبکشی استخراج شد (Grundmann *et al.*, 2008; Yilmaz *et al.*, 2010; Grissino-Mayer, 2003). شکل (۱) موقعیت نمونه‌برداری از درختان واقع در حاشیه مسیرها را با استفاده از مته سال سنج نشان می‌دهد.

در مجموع ۷۲ درخت در حاشیه چهار مسیر (۳۶ درخت سالم و ۳۶ درخت زخمی) مورد نمونه‌برداری واقع شدند. شکل (۲) طرح نمونه‌برداری از درختان واقع در هر مسیر را نشان می‌دهد.

هر مسیر چوبکشی از نظر مقدار تردد اسکیدر به سه بخش پر تردد (ابتدای مسیر و نزدیک به دیو)، تردد متوسط (بخش میانی مسیر) و کم تردد (بخش انتهایی مسیر) تقسیم‌بندی شد (Rab, 2004; Ezzati & Najafi, 2010). در هر بخش، ۳ درخت آسیب دیده توسط اسکیدر (دارای آثار زخم تنه) و ۳ درخت کاملاً سالم در سمت پایین دست شیب عرضی مسیر جهت نمونه‌برداری انتخاب شد. علت انتخاب درختان در سمت پایین شیب، این بوده که درختان بالادست مسیر، اغلب دچار زخم‌های پارگی ریشه است و بینه‌ها معمولاً درختان پایین دست را دچار زخم می‌کنند (Kartoolinejad *et al.*, 2012). علاوه بر این ۳ درخت کاملاً سالم راش، برای هر مسیر در محدوده خارج از حد تأثیر چوبکشی (با فاصله بیش از ۱۰۰ متر از هر مسیر چوبکشی) به عنوان شاهد نمونه مغز رویشی تهیه شد (در مجموع ۱۲ درخت شاهد برای چهار مسیر). همچنین



شکل ۱- موقعیت نمونه‌برداری از درختان پایین حاشیه مسیرها



شکل ۲- طرح نمونه برداری از درختان واقع در هر مسیر

دوم یا جذر، توزیع داده‌ها به توزیع نرمال تبدیل شد. مقایسه دو به دو، به کمک آزمون تی غیرجفتی و جفتی پارامتریک و مقایسه‌های بیش از دو گروه، با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه انجام شد. جهت انجام مقایسه بین گروه‌ها و در صورت وجود همگنی واریانس‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در صورت عدم وجود همگنی واریانس‌ها از آزمون داننتی ۳ استفاده شد.

نتایج

جدول (۲) نتایج مقایسه آماری میانگین پهنای دواير سالیانه درختان سالم و زخمی حاشیه کلیه مسیرها را نشان می‌دهد.

نمونه‌ها در داخل محفظه نگهداری پلاستیکی^۱ قرار گرفتند و از عرصه به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس هر نمونه بر روی چوب‌های شیدار^۲ ثابت شده و در دمای اتاق به مدت یک هفته به آرامی خشک شدند (Grissino-Mayer, 2003; Grundmann *et al.*, 2008). پهنای دواير سالیانه هر یک از نمونه‌ها با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و با استفاده از میز اندازه‌گیری 6 LINTABTM که به رایانه دارای نرم افزار TSAP (Grundmann *et al.*, 2008; Elferts, 2007) متصل بود اندازه‌گیری شد.

پس از اتمام اندازه‌گیری‌ها، در محیط نرم افزار TSAP منحنی میانگین رویش هر نمونه و هر تیمار بدست آمد. با استفاده از مقادیر میانگین پهنای دواير سالیانه هر نمونه، مقایسه‌های آماری در محیط نرم افزار SPSS انجام شد. ابتدا با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف از نرمال بودن داده‌ها و با استفاده از آزمون Levene از همگنی واریانس‌ها اطمینان حاصل شد. در صورت عدم وجود توزیع نرمال با استفاده از مبدل ریشه

1 - Holder

2 - Wooden core mounts

جدول ۲- مقایسه آماری پهنای دواير ساليانه ميان درختان زخمی و سالم حاشيه كلييه مسيره‌های چوبکشی

P	t	مقایسه رویش درختان زخمی و سالم
۰/۰۰۰	۴/۲۵۳**	مسیر ۵ ساله
۰/۰۰۰	۴/۶۸۵**	مسیر ۱۰ ساله
۰/۰۰۰	۴/۶۴۳**	مسیر ۱۵ ساله
۰/۰۴۹	۱/۹۷۰*	مسیر ۲۰ ساله
۰/۰۰۰	۷/۲۴۷**	کل مسیره‌ها

** وجود اختلاف معنی دار آماری در سطح احتمال ۹۹ درصد و * وجود اختلاف معنی دار آماری در سطح احتمال ۹۵ درصد.

پهنای دواير ساليانه درختان واقع در ترددهای کم، متوسط و شديد مسيره‌های چوبکشی مورد مقایسه آماری قرار گرفت. نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۹۹ درصد در کلیه مسیره‌ها بود. جدول (۴) تجزیه واریانس‌های این متغیر را در تیمارهای مورد آزمون نشان می‌دهد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود اختلاف معنی دار آماری میان درختان سالم و زخمی در کلیه مسیره‌ها وجود دارد. چنانکه در جدول (۳) مشخص است در کلیه مسیره‌ها پهنای دواير ساليانه درختان زخمی نسبت به درختان بدون زخم تنه کاهش یافت.

جدول ۳- مقایسه پهنای دواير ساليانه درختان زخمی و سالم (بر حسب صدم میلی‌متر)

نام مسیره‌ها	درختان سالم*	درختان زخمی
مسیر ۵ ساله	۲۲۵/۲ ± ۷/۵ a	۱۸۰/۰ ± ۶/۵ b
مسیر ۱۰ ساله	۲۴۰/۴ ± ۶/۶ a	۱۹۸/۴ ± ۶/۵ b
مسیر ۱۵ ساله	۲۳۶/۸ ± ۷/۵ a	۱۸۸/۹ ± ۵/۸ b
مسیر ۲۰ ساله	۲۸۲/۴ ± ۱۳/۰ a	۲۳۸/۵ ± ۸/۸ b
کل مسیره‌ها	۲۴۶/۲ ± ۴/۶ a	۲۰۱/۵ ± ۳/۶ b

* حروف انگلیسی مختلف در هر ردیف، بیانگر اختلاف معنی دار آماری در مقایسه دو میانگین مزبور است.

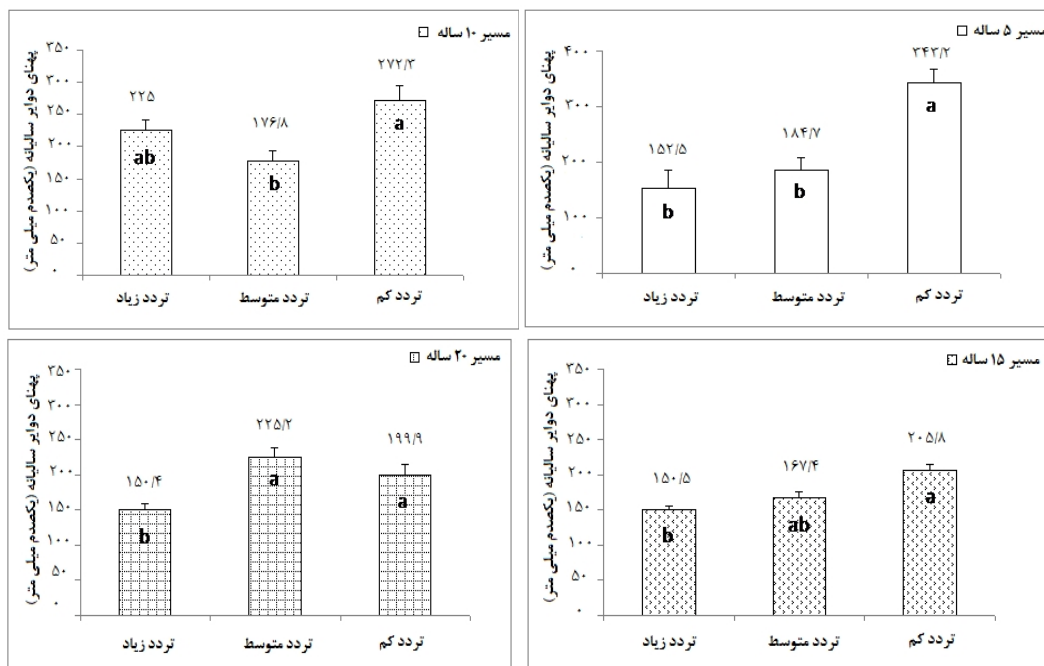
جدول ۴- مقایسه پهنای دواير ساليانه درختان واقع در ترددهای مختلف مسيره‌های چوبکشی

P	میانگین مربعات	F	درجه آزادی	مقایسه رویش درختان در ترددهای مختلف
۰/۰۰۰	۳۵۳/۶	۲۰/۹۵**	۲	مسیر ۵ ساله
۰/۰۰۱	۱۰۶/۱	۷/۵۸۵**	۲	مسیر ۱۰ ساله
۰/۰۰۰	۵۵۷/۹	۴۲/۵۵**	۲	مسیر ۱۵ ساله
۰/۰۰۰	۱۷۴۶/۹	۷۲/۰۵**	۲	مسیر ۲۰ ساله
۰/۰۰۰	۱۶۰۴/۱	۸۷/۲۳**	۲	کل مسیره‌ها

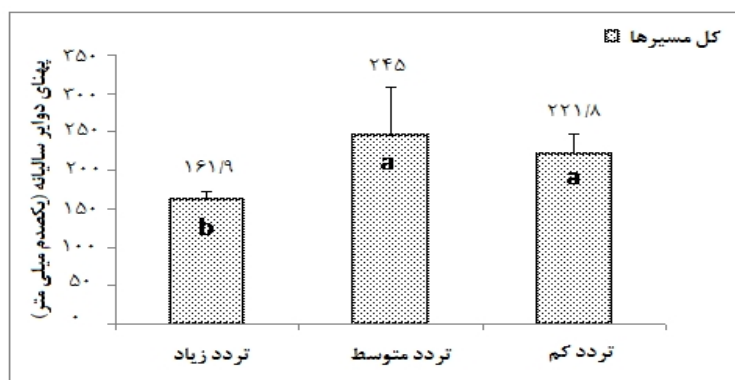
** وجود اختلاف معنی دار آماری در سطح احتمال ۹۹ درصد.

است. در شکل (۳) مقایسه میانگین پهناهای دایر سالیانه درختان سالم در ترددهای مختلف مسیره‌های ۵ تا ۲۰ ساله نشان داده شده است. شکل (۴) نیز نتایج مقایسه کلی پهناهای دایر سالیانه درختان سالم در ترددهای همه مسیره‌ها را نشان می‌دهد.

نتایج مقایسه میانگین پهناهای دایر سالیانه درختان سالم واقع بر ترددهای مختلف در کلیه مسیره‌ها، بیانگر کاهش شدید رویش در ترددهای زیاد است. درختان واقع در تردد کم در کلیه مسیره‌ها رویش بیشتری در مقایسه با تردد زیاد داشته اما تردد متوسط با نوساناتی همراه بوده



شکل ۳- مقایسه میانگین پهناهای دایر سالیانه میان درختان سالم واقع بر ترددهای مختلف در مسیره‌های مورد مطالعه



شکل ۴- مقایسه میانگین پهناهای دایر سالیانه میان درختان واقع بر ترددهای مختلف در کل مسیره‌ها

جدول ۵- جدول مقایسه آماری پهنای دواير سالیانه درختان حاشیه مسیره‌های چوبکشی قبل و پس از چوبکشی

نام مسیره‌ها	t	P
مسیر ۵ ساله	۰/۹۵ ^{ns}	۰/۳۴۱
مسیر ۱۰ ساله	-۲/۸۴**	۰/۰۰۵
مسیر ۱۵ ساله	-۶/۰۴**	۰/۰۰۰
مسیر ۲۰ ساله	-۴/۱۶**	۰/۰۰۰
کل مسیره‌ها	-۲/۱۶۳*	۰/۰۳۱

** وجود اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۹۹ درصد، * وجود اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۹۵ درصد و ns به معنی نبود اختلاف معنی‌دار آماری است.

نتایج مقایسه میانگین پهنای دواير سالیانه قبل و پس از چوبکشی در مسیره‌ها در جدول (۶) آورده شده است. تغییراتی که در رویش درختان حاشیه مسیر در اثر تیمارهای مورد آزمون ایجاد شده در جدول (۷) به‌طور کلی ارائه شده است. قابل ذکر است که این تیمارها اثر کاهشی بر رویش درختان ایجاد نموده که بیانگر اثرات منفی چوبکشی زمینی بر درختان مجاور است.

جهت اطلاع از اینکه آیا رویش درختان پس از چوبکشی در مقایسه با قبل از آن تغییری کرده یا خیر، رویش درختان حاشیه مسیره‌ها با رویش خود آنان تا ۳۰ سال قبل توسط آزمون T مورد مقایسه قرار گرفت. جدول (۵) نتایج مقایسه مزبور را نشان می‌دهد. چنانچه ملاحظه می‌شود بجز مسیر ۵ ساله که اختلاف معنی‌داری نداشت، در سایر مسیره‌ها رویش قبل و بعد از چوبکشی اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد نشان داد.

جدول ۶- مقایسه پهنای دواير سالیانه درختان قبل و پس از چوبکشی بر حسب صدم میلی‌متر

نام مسیره‌ها	قبل از چوبکشی*	پس از چوبکشی
مسیر ۵ ساله	۲۰۰/۷ ± ۵/۶ a	۲۱۲/۰ ± ۱۲/۱ a
مسیر ۱۰ ساله	۲۲۷/۹ ± ۵/۷ a	۲۰۲/۴ ± ۸/۳ b
مسیر ۱۵ ساله	۲۲۰/۴ ± ۶/۹ a	۲۰۵/۳ ± ۶/۹ b
مسیر ۲۰ ساله	۳۱۰/۰ ± ۱۵/۷ a	۲۳۵/۷ ± ۸/۶ b
کل مسیره‌ها	۲۲۸/۳ ± ۳/۸ a	۲۱۷/۶ ± ۴/۵ b

* حروف انگلیسی مختلف در هر ردیف، بیانگر اختلاف معنی‌دار آماری در مقایسه دو میانگین مزبور است.

جدول ۷- برآیند کلی تغییرات درصد رویش درختان مورد بررسی در تیمارهای مختلف

درصد رویش	مقایسه درصد رویش درختان تیمار
-۱۰/۸	درصد کاهش رویش درختان پس از چوبکشی نسبت به قبل از آن (اختلاف رویش قبل و پس از چوبکشی نسبت به قبل از چوبکشی با سنوات مساوی)
-۱۸/۲	درصد کاهش رویش درختان زخمی نسبت به درختان سالم (اختلاف رویش درختان زخمی و سالم نسبت به درختان سالم)
-۳۳/۳	درصد کاهش رویش درختان واقع بر تردد زیاد نسبت به تردد کم (اختلاف رویش درختان تردد زیاد و کم نسبت به رویش درختان تردد کم)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که میانگین رویش درختان زخمی در تمامی مسیره‌ها کمتر از درختان سالم بوده است (جدول‌های ۲ و ۳). درختانی که مورد تنش ناشی از چوبکشی با اسکیدر واقع می‌شوند یا به عبارتی دچار زخم‌هایی در انتهای تنه می‌شوند به مرور بر رویش قطری آن‌ها اثر می‌گذارند و باعث کندی و افت رویش می‌شوند. کاهش رویش به اندازه‌ای است که حتی تا ۲۰ سال پس از آسیب‌دیدگی به خوبی مشهود و پایدار است. بر اساس تحقیقات انجام شده اثر منفی بهمن در برخی از درختان تنها تا ۲ سال موجب کاهش رویش می‌شود (Köse *et al.*, 2010). در برخی دیگر از مطالعه‌ها پس از اعمال تنش (به‌عنوان مثال حمله آفات و حشرات) کاهش رویش بلافاصله در نتیجه دو یا چند سال رویش جبران می‌شود (Eckstein *et al.*, 1991; Morin, 1994; Kia Daliri *et al.*, 2007). اما در این تحقیق تا ۲۰ سال رویش درختان زخمی حاشیه مسیر با درختان سالم در وضعیت مشابه اختلاف معنی‌دار داشته است (جدول ۳).

مقایسه رویش درختان در تردهای مختلف مسیره‌ها نشان داد که در تمامی ۴ مسیر بخش انتهایی که تحت عنوان تردد کم شناخته می‌شود، همواره میانگین رویش آن به‌طور معنی‌داری بیشتر از بخش پر تردد یا بخش آغازین مسیره‌ها بوده است (شکل‌های ۳ و ۴). به این ترتیب باید بر نقش افزایشی اثرات منفی آمد و شد اسکیدر بر رویش درختان حاشیه مسیر تأکید داشت. افزایش تردد اسکیدر باعث فشردگی بیشتر خاک شده و از سوی دیگر دفعات آسیب‌دیدگی درختان در معرض ضربه را افزایش می‌دهد که این خود کاهش رویش را مضاعف می‌کند. نقش فشردگی ریشه‌ها و آسیب‌های وارد شده به آن‌ها در زمان چوبکشی را نباید در این زمینه کم اهمیت دانست. در تحقیقات زیادی به این موضوع اشاره شده است (Froehlich *et al.*, 1981; Pinard *et al.*, 2000; Murphy *et al.*, 2009). اما در

بخش کم تردد یا به عبارتی بخش انتهایی مسیره‌ها، شدت کوبیدگی و یا وزن مخصوص ظاهری خاک به‌دلیل عبور و مرور کمتر اسکیدر تغییر کمتری دارد (Ezzati & Najafi, 2012) و بنابراین فضای ریشه‌ای درختان تغییر چندانی ندارد و از طرف دیگر باز شدن مسیر به‌هنگام افتتاح آن شرایط رویش بهتر درختان را فراهم می‌آورد و در نتیجه افزایش رویش در این بخش مشاهده شده است.

رویش درختان واقع در تردد متوسط، نظم مشخصی را نسبت به تردد کم و زیاد نشان نداد. گاه مقدار آن در برخی مسیره‌ها کمتر از تردد زیاد بود و گاه بیشتر (شکل ۳). به‌دلیل عدم آگاهی از تعداد دقیق آمد و شد اسکیدر در هر یک از این سه بخش و تعیین مرزهای تردد متوسط با تردد کم یا زیاد به‌طور ذهنی و غیرعینی، مقدار رویش ثبت شده نیز نظم مشخصی ندارد. به هر جهت امکان تعیین تعداد دقیق آمد و شد اسکیدرها در هر بخش از مسیره‌های چوبکشی، آن هم هنگامی که ۵، ۱۰، ۱۵ و یا ۲۰ سال از آخرین تردد آن‌ها گذشته است وجود ندارد. به‌همین جهت معمولاً برای تعیین سه بخش تردد (کم، متوسط و زیاد) طول مسیر را به سه بخش تقسیم می‌کنند. به‌همین دلیل تأثیر کوبیدگی بر رویش درختان حاشیه‌ای، در تردد میانی، گاه بیشتر و گاه کمتر از تردد کم یا زیاد بدست خواهد آمد. در هر صورت نتایج تحقیقات نشان داده که کوبیدگی خاک، ناشی از تردد بر سطح مسیره‌ها، چگالی خاک را افزایش داده و خاک را سخت و محکم می‌کند (Williamson & Neilsen, 2003; Froehlich *et al.*, 1981).

به‌طور کلی از یک طرف باز شدن توده در هنگام احداث و افتتاح مسیر چوبکشی باعث افزایش رویش درختان مجاور می‌شود؛ از طرف دیگر افزایش دفعات آمد و شد اسکیدر به‌همراه آسیب‌های وارد شده به تنه موجب کاهش رویش درختان می‌شود. برآیند این موضوعات کاهش رویش کل درختان مسیر را در پی داشته است اما بیشترین وزن رویش در انتهای مسیر (بخش کم تردد) و

توده ۲۶ ساله *Loblolly pine* را تا ۱۳ درصد و رویش حجمی را تا ۵۳ درصد کاهش داد (Froehlich *et al.*, 1981).

بنابراین با توجه به نتایج تحقیقات مشابه می‌توان دلایل زیر را برای کاهش رویش درختان واقع بر حاشیه مسیره‌های چوبکشی موثر دانست: افزایش وزن مخصوص خاک و کاهش خلل و فرج بزرگ خاک‌دانه‌ها و در نتیجه سخت و محکم شدن خاک (Pinard *et al.*, 2000; Williamson & Neilsen, 2003)، توقف رشد ریشه به‌ویژه ریشه‌های موئین (Heilman, 1981)، آمیختگی افق‌های خاک و حذف افق‌های حاصلخیز O و A و در نتیجه کاهش عناصر قابل دسترس درختان مجاور (Murphy *et al.*, 2009; Pinard *et al.*, 2000; Williamson & Neilsen, 2003).

بنا بر نتایج این تحقیق، از یک طرف افزایش دفعات تردد اسکیدر به‌همراه آسیب‌های وارد شده به تنه درختان مجاور موجب کاهش رویش (به‌ویژه در درختان بخش پر تردد یا ابتدای مسیر) می‌شود و از طرف دیگر باز شدن توده در هنگام احداث و افتتاح مسیره‌های چوبکشی باعث افزایش رویش درختان مجاور (به‌ویژه در درختان انتهایی مسیر) می‌شود. تردد اسکیدر بر سطح مسیره‌های چوبکشی باعث افزایش شدید کوبیدگی خاک و در نتیجه افزایش وزن مخصوص ظاهری به‌ویژه در ابتدای هر مسیر می‌شود. این کوبیدگی رویش و توسعه ریشه درختان مجاور مسیر را کاهش داده و فعالیت میکروارگانیزم‌ها و جانوران خاک‌زی را کاهش می‌دهد و مواد غذایی قابل دسترس ریشه گیاهان نیز شدیداً تحت تأثیر قرار می‌دهد. تمامی این عوامل باعث کاهش شدید رویش در بخش پرتردد مسیره‌ها می‌گردد. درختان زخمی بیش از سایر درختان دچار کاهش رویش می‌گردند. زخم‌های ناشی از اسکیدر نه‌تنها رویش درختان را کاهش می‌دهد بلکه سلامت درخت را به‌خطر انداخته و منجر به پوسیدگی در آن‌ها می‌گردد که در نهایت مرگ درختان را به همراه خواهد داشت.

کمترین مقدار آن مربوط به ابتدای مسیره‌ها (بخش پرتردد و نزدیک به دیو) بوده است (شکل ۳). پهنای دواير سالیانه درختان قبل و پس از چوبکشی در مسیره‌های مختلف مورد مقایسه آماری قرار گرفت (جدول‌های ۵ و ۶). در مسیر ۵ ساله میانگین رویش، نسبت به قبل از چوبکشی کمی افزایش نشان داد؛ اگرچه این اختلاف معنی‌دار نبوده است. دلیل این امر باز شدن مسیره‌های چوبکشی و افزایش رویش در درختان باقیمانده در مسیر است. رویش برخی درختان به‌ویژه در بخش کم تردد که خاک نیز برهم خوردگی ناچیزی دارد حتی بهتر نیز شده است. درختان در ابتدای مرحله تنش قرار دارند. آسیب به تنه درختان سرپا هنوز پوسیدگی را القا نکرده است و درختان زخمی شادابی خود را از دست نداده‌اند. اما با افزایش سن مسیر، اختلاف رویش قبل و پس از چوبکشی معنی‌دار شده است. به‌گونه‌ای که حداکثر اختلاف میانگین، متعلق به مسیر ۲۰ ساله است (با کاهش حدود ۰/۷۵ میلی‌متر در میانگین پهنای هر یک از دواير سالانه) (شکل ۵). می‌توان نتیجه گرفت درختانی که در اثر چوبکشی دچار زخم تنه شده‌اند (زخم ریشه در نظر گرفته نشده است) با گذشت زمان گسترش پوسیدگی در آن‌ها اثر می‌گذارد و باعث کاهش رویش شدید می‌شود. قابل ذکر است که نتیجه مزبور حاصل آنالیز کلیه داده‌های درختان حاشیه مسیر است. به‌عبارتی درختان زخمی و سالم، درختان واقع در تردد کم، متوسط و زیاد در این مقایسه قرار گرفتند. از آنجایی که عبور و مرور اسکیدر، خاک مسیره‌ها را تغییر داده و نسبت کربن/نیتروژن و عناصر معدنی قابل جذب برای درختان را پس از چوبکشی تغییر می‌دهد. افت زیاد نیتروژن نیز کیفیت و مقدار چوب تولید شده را تغییر می‌دهد (Murphy *et al.*, 2009; Hazletta *et al.*, 2007). در یک مطالعه بر روی کاج پاندرزوا ۱۶ ساله کوبیدگی خاک رویش ارتفاعی را تا ۲۹ درصد و رویش قطری را تا ۶۸ درصد کاهش داده بود (Froehlich, 1979). به‌طور مشابه کوبیدگی خاک رویش ارتفاعی یک

اجتناب نمود. نتایج در حال انتشار نگارندگان نشان داده که برخورد اسکیدر با بار (تعداد دفعات حتی اندک) می‌تواند منجر به پوسیدگی حدود ۲۵ درصد از درختان آسیب دیده شود. بنابراین برای هدر رفت چوب چنین درختانی می‌بایست برنامه‌ریزی ویژه‌ای در طرح‌های جنگلداری صورت گیرد. مثلاً بهتر است در صورت غیرقابل اجتناب بودن برخورد، برخی از این درختان مورد نشانه‌گذاری قرار گیرند. در نهایت باید اظهار داشت که بسیاری از این آسیب‌ها قابل پیشگیری هستند. کوبیدگی خاک را نیز می‌توان با بکارگیری روش‌های ساده اصلاحی خاک، به‌خصوص در بخش پرتدد مسیره‌ها، پس از استفاده از آن‌ها کاهش داد. از طرفی دیگر با استفاده اصولی از مسیره‌های چوبکشی یعنی محدود کردن تردد اسکیدر تنها به زمان‌هایی که خاک خشک است می‌توان از کوبیدگی و به هم خوردگی خاک در فرآیند چوبکشی تا حد زیادی جلوگیری نمود.

در پایان باید اشاره داشت که با اقدامات ساده و پیشگیرانه و در نهایت با صرف هزینه‌های اندک، آسیب‌های وارد شده به خاک و درختان توده را تا حد زیادی می‌توان کاهش داد. آموزش رانندگان اسکیدرها، اولین و مؤثرترین عامل کاهش صدمات به زادآوری و درختان سرپا است. درختان آسیب‌پذیر قبل از شروع عملیات چوبکشی شناسایی شوند. اقداماتی که می‌توان برای این پایه‌ها انجام داد در بسیاری از منابع ذکر شده که از آن جمله می‌توان به پوشاندن آن‌ها به کمک تایلر ماشین اشاره نمود. شناسایی چنین درختانی که پتانسیل بالای برخورد اسکیدر یا گرده را دارند به راحتی امکان پذیر است. درختانی که در پایین شیب‌های حاشیه مسیر قرار دارند و نیز درختانی که در طرفین قوس و پیچ‌های مسیره‌های چوبکشی قرار دارند بیشترین پتانسیل برخورد را دارا می‌باشند. بنابراین می‌توان با پوشاندن بخش پایینی این درختان به کمک لاستیک، طراحی دقیق‌تر مسیره‌ها، رعایت دقت در حمل بینه‌ها، از این صدمات

منابع

1. Ballard, T.M., 2000. Impacts of forest management on northern forest soils. *Forest Ecology and Management*, 133: 37-42.
2. Elferts, D., 2007. Scots pine pointer-years in northwestern Latvia and their relationship with climatic factors. *Environmental and Experimental Biology*, 723: 163-170.
3. Eckstein, D., Hoogesteger, J. and Holmes, R.L., 1991. Insect-related differences in growth of birch and pine at northern tree line in Swedish Lapland. *Holarctic Ecology*, 14(1): 18-23.
4. Ezzati, S. and Najafi, A., 2010. Long-term impact evaluation of ground-based skidding on residual damaged trees in the Hyrcanian forest, Iran. *International Journal of Forestry Research*, 183735, 8p.
5. Ezzati, S. and Najafi, A., 2012. Impacts of twenty years ground-based skidding on physical and hydrological soil properties. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 16(61): 261-272.
6. Froehlich, H.A., 1979. The effect of soil compaction by logging on forest productivity. Final report to the U.S. Bureau of Land Management, Contract 53500-CT4-5(N), School of Forestry, Oregon State University, Corvallis, 19p.
7. Froehlich, H.A., Aulerich, D.E. and Curtis, R., 1981. Designing skid trail systems to reduce soil impacts from tractive logging machines. Forest Research Laboratory, Oregon State University and Corvallis. Research Paper 44, 15p.
8. Grissino-Mayer, H.D., 2003. A manual and tutorial for the proper use of an increment borer. *Tree-Ring Research*, 59: 63-79.
9. Grundmann, B.M., Bonn, S. and Roloff, A., 2008. Cross-dating of highly sensitive common beech (*Fagus sylvatica* L.) tree-ring series with numerous missing rings. *Dendrochronologia*, 26: 109-113.
10. Han, H.S. and Kellogg, L.D., 1997. Comparison of damage characteristics to young Douglas-fir stands from commercial thinning using four timber harvesting systems, Proceedings of Annual COFE meeting, July 28-31, Rapid City, SD, 76-85p.
11. Hartmann, H., Beaudet, M., Mazerolle, M.J. and Messier, C., 2009. Sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) growth is influenced by close conspecifics and skid trail proximity following selection harvest. *Forest Ecology and Management*, 258: 823-831.
12. Hartmann, H., Wirth, C., Messier, C. and Berninger, F., 2008. Effects of above- and belowground partial harvest disturbance on growth and water status of residual sugar maple. *Tree Physiology*, 28: 1851-1862.
13. Hazletta, P.W., Gordonb, A.M., Voroneyc R.P. and Sibley, P.K., 2007. Impact of harvesting and logging slash on nitrogen and carbon dynamics in soils from upland spruce forests in northeastern Ontario. *Soil Biology and Biochemistry*, 39: 43-57.
14. Heilman, P., 1981. Root penetration of Douglas-fir seedlings into compacted soil. *Forest Science*, 27: 660-666.
15. Heninger, R., Scott, W., Dobkowski, A., Miller, R., Anderson, H. and Duke, S., 2002. Soil disturbance and 10-year growth response of the coast Douglas-fir on nontilled and tilled skid trails in the Oregon Cascades. *Canadian Journal of Forest Research*, 32: 233-246.
16. Kartoolinejad, D., Najafi, A. and Kazemi-Najafi, S., 2012. Decay evaluation of damaged beech trees (*Fagus orientalis* L.) adjacent to skid trails by nondestructive stress wave technique. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(4): 622-633.
17. Kia Daliri, H., Kazemi Najafi, S. and Ahangaran, Y., 2007. The effect of leaf feeder moth (*Erannis defoliaria* & *Operophtera brumata*) on radial growth of 3 tree species in north of Iran (Case study: Mashalak, Nowshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 15(3): 301-309.

18. Köse, N., Aydın, A., Akkemik, Ü., Yurtseven, H. and Güner, T., 2010. Using tree-ring signals and numerical model to identify the snow avalanche tracks in Kastamonu, Turkey. *Natural Hazards*, 54: 435-449.
19. Larsson, B., Bengtsson, B. and Gustafsson, M., 2004. Nondestrutive detection of decay in living trees. *Tree Physiology*, 24: 853-858.
20. Lockaby, B.E. and Vidrine, C.G., 1984. Effect of logging equipment traffic on soil density and growth and survival of young Loblolly Pine. *Southern Journal of Applied Forestry*, 8: 109-112.
21. Morin, H., 1994. Dynamics of Balsam Fir forests in relation to spruce budworm outbreaks in the boreal zone, Québec. *Canadian Journal of Forest Research*, 24: 730-741.
22. Murphy, G., Brownlie, R., Kimberley, M. and Beets, P., 2009. Impacts of forest harvesting related soil disturbance on end-of-rotation wood quality and quantity in a New Zealand *radiata pine* forest. *Silva Fennica*, 43(1): 147-160.
23. Pinard, M.A., Barker, M.G. and Tay, J., 2000. Soil disturbance and post-logging forest recovery on bulldozer paths in Sabah, Malaysia. *Forest Ecology and Management*, 130: 213-225.
24. Pollmann, W., 2002. Effects of natural disturbance and selective logging on *Nothofagus* forests in south-central Chile. *Journal of Biogeography*, 29: 955-970.
25. Puettmann, K.J., D'Amato, A.W., Arikian, M. and Zasada, J.C., 2008. Spatial impacts of soil disturbance and residual overstory on density and growth of regenerating aspen. *Forest Ecology and Management*, 256: 2110-2120.
26. Rab, M.A., 2004. Recovery of soil physical properties from compaction and soil profile disturbance caused by logging of native forest in Victorian Central Highlands, Australia. *Forest Ecology and Management*, 191(1-3): 329-340.
27. Roberts, S.D. and Harrington, C.A., 2008. Individual tree growth response to variable density thinning in coastal Pacific Northwest forests. *Forest Ecology and Management*, 255: 2771-2781.
28. Tavankar, F., Majnonian, B. and Bonyad, A., 2009. Logging damages on forest regeneration and soil compaction using ground-based system (Case study: Asalem forest area, Guilan). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 13(48): 449-456.
29. Thorpe, H.C., Thomas, S.C. and Caspersen, J.P., 2008. Tree mortality following partial harvest is determined by skidding proximity. *Ecological Applications*, 18: 1652-1663.
30. Tveite, B. and Hanssen, K.H., 2013. Whole-tree thinning in stands of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*): Short-and long-term growth results. *Forest Ecology and Management*, 298: 52-61.
31. Ugarković, D., Tikvić, I., Anić, I. and Mikac, S., 2012. Effect of tree damage on crown defoliation and diameter increment of Silver Fir (*Abies alba* Mill.) during timber skidding in Gorski Kotar region. *Forest Engineering*, October 8-12.
32. Wang, X., Divos, F., Pilon, C., Brashaw, B.K., Ross, R.J. and Pellerin, R.F., 2004. Assessment of decay in standing timber using stress wave timing nondestructive evaluation tools. A guide for use and interpretation. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-147. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 12p.
33. Whitman, A.A., Brokaw N.V.L. and Hagan, J.M., 1997. Forest damage caused by selection logging of mahogany (*Swietenia macrophylla*) in northern Belize. *Forest Ecology and Management*, 92: 87-96.
34. Williamson, J.R. and Neilsen, W.A., 2003. The effect of soil compaction, profile disturbance and fertilizer application on the growth of eucalyptus seedlings in two glasshouse studies. *Soil and Tillage Research*, 71: 95-107.

-
35. Yilmaz, E., Makineci, E. and Demir, M., 2010. Skid road effects on annual ring widths and diameter increment of fir (*Abies bornmulleriana* Mattf.) trees. *Transportation Research, Part D*, 15: 350-355.

Long term impact of ground skidding with rubber-tiered skidder on growth of standing beech trees locating alongside of trails

- **D. Kartoolinejad***; Assistant professor, Faculty of Desert Studies, University of Semnan, Iran
- **A. Najafi**; Associate professor, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Nour, Iran
- **K. Pourtahmasi**; Assistant professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran

(Received: 23- Dec- 2013 Accepted: 08- May- 2014)

Abstract

In this study, the impact of ground based skidding operation on increment growths of standing beech trees placing at alongside of skid trails investigated in Hyrcanian forests. For this purpose, four abandoned skid trails were selected which 5, 10, 15 and 20 years passed from their last skidding. Each trail divided to three segments of low, medium and high traffic with regard to distance from landing and skidder traffic intensity. The number of 72 standing beech trees were sampled alongside of trails using increment borer, and annual ring width were calculated using measuring table of LINTAB 6 with 0.01 mm accuracy. The results of ring width mean comparison between years after and before skidding operation showed about 11% decreasing in trees growth of all skid trails. Ring width in all skid trails showed significant decreasing (about 18%) in mean value of wounded trees compared with sound ones. Furthermore, trees located in high traffic segments revealed lowest mean value of increment than other segments and 33% decreasing in mean annual ring width were recorded in comparison with trees placed on low traffic segments.

Keywords: utilization damages, Annual tree ring, Hyrcanian forests, Skidder traffic, LINTAB measuring table.