DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijfpr.2014.5138

فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۱ شمارهٔ ٤، صفحهٔ ٦٦٥-٦٥٤، (۱۳۹۲)

برداشت کم اثر و تاثیر آن در عملیات بهره برداری جنگل

هادی بیاتی[۱]، اکبر نجفی[۲*] و پرویز عبدالمالکی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریائی، دانشگاه تربیت مدرس، نور.

۲★- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریائی ، دانشگاه تربیت مدرس، نور. پست الکترونیک: a.najafi@modares.ac.ir

۳- دانشیار، گروه بیوفیزیک، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/٤ تاریخ پذیرش: ۹۲/٤/۳۰

چکیده

بهره‌برداری بهینه جنگل یکی از مهمترین اهداف سیستم مدیریت جنگل است، که به هر روشی اجرا شود به توده باقی مانده آسیب می‌رساند. ولی روش‌های بهبود یافته‌ی بهره برداری می‌توانند این اثراث را کاهش دهند. یکی از این روش‌ها، استفاده از قطع هدایت شده می‌باشد. در این تحقیق سعی شده است تا تاثیر قطع هدایت شده در تعداد درختان صدمه دیده در مرحله قطع و وینچینگ و همچنین زمان قطع و وینچینگ بررسی گردد. مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها در جنگل‌های شرکت نکا چوب انجام پذیرفت. تعداد ۸٤ درخت از کل درختان نشانه‌گذاری شده انتخاب و از این تعداد ٤۲ درخت را با کمک ناظر طرح تعیین جهت نموده و جهت قطع و افتادن درخت نشانه گذاری شده پیش از عملیات قطع با رنگ مشخص گردید. زمان قطع و وینچینگ و هم چنین تعداد درختان آسیب دیده در هر دو مرحله ثبت گردید. نتایج مرحله قطع نشان داد که میانگین زمان خالص برای قطع درخت در قطع هدایت شده ۲/۹۵ دقیقه بوده در صورتی که این مقدار در درختان هدایت نشده ٤/۰٤ دقیقه ثبت گردید. هم چنین در قطع هدایت نشده نسبت به قطع هدایت شده تعداد درختان باقطر بالاتر از ۱۰سانتی متر بیشتری آسیب دیدند (۱۰۰ در مقابل ۲۵ درخت). مقایسه زمان وینچینگ درختان هدایت نشده نشان داد که این زمان بیشتر از ۲ برابر گروه هدایت شده بوده و هم چنین تعداد درختان سرپای باقی مانده بیشتری درقطع هدایت نشده در زمان وینچینگ صدمه دیدند (۵۰ در مقابل ۱٤ درخت).

واژه‌های کلیدی: مدیریت جنگل، صدمات بهره‌برداری، قطع درخت، قطع هدایت شده

مقدمه

بهره‌برداری یک فعالیت ضروری در مدیریت جنگل است که اگر به درستی برنامه‌ریزی و اجرا شود، سود پیش‌بینی شده را محقق خواهد ساخت؛ در مقابل، طراحی و اجرای ضعیف برنامه‌ها پرهزینه خواهد بود و منجر به صدمات زیست محیطی، افت زیاد چوب، استفاده محدود از منابع موجود و صدمه به نیروی کار می‌شود (Sessions *et al.*, 2007). در بین مؤلفه‌های بهره برداری، قطع درخت به عنوان شروع و ابتدای زنجیره کار بهره برداری اهمیت زیادی داشته و به شدت بر روی مراحل بعدی کار مؤثر می‌باشد (Majnounian *et al.*, 2009). قطع درختان اثرات معنی داری بر روی ساختار جنگل و کارکرد آن به همراه عواقبی برای بسیاری از گونه‌ها در کنار این هدف بهره‌برداری، دارد (Foley *et al.*, 2007، Asner *et al.*, 2006;). در طی عملیات بعدی (خروج چوب)، ماشین چوبکشی در هنگام کشیدن گرده بینه‌ها و عبور مکرر از مسیرهای چوبکشی، صدماتی در تنهٔ درختان حاشیهٔ مسیر بر جای می‌گذارد (Majnounian *et al.*, 2009). در ارتباط با بررسی صدمات بهره‌برداری در روش‌های مختلف بهره‌برداری، مطالعات متعددی در خارج از کشور و ایران

انجام گرفته است.

البته Uhl *et al.* (1991) قطع تک‌گزینی را در نزدیکی شهر تایلند یا در آمازون شرقی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که در واحد حجم، ۱/۲ مترمکعب از بینه برای هر مترمکعب چوب استحصالی آسیب دیده است. بیشتر آسیب‌ها (۵۵درصد) در باز شدن تاج پوشش در عملیات قطع متمرکز شده است. همچنین Johns *et al.* (1996) در منطقه پاراگومینازا در شرق آمازون، صدمات را در بهره برداری برنامه ریزی شده (اسکیدر چرخ لاستیکی یا بولدوزر مجهز به وینچ) و برنامه ریزی نشده (بولدوزر بدون وینچ) با یکدیگر مقایسه نمودند. آنها به این نتیجه دست یافتند که در مرحله قطع درخت، تعداد درختانی که تاج آنها آسیب دیده بود، به صورت معنی داری در بهره برداری برنامه ریزی نشده بیشتر بودند (۷/٤ در مقابل ٤/۵ درخت در درختان قطع شده).

اضافه براین، Bertault & Sist (1997) در بررسی شدت‌های مختلف بهره‌برداری سنتی و بهره برداری برنامه ریزی شده به این نتایج دست یافتند که درختان آسیب دیده و از بین رفته حاصل از بهره‌برداری برنامه‌ریزی شده در مقابل روش سنتی به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر بود (۳۰/۵ درصد در مقابل ٤۸/۱ درصد). همچنین Pereira *et al.* (2002) در بررسی اثرات بهره‌برداری سنتی و برنامه‌ریزی شده بر روی تاج پوشش در برزیل به این نتیجه دست یافتند که صدمات زمینی (جاده‌ها+ مسیرهای چوبکشی+ محل تخلیه بینه‌ها) در روش بهره‌برداری سنتی ۸/۹ تا ۱۱/۲ درصد از کل منطقه کاری را شامل بود. در مقابل، صدمات زمینی در روش‌های برنامه ریزی شده بین ٤/٦ تا ٤/۸ درصد از کل منطقه بود.

به علاوه، Sist *et al.* (2003) بهره‌برداری برنامه‌ریزی شده و سنتی را در شرق کالیمانتان اندونزی در ۳ بلوک که مساحت هرکدام ۱۰۰ هکتار بود، مورد بررسی قرار دادند. آنها به این نتیجه دست یافتند که تکنیک‌های بهره‌برداری برنامه‌ریزی شده نزدیک به نیمی از درختان تخریب یافته را دارا بود (۳٦ در مقابل ٦۰ درخت در هکتار) و مزیت اصلی این برنامه‌ریزی‌ها در کاهش صدمات چوبکشی (۹/۵ درصد از جمعیت اصلی درختان در روش برنامه‌ریزی شده در مقابل ۲۵ درصد در روش سنتی) بود.

افت در امور قطع و استحصال چوب در اثر روش تبدیل سنتی درجنگل‌های لوه گرگان ۵۳ درصد برآورد شد (Sarikhani, 1972) که علت اصلی آن تراکم کم شبکهٔ جاده بود. همچنین Tashakori (1996) در بررسی صدمات بهره‌برداری در بخش زادآوری و درختان سرپای منطقه گلندرود که به شیوه سنتی بهره‌برداری می‌شد، به این نتیجه دست یافت که صدمات در بخش زادآوری به صورت سرچر شدن نهال‌ها و شل‌ها به میزان ۵/۱٤ درصد، خم شدن تاج و تنه به میزان ٤/۲ درصد، زخمی شدن تنه شل‌ها و خال‌ها به میزان ۷/٤ درصد و نابود شدن نهال‌ها و شل‌ها به میزان ٤/۲ درصد از کل نمونه‌ها را به خود اختصاص داده است. اساتید Lotfalian *et al*، (2007) در برآورد خسارت وارده به توده و زادآوری در اثر بهره برداری در جنگل‌های شرکت صنایع چوب و کاغذ استان مازندران به این نتیجه دست یافتند که در عملیات قطع و تبدیل ۳/۲٪ از زادآوری آسیب می‌بینند.

همچنین Ershadifar *et al.* (2011) در ارزیابی توانایی گروه های قطع در اجرای قطع هدایت شده در جنگلهای غرب استان گیلان به این نتیجه رسیدند که هیچکدام از گروه های قطع موفق به اجرای قطع هدایت شده نشدند و رسیدن به اهداف قطع هدایت شده را منوط به تدوین برنامه‌های آموزشی کارگران اعلام کردند.

اضافه براین، Bruhn (1986) در بررسی که انجام داده بود بیان کرد که میزان صدمات بهره‌برداری وابسته به: ۱) سطح مقطع باقی مانده‌ها، ۲) اندازه و قدرت مانور تجهیزات، ۳) فصل قطع، ٤) سطح برنامه‌ریزی در عملیات برداشت و ۵) مهارت و خبرگی مجریان می‌باشد.

از آنجائیکه هدف بهره‌برداری جنگل اجرای عملیاتی است که به طور عملی و تکنیکی قابل اجرا بوده و از نظر اقتصادی قابل قبول و از نظر زیست محیطی بی‌خطر باشد، لذا برای رسیدن به این اهداف باید برنامه‌ریزی به خوبی انجام گرفته و به طور مستمر بهبود یابد (Heinemann, 2004). ذکر این نکته ضروری است که بهره‌برداری از جنگل به هر روشی که باشد، آسیب به توده باقی‌مانده را

به همراه داشته (Han & Kelloge, 2003)، که این امر از مهمترین دغدغه‌های بسیاری از مجریان طرح‌های جنگلداری و تهیه کنندگان فرآورده‌های چوبی می‌باشد (Etehadi abri & Majnounian, 2011). البته پیامدهای واقعی این اثر بستگی به ترکیب فلورستیکی جنگل، طبیعت و شدت بهره‌برداری و گونه‌های خاص یا نوع منابع تحت بهره‌برداری، نیز خواهد داشت (Peters, 1994).

با این اوصاف مدیران و مهندسان جنگل تلاش می‌کنند تا خطرات قابل جلوگیری به کارگران و اثرات نامطلوب زیست محیطی بهره‌برداری بر روی توده باقی‌مانده و خاک را کاهش دهند (Jonkers, 1987; Conway, 1976; Nicholson, 1958; Bryant, 1914). یکی از این روش‌ها استفاده از تکنیک بهره‌برداری کم اثر است. اصطلاح بهره‌برداری کم اثر (Reduced Impact Logging) و اختصار آن (RIL)، اولین بار در ۱۹۹۳ ظاهر شد (Putz & Pinard, 1993). برداشت کم اثر، اشاره به یک سری از دستورالعمل‌های بهره برداری کرده (Dykstra & Heinrich, 1996 و Pinard *et al*., 1995) که برای حفظ زادآوری (به عنوان مثال جوانه زنی، نهال‌ها، و درختان محصول‌ده بزرگ آینده)، به حداقل رساندن آسیب به خاک، محدود کردن اثرات منفی بر روی جمعیت‌های غیر هدف (به عنوان مثال حیات وحش و گونه‌های گیاهی غیر چوبی)، و حفاظت کارگران (Putz *et al*., 2001) طراحی شده است. فعالیت‌های RIL عموماً آموزش و راهنمایی کارگران، آماربرداری جنگل پیش از بهره برداری، طراحی جاده و مسیرهای چوبکشی قبل از قطع درختان، حذف علف‌های هرز و بالا رونده از درخت پیش از بهره برداری، و قطع هدایت شده را به کار می‌برد (Dykstra & Heinrich, 1996).

تجزیه و تحلیل صدمات بهره‌برداری از این جهت حایز اهمیت است که می‌توان انگیزه مالی شرکت‌ها را در جهت اصلاح و بهبود فرآیند کار فزونی بخشد و با کنترل صدمات طی عملیات بهره‌برداری به حفظ ارزش اقتصادی گونه‌های تجاری و تجدید حیات موجود در عرصه کمک نمود (Putz *et al*., 2000 و Webb 1997). همانطور که Holmes *et al*. (2002) در پژوهش‌های خود نشان دادند، کمترین صدمات وارده به دو بخش توده باقی‌مانده و خاک، زمانی حاصل می‌گردد که بیشترین هزینه‌ها صرف مراحل بنیادین طراحی و برنامه‌ریزی شود.

آگاهی از میزان و توزیع خسارات برای مهندسین در هنگام طراحی و نیز در طی عملیات بهره‌برداری جهت کاهش اثرات نامطلوب آن ضروری است. بدین منظور در این تحقیق به بررسی تاثیر قطع هدایت شده به عنوان یکی از تکنیک‌های بهره‌براری کم اثر در مدت زمان قطع درخت و وینچینگ و تعداد درختان آسیب دیده در عملیات قطع و وینچینگ در جنگلهای نکاچوب پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در حوزه آبخیز ۷۵ در قطعه ۳۲۹ بخش ۲ طرح جنگلداری نکا ظالمرود در مختصات جغرافیایی "۵۰ '۳۰ °۳۶ تا "۱۵ '۳۱ °۳۶ عرض شمالی و "٤٥ '۳۱ °۵۳ تا "۳۰ '۳۲ °۵۳ طول شرقی و در محدوده ارتفاعی ۷۳۰ تا ۷۸۰ متر از سطح دریا قرار داشت. داده‌های کلی مربوط به پارسل مورد مطالعه در جدول۱ آورده شده است.

جدول۱- مشخصات عمومی پارسل مورد مطالعه

مساحت (هکتار)	تیپ جنگل	شمار در هکتار	حجم در هکتار (m^3)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	شیب (٪)	وضعیت پستی بلندی	شیوه برش
۳۹	راش-ممرز	۱۹۳	۳۷۲/۹	۷۳۰-۷۸۰	۰-۳۰	هموار	تک گزینی

روش بررسی

پس از جنگل گردشی و شناسایی کلی منطقه مورد مطالعه، از میان درختان نشانه گذاری شده‌ی سرپا و سالم (بدون پوسیدگی، نداشتن تمایل زیاد) برای قطع، تعداد ٨٤ درخت به عنوان نمونه (جدول۲) انتخاب گردید. و اطلاعات مربوط به هر درخت شامل: قطر برابرسینه، ارتفاع کل و تعداد درختان اطراف درخت نشانه گذاری شده برداشت گردید. به منظور بررسی تاثیر قطع هدایت شده در مدت زمان و خسارت مرحله قطع و وینچینگ از میان نمونه‌ها (٨٤ درخت)، تعداد ٤٢ درخت را با کمک ناظر طرح و با در نظر گرفتن عواملی مانند تودهٔ سرپا و زادآوری، مسیرهای چوبکشی، توپوگرافی و سلامت و ایمنی گروه قطع، تعیین جهت نموده و مسیر افت درختان قبل از مرحله قطع و با رنگ بر روی تنهٔ درخت مشخص گردید. ٤٢ درخت باقی‌مانده توسط اره موتورچی در زمان عملیات قطع تعیین جهت شد.

جدول۲- فراوانی گونه ها در دو گروه نمونه

گونه	تعداد		
	هدایت شده	هدایت نشده	جمع
توسکا	٤	٤	٨
راش	١٣	١٣	٢٦
ممرز	٢٥	٢٥	٥٠

به منظور انجام مرحله قطع این تحقیق، ابتدا اجزای یک چرخه کاری مشخص و سپس زمان اجرای هر قسمت از اجزای آن اندازه‌گیری شد. بنابراین در زمان عملیات قطع به همراه گروه قطع وارد عرصه شده و زمان‌های مربوط به قطع درختان (هدایت شده و هدایت نشده) شامل: پیدا کردن (Find) پاک کردن اطراف درخت (Cleaning)، تعیین جهت افت (Directing)، بن زنی (Under Cut) و بن بری (Back Cut)، با استفاده از کرونومتر و با دقت یک صدم دقیقه برای زمان سنجی مراحل مختلف کار، ثبت گردید. همچنین هنگام زمان‌سنجی ضمن اندازه‌گیری اجزای مختلف کار، زمان‌های مربوط به توقف در مراحل مختلف کاری شامل: زمان‌تأخیر اجرایی (Operational Delay)، زمان تأخیر فنی(Technical Delay) و زمان تأخیر شخصی(Personal Delay) نیز اندازه گیری و علل آنها ثبت گردید. عملیات قطع توسط یک اکیپ دو نفره شامل اره موتورچی و کمک اره موتورچی، مجهز به اره موتوری اشتیل مدل NS 880 و طول تیغه ٧٥ سانتی متر انجام گرفت. به منظور مقایسه صدمات در دو گروه، تعداد درختان بالای قطر ١٠ سانتی‌متر اطراف درخت نشانه گذاری شده (در شعاعی به اندازه ارتفاع درخت نشانه گذاری شده) که در زمان قطع دچار اشکالی از آسیب شدند (اعم از شکستگی تاج، شاخه و تنه) شمارش و برای هر دو گروه به طور مجزا ثبت گردید.

به منظور جمع آوری داده‌های مرحله وینچینگ از روش مطالعه زمانی پیوسته (McDonald, 1999 و Gardner, 1963) و با استفاده از کرنومتر و با دقت یک صدم دقیقه، زمان‌های مربوط به یک سیکل وینچینگ شامل باز کردن و کشیدن کابل وینچ (Release and pulling Winch)، بستن چوکر یا قلاب کردن کابل دور گردبینه ها (Hook) و جمع کردن کابل وینچ توسط اسکیدر (Winching)، (Eghtesadi, 1991) برای هر دو گروه نمونه ثبت گردید. فاصله بینه‌ها تا مرکز مسیر وینچینگ با استفاده از متر لیزری و شیب مسیر وینچینگ با استفاده از شیب سنج سونتو اندازه‌گیری شد. همچنین برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به تعداد درختان آسیب دیده حاشیه مسیر وینچینگ، از درختان صدمه دیده بالای قطر ١٠ سانتی‌متر با استفاده از دوربین عکس تهیه شده و مساحت آن در نرم افزار Image Tool محاسبه گردید. ارتفاع زخم بر روی تنه نیز با استفاده از متر لیزری اندازه گیری گردید. عملیات وینچینگ توسط یک اکیپ دو نفره (یک راننده اسکیدر و یک چوکربند) مجهز به اسکیدر Timber Jack 450C انجام پذیرفت.

نتایج

مرحله قطع

نتیجه مقایسه میانگین مشخصه‌های درختان بررسی شده در بین دو گروه نمونه نشان داد که درختان انتخاب شده از نظر ویژگی‌های ذکر شده در جدول۳ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری ندارند.

جدول۳- مقایسهٔ میانگین مشخصه‌های درختان بررسی شده در بین دو گروه نمونه

متغیر	درجه آزادی	Sig	معنی داری
ارتفاع درخت	۸۲	۰/۰۶	ns
قطر برابر سینه	۸۲	۰/۱۳	ns
تعداد درختان اطراف	۸۲	۰/۱٤	ns
فاصله بین درختان	۸۲	۰/۱۵	ns

مقایسه زمان خالص مراحل مختلف قطع در دو گروه هدایت شده و هدایت نشده با استفاده از آزمون T غیر جفتی نشان می‌دهد که بین این دو گروه تنها از نظر زمان تعیین جهت و زمان خالص کل اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول٤).

جدول٤- نتیجه آزمون T غیر جفتی

متغیر ها	T student	درجه آزادی	Sig < ۰/۰۵	معنی داری
زمان خالص قطع درخت	۲/۷۵	۸۲	۰/۰۱	*
پیدا کردن	۱/٤۵	۸۲	۰/۲۵	ns
تعیین جهت	٦/۲۸	۸۲	۰/۰۰	*
پاک کردن	۱/۱۵	۸۲	۰/۲۵	ns
بن زنی	۱/٤۸	۸۲	۰/۱٤	ns
بن بری	۲/۰۲	۸۲	۰/۰۵	ns

*: اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد. ns: بدون اختلاف

به طور میانگین در درختان هدایت شده زمان خالص صرف شده برای تعیین جهت (D) درخت ۰/۱۳ دقیقه بوده در حالیکه این مقدار در درختان هدایت نشده حدود ۳ برابر یعنی ۰/۳۸ دقیقه می‌باشد، همچنین میانگین زمان خالص برای قطع درخت در گروه هدایت شده ۲/۹۵ دقیقه بوده در حالیکه این مقدار در درختان هدایت نشده ٤/۰٤ دقیقه محاسبه گردید. سایر پارامترهای آماری مطالعه زمانی عملیات قطع شامل: پیدا کردن (F)، تعیین جهت افت (D)، پاک کردن (C)، بن زنی(U.C)، بن بری(B.C)، زمان خالص، حجم درخت و قطر درخت در دو گروه نمونه درختان در جدول۵ ذکر شده است.

جدول۵- پارامترهای آماری مطالعه زمانی عملیات قطع دو گروه نمونه

گروه	پارامتر	زمان به دقیقه						حجم درخت	قطر درخت
		F	D	C	U.C	B.C	زمان خالص	(سیلو)	(cm)
هدایت شده	میانگین	۰/٦۳	۰/۱۳	۰/۰۲	۱/۳۵	۰/۸۲	۲/۹۵	۳/۳٦	٥٤/۱۷
	حداقل	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰	۰/۳۳	۰/۱۵	۰/۸۵	۰/۱۷	۲۰
	حداکثر	۱/۹۳	۰/۲۵	۰/۱۸	۳/۵۲	۲/۷۷	٦/٤۲	۱۲/۸۳	۱۰۰
هدایت نشده	میانگین	۰/۸۷	۰/۳۸	۰/۰٤	۱/٦٤	۱/۱۱	٤/۰٤	٤/۰۸	۵۹/۷۷
	حداقل	۰/۰۷	۰/۰	۰/۰	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۷۳	۰/٤۳	۲۵
	حداکثر	٤/۲۷	۱/۳۲	۰/٦۳	۵/٤	۲/۸۵	۱۰/۳۷	۱۰/۳٦	۹۵

همچنین به طور میانگین زمان خالص و با تاخیر صرف شده برای یک سیکل برش، به ترتیب ۳/٤۹ و ٦/۱٥ دقیقه می‌باشد. بیشترین تاخیر مربوط به تاخیر فنی(TD) بوده (۹٥ دقیقه) و تاخیر اجرائی (OD) در مطالعه مشاهده نشد (جدول٦).

جدول٦- پارامترهای آماری مطالعه زمانی عملیات قطع کل درختان

گروه	پارامتر	کل زمان (دقیقه)	کل زمان تاخیر	OD	TD	PD	زمان خالص (دقیقه)	حجم درخت (سیلو)	قطر درخت (cm)
	میانگین	٦/۱٥	۲/۷۰	۰/۰	۲/٦۸	۱/٤۳	۳/٤۹	۳/۷۲	٥۷
کل درختان	حداقل	۳٥/۳۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۷۳	۰/۱۷	۲۰
	حداکثر	۱۷۸	٥٥/۲٥	۰/۰	۹٥	٤۰	۱۰/۳۷	۱۲/۸۳	۱۰۰

بن زنی به ترتیب برای درختان هدایت شده، هدایت نشده و کل درختان؛ و پاک کردن با درصد زمان های خالص ۰/٦٥، ۱/۰۸ و ۰/۹٥ و به ترتیب برای درختان هدایت شده، هدایت نشده و کل درختان؛ بیشترین و کمترین درصد زمان خالص را دریک سیکل برش به خود اختصاص می‌دهند (شکل۱).

شکل۱- درصد زمان خالص هریک از اجزای سیکل برش برای دو گروه نمونه و کل درختان

نتیجه مقایسه خسارت درختان هدایت شده و هدایت نشده، نشان داد که تعداد درختان بیشتری در گروه هدایت نشده (۲٥ در مقابل ۱۰۰ درخت) صدمه دیده اند و به طور کلی ۹/۰۳ درصد از درختان اطراف درختان نشانه گذاری شده در عملیات قطع صدمه دیده اند (جدول۷).

جدول۷- تعداد درختان صدمه دیده در دو گروه نمونه و کل درختان

گروه	متوسط تعداد درختان اطراف	تعداد درختان صدمه دیده	درصد درختان صدمه دیده
هدایت شده	۱٥/۸٦	۲٥	۳/۷٥
هدایت نشده	۱۷/۱۰	۱۰۰	۱۳/۹۳
کل درختان	۱٦/٤۸	۱۲٥	۹/۰۳

مرحله وینچینگ

مقایسه زمان خالص مراحل مختلف وینچینگ (باز کردن و کشیدن کابل وینچ (R & P)، بستن چوکر یا قلاب کردن کابل دور گردبینه‌ها (H)، جمع کردن کابل وینچ (W)) در دو گروه هدایت شده و هدایت نشده با استفاده از آزمون T غیر جفتی نشان می‌دهد که بین این دو گروه غیر از زمان بستن چوکر، ما بقی مراحل اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول۸).

جدول۸- نتیجه آزمون T غیر جفتی

	T student	درجه آزادی	Sig < ۰/۰۵	معنی داری
زمان خالص وینچینگ	۵/۰٤	۸۲	۰/۰۰	*
کشیدن و باز کردن	۳/۷۸	۸۲	۰/۰۰	*
بستن کابل یا چوکر	۱/٤۸	۸۲	۰/۱٤	ns
جمع کردن کابل وینچ	۵/۳۳	۸۲	۰/۰۰	*

*= اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد، ns= بدون اختلاف

به طور میانگین در گروه هدایت شده زمان خالص صرف شده برای وینچ کردن بینه‌ها (W) درخت ۰/۳ دقیقه بوده در حالیکه این مقدار در گروه هدایت نشده حدود ۲ برابر یعنی ۰/٦۵ دقیقه می باشد، همچنین میانگین زمان خالص برای یک سیکل وینچینگ در گروه هدایت شده ۰/۷٦ دقیقه بوده در حالیکه این مقدار در درختان هدایت نشده ۱/۲۷ دقیقه محاسبه گردید. سایر پارامترهای آماری مطالعه زمانی وینچینگ شامل: باز کردن و کشیدن کابل (R & P)، بستن کابل یا چوکر (H)، وینچ کردن (W)، فاصله وینچینگ (D)، حجم بینه (V)، شیب مسیر وینچینگ (S.W)، و تعداد بینه در هر نوبت وینچینگ (N.B) در دو گروه نمونه درختان در جدول۹ ذکر شده است.

جدول۹- پارامترهای آماری مطالعه زمانی مرحله وینچینگ دو گروه نمونه

گروه	پارامتر	زمان به دقیقه				D(m)	V(m^3)	S.W	N.B
		R & P	H	W	N.T				
هدایت شده	میانگین	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۳	۰/۷٦	۱۲/۹۸	۳/۳٦	٤/٦٤	۱/۱
	حداقل	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۲۷	۲	۰/۲۷	-۲۰	۱
	حداکثر	۰/٤۸	۰/٤۷	۰/۹۲	۱/۷۳	٤۵	۱۲/۸۳	+۲۵	۲
هدایت نشده	میانگین	۰/۸۷	۰/۲٦	۰/٦۵	۱/۲۷	۱۸/۷۵	٤/۰۸	۳/۹۳	۱/۲٤
	حداقل	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۳۳	۲	۰/٤۳	-۱۵	۱
	حداکثر	۱/۰۳	۰/۳۷	۱/۷۲	۲/۵۲	٤۵	۱۰/۳٦	+۱۵	۲

به علت اینکه در زمان برداشت داده‌های زمان سنجی مرحله وینچینگ، تاخیری اعم از فنی، اجرائی و شخصی صورت نگرفت، لذا زمان تاخیری ثبت نگردید و محاسبات بر مبنای زمان خالص وینچینگ انجام گرفت.

بستن چوکر یا کابل به دور بینه‌ها با درصد زمان های خالص ۳۰، ۲۰/۱۵ و ۲۳/۸۲ و به ترتیب برای درختان هدایت شده، هدایت نشده و کل درختان، و وینچینگ با درصد زمان‌های خالص ۳۹/۵۲، ۵۰/٦۳ و ٤٦/٤۹ و به ترتیب برای درختان هدایت شده، هدایت نشده و کل درختان؛ کمترین و بیشترین درصد زمان خالص را در یک سیکل وینچینگ به خود اختصاص می‌دهند (شکل۲).

شکل۲- درصد زمان خالص هریک از اجزای سیکل وینچینگ برای دو گروه نمونه و کل درختان

متوسط فاصله بینه‌ها تا مرکز مسیر چوبکشی در گروه هدایت شده ۱۲/۹۸ متر و در گروه هدایت نشده ۱۸/۷۵ متر می‌باشد. نتیجه مقایسه خسارت، نشان داد که تعداد درختان بیشتری در گروه هدایت نشده (١٤ درخت در مقابل ۵۰ درخت) صدمه از نوع کنده شدن پوست دیده‌اند (جدول۱۰).

جدول۱۰- تعداد درختان صدمه دیده در دو گروه نمونه و کل درختان

گروه	متوسط فاصله وینچینگ (m)	تعداد درختان صدمه دیده	مساحت صدمه (cm^2)		ارتفاع صدمه (cm)	
			حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
هدایت شده	۱۲/۹۸	١٤	۲۷۸/۳٤	۱۰۵۰/۵۹	۲۸	۱۱۹
هدایت نشده	۱۸/۷۵	۵۰	۲٦۰/۹۲	۱۰۷۹/٦۷	٤۲	۱۵۵

از نظر مساحت زخم‌ها در دو گروه نمونه و همچنین کل درختان آسیب دیده، صدمات با مساحت بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ سانتی متر مربع بیشترین درصد را به خود اختصاص دادند (جدول۱۱).

جدول۱۱- فراوانی درختان صدمه دیده در طبقه‌های زخم مختلف

مساحت زخم (cm^2)	فراوانی درختان صدمه دیده در هر یک از طبقه‌ها					
	هدایت شده	درصد	هدایت نشده	درصد	کل درختان	درصد
۰-۵۰۰	٤	۲۸/۵۷	٤	۸	۸	۱۲/۵
۵۰۰-۱۰۰۰	۹	٦٤/۲۹	۳۲	٦٤	٤۱	٦٤/۰٦
۱۰۰۰<	۱	۷/۱٤	۱٤	۲۸	۱۵	۲۳/٤٤

همچنین در گروه هدایت شده طبقه بیشتر از ۱۰۰۰ سانتی متر مربع (۷/١٤ درصد) و در گروه هدایت نشده طبقه صفر تا ۵۰۰ سانتی متر مربع (۸ درصد) کمترین میزان صدمات را به خود اختصاص داده اند (جدول۱۱).

بیشترین فراوانی ارتفاع زخم در کل درختان و گروه هدایت نشده در ارتفاع بیشتر از ۱ متری (به ترتیب ۵۱/۵٦ و ٦۰ درصد) و در گروه هدایت شده در ارتفاع ۰/۵ تا ۱ متری (۵۷/١٤ درصد) قرار داشت (جدول۱۲).

جدول۱۲- فراوانی درختان صدمه دیده در دو گروه و کل درختان در طبقه‌های ارتفاعی

ارتفاع زخم (m)	فراوانی درختان صدمه دیده در هر یک از طبقه‌ها					
	هدایت شده	درصد	هدایت نشده	درصد	کل درختان	درصد
۰-۰/۵	۳	۲۱/٤۳	۳	٦	٦	۹/۳۸
۰/۵-۱	۸	۵۷/۱٤	۱۷	۳٤	۲۵	۳۹/۰٦
۱<	۳	۲۱/٤۳	۳۰	٦۰	۳۳	۵۱/۵٦

بحث

مشخص کردن مسیرهای افت بر روی درختان به عنوان یکی از روش‌های برداشت کم اثر (RIL) پیش از عملیات قطع راهنمای خوبی برای گروه قطع بوده و باعث کاهش زمان‌های خالص کل قطع و زمان تعیین جهت افت (به ترتیب ۲/۹۵ و ۰/۱۳ در مقابل ٤/۰٤ و ۰/۳۸ دقیقه) در گروه هدایت‌شده گردید. البته دو گروه از نظر زمان پیدا کردن درخت نشانه گذاری شده، پاک کردن اطراف درخت، بن زنی و بن بری تفاوت معنی داری نداشتند چرا که تعیین جهت افت تاثیری بر روی افزایش و یا کاهش این زمان‌ها نخواهد داشت و این زمان‌ها بیشتر وابسته به قطر درخت، نوع گونه، پوشش اطراف درخت، نحوه نشانه‌گذاری، داشتن گورچه و همچنین ناهمواری‌های سطح جنگل می باشد.

درصد بیشتری از درختان اطراف بالای قطر ۱۰ سانتی‌متر در گروه هدایت نشده نسبت به گروه هدایت شده در مرحله قطع دچار آسیب شدند (۱۳/۹۳ درصد در مقابل ۳/۷۵ درصد)، که این امر با نتایج Bertault & Sist (1997)، Holmes *et al.*(2002)، Johns *et al.* (1996) و مطابقت داشت. همچنین مشخص کردن جهت افت درخت پیش از عملیات قطع و با در نظر گرفتن مسیرهای چوبکشی، حفظ ارزش بینه و همچنین خسارت کمتر به درختان اطراف باعث کاهش زمان‌های خالص کل وینچینگ، زمان باز کردن و کشیدن کابل به سمت بینه و زمان وینچینگ (به ترتیب ۰/۷٦، ۰/۲۳ و ۰/۳ در مقابل ۱/۲۷، ۰/۸۷ و ۰/٦۵ دقیقه) در گروه هدایت شده گردید. البته دو گروه از نظر زمان بستن چوکر یا کابل به دور بینه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشتند چرا که تعیین جهت افت تاثیری بر روی افزایش و یا کاهش این زمان نخواهد داشت و این زمان بیشتر وابسته به قطر بینه و پوشش کف جنگل می‌باشد.

این پژوهشگران Han & Kellogg (2000) تأکید داشتند که عواملی مانند محل زخم و مساحت زخم، عوامل مهم و تعیین کننده در اندازه گیری آسیب‌های وارد بر تودهٔ سرپا در جریان عملیات بهره برداری هستند که در این تحقیق به این عوامل مهم پرداخته شد. تعداد درختان آسیب دیده در مرحله وینچینگ در گروه هدایت شده کمتر از یک سوم گروه هدایت نشده (۱٤درخت در مقابل ۵۰ درخت) بود. علت آن را می توان به تاثیر قطع هدایت‌شده به عنوان یکی از تکنیک‌های برداشت کم اثر و در نتیجه فاصله کمتر طی شده مقطوعات تا مرکز مسیر چوبکشی و همچنین جهت افت درخت به صورتی که در زمان وینچینگ با درختان کمتری برخورد نماید، در گروه هدایت شده نسبت داد. که با نتایج مطالعات Johns *et al.* (1996)، Pereira *et al.* (2002)، Sist *et al.* (2003) و مشابهت دارد.

با افزایش فاصله وینچینگ، احتمال برخورد بینه(ها) و همچنین تغییر جهت مسیر، افزایش می‌یابد. که با به کار بردن روش های برداشت کم اثر مانند قطع هدایت شده می توان این فاصله و احتمال صدمات را نیز را کاهش داد. بیشتر زخم های مربوط به مساحت ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ سانتی متر مربع بود که با نتایج Majnounian *et al.* (2009) همسو نیست. در این بررسی از آنجائیکه بینه‌ها در زمان وینچینگ روی زمین کشیده می‌شدند در نتیجه بیشتر زخم‌ها در ارتفاع کمتر از ۱ متری قرار داشتند. به طوری که در این مطالعه مشاهده شد بیشترین فراوانی خسارت مربوط به ارتفاع کمتر از یک متر بود در نتیجه به منظور کاهش صدمه به درختان در حین عملیات وینچینگ و

چوبکشی، بهتر است درختان اطراف خصوصا درختان موجود در سرپیچ‌ها که بینه‌ها ممکن است جهت خود را تغییر دهند، با لاستیک یا تیرک‌های چوبی محافظت شوند.

در این مطالعه نتایج نشان داد که تعیین جهت مناسب افت پیش از عملیات قطع موجب کاهش مدت زمان و صدمات مرحله قطع و وینچینگ می‌شود. بنابراین آموزش تجربی افراد و انتقال تجارب از اره موتورچی به کمک اره موتورچی راهکار مناسبی برای آموزش گروه‌های قطع نمی‌باشد و امکان فراگیری مطالب جدیدتر را به روی کارگران می‌بندد. البته در جنگلهای ناهمسال و با درختان قطور و مرتفع و شرایط توپوگرافی با دامنه‌های با شیب‌های مختلف و گهگاه زیاد، امکان قطع هدایت شده را کاهش داده و باعث بروز خطای قطع می‌گردد (Cedergren *et al*., 2002).

از عوامل بسیار تاثیر گذار در کاهش زمان و خسارت در بهره‌برداری جنگل داشتن گروه‌های قطع ماهر و کار آزموده و همچنین مجهز به ابزارهای کمکی قطع مانند انواع جک‌های هیدرولیکی می‌باشد. بنابراین کاربرد فنون قطع هدایت‌شده نیازمند اره موتورچی‌هایی است که توانایی قطع درخت در هر جهتی را داشته باشند (Itto, 1996)، زیرا در کنار مشخص شدن مسیرهای چوبکشی و تعیین جهت‌های افت بر روی تنهٔ درختان، گروه قطع باید بتواند درختان را در مسیر مورد نظر بیندازد، در غیر این صورت رسیدن به اهداف قطع هدایت شده میسر نمی‌شود (Whitman *et al*., 1997). زیرا تبحر در قطع هدایت شده به همراه طراحی مسیرهای چوبکشی، سبب کاهش آسیب دیدگی توده پس از قطع می‌شود. البته در حال حاضر در ایران هرساله کلاس‌های فشرده آموزشی برای کارگران و کارکنان بخش فنی جنگل، برگزار می‌گردد، اما این امر به تنهایی کفایت نمی‌کند.

پیشنهاد می‌گردد جهت جلوگیری از این صدمات، همانطور که در حال حاضر در سازمان جنگلها و مراتع کشور در دست انجام است، پیش از انجام عملیات قطع اقدام به طراحی مسیرهای چوبکشی مناسب شود. همچنین چوکربند قبل از رسیدن اسکیدر باید مسیر وینچینگ را مشخص کند و اسکیدر نیز نباید از مسیر چوبکشی خارج شود. بررسی‌های (Kruger, 2004)، در تأیید این مطلب مشخص ساخت که طراحی مسیرهای چوب کشی پیش از بهره برداری هزینه های صدمات را به میزان ۱/٤٦ دلار در هکتار افزایش می‌دهد. اما در مقابل متوسط زمان سرگردانی اسکیدر را به میزان ۲۳٪ و مسیرهای چوب کشی غیرضروری را به میزان ۹٦٪ کاهش داده و در مجموع بازده عملیات بهره برداری تقریباً به میزان ۳ دلار در هکتار بهبود می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی این مطالعه این است که روش‌های برداشت کم اثر (RIL) به شرط اجرای صحیح و مناسب، کم هزینه‌تر و پرسودتر از روش‌های سنتی برداشت خواهند بود (Jonkers, 1987)، چرا که تکنیک‌های برداشتی مطلوب می‌باشند که ۱) خطر بروز آسیب توده را کاهش داده و ۲) از لحاظ اقتصادی کارآمد باشند (Ficklin *et al*., 1997). البته به منظور تایید این ادعا باید مطالعات دیگری در ارتباط با هزینه‌های اجرای تکنیک‌های بهره‌برداری کم اثر در مکان‌های مختلف و با سیستم‌های مختلف بهره‌برداری و خروج چوب انجام گیرد.

منابع مورد استفاده

References

Asner, G.P., Broadbent, E.N., Oliveira, P.J.C., Keller, M., Knapp, D.E., Silva, J.N.M., 2006. Condition and fate of logged forests in the Brazilian Amazon. Proceedings of the National Academy of Sciences 103: 12947–12950.

Bertault, J.G., and Sist, P., 1997. An experimental comparison of different harvesting intensities with reduced-impact and conventional logging in East Kalimantan, Indonesia. Forest Ecology and Management, 94: 209–218.

Bruhn, J.N., 1986. Damage to the residual stand resulting from mechanized thinning of northern hardwoods: 74-84. In: Hardwood thinning opportunities in the Lake States: Proceedings of a symposium, Sturos, Jak. (comp.), USDA Forest Service General Technical Report, NC-113.

Bryant, R.C., 1914. Logging: The principles and general methods of operation in the United States. John Wiley and Sons, New York, 590 p.

Cedergren, J., Falck, J., Garcia, A., Goh, F. and Hanger, M., 2002. Feasibility and usefulness of directional felling in a tropical rain forest. Journal of Tropical Forest Science, 14: 179-190.

Conway, S., 1976. Logging Practices: Principles of timber harvesting systems. Miller Freeman, San Francisco, 432 p.

Dykstra, D.P. and Heinrich, R., 1996. FAO model code

Wood & Forest Science and Technology, 16(4): 43-57.
McDonald, T., 1999. Time study of harvesting equipment using GPS-derived positional data: 28-30. In: proceedings of the forestry engineering for tomorrow, Edinburgh University, Edinburgh, Scotland, 1999, 8 p.
Nicholson, D.I., 1958. An analysis of logging damage in tropical rain forests, North Borneo. Malayan Forester, 21(4): 235-245.
Pereira Jr., R., Zweede, J., Asner, G.P. and Keller, M., 2002. Forest canopy damage and recovery in reduced-impact and conventional selective logging in eastern Para, Brazil. Forest Ecology and Management, 168: 77–89.
Peters, C.M., 1994. Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist forest: An ecological primer. Biodiversity Support Program, Washington Press, 45p.
Pinard, M.A., Putz, F.E., Tay, J. and Sullivan, F.E., 1995. Creating timber harvest guidelines for a reduced-impact logging project in Malaysia. Journal of Forestry 93: 41–45.
Putz, F.E., Blate, G.M., Redford, K.H., Fimbel, R. and Robinson, J., 2001. Tropical forest management and conservation of biodiversity: an overview. Conservation Biology, 15(1): 7–20.
Putz, F.E., Dykstra, D.P. and Heinrich, R., 2000. Why poor logging practices persist in the tropics. Conservation Biology, 14: 951–956.
Putz, F.E. and Pinard, M., 1993. Reduced-impact logging as a carbon-offset method. Conservation Biology, 7: 755–757.
Sarikhani, N., 1972. Wood waste in cutting, processing and harvesting components in Hyrcanian Forest in different work conditions. Iranian Journal of Natural Resources, 27: 35-46.
Sessions, J., Boston, K., Murphy, G., Wing, M.G., Kellogg, L., Pilkerton, S., Zweede, J.C., and Heinrich, R. 2007. Harvesting operation in the Tropics. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 170 p.
Sist, P., Picard, N. and Gourlet-Fleury, S., 2003. Sustainable cutting cycle and yields in a lowland mixed dipterocarp forest of Borneo. Annals of Forest Science, 6 (8): 803-814.
Tashakori, M., 1996. Investigate the effects logging on forest stand. MSc Thesis, Faculty of Natural Resource and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, 110 p.
Uhl, C., Verissimo, A., Mattos, M.M., Brandino, Z. and Vieira, I.C.G., 1991. Social, economic, and ecological consequences of selective logging in an Amazon frontier: the case of Tailandia. Forest Ecology and Management, 46: 243–273.
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: 117–129.
Whitman, A.A., Brokaw, N.V.L. and Hagan, J.M., 1997. Forest damage caused by selection logging of mahogany (*Swietenia macrophylla*) in northern Belize. Forest Ecology and Management, 92: 87–96.
of forest harvesting practice. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 85 p.
Eghtesadi, A., 1991. Economic distance extraction and transportation of logs, Neka Choob. MSc Thesis, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resource, Tehran University, 133 p.
Ershadifar, M., Nikooy M. and Naghdi R., 2011. Ability assessment of felling crew in directional felling in west forest of Guilan province. Iranian journal of forest, 3(2): 169-176.
Etehadi Abari, M. and Majnounian, B., 2011. Quantitative and qualitative of wood loss following motor-manual tree felling (Case study: Kheyrud forest). Iranian Journal of Forest, 3(1): 25-34.
Ficklin, R.L., Dwyer, J.P., Cutter, B.E. and Draper, T., 1997. Residual tree damage during selection cuts using two skidding systems in the Missouri Ozarks. Proceedings of the 11th Central Hardwoods Forest Conference, Columbia, MO, 23-26 March. 1997: 36–46.
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. and Snyder, P., 2007. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. Frontiers in Ecology and Environment, 5: 25–32.
Gardner, R., 1963. New tools for harvesting. Pulp and Paper, 29: 73-75.
Han, H.S. and Kellogg, L.D., 2003. Damage Characteristics in young Douglas- fir Stands from Commercial thinning with four timber harvesting Systems. Western Journal of Applied Forestry, 15(1): 27-33.
Heinemann, H. R., 2004. Forest operation under mountainous conditions. In: Burley J, Evans J, Youngquist J (Eds). Encyclopedia of Forest Sciences, Elsevier Academic Press: Amsterdam: 279-285.
Holmes, T.P., Blate, G.M., Zweede, J.C., Perreira Jr., R., Barreto, P., Boltz, F. and Bauch, R., 2002. Financial and ecological indicators of reduced-impact logging performance in the eastern Amazon. Forest Ecology and Management, 163: 93–110.
Itto, 1996. What foresters can do? Tropical Forest Update, 6: 1-3.
Johns, J.S., Barreto, P. and Uhl, C., 1996. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. Forest Ecology and Management, 89: 59–77.
Jonkers, W.B.J., 1987. Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname. Agricultural University of Wageningen, the Netherlands, 172 p.
Lotfalian, M., Parsakhou, I., and Majnounian, B. 2008. A method for estimating the utilization Damage on Stand and regeneration (Case study: Vatsoun and Alandan, District). 10 (2): 51-62.
Majnounian, B., Jourgholami, M., Zobeiri, M., Feghhi, J. and Fathi, J., 2009. Production and costs of tree limbing operation using chainsaw (case study: Namkhaneh district in Kheyrud forest). Journal of

Reduced Impact Logging and Its Effect on Forest Harvesting Operation

H. Bayati[1], A. Najafi[2*] and P. Abdolmaleki[3]

1- MSc Graduate, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, University of Tarbiat Modares, Noor, I.R. Iran

2*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, University of Tarbiat Modares, Nooe, I.R. Iran. E-mail: a.najafi@modares.ac.ir

3- Associate Professor, Faculty of Biological Science, University of Tarbiat Modares, Noor, I.R. Iran

Received: 25.01.2013 Accepted: 21.07.2013

Abstract

Forest harvesting is one of the most important objectives of forest management, in which it will cause damages to the residual stand, using any of the current methods, but the improved harvesting methods might reduce these effects. One of these methods is application of the directional felling. It was tried to investigate effect of directional felling on number of damaged trees at both felling and winching processes, as well as on felling and winching times. Observation and measuring was made in Neka-Choob Company's forests. Overall, 84 trees were selected from the total marked trees, from which 42 trees were painted before the felling operation to specify the cutting and the felling direction on them by the project supervisor support. The time required for cutting and winching operations and number of the damaged trees at both operations were recorded. Results showed that the average net time required for the cutting operation at directed trees was 2.95 minutes per tree whereas it was 4.04 minute per tree for undirected trees. Furthermore, the number of the damaged trees with diameter greater than 10 cm at the undirected felling was more than the directed felling method (100 vs. 25 trees). In addition, winching time at undirected trees was more than two times in comparison to directed trees and more residual trees were damaged at undirected felling method at winching process (50 vs. 14 trees).

Key words: Forest Management, Harvesting Damages, Tree Felling, Directional Felling