

وسعت، الگو، اندازه و توزیع صدمه به درختان در اثر عملیات چوبکشی (مطالعه موردی: جنگل خیرود)

مقداد جورغلامی*^۱، وحید ریزوندی^۲ و باریس مجنونیان^۳

^۱ استادیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۳ استاد گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۲۲، تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱۲)

چکیده

توسعه و گسترش سیستم‌های بهره‌برداری، تسهیل نمودن عملیات از نظر فیزیکی، به‌صرفه بودن از نظر اقتصادی و ایجاد راه‌حل‌های زیست‌محیطی سالم است. داده‌های صدمه به توده باقیمانده از یک توده آمیخته پهن‌برگ در جنگل خیرود جمع‌آوری شد. در این تحقیق سیستم بهره‌برداری گرده‌بینه کوتاه با استفاده از اسکیدر چرخ لاستیکی تیمبرجک C ۴۵۰ مورد عمل قرار گرفت. هدف از این تحقیق ارزیابی صدمه به تنه، ریشه‌ها، وسعت صدمه‌دیدگی، الگو، اندازه و توزیع صدمات با استفاده از نمونه‌برداری منظم با شروع تصادفی و قطعه‌نمونه‌هایی با مساحت ثابت است. نتایج نشان داد که زخم‌ها به ۱۶/۴ درصد درختان باقیمانده وارد شده است، ولی شدت زخم‌ها در بین گونه‌ها متفاوت است. ۴۶ درصد از زخم‌ها در تمام گونه‌ها دارای اندازه کوچک (کوچک‌تر از ۵۰۰ سانتی‌متر مربع) هستند. بیشترین مقدار میانگین صدمه به تنه در ۱ متر ابتدایی تنه از زمین (۹۳ درصد) و در محدوده ۳ متر از خط مرکزی مسیر چوبکشی (۸۶/۴ درصد) رخ می‌دهد. زخم‌های عمیق، ۷۹ درصد کل زخم‌ها را شامل می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که مونه‌بندی منطقه مورد بررسی به‌طور موثری دقت اندازه‌گیری‌های صدمه به توده باقیمانده را بهبود می‌بخشد.

واژه‌های کلیدی: جنگل خیرود، بهره‌برداری جنگل، صدمه به توده باقیمانده، مونه‌بندی.

مقدمه و هدف

جنگل‌هایی که بر اساس اصول اکولوژی مدیریت می‌شوند، قادرند تولیدات و خدمات خود را به‌طور مستمر ارائه دهند و این نوع مدیریت از نظر اقتصادی نیز، به‌ویژه در درازمدت مقرون به‌صرفه خواهد بود. پایداری اکولوژیک توده‌های جنگلی به همراه غنای گونه‌ای کافی و متناسب با شرایط طبیعی از مسائل مهم و اساسی مدیریت اکوسیستم‌های جنگلی به‌شمار می‌رود. پس ضروری است که ملاحظات اکولوژیکی مهم مانند پیروی از مراحل طبیعی اکوسیستم جنگل، کاهش تخریب و اجتناب از بهره‌برداری در مناطق آسیب‌پذیر را با عملیات بهره‌برداری ترکیب نمائیم (Heinemann, 2004). در اکثر سیستم‌های بهره‌برداری، زخم و آسیب به تنه درختان یک نوع خسارت معمول در اثر عملیات بهره‌برداری و خروج چوب است. صدمه به توده باقیمانده باعث هجوم آفات و عوامل بیماری‌زای قارچی به تنه درخت شده و ضمن ایجاد پوسیدگی، سبب کاهش رویش درختان در توده جنگلی و نقصان مقدار رویش درختان می‌شود. تحقیقات فراوانی راجع به صدمه به توده باقیمانده در اثر عملیات بهره‌برداری جنگل و اجرای سیستم‌های مختلف چوبکشی انجام شده است. هر سیستم بهره‌برداری، صدمه مشخصی بر روی توده جنگلی (درخت و زادآوری) دارد. از زمانی که صدمه در توده‌های مدیریت‌شده به‌صورت آسیب به درختان باقیمانده رخ داده است، وسعت آسیب‌های بیماری‌زا به درختان زنده و ایجاد پوسیدگی گسترش یافته است که ممکن است بر روی کیفیت چوب در برداشت نهایی تأثیرگذار باشد (Dimitri, 1983). تمام گونه‌های درختی به‌طور مساوی به صدمات مکانیکی حساس نیستند (Yilmaz & Akay, 2008). صدمه به توده باقیمانده در عملیات جنگل اغلب در طول عملیات حمل و نقل اولیه چوب ایجاد می‌شود (Vasiliaskas, 1993; Han, 1998; Froese & Han, 2006; Kosir, 2008). درختان به‌وسیله ماشین‌ها و گرده‌بینه‌های در حال کشیدن صدمه می‌بینند (Siren, 1982) و آسیب‌ها به ابتدای تنه یا مجاورت آن وارد می‌شود (Bettinger & Kellogg, 1993; Han, 1998; Froese & Han, 2006) که از نظر اندازه دارای حد تغییرات زیادی است. در توده‌های سوزنی‌برگ

آمریکای شمالی، اندازه زخم در درختان صدمه‌دیده در محدوده ۰/۱۳ تا ۲۹۶۷/۸ سانتی‌متر مربع است (Bettinger & Kellogg, 1993). در بیشتر بررسی‌های انجام‌شده، اکثر درختان آسیب‌دیده در اثر عملیات بهره‌برداری به‌طور تصادفی در توده جنگل پراکنده نیستند و در مجاورت مسیرهای چوبکشی قرار دارند (Froese & Han, 2006). صدمه به توده باقیمانده در ارتباط با متغیرهای گوناگون در سیستم‌های مختلف بهره‌برداری از جمله گونه‌های مختلف (Ostrofsky *et al.*, 1986; Bettinger & Kellogg, 1993)، شدت تنک کردن (Kosir, 2008)، طراحی (Fairweather, 1991; Dykstra, 1991; Heinrich, 1996) و فاصله درختان از مرکز مسیرهای چوبکشی (Bettinger & Kellogg, 1983; Froese & Han, 2006) و اندازه درخت (Ostrofsky *et al.*, 1986) بررسی شد. در مقابل، تعداد به‌نسبت کمی تحقیق انتشاریافته، روش‌هایی را برای ارزیابی صدمه به توده باقیمانده امتحان کرده است (Han & Kellogg, 2000). Stehman & Davis (1997) یک روش نمونه‌برداری را گزارش نمودند که منطقه برداشت را به دو مونه تقسیم کرده است: مناطق نزدیک شبکه مسیرها و مناطق خارج از مسیر. نگارندگان با استفاده از داده‌های فرضی ثابت کردند که تحت شرایط ویژه جنگل، راهکار مونه‌بندی در مقایسه با روش نمونه‌برداری تصادفی ساده به دقت بیشتری در برآورد صدمه، دست می‌یابد.

Froese & Han (2006) صدمه به توده باقیمانده را در توده آمیخته سوزنی‌برگ بررسی کردند و نتیجه گرفتند که ۳۷/۴ درصد توده باقیمانده آسیب دیدند. همچنین ۸۴ درصد زخم‌ها در تمام گونه‌ها دارای اندازه‌ای کمتر از ۱۹۴ سانتی‌متر مربع است و ۶۷ درصد صدمه به ۲ متر اول تنه درختان وارد شد. نتایج نشان داد که ۶۸ درصد زخم‌ها در محدوده ۴ متر از خط مرکزی مسیر رخ دادند. زخم‌های عمیق^۱، ۴۱ درصد کل زخم‌ها را شامل می‌شوند. Han (1998) در تحقیق خود ضمن بررسی و مقایسه روش‌های مختلف نمونه‌برداری برای ارزیابی خسارت به توده باقیمانده، روش نمونه‌برداری منظم تصادفی را به‌عنوان

درصد مربوط به دستگاه کشنده و ۲۱ درصد ناشی از قطع نادرست درخت بوده است. نقدی (۱۳۸۳) خسارات به درختان باقیمانده و زادآوری در اثر عملیات قطع را در جنگل‌های تحت سرپرستی شرکت نکاچوب بررسی کرد و نتیجه گرفت که اندازه‌گیری ۷۴ پلات دایره‌ای‌شکل در حفره‌های قطع بعد از انجام عملیات قطع نشان می‌دهد که درختان موجود در قطعه‌نمونه‌ها، ۱۹/۰۴ درصد خسارت دیدند. نیکوی (۱۳۸۶) بررسی صدمات وارد به توده باقیمانده در قطعه‌نمونه‌های قطع، نوارهای کشیدن و اطراف مسیرهای چوبکشی را در جنگل‌های شرکت سفارود انجام داد. نتایج بررسی‌ها در قطعه‌نمونه‌های قطع نشان داد که صدمات وارد شده به درختان ناشی از قطع، ۲۳/۵ درصد است. دانستن مقدار و کیفیت صدمات بهره‌برداری و قطع درخت بر روی توده باقیمانده به مدیران جنگل کمک می‌کند تا به اهداف مدیریتی مرتبط با پایداری جنگل برسند. اهداف این تحقیق شناسایی خصوصیات و ویژگی‌های صدمه به درختان در اثر چوبکشی و تخمین مقدار صدمه به توده باقیمانده است.

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد تحقیق

این تحقیق در پارسل ۲۰۸ بخش نمخانه جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود انجام شد. مساحت این پارسل ۳۱/۳ هکتار، موجودی حجمی و تعداد در هکتار آن به ترتیب ۴۰۳ سیلو و ۲۸۲ اصله و همچنین تپ فعلی جنگل، راش به همراه ممرز و توسکا است (بی‌نام، ۱۳۷۴). ارتفاع از سطح دریا ۸۳۰ تا ۱۱۵۰ متر، مقدار بارندگی منطقه ۱۵۳۲ میلی‌متر، میانگین بارندگی در تیر و مرداد به ترتیب ۶۵/۶ و ۶۴/۳ میلی‌متر و شیوه بهره‌برداری و جنگل‌شناسی در پارسل‌های مورد بررسی به صورت تک‌گزینی است. در پارسل ۲۰۸، در مجموع ۱۵۳ اصله درخت نشانه‌گذاری شده (۳ اصله در هکتار) و حجم نشانه‌گذاری ۷۱۹/۵ مترمکعب است (۱۳ مترمکعب در هکتار). متوسط شیب پارسل ۳۵ درصد است. عملیات جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در تابستان ۱۳۸۹ انجام گرفت.

- روش تحقیق

بهترین روش برای تخمین خسارت به توده جنگل معرفی کرد. صدمه به توده باقیمانده باعث هجوم آفات و عوامل بیماری‌زای قارچی به تنه درخت شده و ضمن ایجاد پوسیدگی، سبب کاهش رویش درختان در توده جنگلی و نقصان مقدار رویش درختان می‌شود. اندازه و محل زخم‌ها و گسترش زخم‌ها عوامل مهم و تعیین‌کننده هستند. فراوانی و وسعت پوسیدگی به مساحت، عرض و موقعیت زخم، همچنین گونه درخت و سن بستگی دارد. روی هم‌رفته، مساحت زخم عامل بسیار مهمی است که در ایجاد پوسیدگی تاثیرگذار است. (Aho et al. (1983 نشان دادند که ۶۵ تا ۸۵ درصد از زخم‌های دارای مساحت بزرگ‌تر از ۹۰۰ سانتی‌متر مربع پوسیده شدند. (Fecklin et al. (1997 نتیجه گرفتند که در عملیات چوبکشی با اسکیدر چرخ‌لاستیکی حدود ۲۲ درصد درختان باقیمانده صدمه دیدند.

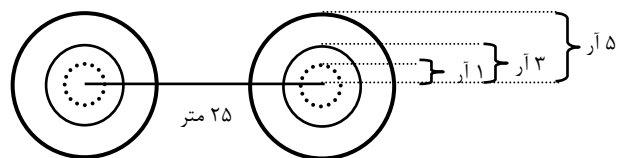
در ایران در زمینه ارزیابی خسارت‌های حاصل از بهره‌برداری و خروج چوب پژوهش‌هایی انجام شده است که حسینی (۱۳۷۳) اولین تحقیق در این زمینه را انجام داد، وی در بررسی صدمات بهره‌برداری بر روی زادآوری و درختان سرپا در جنگل دارابکلای ساری نتیجه گرفت که زخم‌های عمیق با مساحت نسبتاً زیاد بر روی تنه درختان باقیمانده، عمدتاً با فعالیت دستگاه‌های چوبکشی و خروج چوب‌آلات از عرصه قطع مرتبط بوده و ۸۲/۵ درصد زخم‌های مشاهده‌شده در ۲ متر ابتدائی تنه درختان وجود دارند. رشیدی (۱۳۷۴) در تحقیقی با عنوان اثر صدمات مکانیکی در رشد درختان راش در طرح جنگلداری امامزاده ابراهیم گیلان نتیجه گرفت که ۳۱/۸ درصد از زخم‌های مشاهده‌شده در بخش ریشه و ۵۴/۴ درصد در یک متر اول تنه و مابقی در بالای یک متری تنه درختان سرپا بود. همچنین ۱۸/۶ درصد از زخم‌های اندازه‌گیری‌شده، سطحی و ۸۱/۴ درصد از زخم‌ها عمقی و با صدمه به کامبیوم همراه است. احمدی (۱۳۷۵) صدمات بهره‌برداری بر توده جنگل را در جنگل‌های ساری بررسی کرد و نتیجه‌گیری کرد که حدود ۴۷ درصد درختان سرپا در توده جنگل بعد از بهره‌برداری آسیب دیدند. از صدماتی که به پوست درختان وارد شده، حدود ۲۷ درصد مربوط به روش سنتی و ۲۳

طبقه‌بندی شدند. درختان خسارت دیده در اثر چوبکشی در قطعه‌نمونه نیز به این صورت تعیین کیفیت شدند: الف- نوع گونه، ب- محل زخم با کدهای ۱ (امتداد ریشه‌های درخت)، ۲ (تا ۲ متر اول تنه) و ۳ (بیش از ۲ متر)، ج- شدت زخم با کدهای ۱ (سطحی، آسیب به پوست)، ۲ (عمیق، آسیب به کامبیوم) و ۳ (خیلی عمیق، آسیب به چوب) د- مساحت زخم با کدهای ۱ (کمتر از ۵۰۰ سانتی متر مربع)، ۲ (۱۰۰۰-۵۰۰ سانتی متر مربع) و ۳ (بیش از ۱۰۰۰ سانتی متر مربع)، ه- تعداد زخم با کدهای ۱ (یک زخم)، ۲ (۲ تا ۳ زخم) و ۳ (بیش از ۳ زخم)، و- مرحله ایجاد خسارت با کدهای ۱ (چوبکشی) و ۲ (مرحله وینچینگ).

نتایج

- نتایج تحلیل‌های مربوط به شبکه نمونه‌برداری از مجموع ۶۲۲ درخت اندازه‌گیری شده در قطعه‌نمونه‌ها، ۵۲۰ درخت سالم و ۱۰۲ اصله درخت آسیب دیدند، به عبارت دیگر، ۱۶/۴ درصد درختان توده جنگلی در اثر عملیات چوبکشی صدمه دیدند. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که به‌طور میانگین ۹ درخت در هر قطعه‌نمونه ۵ آری وجود دارد و یک اصله درخت به‌طور میانگین در هر قطعه‌نمونه آسیب دید. جدول ۱ پارامترهای آماری مربوط به تجزیه و تحلیل قطعه‌نمونه‌ها را نشان می‌دهد. مقدار صدمه‌دیدگی درختان در قطعه‌نمونه‌های ۱ آری ۲۳ درصد، در قطعه‌نمونه ۳ آری ۱۵/۸ درصد و در قطعه‌نمونه‌های ۵ آری ۵ درصد است. با افزایش مساحت قطعه‌نمونه‌ها، درصد تعداد درختان صدمه‌دیده نسبت به سطح قطعه‌نمونه کاهش می‌یابد و تنها هزینه زمان برداشت قطعه‌نمونه افزایش می‌یابد. براساس نتایج به‌دست‌آمده، قطعه‌نمونه ۳ آری با درصد اشتباه آماربرداری ۷ درصد بهترین اندازه قطعه‌نمونه به‌منظور محاسبه مقدار صدمه به درختان است.

به‌منظور تعیین مقدار خسارت وارده به درختان از روش نمونه‌برداری منظم تصادفی و مونه‌بندی^۱ استفاده شد. در روش مونه‌بندی قطعات نمونه بدون صدمه، از روند تجزیه و تحلیل‌ها حذف شدند تا دقت آماربرداری از صدمات بهبود یابد.^۲ با توجه به پراکنده بودن قطع درختان به‌دلیل اعمال شیوه برداشت گزینشی و برای کاهش اشتباه آماربرداری از شبکه آماربرداری به ابعاد ۲۵×۲۵ متر استفاده شد. برای تعیین مقدار خسارت به درختان سرپا، قطعه‌نمونه‌هایی به مساحت ۵، ۳ و ۱ آر (۵۰۰، ۳۰۰ و ۱۰۰ مترمربع) برداشت و نمونه‌برداری انجام شد (شکل ۱). شدت آماربرداری برای تعیین مقدار خسارت در روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با توجه به ابعاد شبکه و مساحت قطعه نمونه به‌ترتیب ۸۰، ۴۸ و ۱۶ درصد است. با توجه به پراکندگی درختان نشانه‌گذاری شده در سطح پارسل، شبکه آماربرداری به‌طور تصادفی در منطقه پیاده شد. در این بررسی در مجموع ۵۷ قطعه نمونه یک آری، ۷۰ قطعه نمونه ۳ آری و ۷۸ قطعه نمونه ۵ آری و در مجموع ۷۸ قطعه نمونه از ۴۶۹ قطعه نمونه دارای خسارت بودند.



شکل ۱- ابعاد شبکه آماربرداری و اندازه قطعه نمونه مورد استفاده برای ارزیابی خسارات

- صدمه به توده سرپا

برای دستیابی به وسعت صدمه، الگو، اندازه و توزیع صدمات در اثر چوبکشی با اسکیدر تیمبرجک C ۴۵۰ از نمونه‌برداری درختان صدمه‌دیده در اطراف مسیرهای چوبکشی استفاده شد. به‌منظور تعیین مقدار خسارت درختان در اطراف مسیرهای چوبکشی، درختان صدمه‌دیده به ۵ طبقه قطری (قطر برابر سینه) با کدهای ۱ (۱۰-۰ سانتی متر)، ۲ (۲۰-۱۰ سانتی متر)، ۳ (۴۰-۲۰ سانتی متر)، ۴ (۷۰-۴۰ سانتی متر) و ۵ (بیش از ۷۰ سانتی متر)

1- Stratification

۲- مذاکرات شفاهی با پروفیسور لورن کلوگ (Prof. Loren D.)

و هان (Prof. Han-Sup Han) (Kellogg)

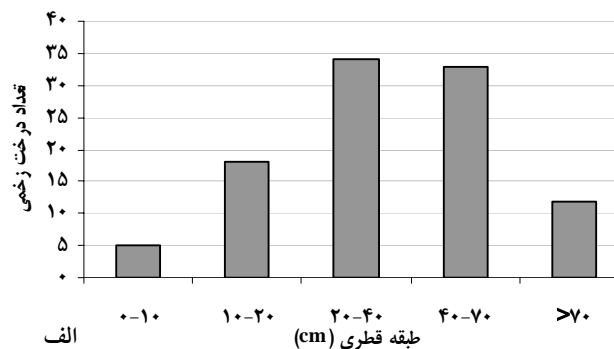
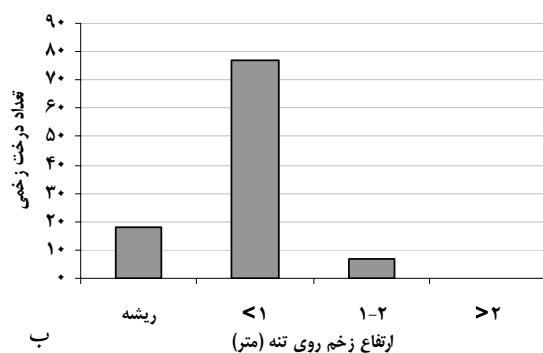
جدول ۱- پارامترهای آماری مربوط به تجزیه و تحلیل درختان صدمه دیده در قطعه نمونه‌ها

متغیر	مجموع تعداد درختان			تعداد درختان سالم			تعداد درختان آسیب دیده		
	۱ آر	۳ آر	۵ آر	۱ آر	۳ آر	۵ آر	۱ آر	۳ آر	۵ آر
تعداد کل	۳۰۹	۴۵۴	۶۲۲	۲۳۸	۳۶۰	۵۲۰	۷۱	۹۴	۱۰۲
میانگین	۵/۴	۶/۷۸	۸/۹	۴/۲	۵/۴۲	۷/۵۶	۱/۲	۱/۳۷	۱/۳۵
حداکثر	۱۰	۱۸	۲۵	۷	۱۴	۲۴	۳	۴	۴
حداقل	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۱	۱
انحراف از معیار	۱/۵۴	۳/۰۳	۵/۸۴	۱/۱۱	۲/۶	۵/۷۶	۰/۵۴	۰/۶۷	۰/۵۷
اشتباه معیار	۰/۲	۰/۳۸	۰/۷۴	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۷۳	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۴
درصد اشتباه آماربرداری	۷/۴۱	۱۱/۰۴	۱۶/۲	۶/۹۷	۱۱/۸۷	۱۸/۸	۵/۶۹	۷/۰۲	۱۰/۶

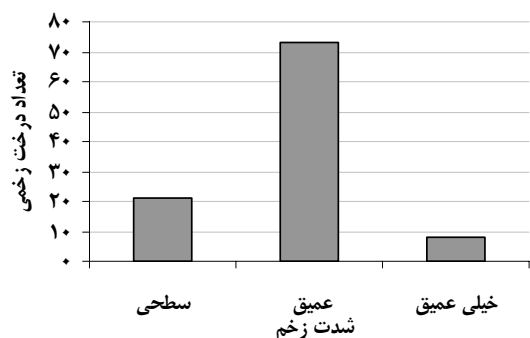
- صدمه به توده سرپا

اندازه گیری درختان صدمه دیده در اثر عملیات چوبکشی در مسیرهای مورد بررسی نشان داد که در مجموع ۱۰۲ درخت دچار درجاتی از صدمه دیدگی شدند. ۶۲ درصد درختان صدمه دیده مربوط به گونه ممرز بوده و راش و دیگر گونه‌ها به ترتیب ۲۴ و ۱۴ درصد درختان صدمه دیده را تشکیل می دهند. نتایج نشان داد که طبقه قطری ۴۰-۷۰ و ۲۰-۴۰ سانتی متر دارای بیشترین مقدار درختان صدمه دیده هستند،

به عبارت دیگر درختان با ارزش دچار درجاتی از صدمه دیدگی شدند (شکل ۱- الف). بررسی ارتفاع محل زخم بر روی تنه درختان نشان داد که ۱۸ درصد زخم بر روی ریشه و امتداد ریشه‌هاست و ۷۵ درصد زخم‌ها پایین تر از ۱ متر تنه از سطح زمین قرار دارند و در ارتفاع بالاتر از ۲ متر هیچ گونه زخمی بر روی تنه درختان آسیب دیده مشاهده نشد. به عبارت دیگر، حدود ۹۳ درصد زخم‌ها در ارتفاع ۱ متر اول تنه درخت قرار دارند (شکل ۲ ب).



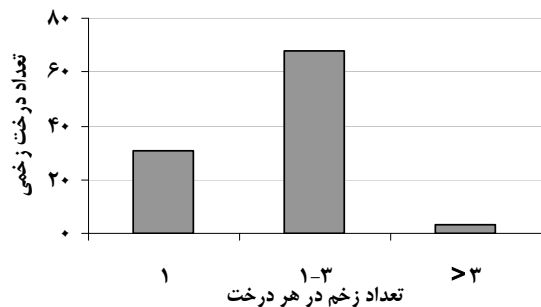
شکل ۲- تعداد درختان صدمه دیده به تفکیک طبقه قطری (الف) و ارتفاع زخم (ب) در اطراف مسیر چوبکشی



شکل ۳- تعداد درختان صدمه دیده به تفکیک تعداد زخم در

اطراف مسیر چوبکشی

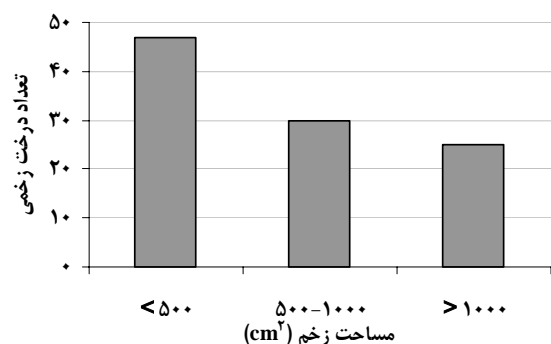
بررسی شدت زخم‌ها نشان داد که ۲۱ درصد از زخم‌ها سطحی بوده و ۷۱ درصد از زخم‌ها عمیق با صدمه به کامبیوم و کنده شدن و تخریب لایه کامبیوم بودند و تنها ۸ درصد زخم‌ها خیلی عمیق (صدمه به بخش چوبی تنه درخت از جمله شکافتن چوب) بودند (شکل ۳).



شکل ۵- تعداد درختان صدمه‌دیده به تفکیک تعداد درختان

۵۸ درصد از کل درختان آسیب‌دیده مربوط به مرحله چوبکشی و ۴۲ درصد مربوط به مرحله وینچینگ است. به عبارت دیگر، بیش از یک سوم خسارت به درختان در اثر وینچینگ رخ می‌دهد که دلیل اصلی آن عدم رعایت اصول مناسب قطع درخت در جهت تعیین‌شده یا انتخاب نامناسب مسیرهای وینچینگ در مرحله چوبکشی است. اکثر درختان آسیب‌دیده در اثر بهره‌برداری به‌طور تصادفی در توده جنگل پراکنده نیستند و نزدیک مسیرهای چوبکشی قرار دارند و با افزایش فاصله از مرکز مسیر چوبکشی، تعداد درختان صدمه‌دیده کاهش می‌یابد (شکل ۶). بیشترین درصد درختان آسیب‌دیده (۸۶/۴ درصد) در فاصله کمتر از ۳ متر در محدوده خط مرکزی مسیر چوبکشی قرار دارند و با افزایش فاصله از مرکز مسیر چوبکشی به تدریج از تعداد درختان آسیب‌دیده کاسته می‌شود. به عبارت دیگر، ۱۰/۲ درصد درختان در فاصله ۳-۴ متر و تنها ۳/۴ درصد درختان در فاصله بیش از ۴ متر دچار صدمه شدند. میانگین فاصله درختان صدمه‌دیده ۲/۵۶ متر از خط وسط مسیر چوبکشی است و حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۴/۵ و ۱/۷ متر از خط وسط مسیر فاصله دارند. به عبارت دیگر بیشترین تمرکز درختان صدمه‌دیده در فاصله کمتر از ۳ متر است و ۹۷ درصد درختان صدمه‌دیده در فاصله کمتر از ۴ متر از مرکز مسیر چوبکشی قرار دارند (شکل ۶).

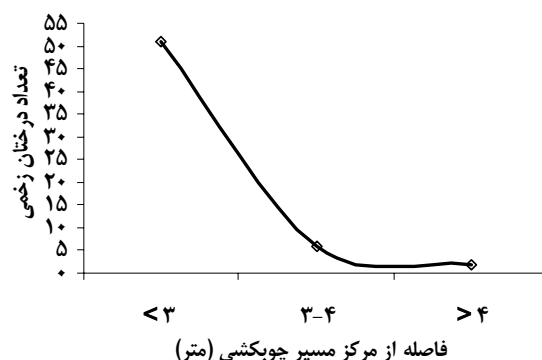
بررسی مساحت زخم‌های موجود در تنه درختان نشان داد که ۴۶ درصد درختان دارای زخم‌های کمتر از ۵۰۰ سانتی‌متر مربع بوده و ۲۹ درصد زخم‌ها اندازه بین ۵۰۰-۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع و ۲۵ درصد اندازه بیش از ۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع دارند. حداقل زخم مشاهده‌شده ۴۲ سانتی‌متر مربع و حداکثر آن ۲۳۱۹ سانتی‌متر مربع است. میانگین اندازه زخم هر درخت ۵۰۸ سانتی‌متر مربع است. در طبقه کمتر از ۵۰۰ سانتی‌متر مربع، میانگین زخم هر درخت ۲۷۱ سانتی‌متر مربع است و حداقل و حداکثر مساحت زخم هر درخت در این دسته به ترتیب ۴۲ و ۴۶۸ سانتی‌متر مربع است. در گروه ۵۰۰-۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع، میانگین زخم در هر درخت ۶۸۸ سانتی‌متر مربع و حداکثر آن ۹۳۵ و حداقل آن ۵۰۸ سانتی‌متر مربع است. میانگین مساحت زخم در هر درخت، در طبقه بیش از ۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع، ۱۳۹۵ سانتی‌متر مربع است و حداکثر و حداقل آن، به ترتیب ۲۳۱۹ و ۱۰۰۱ سانتی‌متر مربع است (شکل ۴).



شکل ۴- تعداد درختان صدمه‌دیده به تفکیک مساحت زخم در اطراف مسیر چوبکشی

نتایج نشان می‌دهد که ۳۰ درصد درختان، یک زخم، ۶۷ درصد، ۱-۳ زخم و تنها ۳ درصد درختان بیش از ۳ زخم دارند. در مجموع ۷۰ درصد درختان بیش از یک زخم دارند (شکل ۵).

درصد درختان مربوط به طبقه ۷۰-۴۰ سانتی متری هستند. بررسی آسیب‌های وارده به درختان در مسیرهای چوبکشی از نظر پراکنش درختان در طبقات طقری نشان داد که با افزایش قطر، درصد درختان صدمه‌دیده کاهش می‌یابد و این کاهش به تبعیت از کاهش تعداد درختان با افزایش قطر در توده‌های ناهمسال است. یافته‌های این تحقیق منطبق با نتایج حسینی (۱۳۷۳)، نقدی (۱۳۸۳) و نیکوی (۱۳۸۶) است که بیشترین درصد درختان صدمه‌دیده را در طبقه قطری کمتر از ۳۰ سانتی متر اندازه‌گیری نمودند. از منظر دیگر، طبقه‌بندی بالا از آن جهت اهمیت دارد که در توده‌های ناهمسال، درختان جوان و میانسال نقش تعیین‌کننده در رویش جنگل دارند و در سیستم جنگلداری گزینشی، این درختان سال‌های زیادی در توده باقی می‌مانند تا نقش خود را در توده جنگل انجام دهند. بنابراین عوامل ثانویه سبب گسترش صدمات مکانیکی وارد شده به درختان و کاهش رویش و ارزش بالقوه توده‌های جنگلی می‌شوند. نکته مهمی که از برآیند این مبحث استنباط می‌شود این است که در جنگلداری گزینشی، خسارت به درختان و توده سرپا در طول سال‌ها باقی می‌ماند و موجب گسترش آنها می‌شود. اهمیت این موضوع تا آنجاست که با افزایش صدمات بهره‌برداری به توده، مزایای عملیات جنگلداری، در عمل مبدل به ایجاد زیان به توده می‌شود. در این تحقیق حدود ۹۳ درصد زخم‌ها در ارتفاع ۱ متر اول تنه درخت قرار دارند. اهمیت طبقه‌بندی ارتفاع زخم در تنه درخت از آن جهت است که بیشتر زخم‌ها به ۱ متر اول تنه درخت وارد می‌شوند که با ارزش‌ترین قسمت درخت بوده و سبب کاهش ارزش چوب درخت در برداشت‌های بعدی می‌شود. یافته‌های این تحقیق مشابه تحقیقات قبلی انجام گرفته در این زمینه است که بیان می‌دارد آسیب‌های حاصل از عملیات چوبکشی به ابتدای تنه یا مجاورت آن وارد می‌شود. در تحقیق‌های Froese & Han (2006) ۶۷ درصد صدمه در ۲ متر اول، حسینی (۱۳۷۳) ۸۲/۵ درصد زخم‌ها در ۲ متر ابتدایی و رشیدی (۱۳۷۴) ۵۴/۴ درصد زخم‌ها در یک متر اول تنه، مشاهده شدند. هرچند نقدی (۲۰۰۴) و نیکوی (۲۰۰۷) بیشترین درصد زخم‌ها را در ارتفاع بیش از ۲ متر بیان نمودند.



شکل ۶- کاهش تعداد درختان صدمه‌دیده با افزایش فاصله از مرکز مسیر چوبکشی

بحث

در این تحقیق از روش نمونه‌برداری منظم تصادفی با استفاده از مونه‌بندی استفاده شد که دارای دقت قابل قبول و سهولت در اجراست که در تحقیق Han & Kellogg (2000) نیز تأیید شده است. این محققین چهار روش را برای برآورد (تخمین) صدمه به توده باقیمانده در اثر اجرای تنک‌کردن در توده کاج در غرب ایالت اورگون مقایسه نمودند و دریافتند که تفاوت‌های قابل توجه در سهولت و سادگی اجرا در بین این روش‌ها وجود دارد و روش نمونه‌برداری منظم تصادفی ساده‌ترین روش برای کاربرد است. دو گونه راش و ممرز بیش از ۸۶ درصد درختان صدمه‌دیده را شامل می‌شوند، درصد بالای صدمه‌دیدگی این دو گونه در اثر عملیات چوبکشی به علت حساسیت این دو گونه به صدمات مکانیکی حاصل از عملیات چوبکشی نیست، بلکه در درجه اول مربوط به حضور غالب این دو گونه در توده‌های جنگلی مورد بررسی است. هرچند درصد صدمه به درختان باقیمانده در این تحقیق به مراتب کمتر از دیگر تحقیقات مشابه داخلی و خارجی است. Froese & Han (2006) صدمه به توده باقیمانده را ۳۷/۴ درصد، Fecklin et al. (1997) مقدار صدمه را ۲۲ درصد، احمدی (۱۳۷۵) ۴۷ درصد، نقدی (۱۳۸۳) ۱۹/۰۴ درصد و نیکوی (۱۳۸۶) ۲۳/۵ درصد درختان باقیمانده برآورد نمودند. هرچند این تحقیق تنها مقدار صدمه به درختان را در مرحله چوبکشی در نظر گرفته است و با در نظر گرفتن صدمات حاصل از قطع درختان، مقدار صدمات به مراتب بیشتر خواهد بود. ۳۳ درصد درختان صدمه‌دیده مربوط به طبقه قطری ۲۰-۴۰ سانتی متر و ۳۲

چوبکشی طراحی شده باقی بمانند. توقف در مسیر چوبکشی و بردن سیم وینچ به سمت گرده‌بینه اثر معنی‌داری در کاهش صدمه به درختان باقیمانده و زادآوری خواهد داشت. به‌طور کلی، مسیرهای چوبکشی باید تا حد ممکن راست و مستقیم طراحی شوند.

سپاسگزاری

بدین وسیله نگارندگان مراتب قدردانی و سپاس خود را از معاونت علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران برای تأمین هزینه لازم برای انجام این پژوهش از محل طرح پژوهشی با شماره ۲۸۵۱۴/۱/۲ اعلام می‌دارند.

منابع

احمدی، حسین، ۱۳۷۵. بررسی صدمات بهره‌برداری بر توده جنگل، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۲۵ ص.

بی‌نام، ۱۳۷۴. طرح جنگلداری اولین تجدیدنظر بخش نمخانه جنگل آموزشی و پژوهشی خیرودکنار نوشهر، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۳۲۰ ص.

حسینی، سیدمحمد، ۱۳۷۳. بررسی اثرات بهره‌برداری بر توده جنگل در طرح جنگلداری دارابکلا، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریائی نور، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۷ ص.

رشیدی، رضا، ۱۳۷۴. اثر صدمات مکانیکی در رشد درختان راش، مجله منابع طبیعی ایران، ۴۷: ۷۰-۵۸.

نقدی، رامین، ۱۳۸۳. بررسی و مقایسه روش‌های بهره‌برداری تمام‌تنه و گرده‌بینه به‌منظور ارزیابی مدل مناسب شبکه جاده‌های جنگلی در حوزه نکه، پایان‌نامه دکتری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریائی نور، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۳۸ ص.

نیکوی، مهرداد، ۱۳۸۶. بهینه کردن هزینه‌های تولید و کاهش صدمات بهره‌برداری و حمل و نقل به چوب، درخت و جنگل با طراحی بهره‌برداری، رساله دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۸۷ ص.

نتایج نشان داد که بیش از ۵۰ درصد زخم‌های ایجادشده در هر درخت دارای مساحتی بیش از ۵۰۰ سانتی‌متر مربع هستند که به‌ندرت التیام می‌یابند. Froese & Han (2006) نتیجه گرفتند که ۸۴ درصد زخم‌ها در تمام گونه‌ها، اندازه‌های کمتر از ۱۹۴ سانتی‌متر مربع داشتند. زخمی شدن پوست سبب پوسیدگی تنه به‌وسیله عوامل بیماری‌زای قارچی شده و به‌صورت بالقوه سبب از دست رفتن حجم رویش توده در آینده خواهد شد (Han & Kellogg, 2000). اگرچه نتایج این تحقیق با یافته‌های حسینی (۱۳۷۳) و نیکوی (۱۳۸۶) مطابقت ندارد و آنها بیان نمودند که بیشترین درصد زخم‌ها مربوط به مساحت کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر مربع است، اما نقدی (۱۳۸۳) بیان کرده است که بیشترین درصد زخم‌ها، مربوط به مساحت ۱۰۰-۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع هستند. در این تحقیق بیش از ۴۰ درصد خسارت به درختان در اثر وینچینگ رخ می‌دهد که دلیل اصلی آن رعایت نکردن اصول مناسب قطع درخت در جهت تعیین‌شده یا انتخاب نامناسب مسیرهای وینچینگ است. بررسی شدت زخم‌ها نشان داد که ۸۰ درصد از زخم‌ها عمیق با صدمه به کامبیوم و کنده‌شدن و تخریب لایه کامبیوم بودند که با نتایج تحقیق (Froese & Han, 2006) مطابقت دارد. با افزایش فاصله از مرکز مسیر چوبکشی، تعداد درختان صدمه‌دیده کاهش می‌یابد. یافته‌های این تحقیق مشابه نتایج تحقیقات قبلی است (Han, 1998; Froese & Han, 2006; Yilmaz & Akay, 2008). همچنین حسینی (۱۳۷۳)، نقدی (۱۳۸۳) و نیکوی (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند که همبستگی قوی بین درصد درختان آسیب‌دیده و افزایش فاصله از مسیر چوبکشی وجود دارد. بنابراین انتخاب روشی مناسب برای چوبکشی که خسارت به درختان مجاور مسیرهای چوبکشی را حداقل سازد، بسیار مهم و اساسی است. با توجه به نتایج این تحقیق، پیشنهادهایی برای بهبود شرایط کار و کاهش میزان اثرات محیط‌زیستی بهره‌برداری جنگل به توده سرپا ارائه می‌شود، عملیات چوبکشی باید در شرایط آب و هوایی مرطوب به‌طور کامل به تعلیق درآمده و عرصه‌های با شیب تند از عملیات چوبکشی زمینی مستثنی شود. همچنین یک سیستم طراحی شده از مسیرهای چوبکشی باید مورد استفاده قرار گیرد. ماشین‌های چوبکشی باید در تمام مدت در مسیرهای

- Aho, P.E., G. Fiddler & M. Srago, 1983. Logging damage in thinned, young growth true fir stands in California and recommendations for prevention. USDA For. Serv., PNW For. and Range Exp. Sta. Res. Pap. PNW-RP-304. 8 P.
- Bettinger, P. & L.D. Kellogg, 1993. Residual stand damage from cut-to-length thinning of second growth timber in the Cascade Range of western Oregon, *Forest Product Journal*, 43(11/12): 59-64.
- Dykstra, D.P. & R. Heinrich, 1996. FAO model code of forest harvesting practice, FAO, Rome, 97 pp.
- Fairweather, S.E., 1991. Damage to residual trees after cable logging in northern hardwoods, *Northern Journal of Applied Forestry*, 8(1): 15-17.
- Fecklin, R.L., J.P. Dyer, B.F. Cutter & T. Draper, 1997. Residual tree damage during selection cuts using two skidding system in the Missouri Ozarks, University of Missouri-Columbia, 64 pp.
- Froese, K. & Han H.S., 2006. Residual Stand Damage from Cut-to-Length Thinning of a Mixed Conifer Stand in Northern Idaho, *Western Journal of Applied Forestry*, 21(3): 142-148.
- Han, H.S. & L.D. Kellogg, 2000. A comparison of sampling methods for measuring residual stand damage from commercial thinning, *International Journal of Forest Engineering*, 11(1): 63-71.
- Han, H.S., 1998. Damage to young Douglas-fir stand from commercial thinning with various timber harvesting systems and silvicultural prescriptions: characteristics, sampling strategy for assessment and future volume loss, PhD thesis, Department of forest engineering, Faculty of natural resources, Oregon state university, 141 pp.
- Heinemann, H.R., 2004. Forest operation under mountainous conditions, In *Encyclopedia of Forest Sciences*, J., Burley, J. Evans & J. Youngquist, Editors. Elsevier Academic Press: Amsterdam, etc. P: 279-285.
- Kosir, B., 2008. Damage to young forest due to harvesting in shelterwood systems, *Croatian Journal of Forest Engineering*, 29(2): 141-153.
- Ostrofsky, W.D., R.S. Seymour & R.C. Lemin, 1986. Damage to northern hardwoods from thinning using whole-tree harvesting technology, *Canadian Journal of Forest Research*, 16: 1238-1244.
- Siren, M., 1982. Stand damage in thinning operation with a grapple loader processor, *Folia Forest*, 528: 1-16.
- Stehman, S.V. & C.J. Davis, 1997. A practical sampling strategy for estimating residual stand damage, *Canadian Journal of Forest Research*, 27(10): 1635-1644.
- Vasiliauskas, R., 1993. Wound decay of Norway spruce associated with logging injury and bark stripping, *Proceeding of Lithuanian Forest Research Institute*, 33: 144-156.
- Yilmaz, M. & A.E. Akay, 2008. Stand Damage of a Selection Cutting System in an Uneven Aged Mixed Forest of Çimendagi in Kahramanmaraş-Turkey, *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 2(1): 77-82.

Evaluating the extent, patterns, size and distribution of tree scars following skidding operation (Case study: Kheyroud forest)

M. Jourgholami^{*1}, V. Rizvandi² and B. Majnounian³

¹Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

²M.Sc. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

³Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

(Received: 12 March 2011, Accepted: 3 October 2011)

Abstract

The development and deployment of harvesting systems aims to provide physically feasible, environmentally sound and economic solutions. The data of residual stand damage was collected from a mixed broadleaved stand in Kheyroud forest following the cut-to-length harvesting system using Timberjack rubber-tired skidder. After finishing the harvesting operations, damage to the bole, roots, extent of the damage, scars patterns, size and distribution was evaluated for all trees using stratified systematic sampling with a random start and fixed area plots. Results showed that scars occurred on 16.4% of the remaining trees, but the severity of scars varied significantly by species. Forty-six percent of scars for all species was considered as small size ($>500\text{cm}^2$). The greatest average amount of damage to the bole occurred along the first 1 m up from the ground (93%) and also within 3 m of the skid trail centerline (86.4%). Gouges were present on 79% of all scars. The stratification of the study unit would effectively improve the accuracy of stand damage surveys.

Key words: Kheyroud forest, Forest harvesting, Residual stand damage, Stratification.