

ارزیابی اثرات محیط‌زیستی بهره‌برداری حاصل از قطع درختان بر روی توده باقیمانده (مطالعه موردی: جنگل خیرود)

مقداد جورغلامی^{1*}، وحید ریزوندی²، باریس مجنونیان³

1 استادیار گروه جنگل‌داری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

2 دانشجوی دکتری جنگل‌داری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

3 استاد گروه جنگل‌داری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: 1390/10/25؛ تاریخ تصویب: 1392/3/27)

چکیده

هدف عملیات جنگل، اجرای طرح‌ها و عملیاتی است که از نظر فنی و تکنیکی امکان‌پذیر، از لحاظ اقتصادی مناسب رشد و ترقی، از نظر محیط‌زیستی سالم و کم‌خطر و از نظر حقوقی قابل قبول باشد. با توجه به اعمال شیوه جنگل‌داری نزدیک به طبیعت برای مدیریت جنگل‌های شمال و پراکندگی برداشت در این شیوه، کاهش آسیب‌های وارده به توده سرپا و زادآوری، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. این تحقیق برای ارزیابی زیر مؤلفه قطع درخت در پارسل 221 از بخش نم‌خانه جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود انجام شد. اهداف این تحقیق، عبارت از تعیین میزان خسارت‌های وارده به توده سرپا و تجدید حیات جنگل می‌باشد. به‌منظور بررسی مقدار خسارت به توده سرپا در حفزه‌های قطع، از روش آماربرداری صددرصد استفاده شد. نتایج حاصل از بررسی پلات دایره‌ای شکل در حفزه‌های قطع نشان داد: 1/2٪ از درختان موجود در پلات‌ها بر اثر عملیات قطع متحمل خسارت شدند. 73٪ از درختان خسارت‌دیده در پلات‌های قطع را گونه راش، 25٪ ممرز و 2٪ گونه‌هایی مانند افرا، بلوط، و توسکا تشکیل داد. ضمن این که بیشترین خسارت متوجه درختان با قطر برابر سینه کمتر از 40 سانتی‌متر است. بررسی حاضر نشان داد که مقدار خسارت به نهال‌ها کمتر از سایر گروه‌های زادآوری (شل و خال) است. بررسی زخم‌های ایجادشده بر روی تنه درختان باقیمانده در حفزه‌های قطع نیز نشان داد که این زخم‌ها بیشتر در ارتفاع کمتر از 2 متری تنه درخت حضور دارند. همچنین زخم‌های مذکور اغلب سطحی هستند، یعنی به کامبیوم خسارتی وارد نشده است. آموزش کارگران بهره‌برداری و اکیپ قطع و تبدیل، از عوامل تأثیرگذار در جلوگیری و کاهش خسارت‌های ناشی از بهره‌برداری هستند. صدمه به توده باقیمانده بر اثر عملیات قطع در جنگل آمیخته ناهمسال با توجه به عوامل مختلف مؤثر بر صدمه به توده بررسی شد. قطع درختان در توده جنگلی به‌صورت هدایت شده و استفاده از ابزارهای کمکی مثل گوه می‌تواند در کاهش صدمه به توده باقیمانده مؤثر باشد.

کلید واژه‌ها: ارزیابی آثار محیط‌زیستی، قطع درخت، خسارت به توده سرپا، جنگل خیرود

سرآغاز

بهره‌برداری یک فعالیت ضروری در مدیریت جنگل است و شامل تمام فعالیت‌ها از قطع درخت تا تحویل چوب به کارخانه می‌باشد که اگر به‌درستی برنامه‌ریزی و اجرا شود، سود پیش‌بینی شده را محقق خواهد ساخت. در مقابل، طراحی و اجرای ضعیف برنامه‌ها پرهزینه خواهد بود و منجر به آسیب‌های محیط‌زیستی، همچنین افت زیاد چوب، استفاده محدود از منابع موجود و صدمه به نیروی کار می‌شود (Sessions et al., 2007). در جنگل‌های شمال ایران، اساس کار در عملیات قطع و تبدیل درخت اهر موتوری است. به علت شرایط و ویژگی‌های جنگل‌ها، درختان قطور و پهن برگ، توپوگرافی و ... مکانیزاسیون در جنگل‌های شمال کاربرد چندانی نیافته است (ساریخانی، 1387؛ جورغلامی، 1388). جلوگیری از صدمه به توده سرپا و نهال‌ها در روش جنگل‌شناسی معمول در جنگل‌های ایران یعنی تک‌گزینی و گروه‌گزینی در مراحل مختلف بهره‌برداری از اهداف اصلی در جنگل‌داری به‌ویژه در شیب‌های تند است (حسینی و همکاران، 1380؛ مجنونیان و همکاران، 1388). در ناحیه بهره‌برداری هر درخت از نظر ایستایی و چگونگی افتادن در ارتباط با درختان مجاور آن مورد توجه می‌باشد. شکستن درختان و معیوب شدن آن‌ها ممکن است به علت ناتوانی در انتخاب مسیر صحیح انداختن آن‌ها باشد. برای تعیین جهت انداختن چند اصل زیر باید رعایت شود: تمایل درخت مورد توجه قرار گیرد، اجسام سخت مثل کنده و سنگ در محل افتادن درخت موجود نباشد، عدم آسیب به درختان و نهال‌های مجاور هنگام انداختن، تسهیل عملیات چوب‌کشی و انتقال چوب، توجه به پوسیدگی درخت و آسیب در کنده درخت، آسیب کمتر و افت کمتر چوب تنه هنگام افتادن، توجه به جهت شیب و خطوط میزان، برجستگی یا پستی و بلندی‌های زمین اطراف (Lamson et al., 1985; Dykstra, 1985; Heinrich, 1996; Stringer, 2006).

برای تعیین میزان مطابقت و تبعیت عملیات بهره‌برداری با اهداف تعیین شده، ارزیابی بهره‌برداری صورت می‌گیرد که ضرورتی اساسی برای مدیریت پایدار جنگل می‌باشد. هدف از این پژوهش، ارزیابی بهره‌برداری فعلی جهت ارائه پیشنهاد‌های لازم برای افزایش بهره‌وری و کاهش خسارت‌ها در سیستم فعلی می‌باشد. خسارت‌های بهره‌برداری⁽¹⁾ به‌طور مستقیم شامل آسیب به درختان و نهال‌ها بر اثر عملیات قطع و کشیدن درختان

قطع شده است که به‌صورت شکستن تاج و سرشاخه‌ها، ایجاد زخم روی تنه درخت سرپا و آسیب به ریشه نمایان می‌شود (Hicks, 1998; Vasiliauskas, 2001; Yilmaz & Akay, 2008). در یک تحقیق، ارزیابی میزان آسیب به توده سرپا در منطقه آپالاچین با مقایسه سه تیمار بهره‌برداری حد قطری ۱۲ اینچ، ۱۶ اینچ و پناهی انجام شد (Fajvan et al., 2002). هر توده با استفاده از قطع دستی و اسکیدر چرخ لاستیکی بهره‌برداری می‌شد. هر یک از تیمارها ۴ بار تکرار داشتند. حد قطری ۱۲ اینچ بیشترین درصد آسیب و بزرگ‌ترین اندازه زخم را داشت.

نتایج نشان داد که حدود ۹۰ درصد زخم‌های ایجاد شده در هر درخت، دارای مساحتی کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر مربع هستند که به طور معمول التیام می‌یابند (Lilienau, 2003). همچنین نتایج بررسی‌ها نشان داد که ۸۴ درصد زخم‌ها در تمام گونه‌ها دارای اندازه‌ای کمتر از ۱۹۴ سانتی‌متر مربع بود (Forese & Han, 2006). زخم‌شدن باعث پوسیدگی تنه به‌وسیله عوامل قارچی شده، به‌صورت بالقوه منتج به از دست رفتن حجم مورد نظر در آینده خواهد شد (Han & Kellogg, 2000). در یک بررسی، میزان تخریب عرصه و آسیب به توده باقی‌مانده در طول عملیات بهره‌برداری در جنگل‌های گرمسیری بولیوی انجام شد (Jackson et al., 2002). در این بررسی، تراکم برداشت ۴/۳۵ درخت در هکتار و ۱۲/۱ مترمکعب در هکتار بود. آسیب به توده سرپا در حفره‌های قطع به‌طور مستقیم در ارتباط با قطر برابر سینه درختان قطع شده بود. از بررسی صدمه‌های بهره‌برداری بر توده جنگل (احمدی، ۱۳۷۵) نتیجه‌گیری شد که حدود ۴۷ درصد درختان سرپا در توده جنگل پس از بهره‌برداری آسیب دیدند. گروه نهال و نونهال بر اثر عوامل بهره‌برداری، ۲۰ درصد آسیب دیدند در حالی که در گروه شل، این صدمه‌ها ۳۳ درصد و در گروه خال، ۳۹ درصد بوده است. در بررسی دیگری به این نتیجه رسیدند که خسارت‌های وارد به زادآوری و درختان باقیمانده در محدوده نوارهای وینچینگ در روش تمام تنه کمتر از روش گرده‌بینه است (نقدی و همکاران، ۱۳۸۶). در بررسی دیگری آسیب‌های وارد به توده باقیمانده در پلات‌های قطع، نوارهای کشیدن و اطراف مسیرهای چوب‌کشی انجام شد (نیکوی، ۱۳۸۶). نتایج بررسی‌ها در پلات‌های قطع نشان داد که

دیده استفاده می‌شود (نقدی و همکاران، ۱۳۸۶). با توجه به کم بودن میزان تراکم زادآوری در عرصه (قابلیت اجرا)، شیب عرصه در حفره قطع، قطر و ارتفاع درختان نشانه‌گذاری شده، تعدادی از درختان نشانه‌گذاری شدند. در هر حفره، گستردگی تاج درختان و مساحت قطعه نمونه‌ها طوری در نظر گرفته شد که کل حفره قطع را تحت پوشش قرار دهد و به‌طور صددرصد مورد بررسی قرار گیرد. مساحت قطعه نمونه‌ها در حفره‌های مختلف، متغیر و با توجه به ساختار حفره‌های قطع، دایره‌ای و جامعه آماری، جامعه درختان نشانه‌گذاری شده بود. برآورد خسارت به درختان باقی‌مانده و زادآوری در این قطعات نمونه انجام شد. برای بررسی توده سرپا و زادآوری در قطعه نمونه‌ها، درختان با قطر برابر سینه کمتر از ۷/۵ سانتی‌متر را به‌عنوان تجدید حیات در نظر گرفته و برای بررسی آن‌ها از فرم جدول (۱) استفاده شد.

درختان با قطر بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر نیز با تعیین نوع گونه، قطر درخت و بررسی تنه و تاج آن به منظور برآورد تعداد درخت دارای خسارت‌ها بهره‌برداری در منطقه مورد مطالعه برداشت شد (جدول ۲). در بررسی خسارت‌های وارده به درختان سرپا در قطعات نمونه مورد مطالعه، از تحلیل رگرسیونی برای تعیین ارتباط بین قطر برابر سینه درختان قطع شده و تعداد درختان آسیب دیده انجام شد. همچنین معیارهای جدول (۳) در بررسی میزان خسارت‌های وارده به درختان سرپا (سنگین، متوسط و سبک) در مرحله قطع، مورد استفاده قرار گرفت (Krueger, 2004).

آسیب‌های وارد به درختان، نونهال‌ها، نهال‌ها و خال‌ها ناشی از قطع به ترتیب ۲۳/۵، ۲۰/۳، ۲۰/۶ و ۲۶/۵ درصد بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد تحقیق

این تحقیق در پارسل ۲۲۱ بخش نم‌خانه جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود به مساحت ۳۶/۸ هکتار بوده و موجودی حجمی و تعداد در هکتار در پارسل ۲۲۱ به ترتیب ۳۷۴ سیلو و ۱۴۹ اصله و همچنین تیپ فعلی جنگل، راش به همراه مرمر و توسکا است. ارتفاع از سطح دریا ۸۳۰ تا ۱۱۵۰ متر و میزان بارندگی منطقه ۱۵۳۲ میلی‌متر و میانگین بارندگی در تیر و مرداد به ترتیب ۶۵/۶ و ۶۴/۳ میلی‌متر بوده (طرح جنگل‌داری بخش نم‌خانه، ۱۳۷۴) و شیوه بهره‌برداری و جنگل‌شناسی در پارسل مورد بررسی، به صورت تک‌گزینی است. در پارسل ۲۲۱ در مجموع ۱۰۹ اصله درخت نشانه‌گذاری شده (۳ اصله در هکتار) و حجم نشانه‌گذاری به مترمکعب برابر ۶۵۱/۷ است (۱۷/۷ مترمکعب در هکتار). شیب کلی پارسل ۲۲۱، ۴۹ درصد است. عملیات جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در اسفند ۱۳۸۸ انجام گرفت. ارماتورچی دارای تجربه کاری ۱۸ ساله بوده است.

روش پژوهش

امروزه برای ارزیابی خسارت‌های وارده به رویش‌گاه در مناطق بهره‌برداری شده از روش‌های نمونه‌برداری خطی یا ترانسکت، استفاده از شبکه آماربرداری، عکس‌های هوایی، پلانیمتری، روش پیمایش زمینی و اندازه‌گیری صد در صد در نقاط خسارت

جدول (۱): فرم آماربرداری خسارت وارده به زادآوری (قطر کمتر از ۷/۵ سانتی‌متر)

خال (۲ تا ۶-۸ متر)			شل (۰/۵ تا ۲ متر)			نونهال و نهال (کمتر از ۰/۵ متر)		
آسیب‌دیده			آسیب‌دیده			آسیب‌دیده		
شکسته و ریشه کن	زخمی شدن	خم شدن تاج	شکسته و ریشه کن	زخمی شدن	خم شدن تاج	شکسته و ریشه کن	زخمی شدن	خم شدن تاج
۳	۲	۱	۳	۲	۱	۳	۲	۱

جدول (۲): فرم آماربرداری خسارت‌های قطع درختان (قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر)

تعریف کد	کد	مورد بررسی	تعریف کد	کد	مورد بررسی
سطحی؛ آسیب به پوست	۱	شدت زخم	راش	۱	نوع گونه

مورد بررسی	کد	تعریف کد	مورد بررسی	کد	تعریف کد
محل زخم	۱	امتداد ریشه‌های درخت	خسارت تاج	۱	یک‌سوم ارتفاع ابتدایی تاج درخت
	۲	تا ۲ متر اول تنه		۲	بین یک‌سوم تا دو سوم ارتفاع تاج درخت
	۳	بیش از ۲ متر		۳	دو سوم انتهایی تاج درخت
قطر درخت (سانتی‌متر)	۱	۷-۱۰/۵	مساحت زخم (سانتی‌متر مربع)	۱	۱۰۰ <
	۲	۱۰-۲۰		۲	۱۰۰-۱۰۰۰
	۳	۲۰-۴۰		۳	>۱۰۰۰
	۴	۴۰-۷۰	تعداد زخم	۱	یک زخم
	۵	>۷۰		۲	۲ تا ۳ زخم
				۳	بیش از ۳ زخم

جدول (۳): معیار مورد استفاده در بررسی میزان خسارات وارده به درختان سرپا (سنگین، متوسط و سبک)

درجه آسیب	ریشه و کنده (بین ۰ تا ۰/۳ متر از بن درخت)	تنه (بالا تر از ۰/۳ متر از بن درخت)	تاج
سنگین	ریشه‌کن شده و یا آسیب به کامبیوم و مساحت زخم بیشتر از ۵۰۰ سانتی‌متر مربع	شکسته شده از پایه یا به شدت آسیب‌دیده (آسیب به کامبیوم و مساحت زخم بیشتر از ۵۰۰ سانتی‌متر مربع)	از دست دادن کل یا بیشتر از دو سوم تاج
متوسط	آشکارشدن بافت کامبیوم و آسیب به آن (مساحت زخم بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ سانتی‌متر مربع)	آشکارشدن بافت کامبیوم و آسیب به آن (مساحت زخم بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ سانتی‌متر مربع)	از دست دادن کمتر از دو سوم و بیشتر از یک سوم تاج
سبک	آشکار شدن بافت کامبیوم بدون آسیب به آن (خراشیدگی ریشه)	آشکار شدن بافت کامبیوم بدون آسیب به آن (خراشیدگی پوست)	از دست دادن کمتر از یک سوم تاج

یافته‌ها

از مجموع زادآوری گونه‌ها، ۷۱ درصد آن را گونه راش، ۱۹ درصد آن گونه ممرز و ۱۰ درصد آن را سایر گونه‌ها تشکیل می‌دهد. به‌طور میانگین، در هر قطعه نمونه ۱۷ اصله نهال از گونه‌های مختلف وجود دارد که تعداد ۱۵ اصله آن‌ها (۹۰ درصد) پس از عملیات قطع سالم هستند (جدول ۴). بیشترین

خسارت مربوط به شکستن و ریشه کن شدن را خال‌ها با ۳۳/۳ درصد خسارت تشکیل می‌دهند. تعداد شل‌های زخمی از دو نوع دیگر یعنی شکسته‌شده و خم‌شده بیشتر است و در مورد نهال‌ها بیشترین نوع خسارت به خم شدن نهال‌ها با ۸۰/۲ درصد خسارت، مربوط می‌شود (شکل ۱).

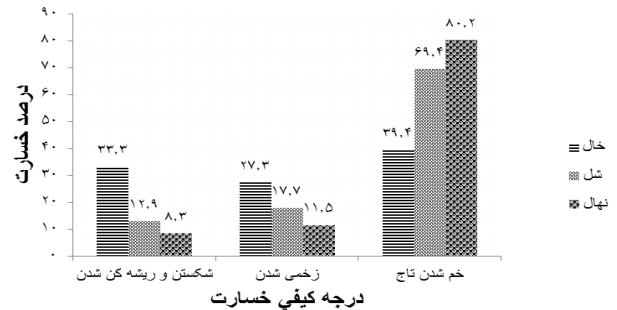
جدول (۴): پارامترهای آماری مربوط به تجزیه و تحلیل زادآوری در قطعه نمونه‌ها

متغیر	مجموع تعداد زادآوری	تعداد زادآوری سالم	تعداد زادآوری آسیب‌دیده
جمع	۱۸۸۲	۱۶۹۱	۱۹۱
میانگین	۱۷/۳	۱۵/۵	۱/۸
حداکثر	۱۲۲	۹۶	۳۲
حداقل	۱	۱	۰
انحراف معیار	۲۰/۳	۱۷/۴	۴/۱
اشتباه معیار	۰/۵	۰/۴	۰/۳
درصد اشتباه آماربرداری	۲/۷	۲/۷	۱۶/۹

نمونه وجود دارد که در هر دو قطعه نمونه ۱ اصله درخت آسیب دیدند. تعداد ۱۹ درخت (۳۹/۶ درصد) از درختان خسارت دیده، دچار خسارت سنگین، ۴ درخت (۸/۳ درصد) دچار خسارت متوسط و ۲۵ درخت (۵۲/۱ درصد) دچار خسارت سبک شدند (جدول ۵ و ۶).

جدول (۵): میزان خسارت وارده به درختان سرپا در مرحله قطع

درجه آسیب	سنگین	متوسط	سبک
درصد	۳۹/۶	۸/۳	۵۲/۱



شکل (۱): نوع خسارت زاداوری در قطعه نمونه‌های قطع

نتایج بررسی خسارت به درختان

از مجموع تعداد ۴۰۳۰ درخت اندازه‌گیری شده در قطعه نمونه‌ها، ۳۹۸۲ درخت سالم و تعداد ۴۸ اصله درخت (۱/۲ درصد) آسیب دیدند. به‌طور میانگین، ۳۷ درخت در هر قطعه

جدول (۶): پارامترهای آماری مربوط به تجزیه و تحلیل درختان در قطعه‌نمونه‌ها

متغیر	مجموع تعداد درختان	تعداد درختان سالم	تعداد درختان آسیب‌دیده
جمع	۴۰۳۰	۳۹۸۲	۴۸
میانگین	۳۶/۹۷	۳۶/۵۳	۰/۴۴
حداکثر	۵۴	۵۳	۳
حداقل	۱۱	۱۱	۰
انحراف معیار	۸/۲۸	۸/۲۲	۰/۶۴
اشتباه معیار	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۹
درصد اشتباه معیار	۰/۴	۰/۴	۲۱/۱

شکل (۲): رابطه بین قطر درخت و درصد درختان

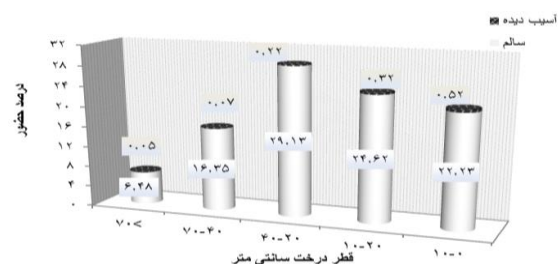
آسیب‌دیده و سالم

جدول (۷): خسارت به تاج درختان باقیمانده در قطعه‌نمونه‌های قطع

مشخصه اندازه گیری شده	خسارت تاج		
	۱/۳ <	۱/۳ - ۲/۳	۲/۳ >
تعداد درختان خسارت‌دیده	۶	۳	۲۰
درصد خسارت	۲۰/۷	۱۰/۳	۶۹

از نظر تعداد زخم در هر درخت آسیب‌دیده، ۵۹ درصد درختان دارای یک زخم، ۲۳ درصد دارای ۲-۳ زخم و ۱۸ درصد

بیشترین مقدار درختان آسیب‌دیده در طبقات ۱۰ - ۷/۵ - ۲۰ سانتی‌متر بود که به‌ترتیب برابر ۰/۵، ۰/۳ و ۰/۲ درصد است (شکل ۲). در ارتباط با خسارت به تاج، ۶۹ درصد خسارات مربوط به ارتفاع بیشتر از دوسوم تاج، ۱۰ درصد بین یک‌سوم تا دوسوم تاج و ۲۱ درصد مربوط به ارتفاع کمتر از یک‌سوم تاج بود (جدول ۷).



درختان بیش از ۳ زخم داشتند که عامل اصلی آن برخورد درخت قطع شده با درختان مجاور است (جدول ۸).

جدول (۸): تعداد زخم اندازه گیری شده بر روی تنه درختان در قطعه نمونه‌های قطع

تعداد زخم روی تنه	۱ عدد زخم	۲ و ۳ عدد زخم	بیش از ۳ عدد زخم	کل
تعداد درخت حامل زخم	۱۳	۵	۴	۲۲
درصد خسارت	۵۹	۲۳	۱۸	۱۰۰

جدول (۹): کیفیت زخم‌ها بر روی تنه درختان باقیمانده در قطعه نمونه‌های قطع

مشخصه اندازه‌گیری شده	محل زخم			مساحت زخم (سانتیمتر مربع)			عمق زخم		
	روی ریشه	۷ ۲ ۳ ۸	۲ ۳ ۸	۷ ۳ ۱۰۰	۳ ۱ ۱۰۰	۳ ۱ ۱۰۰	زخمی شدن کامپیوم	زخمی شدن پوست	
تعداد زخم	۱	۱۳	۸	۲۰	۲	۰	۲۰	۲	۲۲
درصد خسارت	۴/۵	۵۹/۱	۳۶/۴	۹۰/۹	۹/۱	۰	۹۰/۹	۹/۱	۱۰۰

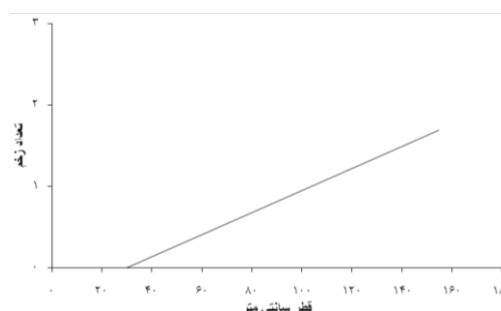
شکل (3): همبستگی بین قطر برابر سینه درختان قطع شده و تعداد درختان آسیب‌دیده

خلاصه تجزیه واریانس همبستگی جدول (۱۰)، بین قطر برابر سینه درختان قطع شده و تعداد درختان آسیب‌دیده به‌عنوان نتیجه مستقیم عملیات قطع در حفره‌های قطع تک‌درختی نشان داده شده است. مقدار F به‌دست آمده (جدول ۱۰)، بیان‌گر این است که در سطح $\alpha = 0.01$ ، معنی‌دار می‌باشد و متغیرهای وارد شده در این رابطه تا $37/5$ درصد تغییرات را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

با استفاده از نتایج این تحقیق، می‌توان خسارت‌های وارد به عرصه و توده سرپا را در مرحله قطع ارزیابی نموده و برای کاهش خسارت حاصل از قطع درخت، برنامه‌ریزی و آموزش اکوپ‌های قطع را به بهترین شکل انجام داد. اکثر درختان صدمه دیده در این تحقیق را راش و ممرز شامل می‌شوند. درصد بالای صدمه این دو گونه به صدمات مکانیکی حاصل از قطع نیست، بلکه در درجه اول مربوط به حضور غالب این دو گونه در

در ارتباط با محل زخم، ۵ درصد مربوط به ریشه، ۵۹ درصد مربوط به ۲ متر اول تنه و ۳۶ درصد مربوط به ارتفاع بیشتر از ۲ متر اول تنه بود. در مورد شدت زخم، ۹۱ درصد زخم‌ها به درختان سطحی و ۹ درصد زخم‌ها، عمیق بوده و آسیب جدی به کامپیوم وارد ساخته است. همچنین ۹۱ درصد زخم‌ها دارای مساحت کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر مربع و ۹ درصد از زخم‌ها مساحتی بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ سانتی‌متر مربع داشتند (جدول ۹). همبستگی بین قطر برابر سینه درختان نشانه‌گذاری شده و تعداد درختان آسیب‌دیده پس از عملیات قطع را می‌توان به کمک رابطه خطی با ویژگی‌های $R^2 = 0.37$ و ضرایب $+0.595$ و $y = 0.13d$ بیان کرد (شکل ۳).



است. یافته‌های این تحقیق همسو با نتایج بررسی‌های محققان دیگر (حسینی و همکاران، ۱۳۸۰؛ نقدی و همکاران ۱۳۸۶؛ نیکوی، ۱۳۸۶ و مجنونیان و همکاران، ۱۳۸۸) است که بیشترین

توده‌های جنگلی مورد مطالعه است. بین متغیرهای قطر درختان قطع شده و تعداد درختان آسیب‌دیده همبستگی معنی‌داری ($F=0/612$ ، $p=0/000$) وجود دارد که با نتایج (Jackson et al., 2002) منطبق می‌باشد. نتایج نشان داد که با افزایش قطر درصد درختان صدمه دیده کاهش می‌یابد و این کاهش به تبعیت از کاهش تعداد درختان با افزایش قطر در توده‌های ناهمسال

جدول (۱۰): تجزیه واریانس همبستگی بین قطر برابر سینه درختان قطع شده و تعداد درختان آسیب‌دیده

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین	$F = \frac{MSK}{MSe}$	$R^2(\%)$	r	P
رگرسیون	۱۹/۲۲	۱	۱۹/۲۲	۶۴/۲۰	۳۷/۵	۰/۶۱۲	۰/۰۰۰
خطا	۳۲/۰۳	۱۰۷	۰/۲۳				
مجموع	۵۱/۲۹	۱۰۸					

بهره‌برداری به قسمت‌های پایین تنه درختان سرپا وارد می‌شود، پوسیدگی در محل زخم ایجاد شده به میزان زیادی از ارزش چوب می‌کاهد. بعضی از محققان (Lilienau, 2003; Yilmaz & Akay, 2008) زخم‌هایی که در قسمت‌های پایین تنه درختان سرپا (ناحیه کمتر از ۰/۳ متر از بن درخت) قرار داشتند را جزو زخم‌های خطرناک و مستعد جهت حمله قارچ‌ها و پوسیدگی درخت معرفی کرده‌اند که توجه به کاهش این زخم‌ها در عملیات آینده، لازم به نظر می‌رسد. وقتی که پوست درخت زنده کنده می‌شود، سلول‌های آوندی کامبیوم جدا شده و از بین می‌روند و لایه زاینده شروع به توسعه از اطراف پوست زنده زخم نموده و به سمت مرکز زخم رشد می‌کند. زخم‌های با مساحت وسیع به ندرت التیام می‌یابند. بنابراین، اندازه زخم در التیام زخم بسیار اساسی است و زمانی که یک زخم کاملاً التیام می‌یابد، مراحل پوسیدگی ممکن است متوقف یا بسیار کم شود. روی هم رفته، مساحت زخم عامل بسیار مهمی است که در ایجاد پوسیدگی تأثیرگذار است. سن زخم نسبت به اندازه زخم اثر بیشتری بر روی کاهش حجم چوب آینده دارد و با افزایش سن زخم، حجم پوسیدگی افزایش می‌یابد (Vasiliasukas, 2001). مهم‌ترین نتیجه پاتولوژیکی صدمه مکانیکی به درختان سرپا، توسعه پوسیدگی و رنگ‌باختگی در زخم است. به جز در چند مورد، اکثریت گونه‌های درختی نسبت به آلودگی قارچ پوسیدگی در محل زخم بسیار مستعد هستند. آلودگی زخم‌ها به قارچ در درختان ممکن است منجر به افت جدی چوب شود. به دنبال آلودگی زخم، پوسیدگی در بیشتر گونه‌های درختی به بخش مرکزی ساقه حمله می‌کند و در بالا و پایین زخم‌ها گسترده می‌شود. بنابراین، پوسیدگی در

درصد درختان صدمه دیده را در طبقه قطری کمتر از ۳۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری نمودند. از منظر دیگر، اهمیت طبقه‌بندی فوق از آن جهت حایز اهمیت است 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 باقی‌گذارده می‌شوند تا نقش خود در توده را انجام دهند. بنابراین، عوامل ثانویه باعث گسترش صدمات مکانیکی وارد شده به درختان و منتج به کاهش رویش و ارزش بالقوه توده‌های جنگلی می‌شوند. در صورتی که در سایر سیستم‌های جنگل‌داری درختان پس از دوره‌ای از عرصه خارج می‌شوند و نقش صدمه در کاهش رویش و ارزش توده کم‌رنگ‌تر خواهد بود. اهمیت این موضوع تا آنجاست که با افزایش آسیب‌های بهره‌برداری به توده، مزایای عملیات جنگل‌داری، در عمل مبدل به ایجاد زیان به توده می‌شود (جورغلامی، ۱۳۸۸). برای نزدیک‌تر شدن به جنگل‌داری پایدار^(۲)، باید قبل از عملیات بهره‌برداری، درختانی که به‌طور بالقوه در معرض خطر آسیب‌دیدگی هستند. علامت‌گذاری شوند تا مورد توجه اکیپ قطع قرار گیرند و مدیران جنگل باید اهرم موتورچی‌ها را ملزم به استفاده از وسایل هدایت‌کننده درخت مثل گوه و تیرفور در مواقع ضروری و تمرکز مناسب هنگام کار کنند و به آن‌ها آموزش‌های لازم را بدهند. این موارد علاوه بر کاهش آسیب به درختان سرپا، موجب افزایش کارایی عملکرد می‌شود (Krueger, 2004). از آن جایی که نقطه تصادف در نقاط انتهایی افتادن درخت بود، اکثر آسیب‌ها در ۲ متر اول تنه وجود داشت. از طرفی اکثر درختان نزدیک‌تر ریشه کن یا به‌صورت تاج شکسته درآمدند. زمانی که صدمات

آسیب به نهال‌های امروز آسیب به جنگل‌های فرداست. مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار روی میزان خسارت به توده عبارت از تبحر کارگران قطع، میزان زادآوری و تعداد درختان در توده جنگلی، شیوه جنگل‌شناسی، قطر درختان قطع شده، فصل قطع و شرایط عرصه می‌باشند. آموزش کارگران اکیپ قطع و بررسی عملکرد آنان، آموزش استفاده صحیح از وسایل هدایت درخت مثل گوه و تیرفور، در اختیار قرار دادن ابزار و ادوات کافی و هزینه زمانی بیشتر در انجام این امور به‌خصوص در مورد تصمیم‌گیری جهت انداختن و استفاده از وسایل هدایت درخت، بهره‌برداری در فصل مناسب و در نهایت با کنترل و مدیریت جدی همگی می‌تواند آسیب‌های بهره‌برداری به توده را کاهش دهد و به صفر نزدیک کند.

از آنجا که درصد بالایی از صدمه به توده و زادآوری بر اثر قطع درخت اتفاق می‌افتد، بنابراین تربیت و آموزش کارگران ماهر قطع بسیار مهم و اساسی است. انداختن درختان براساس اصول علمی و استفاده از گوه و یا در موارد ضروری از تیرفور برای انداختن درخت در جهت مناسب از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا که از یک سو صدمه به خود درخت کمتر شده و از شکستن آن جلوگیری می‌شود و از سوی دیگر از انداختن درخت بر روی گروه‌های زادآوری جنگل، ممانعت به عمل می‌آید. بهره‌برداری از درختان کنده پوسیده و تنه پوسیده، نه تنها درآمد چندانی را در پی ندارد، بلکه قطع این درختان به دلیل سخت بودن هدایت آن‌ها منجر به ایجاد آسیب به درختان باقی‌مانده می‌شود، در این راستا، پیشنهاد می‌شود: تحقیقی در زمینه هزینه‌های بهره‌برداری این درختان، درآمدهای به‌دست آمده از فروش آن‌ها و خسارت‌های وارده به عرصه بر اثر بهره‌برداری این درختان صورت گیرد. با توجه به اینکه در شیوه تک‌گزینی استمرار تولید از اهداف اصلی می‌باشد، ارزیابی آثار اقتصادی- اکولوژیکی حاصل از بهره‌برداری به شیوه گزینشی در طول یک دوره ۱۰-۱۵ ساله، انجام شود. با توجه به این که بهره‌برداری موجب آسیب به درختان باقی‌مانده می‌شود، نسبت به ارایه مدل احتمال آسیب به درختان باقی‌مانده تحقیقی صورت پذیرد. صدمه به درختان باقی‌مانده باعث می‌شود که قارچ‌های مختلفی به زخم‌های این درختان هجوم برده و در آن‌ها لکه^(۳) و پوسیدگی^(۴) ایجاد کنند که سبب کاهش کیفیت محصول نهایی می‌شود. پیشنهاد این است که بررسی‌های پاتوبیولوژیک در رابطه با این

زخم‌های با اندازه بزرگ‌تر و عمق و شدت بیشتر، با احتمال بیشتری رخ داده و گسترش می‌یابد و در نهایت سبب کاهش ارزش توده جنگلی در برداشت‌های آینده می‌شود (جورغلامی، ۱۳۸۸). از سویی دیگر درصد خسارت به نو نهال و نهال و شل گروه‌ها به ترتیب در درجه‌های خم شدن، زخمی شدن و شکسته و ریشه‌کن شدن کم می‌شود. ولی در خال گروه‌ها، پایه‌ها به علت صدمه وارده بیشتر شکسته و ریشه‌کن می‌شوند. در واقع، با افزایش قطر یقه نهال یا با افزایش ارتفاع نهال‌ها، بر میزان صدمه‌پذیری آن‌ها افزوده می‌شود. نتایج این بررسی نشان داد مقدار خسارت به نهال‌ها بیشتر از نوع خم شدن تاج است، همان‌گونه که نتایج تحقیقات (حسینی و همکاران، ۱۳۸۰) روی این نکته تأکید داشت که انعطاف‌پذیری و قابلیت خمش نونهال‌ها و نهال‌ها در مقابل فشارهای وارد موجب می‌شود تا به آسانی شکسته یا زخمی نشوند. در بهره‌برداری به شیوه فعلی میزان خسارت شکسته و ریشه‌کن شدن پایه‌ها به گروه‌های زادآوری با ارتفاع کمتر از ۰/۵ متر (نهال) و ۲-۰/۵ متر (شل) کمتر از گروه‌های زادآوری با ارتفاع بیشتر از ۲ متر (خال) می‌باشد. این نتیجه همسو با نتایج محققان دیگر (احمدی، ۱۳۷۵؛ حسینی و همکاران، ۱۳۸۰؛ نقدی و همکاران، ۱۳۸۶ و نیکوی، ۱۳۸۶) می‌باشد. خسارت درختان در بعضی از قطعه نمونه‌های قطع، که بیشتر به شکستن و کمرشکن شدن درختان، به‌ویژه از طبقات قطری پایین مربوط می‌شود، می‌توان به نامناسب بودن فصل قطع و سست بودن زمین و نرمی بودن (به ازای کار انجام شده دستمزد پرداخت می‌شود) پرداخت دستمزدها به گروه‌های قطع در منطقه مورد بررسی نسبت داد. در سال‌های اخیر، عدم ارسال به موقع پروانه‌های قطع و استحصال از طرف سازمان جنگل‌ها، شرکت‌های مجری طرح‌های بهره‌برداری را مجبور کرده است حتی تا ۲۰ روز پس از شروع بهار، کار قطع درختان نشانه‌گذاری را انجام دهند که این امر ممکن است خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به توده سرپا وارد کند. همچنین نرمی بودن پرداخت‌ها، کارگران را مجبور به ارایه کار بیشتر و بی‌دقت‌تر در این مرحله حساس از عملیات بهره‌برداری می‌کند. مقدار خسارت کمتر در مرحله قطع نسبت به بررسی‌های دیگر، مربوط به تجربه زیاد و مهارت و دقت کافی کارگران قطع در منطقه مورد مطالعه است.

در مورد خسارت به توده، این خسارت فقط روی توده تأثیرگذار نبوده و کل اکوسیستم جنگل را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در واقع

متولی حفظ، احیا و بهره‌برداری از جنگل‌هاست با تعریف استاندارد برای حد مجاز خسارت، نسبت به خسارت سنگین‌تر از آن حد جریمه‌ای تعیین کرده و درآمد آن را صرف آموزش کارگران اکوپ قطع در طرح‌های دولتی کند.

یادداشت‌ها

1. Logging damages
2. Sustainable forestry
3. Stain
4. Decay

زخم‌ها، نوع قارچ‌های حمله‌کننده و روش‌های مبارزه با آن‌ها صورت گیرد. تمام درختان به یک نسبت به صدمات مکانیکی حساس نیستند، بنابراین لازم است تحقیقی درباره میزان حساسیت درختان جنگلی نسبت به صدمات مکانیکی صورت گیرد. هزینه‌های محیط‌زیستی نیز به‌عنوان قسمتی از هزینه‌های بهره‌برداری در محاسبه‌های هزینه‌ای وارد شود، تا عاملی در جهت استفاده از سیستم‌های بهره‌برداری کم‌فشار و نزدیک شدن به بحث اقتصاد اکولوژی در ایران شود. این که سازمان جنگل‌ها

فهرست منابع

- احمدی، ح. 1375. بررسی صدمات بهره‌برداری بر توده جنگل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. 110 ص.
- جورغلامی، م. 1388. بررسی و مقایسه کارائی سه سیستم بهره‌برداری جنگل به منظور مدیریت پایدار واحد بهره‌برداری (مطالعه موردی: جنگل خیرود). رساله دکتری رشته جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، 142 ص.
- حسینی، س.؛ مجنونیان، ب. و نمیرانیان، م. 1380. بررسی صدمات بهره‌برداری در دو سیستم چوب‌کشی مکانیزه (کابل هوایی و زمینی) بر تنه درختان باقی‌مانده در جنگل‌های شمال ایران، مجله منابع طبیعی ایران، 54 (1): 23-29.
- ساریخانی، ن. 1387. بهره‌برداری جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، شماره 2099، چاپ سوم، 776 ص.
- گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل. 1374. طرح جنگل‌داری اولین تجدیدنظر بخش نمخانه جنگل آموزشی و پژوهشی خیرودکنار نوشهر. دانشکده منابع طبیعی کرج. دانشگاه تهران. 320 ص.
- مجنونیان، ب.؛ جورغلامی، م.؛ زبیری، م. و فقهی، ج. 1388. ارزیابی صدمات بهره‌برداری جنگل به زادآوری و توده‌های سرپا (مطالعه موردی: بخش نمخانه جنگل خیرود)، فصلنامه علوم محیطی، 7 (1): 33-44.
- نقدی، ر.؛ باقری، ا.؛ طاهری ابکنار، ک. و عاکف، م. 1386. ارزیابی خسارت به توده سرپا ناشی از اجرای روش گرده بینه در جنگل‌های سفارود گیلان، مجله منابع طبیعی ایران، 60 (3): 931-948.
- نیکوی، م. 1386. 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، 187 ص.
- Dykstra, D. P. & Heinrich, R. 1996. FAO model code of forest harvesting practice. FAO. Rome. 97 pp.
- Fajvan, M.; Knip ling, A. & Tift, B. 2002. Damage to Appalachiean hardwoods from diameter-limit harvesting and shelter wood establishment cutting, NJAF, 19(2), 80-87.
- Fores, 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. & Kellogg, L. D. 2000. Damage Characteristics in young Douglas-fir Stands from Commercial thinning in with four timber harvesting Systems, C, Dep. For. Eng. College of forestry, Oregon State University, 8 pp.
- Hicks, R. 1998. Ecology and management of central hard wood forest. F7588 hardcover, Canada. 432 pp.

- Jackson, S. M.; Fredricksen, T. S. & Malcolm, J. R. 2002. Area disturbed and residual Stand damage following logging in a Bolivian tropical forest, *Forest ecology and management* 166, 271-283.
- Krueger, W. 2004. Effects of future crop tree flagging and skid trail planning on conventional diameter – limit logging in a Bolivian tropical forest, *Forest ecology and management* 18(8), 81- 393.
- Lamson, N. I.; Smith, H. C. & Miller, G. W. 1985. Logging damage using an individual-tree selection practice in Appalachian hardwood stands. *Northern Journal of Applied Forestry* 2, 117-120.
- Lilienau, B. L. 2003. Residual Stand damage Caused by mechanized harvesting Systems, proceedings of the Austrio meeting, Austria, 11pp.
- Sessions, J.; Boston, K.; Murphy, G.; Wing, M.G.; Kellogg, L.; Pilkerton, S.; Zweede, J. C. & Heinrich, R. 2007. *Harvesting operation in the Tropics*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 170 pp.
- Stringer, G. W. 2006. Effect of ground-skidding on Oak advance regeneration, *Proceedings of the 13th biennial southern silvicultural research conference*: 535-537.
- Vasiliauskas, R. 2001. Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review, *forestry* 74(4), 319-336.
- Yilmaz, M. & Akay, A. E. 2008. Stand damage of a selection cutting system in an un-even aged mixed forest of Cimendagi in Kahramanmaras-Turkey, *International Journal of natural and engineering sciences* 2(1), 77-82.