مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال نهم، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۶
ص ۱-۱۳

ارزیابی اقتصادی خسارت‌های ناشی از بهره‌برداری به تودهٔ سرپا (مطالعهٔ موردی: جنگل خیرود)

وحید ریزوندی[۱]، مقداد جورغلامی[۲*]، باریس مجنونیان[۳] و قوام‌الدین زاهدی امیری[۳]

[۱] دانشجوی دکتری علوم جنگل دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
[۲] دانشیار گروه جنگلداری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
[۳] استاد گروه جنگلداری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۲۵)

چکیده

با توجه به اعمال شیوهٔ جنگلداری نزدیک به طبیعت برای مدیریت جنگل‌های شمال و پراکندگی برداشت در این شیوه، کاهش صدمات وارد به تودهٔ سرپا و زادآوری اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. این تحقیق برای ارزیابی صدمات قطع درخت در دو پارسل ۳۱۷ و ۳۲۰ از بخش گرازبن جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود انجام گرفت. اهداف این تحقیق عبارت‌اند از تعیین شدت خسارات وارد به تودهٔ سرپا و تجدید حیات جنگل و بیان سهم ریالی این خسارات به‌منظور ایجاد انگیزه برای مدیریت بهتر منابع جنگلی با هدف حفظ ذخایر ارزشمند این اکوسیستم. نتایج بررسی پلات دایره‌ای در حفره‌های قطع نشان داد که بیشترین خسارت متوجه درختان با قطر برابرسینهٔ کمتر از ۳۰ سانتی‌متر است. در عملیات قطع و تبدیل، ۷۶۴ اصله نهال راش و ۲۶۱ اصله نهال ممرز به‌طور کامل از بین رفت و ۱۷۳۱ اصله نهال راش و ۳۷۰ اصله نهال ممرز آسیب دید. بررسی زخم‌های ایجادشده روی تنهٔ درختان باقی‌مانده در حفره‌های قطع نشان داد که این زخم‌ها بیشتر در ارتفاع کمتر از ۲ متری تنه دیده می‌شود؛ همچنین زخم‌های مذکور اغلب سطحی‌اند؛ یعنی به کامبیوم خسارتی وارد نشده است. هزینهٔ خسارت به زادآوری در این مرحله در مجموع ۴۰/۶ میلیون ریال، (۵۲۳۵۲۵ ریال در هکتار) و جمع خسارت به ۱۰۱ درخت سرپا در مرحلهٔ قطع ۲۲/۶ میلیون ریال (۲۹۱۸۲۷۹ ریال در هکتار) بود. آموزش کارگران بهره‌برداری و اکیپ قطع و تبدیل، از عوامل تأثیرگذار بر جلوگیری و کاهش خسارات ناشی از بهره‌برداری است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ریالی خسارت، جنگل خیرود، خسارت به تودهٔ سرپا، قطع درخت.

مقدمه

محدودیت سطح عرصه‌های جنگلی شمال کشور و قابلیت‌های ویژه و منحصربه‌فرد بودن این جنگل‌ها به‌ویژه به لحاظ تنوع گونه‌ای گیاهی، لزوم بهره‌برداری اصولی و مسئولانه از این عرصه‌ها را به متولیان منابع طبیعی کشور گوشزد می‌کند. اهمیت خاص فعالیت‌های بهره‌برداری، حمل‌ونقل فراورده‌ها و جاده‌سازی به‌منزلهٔ پرهزینه‌ترین و مخرب‌ترین فعالیت‌های جنگلداری، مقولهٔ ارزیابی سیستم‌های بهره‌برداری و تعیین روش‌های متناسب با شرایط توپوگرافی جنگل‌های شمال را به ما تکلیف می‌کند. بهره‌برداری، فعالیتی ضروری در مدیریت جنگل است که اگر به‌درستی برنامه‌ریزی و اجرا شود، سود پیش‌بینی‌شده را محقق می‌سازد. در مقابل، طراحی و اجرای ضعیف برنامه‌ها پرهزینه خواهد بود و سبب آسیب‌های محیط زیستی، افت زیاد چوب، استفادهٔ

* نویسندهٔ مسئول شمارهٔ تماس: ۰۲۶۳۲۲۴۹۳۱۲ ایمیل: mjgholami@ut.ac.ir

محدود از منابع موجود و آسیب‌دیدگی نیروی کار خواهد شد (Session et al., 2007). در بین مؤلفه‌های بهره‌برداری، قطع درخت به‌عنوان شروع زنجیرهٔ بهره‌برداری اهمیت زیادی دارد و به‌شدت بر مراحل بعدی کار مؤثر است (Majnounian et al., 2009). قطع درختان تأثیرات معنی‌داری بر ساختار جنگل و کارکرد آن داشته و نیز عواقبی برای بسیاری از گونه‌ها در کنار این هدف بهره‌برداری دارد (Foley et al., 2007). آسیب به درختان باقی‌مانده به‌واسطهٔ آسیب‌های بهره‌برداری در شیوهٔ گزینشی ممکن است مستقیم یا غیرمستقیم باشد؛ این آسیب ارتباط مستقیم با مجری طرح و اره موتورچی (Froese & Han, 2006; Meadows, 1993)، فصل بهره‌برداری (Bettinger & Kellogg, 1993; Lamson, 1985) و متغیرهای رویشگاه (Pinard et al., 2000; Hosseini et al., 2001; Naghdi et al., 2007; Majnounian et al., 2009) دارد. هر آسیبی که کامبیوم یا چوب تنهٔ درخت را در معرض تماس با محیط قرار دهد، چوب را مستعد بیماری و پوسیدگی می‌سازد که به‌صورت بالقوه برای کیفیت و قدرت توده در آینده بسیار زیان‌آور خواهد بود (Stringer, 2006; Seablom & Reed, 2005). آسیب به ریشه، تنه و تاج درختان سرپا سبب کاهش رشد آنها و در نتیجه کاهش ارزش اقتصادی و اکولوژیکی[1] درختان باقی‌مانده در توده می‌شود (Fajvan et al., 2002). البته از بخشی از این خسارات می‌توان چشم پوشید، ولی هر مقدار آن را نمی‌توان پذیرفت؛ زیرا آسیبی که در اثر انداختن نادرست به درختان باقی‌مانده وارد می‌شود، ممکن است سبب کاهش بردباری، آلودگی و پوسیدگی درختان شود و آنها را به بیماری‌های مختلف مبتلا کند (Wallis & Morrison, 1975; Rice et al., 2001). جلوگیری از صدمه به تودهٔ 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 (Majnounian et al., 2009). تجزیه‌وتحلیل اقتصادی صدمات ناشی از بهره‌برداری و تبدیل آنها به مقدار ریالی از این نظر حائز اهمیت است که استدلال محکمی در جهت اصلاح و بهبود فرایند کار به‌دست می‌دهد و با کنترل صدمات طی عملیات بهره‌برداری به حفظ ارزش اقتصادی گونه‌های تجاری و تجدید حیات موجود در عرصه کمک می‌کند (Webb, 1997). تحقیقات در زمینهٔ برآورد مالی صدمات ناشی از بهره‌برداری بر عرصه‌های جنگلی به‌دلیل نبود ضوابط مشخص برای تبدیل داده‌های کیفی به کمّی، محدود است و اغلب به بررسی در خصوص میزان و نوع خسارات واردشده به موجودی سرپا خلاصه می‌شود. مدیران جنگل به‌منظور ارزیابی میزان نزدیک شدن شیوهٔ جنگل‌شناسی مورد عمل به اهداف مدیریت، به اطلاعات کمی در زمینهٔ میزان آسیب به تودهٔ سرپا نیاز دارند (Johnson et al., 1998). Krueger (2004) طی مطالعاتی در جنگل‌های تروپیکال بولیوی به برآورد صدمات مالی وارد به توده و مقطوعات، هنگام اجرای عملیات قطع و تبدیل پرداخت. این بررسی نشان داد که هزینه‌های ناشی از شکستگی درختان سرپا، با قطر برابرسینهٔ بیش از ۳۰ سانتی‌متر حدود ۰/۳۸ دلار در هکتار است. این مقدار به‌طور معنی‌داری در حاشیهٔ مسیرهای چوبکشی کاهش می‌یافت. Thomas et al. (1980) در تحقیق خود با عنوان شاخص‌های مالی و زیست‌محیطی از عملکرد روش بهره‌برداری در مقایسه با اثرهای کاهش‌یافته در شرق آمازون نتیجه‌گیری کردند که روش بهره‌برداری با اثرهای کاهش‌یافته از روش مرسوم تحت شرایط مشاهده‌شده در شرق آمازون کم‌هزینه‌تر و سودآورتر بود. Samad et al. (2009) در تحقیق خود با عنوان آنالیزهای اقتصادی و مالی در دو روش بهره‌برداری با

[1] Economic and ecological value

اثرهای کاهش‌یافته و مرسوم اظهار کردند که اگرچه هزینه‌های مالی و نسبت هزینه فایدهٔ روش معمول از روش بهره‌برداری با اثرهای کاهش‌یافته بهتر است، در رابطه با آنالیزهای اقتصادی در یک دورهٔ ۴۰ ساله روش بهره‌برداری با اثرهای کاهش‌یافته نسبت به روش متداول منافع و ارزش‌های بیشتری برای جامعه در کل دارد. Lotfalian et al. (2008) برآورد ریالی صدمات بهره‌برداری جنگل بر توده و زادآوری سری الندان و واستون چوب و کاغذ مازندران را انجام دادند. به‌منظور ارزیابی ریالی شدت صدمات در دو بخش زادآوری و توده، هر کدام از عوامل اندازه‌گیری‌شده، پس از تبدیل به ضریبی وارد محاسبات شد. نتایج نشان داد که در عملیات قطع و تبدیل درختان به ۳/۲ درصد زادآوری آسیب وارد می‌شود که از این مقدار ۵ درصد آن قابل پیشگیری است. هدف این تحقیق تعیین شدت خسارات بهره‌برداری به توده و زادآوری و بیان سهم ریالی این خسارات با هدف ایجاد انگیزهٔ بیشتر در مدیران به‌منظور مدیریت بهتر منابع جنگلی برای حفظ ذخایر ارزشمند این اکوسیستم است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ تحقیق

منطقهٔ تحقیق، بخش گرازبن از جنگل آموزشی پژوهشی دانشگاه تهران (جنگل خیرود) واقع در جنگل‌های شهرستان نوشهر است. تیپ‌های خاک موجود در بخش گرازبن عبارت‌اند از قهوه‌ای آهکی اسکلتی، قهوه‌ای کالسیک، قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای شسته‌شده، و بافت، لومی رسی تا لومی است. این مطالعه، در سال ۱۳۹۴ در دو پارسل ۳۱۷ و ۳۲۰ به‌ترتیب با مساحت ۳۵/۳۱۵ و ۴۲/۲۴ هکتار صورت گرفت.

روش پژوهش

به‌دلیل اینکه این دو پارسل نخستین بار است که بهره‌برداری شده‌اند، از آماربرداری خسارت وارد به محدودهٔ درختان نشانه‌گذاری شده قبل از قطع درختان صرف‌نظر شد، از ۳۹۴ اصله درخت اندازه‌گیری‌شده به‌صورت تصادفی ۲۳۳ اصله راش، ۱۴۷ اصله ممرز و ۱۴ اصله دیگر آن از سایر گونه‌ها بود. بعد از قطع در محدوده همهٔ درختان قطع‌شده (۳۹۴ درخت)، مشخصات درختان آسیب‌دیده ثبت شد؛ مساحت قطعه نمونه‌ها طوری در نظر گرفته شد که کل حفرهٔ قطع (با شعاعی برابر با ۱/۱ ارتفاع درخت قطع‌شده) را پوشش دهد (Naghdi et al., 2007). برای ارزیابی هزینهٔ خسارت به تودهٔ سرپا و زادآوری از روش جایگزینی (نهالکاری و واکاری) و روش هزینه فرصت ازدست‌رفته استفاده شد (Saeed, 1998). هر نهالی که نابود می‌شود یا هر درختی که قبل از رسیدن به قطر (سن) برداشت صدمه می‌بیند، می‌توانست در آینده به درخت کاملی تبدیل شود که برداشت آن، حداقل سودی معادل ارزش چوب در آن زمان حاصل کند و حال با از بین رفتن آن، ارزش فوق نیز از دست رفته است. بنابراین با فعلی کردن ارزش چوب در سال برداشت، هزینه فرصت ازدست‌رفته برای هر درخت یا نهال محاسبه می‌شود (Saeed, 1998). در بخش صدمات بر توده، این آسیب‌ها از جنبه‌های الف) غالب، مغلوب و زیراشکوب بودن درخت آسیب‌دیده؛ ب) کیفیت تنهٔ آن؛ ج) کلاسهٔ زخم (عمیق یا سطحی)؛ د) نسبت به محیط زخم؛ ه) نوع گونه و همچنین عوامل، قطر درخت، محل زخم، تعداد زخم، مساحت زخم، شدت زخم، شکستگی تاج و ریشه‌کن یادداشت و ارزیابی شد. به‌منظور ارزیابی ریالی شدت صدمات وارد بر تودهٔ جنگل هرکدام از عوامل اندازه‌گیری‌شده به ضریبی (وزن نسبی) تبدیل شد (جدول ۱) و سپس با استفاده از رابطهٔ ۱، میزان ریالی صدمات (وزن مطلق) محاسبه شد (Lotfalian et al., 2008). به‌منظور برآورد ریالی صدمات از رابطهٔ ۱ استفاده شد:

رابطهٔ ۱

$$F(x) = \prod_{i=1}^{n} X_i$$

کـــه در آن؛ F (x) = هزینـهٔ صـدمات بـر درخـت، X_1 =ضریب جایگاه اجتمـاعی، X_2 =ضـریب کیفیـت تنه، X_3= ضریب کلاسهٔ زخـم، X_4 =ضـریب نسبت به محیط، X_5 =ضریب نـوع گونـه و X_6 =بهـای هـر متر مکعب چوب (Lotfalian et al., 2008) است.

جدول ۱- ضرایب تبدیل مربوط به صدمات وارد به زادآوری و درختان سرپا (Lotfalian et al., 2008)

متغیرهای موردبررسی	ضرایب تبدیل برای هر طبقه			
ضریب تبدیل نهال زخمی به ازبین‌رفته	۰/۲۷			
ضریب تبدیل گونه‌های غالب و زیراشکوب به مغلوب در یک‌گونه	غالب ۲/۱۳	مغلوب ۱		زیر آشکوب ۰/۴۳
ضریب تبدیل کلاسهٔ کیفیت تنه به تنهٔ متوسط	کلاسهٔ ۱ ۱/۹۶	کلاسهٔ ۲ ۱		کلاسهٔ ۳ ۰/۵۸
ضریب تبدیل کلاسهٔ زخم و شدت آسیب‌رسانی آن	کلاسهٔ ۱ (از بین رفتن رنگ پوست) ۰/۰۵	کلاسهٔ ۲ (صدمه به پوست بدون صدمه به کامبیوم) ۰/۵۱	کلاسهٔ ۳ (صدمه به پوست با صدمه به کامبیوم) ۱	کلاسهٔ ۴ (صدمه به پوست با صدمه به کامبیوم و) ۱
ضریب تبدیل نسبت محیط آسیب به میزان آسیب‌رسانی درخت	کلاسهٔ ۱ (کمتر از ۱۰٪ خسارت) ۰/۱	کلاسهٔ ۲ (۳۰-۱۰٪ خسارت) ۰/۳	کلاسهٔ ۳ (۵۰-۳۰٪ خسارت) ۰/۶۳	کلاسهٔ ۴ (بیش از ۵۰٪ خسارت) ۰/۹۷

با توجه به تحقیقات و نیز کیفیـت منطقـهٔ تحقیـق، برای درختـان راش و ممـرز بـه‌ترتیـب قطـر ۵۰ و ۳۵ سانتی‌متر، قطر هدف انتخاب شد. باید توجه داشت کـه محاسبهٔ این سن، با اهمیت دادن بـه مسـئلهٔ اقتصـادی (زمانی که درآمد نهایی برابر هزینهٔ نهایی باشـد) انجـام گرفتـه اسـت، درحـالی کـه براسـاس دیـدگاه‌هـای اکولوژیستی تا زمانی که درخت رویش داشته باشـد آن را نگـه مـی‌دارنـد و پـس از آنکـه رویـش متوقـف شـد برداشت را مناسب می‌دانند کـه در مـورد درخـت راش به‌طور معمول بعد از ۱۵۰ سالگی است. همچنـین سـن اقتصادی به‌دلیل در نظر گرفتن مجموعـه‌ای از شـرایط مالی و زیستی مناسب‌تر از سنین بهره‌بـرداری تجـاری، فنی، فیزیکی و غیره عمل می‌کند (Saeed, 1998).

نتایج

بررسی نوع خسارت به زادآوری

از مجموع کل زادآوری‌هـا، ۴۷ درصـد مربـوط بـه نونهال و نهال، ۳۲ درصد مربوط به شـل و ۲۱ درصـد مربوط به خال‌هاست. برای بررسـی نـوع خسـارت بـه زادآوری، خسارت‌ها از نظر کیفـی در سـه درجـهٔ خـم شدن پایه‌ها، زخمی شدن و شکستن و ریشه‌کن شدن ارزیابی شدند. تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شـده بیانگر آن است که بیشترین درصد خسارت مربوط بـه نونهال و نهال با ۴۶/۹۴ درصد است. بیشترین خسارت در گروه زادآوری نونهال و نهال، مربوط بـه شکسـته و ریشه‌کن شدن نهال‌هـا بـا ۴۵ درصـد، در گـروه شـل، مربوط به زخمی شدن زادآوری‌هـا بـا ۳۷ درصـد و در گروه خال، مربوط به زخمی شـدن زادآوری‌هـا بـا ۴۹

درصد است (جدول ۲). از مجموع زادآوری گونه‌ها، ۷۵ درصد آن را گونهٔ راش، ۲۲ درصد آن را گونهٔ ممرز و ۳ درصد آن را گونه‌های دیگر تشکیل می‌دهد. نتایج تجزیه‌وتحلیل نشان می‌دهد که به‌طور میانگین در هر قطعه نمونه ۳۳ اصله نهال از گونه‌های مختلف وجود دارد که ۲۵ اصله (۷۶ درصد) بعد از عملیات قطع سالم‌اند. در گروه نونهال و نهال، شل و خال به‌ترتیب ۲۵/۳، ۲۴/۶ و ۲۶ درصد زادآوری‌ها آسیب دیدند. با افزایش ارتفاع نهال از درصد خسارت نیز کاسته می‌شود که علت آن، کم شدن تعداد نهال‌ها در گروه‌های شل و خال نسبت به نونهال و نهال است. علاوه‌بر این، همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، بیشترین خسارت در بین گونه‌های مختلف به راش وارد شده است.

جدول ۲- نوع خسارت به زادآوری در قطعه نمونه‌ها

گروه زادآوری	خال (۲ تا ۸ متر)				شل (۰/۵ تا ۲ متر)				نونهال و نهال (کمتر از ۰/۵ متر)			
	آسیب‌دیده				آسیب‌دیده				آسیب‌دیده			
نوع خسارت	شکسته و ریشه‌کن	زخمی شدن	خم شدن تاج	کل	شکسته و ریشه‌کن	زخمی شدن	خم شدن تاج	کل	شکسته و ریشه‌کن	زخمی شدن	خم شدن تاج	کل
تعداد خسارت‌دیده	۷۸	۳۳۹	۲۷۰	۶۸۷	۳۱۱	۳۸۲	۳۳۳	۱۰۲۶	۶۳۶	۲۹۶	۴۸۱	۱۴۱۳
درصد خسارت	۱۱/۴	۴۹/۳	۳۹/۳	۱۰۰	۳۰/۳	۳۷/۲	۳۲/۵	۱۰۰	۴۵	۲۰/۹	۳۴	۱۰۰

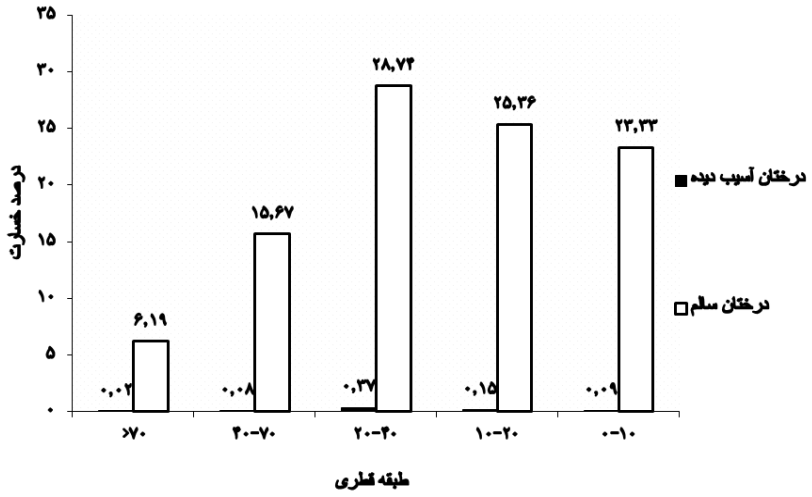
جدول ۳- تعداد و درصد خسارت به زادآوری گونه‌های مختلف در قطعه نمونه‌ها

گونه	راش			ممرز			سایر گونه‌ها		
	نهال	شل	خال	نهال	شل	خال	نهال	شل	خال
تعداد کل	۴۴۴۶	۳۱۷۷	۲۰۱۱	۱۲۶۰	۹۲۸	۶۲۰	۳۱۵	۵۸	۱۱
تعداد خسارت‌دیده	۱۰۳۶	۷۹۰	۵۱۱	۳۰۵	۲۲۳	۱۷۶	۷۲	۱۳	۰
درصد خسارت	۲۳	۲۵	۲۵	۲۴	۲۴	۲۸	۲۳	۲۲	۰

خسارت به درختان سرپا

از مجموع تعداد ۱۴۴۳۴ درخت اندازه‌گیری‌شده در قطعه نمونه‌ها، ۱۴۳۳۱ درخت سالم بودند و ۱۰۳ اصله آسیب دیدند؛ به‌عبارت دیگر، ۰/۷۱ درصد درختان تودهٔ جنگلی در این پارسل در اثر قطع کردن و انداختن درختان دچار صدمه شدند. نتایج تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نشان داد که به‌طور میانگین ۳۷ درخت در هر قطعه نمونه وجود دارد که به‌طور میانگین در هر چهار قطعه نمونه ۱ اصله درخت آسیب دید. از مجموع ۱۰۳ درخت خسارت‌دیده، ۳۰ درخت (۲۹ درصد) دچار خسارت سنگین، ۴۵ درخت (۴۳/۸ درصد) دچار خسارت متوسط، و ۲۸ درخت (۲۷/۲ درصد) دچار خسارت سبک شدند. شکل ۱ رابطهٔ بین قطر درخت و درصد درختان آسیب‌دیده و

سالم را نشان می‌دهد. بیشترین درختان آسیب‌دیده مربوط به طبقهٔ قطری ۴۰-۲۰ سانتی‌متری با ۲۸/۷۴ درصد خسارت بود (شکل ۱). همچنین اندازه‌گیری کیفی صدمات وارد به درختان در اثر انداختن و برخورد درختان قطع‌شده با آنها نیز انجام گرفت. در زمینهٔ 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.



شکل ۱- رابطهٔ بین قطر درخت و درصد درختان آسیب‌دیده و سالم

از نظر تعداد زخم در هر درخت آسیب‌دیده، بیشترین درصد مربوط به تعداد ۲ تا ۳ زخم در هر درخت با ۴۸ درصد است که عامل اصلی آن برخورد درخت قطع‌شده با درختان مجاور است (جدول ۴). در زمینهٔ محل زخم، ۳ درصد مربوط به ریشه، ۴۰ درصد مربوط به ۲ متر اول تنه و ۵۷ درصد مربوط به ارتفاع بیشتر از ۲ متر اول تنه بود که علت آن برخورد و افتادن درخت قطع‌شده بر روی درختان مجاور است، ولی ازآنجا که نقطهٔ تصادف در نقاط نزدیک به انتهای افتادن درخت بوده، اکثر صدمات بیشتر از ۲ متر اول (۲ تا ۳ متر ابتدایی) تنه بود، از طرفی درختان نزدیک‌تر، ریشه‌کن شدند یا به‌صورت تاج شکسته درآمدند. در مورد متغیر شدت زخم، ۴۰ درصد زخم‌ها به درختان سطحی و ۶۰ درصد زخم‌ها، عمیق بوده و آسیب جدی به کامبیوم وارد کرده است (جدول ۵).

جدول ۴- تعداد زخم اندازه‌گیری شده بر روی تنه درختان در قطعه‌نمونه‌های قطع

تعداد زخم روی تنه	۱ زخم	۲ تا ۳ زخم	بیش از ۳ زخم
تعداد درخت حامل زخم	۲۰	۸۱	۶۸
درصد خسارت	۱۲	۴۸	۴۰

ارزیابی اقتصادی صدمات توده

حجم متوسط سرپای راش در سن بهره‌برداری (قطر ۵۰ سانتی‌متر) پس از اعمال ضریب سیلو (۰/۶) و ۱۰ درصد افت بهره‌برداری، ۱/۲۳ متر مکعب در نظر گرفته شد. حجم متوسط سرپای ممرز در سن بهره‌برداری (قطر ۳۵ سانتی‌متر) پس از اعمال ضریب سیلو (۰/۶) و ۱۰ درصد افت بهره‌برداری، ۰/۵۸ مترمکعب در نظر گرفته شد. با توجه به جدول ۶، به‌طور متوسط ارزش هر متر مکعب چوب راش و ممرز به‌ترتیب ۵۶۴۳۷۰۰ و ۳۷۱۴۴۰۰ ریال است و ارزش چوب سرپا در سن بهره‌برداری اقتصادی گونه راش و ممرز به‌ترتیب ۶۹۴۱۷۵۱ و ۲۱۵۴۳۵۲ ریال است (جدول ۶) هزینهٔ جایگزینی هر نهال با در نظر گرفتن هزینه‌های تولید، کاشت و نگهداری ۱۰۰۰۰ ریال تعیین شد. ازآنجا که در جایگزینی باید از نهال یکساله استفاده کرد، قیمت نهال در تعداد زادآوری تخریب‌شده ضرب می‌شود تا هزینهٔ جایگزینی به‌دست آید؛ اما این نهال کاشته‌شده اگر به‌جای نهال ۴ ساله باشد، ۴ سال دیرتر، اگر به‌جای شل ۱۵ ساله باشد، ۱۵ سال دیرتر و اگر به‌جای خال ۲۲ ساله باشد، ۲۲ سال دیرتر به سن بهره‌برداری اقتصادی می‌رسد که در هزینهٔ فرصت ازدست‌رفته محاسبه می‌شود. اختلاف ارزش فعلی شدهٔ حجم چوب سرپا در ۴، ۱۵ و ۲۲ سال دیرتر از زمانی که در شرایط نابود شدن زادآوری وجود داشت، هزینه فرصت ازدست‌رفته است (جدول ۷). نتایج نشان داد که در عملیات قطع، ۷۶۴ اصله نهال راش و ۲۶۱ اصله نهال ممرز کاملاً از بین رفتند و ۱۷۳۱ اصله نهال راش و ۳۷۰ اصله نهال ممرز آسیب دیدند.

برای نمونه در مرحلهٔ رویشی نهال برای گونهٔ راش، ۴۶۶ نهال به‌طور کامل از بین رفتند و ۶۶۵ نهال راش آسیب دیدند. این اعداد برای محاسبهٔ ارزش چوب سرپای نهال این گونهٔ جنگلی استفاده شد، همان‌طور که دیده می‌شود ضریب تبدیل خسارت کم به ازبین‌رفته ۰/۲۷ در نظر گرفته شد که با توجه به محاسبات، مجموع ارزش چوب سرپای نهال راش ازبین‌رفته و با خسارت کم به‌ترتیب ۸۷۳۱۰۰۰ و ۲۲۱۹۰۰۰ ریال است (جدول ۷).

مجموع هزینهٔ خسارت به زادآوری (مجموع نهال‌های ازبین‌رفته و با خسارت کم) در این مرحله، ۴۰۶۰۲۰۰۰ ریال (۵۲۳۵۲۵ ریال در هکتار) (جدول ۸) و با توجه به ضرایب اعمال‌شده برای خسارت به هر درخت، جمع خسارت به ۱۰۱ درخت سرپا در مرحلهٔ قطع ۲۲۶۳۲۷۰۹۰ ریال (۲۹۱۸۲۷۹ ریال در هکتار) است.

جدول ۵- کیفیت زخم‌های روی تنهٔ درختان باقی‌مانده در قطعه نمونه‌های قطع

مشخصهٔ اندازه‌گیری‌شده	محل زخم			مساحت زخم (سانتی‌متر مربع)				عمق زخم		
	روی ریشه	۷ > متر مربع	< ۸ متر مربع	کل	۱۰۰ >	۱۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰ >	کل	زخمی شدن پوست	زخمی شدن کامبیوم	کل
تعداد زخم	۵	۶۸	۹۶	۱۶۹	۸۳	۶۴	۲۲	۱۶۹	۶۸	۱۰۱	۱۶۹
درصد خسارت	۳	۴۰/۲	۵۶/۸	۱۰۰	۴۹	۳۸	۱۳	۱۰۰	۴۰/۲	۵۹/۸	۱۰۰

جدول ۶- میانگین درصد سهم فراورده‌های جنگلی در ۵ سال اخیر و قیمت فراورده‌های راش و ممرز در سال ۱۳۹۴

نوع فراورده	گرده‌بینه	الوار و تراورس	کاتین	هیزم	افت اره‌خور	جمع
قیمت هر یک از فراورده‌ها در هر مترمکعب گونه راش ۱۳۹۴	۸۵۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۰	-
قیمت هر یک از فراورده‌ها در هر مترمکعب گونه ممرز ۱۳۹۴	۴۵۰۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۰	-
درصد سهم فراورده‌های جنگلی ۱۳۹۰-۱۳۹۴	۴۵/۲۹	۱۱/۷۷	۱۷/۳۷	۲۲/۰۹	۳/۴۹	۱۰۰
قیمت راش در سن بهره‌برداری با توجه به ضرب درصد هریک از فراورده‌ها در قیمت ۱/۲۳ مترمکعب	۴۷۳۵۰۷۰	۱۱۵۸۱۶۸	۶۴۰۹۵۳	۴۰۷۵۶۱	۰	۶۹۴۱۷۵۱
قیمت ممرز در سن بهره‌برداری با توجه به ضرب درصد هریک از فراورده‌ها در قیمت ۰/۵۸ مترمکعب	۱۱۸۲۰۶۹	۴۷۷۸۶۲	۳۰۲۲۳۸	۱۹۲۱۸۳	۰	۲۱۵۴۳۵۲
قیمت هر مترمکعب راش با توجه به ضرب درصد هریک از فراورده‌ها در قیمت یک مترمکعب	۳۸۴۹۶۵۰	۹۴۱۶۰۰	۵۲۱۱۰۰	۳۳۱۳۵۰	۰	۵۶۴۳۷۰۰
قیمت هر مترمکعب ممرز با توجه به ضرب درصد هریک از فراورده‌ها در قیمت یک مترمکعب	۲۰۳۸۰۵۰	۸۲۳۹۰۰	۵۲۱۱۰۰	۳۳۱۳۵۰	۰	۳۷۱۴۴۰۰

مأخذ: حسابداری خیرود (کلیهٔ قیمت‌ها مربوط به سال ۱۳۹۴ است).

جدول ۷- نمونهٔ محاسبات برای مشخص شدن ارزش چوب سرپای نهال راش ازبین‌رفته و با خسارت کم

ارزش چوب سرپای نهال راش با خسارت کم (هزار ریال)	ارزش چوب سرپای نهال راش ازبین‌رفته (هزار ریال)	محاسبات
= ۶۶۵×۰/۲۷×۶۹۴۱ = ۱۲۴۶۳۹۱	= ۴۶۶×۶۹۴۱ = ۳۲۳۴۸۵۶	قیمت بازاری چوب سرپای نابودشده در سن بهره‌برداری (ارزش آتی) مساوی با تعداد نهال ضربدر قیمت درخت در سن بهره‌برداری
= ۱۲۴۶۳۹۱×(۱+۰/۰۵)^{۹۶} = ۳۱۱۱	= ۳۲۳۴۸۵۶×(۱+۰/۰۵)^{۹۶} = ۲۹۹۰۱	ارزش فعلی واقعی مساوی با قیمت بازاری تقسیم بر نرخ بهره به توان ۹۶*
= ۱۲۴۶۳۹۱×(۱+۰/۰۵)^{۹۹} = ۲۶۸۷	= ۳۲۳۴۸۵۶×(۱+۰/۰۵)^{۹۹} = ۲۵۸۲۹	ارزش فعلی هزینهٔ جایگزینی با قیمت بازاری تقسیم بر نرخ بهره به توان ۹۹ (نهال جایگزین‌شده یکساله است).
= ۳۱۱۱ − ۲۶۸۷ = ۴۲۴	= ۲۹۹۰۱ − ۲۵۸۲۹ = ۴۰۷۱	هزینه فرصت ازدست‌رفته مساوی با ارزش فعلی واقعی منهای ارزش فعلی جایگزینی
= ۶۶۵×/۲۷ × ۱۰ = ۱۷۹۶	= ۴۶۶ × ۱۰ = ۴۶۶۰	هزینهٔ جایگزینی نهال مساوی با تعداد نهال ضرب در قیمت نهال
= ۴۲۴ + ۱۷۹۶ = ۲۲۱۹	= ۴۰۷۱ + ۴۶۶۰ = ۸۷۳۱	جمع خسارت به زادآوری

* طبق سوابق تحقیق سن اقتصادی درخت راش ۱۰۰ سال (آینده) در نظر گرفته شده و سن نهال ۴ سال در نظر گرفته شده است؛ بنابراین قیمت در سن فعلی برابر با ۹۶ است و به‌دلیل عدم قطعیت، میانگین نرخ بهره در این زمان نیز ۵ درصد در نظر گرفته شده است.

جدول ۸- هزینهٔ خسارت به زادآوری (هزار ریال)

میزان خسارت	مرحلهٔ رویشی	زادآوری نابودشده				ارزش چوب سرپا در سن بهره‌برداری								جمع خسارت به زادآوری	
		تعداد		ارزش آتی		ارزش فعلی واقعی		ارزش فعلی جایگزینی		هزینهٔ فرصت ازدست‌رفته		هزینهٔ جایگزینی			
		راش	ممرز	راش	ممرز	راش	ممرز	راش	ممرز	راش	ممرز	راش	ممرز	راش	ممرز
از بین رفته	نهال	۴۶۶	۱۷۰	۳۲۳۴۸۵۶	۳۶۶۲۴۰	۲۹۹۰۱	۳۳۸۵	۲۵۸۲۹	۲۹۲۴	۴۰۷۱	۴۶۱	۴۶۶۰	۱۷۰۰	۸۷۳۱	۲۱۶۱
	شل	۲۳۹	۷۲	۱۶۵۹۰۷۸	۱۵۵۱۱۳	۲۶۲۲۹	۱۴۳۴	۱۳۲۴۷	۱۲۳۹	۱۲۹۸۱	۱۹۵	۲۳۹۰	۷۲۰	۱۵۳۷۱	۹۱۵
	خال	۵۸	۲۰	۴۰۲۶۲۲	۴۳۰۸۷	۸۹۵۶	۳۹۸	۳۲۱۵	۳۴۴	۵۷۴۲	۵۴	۵۸۰	۲۰۰	۶۳۲۲	۲۵۴
	جمع	۷۶۴	۲۶۱	۵۲۹۶۵۵۶	۵۶۴۴۴۰	۶۵۰۸۶	۵۲۱۷	۴۲۲۹۱	۴۵۰۷	۲۲۷۹۴	۷۱۰	۷۶۳۰	۲۶۲۰	۳۰۴۲۴	۳۳۳۰
خسارت کم	نهال	۶۶۵	۱۱۲	۱۲۴۶۳۹۱	۶۵۱۴۸	۳۱۱۱	۱۶۳	۲۶۸۷	۱۴۰	۴۲۴	۲۲	۱۷۹۶	۳۰۲	۲۲۱۹	۳۲۵
	شل	۶۰۴	۱۱۱	۱۱۳۲۰۶۱	۶۴۵۶۶	۲۸۲۵	۱۶۱	۲۴۴۱	۱۳۹	۳۸۵	۲۲	۱۶۳۱	۳۰۰	۲۰۱۵	۳۲۲
	خال	۴۶۲	۱۴۷	۸۶۵۹۱۴	۸۵۵۰۶	۲۱۶۱	۲۱۳	۱۸۶۷	۱۸۴	۲۹۴	۲۹	۱۲۴۷	۳۹۷	۱۵۴۲	۴۲۶
	جمع	۱۷۳۱	۳۷۰	۳۲۴۴۳۶۶	۲۱۵۲۲۰	۸۰۹۷	۵۳۷	۶۹۹۴	۴۶۴	۱۱۰۲	۷۳	۴۶۷۴	۹۹۹	۵۷۷۶	۱۰۷۲

بحث

این پژوهش در منطقه‌ای انجام گرفت که تاکنون سابقه بهره‌برداری نداشته است، بنابراین هیچ‌گونه تخریب توده از عملیات بهره‌برداری وجود نداشته و این نظریه ثابت‌شده است که به‌دلیل بکر بودن منطقهٔ بهره‌برداری، توده بدون آسیب قرار داشته است. نتایج نشان داد که با افزایش قطر درخت، درصد درختان صدمه‌دیده کاهش می‌یابد و این کاهش به تبعیت از کاهش تعداد درختان با افزایش قطر در توده‌های ناهمسال است. از مجموع زادآوری‌های اندازه‌گیری‌شده، ۴۶/۹ درصد مربوط به طبقهٔ نونهال و نهال است که ۱۱ درصد آن آسیب‌دیده و ۳۵/۹ درصد سالم است. در طبقهٔ شل‌گروه‌ها که شامل ۳۲/۵ کل زادآوری‌هاست، ۲۴/۵ درصد سالم و ۸ درصد آسیب‌دیده‌اند. خال‌گروه‌ها ۲۰/۶ درصد زادآوری را تشکیل می‌دهند که ۵/۴ درصد آسیب‌دیده و ۱۵/۲ درصد سالم‌اند. با افزایش ارتفاع نهال از شدت خسارت نیز کاسته می‌شود که علت آن، کم شدن تعداد نهال‌ها در گروه‌های شل و خال نسبت به نونهال و نهال است. بیشترین خسارت در بین گونه‌های مختلف به راش وارد شده است که دلیل اصلی آن نیز حضور و تراکم بیشتر راش در عرصه نسبت به گونه‌های دیگر است. از سویی دیگر، درصد خسارت به نونهال و نهال و شل‌گروه‌ها به ترتیب در درجه‌های خم شدن، زخمی شدن و شکسته و ریشه‌کن شدن کم می‌شود. ولی در خال‌گروه‌ها، پایه‌ها به‌علت صدمهٔ واردشدهٔ بیشتر شکسته و ریشه‌کن می‌شوند؛ در واقع با افزایش قطر یقهٔ نهال یا با افزایش ارتفاع نهال، بر صدمه‌پذیری آن افزوده می‌شود. نتایج این بررسی نشان داد شدت خسارت به نهال‌ها بیشتر از نوع خم شدن تاج است. انعطاف‌پذیری و قابلیت خم شدن نونهال‌ها و نهال‌ها در مقابل فشارهای واردآمده موجب می‌شود که به‌آسانی شکسته یا زخمی نشوند (Hosseini et al., 2001; Naghdi et al., 2007). در بهره‌برداری به شیوهٔ فعلی میزان خسارت شکسته و ریشه‌کن شدن پایه‌ها به گروه‌های زادآوری با ارتفاع کمتر از ۰/۵ متر (نهال) و ۰/۵ تا ۲ متر (شل)، کمتر از گروه‌های زادآوری با ارتفاع بیشتر از ۲ متر (خال) است، این نتیجه همسو با یافته‌های Hosseini et al. (2001)، Lamson (1985) و Stringer (2006) است. مقدار خسارت اندازه‌گیری‌شده در این بررسی مانند بررسی Majnounian et al. (2009) نسبت به سایر تحقیقات

پژوهشگران (Hosseini et al., 2001; Bettinger & Kellogg, 1993; Froese & Han, 2006)، کمتر است که دلیل اصلی آن تجربهٔ زیاد و مهارت و دقت کافی کارگران قطع در منطقهٔ تحقیق و شرایط مطلوب عرصه است. زمانی که صدمات بهره‌برداری به قسمت‌های پایین تنهٔ درختان سرپا وارد می‌شود، پوسیدگی در محل زخم تا حد زیادی از ارزش چوب می‌کاهد (Wallis & Morrison, 1975). نتایج این تحقیق نشان داد که بیشتر زخم‌ها در قسمت‌های پایین تنهٔ درختان سرپا ایجاد شده است. زخم‌های گسترده به‌ندرت التیام می‌یابند؛ بنابراین تأثیر اندازهٔ زخم در التیام زخم بسیار اساسی است و زمانی که یک زخم کاملاً التیام می‌یابد، مراحل پوسیدگی ممکن است متوقف یا بسیار کم شود. نتایج نشان داد که حدود ۹۰ درصد زخم‌های ایجادشده در هر درخت مساحتی کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر مربع دارند که معمولاً التیام می‌یابند. روی‌هم‌رفته، مساحت زخم عامل بسیار مهمی در ایجاد پوسیدگی است. سن زخم نسبت به اندازهٔ زخم اثر بیشتری بر کاهش حجم چوب آینده دارد و با افزایش سن زخم، حجم پوسیدگی افزایش می‌یابد. پوسیدگی در زخم‌های بزرگ‌تر، عمیق‌تر و شدیدتر، با احتمال بیشتری رخ می‌دهد و گسترش می‌یابد و در نهایت سبب کاهش ارزش تودهٔ جنگلی در برداشت‌های آینده می‌شود (Majnounian et al., 2009). در این تحقیق برای برآورد ریالی صدمات به زادآوری از روش جایگزینی (نهالکاری و واکاری) استفاده شد و برای برآورد ریالی صدمات به درختان پس از اعمال ضرایب کاهش کیفیت، محاسبات لازم انجام گرفت. نتایج نشان داد که در عملیات قطع درخت، ۷۶۴ اصله نهال راش و ۲۶۱ اصله نهال ممرز به‌طور کامل از بین رفت و ۱۷۳۱ اصله نهال راش و ۳۷۰ اصله نهال ممرز آسیب دید. هزینهٔ خسارت به زادآوری در این مرحله در مجموع ۴۰/۶ میلیون ریال و مجموع خسارت ۱۰۱ درخت سرپا در مرحلهٔ قطع ۲۲/۶ میلیون ریال بود.

بیشترین درصد درختان صدمه‌دیده در طبقهٔ قطری کمتر از ۳۰ سانتی‌متر بود. طبقه‌بندی یادشده از آن جهت حائز اهمیت است که در توده‌های ناهمسال، درختان جوان و میان‌سال تأثیر تعیین‌کننده‌ای در رویش جنگل دارند و در سیستم جنگلداری گزینشی، این درختان سال‌های زیادی در توده باقی می‌مانند تا نقش خود در توده را انجام دهند. بنابراین عوامل ثانویه سبب گسترش صدمات مکانیکی به درختان و کاهش رویش و ارزش بالقوهٔ توده‌های جنگلی می‌شوند. درصورتی که در سایر سیستم‌های جنگلداری درختان بعد از دوره‌ای از عرصه خارج می‌شوند و تأثیر صدمه در کاهش رویش و ارزش توده کمتر خواهد بود. نکتهٔ مهمی که از برایند این مبحث استنباط می‌شود این است که در جنگلداری گزینشی، خسارت به درختان و تودهٔ سرپا در طول سال‌ها باقی می‌ماند و سبب گسترش آنها می‌شود، اهمیت این موضوع تا آنجاست که با افزایش صدمات بهره‌برداری به توده، مزایای عملیات جنگلداری، در عمل به ایجاد زیان به توده مبدل می‌شود (Majnounian et al., 2009). دانستن مقدار هزینهٔ ریالی خسارت وارد به تودهٔ باقی‌مانده برای محاسبهٔ خسارت کل و به تبعیت آن محاسبهٔ عملکرد (سود و زیان) عملیات بهره‌برداری ضروری است. مدیران و کارشناسان بهره‌برداری براساس شدت خسارت وارد به توده، به برنامه‌ریزی برای بیلان اقتصادی بهتر و پایدارتر اقدام می‌کنند که بدون در نظر گرفتن این خسارات، در بیشتر موارد شاهد عدم مدیریت بهینه و اقتصادی با توجه به پتانسیل‌های موجود در منابع طبیعی هستیم که به خسارت بیشتر به درختان و توده‌های سرپا (درنتیجه هدررفت سرمایه‌های طبیعی و ملی) منجر می‌شود با توجه به این هزینه‌ها، اهمیت برنامه‌ریزی به‌منظور کاهش خسارت به درختان و تودهٔ سرپا، نقش خود را پررنگ‌تر نشان می‌دهد. یعنی برای نزدیک‌تر شدن به جنگلداری پایدار[1]، باید قبل از عملیات بهره‌برداری،

[1] Sustainable forestry

درختانی که به‌طور بالقوه در معرض خطر آسیب‌دیدگی هستند علامت‌گذاری شوند تا مورد توجه اکیپ قطع قرار گیرند و همچنین مدیران جنگل باید اره موتورچی‌ها را به استفاده از وسایل هدایت‌کنندهٔ درخت مثل گوه و تیرفور در مواقع ضروری و تمرکز مناسب هنگام کار ملزم کنند و به آنها آموزش‌های لازم را ارائه دهند (Krueger, 2004).

مسئلهٔ بسیار مهمی که می‌تواند بر هزینه‌های صدمات بهره‌برداری تأثیر زیادی داشته باشد، انتخاب بهینه در فرایند برنامه‌ریزی است. انتخاب در عملیات بهره‌برداری بیشتر در طراحی بهره‌برداری و تعیین جهت انداختن درختان تجلی می‌یابد که باید در این مراحل از حداکثر توان علمی و مالی استفاده کرد.

References

Bettinger, P., & Kellogg, L.D. (1993). Residual stand damage from cut to length thinning, of second growth timber in the Cascade Range of western Oregon. *Forest product journal*, *43*, 59-64.

Fajvan, M.A., Knipling, K.E. & Tift, B.D. (2002). Damage to Appalachian hardwoods from diameter-limit harvesting and shelterwood establishment cutting. *Northern Journal of Applied Forestry*, *19*(2), 80-87.

Foley, J.A., Asner, G.P., Costa, M.H., Coe, M.T., DeFries, R., Gibbs, H.K., Howard, E.A., Olson, S., Patz, J., Ramankutty, N., & Snyder, P. (2007). Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *5*(1), 25-32.

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.

Hosseini, S.M., Majnounian, B., & Namiranian, M. (2001). A study of logging damage to the forest stand incurred in two mechanized logging systems (skidding and cable system) in northern forest of Iran. *Iranian Journal of Natural Resources*, *54*(1), 23-29.

Johnson, E.A., Miyanishi, K., & Weir, J.M.H. (1998). Wildfires in the western Canadian boreal forest: landscape patterns and ecosystem management. *Journal of Vegetation Science*, *9*(4), 603-610.

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*, *188*(1), 381-393.

Lamson, N.I. (1985). *Thinning increases growth of 60-year-old cherry-maple stands in West Virginia*. Res. Pap. NE-571. Broomall, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.

Lotfalian, M., Parsakho, A., & Majnounian, B. (2008). A Method for Economic Evaluation of Forest Logging Damages on Regeneration and Stand (Case study: Alandan and Waston Series). *Journal of Environmental Science and Technology*, *10*(2), 52-61.

Majnounian, B., Jourgholami, M., Zobeiri, M., & Feghhi, J. (2009). Assessment of Forest Harvesting Damage to Residual Stands and Regenerations - a Case Study of Namkhaneh District in Kheyrud Forest. *Environmental Sciences*, *7*(1), 33-44.

Meadows, J.S. (1993). *Logging damage to residual trees following partial cutting in a green ash-sugarberry stand in the Mississippi Delta*. In: Gillespie A.R., Parker G.R., Pope P.E., Rink G. (eds): Proceedings of the 9th Central Hardwood Forest Conference. West Lafayette, 8–10. March 1993. St. Paul, USDA Forest Service, 248–260.

Naghdi, R., Bagheri, I., Taheri, K., & Akef, M. (2007). Evaluation of assortment logging method with respect to residual damage in Shefarood forest (North of Iran). *Iranian Journal of Natural Resources*, *60*(3), 931-947.

Pinard, M.A., Barker, M.G. & Tay, J. (2000). Soil disturbance and post-logging forest recovery on bulldozer paths in Sabah, Malaysia. *Forest Ecology and Management*, *130*(1), 213-225.

Rice, J.A., MacDonald, G.B., & Weingartner. D.H. (2001). Pre-commercial thinning of trembling aspen in northern Ontario: Part 1 - Growth responses. *Forest Chronology*, *77*(5), 893-901.

Saeed, A. (1998). *Forest management plan; impact and economic evaluation*. University of Tehran Press. 341 pp.

Samad, A., Rahim, A. & Zariyawati, M.A. (2009). A comparison analysis of logging cost between conventional and reduce impact logging practices. *International Journal of Economics and Management*, *3*(2), 354-366.

Seablom, T.J., & Reed, D.D. (2005). Assessment of factors contributing to residual tree damage from mechanized harvesting in northern hardwoods. *Northern Journal of Applied Forestry*, *22*(2), 124-131.

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, J.W. (2006). *Effect of ground skidding on Oak advance regeneration*. Gen. Tech. Rep. SRS-92. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. pp. 535-537.

Thomas, C.A. (1980). *Logging costs for a trail of intensive residue removal*, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, No.347, Portland, Oregon.

Wallis, G.W., & Morrison, D.J. (1975). Root rot and stem decay following commercial thinning in Western hemlock and guidelines for reducing losses. *Forestry Chronicle*, *51*, 203-207.

Webb, E.L. (1997). Canopy removal and residual stand damage during controlled selective logging in lowland swamp forest of northeast Costa Rica. *Forest ecology and management*, *95*(2), 117-129.

Iranian Journal of Forest
Vol. 9, No. 1, Spring 2017
pp. 1-13

Economical assessment of forest harvesting damages to residual stand (Case Study: Kheyrud forest)

V. Rizvandi[1], M. Jourgholami[2*], B. Majnounian[3] and G. Zahedi Amiri[3]

[1]PhD. Student of Forest Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[2]Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[3] Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

(Received: 29 December 2015, Accepted: 14 June 2016)

Abstract

Reducing the impact of harvesting on residual stand and regeneration is very important considering the application of close-to-nature forestry for Hyrcanian forest management and the low cutting volume distribution in this method. This research was carried out in two compartments no. 317 and 320 in Gorazbon district, Kheyrud forest, Nowshar, Iran. The objectives of this study were to determine the amount of damages on residual stand and express monetary cost of the damages in order to create incentives to better forest resources management in order to preserve these valuable resources. Considering the results of all felling areas in sample plots showed that most damages were on trees with DBH < 30 cm. During felling operations, 764 beech seedlings and 261 hornbeam trees were completely destroyed and 1731 beech seedlings and 370 hornbeam trees were injured. Evaluation of scars quality on the trunk of tree stand in felling areas with regards to position of scars showed that most scars were present at 2 m heights and were mostly superficial scars (no bark removed and damages to cambium). The cost of damage to regeneration was 40.6 billion Rials and to 101 damaged trees was 22.6 billion Rials. Training the tree cutting crews is the most important factor for decreasing the residual stand damage after harvesting.

Keywords: Damages to residual stand, Felling, Financial evaluation, Kheyrud forest.

*Corresponding author Tel: +982632249312 Email: mjgholami@ut.ac.ir