Archive of SID

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و سوم، ویژه‌نامه ۲، ۱۳۹۵
http://jwfst.gau.ac.ir

تجزیه و تحلیل انفرادی صدمات بهره‌برداری تک‌گزینی بر درختان باقیمانده در جنگل‌های ناو اسالم

***فرزام توانکار[۱]، مهرداد نیکوی[۲] و مهدی رضایی[۳]**

[۱]استادیار مهندسی جنگل، واحد خلخال، دانشگاه آزاد اسلامی، خلخال، ایران،
[۲]استادیار مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران،
[۳]دانشجوی کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۳

چکیده

سابقه و هدف: بهره‌برداری یکی از عملیات حساس در مدیریت جنگل‌ها می‌باشد که موجب صدمه دیدن درختان باقیمانده می‌شود. کاهش فراوانی و شدت صدمات در طی عملیات بهره‌برداری یکی از اهداف اصلی مدیریت جنگل‌های تک‌گزینی است. هدف از این تحقیق تجزیه و تحلیل عوامل تأثیرگذار بر صدمات در مراحل بهره‌برداری هر اصله درخت در جنگل‌های ناو اسالم بود.

مواد و روش‌ها: از تعداد کل درختان نشانه‌گذاری شده برای قطع در دو پارسل از جنگل‌های ناو اسالم، تعداد ۸۳ اصله (۲۲/۷ درصد) به‌صورت تصادفی انتخاب و صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در طی مراحل قطع، جمع‌آوری و چوبکشی به‌صورت انفرادی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در اثر بهره‌برداری هر اصله درخت به‌طور متوسط ۱۳/۳ اصله از درختان باقیمانده صدمه دیدند که ۳ اصله در مرحله قطع، ۸/۹ اصله در مرحله وینچینگ و ۱/٤ اصله در مرحله چوبکشی ایجاد شد. قطر برابر سینه درختان قطع شده از ۲۵ تا ۱۰۷ با میانگین ٦٨/٤ سانتی‌متر و ارتفاع آن‌ها از ۱۲/۵ تا ۲۷/۳ با میانگین ۲۱ متر بود و با افزایش قطر و ارتفاع درختان قطع شده صدمات

*مسئول مکاتبه: tavankar@aukh.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش یافت. فاصله وینچینگ از ۳ تا ٤٧ با میانگین ٢٤/٥ متر و زاویه وینچینگ از صفر تا ٤٧ با میانگین ۱۹/۱ درجه بود و با افزایش آن‌ها صدمات افزایش یافت. صدمات در مرحله وینچینگ ارتباط مستقیم و معنی‌داری با مقدار شیب زمین و تراکم توده داشت. صدمات با افزایش تعداد قوس افقی و کاهش شعاع قوس افقی مسیرهای چوبکشی افزایش یافت. صدمات در اثر قطع و انداختن درختان در جهت مناسب و وینچینگ آن‌ها از مسیرهای مناسب به‌ترتیب ٤٢/٤ و ۱۷/۱ درصد کمتر از جهت‌ها و مسیرهای نامناسب بود. میانگین قطر برابر سینه درختان زخمی و از بین رفته در مرحله قطع (به‌ترتیب ٦٣/٥ و ٣٤/٦ سانتی‌متر) بیشتر از میانگین آن‌ها در مراحل وینچینگ و چوبکشی بود. میانگین اندازه زخم تنه ۳۲۷/۱ سانتی‌متر مربع، میانگین عمق زخم تنه ۲۰/۱ میلی‌متر و میانگین ارتفاع زخم تنه از سطح زمین ۰/۸٦ متر بود. میانگین اندازه و ارتفاع زخم تنه از سطح زمین در مرحله قطع، میانگین عمق زخم تنه در مرحله جمع‌آوری بزرگتر از مراحل دیگر بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان داد که مدیریت اصولی جنگل‌های تک‌گزینی نیاز به توسعه علوم و فنون بهره‌برداری دارد. به‌منظور کاهش صدمات بهره‌برداری بر درختان باقیمانده قطع هدایت شده درختان و محدود کردن عملیات وینچینگ به مناطق عاری از درخت و تجدید حیات و شیب‌های کمتر از ۵۰ درصد ضروری است.

واژه‌های کلیدی: صدمات بهره‌برداری، قطع درخت، وینچینگ، چوبکشی، جنگل ناو

مقدمه

جنگل‌های شمال ایران با وسعت ۱/۹ میلیون هکتار دارای ارزش‌های اکولوژیکی و اقتصادی فراوانی بوده و به روش جنگل‌شناسی تک‌گزینی مدیریت می‌شوند (۱۷). هدف از اجرای جنگل‌شناسی تک‌گزینی حفظ ساختار و آمیختگی گونه‌ها، تجدید حیات طبیعی و ایجاد توده‌های ناهمسال و همگام با طبیعت است (۱۷). برای نیل به اهداف فوق درختان مورد قطع در سطح مدیریتی جنگل‌های تک‌گزینی پراکنده بوده و در چنین حالتی خسارت به درختان باقیمانده در جنگل در طی عملیات بهره‌برداری غیر قابل اجتناب است (۱۵). زیرا درختان مورد قطع در حین افتادن و خروج از جنگل با درختان باقیمانده برخورد کرده و خساراتی را به آن‌ها وارد می‌آورند، که با عنوان صدمات اولیه بهره‌برداری نام برده می‌شوند (٣٦). صدمات می‌تواند به شکل از بین رفتن درختان باقیمانده در جنگل

www.SID.ir

Archive of SID

(معمولاً به سه شکل ریشه‌کن شده، تنه شکسته و تاج نابود شده) و یا به شکل زخمی شدن آن‌ها باشد. همچنین صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده ممکن است در سال‌های بعد از بهره‌برداری نیز منجر به کاهش رویش و یا نابودی آن‌ها شود (صدمات ثانویه بهره‌برداری) که بستگی به گونه و اندازه درخت صدمه دیده و شدت و محل صدمات دارد (۲٤، ۲۸، ۳۲ و ۳۵). اجرای موفقیت‌آمیز روش جنگل‌شناسی تک‌گزینی نیاز به توسعه و توجه اساسی به علوم و فناوری بهره‌برداری جنگل به منظور کاهش صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در جنگل دارد (۲، ۱٤، ۱٦، ۲۲ و ۳۱).

سیستم‌های بهره‌برداری مکانیزه مانند سیستم‌های مرکب هاروستر- فورواردر و همچنین فلربانچر- اسکیدر به‌دلیل شرایط ناهموار توپوگرافی، ساختار ناهمسال توده‌ها و پراکنده بودن درختان مورد قطع در سطح واحد بهره‌برداری (پارسل) در جنگل‌های شمال ایران مورد استفاده قرار نگرفته‌اند (۳۱). سیستم‌های کابل‌های هوایی نیز به‌دلیل گران بودن قیمت آن‌ها، هزینه‌های زیاد اجرایی و نیاز به آموزش پرسنل و افراد متخصص کمتر در این جنگل‌ها توسعه یافته است (۳۰). بهره‌برداری سنتی (حمل چوب‌آلات قطع شده با قاطر) نیز به‌دلیل پائین بودن راندمان این روش محدود به مناطق با شیب‌های تند و فاقد جاده‌های جنگلی و حجم برداشت کم می‌باشد (۱۸). گسترده‌ترین سیستم بهره‌برداری مورد استفاده در جنگل‌های شمال ایران سیستم چوبکشی زمینی است که قطع درختان توسط اره موتوری و خروج چوب‌آلات توسط ماشین‌های چوبکشی انجام می‌گیرد که عموماً با وارد آمدن صدمه به درختان باقیمانده همراه است (۱٤). وسعت و شدت صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده توسط ماشین‌های چوبکشی چرخ زنجیری بیشتر از ماشین‌های چوبکشی چرخ لاستیکی گزارش شده است (۲٦ و ۲۹). با توجه به گستردگی به‌کارگیری سیستم چوبکشی زمینی در جنگل‌های شمال ایران و صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در اثر اجرای هر بار عملیات بهره‌برداری (دوره ۱۰ سال) مطالعه و تجزیه و تحلیل صدمات در مناطق مختلف این جنگل‌ها ضروری است. در اکثر تحقیقات انجام گرفته در جنگل‌های شمال ایران فراوانی صدمات بهره‌برداری به‌صورت کلی و پس از اتمام عملیات بهره‌برداری با استفاده از روش‌های مختلف نمونه‌برداری از درختان باقیمانده در سطح پارسل بررسی شده است. به‌عنوان نمونه فراوانی صدمات چوبکشی زمینی در جنگل‌های مازندران ۱۵/۵ درصد (۱۳)، در جنگل‌های شفارود ۱۹/۷ درصد (۲۲)، در جنگل‌های اسالم ۱۳/۲ درصد (۳٤)، در جنگل‌های خیرود ۱٦/٤ درصد (۹) گزارش شده است. در برخی از تحقیقات دیگر فراوانی صدمات با آماربرداری صد در صد از درختان باقیمانده در حفره‌های قطع و نوارهای جمع‌آوری بررسی شده است. به عنوان نمونه

www.SID.ir

Archive of SID

نقدی و همکاران (۲۰۰۸) در جنگل‌های سیاهکل فراوانی صدمات در حفره‌های قطع و نوارهای جمع‌آوری را به‌ترتیب ۱۷/۵ و ٤۲/۵ درصد از درختان باقیمانده گزارش کردند (۲۰). کیوان بهجو و همکاران (۲۰۱۵) در جنگل‌های خیرود گزارش کردند که ٤٦ درصد از درختان واقع شده در دو متری دو طرف حاشیه مسیرهای چوبکشی صدمه دیده بودند (۱۱). در برخی دیگر از تحقیقات انجام گرفته صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در اثر قطع معمول درختان با قطع هدایت شده درختان مورد بررسی قرار گرفته است. به‌عنوان مثال ارشادی‌فر و همکاران (۲۰۱۱) در جنگل‌های اسالم نیز توانایی چهار گروه قطع در اجرای قطع هدایت شده را بررسی و گزارش کردند که هیچ کدام از گروه‌های قطع موفق به اجرای قطع هدایت شده نشدند و دلیل آن را عدم آموزش کافی کارگران قطع عنوان کردند (۳). بیاتی و همکاران (۲۰۱٤) در جنگل‌های ظالمرود گزارش کردند که فراوانی صدمات در قطع هدایت شده یک چهارم قطع هدایت نشده است (۱). علاوه بر فراوانی صدمات، شدت و عامل ایجاد صدمات نیز در تحقیقات مرتبط با بهره‌برداری جنگل مورد بررسی قرار می‌گیرند. در تحقیقی عوامل مؤثر بر صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در جنگل‌های استان گیلان بررسی و گزارش شد که با افزایش شدت برداشت، شیب زمین و تراکم توده فراوانی و شدت صدمات افزایش می‌یابد (۳۱).

با توجه به ماهیت روش جنگل‌شناسی تک‌گزینی که درختان مورد قطع در اندازه‌های متفاوت قطری و ارتفاعی و به‌صورت پراکنده در سطح جنگل هستند، علاوه بر شدت برداشت، عواملی مانند قطر و ارتفاع درختان قطع شده و فاصله آن‌ها از مسیرهای چوبکشی و جاده‌های جنگلی، شیب زمین، تراکم درختان باقیمانده، مسیر انداختن درختان و زاویه جمع‌آوری گرد بینه‌ها نیز می‌توانند بر فراوانی و شدت صدمات تأثیرگذار باشند. بنابراین تجزیه و تحلیل صدمات در اثر قطع و خارج کردن هر اصله درخت نیز می‌تواند اطلاعات جدید و مفیدی در جهت پیش‌بینی صدمات و ارایه راهکارهای عملی به منظور کاهش صدمات بهره‌برداری در اختیار مدیران این جنگل‌ها قرار دهد. اهداف این تحقیق عبارتند از: الف) برآورد فراوانی و شدت صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در جنگل در اثر بهره‌برداری و ب) بررسی عوامل تأثیرگذار بر فراوانی صدمات در مراحل مختلف بهره‌برداری در جنگل‌های ناو اسالم.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه جنگل سری یک ناو اسالم در حوزه آبخیز شماره هفت در استان گیلان است. مختصات جغرافیایی این سری ′۳۳ °٤۸ تا ′۱ °٤۹ طول شرقی و ′۳۱ °۳۷ تا ′٤۵ °۳۷ عرض شمالی است. اقلیم منطقه بر اساس ضریب رطوبت دمارتن در گروه مرطوب قرار دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

میزان بارش سالانه ۹۲٤ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالانه در حدود ۱۰/۲ درجه سانتی‌گراد است. از این سری دو پارسل مجاور هم ۳۵ و ٤۲ به‌ترتیب با وسعت ۳۹ و ۵۲ هکتار که در حاشیه جنوبی مرز سری و مجاور جاده جنگلی واقع شده بودند به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شدند. محدوده ارتفاعی از ۱۳۵۰ تا ۱۵۵۰ متر از سطح دریا و جهت عمومی شیب آن‌ها شمال و شمال غربی است. تیپ غالب جنگل در این پارسل‌ها راشستان همراه با ممرز است. ساختار توده ناهمسال و سایر گونه‌های درختی به‌ترتیب بیش‌ترین فراوانی عبارتند از پلت، شیردار، توسکا و نمدار. تراکم درختان و حجم سرپا قبل از بهره‌برداری در پارسل ۳۵ به‌ترتیب ۲۷۵ اصله و ۲۱۱ سیلو در هکتار و در پارسل ٤۲ به‌ترتیب ۲٤۷ اصله و ۲۰۰ سیلو در هکتار بود. روش جنگل‌شناسی اجرا شده در این پارسل‌ها همانند سایر جنگل‌های شمال تک گزینی بوده و تعداد کل درختان مورد قطع در پارسل ۳۵، ۱۸٤ اصله (٤/۷ اصله در هکتار) به حجم کل ٤۷٦/۲۲ سیلو (۱۲/۲ سیلو در هکتار) و در پارسل ٤۲، ۱۸۱ اصله (۳/۵ اصله در هکتار) به حجم کل ٤۰۹/۱۵ سیلو (۷/۹ سیلو در هکتار) در سال ۱۳۹۰ بود (٦). درختان نشانه‌گذاری شده ابتدا با اره موتوری قطع، شاخه‌زنی و بینه بری شدند، سپس گرده بینه‌ها به کابل وینچ ماشین چوبکشی متصل شده و با فعالیت وینچ روی مسیرهای چوبکشی کشیده شدند (مرحله جمع‌آوری یا وینچینگ) و در مرحله بعد با حرکت ماشین چوبکشی بر روی مسیرهای چوبکشی به دپوهای احداث شده در کنار جاده‌های جنگلی انتقال یافتند (مرحله چوبکشی). دستگاه اره موتوری استفاده شده مدل Stihl، ماشین چوبکشی مورد استفاده از نوع چرخ لاستیکی و مدل Timber jack 450C به قدرت ۱۷۷ اسب بخار، به وزن ۹/۸ تن و طول و عرض آن به‌ترتیب ٦/٤ و ۳/۸ متر بود. طول کابل وینچ ۵۰ متر بود. منطقه مورد مطالعه دارای توپوگرافی ناهموار و شیب زیاد است، به طوری که بیش از نیمی از آن دارای شیب‌های بیش‌تر از ۵۰ درصد است. میانگین فاصله مسیرهای چوبکشی از یکدیگر ۱۵۰ متر، تراکم طولی آن‌ها ۲٤/۵ متر در هکتار، حداقل و حداکثر شیب طولی مسیرهای چوبکشی به‌ترتیب ۵ و ۳۳ درصد و میانگین شیب طولی آن‌ها ۱۸/۱ درصد است.

روش جمع‌آوری داده‌ها: برای محاسبه حجم نمونه موردنیاز ابتدا با یک نمونه‌برداری مقدماتی با تعداد ۱۵ نمونه، انحراف معیار تعداد درختان صدمه دیده محاسبه و تعداد نمونه موردنیاز اولیه و تصحیح شده به‌ترتیب از رابطه‌های ۱ و ۲ به‌دست آمد (۱۰):

$$n_0 = \left(\frac{Z\alpha/_2}{d}\right)^2 s^2$$ رابطه (۱)

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه (۲) $$n = \frac{n_0}{\left(1+\frac{n_0}{N}\right)}$$

که n_0 تعداد نمونه موردنیاز اولیه، n تعداد نمونه موردنیاز تصحیح شده، N حجم جامعه (۳٦۵ درخت)، Z سطح اطمینان ۹۵ درصد (۱/٦٤)، s انحراف معیار جامعه (۰/۵۳) و d سطح خطا (۰/۱) است. تعداد نمونه موردنیاز تصحیح شده ۸۳ به‌دست آمد. سپس از کل درختان مورد قطع ۸۳ اصله از آن‌ها به‌طور تصادفی انتخاب و داده‌های موردنیاز به شرح زیر جمع‌آوری شدند. قبل از قطع درختان قطر برابر سینه و ارتفاع آن‌ها به وسیله نوار قطرسنج (با دقت سانتی‌متر) و دستگاه شیب‌سنج (با دقت دسی‌متر) اندازه‌گیری شدند. صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در سه مرحله قطع، جمع‌آوری و خروج بررسی شد. صدمات به دو شکل درختان از بین رفته و درختان زخمی شده در هر مرحله ثبت شدند. درختان از بین رفته به سه شکل ریشه‌کن شده، تنه شکسته و تاج نابود شده (صدمه به بیشتر از ۳۰ درصد تاج درخت) ثبت شدند (٤). محل صدمه در درختان زخمی شده در سه ناحیه تاج (صدمه به کمتر از ۳۰ درصد تاج درخت)، تنه و ریشه ثبت شدند. ارتفاع مرکز زخم‌های تنه درختان از سطح زمین با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شد. اندازه زخم‌های تنه با اندازه‌گیری طول و عرض آن‌ها و تبدیل آن‌ها به شکل بیضی محاسبه شد (۲٤). عمق زخم‌های تنه (شامل زخم‌هایی که عمیق‌تر از لایه پوست بیرونی بودند و منجر به صدمه دیدگی لایه کامبیوم شده بودند) نیز در عمیق‌ترین قسمت آن با خط‌کش میلی‌متری و برقراری متر نواری بر محیط تنه در مرکز زخم (به‌منظور دقت بیشتر) اندازه‌گیری شد. تمام درختان سرپای سالم و زخمی در محدوده قطع و جمع‌آوری شمارش و به‌عنوان تراکم توده ثبت شدند. فاصله و شیب زمین در امتداد نزدیک‌ترین خط مستقیم از درخت مورد قطع تا مسیر چوبکشی با استفاده از نوار متر و دستگاه شیب‌سنج اندازه‌گیری شدند. نزدیک‌ترین فاصله مستقیم بین گرده بینه و مسیر چوبکشی (فاصله جمع‌آوری) بر روی زمین با نوار متر اندازه‌گیری شد. زاویه بین امتداد نزدیک‌ترین خط مستقیم از درخت مورد قطع تا مسیر چوبکشی و امتداد خط مستقیم از درخت مورد قطع تا محل استقرار ماشین چوبکشی در زمان شروع فعالیت وینچ به‌عنوان زاویه جمع‌آوری با دستگاه قطب‌نما اندازه‌گیری شد. البته این نکته قابل ذکر است که کوتاه‌ترین مسیر، لزوماً مناسب‌ترین مسیر وینچینگ نمی‌باشد. تعداد و شعاع قوس افقی مسیرهای چوبکشی شمارش و اندازه‌گیری شدند. شعاع قوس افقی مسیر چوبکشی همانند جاده جنگلی از رابطه ۳ به‌دست آمد:

رابطه (۳) $$r = \frac{57.3 \times l}{\emptyset}$$

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه (٤) $Ø = (ß + ١٨٠) - ٣٦٠$

در رابطه ۳، L طول قوس افقی (به متر) است که با متر نواری اندازه‌گیری شد. Ø زاویه مرکزی (به درجه) است. برای محاسبه زاویه مرکزی قوس افقی (Ø)، ابتدا زاویه داخلی (ß) برخورد دو خط مماس بر قوس افقی در ابتدا و انتهای قوس افقی با استفاده از قطب نما اندازه‌گیری و سپس زاویه مرکزی (Ø) از رابطه ٤ محاسبه شد.

جهت انداختن درختان و مسیر جمع‌آوری گرده بینه‌ها به دو حالت مناسب و غیرمناسب بر اساس تعداد درختان باقیمانده در آن‌ها ثبت شد. جهت‌ها و مسیرهایی که دارای کمترین تعداد درختان باقیمانده بودند به‌عنوان جهت‌ها و مسیرهای مناسب ثبت شدند. البته وجود موانع طبیعی مانند کنده‌ها، تخته سنگ‌ها و دره‌های عمیق که احتمال وارد آمدن خسارت به تنه درختان در حین انداختن و یا گرده بینه‌ها در حین جمع‌آوری بود نیز در نظر گرفته شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها: تأثیر مراحل مختلف بهره‌برداری (قطع، وینچینگ و چوبکشی) بر فراوانی درختان صدمه دیده، اندازه، عمق و ارتفاع زخم‌های تنه درختان از سطح زمین از طریق تجزیه واریانس (ANOVA) و تفکیک میانگین صدمات از طریق آزمون دانکن، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها و برابری واریانس‌ها به‌ترتیب با استفاده از آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و لون مورد بررسی قرار گرفت. فراوانی انواع صدمات در مراحل مختلف بهره‌برداری از طریق آزمون کای اسکوار مورد بررسی قرار گرفت. ارتباط بین متغیرهای مستقل (قطر برابر سینه و ارتفاع درخت مورد قطع، تراکم توده، شیب زمین، فاصله و زاویه چوبکشی) و متغیر وابسته (فراوانی صدمات) از طریق آزمون همبستگی و رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت. مدل‌های رگرسیونی به‌دست آمده واسنجی (کالیبراسیون) و اعتبار سنجی شدند. برای این منظور برای هر مدل ارایه شده سه نمونه تصادفی (به غیر از نمونه‌هایی که در تعیین مدل دخیل بودند)، انتخاب و مقدار متغیرهای مستقل و وابسته اندازه‌گیری شد. مقدار متغیر وابسته اندازه‌گیری شده با مقدار متغیر وابسته پیش‌بینی شده توسط مدل رگرسیونی مقایسه و مدل‌هایی انتخاب شد که مقدار خطای پیش‌بینی آن‌ها کمتر از ۱۰ درصد مقدار اندازه‌گیری شده بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۰ و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج

فراوانی صدمات: فراوانی انوع صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در اثر بهره‌برداری هر اصله درخت در جدول ۱ آورده شده است. در اثر بهره‌برداری هر اصله درخت به‌طور متوسط ۱۳/۳ اصله

www.SID.ir

Archive of SID

درخت باقیمانده صدمه دیده بودند که ٤/٣ اصله از بین رفته و ۹ اصله زخمی شده بودند. به‌عبارت دیگر حدود ۳۲ درصد از صدمات به شکل از بین رفتن درختان و ٦٨ درصد به شکل زخمی شدن درختان باقیمانده بود. بیشتر درختان به شکل ریشه‌کن از بین رفته بودند. میانگین تعداد درختان از بین رفته به شکل ریشه‌کن شده، تنه شکسته و تاج از بین رفته در اثر بهره‌برداری هر اصله درخت به ترتیب ۳/۳، ۰/۳ و ۰/۷ اصله بود. فراوانی زخم‌های ایجاد شده بر روی تنه درختان باقیمانده بیشتر از فراوانی زخم‌های ایجاد شده بر روی ریشه و تاج درختان باقیمانده بود. در اثر بهره‌برداری هر اصله درخت ۲ اصله از درختان باقیمانده در محل ریشه، ۵/۳ اصله در محل تنه و ۱/۷ اصله در محل تاج زخمی شده بودند.

جدول ۱- فراوانی انوع صدمات وارد آمده بر درختان باقی‌مانده در اثر بهره‌برداری هر اصله درخت.

Table 1. Frequency of damage types to residual trees caused by each harvesting tree.

انحراف معیار Stan. Devi.	میانگین Mean	حداکثر Max.	حداقل Min.	نوع خسارت Damage type
				زخمی شده Wounded
0.50	2.0	6	-	ریشه Root
1.21	5.3	8	2	تنه Bole
0.72	1.7	3	-	تاج Crown
				از بین رفته Destroyed
1.47	3.3	6	-	ریشه‌کن شده Uprooted
0.15	0.3	2	-	تنه شکسته Broken bole
0.41	0.7	2	-	تاج از بین رفته Crown destroyed
4.32	13.3	18	2	خسارت کل Total damage

صدمات در مراحل بهره‌برداری: صدمات در مراحل بهره‌برداری مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج در جدول ۲ آورده شده است. بیش‌ترین صدمات در مرحله وینچینگ اتفاق افتاده بود به‌طوری که در اثر جمع‌آوری گرده ببینه‌های هر اصله درخت به‌طور متوسط ۸/۹ اصله از درختان باقیمانده صدمه دیده بودند. با انداختن (مرحله قطع) به‌طور متوسط ۳ اصله از درختان باقیمانده صدمه دیده بودند. کمترین صدمات وارد آمده در مرحله چوبکشی ایجاد شده بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد مرحله بهره‌برداری بر فراوانی صدمات تأثیر معنی‌داری دارد ($F= ۳۹۲/٦$ ،$P<۰/۰۰۱$).

www.SID.ir

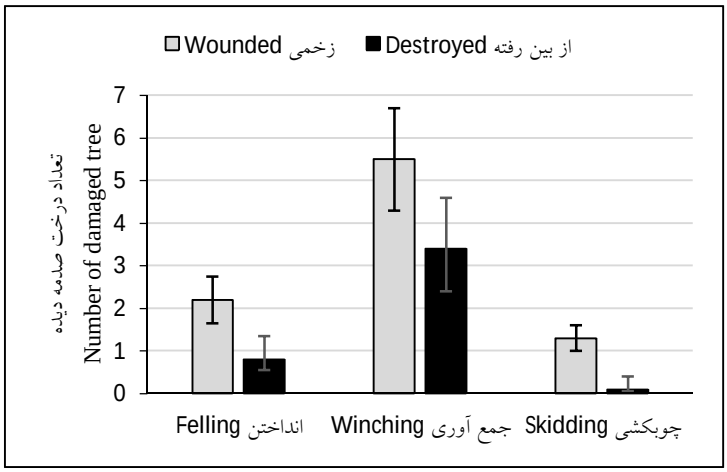
Archive of SID

جدول ۲- فراوانی صدمات وارد آمده بر درختان باقی‌مانده در مراحل بهره‌برداری هر اصله درخت.

Table 1. Frequency of damage to residual trees in logging stages of each harvested tree.

مرحله بهره‌برداری Logging stage	حداقل Min.	حداکثر Max.	میانگین Mean	انحراف معیار Stan. Devi.
قطع Felling	1	5	3.0[b]	0.65
وینچینگ Winching	3	12	8.9[a]	2.76
چوبکشی Skidding	-	4	1.4[c]	0.55

فراوانی انواع صدمات در مراحل مختلف بهره‌برداری در شکل ۱ نشان داده شده است. از بین رفتن درختان باقیمانده بیش‌تر در مراحل جمع‌آوری و قطع ایجاد می‌شوند. حدود ۳۸ درصد از صدمات مرحله وینچینگ به شکل از بین رفتن درخت است در حالی که صدمات به شکل از بین رفتن درخت در مراحل قطع و چوبکشی به‌ترتیب ۲۷ و ۷ درصد از صدمات آن‌ها است. نتایج آزمون کای اسکوار نشان داد فراوانی انواع صدمات در مراحل مختلف بهره‌برداری یکسان نیست (X^2 =٤٨/٣٩ ،P<٠/٠٠١). در واقع نسبت تعداد درختان از بین رفته به تعداد درختان زخمی شده در مرحله وینچینگ بیشتر از مراحل قطع و چوبکشی بود.



شکل ۱- فراوانی انواع صدمات در مراحل مختلف بهره‌برداری.

Figure 1. Frequency of damage types in logging stages.

قطر برابر سینه درختان زخمی و از بین رفته در هر یک از مراحل بهره‌برداری در جدول ۳ آمده است. نتایج آزمون t نمونه‌های مستقل نشان داد که در هر سه مرحله بهره‌برداری میانگین قطر برابر

www.SID.ir

Archive of SID

سینه درختان زخمی شده بزرگتر از درختان از بین رفته است (P<۰/۰۰۱). نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که مراحل بهره‌برداری بر میانگین قطر برابر سینه درختان زخمی (P<۰/۰۰۱، ۲۲/٤۹ =F) و درختان از بین رفته (P<۰/۰۰۱، ٤۷/۱٤ =F) تأثیر معنی‌داری دارد. نتایج آزمون دانکن نشان داد که میانگین قطر برابر سینه درختان زخمی و از بین رفته در مرحله قطع بزرگتر از میانگین آن‌ها در مراحل وینچینگ و چوبکشی است (P<۰/۰۵).

جدول ۳- قطر برابر سینه درختان صدمه دیده (میانگین ± انحراف معیار) در مراحل بهره‌برداری هر اصله درخت.

Table 3. DBH of damaged trees (mean ± SD) in logging stages.

P – value	t	قطر برابر سینه درختان صدمه دیده* DBH of damaged trees (cm)		مرحله بهره‌برداری Logging stage
		Destroyed از بین رفته	Wounded زخمی	
0.001	10.32	34.6 ± 12.6 [a]	63.5 ± 14.1 [a]	قطع Felling
0.001	6.92	22.5 ±12.0 [b]	46.0 ± 19.0 [b]	وینچینگ Winching
0.001	5.59	20.8 ± 5.8 [b]	50.9 ± 17.6 [b]	چوبکشی Skidding
0.001	6.02	26.1 ± 16.5	49.7 ± 18.3	کل مراحل All stages

*حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ = α است.

*Different letters in each column indicate significant diference at α = 0.05.

مشخصات زخم‌های تنه در مراحل بهره‌برداری: مشخصات زخم‌های ایجاد شده بر روی تنه درختان در مراحل مختلف بهره‌برداری در جدول ٤ آمده است. میانگین اندازه زخم ۳۲۷/۱ سانتی‌متر مربع، میانگین عمق زخم ۲۰/۱ میلی‌متر و میانگین ارتفاع زخم از سطح زمین ۰/۸٦ متر به‌دست آمد. نتایج آزمون‌های تجزیه واریانس نشان داد مرحله بهره‌برداری تأثیر معنی‌داری بر اندازه زخم تنه (P<۰/۰۰۱، ۸۳/۱۵ =F)، عمق زخم (P<۰/۰۰۱، ۸٤/٤۹ =F) و ارتفاع زخم از سطح زمین (P<۰/۰۰۱، ۲۰٦/٦٦ =F) دارد. نتایج آزمون دانکن نیز نشان داد که میانگین اندازه زخم‌های ایجاد شده در مرحله انداختن به‌طور معنی‌داری بزرگ‌تر از میانگین اندازه زخم‌های ایجاد شده در مراحل وینچینگ و چوبکشی است، میانگین عمق زخم‌های ایجاد شده در مراحل وینچینگ و چوبکشی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از میانگین عمق زخم‌های ایجاد شده در مرحله قطع است و میانگین ارتفاع زخم‌های ایجاد شده در مرحله قطع به‌طور معنی‌داری بزرگ‌تر از میانگین ارتفاع زخم‌های ایجاد شده در مراحل وینچینگ و چوبکشی است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- میانگین (± انحراف معیار) مشخصات زخم‌های ایجاد شده بر تنه درختان باقی‌مانده در هر یک از مراحل بهره‌برداری.

Table 4. Mean (± standard deviation) of bole wounds characteristics on residual trees in logging stages.

مرحله بهره‌برداری Logging stage	اندازه زخم (سانتی‌متر مربع) * Wound size (cm^2)	عمق زخم (میلی‌متر) Wound depth (mm)	ارتفاع زخم از زمین (متر) Wound height from ground level (m)
قطع Felling	583.6 ± 115.6 [a]	13.9 ±3.4 [b]	2.35 ± 1.21 [a]
وینچینگ Winching	209.8 ± 52.0 [b]	23.9 ± 6.4 [a]	0.31 ±0.26 [b]
چوبکشی Skidding	188.1 ± 59.1 [b]	22.5 ± 5.7 [a]	0.39 ± 0.22 [b]
کل مراحل All stages	327.1 ± 136.4	20.1 ±6.9	0.86 ± 0.80

*حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ =α است.

Different letters in each column indicate significant diference at α = 0.05.*

عوامل تأثیرگذار بر صدمات: نتایج آزمون همبستگی بین عوامل اندازه درختان قطع شده، مشخصات رویشگاه و چوبکشی با فراوانی صدمات کل در جدول ٤ آمده است. نتایج نشان داد هر شش متغیر مستقل ارتباط مستقیم و معنی‌داری (P<۰/۰۱) با فراوانی صدمات دارند. بیش‌ترین ضریب تبیین تعدیل شده بین فراوانی صدمات و فاصله وینچینگ (r^2 adjusted = ۰/٦٨٢) به‌دست آمد.

جدول ٥- نتایج آزمون همبستگی بین عوامل اندازه درختان قطع شده، مشخصات رویشگاه و چوبکشی با فراوانی صدمات کل.

Table 5. Results of regression analysis between size of harvested trees, stand and winching characteristics with frequency of total damage.

عوامل Factors	حداقل Min.	حداکثر Max.	میانگین Mean	انحراف معیار Stan. Devi.	R^2-adjusted	F
ارتفاع درخت قطع شده (متر) Height of felled tree (m)	12.5	27.3	21.0	3.0	0.423	59.93**
قطر برابر سینه (سانتی‌متر) DBH of felled tree (cm)	25.0	107.0	68.4	21.5	0.421	60.55**
تراکم توده (اصله در هکتار) Stand density (stem/ha)	136	347	239.7	50.7	0.586	116.85**
شیب زمین (درصد) Ground slope (%)	5	75	43.3	18.7	0.429	62.57**
فاصله وینچینگ (متر) Distance of winching (m)	3	47	24.5	10.2	0.682	176.54**
زاویه وینچینگ (درجه) Angle of winching (˚)	-	47	19.1	7.9	0.363	47.79**

** معنی‌دار در سطح ۰،۰۱ =α.

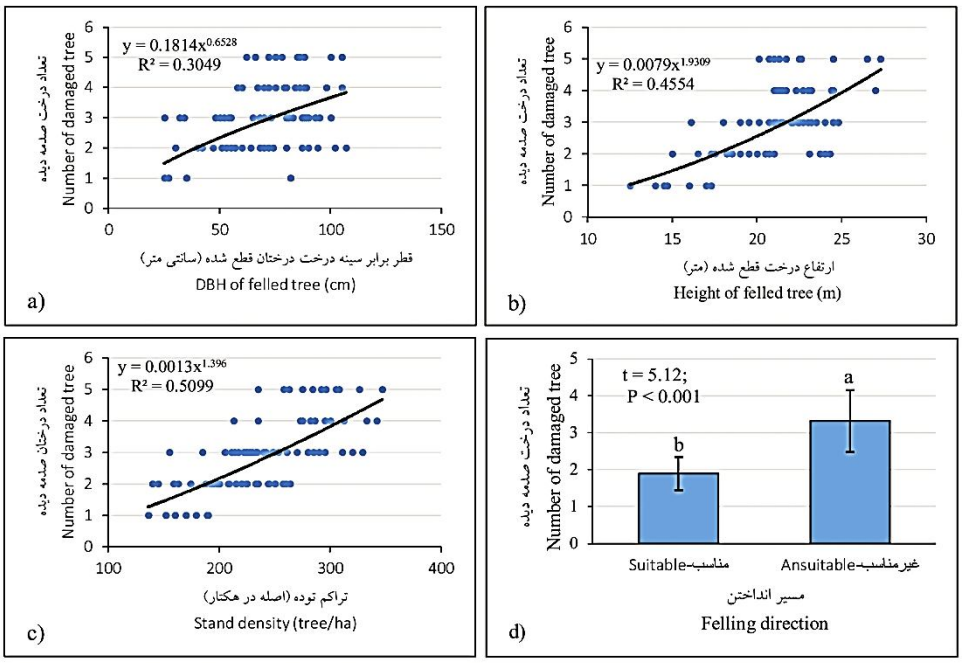
** Significant at α= 0.01.

www.SID.ir

Archive of SID

عوامل تأثیرگذار بر صدمات در مراحل بهره‌برداری

مرحله قطع (Felling): عوامل تأثیرگذار در این مرحله عبارت بودند از: قطر برابر سینه و ارتفاع درختان قطع شده، شیب زمین، تراکم توده و مسیر انداختن درختان (شکل ۲). تعداد درختان صدمه دیده با افزایش قطر برابر سینه درخت قطع شده افزایش یافته بود (شکل a-۲)، و ضریب تبیین بین آن‌ها (۰/۳۰ $=r^2$) از لحاظ آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱، F= ۳۵/۵۲). همچنین تعداد درختان صدمه دیده با افزایش ارتفاع درخت قطع شده افزایش یافته بود (شکل b-۲)، و ضریب تبیین بین آن‌ها (r^2 = ۰/٤٥) از لحاظ آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱، F= ٦٧/٧٤). تراکم توده نیز با تعداد درختان صدمه دیده در مرحله قطع نیز (شکل c-۲) همبستگی مثبت (r^2= ۰/۵۱) و معنی‌دار داشت (P<۰/۰۰۱، F= ٨٤/٢٧). میانگین تعداد درختان صدمه دیده در اثر انداختن درختان در مسیر مناسب (۱/۹ اصله) کمتر از میانگین تعداد درختان صدمه دیده در اثر انداختن درختان در مسیر نامناسب (۳/۳ اصله) بود (شکل d-۲).



شکل ۲- عوامل تأثیرگذار بر صدمات در مرحله قطع درختان: ارتباط تعداد درختان صدمه دیده و قطر برابر سینه درخت قطع شده (a)، ارتفاع درخت قطع شده (b)، تراکم توده (c) و مسیر انداختن (d).

Figure 2. Affective factors on damages in felling stage: correlation between number of damaged trees and DBH of felled tree (a), height of felled tree (b), stand density (c) and felling direction (d).

www.SID.ir

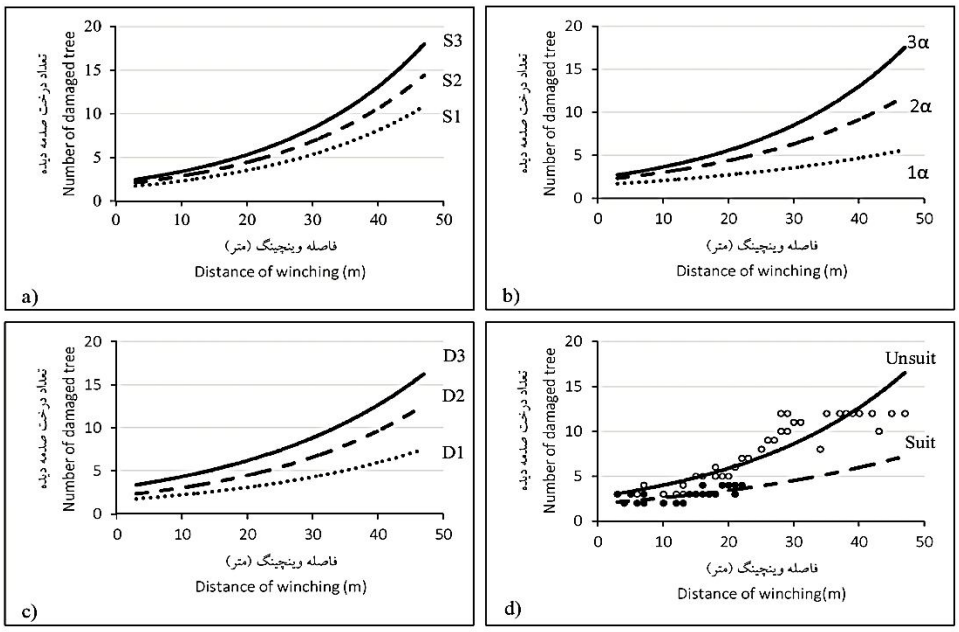
Archive of SID

مرحله وینچینگ (Winching): عوامل تأثیرگذار در این مرحله عبارت بودند از: فاصله وینچینگ، شیب زمین، زاویه وینچینگ، تراکم توده و مسیر وینچینگ (شکل ۳). با توجه به همبستگی مثبت و قوی بین فاصله جمع‌آوری و تعداد درختان صدمه دیده (r^2= ۰/٦٨٢)، تأثیر متغیرهای شیب زمین، زاویه وینچینگ و تراکم توده بر تعداد درختان صدمه دیده در ارتباط با فاصله جمع‌آوری بررسی شد. نتایج نشان داد که علاوه‌بر این‌که با افزایش فاصله جمع‌آوری تعداد درختان صدمه دیده افزایش می‌یابد، شیب زمین، زاویه وینچینگ و تراکم توده نیز تأثیرگذار بوده و با افزایش آن‌ها تعداد درختان صدمه دیده افزایش بیش‌تری داشته است (شکل ۳-a,b,c). همچنین مسیر وینچینگ نیز بر تعداد درختان صدمه دیده تأثیرگذار بود (شکل ۳-d). مسیرهای وینچینگ مناسب صدمات کمتری نسبت به مسیرهای وینچینگ نامناسب داشتند و با افزایش فاصله وینچینگ تفاوت تعداد درختان صدمه دیده افزایش یافته بود. از کل تعداد عملیات وینچینگ تنها ۳۱ مورد آن (۳۷/۳ درصد) در مسیر مناسب وینچینگ شدند که عمدتاً در فواصل وینچینگ کمتر از ۲۳ متر قرار داشتند (شکل ۳-d).

مرحله چوبکشی (Skidding): عوامل تأثیرگذار در این مرحله عبارت بودند از: تعداد و شعاع قوس افقی مسیر چوبکشی. تعداد درختان صدمه دیده در حاشیه مسیرهای چوبکشی با افزایش تعداد قوس افقی مسیرهای چوبکشی افزایش یافته بود (P<۰/۰۰۱، F= ١٦٤/٥٩) (شکل ٤- a). حداقل و حداکثر تعداد قوس افقی مسیرهای چوبکشی به‌ترتیب ۲ و ٦ قوس افقی بود. با افزایش شعاع قوس افقی مسیرهای چوبکشی تعداد درختان صدمه دیده کاهش یافته بود (P<۰/۰۰۱، F= ۲۷۵/۳۵) (شکل ٤-b). حداقل و حداکثر شعاع قوس افقی مسیرهای چوبکشی به‌ترتیب ۷/۲ و ۲۰/۱ متر بود.

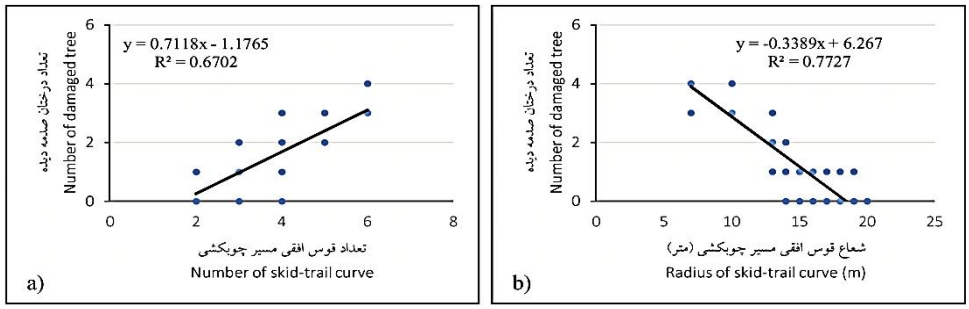
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- عوامل تأثیرگذار بر صدمات در مرحله وینچینگ: ارتباط تعداد درختان صدمه دیده و فاصله جمع‌آوری در کلاسه‌های شیب زمین (S1: کمتر از ۲۵ درصد، S2: ۲۵ تا ۵۰ درصد و S3: بیشتر از ۵۰ درصد- a)، کلاسه‌های زاویه وینچینگ (α1: کمتر از ۱۵ درجه، α2: ۱۵ تا ۳۰ درجه و α3: بیشتر از ۳۰ درجه- b)، کلاسه‌های تراکم توده (D1: کمتر از ۲۰۰ اصله در هکتار، D2: ۲۰۰ تا ۲۵۰ اصله در هکتار و D3: بیشتر از ۲۵۰ اصله در هکتار- c)، و مسیر وینچینگ (Suit: مناسب و Unsuit: نامناسب- d)

Figure 3. Affective factors on damages in winching stage: correlation between number of damaged trees and distance of winching in ground slope classes (S1: < 25%, S2: 25-50%, and S3: > 50% -a), Angle of winching classes (α1: < 15˚, α2: 15-30˚, and α3: > 30˚-b), stand density classes (D1: < 200 tree/ha, D2: 200-250 trees/ha, and D3: > 250 trees/ha), winching routes (suitable and unsuitable –d).



شکل٤- عوامل تأثیرگذار بر صدمات در مرحله چوبکشی: ارتباط تعداد درختان صدمه دیده و تعداد (a) و شعاع (b) قوس افقی مسیر چوبکشی.

Figure 4. Affective factors on damages in skidding stage: correlation between number of damaged trees and number (a) and radius (b) of skid-trail curve.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

در این تحقیق فراوانی و شدت صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در اثر قطع و خارج کردن هر اصله درخت در جنگل‌های ناو اسالم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. عوامل مؤثر بر صدمات در مراحل قطع، وینچینگ و چوبکشی بررسی شد. نتایج به‌دست آمده در دو بخش صدمات و عوامل مؤثر بر صدمات مورد بحث قرار می‌گیرند.

صدمات: به‌طور متوسط به ازای قطع و خارج کردن هر اصله درخت ۱۳/۳ اصله از درختان باقیمانده در جنگل صدمه دیده بودند (٤/۳ اصله نابود و ۹ اصله زخمی) (جدول ۱). کیوان بهجو و غفارزاده ملاباشی (۲۰۱۲) در جنگل‌های شفارود تعداد درختان باقیمانده صدمه دیده در اثر قطع و خارج کردن هر اصله درخت را ۹/۸ اصله (۸ اصله از بین رفته و ۱/۸ اصله زخمی) گزارش کرده‌اند (۱۲). این تفاوت می‌تواند به‌دلیل تفاوت در مشخصات درختان قطع شده (قطر و ارتفاع)، توپوگرافی منطقه و مشخصات توده، مسیر انداختن درختان، فاصله و زاویه وینچینگ و سطح آموزش کارگران بهره‌برداری در دو منطقه باشد. جکسون و همکاران (۲۰۰۲) در جنگل‌های تروپیکال تعداد درختان باقیمانده صدمه دیده در اثر قطع و خارج کردن هر اصله درخت را ٤۲ اصله (۲۲ اصله از بین رفته و ۲۲ اصله زخمی) گزارش کردند (۷). وریس‌مو و همکاران (۱۹۹۲) در جنگل‌های آمازون گزارش کرد در اثر قطع و خارج کردن هر اصله درخت، تعداد ۲۷ درخت با قطر برابر سینه بزرگتر از ۱۰ سانتی‌متر صدمه دیده بودند (۳۷). نتایج این تحقیق نشان داد اکثر درختان از بین رفته به شکل ریشه‌کن شده (٧٦/٧ درصد) و اکثر زخم‌ها در ناحیه تنه درختان باقیمانده (۵۸/۹ درصد) مشاهده شدند (جدول ۱) و دلیل آن خروج چوب به‌صورت زمینی، قطر زیاد درختان بهره‌برداری شده، شیب بالای زمین و تراکم زیاد درختان در جنگل مورد مطالعه است.

اکثر صدمات در مرحله جمع‌آوری (٦٦/۹ درصد) ایجاد شده بودند، به‌طوری که با جمع‌آوری هر اصله درخت به‌طور متوسط ۵/۵ اصله از درختان باقیمانده زخمی و ۳/٤ اصله از آن‌ها از بین رفته بودند (جدول ۲). در واقع حدود ٦۱ درصد از زخمی شدن درختان باقیمانده و حدود ۷۹ درصد از بین رفتن درختان باقیمانده در مرحله وینچینگ اتفاق افتاده بود (شکل ۱). این نتایج همسو با نتایج پیکچیو و همکاران (۲۰۱۲) است (۲۳).

میانگین قطر برابر سینه درختان زخمی شده (٤۹/۷ سانتی‌متر) بیشتر از میانگین قطر برابر سینه درختان از بین رفته (۲٦/۱ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). همچنین در هر سه مرحله بهره‌برداری میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

قطر برابر سینه درختان زخمی شده بیشتر از میانگین قطر برابر سینه درختان از بین رفته بود (جدول ۳). در واقع درختان قطورتر مقاومت بیشتری در برابر صدمات مکانیکی بهره‌برداری داشته و کمتر از بین رفته بودند. دلیل آن ریشه‌دوانی عمیق و ساختار ریشه‌ای مناسب درختان قطور و مقاومت بیشتر آن‌ها در برابر ریشه‌کن شدن و شکستگی تنه در اثر برخوردهای فیزیکی نسبت به درختان کم قطر است (۲٦ و ۳۳).

میانگین اندازه زخم‌های ایجاد شده بر روی تنه درختان باقیمانده ۳۲۷/۱ سانتی‌متر مربع به‌دست آمد (جدول ٤). نیکوی و همکاران (۲۰۱۰) میانگین اندازه زخم را ۲۹۰/۳ سانتی‌متر مربع گزارش کرده‌اند (۲۱)، که کمتر از مقدار به‌دست آمده از این تحقیق است. میانگین اندازه زخم‌های تنه در مرحله قطع (۵۸۳/٦ سانتی‌متر مربع) بزرگتر از میانگین اندازه زخم‌های ایجاد شده در مراحل وینچینگ (۲۰۹/۸ سانتی‌متر مربع) و چوبکشی (۱۸۸/۱ سانتی‌متر مربع) بود. بزرگتر بودن اندازه زخم‌های مرحله قطع نسبت به مراحل وینچینگ و چوبکشی به‌دلیل زاویه برخوردهای بین تنه درختان بهره‌برداری شده و تنه درختان باقیمانده است. به طوری‌که در مرحله قطع تنه درختان قطع شده در هنگام افتادن در امتداد طولی تنه درختان باقیمانده برخورد کرده و منجر به ایجاد زخم‌های با طول زیاد و عرض کم می‌شوند، در حالی که تنه درختان قطع شده در مراحل وینچینگ و چوبکشی در امتداد عرضی با تنه درختان باقیمانده برخورد کرده و منجر به ایجاد زخم‌هایی با طول کم و عرض زیاد شده‌اند. در تحقیقات توانکار و همکاران (۲۰۱۳)، نقدی و همکاران (۲۰۰۸)، نیکوی و همکاران (۲۰۱۰) در جنگل‌های شمال ایران و ایلماز و آکای (۲۰۰۸) در جنگل‌های ترکیه نیز گزارش شده است که اندازه زخم‌های ایجاد شده بر روی تنه درختان باقیمانده در جنگل در مرحله قطع درختان بزرگتر از مرحله خروج چوب است (۲۰، ۲۲، ۳۳ و ۳۸) و همسو با نتایج این تحقیق است. همچنین در تحقیق توانکار و همکاران (۲۰۱۵) همبستگی مثبت بین ارتفاع زخم تنه از سطح زمین و اندازه آن گزارش شده است (۳۱).

میانگین عمق زخم‌های تنه ۲۰/۱ میلی‌متر به‌دست آمد و نتایج نشان داد میانگین عمق زخم‌های ایجاد شده در مراحل وینچینگ و چوبکشی (به‌ترتیب ۲۳/۹ و ۲۲/۵ میلی‌متر) بیشتر از میانگین عمق زخم‌های ایجاد شده در مرحله قطع (۱۳/۹ میلی‌متر) است. این نتیجه که عمق زخم‌های ایجاد شده در مراحل خروج چوب بیشتر از مرحله قطع است، همسو با نتایج سایر تحقیقات انجام گرفته در جنگل‌های شمال ایران (۲۰، ۲۲ و ۳٤)، در جنگل‌های آمیخته ترکیه (۳۸)، سوزنی برگ ایتالیا (۲٤) و

www.SID.ir

Archive of SID

پهن برگ آمریکا (۵) است. در مرحله خروج چوب شدت برخوردها بیشتر بوده و موجب ایجاد زخم‌هایی با اندازه کوچک اما عمیق می‌شوند.

میانگین ارتفاع زخم‌های تنه از سطح زمین ۰/۸٦ متر به‌دست آمد و نتایج نشان داد میانگین ارتفاع زخم‌های ایجاد شده در مرحله انداختن (۲/۳۵ متر) بیشتر از میانگین ارتفاع زخم‌های ایجاد شده در مراحل وینچینگ و چوبکشی (به‌ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۳۹ متر) است. تحقیقات انجام گرفته قبلی نیز همسو با نتایج این تحقیق بوده و گزارش شده است که اکثر زخم‌ها در ارتفاع کمتر از یک متر تنه ایجاد می‌شوند (۵، ۹، ۱۹، ۲۲، ۳٤ و ۳۸).

عوامل تأثیرگذار بر صدمات: نتایج نشان داد مشخصات درختان قطع شده، مشخصات رویشگاه و نحوه اجرای عملیات بهره‌برداری بر فراوانی صدمات تأثیرگذار هستند (جدول ۵). در مرحله قطع درختان، با افزایش قطر و ارتفاع درختان انداخته شده تعداد درختان صدمه دیده افزایش یافته بود (شکل ۲). با افزایش تراکم توده نیز تعداد درختان صدمه دیده افزایش یافته بود. کیو و ژو (۱۹۹۷) گزارش کردند که قطر برابر سینه درختان قطع شده و تراکم توده از عوامل اصلی تأثیرگذار بر مقدار صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در جنگل‌های آمیخته و ناهمسال چین است (۲۷). دقت در انتخاب مسیر مناسب برای انداختن درختان و انجام درست آن موجب کاهش صدمات به مقدار ٤۲/٤ درصد (از ۳/۳ به ۱/۹ اصله) شده بود. ۲۱ اصله از درختان (۲۵/۳ درصد) در مسیر مناسب و ٦۲ اصله از آن‌ها (۷٤/۷ درصد) در مسیر نامناسب انداخته شده بودند. نیکوی و همکاران (۲۰۱۳) قطع هدایت شده درختان و عوامل تأثیرگذار بر خطای قطع را در تعداد ۱۳۵ اصله درخت در جنگل ناو اسالم بررسی و گزارش کردند که در ۵۲ درصد ار درختان قطع شده خطای قطع کمتر از ۲۰ درجه بود. نتایج آن‌ها نشان داد حجم درخت، تأثیر متقابل حجم درخت و شیب زمین و امتداد ریشه‌ها بر روی تنه درختان از عوامل تأثیرگذار بر خطای قطع هستند. آن‌ها آموزش کارگران قطع و استفاده از ابزار کمکی مانند گوه و جک هیدرولیکی را برای کاهش خطای قطع پیشنهاد دادند (۲۱).

فاصله وینچینگ یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر فراوانی صدمات بود و با افزایش آن صدمات نیز افزایش یافته بود (شکل ۳). زیرا با افزایش فاصله وینچینگ تعداد برخوردهای گرده بینه در حال کشیدن با درختان باقیمانده افزایش یافته و تعداد درختان زخمی و نابود شده افزایش می‌یابد. در مرحله وینچینگ علاوه بر فاصله، عوامل شیب زمین، زاویه وینچینگ، تراکم توده و مسیر وینچینگ نیز از عوامل تأثیرگذار بر صدمات بودند. با افزایش شیب زمین اولاً انتخاب مسیر مناسب وینچینگ مشکل

www.SID.ir

Archive of SID

شده و ثانیاً در هنگام وینچینگ گرده‌بینه‌ها به سمت مخالف جهت شیب زمین نیروی بیشتری لازم بوده و شیب موجب افزایش فراوانی صدمات شده است. با افزایش زاویه وینچینگ گرده‌بینه‌ها هنگام جمع‌آوری بر روی زمین غلط خورده و موجب برهم خوردگی سطح بیشتری می‌شوند و در نتیجه صدمات بر درختان باقیمانده افزایش می‌یابد (۲۳، ۳۱). تعداد ۳۰ اصله از درختان قطع شده (۳٦/۱ درصد) از مسیر مناسب وینچینگ شده بودند که موجب کاهش صدمات به مقدار ۱۷/۱ درصد شده بود.

تعداد و شعاع قوس افقی مسیرهای چوبکشی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر صدمات در مرحله چوبکشی بودند (شکل ٤). با افزایش تعداد قوس افقی مسیرهای چوبکشی فراوانی صدمات افزایش یافته بود، اما با افزایش شعاع قوس افقی مسیرهای چوبکشی تعداد صدمات کاهش یافته بود. کیوان بهجو و همکاران (۲۰۱۵) نیز تعداد قوس افقی مسیرهای چوبکشی را از عوامل مؤثر بر وارد آمدن صدمات بر درختان حاشیه مسیرهای چوبکشی در جنگل‌های خیرود گزارش کرده‌اند (۱۱). جونز و همکاران (۱۹۹٦) گزارش کردند که طراحی مناسب عملیات بهره‌برداری صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در جنگل‌های آمازون را ۱٦ درصد کاهش دادند (۸). پینارد و پوتز (۱۹۹٦) در جنگل‌های مالزی صدمات وارد آمده به درختان باقیمانده در بهره‌برداری به روش معمول را ٤۱ درصد اما در بهره‌برداری به روش کنترل شده را ۱۵ درصد گزارش کردند (۲۵). همچنین در جنگل‌های اندونزی صدمات وارد آمده به درختان باقیمانده در بهره‌برداری به روش معمول ٤۸ درصد اما در بهره‌برداری به روش کنترل شده ۳۰/۵ درصد گزارش شده است (۲۹).

نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل انفرادی صدمات بهره‌برداری بر درختان باقیمانده در جنگل مورد مطالعه نشان داد به ازای قطع و خارج کردن هر اصله درخت ۹ اصله از درختان باقیمانده زخمی و ٤/۳ اصله از آن‌ها از بین رفته بودند. قطر برابر سینه و ارتفاع درختان قطع شده از عوامل اصلی تأثیرگذار بر صدمات در مرحله قطع درختان بودند. فاصله و زاویه جمع‌آوری گرده‌بینه‌ها، شیب زمین و تراکم توده از عوامل اصلی تأثیرگذار بر صدمات در مرحله جمع‌آوری و تعداد و شعاع قوس افقی مسیرهای چوبکشی نیز از عوامل تأثیرگذار بر صدمات در مرحله چوبکشی بودند. صدمات وارد آمده بر درختان باقیمانده در اثر قطع و انداختن درختان در جهت‌های مناسب و وینچینگ آن‌ها از مسیرهای مناسب به‌ترتیب ٤۲/٤

www.SID.ir

Archive of SID

و ۱۷/۱ درصد کمتر از جهت‌های انداختن و مسیرهای جمع‌آوری نامناسب بود. در نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت که هر چند وارد آمدن یک مقدار صدمات به درختان باقیمانده در اثر قطع تک‌گزینی و چوبکشی زمینی اجتناب‌ناپذیر است، اما می‌توان آن را کاهش داد و به حداقل ممکن رساند. قطع هدایت شده درختان ضروری است و اجرای صحیح آن نیاز به آموزش و بازآموزی کارگران قطع دارد. پیشنهاد می‌شود در هنگام نشانه‌گذاری درختان مورد قطع، یک کارشناس بهره‌برداری جنگل آموزش دیده در زمینه بهره‌برداری کم فشار نیز در منطقه حضور داشته و مسیر انداختن درختان را بر روی درختان نشانه‌گذاری شده مشخص کند. جمع‌آوری گرده‌بینه‌ها از حساس‌ترین مراحل بهره‌برداری است که بیشترین پتانسیل وارد آمدن صدمات بر توده را دارد. محدود کردن عملیات جمع‌آوری به مناطق عاری از درخت و تجدید حیات و شیب‌های کمتر از ۵۰ درصد ضروری است. ناحیه کنده درختان حاشیه مسیرهای چوبکشی با استفاده از مازاد مقطوعات و پارچه‌های ضخیم پوشانده شوند، مخصوصاً درختان با ارزش واقع شده در حاشیه قوس‌های افقی مسیر چوبکشی. بهتر است یک ارزیابی فنی از اجرای هر مرحله از عملیات بهره‌برداری در سطح هر پارسل انجام گیرد و میزان افت چوب، ضایعات و صدمات وارد آمده بر توده مورد بررسی دقیق قرار گیرد. کارگرانی که موارد زیست‌محیطی را رعایت می‌کنند مورد تشویق قرار گیرند. پیمانکارانی که خسارت کمتری بر خاک و توده جنگل وارد می‌سازند در اولویت قرار گیرند.

منابع

1. Bayati, H., Najafi, A., and Abdolmaleki, P. 2014. Reduced impact logging and its effect on forest harvesting operation. Iran. J. For. Poplar Res. 21: 4. 654-665. (In Persian)
2. Bonyad, A., and Tavankar, F. 2016. Investigation on resistance of different tree species to logging wounds (Case Study: District 1 of Asalem-Nav forest). J. For. Wood Prod. 68: 4. 741-756. (In Persian)
3. Ershadifar, M., Nikooy, M., and Naghdi, R. 2011. Ability assessment of felling crew in directional felling in west forest of Guilan province. Iran. J. For. 3: 2. 169-176. (In Persian)
4. FAO, 2009. Measuring ecological impacts from logging in natural forests of the Eastern Amazonia as atool to assess forest degredation. Forest Resources Assessment, Working Paper, 165.
5. Ficklin, R.L., Dwyer, J.P., Cutter, B.E., and Draper, T. 1997. Residual tree damage during selection cuts using two skidding system in the Missouri

www.SID.ir

Archive of SID

Ozaraks. P 36-46, Proceedings of 11th Central Hardwoods Forest Conference. Columbia.
6. Forest management plan, 2008. Asalem natural resources office, Nav watershed. 288p. (In Persian)
7. Jackson, S.M., Fredricksen, T.S., and Malcolm, J.R. 2002. Area disturbed and residual stand damage following logging in a Bolivian tropical forest. For. Ecol. Manage. 166: 271-283.
8. Johns, J.S., Barreto, P., and Uhl, C. 1996. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. For. Ecol. Manage. 89: 57-77.
9. Jourgholami, M., Rizvandi, V., and Majnounian, B. 2012. Evaluating the extent, patterns, size and distribution of tree scars following skidding operation (Case study: Kheyrud forest). Iran. J. For. 4: 3. 187-196. (In Persian)
10. Kangas, A., and Maltamo, M. (eds.) 2009. Forest inventory: methodology and applications. Springer, Dordrecht, Netherlands. 362p.
11. Keivan Behjou, F., Majnounian, B., and Namiranian, M. 2015. Technical analysis of created scars on the edge trees of skid-trail due to skidding operation. J. For. Wood Prod. 67: 4. 541-552.
12. Keivan Behjou, F., and Ghafarzade Mollabashi, O. 2012. Selective logging and damage to unharvested trees in a Hyrcanian forest of Iran. Bioresources, 7: 4. 4867-4874.
13. Lotfalian, M., Parsakho, A., and Majnounian, B. 2008. A method for investigation of commercial logging damage on forest stand and regeneration (Case study: Elendan and Vaston district). J. Environ. Sci. Tech. 10: 2. 51-61. (In Persian)
14. Majnounian, B., and Jourgholami, M. 2013. Effect of rubber-tired cable skidder on soil compaction in Hyrcanian forest. Croat. J. For. Eng. 34: 1. 123-135.
15. Majnounian, B., Jourgholami, M., Zobeiri, M., and Feghhi, J. 2009. Assessment of forest harvesting damage to residual stands and regenerations- A case study of Namkhaneh district in Kheyrud forest. Environ. Sci. 7: 1. 33-44. (In Persian)
16. Marchi, E., Picchio, R., Spinelli, R., Verani, S., Venanzi, R., and Certini, G. 2014. Environmental impact assessment of different logging methods in pine forests thinning. Ecol. Eng. 70: 429-436.
17. Marvie-Mohadjer, M. 2006. Silviculture. Tehran Univ. Press. 387p. (In Persian)
18. Mousavi Mirkala, S.R., Nikooy, M., Naghdi, R., Ghaznavi, N., and Karamzade, S. 2014. Productivity and cost study of mule logging in Astara watershed forests. J. Wood For. Sci. Tech. 21: 4. 161-174. (In Persian)
19. Naghdi, R., Bagheri, I., Taheri, K., and Akef, M. 2009. Residual stand damage during cut to length harvesting method in Shafaroud forest of Guilan province. Iran. J. Environ. Sci. 60: 3. 931-947. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

20. Naghdi, R., Rafatnia, N., Bagheri, I., and Hemati, V. 2008. Evaluation of residual damage in felling gaps and extraction routes in single selection method (Siyahkal forest). Iran. J. For. Poplar Res. 16: 1. 87-98. (In Persian)
21. Nikooy, M., Naghdi, R., and Ershadifar, M. 2013. Survey of directional felling and analysis of effective factors on felling error (Case study; Iranian Caspian forests). Caspian J. Environ. Sci. 11: 2. 177-184.
22. Nikooy, M., Rashidi, R., and Kocheki, G. 2010. Residual trees injury assessment after selective cutting in broadleaf forest in Shafaroud. Caspian J. Environ. Sci. 8: 2. 173-179.
23. Picchio, R., Magagnotti, N., Sirna, A., and Spinelli, R. 2012. Improved winching technique to reduce logging damage. Ecol. Eng. 47: 83-86.
24. Picchio, R., Neri, F., Maesano, M., Savelli, S., Sirna, A., Blasi, S., Baldini, S., and Marchi, E. 2011. Growth effects of thinning damage in a Corsican pine (*Pinus laricio* Poiret) stand in central Italy. For. Ecol. Manage. 262: 237-243.
25. Pinard, M.A., and Putz, F.E. 1996. Retaining forest biomass by reducing logging damage. Biotropica, 28: 3. 278-295.
26. Pinard, M.A., Putz, F.E., Tay, J., and Sullivan, T.E. 1995. Creating timber harvesting guidelines for a reduced impact logging project in Malaysia. J. For. 39: 10. 41-45.
27. Qiu, R., and Zhou, X. 1997. The influence of different intensity of selective felling on residual trees and seedlings. For. Eng. 13: 3. 5-7.
28. Sarayelou, E., Jourgholami, M., and Majnounian, B. 2015. Long-term impact evaluation of ground-based skidding on residual damaged trees (Case study: Tavir forest management plan). Iran. J. For. 7: 1. 111-126. (In Persian)
29. Sist, P. 1996. Reduced-impact logging trials in East Kalimantan (STREK Project): harvesting volumes and damage assessment. CIFOR/FAO/USAID/USDA-FS International Research Training Seminar on Reduced-Impact Timber Harvesting and Natural Forest Management, July 15-27, 1996, Indonesia.
30. Sobhani, H. 1998. Study of the necessity of the application of cable systems, Iran. J. Nat. Res. 51: 87-97.
31. Tavankar, F., Bonyad, A., and Majnounian, B. 2015. Affective factors on residual tree damage during selection cutting and cable-skidder logging in the Caspian forests, Northern Iran. Ecol. Eng. 83: 505-512.
32. Tavankar, F., and Bonyad, A. 2014. Long-term effects of logging damages on quality of residual trees in the Asalem Nav forest. J. Env. St. 40: 1. 39-50. (In Persian)
33. Tavankar, F., Majnounian, B., and Bonyad, A. 2013. Felling and skidding damage to residual trees following selection cutting in Caspian forests of Iran. J. For. Sci. 59: 5. 196-203.

www.SID.ir

Archive of SID

34. Tavankar, F., Bonyad, A., Majnunian, B., and Iranparast Bodaghi, A. 2010. Investigation on the damages to residual trees by ground-based logging system (Case study: Asalem-Nav forest area). J. Wood For. Sci. Tech. 17: 2. 57-72. (In Persian)
35. Vasiliauskas, A., and Stenlid, J. 2007. Discoloration following bark stripping wounds on *Fraxinus excelsior*. European J. For. Pathology, 28(6): 383-390.
36. Vasiliauskas, R., 2001. Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forest: a literature review. Forestry, 74: 319-336.
37. Verissimo, A., Barreto, P., Maltes, M., Tarifa, R., and Uhl, C. 1992. Logging Impacts and Prospect for sustainable Forest Management in an old Amazon Frontier: The case of Paragominas. For. Ecol. Manage. 55: 169-199.
38. Yilmaz, M., and Akay, A. 2008. Stand damage of a selection cutting system in an uneven aged mixed forest of Cimendagi in Kahramanmarz Turkey. Int. J. Nat. Eng. Sci. 2: 1. 77-82.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (2), 2016
http://jwfst.gau.ac.ir

Individual-level analysis of single-tree selection logging damage to residual trees in Nav forests

***F. Tavankar[1], M. Nikooy[2] and M. Rezaie[3]**
[1]Assistant Prof., of Forest Engineering, Khalkhal Branch, Islamic Azad University, Khalkhal, Iran, [2]Assistant Prof., of Forest Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran, [3]M.Sc. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran
Received: 06/10/2016 ; Accepted: 09/24/2016

Abstract
Background and objectives: Logging is one of the critical operations in forest management that causes damage to remaining trees in forest. Reducing frequency and intensity of damages during logging operation is one of the main goals in section cutting forests. The aim of this study was the analysis of effective factors on damage during logging of each tree in Nav forests.

Materials and methods: From the total of selected trees to cut in the two parcels of the Nav forests, the number of 83 trees (22.7%) were randomly selected and damages to remaining trees were individual-level analyzed during felling, winching and skidding operation.

Results: Results indicated average 13.3 damaged residual trees per each harvested tree, which 3 trees were damaged at felling stage, 8.9 trees were damaged at winching stage, and 1.4 trees were damaged at skidding stage. Diameter at breast height (DBH) of felled trees were from 25 to 107 with average 68.4 cm, and their heights were from 12.5 to 27.3 m with average 21 m, and damaged trees were increased by increasing of DBH and height of harvested trees. Winching distances were from 3 to 47 m with average 24.5 m, and winching angles were 0 to 47 degree with the average 19.1 degree, and damaged trees increased by increasing the distance and angle of winching. Damaged trees were increased by increasing of the number of skidd-trail curves and by decreasing of skid-trail radius. Damaged trees due to felling of trees on suitable directions, and winching of the on suitable routes were lower 42.4 and 17.1 percent than unsuitable directions and routes,

*Coressponding author: tavankar@aukh.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

respectively. The DBH of wounded and destroyed trees at felling stage (63.5 and 34.6 cm, respectively) was more than their averages at winching and skidding stages. Average size of bole wounds was 327.1 cm2, average depth of bole wound was 20.1 mm, and average height of bole wounds from ground level was 0.86 m. The averages of the bole-wound sizes and the bole-wound height from ground level were higher at felling stage, the average bole-wound depths at the winching stage were higher than other stages.

Conclusion: The results reveled that appropriate management of selection cutting forests needs to develop of sciences and techniques of logging operation. Implementation of tree directional felling, and limiting of winching operation to areas without standing trees, regeneration and ground slopes less than 50 percent are necessary for reducing logging damages to residual trees in these forests.

***Keywords*:** Logging damages, Tree felling, Winching, Skidding, Nav forests

www.SID.ir