فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ١٦ شمارهٔ ٤، صفحهٔ ٦٥٩-٦٤٩، (١٣٨٧)

مقایسه تولید اسکیدر چرخ لاستیکی Timberjack 450c در دو حالت بهره‌برداری طراحی شده و طراحی نشده (مطالعه موردی: سری ۲ ناو اسالم)

رامین نقدی[1*]، مهرداد نیکوی[2]، ایرج باقری[3] و جبار جوادپور[4]

١*- نویسنده مسئول، استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، پست الکترونیک: naghdir@yahoo.com
٢- استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان.
٣- مربی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.
٤- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان.
تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۱۲

چکیده

در این تحقیق تولید و هزینه‌های خروج چوب در دو حالت بهره‌برداری در حال اجراء (متعارف) و بهره‌برداری طراحی شده مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. به‌همین منظور پارسلهای شماره ۲۳ و ۲۵ از سری ۲ جنگلهای ناو حوضه آبخیز اسالم انتخاب شدند. برای محاسبه تولید ساعتی سیستم از مطالعات زمانی براساس دستورالعمل یوفرو و هزینه ساعتی از دستورالعمل سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور استفاده شد. نتایج نشان داد که طراحی مسیرهای چوبکشی و دپو قبل از قطع درختان و استفاده از روشهای قطع هدایت شده، تولید ساعتی اسکیدر را از ۱۲/۷۲ مترمکعب بر ساعت در بهره‌برداری در حال اجرا به ۱۸/۸ مترمکعب بر ساعت در بهره‌برداری طراحی شده افزایش داده است. افزایش تولید، هزینه خروج هر مترمکعب چوب را با در نظر گرفتن هزینه ساخت دپو در بهره‌برداری طراحی شده و هزینه حفاظت و نگهداری جاده در بهره‌برداری در حال اجراء از ۱۰۳۰۱۵ ریال در بهره‌برداری در حال اجراء به ٦٩٣٧٢ ریال در بهره‌برداری طراحی شده رساند.

واژه‌های کلیدی: بهره‌برداری در حال اجرا، بهره‌برداری طراحی شده، مسیرهای چوبکشی، دپو، قطع هدایت شده.

مقدمه

مدیریت پایدار در جنگلهای شمال کشور نیازمند استفاده از روشهای مدیریتی است که علاوه بر حفظ کیفیت توده‌های جنگلی، صدمات وارده به جنگل را هنگام انجام مراحل مختلف بهره‌برداری کاهش دهد. در این راستا دستورالعمل‌های مختلفی توسط کشورهای مختلف تدوین شده است که مهمترین آنها شیوه‌نامه فائو (سازمان خواربار و کشاورزی سازمان ملل متحد) برای بهره‌برداری و مدیریت جنگل می‌باشد. در کشور ما هم تلاشهایی در این زمینه صورت گرفته است که می‌توان به دستورالعمل سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در رابطه با تعیین محل‌های دپو و شبکه‌بندی مسیرهای چوبکشی اشاره نمود که تحت عنوان نشریه شماره ۲۲۱ به ادارات کل منابع طبیعی شمال کشور ابلاغ گردیده است. استفاده از این دستورالعمل نگرانیهایی را در رابطه با افزایش هزینه‌های خروج چوب در بین مدیران جنگل ایجاد نموده است. در این مطالعه تلاش گردیده است تا هزینه‌های خروج چوب در دو حالت بهره‌برداری در حال اجرا (در آن مسیرهای چوبکشی پس از قطع درختان

طراحی و ساخته می‌شوند و چوب‌آلات در کنار جاده‌های جنگلی انبار می‌گردند) و بهره‌برداری طراحی شده (در آن دپوها و مسیرهای چوبکشی قبل از قطع درختان طراحی و ساخته می‌شوند و چوب‌آلات در دپوهای طراحی شده انبار می‌گردند) مورد مقایسه و ارزیابی قرار گیرد. مطالعات انجام شده در ایران در راستای تعیین کارایی و نرخ تولید و هزینه، تعیین مدلهای ریاضی پیش‌بینی زمان کار ماشین‌آلات و مقایسه سیستمهای بهره‌برداری و خروج چوب‌آلات بوده است. سبحانی و قاسم‌زاده (۱۳۶۸) با مطالعه عوامل مؤثر بر زمان یک نوبت چوبکشی اسکیدر چرخ لاستیکی کلارک متغیرهای فاصله چوبکشی، شیب، تعداد و حجم بار را در هر نوبت به‌عنوان عوامل تأثیرگذار در زمان یک نوبت چوبکشی عنوان نمودند. اقتصادی (۱۳۷۰) در بررسی بر روی اسکیدر تاف در جنگلهای حوزه نکاء هم نشان داد که فاصله چوبکشی، شیب، تعداد و حجم گرده‌بینه از عوامل اصلی تأثیرگذار در زمان یک نوبت چوبکشی می‌باشند. نقدی (۱۳۸۳) نشان داد که با طراحی مسیرهای چوبکشی قبل از قطع درختان ضمن تسهیل چوبکشی میزان تولید اسکیدر تیمبرجک به ۱۷/۱ مترمکعب در ساعت خواهد رسید. جورغلامی (۱۳۸٤) با ارزیابی تولید و هزینه ماشین تاف و تیمبرجک نشان داد که تاف تولید خالص ساعتی برابر با ۸/۳۳ مترمکعب و هزینه ۵۳۲۷۹ ریال برای خروج هر مترمکعب چوب را به‌خود اختصاص می‌دهد، درحالی‌که این مقدار برای تیمبرجک به‌ترتیب ۸/۸۷ مترمکعب و ٦۰۰۰۰ ریال (پیمانکاری) می‌باشد. سبحانی و نائیج نوری (۱۳۸۵) با تدوین دستورالعمل تعیین محلهای دپو و شبکه مسیرهای چوبکشی، مناسبترین زمان طراحی مسیرهای چوبکشی را قبل از نشانه‌گذاری دانسته و فاصله بین مسیرهای چوبکشی را ۱۵۰ متر بیان کردند.

Mattsson-Marn & Jonkers (1981) با مطالعه بهره‌برداری درحال اجرا و بهره‌برداری طراحی شده در جنگلهای کوهستانی مالزی نشان دادند که با بکار بردن فنون طراحی بهره‌برداری می‌توان کارایی گروه چوبکشی را تا ۳٦ درصد افزایش داد. Koger &Webster (1984) در مطالعه‌ای پیرامون انتخاب روشی برای بهینه‌سازی عملیات بهره‌برداری توسط سازمان کشاورزی ایالات متحده آمریکا، روش L.O.S.T (Logging Optimization Selection Technique) را معرفی کردند. به‌کمک این روش هزینه واحد تولید در بخشهای مختلف عملیات بهره برداری محاسبه می‌شود. در مطالعه دیگری مشخص شد که با طراحی بهره‌برداری می‌توان کارایی عملیات قطع (مترمکعب چوب قطع شده در یک ساعت کار) را تا ۱۵٪ و کارایی عملیات چوبکشی (مترمکعب چوب خروجی دریک ساعت) را تا ۲۷٪ افزایش داد (Barreto *et al.*, 1998). در مطالعه‌ای که در جنگلهای استوایی شبه‌جزیره مالزی انجام شد با مقایسه دو سیستم بهره‌برداری سنتی و بهره‌برداری طراحی شده مشخص شد که بهره‌برداری طراحی شده علاوه بر این که کارایی چوبکشی را افزایش می‌دهد، از هزینه‌های تولید هم به‌مقدار ٤٪ می‌کاهد (Ahmad *et al.*, 1999). Armstrong & Inglis (2000) نشان دادند که طراحی بهره‌برداری ضمن تسهیل چوبکشی، هزینه‌های خروج چوب را کاهش می‌دهد. نتایج مطالعات انجام شده در ارتباط با برآورد تولید و هزینه‌های بارگیری و خروج چوب در بهره‌برداری از درختان پهن‌برگ در ایالات متحده آمریکا نشان داد که تعیین ترکیب مناسبی از دپو و مسیرهای چوبکشی علاوه بر کاهش هزینه‌های واحد تولید، میزان خسارت به روسازی جاده را نیز به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. در این مطالعه افزایش تولید ساعتی در دپوهای طراحی‌شده نسبت به دپوهای پراکنده تا ۵۳ درصد گزارش شده است (Anon., 2002). نتایج بررسیهای انجام شده در جنگلهای آمریکای جنوبی نشان داد که فنون طراحی بهره‌برداری ضمن افزایش کارایی بهره‌برداری جنگل، اثر منفی بر اکوسیستم جنگل می‌گذارد (Boltz *et al.*, 2003). نتایج مطالعات زمانی چوبکشی در توده‌های بهره‌برداری

جنگلهای پهن‌برگ غرب ایالت ویرجینیانا در آمریکا نشان داد که فاصله چوبکشی و درصد درختان بهره‌برداری شده، تعداد گرده‌بینه و حجم بار در هر نوبت از عوامل تأثیرگذار در زمان یک نوبت چوبکشی می‌باشند (Egan & Baumgras, 2003). مطالعه انجام شده در جنگلهای مرکز Appalachian در آمریکا حجم بار و فاصله چوبکشی را به‌عنوان عوامل مؤثر در زمان یک نوبت چوبکشی نشان داده است (Wang *et al*., 2004).

مواد و روشها

سیستم خروج چوب شامل اسکیدر چرخ لاستیکی تیمبرجک 450c با قدرت موتور ۱۷۷ اسب بخار با ٤ کارگر به‌عنوان راننده، کمک راننده، چوکربند و اره موتورچی بود. گونه‌های غالب جنگلی منطقه راش، ممرز، افرا و توسکا می‌باشند. شیب غالب آن از ۲۵ تا ۵۰ درصد، شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی، تراکم اولیه منطقه مورد مطالعه ۲۵۰ اصله در هکتار و برداشت در حدود ۱۰ درصد بود (بی‌نام، ۱۳۷۹).

در این مطالعه پارسلهای شماره ۲۳ و ۲۵ از سری ۲ ناو انتخاب شدند. در انتخاب پارسلها تلاش گردید تا شرایط کار تقریباً یکسان باشد. برای پارسل ۲۵ طراحی مسیر چوبکشی براساس دستورالعمل راهنمای سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور صورت گرفت. در این مرحله سعی شد که با مشخص نمودن مناطق مساعد برای دپو و چوبکشی با توجه به نقشه شیب جنگل، جنگل‌گردشیهای متوالی، شرایط زادآوری و خاک پارسل، منطقه مناسب برای دپو انتخاب و مسیرهای چوبکشی با فاصله ۷۵ متر از جاده جنگلی و۱۵۰ متر از یکدیگر، از دپو منشعب و طراحی شوند. سپس این مسیرها به‌روی نقشه منتقل و به‌وسیله پیکه‌های رنگی بر روی زمین و به‌وسیله رنگ بر روی درختان حاشیه مسیرهای چوبکشی مشخص شدند (سبحانی و نائیج نوری، ۱۳۸۵). در پارسل ۲۳ خروج چوب به‌روش در حال اجرا انجام شده و بیشتر از مسیرهای چوبکشی موجود استفاده می‌شود. در این پارسل تنها ۲ مسیر چوبکشی کوتاه و انشعابی بعد از عملیات قطع و به‌هنگام خروج تنه‌ها طراحی و احداث شد. جمع‌آوری چوبها نیز در شانه‌های طرفین جاده صورت گرفت. به‌عبارت دیگر دپوی مشخصی در این پارسل طراحی و احداث نگردید. در برداشت داده‌ها از زمان‌سنجی با دقت ۰/۰۱ دقیقه استفاده شد. یک نوبت چوبکشی شامل اجزاء اصلی و عوامل مؤثر در آن بود که زمان هر یک از اجزاء یک نوبت کار، اندازه‌گیری و بر روی فرم‌های زمان‌سنجی یادداشت شد. اجزاء یک نوبت چوبکشی در این مطالعه شامل حرکت ماشین خالی (travel empty) ، باز کردن کابل وینچ (release)، قلاب کردن یا بستن چوکر (hook)، جمع‌آوری درختان به پشت ماشین چوبکش (winching)، حرکت با بار (travel loaded)، باز کردن (open) و انباشتن یا روی هم قرار دادن (pile) بود. همچنین زمانهای مربوط به تأخیرها به تفکیک تأخیر اجرایی (operational delay)، تأخیر فنی (technical delay) و تأخیر شخصی (personal delay) یادداشت و وارد فرمهای آماربرداری شد (سبحانی و قاسم زاده، ۱۳٦۸).

به‌طورکلی خروج چوب‌آلات به‌صورت تمام‌تنه صورت گرفت و کار تبدیل در دپو به‌وسیله اره موتوری انجام شد. عوامل تأثیرگذار بر زمان چوبکشی شامل فاصله چوبکشی، شیب مسیر چوبکشی، طول وینچینگ، تعداد گرده‌بینه‌ها در هر نوبت و حجم بار بود. براساس یک مطالعه مقدماتی، تعداد ٤٤ نوبت چوبکشی در هر یک از دو پارسل زمان‌سنجی شد. حجم بار در هر نوبت به‌وسیله رابطه هوبر مشخص شد (زبیری ،۱۳۷۳). برای برآورد تولید در ۲ پارسل از دستورالعمل یوفرو (Anon, 1995) و برای محاسبه هزینه‌های واحد تولید از دستورالعمل سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور (سبحانی و رافت‌نیا، ۱۳۷٦) استفاده شد. داده‌های جمع‌آوری شده

وارد نرم‌افزار Excel شد و از نرم‌افزار Minitab 14 برای تجزیه و تحلیل آماری و تعیین مدل رگرسیونی رابطه زمان یک نوبت چوبکشی و متغیرهای مؤثر در آن استفاده شد. پس از وارد کردن داده‌های حاصل از زمان‌سنجی از نرمال بودن توزیع داده‌های موجود به‌وسیله آزمون کولموگروف- اسمیرنف اطمینان حاصل شد.

تجزیه واریانس به‌منظور بدست آوردن چگونگی ارتباط تابع و متغیرها برای هر یک از اجزای زمان‌سنجی انجام شد. با استفاده از ترسیم پراکنش ابر نقاط، رابطه بین عوامل مؤثر اندازه‌گیری شده مانند فاصله، شیب، حجم بار، تعداد گرده‌بینه و طول وینچینگ در هر نوبت و اثرهای متقابل آنها به‌صورت ترکیبهای دوتایی با زمان چوبکشی خالص مشخص شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای تعیین ضرایب ثابت و متغیر مدل پیش‌بینی زمان چوبکشی، از روش متداول رگرسیون چندمتغیره و از رگرسیون گام‌به‌گام (Stepwise) استفاده شد.

برای احراز اعتبار مدلها ریاضی پیش‌بینی زمان چوبکشی قبل از انجام تجزیه و تحلیلها، دو نوبت از اطلاعات زمان‌سنجی داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به هر منطقه به‌صورت تصادفی جدا شده و پس از برازش مدل رگرسیونی از آنها برای اعتبارسنجی مدلها استفاده گردید. از آزمون t با تعداد نمونه‌های مساوی تا دقت $\alpha = 0/05$ برای مقایسه زمان اجزاء مؤلفه چوبکشی و میانگین تولید و هزینه دو پارسل استفاده شد.

نتایج

مدل ریاضی پیش‌بینی زمان چوبکشی در دو سیستم عبارت است از معادله رگرسیون خطی چندمتغیره زمان انجام یک نوبت چوبکشی به‌صورت تابعی از فاصله چوبکشی (d) و حجم بار (v) که برای بهره‌برداری در حال اجرا و طراحی شده به‌ترتیب از روابط ۱ و ۲ بدست می‌آید.

(۱) مدل زمان‌سنجی پارسل

$$t = ۱/۴۶ + ۰/۰۲d + ۱/۲۲v$$ ۲۳

(۲) مدل زمان‌سنجی پارسل

$$t = ۲/۵۱ + ۰/۰۲d + ۰/۴۳v$$ ۲۵

برای تعیین اعتبار مدلها، حدود اعتماد زمان چوبکشی محاسبه شده به‌وسیله مدلها تعیین شده و با زمان واقعی چوبکشی حاصل از زمان‌سنجی مقایسه شد. چون زمانهای اندازه‌گیری شده، بین دو حد بدست آمده قرار می‌گیرد، بنابراین مدل از اعتبار آماری لازم برخوردار است (جدولهای ۱ و ۲).

جدول ۱- احراز اعتبار مدل بهره‌برداری طراحی شده

زمان برآورد شده	زمان اندازه‌گیری شده	حدود اعتماد
۹/۷	۸/۹	۱۳/۶> زمان اندازه‌گیری شده > ۶/۲
۱۴/۹	۱۳/۵	۲۰/۵> زمان اندازه‌گیری شده > ۹/۹

جدول ۲- احراز اعتبار مدل بهره‌برداری در حال اجرا

زمان برآورد شده	زمان اندازه‌گیری شده	حدود اعتماد
۱۰/۸	۱۱/۷	۱۴/۲> زمان اندازه‌گیری شده > ۷/۵
۱۶/۶	۱۵/۱	۲۱/۲> زمان اندازه‌گیری شده > ۱۲/۱

متوسط زمان یک نوبت چوبکشی و نرخ تولید (با احتساب زمانهای تأخیر) بر حسب مترمکعب چوب خارج شده از پارسل در یک ساعت کار اسکیدر چوبکشی برای دو پارسل بدست آمد (جدول ۳).

جدول ۳- زمان و تولید دو پارسل در حال اجرا و طراحی شده

موضوع	بهره برداری در حال اجرا	بهره برداری طراحی شده
زمان خالص	۱۲ ساعت و ١٤ دقیقه	۸ ساعت و ۵۲ دقیقه
زمان تأخیر	۲ ساعت و ۱۲ دقیقه	۱ ساعت و ١٦ دقیقه
زمان ناخالص	١٤ ساعت و ٢٦ دقیقه	۱۰ ساعت و ۸ دقیقه
حجم چوب خروجی	۱۸۳/۸ مترمکعب	۱۹۰/۷ مترمکعب
متوسط حجم در هر نوبت	٤/۱۷ مترمکعب	٤/۳۲ مترمکعب

مقایسه زمان یک نوبت چوبکشی در دو پارسل مورد مطالعه نشان داد که زمان یک نوبت چوبکشی در بهره‌برداری طراحی شده (۱۳/۸۳ دقیقه) نسبت به بهره‌برداری در حال اجرا (۱۹/٦۹ دقیقه) به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است ($t = 1/938, df = 86, p \leq 0/001$). استفاده از قطع هدایت شده و در امتداد مسیر قرار گرفتن گرده‌بینه‌ها از چرخیدن آنها در هنگام عملیات وینچینگ تنه‌ها جلوگیری کرد. همین امر باعث شد تا در بهره‌برداری در حال اجرا زمان تأخیرهای اجرایی ناشی از باز شدن کابل وینچ در اثر چرخیدن، گیرکردن به درختان و گرده‌بینه‌های مسیر به‌صورت معنی‌داری افزایش یابد ($t = ۱/۶۷۷, df = ۸۶, p \leq ۰/۰۵$). این کار حتی باعث کاهش معنی‌دار تأخیرهای اجرایی در بهره‌برداری طراحی شده (۱/۳ دقیقه در هر نوبت) نسبت به بهره‌برداری در حال اجرا (۲/۱ دقیقه در هر نوبت) شد.

طراحی و ساخت دپوها از انباشته شدن گرده‌بینه‌ها در کنار راههای جنگلی جلوگیری کرد. همچنین راننده اسکیدر مدت زمان کمتری را برای انباشتن چوب‌آلات در دپو در مقایسه با کنار جاده‌های جنگلی صرف نمود. جدول ٤ متوسط زمان لازم برای خروج یک نوبت بار و پراکنش زمانی آن را در اجزای یک نوبت چوبکشی نشان می‌دهد. در بهره‌برداری طراحی شده از خروج راننده اسکیدر از مسیرهای چوبکشی جلوگیری شد. بنابراین چوکربند زمان بیشتری برای کشیدن کابل وینچ صرف نمود. همچنین فاصله وینچینگ در بهره‌برداری طراحی‌شده در مقایسه با بهره‌برداری در حال اجرا به‌صورت معنی-داری افزایش یافت. در بهره‌برداری طراحی‌شده درختان نشانه‌گذاری شده به‌سمت مسیرهای چوبکشی و یا مخالف آن (هدایت شده) با زاویه ۳۰ تا ٤٥ درجه قطع شدند. بنابراین زمان وینچینگ گرده‌بینه‌ها در مقایسه با بهره‌برداری در حال اجرا (دارای طرح قطع تصادفی) کاهش یافت، ولی این کاهش معنی‌دار نبود. متوسط زمان حرکت با بار به‌طور معنی‌داری در بهره‌برداری طراحی شده در مقایسه با بهره‌برداری در حال اجرا کاهش یافت ($t = ۲/۷۶۸, df = ۸۶, p \leq ۰/۰۰۱$). گرده-بینه‌های خروجی در بهره‌برداری در حال اجرا در کنار جاده‌های جنگلی دپو گردیدند و در هر نوبت راننده اسکیدر زمان زیادی را برای پیدا کردن مکان مناسب برای دپو گرده‌بینه‌ها صرف نمود. تفاوت معنی‌داری در متوسط زمان حرکت بدون بار، زمان بستن کابل و زمان باز کردن کابل مشاهده نشد. طراحی و ساخت دپوها در جنگل علاوه بر این که از آسیب‌زدن به جاده‌های جنگلی جلوگیری کرد، زمان انبار نمودن چوب‌آلات در دپوها را در مقایسه با کنار جاده‌های جنگلی به‌صورت معنی‌داری کاهش داد ($t = ۱/۴۲۹, df = ۸۶, p \leq ۰/۰۰۱$).

جدول ٤- نتایج زمان‌سنجی چوبکشی در دو حالت در حال اجرا و طراحی شده

	بهره برداری در حال اجرا- پارسل ۲۳		بهره برداری طراحی شده- پارسل ۲۵	
اجزای یک نوبت چوبکشی	درصد	دقیقه	درصد	دقیقه
حرکت بدون بار	۱۷/۵۷	۳/٤٦	۱۹/۳۱	۲/٦۷
باز کردن کابل وینچ	٤/۳۲	۰/۸۵	۷/۹۵	۱/۱
بستن چوکر	۸/۹٤	۱/۷٦	۱۳/۷٤	۱/۹
وینچ کردن بار	٦/٦۵	۱/۳۱	۵/۹۳	۰/۸۲
حرکت با بار	۳۲/۰۰	٦/۳۰	۳۰/۰۸	٤/۱٦
باز کردن کابل	۳/٤۰	۰/٦۷	۵/۱۳	۰/۷۱
توده کردن	۱۱/٦۸	۲/۳۰	۵/٤۲	۰/۷۵
تأخیرها	۱۵/٤٤	۳/۰٤	۱۲/٤٤	۱/۷۲
زمان یک نوبت چوبکشی	۱۰۰	۱۹/٦۹	۱۰۰	۱۳/۸۳

تولید چوبکشی

مقایسه تولید در دو سیستم بهره‌برداری نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار متوسط تولید ساعتی در بهره‌برداری طراحی شده نسبت به بهره‌برداری در حال اجرا بود. جدول ۵ متوسط تولید ساعتی دو سیستم بهره‌برداری را نشان می‌دهد. زمان ناخالص (بدون محاسبه زمان صرف شده برای نهار) هر نوبت خروج و حجم خارج شده در همان نوبت به‌عنوان مبنایی برای محاسبه تولید ساعتی مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۵- متوسط تولید ساعتی دو سیستم بهره‌برداری

سیستم بهره‌برداری	تعداد مشاهده	متوسط حجم بار در هر نوبت (مترمکعب)	متوسط زمان هر نوبت چوبکشی (دقیقه)	تولید ساعتی (مترمکعب)
در حال اجرا	٤٤	٤/۱۷	۱۹/٦۹	۱۲/۷۲
طراحی شده	٤٤	٤/۳۲	۱۳/۸۳	۱۸/۸

برآورد هزینه‌های تولید براساس میزان تولید دو سیستم صورت گرفت. برای محاسبه هزینه‌های تولید از اطلاعات زیر استفاده شد:

هزینه ثابت ساعتی برای اسکیدر چرخ لاستیکی با قیمت اولیه ۱٦۵۰۰۰۰۰۰۰ ریال با ۱۰ سال عمر مفید، با ۱۰ درصد قیمت اسقاطی، ۱٦ درصد بهره بانکی، ۱۰ درصد متوسط سرمایه‌گذاری سالیانه برای بیمه و مالیات و ضریب بهره‌وری ۷۵ درصد، ٤٦۰۰۷۰ ریال برآورد شد. هزینه متغیر ساعتی که مجموع هزینه‌های تعمیر و نگهداری، سوخت، روغن، گریس و کابل وینچ بود، ۲۱۲۵۹۰ ریال بدست آمد و در نهایت هزینه‌های ساعتی کارگری (جدول ٦) برای ٤ کارگر شاغل در بخش چوبکشی هم ٦۲۲٤۲۵ ریال ارزیابی شد (در این بخش هزینه‌های ساعتی راننده مینی‌بوس و آشپز هم برای گروه چوبکشی در محاسبات لحاظ شده است).

جدول ٦- متوسط حقوق ماهیانه کارگران شاغل در بخش چوبکشی

نوع شغل	متوسط حقوق ماهیانه (ریال)
راننده	٥٥٠٠٠٠٠
کمک راننده	٤٣٥٠٠٠٠
اره موتورچی	٤١٥٠٠٠٠
چوکربند	٣٧٥٠٠٠٠

هزینه سیستم که مجموع هزینه‌های ثابت و متغیر ماشین و هزینه‌های کارگری می‌باشد ۱۲۹۵۰۸۵ ریال محاسبه شد و با توجه به تولید ساعتی دو سیستم، هزینه تولید هر مترمکعب چوب از رابطه (۳) محاسبه شد:

$$\text{هزینه واحد تولید} = \frac{\text{هزینه سیستم (ریال/ساعت)}}{\text{میزان تولید}} \qquad (۳)$$

$$\text{هزینه خروج هر مترمکعب چوب در بهره‌برداری در حال اجرا} = \frac{۱۲۹۵۰۸۵}{۱۲/۷۲} = ۱۰۱۸۱۵ \text{ ریال / مترمکعب}$$

$$\text{هزینه خروج هر مترمکعب چوب در بهره‌برداری طراحی شده} = \frac{۱۲۹۵۰۸۵}{۱۸/۸} = ٦٨٨٨٧ \text{ ریال / مترمکعب}$$

در جدول ۷ هزینه‌های تولید برای هر مترمکعب چوب انتقال یافته به دپو یا کنار جاده‌های جنگلی نشان داده شده است. از آن‌جایی‌که در بهره‌برداری در حال اجرا از جاده‌های جنگلی به‌عنوان دپو چوب‌آلات استفاده شد، هزینه تعمیر و نگهداری جاده به ازای هر مترمکعب چوب خروجی برآورد گردید. با توجه به این که در دفترچه طرح منطقه یادشده هزینه‌های تعمیر و نگهداری سالیانه هر کیلومتر جاده ۲۵۰۰۰۰۰ ریال ذکر شده و حدود ۱/۱ کیلومتر از جاده‌های پارسل، مورد استفاده واقع شده بود و از آنجایی که حدود ۲۲۹۰ مترمکعب چوب بر روی جاده‌ها انبار شده بود، هزینه تعمیر جاده و نگهداری به ازای هر مترمکعب چوب حمل شده بر روی سطح جاده ۱۲۰۰ ریال برآورد شد.

برای محاسبه هزینه‌های ساخت دپو به ازای هر مترمکعب چوب حمل شده بر روی آن، هزینه سیستم (بلدوزر و پرسنل) محاسبه و با توجه به این که حدود ۳۰۰۰ مترمکعب چوب بر روی آن حمل گردید، هزینه ساخت دپو برای هر مترمکعب چوب حمل شده بر روی آن ٤٨٥ ریال محاسبه شد.

جدول ۷- برآورد مجموع هزینه‌های خروج چوب در دو سیستم بهره‌برداری طراحی شده و در حال اجرا

فعالیت	بهره‌برداری در حال اجرا		بهره‌برداری طراحی شده	
	هزینه (ریال/ مترمکعب)	تولید (مترمکعب/ ساعت)	هزینه (ریال/ مترمکعب)	تولید (مترمکعب/ ساعت)
چوبکشی	۱۰۱۸۱۵	۱۲/۷۲	٦٨٨٨٧	۱۸/۸
	٤٨٥ ریال، هزینه‌های ساخت دپو به ازای هر مترمکعب چوب (۱)		۱۲۰۰ریال، هزینه حفاظت و نگهداری جاده به ازای هر مترمکعب چوب (۲)	
مجموع هزینه‌ها	۱۰۳۰۱۵ ریال		٦٩٣٧٢ ریال	

۱- هزینه‌های ساخت دپو برای چوبکشی در این مرحله مورد محاسبه قرار گرفته است، درحالی‌که از دپو برای دفعات بعد هم می‌توان استفاده کرد.

۲- هزینه‌های محاسبه شده در این قسمت پس از پایان عملیات چوبکشی و بارگیری مورد محاسبه قرار گرفته است.

بحث

طراحی دپوها و مسیرهای چوبکشی قبل از نشانه‌گذاری و استفاده از مزایای قطع هدایت‌شده تحت عنوان طراحی بهره‌برداری علاوه بر این که کاهش صدمات وارده به توده باقیمانده و رویشگاه را به‌همراه دارد، در کاهش هزینه‌های تولید هم نقش به‌سزایی ایفا می‌کند (Holmes *et al.*, 2002; Krueger, 2004)، به‌طوری‌که در این مطالعه هزینه‌های تولید را تا ۳۳ درصد کاهش داده است.

مطالعات دیگر نشان دادند که با به‌کار بردن فنون طراحی بهره‌برداری می‌توان به نتایجی مشابه نتایج این مطالعه دست یافت (Mattson- Marn & Junkers, 1981; Van Der Hout, 1999; Barreto *et al.*, 1998). مطالعه تولید در بهره‌برداری در حال اجرا نشان داد که میزان تولید ساعتی ۱۲/۷۲ مترمکعب می‌باشد که جورغلامی (۱۳۸٤) میزان تولید ساعتی را برای اسکیدر چرخ لاستیکی ۸/۸۷ مترمکعب در جنگل خیرودکنار، اقتصادی (۱۳۷۰) تولید ساعتی اسکیدر تاف را ۱۰/٤٦ مترمکعب و پیله‌ور (۱۳۷۳) این میزان را ۱٤/۲٦ مترمکعب در جنگلهای حوزه نکاء برآورد کرده‌اند. این مطالعه نشان داد که طراحی بهره‌برداری علاوه بر افزایش تولید ساعتی گروه چوبکشی، هزینه‌های تولید را هم کاهش می‌دهد. نقدی (۱۳۸۳) نشان داد که با طراحی مسیرهای چوبکشی قبل از قطع می‌توان میزان تولید ساعتی را تا ۱۷/۱ مترمکعب افزایش داد. بدین ترتیب این مطالعه نشان داد که طراحی بهره‌برداری با افزایش تولید ساعتی می‌تواند محصولات چوبی را در مدت زمان کمتری از جنگل خارج نموده و از انتقال زمان خروج به فصول سرد سال که باعث تشدید خسارات وارده به خاک و رویشگاه می‌گردد، جلوگیری نماید. همچنین با طراحی دپوها از تخریب جاده‌های جنگلی نیز ممانعت به‌عمل آمده و هزینه‌های خروج چوب هم کاهش می‌یابد. مدیران جنگل که از یک طرف با افزایش تقاضای محصولات چوبی جنگل مواجهند و از طرف دیگر نگران افزایش هزینه‌های بهره‌برداری ناشی از به‌کارگیری فنون طراحی بهره‌برداری هستند می‌توانند با استفاده از نتایج این مطالعه، بهره‌وری سیستم تحت مدیریت خود را افزایش دهند. این مطالعه فراهم کننده اطلاعات مفیدی در مورد اثرهای اقتصادی ناشی از طراحی بهره‌برداری در جنگلهای شمال ایران می‌باشد. بهره‌برداری که امروزه در جنگلهای شمال ایران انجام می‌شود مطابق با اهداف توسعه پایدار نبوده و علاوه بر صدمات وارده به رویشگاه و خاک (نقدی ۱۳۸۳) از لحاظ اقتصادی هم ناکارآمد می‌باشد. بنابراین مطابق با دستورالعمل سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور

قبل از قطع درختان، دپوها و مسیرهای چوبکشی باید مشخص شده و اره‌موتورچی‌ها هنگام قطع با توجه به مشخص بودن مسیرهای چوبکشی، درختان را در راستای مناسب قطع نمایند تا ضمن کاهش صدمات وارده به جنگل، زمان جمع‌آوری بار به پشت ماشین چوبکش هم کاهش یابد. در این میان ارتباط بین حلقه صنعت و دانشگاه در زمینه آموزش کارشناسان و ناظران طرحهای جنگل‌داری و انتقال تجربیات حاصل به کارگران شاغل در بخش قطع درخت هم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چون اگر موفق به اجرای قطع هدایت‌شده نگردند، طراحی بهره‌برداری ممکن است حتی از لحاظ اقتصادی و اکولوژیکی هم با شکست مواجه گردد که این امری است که نیاز به مطالعه و تحقیق بیشتر در این زمینه را می‌طلبد.

منابع مورد استفاده

- اقتصادی، ع.، ۱۳۷۰. بررسی چگونگی خروج چوب از جنگل تا یارد کارخانه در حوزه نکاء. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ١٤٤ صفحه.
- بی‌نام، ۱۳۷۹. طرح جنگلداری سری ناو اسالم. شرکت سهامی جنگل شفارود .۳۹۷ صفحه.
- پیله ور، ب.، ۱۳۷۳. برآورد هزینه در دو سیستم خروج چوب از جنگل توسط اسکیدر و کابل هوایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۹۲ صفحه.
- جورغلامی، م.، ١٣٨٤. ارزیابی کارایی، نرخ تولید و هزینه دو نوع ماشین چوبکشی کوچک و بزرگ مقیاس (مطالعه موردی تاف و تیمبرجک). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۱۲ صفحه.
- زبیری، م.، ۱۳۷۳. آماربرداری در جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. ٤٠١ صفحه.
- سبحانی، ه. و قاسم زاده، ر.، ١٣٦٨ . بررسی عوامل موثر بر یک ماشین چوبکشی. مجله منابع طبیعی ایران، ٤٣: ٦٤-٥٣.
- سبحانی، ه. و رافت نیا، ن.، ١٣٧٦. دستورالعمل تهیه برنامه بهره‌برداری. دفتر بهره‌برداری و بازرگانی بخش جنگل. سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور. نشریه شماره ١٦٦، ١٦ صفحه.
- سبحانی، ه و نائیج نوری، ش.، ۱۳۸۵. دستورالعمل تعیین محل‌های دپو و شبکه‌بندی مسیرهای چوبکشی. دفتر بهره‌برداری و بازرگانی بخش جنگل. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور. نشریه شماره ۲۲۱، ٣٤ صفحه.
- نقدی، ر.، ۱۳۸۳. بررسی و مقایسه روشهای بهره‌برداری تمام‌تنه و گرده‌بینه به‌منظور ارایه مدل مناسب شبکه جاده-های جنگلی در حوزه نکاء. رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۷۸ صفحه.
- Ahmad, S., Brodie, J.D. and Sessions, J., 1999. Analysis of two alternative harvesting systems in peninsular Malaysia: Sensitivity analysis of costs, logging damage and buffers. Journal of Tropical Forest Science 11(4): 809-821.
- Anonymous, 1995. Forest work study. Nomenclature. Test Edition valid 1995-2000. International Union of Forestry Research Organizations (IUFRO) WP 3.04.02.Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency, Garpenberg, 16 p.
- Anonymous, 2002. Analysis of Road and Landing Impacts on Timber supply within the Lakes Forest District. IFPA (Innovation Forest Practices Agreement). Morice & lakes Innovation Practices Agreement, Timberline Forest Inventory Consultants, No.371.01, 41p.
- Armstrong, S. and Inglis, C.J., 2000. RIL for real: introducing reduced impact logging techniques into a commercial forestry operation in Guyana. International Forestry Review, 2(1): 17-23.
- Barreto, P., Amaral, P., Vidal, E. and Uhl, C., 1998. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. Forest Ecology and Management, 108 (1-2): 9-26.
- Boltz, F., Holmes, T.P. and Carter, D.R., 2003. Economic and Environmental Impacts of Conventional and Reduced-Impact Logging in Tropical South America: A Comparative Review. Forest Policy and Economics, 5(1): 69-81.
- Egan, A. and Baumgras, J., 2003. A statewide study of ground skidding and harvested stand attributes in Appalachian hardwood stands. Forest Products Journal, 53(9): 59-63.

- Holmes T.P., Blate, G.M., Zweede, J.C., Periera, R., Barretto, 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.
- Koger, J.L. and Webster, D.B., 1984. L-O-S-T: Logging Optimization Selection Technique. Department of Agriculture Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 66 p.
- Krueger, W., 2004. Effects of future tree flagging and skid trail planning on conventional diameter-limit logging in a blivian tropical forest. Forest Ecology and Management, 188: 381–393.
- Mattsson-Marn, H.G. and Jonkers, W., 1981. Logging damage in tropical high forest. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Project FO: MAL/76/008, Working Paper No. 5, 15 p.
- Van der Hout, P., 1999. Reduced impact logging in the tropical rain forest of Guyana - ecological, economic and silvicultural consequences. Ph.D. thesis, Utrecht University. Tropenbos-Guyana Series 6, Tropenbos-Guyana Programm, Georgetown, Guyana, 192 p.
- Wang, J., Long, C., McNeel, J. and Baumgras, J., 2004. Productivity and cost of manual felling and cable skidding in central Appalachian hardwood forests. Forest products journal, 54(12): 45-51.

Efficiency comparison of Timber Jack 450C skidder in planned and unplanned logging system (Case study: second district of Nave-Asalem)

R. Naghdi[1*], M. Nikooy[2], I. Bagheri[3] and J. Javadpour[4]

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Department of forestry, University of Guilan, Sowmehsara, Iran.
E-mail: naghdir@yahoo.com
2- Assistant Prof., Department of forestry, University of Guilan, Sowmehsara, Iran.
3- Senior expert, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Guilan, Rasht, Iran.
4- M.Sc. student, Department of forestry, University of Guilan, Sowmehsara, Iran.

Abstract

In this study, wood extract production and costs were assessed in the planned and unplanned (conventional) logging system. The research was carried out in compartments No. 23 and 25 of second district of Nave-Asalem forest. Work study technique based on IUFRO guideline was used to calculate system hourly production. Based on guideline of Forest, Range and Watershed Organization (FRWO) of Iran, system hourly cost was calculated. Results showed that planning skid trails and landings before tree felling as well as using directional felling technique increased hourly skidder production from 12.72m^3 to 18.8m^3. Increase of production, reduced the extraction cost from 103015 to 69372 Rials per cubic meter. These extraction costs include landing construction costs in planned harvesting and road maintenance costs in unplanned logging system.

Key words: skid trails, planned logging, conventional logging, landing, directional felling.